



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

**Monografía**

**“DIAGNOSTICO Y REDISEÑO DEL MINI ACUEDUCTO POR GRAVEDAD (MAG)  
EN LA COMUNIDAD DE APAQUILA, MUNICIPIO DE JINOTEGA,  
DEPARTAMENTO DE JINOTEGA”.**

Para optar al título de Ingeniero Civil

**Elaborado por**

Br. José Alfredo Portillo Seoane

**Tutor**

M.sc.Ing. Ricardo Javier Fajardo González

Managua, Julio 2021

## Dedicatoria

Agradezco a Dios por darme la salud, sabiduría y sobre todo la fortaleza de seguir cuando las cosas se tornaron muy complicadas durante este largo y bonito proceso de preparación profesional y personal. Por brindarme la perseverancia y dedicación necesaria para alcanzar esta meta, y a todas las personas que me inspiraron y formaron parte de este gran proceso, que no solo fue de estos cinco años universitarios. A todos ellos dedico este trabajo:

Especialmente a mis padres, por haber esta siempre apoyándome, motivándome y sobre todo pendiente de mi durante, no solo este proceso de preparación profesional si no personal a lo largo de mi vida, dándome ese apoyo para llegar donde hoy estoy, que no fuese nada si no fuese por ellos y el maravilloso ejemplo a seguir que son.

A toda mi familia, que siempre ha estado pendiente de mí y me ha apoyado en el alcance de mis metas.

A mis amigos, personas indispensables que han formado parte de mi crecimiento personal y me han acompañado a lo largo de mi vida, en especial en esta etapa universitaria, enriqueciéndola con su compañía, motivación y apoyo.

Gracias a todas aquellas personas que de una u otra manera colaboraron en la culminación de esta meta.

**Br. José Alfredo Portillo Seoane**

*“Pregúntate si lo que estás haciendo hoy te acerca al lugar en el que quieres estar mañana”*

*-Walt Disney*

## Agradecimiento

Agradezco en primer lugar a dios por regalarme salud, sabiduría y fortaleza, ya que sin ninguna de estas tres cosas no podría estar donde estoy el día de hoy. Culminando esta etapa tan importante de mi vida en cuanto a mi formación profesional.

Expresar mi eterna gratitud a mis padres, quienes siempre estuvieron pendiente y fueron quienes siempre se desvelaban cuando viajaba, de su infinito apoyo y amor que nunca me faltó durante esta etapa, más en esos momentos difíciles, fueron y han sido el pilar más fuerte de mi vida, esto por ser las maravillosas personas que son y que hoy por hoy puedo decir que soy una persona de bien y preparada por ellos y su gran educación que siempre me brindaron.

Agradecer a mi tutor, el **M.Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González**, por sus valiosos consejos, paciencia y apoyo brindado en el diseño, ejecución y elaboración de esta tesis.

De la misma manera agradezco a la **M.Sc. Lic. Rosa Sáenz**, por su apoyo por parte de ONGAWA, que con su apoyo fue fundamental para la elaboración de esta tesis. Así como su apoyo personal en muchas circunstancias durante esta etapa de preparación profesional.

Mis más sinceros agradecimientos a todas aquellas personas, que no he mencionado, pero que de una forma u otra contribuyeron al desarrollo de esta tesis.

**Br. José Alfredo Portillo Seoane**

*“Lo más valioso en la vida no es lo que tenemos, si no a quiénes tenemos”*

## **Resumen ejecutivo**

El presente informe trata de brindar de forma concisa, la descripción del estudio Diagnóstico y Rediseño del Mini Acueducto por Gravedad (MAG) en la comunidad de Apaquila, Municipio de Jinotega, Departamento de Jinotega. En coordinación con Ongawa se realizó un censo poblacional al 100% de 126 viviendas, la cual asciende a un total de 466 habitantes, paralelo al censo se realizaron 126 encuestas socioeconómicas por medio de las cuales se caracterizó a la población en estudio.

Debido al grado de dispersión que presentan las viviendas de la comunidad en estudio se optó por seleccionar una red de tipo abierta o ramificadas siguiendo el mismo trazado del sistema ya existente, esto porque se adapta muy bien a la necesidad y cumplimiento de los criterios técnicos de diseño. Se trabajó un total de distribución de 286 tramos y 288 nodos distribuidos en la línea de conducción, así como en la red la cual se distribuye a lo largo y ancho de la comunidad, con el objetivo de abastecer al 100% de los habitantes.

Se dará mantenimiento a sus tres captaciones las cuales conforman la fuente de abastecimiento de la comunidad, de esta manera se construirá una cámara seca contiguo a la cámara de acopio de los tres afloramientos, esto para proteger la válvula de control de flujo a instalarse.

La línea de conducción por gravedad tiene una longitud de 2,835 m de tubería P.V.C con cédula SDR-26 de diámetro de 2" y tubería HG cédula 40 con diámetro de 2". Se dará mantenimiento a dos pases aéreos, el primero con una longitud de 13m y el segundo con una longitud de 24m, ambos se encuentran en la línea de conducción los cuales se encuentran en malas condiciones. Se instalarán elementos hidráulicos como lo son válvulas reductoras de carga, aire y limpieza. Con estas estructuras se garantiza que la presión de trabajo en las tuberías será inferior a la capacidad de diseño según sus especificaciones técnicas.

La tipología del tanque existente es de concreto ciclópeo sus paredes son tipo cuadrado asentado sobre el suelo, fue valorado de manera en donde se corroboró que cumpliera con las medidas estructurales establecidas según los criterios de diseño implementados.

El tanque presenta ciertas fugas en sus paredes, así como carece de elementos hidráulicos tales como: Boya, válvulas, entre otros, los cuales limitan su buen funcionamiento. Será necesario rehabilitar en sus paredes por la parte externa e interna deberán ser piqueteadas, repelladas, afinadas impermeabilizadas con epoxico y pintadas con pintura de aceite. Será necesario rehabilitar la tubería de limpieza y rebose, tapadera de inspección.

La red de distribución que parte desde el tanque tiene una longitud de 4,303 m conformado por tubería P.V.C SDR-26 con diámetros de 12.5mm, 25mm, 38mm, 50mm, 62.5mm, 75mm. Se dará mantenimiento y se instalarán los elementos hidráulicos de las cuatro pilas rompe presiones existentes. Se instalarán elementos hidráulicos como válvulas rompe carga, válvulas de aire, válvulas limpieza y de control de flujo. De todos estos elementos se presenta su ubicación exacta en los planos constructivos.

El sistema de cloración del sistema de abastecimiento de agua de la comunidad de Apaquila será un clorinador de carga constante el cual deberá ubicarse en la parte superior de la losa del tanque contando con su caseta y malla de protección perimetral.

La simulación hidráulica del sistema se realizó en el software de análisis y modelación hidráulica WATERCAD bajo las condiciones de máxima hora en la red, consumo máxima día en la red y sin consumo en la red.

El nivel de servicio será por medio de conexiones domiciliarias instaladas hasta el límite de la propiedad de las cuales se propone instalar un total de 126 tomas.

El costo total del proyecto es de C\$ 2,518,371.49 córdobas, equivalentes a \$71,728.04 dólares americanos, con una tasa de cambio oficial de 35.11 córdobas por un dólar, en la fecha del 31 de mayo del 2021.

# Índice de contenido

## **CAPÍTULO I.**

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Generalidades.....              | 1 |
| 1.1. Introducción .....            | 1 |
| 1.2. Antecedentes .....            | 2 |
| 1.3. Justificación .....           | 3 |
| 1.4. Objetivos .....               | 6 |
| 1.4.1. Objetivo general.....       | 6 |
| 1.4.2. Objetivos específicos ..... | 6 |

## **CAPÍTULO II.**

|   |    |
|---|----|
| 2. Información general del área de estudio..... | 8  |
| 2.1 Datos generales del municipio .....         | 8  |
| 2.2 Contexto local .....                        | 8  |
| 2.2.1 Localización .....                        | 8  |
| 2.2.2. Historia de la comunidad.....            | 11 |

## **CAPÍTULO III.**

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 3. Marco teórico .....                | 12 |
| 3.1. Proyección poblacional .....     | 12 |
| 3.2 Estudios socioeconómicos.....     | 12 |
| 3.3 Estudios topográficos.....        | 12 |
| 3.4 Estudios de calidad de agua ..... | 13 |
| 3.5 Diseño hidráulico .....           | 13 |
| 3.5.1 Dotación.....                   | 13 |
| 3.5.2 Fuente de abastecimiento.....   | 13 |
| 3.5.3 Obra de captación.....          | 15 |

|  |    |
|--|----|
| 3.5.4 Línea de conducción .....                  | 16 |
| 3.5.5 Almacenamiento .....                       | 17 |
| 3.5.6 Red de distribución .....                  | 19 |
| 3.5.7 Conexiones domiciliarias .....             | 20 |
| 3.6 Accesorios .....                             | 20 |
| 3.6.1 Accesorios y dispositivos especiales ..... | 21 |
| 3.7 Tratamiento del agua .....                   | 24 |
| 3.7.1 Cloración.....                             | 24 |
| 3.8 Presupuesto.....                             | 25 |

#### **CAPÍTULO IV.**

|   |    |
|---|----|
| 4. Diseño metodológico .....                                    | 26 |
| 4.1 Proyección poblacional .....                                | 26 |
| 4.1.1 Tasa de crecimiento.....                                  | 26 |
| 4.2 Estudios económicos .....                                   | 26 |
| 4.3 Estudios topográficos.....                                  | 27 |
| 4.4 Estudio de calidad de agua.....                             | 27 |
| 4.5 Diseño hidráulico .....                                     | 29 |
| 4.5.1 Periodos de diseño .....                                  | 30 |
| 4.5.2 Variaciones de consumo.....                               | 30 |
| 4.5.3 Presiones máximas y mínimas .....                         | 30 |
| 4.5.4 Velocidades permisibles en tuberías .....                 | 30 |
| 4.5.5 Cobertura de tuberías .....                               | 31 |
| 4.5.6 Dotación.....   | 31 |
| 4.5.7 Obra de captación (Manantial de ladera concentrado) ..... | 32 |
| 4.5.8 Línea de conducción por gravedad.....                     | 34 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 4.5.9 Almacenamiento .....       | 38 |
| 4.5.10 Red de distribución ..... | 39 |
| 4.6 Tratamiento del agua .....   | 40 |
| 4.6.1 Cloración.....             | 40 |
| 4.7 Presupuesto.....             | 41 |

## **CAPÍTULO V.**

|  |    |
|--|----|
| 5. Análisis y presentación de resultados.....                                  | 42 |
| 5.1 Resultados de estudio socioeconómico en la comunidad de Apaquila.....      | 42 |
| 5.1.1 Demografía .....   | 42 |
| 5.1.2 Aspectos socioeconómicos (basados en las 126 encuestas levantadas) ..... | 43 |
| 5.1.3 Aspectos de vivienda .....   | 44 |
| 5.2 Diagnostico del sistema de abastecimiento actual.....                      | 45 |
| 5.2.1 Estado del sistema de agua.....  | 45 |
| 5.2.2 Características del sistema de agua existente.....                       | 47 |
| 5.2.3 Saneamiento.....   | 53 |
| 5.2.4 Higiene y manejo de basura .....   | 54 |
| 5.3 Conceptualización del proyecto a proponerse .....                          | 55 |
| 5.4 Proyección de población.....   | 55 |
| 5.4.1 Cálculo de la tasa de crecimiento .....                                  | 55 |
| 5.5 Cálculo de la población.....   | 57 |
| 5.6. Proyección de consumo.....  | 57 |
| 5.7 Caudales de diseño .....   | 58 |
| 5.8 Población servida.....   | 58 |
| 5.9 Crecimiento de la población proyectada en la comunidad.....                | 58 |
| 5.10 Fuente de abastecimiento y captación.....                                 | 60 |

|   |    |
|---|----|
| 5.10.1 Características de la fuente .....                       | 60 |
| 5.10.2 Determinación de la capacidad de la fuente .....         | 61 |
| 5.10.3 Análisis de la calidad de agua Fuente Apaquila N°1 ..... | 62 |
| 5.10.4 Obra de captación.....                                   | 62 |
| 5.11 Línea de conducción.....                                   | 64 |
| 5.11.1 Golpe de ariete .....                                    | 64 |
| 5.11.2 Análisis hidráulico de la línea de conducción.....       | 68 |
| 5.11.3 Pases aéreos .....                                       | 69 |
| 5.11.4 Pilas rompe presión .....                                | 72 |
| 5.11.5 Accesorios .....   | 73 |
| 5.12 Sistema de tratamiento .....                               | 74 |
| 5.13 Tanque de almacenamiento.....                              | 75 |
| 5.14 Red de distribución .....                                  | 77 |
| 5.14.1 Presiones máximas y mínimas .....                        | 78 |
| 5.14.2 Accesorios en la red de distribución .....               | 79 |
| 5.15 Nivel de servicio.....                                     | 83 |
| 5.16 Cloración.....   | 86 |
| 5.17 Costos.....  | 86 |
| 5.17.1 Costos de las obras civiles del proyecto .....           | 86 |
| 5.17.2 Costos de operación y mantenimiento .....                | 86 |
| 5.18 Tarifa.....  | 89 |
| Conclusiones y recomendaciones .....                            | 91 |
| Conclusiones .....  | 91 |
| Recomendaciones .....   | 93 |
| Bibliografía.....   | 95 |

|  |      |
|--|------|
| Anexos .....   | I    |
| Anexo No.1. Resultados de calidad de agua .....      | III  |
| Anexo No.2. Resultados de análisis de WATERCAD ..... | V    |
| Anexo No.3. Modelo de encuesta socioeconómica .....  | LIII |
| Anexo No.4 Costos .....                              | LIII |
| Anexo No.5. Juego de planos .....                    | LXX  |

## Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1.</b> Ficha municipal del municipio de Jinotega .....                        | 8  |
| <b>Tabla 2.</b> Parámetros bacteriológicos .....                                       | 28 |
| <b>Tabla 3.</b> Parámetros físico-químicos .....                                       | 29 |
| <b>Tabla 4.</b> Valores de C según el material de tubería.....                         | 36 |
| <b>Tabla 5.</b> Presión de trabajo en tuberías.....                                    | 38 |
| <b>Tabla 6.</b> Características del sistema de agua existente en la comunidad. ....    | 47 |
| <b>Tabla 7.</b> Datos de censo nacional, departamental, municipal y comunitario. ....  | 56 |
| <b>Tabla 8.</b> Censo según INIDE (1995-2005) para el municipio de Jinotega .....      | 56 |
| <b>Tabla 9.</b> Proyección y consumo de la comunidad de Apaquila .....                 | 61 |
| <b>Tabla 10.</b> Detalles de afloramientos que conforman fuente No.1 .....             | 60 |
| <b>Tabla 11.</b> Análisis de golpe de ariete tramo No.1 .....                          | 66 |
| <b>Tabla 12.</b> Análisis de golpe de ariete tramo No.2 .....                          | 66 |
| <b>Tabla 13.</b> Análisis de golpe de ariete tramo No.3 .....                          | 67 |
| <b>Tabla 14.</b> Análisis de golpe de ariete tramo No.4 .....                          | 67 |
| <b>Tabla 15.</b> Cálculo estructural de pase aéreo no.1 .....                          | 71 |
| <b>Tabla 16.</b> Cálculo estructural de pase aéreo no.2 .....                          | 72 |
| <b>Tabla 17.</b> Características de pilas rompe presión en línea de conducción.....    | 73 |
| <b>Tabla 18.</b> Elementos hidráulicos en la línea de conducción .....                 | 74 |
| <b>Tabla 19.</b> Características del tanque de almacenamiento .....                    | 76 |
| <b>Tabla 20.</b> Cálculo estructural y distribución de elementos estructurales .....   | 77 |
| <b>Tabla 21.</b> Accesorios hidráulicos en la red de distribución .....                | 81 |
| <b>Tabla 22.</b> Características de pilas rompe presión en la red de distribución..... | 82 |
| <b>Tabla 23.</b> Dosificación de cloro para la comunidad de Apaquila .....             | 86 |
| <b>Tabla 24.</b> Resumen de presupuesto del proyecto .....                             | 86 |
| <b>Tabla 25.</b> Salarios propuestos del personal de operación del sistema.....        | 87 |
| <b>Tabla 26.</b> Costos de mantenimiento para reposición del sistema.....              | 88 |
| <b>Tabla 27.</b> Costos de Reposición de activos fijos (RAF) .....                     | 89 |
| <b>Tabla 28.</b> Tarifa de consumo propuesta para la comunidad de Apaquila.....        | 90 |

## Índice de Gráficos

|  |    |
|--|----|
| <b>Gráfico 1.</b> Habitantes de la comunidad de Apaquila según edades y sexo .....       | 42 |
| <b>Gráfico 2.</b> Distribución de viviendas por sectores .....                           | 43 |
| <b>Gráfico 3.</b> Tipos de viviendas de la comunidad de Apaquila.....                    | 45 |
| <b>Gráfico 4.</b> Cobertura del servicio de agua en la comunidad de Apaquila.....        | 51 |
| <b>Gráfico 5.</b> Horas de servicio de agua del sistema en la comunidad de Apaquila....  | 52 |
| <b>Gráfico 6.</b> Tipos de tratamiento aplicados al agua en la comunidad de Apaquila ... | 53 |
| <b>Gráfico 7.</b> Sistemas de saneamiento en la comunidad de Apaquila .....              | 53 |
| <b>Gráfico 8.</b> Higiene y manejo de basura en la comunidad de Apaquila.....            | 54 |
| <b>Gráfico 9.</b> Manejo de aguas grises en la comunidad de Apaquila .....               | 55 |

## Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Macro localización del proyecto de abastecimiento de agua, en la comunidad de Apaquila. .... | 10 |
| <b>Figura 2.</b> Micro localización del proyecto de abastecimiento de agua, en la comunidad de Apaquila. .... | 11 |
| <b>Figura 3.</b> Válvula de aire .....  | 21 |
| <b>Figura 4.</b> Válvula de limpieza .....  | 22 |
| <b>Figura 5.</b> Válvula reductora de carga .....   | 23 |
| <b>Figura 6.</b> Válvula compuerta .....  | 23 |
| <b>Figura 7.</b> Pila rompe presión .....   | 24 |
| <b>Figura 8.</b> Estado actual de la fuente Apaquila N°1 .....  | 61 |

# CAPITULO I

## Generalidades



*“El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza”*

Leonardo Da Vinci

## **1. Generalidades**

### **1.1. Introducción**

Uno de los retos más grandes es lograr un equilibrio hídrico, en el cual se asegure el abasto suficiente tanto de las personas beneficiadas, así como de la fuente hidrológica de la cual se beneficia, es indispensable encontrar ese equilibrio el cual garantizará una excelente preservación de la fuente, así como de la red de abastecimiento de agua.

Nuestro país, Nicaragua, es un país muy rico en cuanto a recursos naturales. La gran mayoría de los recursos hídricos usados para consumo provienen de ríos, arroyos y acuíferos del subsuelo, estos últimos son recargados en su mayoría en la época de lluvias (invierno).

Nicaragua cuenta con dos estaciones muy marcadas como lo es el invierno y el verano, los cuales se extienden por lo general de la siguiente manera: el verano se extiende desde noviembre hasta el mes de abril (6 meses) en el caso del invierno este se extiende desde el mes de mayo a octubre (6 meses).

Existe una gran desproporción entre la cantidad de agua captada, el escurrimiento y las cortas temporadas de lluvias, estos factores se suman, lo que hace que la disponibilidad del vital líquido sea menor.

Bajo este escenario, Nicaragua enfrenta actualmente graves problemas en cuanto a suministro y calidad de agua. Cierta parte de esta problemática es resuelta con la construcción de infraestructuras hidráulicas, las cuales permiten satisfacer eficientemente a los distintos sectores de la población.

La comunidad de Apaquila Ubicada en el municipio de Jinotega obtiene el agua para su consumo mediante un Mini acueducto por Gravedad (MAG), el cual funciona de manera deficiente, beneficiando a muy pocos de sus pobladores y de manera no continua, debido en parte al deterioro de los elementos que integran al sistema de abastecimiento, luego de haber cumplido con su periodo para el cual fue diseñado. El sistema posee una obra de captación artesanal, la cual es conducida al tanque de

almacenamiento sin ningún tipo de tratamiento previo para su almacenamiento y distribución para su población.

La mayoría de pobladores que no cuentan con una conexión domiciliar propia, se abastecen del puesto domiciliar del vecino más cercano, de ríos o arroyos cercanos.

El rediseño del sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad de la comunidad Apaquila, Municipio de Jinotega, Departamento de Jinotega tiene el objetivo de solucionar el grave problema de abastecimiento y calidad del agua presente en dicha comunidad.

## **1.2. Antecedentes**

Nicaragua se ha visto afectada por la falta de abastecimiento de agua potable, de acuerdo al Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR), para un periodo de levantamiento de datos entre los años 2014-2019, el porcentaje de cobertura de agua a nivel nacional es de 55.10%, lo que se traduce en un serio problema de falta de acceso de agua potable en la población del país, sobre todo en los sectores rurales.

De acuerdo al resumen nacional proporcionado por el Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR), el departamento de Jinotega se posiciona en el tercer lugar a nivel nacional con menor cobertura de agua potable, teniendo una cobertura de agua 42.2%, por ende, presentando así una población de 57.8% sin acceso al abastamiento de agua potable. De manera más específica el municipio de Jinotega se posiciona en el sexto lugar al tener una cobertura de agua de 59%.

El municipio de Jinotega para el año 2017 tenía una población aproximada de 136,342 habitantes con un factor de crecimiento anual de 2.5%. El municipio tiene una superficie de 880.34km<sup>2</sup> y se ubica en un valle a una altitud de 1,003.87 msnm con clima fresco a temperatura promedio de 25°C a una distancia de 142 Kilómetros de la capital de Managua. Se divide en 13 distritos rurales por 104 comunidades y un distrito urbano integrado por 62 barrios.

La comunidad Apaquila se localiza en las coordenadas UTM E=615,304, N=1,451,893. Se encuentra al Noreste de la ciudad de Jinotega a distancia de 19 Km de la cabecera municipal de Jinotega, la cual está conectada por medio de carretera en su mayoría pavimentada (15 km) y en un pequeño tramo de macadán(4Km), la cual es accesible durante todo el año debido al buen estado de las carreteras. Su altitud en la parte alta es de 1,399.1 msnm, en la parte media es de 1,149.21 msnm y en la parte baja es de 1,040.29 msnm.

De acuerdo a consultas realizadas a líderes comunitarios antes del año 1997, el consumo de agua de la población de la comunidad de Apaquila era por medio de río (acarreo de agua), pequeños manantiales, retención de pequeños arroyos. En el año 1999 fue que la ayuda obrera Suiza en coordinación con la alcaldía municipal de Jinotega les facilitaron para la construcción de un mini acueducto por gravedad (MAG).

En la actualidad el sistema de abastecimiento no funciona de manera eficiente, debido principalmente a una pobre gestión del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS), sobre todo a la ausencia de una tarifa por el servicio de agua que permita cubrir los costos en la operación, mantenimiento y administración del sistema de agua, lo que ha ocasionado el deterioro de las infraestructuras civiles, situación que actualmente ocasiona que el sistema no abastezca al 100 % de los habitantes.

### **1.3. Justificación**

En la actualidad los habitantes de la comunidad de Apaquila se abastecen de agua a partir de un mini acueducto por gravedad (MAG) construido en el año 1999 por la ayuda obrera Suiza, sin embargo, actualmente el sistema tiene varios problemas de cobertura de la creciente población de la comunidad, ya que fue diseñado para una población de 40 viviendas y actualmente el número es de 126 viviendas. Además, el sistema no ha tenido el debido mantenimiento lo que ha ocasionado el deterioro de sus obras, debido a la débil gestión del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) que lo administra. Un problema sentido actualmente, además de la mala

calidad de agua que consume la población, ha sido la falta de una distribución equitativa del agua, debido a la ausencia de micromedidores que permitan el uso racional y equitativa del agua de la fuente que les abastece. El funcionamiento ineficiente del sistema de agua, ocasiona que no todos sus pobladores puedan tener acceso al servicio de agua potable, vulnerando su derecho a este fundamental servicio y exponiéndolos a riesgos y enfermedades vinculadas al agua porque para suplir su abastecimiento de agua, deben acarrearla de fuentes no seguras como ríos, arroyos y en el mejor de los casos de viviendas vecinas que les permiten en algunos casos abastecerse del servicio de agua.

En el diseño de dicho sistema se contempló inicialmente la construcción de obras de captación en la fuente, pero no con todos sus elementos, ya que el sistema no cuenta con ningún tipo de tratamiento. El agua de la fuente es un afloramiento de manantial de ladera, el cual debería ser utilizada únicamente para el consumo humano y el doméstico tal y como lo establece la ley que rige a los CAPS (Ley 722), sin embargo, es utilizada en gran parte de sus usuarios/as para labores productivas como riego de viveros y procesamiento (lavado) del café.

Las tuberías de conducción del mini acueducto, utiliza tuberías PVC de 1 ½" y la red de distribución utiliza tuberías PVC de 3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½". Las tuberías cruzan por terrenos privados y no se dispone de servidumbres de pase, lo que en algunos casos dificulta actividades de Operación y Mantenimiento. El agua distribuida actualmente a la población de la comunidad no cuenta con tratamiento para mejoramiento de su calidad, lo cual incrementa los riesgos de enfermedades de origen hídrico.

Estos son considerados como los problemas técnicos de mayor impacto, lo cual justifica la demanda de diagnosticar y mejorar el proyecto de abastecimiento de agua de la comunidad, garantizando así calidad, cantidad y continuidad.

Es fundamental, sobre todo, que la totalidad de la población de esta comunidad goce del derecho humano al agua, de acuerdo a lo establecido por la Asamblea General de las Naciones Unidas en junio del año 2010, donde se reconoce como derechos, el derecho humano al agua y al saneamiento. El estado de Nicaragua en la ley general

de Comités de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) o ley 722 reitera que el acceso al agua es un derecho fundamental, indispensable para la vida y la salud de las personas y un requisito para la realización de todos los demás derechos humanos.

Este proyecto, identifica la falta de acceso al agua de las personas que habitan en esta comunidad y se considera que es urgente analizar y rediseñar el funcionamiento de este sistema, para que todas las personas puedan gozar de su derecho al consumo de agua potable a partir de una propuesta de mejora técnica al actual sistema de abastecimiento. Con esta propuesta técnica se espera que toda la comunidad tenga una excelente cobertura en cuanto a un servicio de agua eficiente, garantizando así calidad, cantidad y continuidad

Aproximadamente el 30% de las poblaciones urbanas y el 44% de las rurales no tienen acceso a un agua segura (ENACAL 2008), lo que se manifiesta en enfermedades de origen hídrico como la diarrea, malaria, colera, meningitis y hepatitis. Con el rediseño de este sistema de agua se estará contribuyendo al alcance de los objetivos de desarrollo sostenible, en específico con el ODS No.6 con énfasis en la mejora en el acceso, uso equitativo del agua y la mejora en la calidad. Además, se estará fortaleciendo la mejora en la gestión del agua a nivel comunitario.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

✚ Diagnosticar y analizar el funcionamiento técnico del Mini acueducto por Gravedad (MAG) que abastece a las personas en la comunidad de Apaquila en el municipio de Jinotega, Departamento de Jinotega.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

1. Evaluar el funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua (MAG) en la comunidad de Apaquila para que las personas mejoren el acceso y calidad del agua para el consumo humano.
2. Realizar levantamiento topográfico (planimétrico y altimétrico), para conocer las características del terreno de la comunidad de trabajo.
3. Caracterizar la población en relación a la demanda del servicio de agua potable, nivel socioeconómico y cantidad de habitantes.
4. Aforar y realizar estudios de calidad de agua correspondientes con las normas rurales de la fuente destinada para el abastecimiento de la población.
5. Presentar y elaborar planos de la red de abastecimientos, así como sus detalles arquitectónicos
6. Realizar los respectivos análisis, diagnósticos y rediseños hidráulicos del MAG mediante el programa WATERCAD.
7. Elaborar el presupuesto del mini acueducto por gravedad (MAG) realizado para la comunidad Apaquila.



## **CAPITULO II. INFORMACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO**

*“No se aprecia el valor del agua hasta que se seca el pozo”*

## 2. Información general del área de estudio

### 2.1 Datos generales del municipio

La comunidad de Apaquila se encuentra ubicada en el municipio de Jinotega. El municipio de Jinotega pertenece político y administrativamente a la jurisdicción del departamento de Jinotega. Tiene una densidad poblacional de 161 hab./Km<sup>2</sup>, de acuerdo a los estudios demográficos realizados por el INIDE, el municipio esta zonificado en 13 distritos rurales por 104 comunidades y un distrito urbano integrado por 62 barrios.

**Tabla 1.** Ficha municipal del municipio de Jinotega

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Nombre del municipio    | Jinotega   |
| Nombre del departamento | Jinotega   |
| Fecha de fundación      | 15 de octubre de 1891  |
| Extensión territorial   | 880.34 km <sup>2</sup>   |
| Referencia geográfica   | Tiene dos rutas de acceso a la capital: a) Jinotega – Matagalpa, 168 km, y b) Jinotega – Guayacán, 143 km  |
| Posición geográfica     | Limita al Norte con Santa María de Pantasma, al Sur con los Municipios de Matagalpa y Sébaco, al Este con los Municipios de El Cuá, Bocay y El Tuma – La Dalia y al Oeste con los Municipios de La Trinidad y San Rafael del Norte. Su posición geográfica es: 13° 05' latitud norte y 86° 00' longitud oeste. |
| Clima                   | El municipio se caracteriza por tener un clima de tipo sabana tropical sub húmedo, de acuerdo a la clasificación Köppen, ya que se localizan tres zonas agro ecológicas: zona seca, zona intermedia, zona húmeda.  |

|   |  |
|---|--|
| <p style="text-align: center;">Accidentes geográficos</p> | <p>Siempre dentro del territorio de Jinotega cuenta en su ciudad con un atractivo único de cualquier ciudad del país, dos majestuosas cordilleras (Dariense e Isabelia) bordean la ciudad, encontrándose en estas cordilleras pintorescos paisajes naturales de montaña, acompañados de una carretera provincial que hace de su recorrido un verdadero contacto entre hombre y naturaleza.</p> |
| <p style="text-align: center;">Altitud</p>                | <p>El Municipio de Jinotega se ubica a una altitud promedio de 1,003.87 metros sobre el nivel del mar.</p>   |

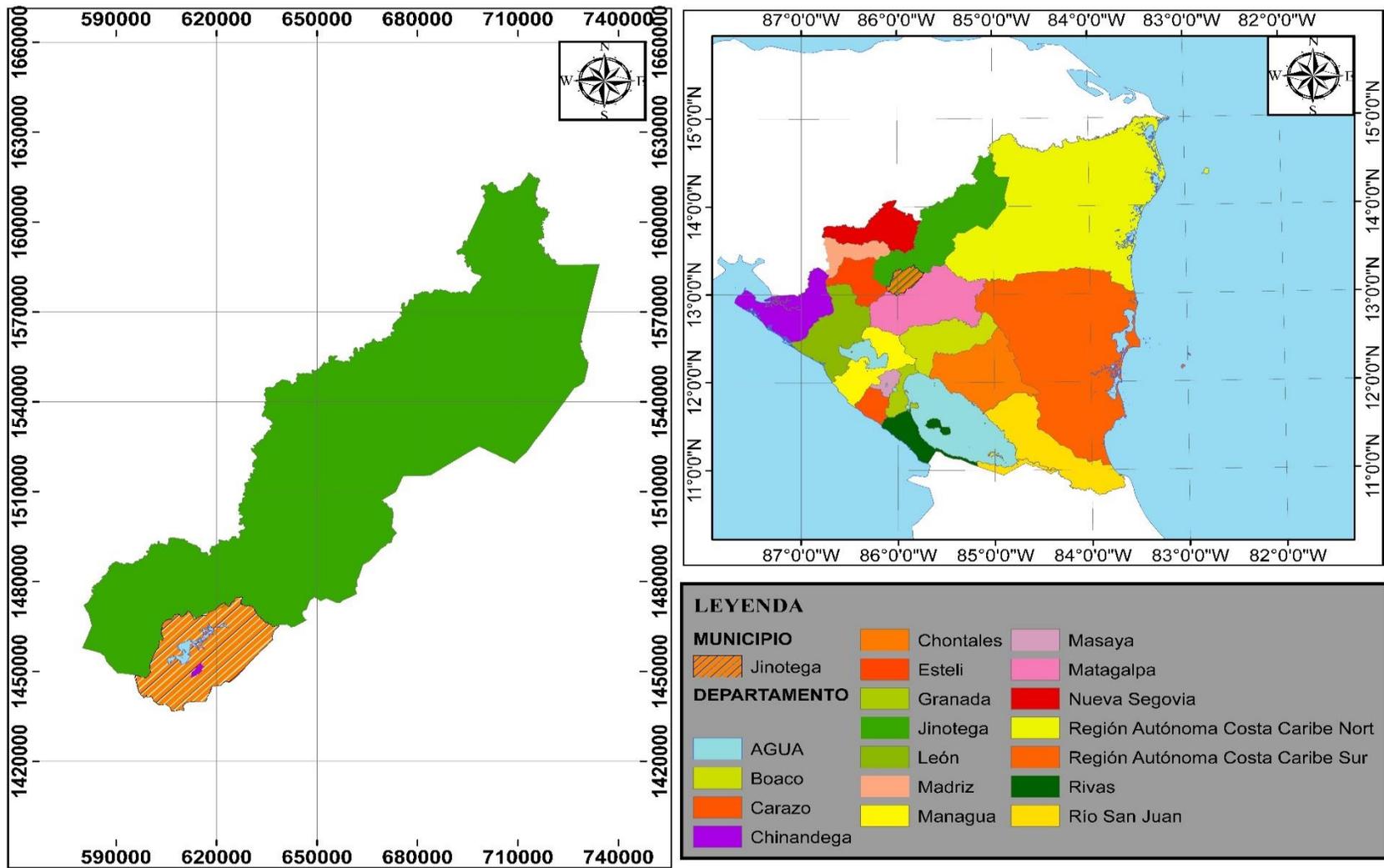
**Fuente.** Plan ambiental Jinotega (MARENA)

## **2.2 Contexto local**

### **2.2.1 Localización**

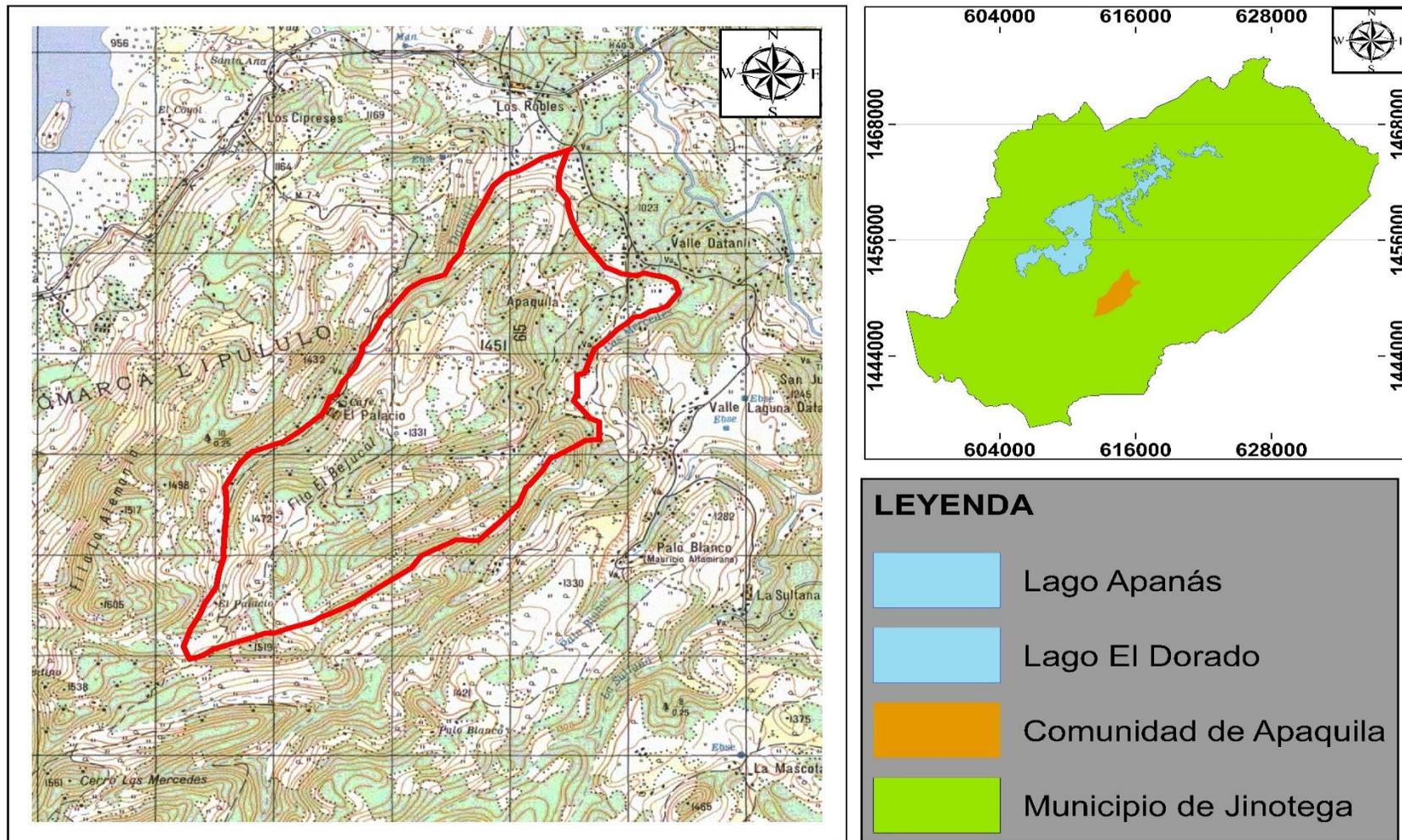
La comunidad Apaquila se localiza en las coordenadas UTM E=615,304, N=1,451,893. Se encuentra al Noreste de la ciudad de Jinotega a una distancia de 19 Km de la cabecera municipal de Jinotega y conectada por medio de carretera pavimentada en su mayoría y otra parte por carretera de macadán, accesible en todo tiempo. Su altitud en la parte alta es de 1,399.1 msnm, en la parte media es de 1,149.208 msnm y en la parte baja es de 1,040.29 msnm.

**Figura 1.** Macro localización del proyecto de abastecimiento de agua, en la comunidad de Apaquila.



**Fuente.** Elaboración propia

**Figura 2.** Micro localización del proyecto de abastecimiento de agua, en la comunidad de Apaquila.



**Fuente.** Elaboración propia

La distribución espacial de la comunidad de Apaquila es dispersa, está formada por un camino principal el cual se divide; uno en dirección sur, que lleva hasta el tanque de almacenamiento de agua del cual se abastece la comunidad, y el otro camino que va en dirección este, el cual conecta las viviendas más alejadas de la comunidad.

La topografía de la comunidad es bastante inclinada en la parte alta, en la parte media es bastante irregular y en la parte baja es ligeramente inclinada.

El tipo de suelo que predomina en la comunidad es tipo limo arcilloso, el cual muy excelente para su uso en suelos agrícolas como puede ser el cultivo del café, granos básicos entre otros.

### **2.2.2. Historia de la comunidad**

La toponimia del nombre de la comunidad de Apaquila, proviene de la Los Matagalpas, que en su mayoría se establecieron en dicha zona, donde el significado de Apaquila, significa “piedras de las barbas de viejo”

Según los relatos propiciados por las personas de mayor edad. la comunidad de Apaquila inicia con la Hacienda el Palacio, en el cual se empezó a asentar los trabajadores que llegaban a trabajar y se quedaron de forma permanente como trabajadores en dicha Hacienda, la cual ha explotado en el rubro del café desde los años 1970. De esta manera se inicia la formación de la comunidad hoy conocida como Apaquila.

La comunidad fue fundada inicialmente por las familias de apellidos Altamirano, Blandin, y González. Las primeras vías de acceso a la comunidad consistían en trochas que de igual maneras siguen siendo utilizadas solo que un poco en mejores condiciones.



## **CAPÍTULO III. MARCO TEÓRICO**

*“El agua y la tierra, los dos fluidos esenciales de los que depende la vida, se han convertido en latas globales de basura”*

### **3. Marco teórico**

En el marco teórico se conformó mediante la conceptualización de cada uno de los diferentes elementos que se contemplan en el proyecto, tomando como fuente de apoyo la normativa nacional como lo es: *INAA. (1999). Normas Tecnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09 003 99)* y *INAA. (2001). Normas De sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento en el Medio Rural* . Además, se tuvo apoyo en bibliografía externa, los cuales fueron de excelente ayuda para la definición y cálculo de algunos elementos hidráulicos a utilizar, el material de apoyo fue: *Agüero Roger Pittman. (1997). Agua Potable Para Poblaciones Rurales. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER) y Cualla, R. A. (1995). Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.*

#### **3.1. Proyección poblacional**

La determinación del número de habitantes para los cuales ha de diseñarse el acueducto es un parámetro básico en el cálculo del caudal de diseño para la comunidad. Con el fin de poder estimar población futura es necesario estudiar las características sociales, culturales y económicas de sus habitantes en el pasado y en el presente y hacer una predicción sobre su futuro desarrollo.

#### **3.2 Estudios socioeconómicos**

Es el medio mediante el cual se puede conocer la capacidad de pago de la población, proyección de esta, importancia y necesidad de los sectores sociales de la localidad.

El censo poblacional es la principal herramienta para la elaboración del estudio socioeconómico, la cual comprende tres aspectos principales para la recolección de información: Diseño y validación de instrumento de ficha socioeconómica, levantamiento de datos, el precesamiento y elaboración de una base de datos.

#### **3.3 Estudios topográficos**

Para la realización de un levantamiento topográfico para un sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario definir las diferentes fases del proceso,

la cual permita realizar el alineamiento o el trazado adecuado por donde se hará la línea de conducción.

Los planos deben dibujarse de manera que se pueda interpretar fácilmente las condiciones topográficas que presenta el terreno, mostrando con claridad todos los detalles requeridos para su comprensión y para la ejecución de las obras.

### **3.4 Estudios de calidad de agua**

En la naturaleza no se encuentra por lo general agua con una calidad aceptable para el consumo humano y se hace necesario su tratamiento. Se debe procurar que la calidad física, química y bacteriológica del agua cruda permitan un tratamiento relativamente económico.

### **3.5 Diseño hidráulico**

El diseño hidráulico se basa en los cálculos necesarios para que la red de abastecimiento sea funcional y segura, aplicando ecuaciones y criterios establecidos por las normas nacionales.

#### **3.5.1 Dotación**

El complemento necesario para establecer el caudal de diseño de un acueducto es la determinación del consumo de agua. El consumo es el volumen de agua utilizado por una persona en un día y se expresa por lo general en litros por habitante y por día (Lt/hab/d)

La determinación del consumo se debe hacer con base en datos estadísticos del consumo pasado y presente de la población (en el caso de que se disponga de esta información) o, si no, basándose en estos mismos datos de otras poblaciones vecinas

#### **3.5.2 Fuente de abastecimiento**

La fuente de abastecimiento de agua puede ser superficial, como en los casos de los ríos, lagos embalses o incluso agua de lluvias, o de aguas subterráneas superficiales o profundas. La elección del tipo de abastecimiento depende de los factores como localización y cantidad.

La fuente de abastecimiento para el suministro de agua potable, constituye el elemento más importante de todo el sistema, por tanto, debe estar lo suficientemente protegida y debe cumplir dos propósitos fundamentales.

- ✓ Suministrar agua en cantidad suficiente para bastecer la demanda de la población durante el periodo de diseño considerado.
- ✓ Mantener las mismas condiciones de calidad necesarias para garantizar la potabilidad de la misma.

### 3.5.2.1 Tipos de fuente

- **Aguas atmosféricas:** Son las aguas de lluvias, estas están menos expuestas a la contaminación con bacterias y parásitos, pero no constituyen fuente de aprovechamiento constante, pues deben colectarse en épocas de lluvias y almacenarse en verano.
- **Aguas superficiales:** Corrientes (ríos, arroyos y quebradas) y estancadas (lagos, lagunas y quebradas). Proviene en gran parte y pueden recibir de manantiales. Están sometidas a la acción del calor, la luz y estas pueden ser contaminadas por el vertedero de afluentes cargados de sustancias orgánicas.
- **Aguas subsuperficiales** (manantiales y afloramientos): Es el agua que se infiltra en el subsuelo y que al desplazarse a través de los pozos de los manantiales subterráneos y que por sus elevaciones o pendientes pueden reaparecer en la superficie en forma de manantiales.
- **Aguas subterráneas:** Son aquellas que se han infiltrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que se alcanza un estrato permeable.

### 3.5.2.2 Manantiales

Los manantiales son puntos ubicados en la corteza terrestre por donde aflora el agua subterránea. Generalmente este tipo de fuentes, sufre variaciones en su producción, asociadas con el régimen de lluvia en la zona. En la mayoría de los casos, es de

esperar que el caudal mínimo del manantial coincida con el del periodo seco en la zona.

Es necesario estudiar sus recursos, tanto respecto a cantidad, como en lo relativo a calidad. La información cuantitativa a recabar consiste, en esencia, en la serie foronómica del manantial o, como mínimo, en una estimación histórica fiable de los caudales del mismo en situaciones de estiaje. La concepción relativa a la calidad requiere también una serie de análisis de muestras de sus aguas tomadas en diferentes momentos, tanto más exhaustiva cuanto más irregular sea el caudal.

### **3.5.3 Obra de captación**

El diseño geométrico de la obra deberá basarse siempre en la necesidad de proteger el afloramiento contra todo posible deterioro debido a causas externas.

Las obras de captación son todas aquellas que se constituyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es agrupar bajo cualquier condición el flujo durante todo el año la captación de aguas previstas.

El tipo de obra a emplearse está en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud. Pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (Bombas). Las dimensiones y características de la obra de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para la población.

Según la calidad de agua la captación puede ser:

- Directa: Cuando la calidad física, química y bacteriológica adoptan la cloración como tratamiento mínimo.
- Indirecta: cuando la calidad bacteriológica o la turbidez ocasional de la misma, requiere el aprovechamiento de la filtración natural a través de estratos permeables conectados con el río.

### **3.5.4 Línea de conducción**

La línea de conducción y red de distribución, junto con la fuente, forman la parte más importante del sistema de abastecimiento de agua, ya que por su medio el agua puede llegar hasta los usuarios.

La línea de conducción es el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde la captación hasta un tanque de almacenamiento. Su capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto de máximo día. Se le deberá proveer de los accesorios y obras de arte necesarios para su buen funcionamiento, conforme a las previsiones de trabajo especificadas para las tuberías, tomándose en consideración la protección y mantenimiento de las mismas. Cuando la topografía del terreno así lo exija se deberán de instalar válvulas de “aire y vacío” en las cimas y válvulas de “limpieza” en los culebrones.

De acuerdo a la naturaleza y características de la fuente de abastecimiento, se distinguen dos clases de líneas de conducción, conducción por gravedad y conducción por bombeo.

#### **3.5.4.1 Línea de conducción por gravedad**

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone para transportar el caudal requerido aguas debajo de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas por el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 1) Se diseñará para la condición del Consumo Máximo Día al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al Consumo Promedio Diario más las Pérdidas.
- 2) En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5.00m por lo menos.
- 3) La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70.00m, incorporando en la línea pilas rompe-presión donde sea necesario

#### **3.5.4.2 Carga disponible**

Generalmente la carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre el nivel mínimo de agua en la captación y el tanque de almacenamiento (nivel máximo de agua en el tanque), sin embargo, en ocasiones puede prestarse puntos altos intermedios que no satisficiera el flujo por gravedad para un diseño adoptado bajo esa consideración, por lo cual esta verificación debe hacerse.

#### **3.5.4.3 Sobrepresión por golpe de ariete**

Para cumplir con su objetivo las líneas de conducción se diseñan y operan para un régimen de flujo permanente, sin embargo, en la operación son inevitables régimen de transición de un flujo permanente a otro. Al menos una vez en el inicio de su operación, la línea de conducción necesita ser llenada de agua; en ocasiones tiene que ser vaciada y llenada de nuevo. Cada arranque o paro de bombas o cada apertura y cierre de válvulas en la conducción generan un régimen que varían de forma importante los parámetros hidráulicos de la velocidad y la presión en cada punto de la línea.

Se denomina golpe de ariete al choque violento que se produce sobre las paredes de un conducto forzado, cuando el movimiento del líquido es modificado bruscamente. El caso más importante del golpe de ariete en una línea de descarga de bombas accionadas por motores eléctricos, se verifica luego de una interrupción de energía eléctrica. El golpe de ariete es un fenómeno transitorio que puede ocurrir en la tubería de descarga.

#### **3.5.5 Almacenamiento**

El almacenamiento es un elemento del sistema de distribución que desempeña una función importante para su suministro continuo, oportuno, satisfactorio y económico a la población, de este depende el buen funcionamiento de abastecimiento de agua a la comunidad , brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua, tal como la energía en el equipo de bombeo, o en reparaciones del mismo, incendios y variaciones de consumo.

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua, así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y mantenimiento de un servicio eficiente. Además, equilibra el suministro de aportación constante dado por las bombas con régimen de demanda variable en la red de distribución. Esto se logra almacenando agua durante la noche cuando el consumo es bajo y la presión es alta, a esta agua almacenada se le conoce como volumen compensador.

Existen dos tipos de tanques para agua tratada:

- Tanques apoyados en el suelo
- Tanques elevados

Para la ubicación del tanque se debe buscar un sitio adecuado topográficamente lo más cerca posible de la red de distribución de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución y de acuerdo a su ubicación el tanque de almacenamiento puede ser de alimentación cuando se ubica entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución o de excedencia (cola), cuando se ubica dentro o fuera de la red.

### **3.5.5.1 Funciones del tanque de almacenamiento**

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

1. Compensar las variaciones de consumo diario (durante el día)
2. Mantener las presiones de servicio en la red de distribución.
3. Atender situaciones de emergencia, tales como incendios, interrupciones en el servicio por daños en la tubería de conducción o de desabastecimiento de bombeo.

### **3.5.5.2 Tanque sobre el suelo**

En el diseño de los tanques sobre el suelo debe de considerarse lo siguiente:

- Cuando la entrada y salida de agua es por medio de tuberías separadas, estas se ubicarán en los lados opuestos con la finalidad de permitir la circulación del agua.

- Debe considerarse un paso directo y el tanque conectado tipo puente (bypass), de tal manera que permita mantener el servicio mientras se efectuó el lavado o reparación de tanque.
- La tubería de rebose descarga libremente sobre una plancha de concreto para evitar la erosión del suelo.
- Se instalarán válvulas de compuerta en todas las tuberías, limpieza, entrada y salida con excepción la de rebose y se recomienda que las válvulas y accesorios sean tipo brida.
- Se debe considerar los demás accesorios como; escaleras, respiraderos, indicador de niveles y acceso con su tapadera.

### **3.5.6 Red de distribución**

Una red de distribución es el conjunto de tuberías, accesorios y estructuras que conducen el agua desde tanques de almacenamiento hasta las tomas domiciliarias o hidrantes públicos; con el fin de proporcionar agua a los usuarios para consumo doméstico, público, comercial, industrial y para condiciones extraordinarias como el extinguir incendios.

La red de distribución está formada por tubería principal llamada circuitos troncales o maestras y por tuberías secundarias o de relleno. Las conducciones primarias o arterias principales forman el esqueleto del sistema de distribución, se sitúa de tal forma que transporta grandes cantidades de agua desde la estación elevada a los depósitos y de estos a los diferentes partes del área abastecida. Las conducciones secundarias forman anillos más pequeños transportando grandes cantidades de agua desde las arterias principales a las diferentes áreas para cubrir el suministro normal y el caudal para la extinción de incendios.

#### **3.5.6.1 Funciones de la red de distribución**

Las redes de distribución deben cumplir con 2 funciones esenciales, tales como: suministrar el agua potable a todos los beneficiarios de forma segura cumpliendo con los parámetros de las normas establecidas y suficiente para combatir situaciones imprevistas como incendios.

### **3.5.6.2 Tipos de redes**

Dependiendo de la topografía, de la viabilidad de la ubicación de la fuente de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

#### **3.5.6.2.1 Tipos ramificados**

Son redes de distribución construidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueden construir pequeñas mallas o ramales ciegos. Este tipo de red se usa cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

#### **3.5.6.2.2 Tipos mallados**

Son aquellas redes construidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red es la más conveniente y tratada siempre mediante interconexiones de tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

### **3.5.7 Conexiones domiciliarias**

Son tomas de agua que se aplica en el sector rural, pero en ocasiones esporádicas y sujetas a ciertas condiciones, tales como disponibilidad suficiente de agua, bajos costos de operaciones (sistemas por gravedad), capacidad de pago de la población y número de usuarios del servicio.

### **3.6 Accesorios**

Los accesorios son piezas especiales que se instalan en las tuberías con fines de limpieza, separación y seguridad en la misma, estos se colocan como elementos de unión entre los componentes de una conducción de agua, se utilizan para efectuar intersecciones de conductos, variación de diámetros, cambios de dirección, conexiones con válvulas, etc. Este grupo constituido, extremidades, tees, cruces, codos y reducciones, entre otros.

Este tipo de elementos deben inspeccionar frecuentemente, para verificar si no tienen fugas, si trabajan correctamente y no se encuentran obstruidos por elementos o deterioro.

### **3.6.1 Accesorios y dispositivos especiales**

Estructuras complementarias, que se precisen para el buen funcionamiento tales como, pilas rompe presión, válvulas de aire (ventosa) en los puntos altos y válvulas de limpieza (purga) en los puntos bajos.

#### **3.6.1.1 Válvulas**

Son dispositivos que permiten el control del flujo en la conducción, atendiendo a situaciones de: Corte y control de flujo, acumulación de aire, por llenado y vaciado de la conducción, depresiones y sobrepresiones generadas por fenómenos transitorios y retroceso del agua por paro del equipo de bombeo entre otras.

#### **3.6.1.2 Válvulas de aire**

Las líneas de conducciones por gravedad tienen tendencias a acumular aire en los puntos altos, cuando se tienen presiones altas el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de tubería.

**Figura 3.**Válvula de aire



**Fuente.** Catalogo válvulas y filtraciones

La acumulación de aire en los puntos altos provoca:

- ✓ Reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento en las pérdidas y una disminución del gasto
- ✓ Produce golpes repentinos en la tubería, a fin de prevenir estos fenómenos deben utilizarse válvulas automáticas, que ubicadas en todos los puntos altos permitan la expulsión del aire acumulado y circulación del gasto deseado.

### 3.6.1.3 Válvulas de limpieza

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

**Figura 4.**Válvula de limpieza



**Fuente.** <https://www.reporteroindustrial.com/temas/Valvulas-para-limpieza-de-tuberias,-Argus+50001279>

### 3.6.1.4. Válvulas reguladoras de presión

Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión. Ella produce en su interior una pérdida constante cualquiera que sea la presión de entrada.

**Figura 5.**Válvula reductora de carga



**Fuente.** <http://eathisa.com/productos/valvula-reductora-de-presion-800-pr/>

### 3.6.1.5 Válvulas compuerta

Esta se utiliza para múltiples usos, uno de ellos es para aislar tramos en caso de daños o fugas en el sistema, de tal manera que el servicio de agua no se vea interrumpido en su totalidad si no de manera local donde se genera el problema.

**Figura 6.**Válvula compuerta



**Fuente.** <https://www.genebre.es/valvula-compuerta-wcb-cierre-metal-bridas-ansi-150>

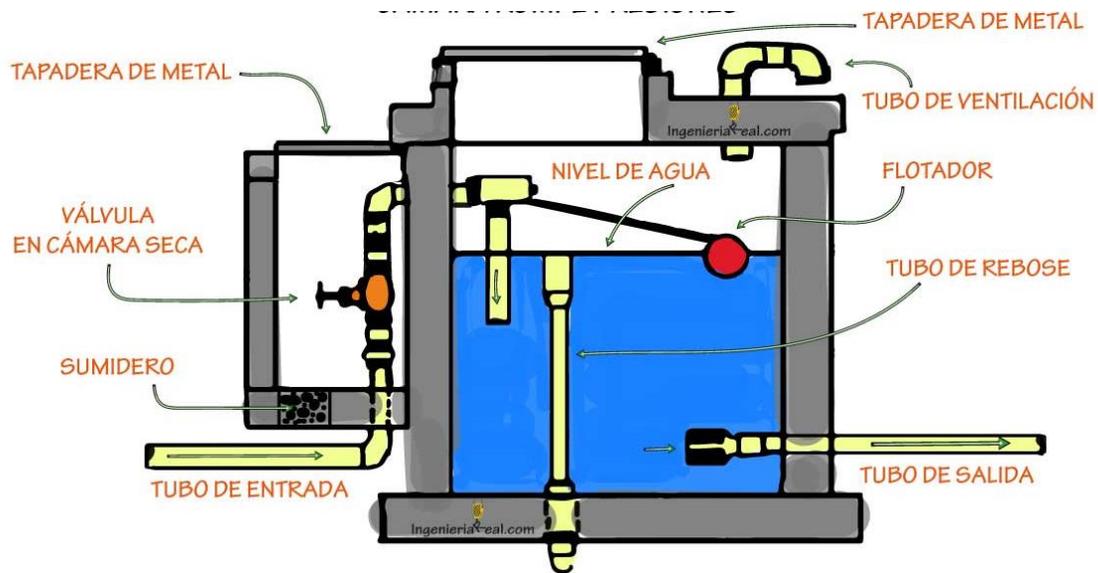
### 3.6.1.6 Pilas rompe presión

Cuando existe mucho desnivel entre la captación y algunos puntos a lo largo de la línea de conducción, pueden generarse presiones superiores a la máxima que puede soportar una tubería. En esta situación, es necesario la construcción de las pilas

rompe presión que permitan disipar la energía y reducir la presión relativa a cero (Presión Atmosférica), con la finalidad de evitar daños en la tubería.

Estas estructuras permiten utilizar tuberías de menor clase reduciendo considerablemente los costos en las obras de abastecimiento de agua potable.

**Figura 7.**Pila rompe presión



Fuente. <https://ingenieriareal.com/camara-rompe-presion/>

### 3.7 Tratamiento del agua

El suministro de Agua Potable para el sector rural procedente de fuentes superficiales, sean éstas pequeños ríos o quebradas, o afloramientos de agua subterráneas como los manantiales, pueden presentar características fisicoquímicas y bacteriológicas no aptas para el consumo humano, esto implica que se requiere de una serie de procesos unitarios con el objeto de corregir su calidad y convertirla en agua potable acorde con las normas establecida.

#### 3.7.1 Cloración

El agua que se utiliza para el abastecimiento de una población, para usos básicamente domésticos, debe ser, específicamente un agua exenta de organismos patógenos que evite brotes epidémicos de enfermedades de origen hídrico. Para

lograr esto, será necesario desinfectar el agua mediante tratamientos físicos o químicos que garanticen su buena calidad.

Aunque no se requiera de la construcción de una planta de purificación de aguas convencional, el tratamiento mínimo que debe dársele al agua es la desinfección con el fin de entregarla libre de organismos patógenos (causantes de enfermedades en el organismo humano). Además, se debe prever una protección adicional contra la contaminación eventual en la red de distribución.

Existen varias sustancias químicas que se emplean para desinfectar el agua, siendo el cloro el más usado universalmente, dado a sus propiedades oxidantes y su efecto residual para eliminar contaminaciones posteriores. El cloro se presenta puro en forma líquida, o compuesta como hipoclorito de calcio el cual se obtiene en forma de polvo blanco y en pastillas, y el hipoclorito de sodio de configuración líquida.

### **3.8 Presupuesto**

Hace referencia a la cuantificación del trabajo realizado o a la realizar sobre una construcción. El presupuesto se realiza teniendo en cuenta una serie de aspectos esenciales y descriptivos de la obra civil en particular. Por ello, la elaboración de los mismo responde a su relación con: Interpretación de planos de la obra, medición de la superficie utilizada para la construcción, cotización de los precios de mercado, materiales y recursos utilizados en la construcción y capital humano que ha participado, así como los sueldos que perciben.

De esta manera se puede determinar de la cantidad exacta, tanto en materiales y dinero a utilizar, de esta manera el presupuesto se divide en etapas y subetapas para así tener una mejor administración de la obra a ejecutarse.



## **CAPITULO IV. DISEÑO METODOLOGICO**

*"Olvidamos que el ciclo del agua y el ciclo de la vida son uno mismo"*

Jacques Y. Cousteau

## **4. Diseño metodológico**

### **4.1 Proyección poblacional**

Los datos poblacionales se obtuvieron mediante encuestas realizadas para la determinación exacta de la población actual en la que se desarrolló el proyecto en cuestión. Se considera como dato de referencia, la población que registra el Sistema de Información de Agua y Saneamiento Rural (SIASAR) en sus bases de datos para esta comunidad en particular.

#### **4.1.1 Tasa de crecimiento**

Para determinar la tasa de crecimiento de diseño, se analizaron las diferentes tasas de crecimiento geométrico de cada período intercensal, comparándola con el crecimiento del municipio específicamente en la zona rural y posteriormente se proyectó la población con la tasa de crecimiento seleccionada y la población base.

El método geométrico se aplicó mediante la siguiente ecuación:

$$P_n = P_o (1+r)^n \quad \text{EC-1}$$

Donde:

$P_n$ : Población del año “n”

$P_o$ : Población al inicio del período de diseño

r: Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n: Número de años que comprende el período de diseño.

### **4.2 Estudios económicos**

El estudio socioeconómico se realizó en la comunidad con el objetivo de conocer el nivel social y económico de la misma ya que fueron aspectos fundamentales en la elaboración del proyecto y en la definición de cuotas de pago en el caso de aplicación de sistemas de micro medición propuesta.

Fue necesario aplicar una encuesta directa que se realizó visitando a la población y así se recopiló toda la información de carácter socioeconómico que se menciona a continuación:

- ✓ Localización (Municipio y comunidad)
- ✓ Datos personales (Representante de familia ambos sexos)
- ✓ Cantidad de personas (Estas consultadas por sexo y rangos de edad)
- ✓ Recursos y servicios de agua
- ✓ Saneamiento e higiene ambiental
- ✓ Prácticas de higiene personal
- ✓ Tipo de vivienda
- ✓ Ingreso mensual

### **4.3 Estudios topográficos**

En esta etapa se realizó el reconocimiento del área de trabajo para así definir variaciones topográficas, identificación de los lugares de cobertura de proyecto, así como lo son en específico la localización que se les dará a las obras civiles del mismo.

El levantamiento topográfico tuvo como herramienta principal el uso de GPS (GPSMAP 78), cinta métrica, brújula, spray y libreta de campo. Con el uso y aplicación de dichas herramientas se pudo obtener los datos que fueron necesarios para llevar a cabo el diagnóstico y rediseño del mini acueducto por gravedad de la comunidad de Apaquila, del municipio de Jinotega. Los puntos de las estaciones tomadas por el GPS se hicieron entre 15 a 20 metros entre cada una, esto con el fin de obtener una mejor precisión, esto para la elaboración de planos y de cálculos del sistema en ejecución.

El levantamiento fue procesado de manera gráfica mediante los programas AUTOCAD (Planos planta) y CIVIL 3D (Generación de puntos y superficies).

### **4.4 Estudio de calidad de agua**

Los estudios de calidad de agua se realizaron mediante la visita a la fuente (afloramiento de manantial de ladera), en la cual se siguió el protocolo de recolección de muestra que indica el laboratorio de análisis (UNI-PIENSA), esto con el fin de obtener resultados precisos. Las pruebas realizadas fueron con el fin de obtener resultados de la fuente de carácter físico-químicas y bacteriológicas.

**Tabla 2.** Parámetros bacteriológicos

| Origen                                       | Parámetros               | Valor Recomendado | Valor Máximo Admisible |
|--|--------------------------|-------------------|------------------------|
| Todo tipo de agua de bebida                  | Coliforme Fecal          | Negativo          | Negativo               |
| Agua que entra al sistema de distribución    | Coliforme Fecal          | Negativo          | Negativo               |
|  | Coliforme Fecal          | Negativo          | Negativo               |
| Agua en el sistema de distribución detectado | Coliforme Total          | Negativo          | Negativo               |
|  | Coliforme Fecal muestras | Negativo          | Negativo               |

**Fuente.** Normas De sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento en el Medio Rural

Para el muestreo, análisis y sobre todo resultados se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- ✓ El indicador bacteriológico de coliforme total aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.
- ✓ En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al muestreo y se investiga la presencia de Coliforme Fecal.
- ✓ De manera siguiente se estudia el indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal siendo esta la bacteria E. Coli.

**Tabla 3.** Parámetros físico-químicos

| Parámetro        | Unidad                  | Valor Recomendado | Valor Máximo Admisible |
|------------------|-------------------------|-------------------|------------------------|
| Temperatura      | °C                      | 18 a 30           |                        |
| Concentración    |                         |                   |                        |
| iones hidrógenos | Valor PH                | 6.5 a 8.5 (a)     |                        |
| Cloro residual   | mg/L                    | 0.5 a 1.0 (b)     | (c)                    |
| Cloruros         | mg/L                    | 25                | 250                    |
| Conductividad    | us/cm                   | 400               |                        |
| Dureza           | mg/L Ca CO <sub>3</sub> | 400               |                        |
| Sulfatos         | mg/L                    | 25                | 250                    |
| Aluminio         | mg/L                    |                   | 0.2                    |
| Calcio           | mg/L CaCO <sub>3</sub>  | 100               |                        |
| Cobre            | mg/L                    | 1                 | 2                      |
| Magnesio         | mg/L MgCO <sub>3</sub>  | 30                | 50                     |
| Sodio            | mg/L                    | 25                | 200                    |
| Potasio          | mg/L                    |                   | 10                     |
| Sol. Tot. Dis.   | mg/L                    |                   | 1000                   |
| Zinc             | mg/L                    |                   | 3                      |

**Fuente.** Normas De sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento en el Medio Rural

El agua durante su tratamiento y luego del mismo debe cumplir ciertos criterios los cuales son:

- Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en las tuberías.
- Cloro residual libre.
- 5 mg/l en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos

#### **4.5 Diseño hidráulico**

Este fue necesario para la realización del diseño hidráulico, haber conocido las dotaciones necesarias para un buen funcionamiento del sistema considerando la dotación rural que varía entre 50 y 60 litros por persona por día (lppd).

#### **4.5.1 Periodos de diseño**

La vida útil de los componentes del sistema de agua referentes a: captación de manantial, Línea de conducción, Tanque de Almacenamiento y Red de Distribución se proyectó para 20 años.

#### **4.5.2 Variaciones de consumo**

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirvieron de base para el dimensionamiento de los componentes del sistema tales como la línea de conducción y la red de distribución, estos valores tomados son los siguientes:

- ✚ Consumo máximo día (CMD): 1.5 CPD (Consumo promedio diario) + pérdidas utilizado para línea de conducción por gravedad.
- ✚ Consumo máximo hora (CMH): 2.5 CPD (Consumo promedio diario) +pérdidas, utilizado para la red de distribución por gravedad.

#### **4.5.3 Presiones máximas y mínimas**

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de abastecimiento la norma de INAA recomienda que las presiones se mantengan en los siguientes valores:

- Presión mínima: 5 m
- Presión máxima: 50 m

La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda en línea de conducción mantener una presión estática máxima de 70m, incorporando pilas rompe presión donde sea necesario.

#### **4.5.4 Velocidades permisibles en tuberías**

Las velocidades recomendadas del flujo en los conductos son para evitar erosión o sedimentación en las tuberías. Los valores permisibles son los siguientes:

- Velocidad mínima: 0.40 m/s
- Velocidad máxima: 2.00 m/s

#### 4.5.5 Cobertura de tuberías

Para sitios que corresponden a cruces de carreteras y caminos con mayor afluencia de tráfico se recomienda mantener una cobertura mínima de 1.20m sobre la corona de las tuberías y en caminos de poco tráfico vehicular, una cobertura de 1.0m sobre la corona del tubo.

#### 4.5.6 Dotación

##### Consumo promedio diario

Es el consumo promedio de los consumos diarios durante un año de registro y se obtuvo con la fórmula:

$$\text{CPD} = \text{CD} + \text{CC} + \text{CI} + \text{CP} \quad \text{EC-2}$$

$$\text{CD} = \frac{\text{Pob} * \text{Dot}}{86400} \quad \text{EC-3}$$

$$\text{CC} = 7\% \text{ CD} \quad \text{EC-4}$$

$$\text{CI} = 2\% \text{ CD} \quad \text{EC-5}$$

$$\text{CP} = 7\% \text{ CD} \quad \text{EC-6}$$

##### ➤ Pérdidas (Hf)

Se consideró de un 20% del consumo promedio diario (CPD).

$$\text{Hf} = 20\% (\text{CPD}) \quad \text{EC-7}$$

##### ➤ Consumo máximo diario

$$\text{CMD} = (\text{FMD} * \text{CPD}) + \text{Hf} \quad \text{EC-8}$$

FMD Oscila de 1.30 a 1.50 (Según normas de diseño NTON 01 003-99)

##### ➤ Consumo máximo horario

$$\text{CMH} = \text{FMH} * \text{CPD} + \text{Hf} \quad \text{EC-9}$$

FMH Se toma de 2.50 (Según normas de diseño NTON 01 003-99)

#### 4.5.7 Obra de captación (Manantial de ladera concentrado)

El manantial aflora horizontalmente, bien sea a través de grietas, o bien sea de una formación permeables más o menos uniforme. La técnica de construcción consistió en una caseta o de una galería totalmente en contacto con el afloramiento con interposición, en su caso, de un filtro de granulometrías debidamente escalonada y acompañada con una pantalla de protección.

Otros elementos necesarios fueron el rebosadero, para conducir al exterior los sobrantes de agua, que debe de estar debidamente protegido por la entrada de insectos y animales, y el desagüe de fondo para facilitar la limpieza de la obra.

##### 4.5.7.1 Diseño hidráulico y dimensionamiento de la obra de captación

###### Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

- ✓ Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada

$$h_0 = \frac{v_1^2}{2 * g} \quad \text{EC-10}$$

###### Donde:

ho: Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.4 a 0.5m)

V<sub>1</sub>: Velocidad teórica m/s

g: Aceleración de la gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>)

$$V_1 = \frac{v_2}{C * d} \quad \text{EC-11}$$

###### Donde:

v<sub>2</sub>: Velocidad de pase (se recomienda valores menores o iguales 0.6m/s)

Cd: coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume 0.8)

- ✓ Pérdida en el orificio

Reemplazando el valor V<sub>1</sub> en la ecuación ho se tiene:

$$h_0 = 1.56 * \frac{v^2}{2 * g} \quad \text{EC-12}$$

La pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la caja de captación (L).

$$H_f = H - h_o \quad \text{EC-13}$$

Distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda

$$L = \frac{H_f}{0.30} \quad \text{EC-14}$$

✓ **Ancho de pantalla (b)**

- Diámetro de tubería de entrada

Considerando el caudal máximo de la fuente y un coeficiente de descarga de  $C_d=0.8$  tenemos:

$$A = \frac{Q_{max}}{C_d * v} \quad \text{EC-15}$$

El diámetro del orificio será definido mediante:

$$D = \left[ \frac{4A}{\pi} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{EC-16}$$

- Cálculo del número de orificios (NA)

$$NA = \frac{(D_{calculado})^2}{(D_{propuesto})^2} + 1 \quad \text{EC-17}$$

- Ancho de pantalla

$$b = 2(6D) + NA * D + 3D * (NA - 1) \quad \text{EC-18}$$

**Donde:**

b: Ancho de pantalla

D: Diámetro de orificio

NA: Número de orificios

✓ **Altura de cámara húmeda (Ht)**

$$H_t = A + B + H + D + E \quad \text{EC-19}$$

**Donde:**

A: Se considera como la altura mínima de 10cm que permite la sedimentación de la arena

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

H: Altura de agua

D: Desnivel mínimo entre el nivel de ingreso del agua de afloramiento y el nivel de agua de la cámara húmeda (Mínimo 3cm)

E: Borde libre requerido (10-30cm)

- **Carga requerida**

$$H = 1.56 * \frac{v^2}{2 * g} \quad \text{EC-20}$$

**Donde:**

H: Carga requerida en m

V: Velocidad promedio en la salida de la tubería de la línea de conducción en m/s

g: Aceleración de la gravedad (9.81m/s<sup>2</sup>)

Se recomienda una altura mínima de H=30cm

- ✓ **Dimensionamiento de la canastilla**

D. Canastilla= 2\*Diam. De la línea de conducción

Long. Canastilla= 3\*Diam. De la línea de conducción (min)

Long. Canastilla= 6\* Diam. De la línea (máx.)

- **Número de ranuras**

$$No. ranuras = \frac{Area\ total\ de\ ranura}{Area\ de\ la\ ranura} + 1 \quad \text{EC-21}$$

- ✓ **Diámetro de la tubería de rebose y limpieza**

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{h_f^{0.21}} \quad \text{EC-22}$$

**Donde:**

D: Diámetro en pulg.

Q: Gasto máximo de la fuente en l/s

Hf: perdida de carga unitaria en m/m

#### **4.5.8 Línea de conducción por gravedad**

Para comprobar el uso de una línea de conducción por gravedad fue necesario evaluar distintos parámetros con respecto a desniveles, así como criterios de diseño

tales como pérdidas, velocidades y el golpe de ariete, esto con el fin de determinar si la propuesta de dicha línea era la óptima para el diseño.

En el diseño de una línea de conducción por gravedad se dispone, para transportar el caudal requerido aguas abajo, de una carga potencial entre sus extremos que puede utilizarse para vencer las pérdidas por fricción originadas en el conducto al producirse el flujo. Se deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se diseñará para la condición de consumo máximo día al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 1.5 al consumo promedio diario (CMD=1.5 CPD + Q pérdidas).
- En los puntos críticos se deberá mantener una presión de 5 m por lo menos.
- La presión estática máxima estará en función de las especificaciones técnicas de la clase de tubería a utilizarse, sin embargo, se recomienda mantener una presión estática máxima de 70m, incorporando en la línea pilas rompe presión en donde sea necesario.

#### **4.5.8.1 Pérdida de carga (hf)**

Para el propósito de diseño se consideró la Ecuación de Hazen-Williams:

$$HF = 10.67 \times \left(\frac{Q}{C}\right)^{1.852} \times \frac{L}{D} \quad \text{EC-23}$$

**Donde:**

Q: Caudal

L: Longitud de tubería

D: Diámetro de tubería

C: Coeficiente de fricción de Hazen – Williams.

**Tabla 4.**Valores de C según el material de tubería

| Material                                  | Coefficiente de fricción de Hazen – Williams |
|---|--|
| Hierro fundido sin recubrimiento Interno. | 130  |
| Acero sin recubrimiento Interno.          | 120  |
| PVC                                       | 150  |
| Acero galvanizado                         | 120  |
| Concreto rugoso                           | 120  |
| Concreto centrifugado                     | 130  |

Fuente. (Cualla, 1995).

#### 4.5.8.2 Velocidad

Se permiten velocidades de flujos en la línea de conducción entre 0.4 m/s y 2.0 m/s, y se calcularán a través de la fórmula de continuidad:

$$Q = V * A \Rightarrow V \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi \phi^2}{4}} = \frac{4Q}{\pi \phi^2} \quad \text{EC-24}$$

**Dónde:**

V : Velocidad (m/s).

A : Área de la sección transversal de la tubería (m<sup>2</sup>).

Q : Caudal (m<sup>3</sup>)

#### 4.5.8.3 Golpe de ariete

En este trabajo se realizaron las consideraciones técnicas necesarias para prevenir las condiciones del golpe de ariete.

Se trabajó con la ecuación de Allievi para calcular la velocidad de propagación de onda de sobrepresión:

➤ **Cálculo de la celeridad**

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + k_e \frac{D}{e}}} = \text{Considerando } C \leq 1000 \text{ m/s} \quad \text{EC-25}$$

**Dónde:**

C : Celeridad o velocidad de la onda de compresión o de succión (m/s).

D : Diámetro de la tubería (mm).

e : Espesor de la tubería (mm).

k : Coeficiente que tiene en cuenta los módulos de elasticidad (adimensional).

Para tubos plásticos o de PVC, K=18

Para cierre rápido (Tiempo de cierre  $T_c > 2L/C$ ) la sobrepresión (en mca) se calcula con la fórmula:

$$\Delta H = \frac{C\alpha}{g}$$

**EC-26**

**Dónde:**

$\Delta H$  : Sobrepresión o golpe de ariete (m).

V: Velocidad media del agua (m/s).

g : Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ ).

**4.5.8.4 Selección de la clase de tubería a emplear**

La selección de la clase de tubería a emplear será capaz de soportar la presión hidrostática y ajustarse a la máxima economía.

**Tabla 5.**Presión de trabajo en tuberías

| SDR  | Presión de trabajo    |       |         |
|------|-----------------------|-------|---------|
|      | (Kg/cm <sup>2</sup> ) | (psi) | (m.c.a) |
| 11   | 28                    | 400   | 280     |
| 13.5 | 22.4                  | 320   | 224     |
| 17   | 17.5                  | 250   | 175     |
| 26   | 11.2                  | 160   | 112     |
| 32.5 | 8.8                   | 125   | 88      |
| 41   | 7                     | 100   | 70      |
| 50   | 5.6                   | 80    | 56      |

**Fuente.** Catalogo tuberías AMANCO

Como resultado de los estudios de campo se dispuso de los planos necesarios de planta perfil, longitudinal de la línea de conducción, informaciones adicionales acerca de la naturaleza del terreno, detalles especiales, etc. Permitiendo determinar la clase de tubería (Hierro Fundido, Hierro Galvanizado, Asbesto Cemento, PVC) más conveniente.

En el caso de que la naturaleza del terreno hiciera anti económica la excavación se seleccionó una de las tuberías que por resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (Hierro galvanizado).

#### **4.5.9 Almacenamiento**

Los depósitos para el almacenamiento en los sistemas de abastecimiento de agua, tienen como objetivos; suplir la cantidad necesaria para compensar las máximas demandas que se presenten durante su vida útil, brindar presiones adecuadas en la red de distribución y disponer de reserva ante eventualidades e interrupciones en el suministro de agua.

Se presentan distintos sistemas de almacenamiento tanto en material como en forma geométrica los cuales van en dependencia de las condiciones de demanda del proyecto. Algunos de los materiales utilizados por lo general son mampostería, metálico o concreto reforzado. Estos pueden ir sobre torres o sobre el terreno natural, esta característica depende de las condiciones de demanda del proyecto.

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- **Volumen compensador:** El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- **Volumen de reserva:** El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20% del consumo promedio diario.  
De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario.
- **Localización:** Los tanques de almacenamiento deberán estar localizados en zonas próximas al poblado y tomándose en cuenta la topografía del terreno, de tal manera que brinden presiones de servicios aceptables en los puntos de distribución.

#### **4.5.10 Red de distribución**

La red de distribución es el sistema de conductos cerrados, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliarias o puestos públicos; para su diseño se consideraron los siguientes aspectos:

- a) Se deberá diseñar para la condición de consumo de hora máxima al final del periodo de diseño, el cual resulta al aplicar el factor de 2.5 al consumo promedio diario ( $CMH=2.5\text{ CPD} + \text{pérdidas}$ ).
- b) El sistema de distribución puede ser de red abierta, de malla cerrada o combinación de ambos.
- c) La red se deberá proveer de válvulas, accesorios y obras de arte necesarias, para asegurar su buen funcionamiento y facilitar su mantenimiento.

##### **4.5.10.1 Diámetros en la red de distribución**

Para la determinación de los diámetros se tomaron en cuenta las diferentes alternativas bajo el punto de vista económico.

Definidas las clases de tuberías y sus límites de utilización, por razones de presión estática pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de dispositivos reductores de presión, estableciéndose a lo largo de la línea tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tubería de alta presión.

#### **4.5.10.2 Hidráulica del acueducto**

El análisis de la red y de la línea de conducción, permitió dimensionar los conductos que integran dichos elementos. La selección de los diámetros fue de gran importancia, ya que, si eran muy grandes, además de encarecer el sistema, las bajas velocidades provocarían problemas de depósitos y sedimentación; pero si era reducido podían haber originado pérdidas de cargas elevadas y altas velocidades las cuales podrían haber causado erosión en las tuberías.

#### **4.6 Tratamiento del agua**

El agua fue desinfectada con hipoclorito de calcio (cloro en estado sólido), ya que en acueductos rurales el cloro en un estado compuesto es indispensable debido a su facilidad de manejo y aplicación. Tomando en cuenta los parámetros para desinfectantes y subproductos de la desinfección como en el caso del hipoclorito, el valor máximo admisible de este debe de estar en el rango de 200 µg/l (microgramo por litro)

##### **4.6.1 Cloración**

Para desinfectar el agua se estimó la concentración de cloro que se iba a aplicar para preparar de manera correcta la dosificación de la mezcla. Esto fue mediante un Clorinador de carga constante por gravedad.

##### **4.6.1.1 Volumen dosificador**

La determinación del volumen del dosificador se basó en la cantidad de cloro que agrega al agua.

$$P_{(gr)} = \frac{Q_i * T * C_2}{10 * \%Cloro}$$

**EC-27**

**Donde:**

**P(gr):** Cloro al 70%

**Qi:** Caudal de entrada (último año de proyección)

**T:** Tiempo de Recarga

**C2:** Concentración del cloro de 1.5 mg/l

**%Cl:** Concentración de cloro al 70%

Con los datos obtenidos para un volumen dosificador (ml/min) cualquiera, se pudo calcular el volumen de almacenamiento para un día, mes o año.

#### **4.7 Presupuesto**

A partir del presupuesto se dedujo acerca de la posibilidad y conveniencia de ejecución de la obra. Se hizo un análisis minucioso de la información que se contienen los planos elaborados a partir de los levantamientos topográficos realizados.

Para elaborar el presupuesto del proyecto se siguieron los siguientes pasos:

- ✓ Estimar cantidades de obras en base a los planos constructivos.
- ✓ Organizar las actividades en etapas y sub etapas.
- ✓ Utilizar los costos unitarios del FISE, para calcular el presupuesto con el software Excel.
- ✓ Determinar los costos de operación y mantenimiento del sistema en estudio.

A close-up photograph of a brass faucet with water flowing out. The background is a blurred blue scene, possibly a swimming pool. The text is overlaid on the water stream.

# **CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

*"El agua sucia no puede lavarse"*

## 5. Análisis y presentación de resultados

Se realizaron los diferentes estudios, con el cual se dio paso a la realización de un diagnóstico del sistema de abastecimiento actual, para de esta manera proceder a un rediseño para poder dar solución a la problemática de la población en estudio.

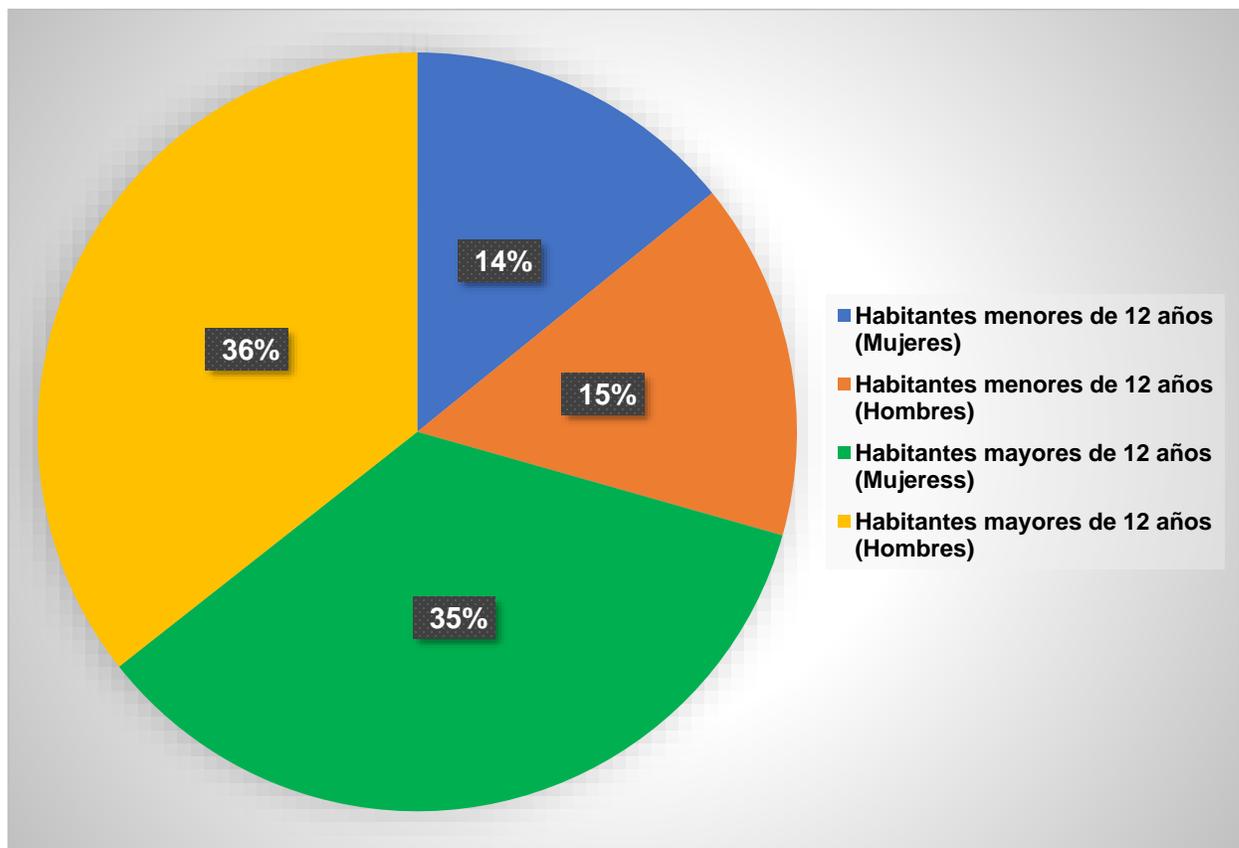
### 5.1 Resultados de estudio socioeconómico en la comunidad de Apaquila

#### 5.1.1 Demografía

Su población actual es de 466 habitantes, existen 126 edificaciones, de las cuales todas son viviendas, de éstas, 14 se encuentran deshabitadas por el momento y 112 habitada

En el siguiente gráfico se muestra la cantidad de habitantes de la comunidad, clasificados por sexo y en rangos de edad entre 0-12 años y 12 a más años.

**Gráfico 1.** Habitantes de la comunidad de Apaquila según edades y sexo

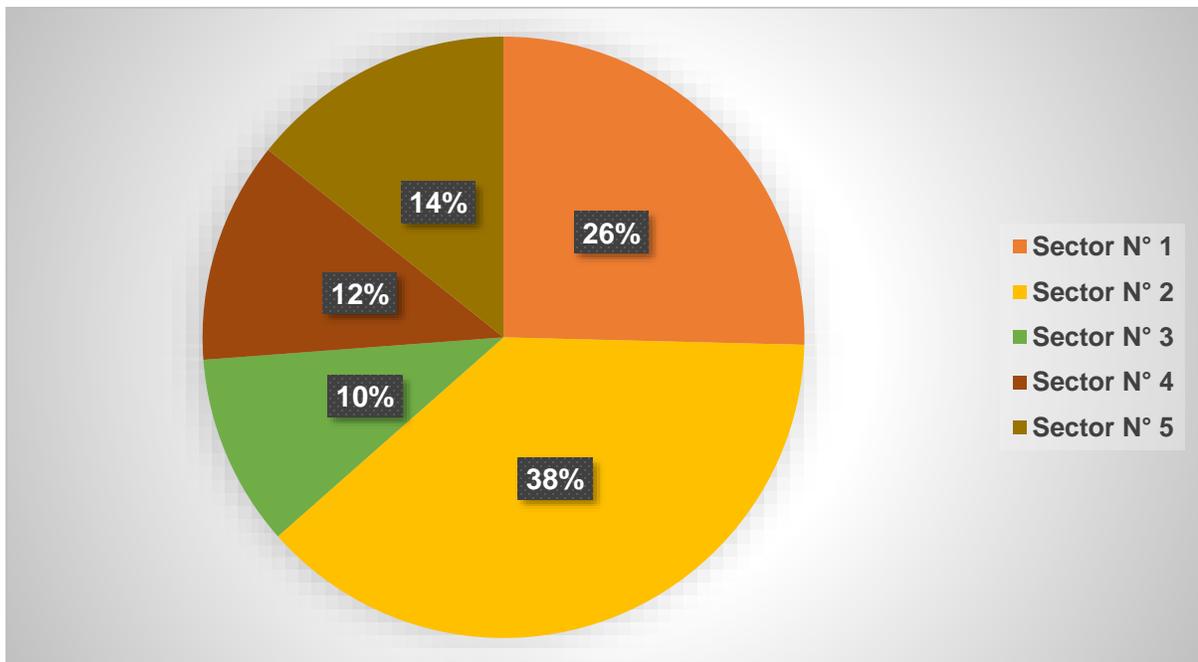


**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

Este mismo análisis, se realizó en los cinco (5) sectores propuestos dentro de la red de distribución, para conocer la distribución de las viviendas, para un mejor análisis y control de la información de población en la comunidad, como para un mejor y detallado análisis de las obras hidráulicas en la red de distribución. De esta información que el 29% de la población está conformada por niños, promediando 2 niños por vivienda.

En el siguiente gráfico se representa la distribución de viviendas por sector por cada uno de los sectores propuestos.

**Gráfico 2.** Distribución de viviendas por sectores



**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

### **5.1.2 Aspectos socioeconómicos (basados en las 126 encuestas levantadas)**

Se encontró que 329 habitantes venden su mano de obra, un 65 % de ellos/as venden su mano de obra a lo interno de la comunidad y el 35% lo hace fuera de la comunidad. Las labores de mantenimiento y corte de café son los trabajos que más se realizan en la comunidad, seguido de la siembra de granos básicos (maíz y frijoles).

La principal actividad económica de la población es la agricultura siendo esta el 55%, seguido de la actividad llamada jornaleros con el 45%. El ingreso promedio por cada familia es de C\$2,445.00.

Durante el levantamiento de encuestas la población en un 100% demanda una rehabilitación en el proyecto de agua existente, ya que un 59% cuenta con cobertura de agua y un 41% carece de ella. Sin embargo, los que cuentan con la cobertura de agua, no disponen de continuidad en el servicio, ya que el derroche del agua, el uso para otros fines y la falta de medidores que controlen mejor el consumo generan problemas de abastecimiento durante las 24 horas. En época de verano tienen que recurrir a la sectorización para poder abastecer a la población.

La comunidad de Apaquila cuenta con el servicio de energía eléctrica en un 100% de cobertura en la comunidad. Las acometidas domiciliarias de energía eléctrica son monofásicas de 110 voltios.

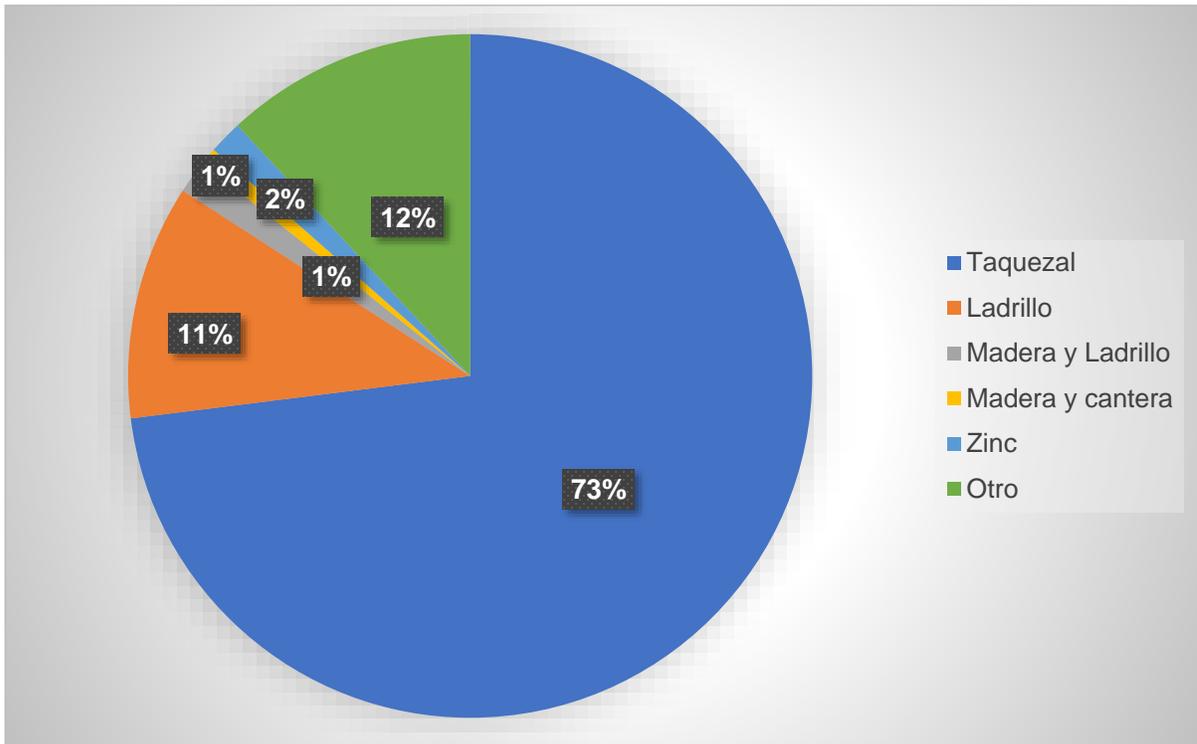
Se mantiene el cultivo del café, maíz y frijoles como las principales actividades productivas, así como el cuidado de aves de corral. La cercanía de las viviendas y la actividad productiva de las mujeres se constituyen en aspectos claves para el fortalecimiento de la convivencia comunitaria.

### **5.1.3 Aspectos de vivienda**

Con relación a este aspecto, los datos de las encuestas levantadas indican que el 88% de las viviendas son propias y el 12% son prestadas o alquiladas.

En relación al estado de la vivienda que poseen las familias, se encontró que 73% de ellas son construidas de taquezal, un 11% de ladrillo, un 2% construidas con zinc, en una proporción del 1% es construida con la combinación de madera y ladrillos y otra proporción del 1% es construida con madera y cantera, y finalmente un 12% de las viviendas es construida con otro tipo de materiales.

**Gráfico 3.** Tipos de viviendas de la comunidad de Apaquila



**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

## 5.2 Diagnostico del sistema de abastecimiento actual

### 5.2.1 Estado del sistema de agua

En la comunidad de Apaquila, existe en la actualidad un sistema de abastecimiento de agua, pero este no beneficia al 100% a todos los habitantes de la comunidad. En el año 1999, fue que la ayuda obrera Suiza en coordinación con la alcaldía municipal de Jinotega les apoyó con la construcción de un mini acueducto por gravedad (MAG). En la actualidad el sistema de abastecimiento no funciona de manera eficiente, esto debido a que cumplió su vida útil para la cual fue proyectado, así como deterioros en las infraestructuras civiles.

El proyecto fue impulsado en los años 1999 y 2000 el cual se dividió en dos etapas:

- ✚ La primera consistió con el diseño de la línea de conducción por gravedad la cual tiene una longitud de 2,835 m, que va desde la fuente de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento, la tubería es de PVC con un diámetro de 1 ½ Pulg.

Luego tuvo inicio el diseño del tanque de almacenamiento, seguido de la red de distribución. La red de distribución tiene una longitud de 4,304m la cual trabaja de igual manera por gravedad.

- ✚ La segunda etapa consistió en la colocación de los puestos domiciliarios, la comunidad empezó a instalarlos en 40 viviendas que eran las totales existentes en ese periodo y que fueron conectadas al proyecto de agua potable.

En el tiempo que se impulsó este proyecto había pocas viviendas y el sistema de agua se instaló por la vía pública, terrenos vacíos y algunos terrenos privados. A medida que iba pasando el tiempo la población igual iba aumentando aceleradamente. Actualmente la población ha aumentado el doble de la que inicialmente era por lo que el sistema ya no satisface a la población actual ni podrá tampoco el nuevo crecimiento poblacional.

Este sistema de agua potable tiene una existencia en su construcción de 20 años y acompañado del desorden y la dificultad de poder darle mantenimiento a la tubería, debido a que cruzan solares privados, así como falta de fondos para costear dicho trabajo de reparación y mantenimiento, la existencia de muchas fugas, con el consecuente desperdicio del vital líquido, lo que ha ocasionado que el servicio de abastecimiento de agua sea en algunos periodos de únicamente 4 horas al día. Este panorama hace que en la actualidad sea imposible, bajo las condiciones actuales de funcionamiento del sistema, garantizar un servicio de agua en calidad, cantidad y continuidad.

La fuente de abastecimiento para este proyecto son tres manantiales naturales, de ladera concentrados, que afloran a la superficie. Estas tres fuentes ofertan o tienen una capacidad para suministrar agua a mil (1,000) personas. Sin embargo, actualmente no se puede abastecer a la población total de la comunidad que es de 466 habitantes, debido a como se mencionó anteriormente al uso inadecuado del agua, al derroche, a la falta de una tarifa que permita sostener el correcto funcionamiento del sistema, la existencia de fugas, falta de accesorios hidráulicos y a finalmente a que el diseño inicial ya no responde al crecimiento y distribución espacial de las viviendas en la comunidad.

El sistema de abastecimiento tiene una longitud de 4 km, 304m. cuando se impulsó este proyecto había una población de 166 habitantes en la actualidad existen conforme al levantamiento de encuestas socioeconómicas la cantidad de 466 habitantes.

### 5.2.2 Características del sistema de agua existente

**Tabla 6.** Características del sistema de agua existente en la comunidad.

| Componentes del sistema  | Estado  | Observación  |
|--|---------|--|
|  <b>Área de recarga hídrica</b> | Regular | <p>El área de recarga hídrica de las fuentes de agua tiene una extensión de 14.85 manzanas. Estos terrenos son propiedad de la Hacienda el Palacio, quienes le donaron a la comunidad las fuentes de agua.</p>   |
|  <b>Captación</b>             | Regular | <p>-El agua es captada mediante una captación de ladera, que cuenta con filtros de piedra bolón, grava y arena.</p> <p>Se presenta una cámara húmeda donde se recolecta el agua de los afloramientos, de donde sale hacia la línea de conducción con destino al tanque de almacenamiento.</p> <p>-Las tapas metálicas de la cámara húmedas se encuentran corroídas lo cual presenta un riesgo no solo en la estructura si no también puede verse afectada la calidad del agua recolectada.</p> <p>-No se presenta una cámara seca, la cual ayuda al control del flujo que sale hacia la línea de conducción.</p> |

| Componentes del sistema  | Estado  | Observación   |
|--|---------|---|
|  <b>Tubería de conducción</b> | Mal     | <p>-La línea de conducción usa tubería de 1 ½ Pulg, la cual se encuentra en deterioro al haber superado su periodo de diseño de 20 años.</p> <p>-Carece de accesorios indispensables, como válvulas de limpieza y aire.</p>   |
|  <b>Pilas rompe presión</b> | Regular | <p>-Las tapas metálicas se encuentran corroídas lo cual presenta un riesgo que pueda afectar la calidad del agua que atraviesa dicho elemento.</p> <p>-Carece de accesorios de uso indispensable para su buen funcionamiento hidráulico, tales como válvulas y boyas.</p>   |
|  <b>Pases aéreos</b>        | Regular | <p>- Usan tuberías de 1 ½ Pulg de hierro galvanizado, la cual se encuentra en deterioro al haber superado su periodo de diseño de 20 años.</p> <p>-Carece de elementos estructurales los cuales facilitan la suspensión de la tubería de hierro galvanizado, elementos como lo son cables principales de suspensión y péndolas que tienen que ubicarse debidamente distribuidas a lo largo del tramo.</p> |

| Componentes del sistema   | Estado  | Observación   |
|---|---------|---|
|  <b>Tanque de almacenamiento</b> | Regular | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuenta con volumen de almacenamiento de 30 m<sup>3</sup>.</li> <li>-Se desperdicia el agua mediante el rebose debido a falta elementos hidráulicos, así como lo son: boya flotadora, válvulas lo cual garantizan el excelente funcionamiento del tanque.</li> <li>-Existen fugas por las paredes del tanque lo cual contribuye al desperdicio del vital líquido.</li> <li>- carece de accesorios fundamentales para su correcto funcionamiento.</li> </ul> |
|  <b>Red de distribución</b>    | Mal     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- La Red de Distribución usa tubería de 3 Pulg, 2pulg, 1 ½ Pulg, 1 Pulg, ¾ Pulg y ½ Pulg, la cual se encuentra en deterioro al haber superado su periodo de diseño de 20 años.</li> </ul>  |
|  <b>Pilas rompe presión</b>    | Regular | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tapas metálicas se encuentran corroídas lo cual presenta un riesgo que pueda afectar la calidad del agua que atraviesa dicho elemento.</li> <li>-Carece de accesorios de uso indispensable para su buen funcionamiento hidráulico, tales como válvulas y boyas.</li> </ul>   |

**Fuente.** Diagnóstico del sistema realizado en campo.

Las características del sistema de agua existente se obtuvieron mediante las visitas de campo al sistema, así como el debido análisis hidráulico del sistema.

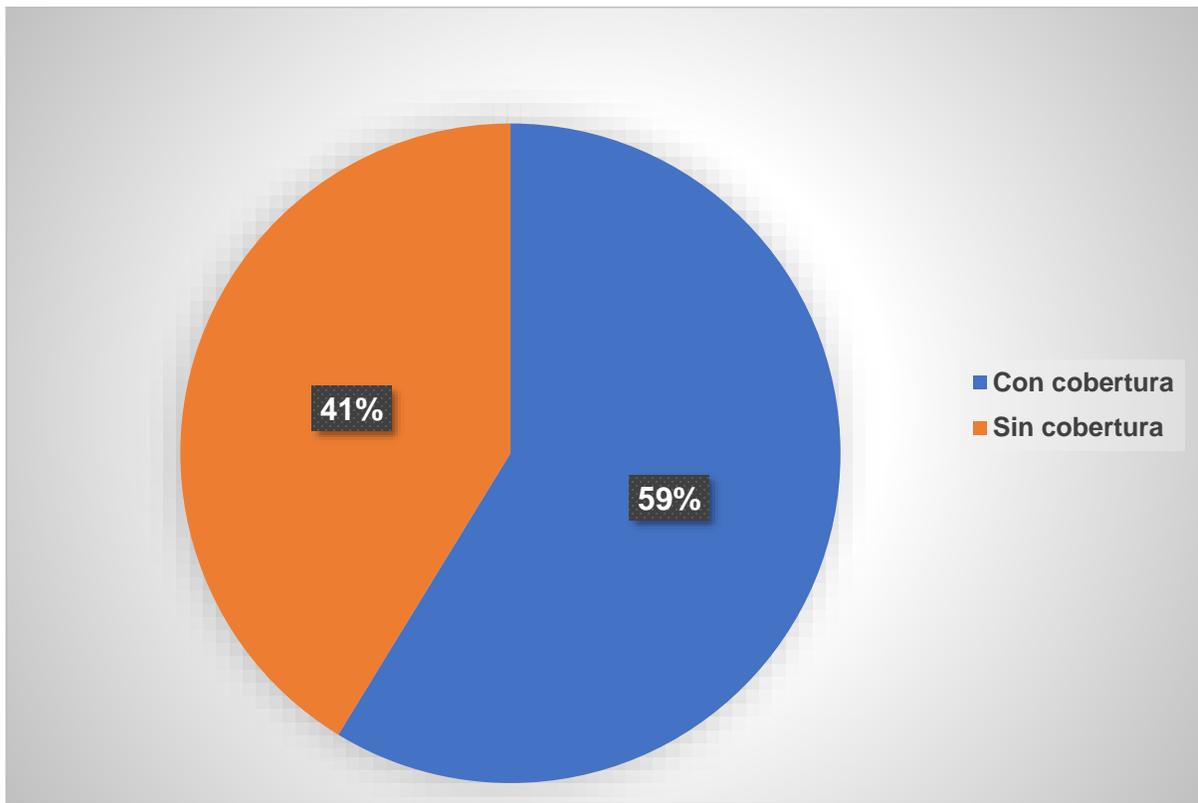
Por todo lo antes explicado, se hace necesario realizar un nuevo estudio para darle respuesta a un total de 466 habitantes actualmente, que por motivos del sistema están recibiendo un servicio bastante irregular. Por tal razón, se realizó un nuevo estudio hidráulico, social, así como un estudio en la calidad de agua (físico-químico) y un levantamiento topográfico con GPS para un diseño que estuviera apegado a la realidad y así brindarle un mejor servicio a la comunidad de forma eficiente.

Los sistemas de agua potable se diseñan para un periodo de 20 años y al finalizar este periodo es necesario hacer estudios sociales, para ver si está acorde con el diseño del sistema que tienen las comunidades, de esta misma manera de deben realizar aforos en las fuentes para verificar si la oferta es mayor que la demanda y se puede suplir a la población. Según la ley de CAPS es responsabilidad del CAPS realizar al menos cada año el análisis físico- químico del agua que distribuyen a su población usuaria y además se menciona que el MINSA debe acompañar a los CAPS en esta tarea y monitorear sobre todo las concentraciones de cloro en el sistema para que estas no sean mayor o menor a los valores establecidos en la normativa. Además, realizar al menos una vez al mes análisis bacteriológico del agua, todo esto con la finalidad de evitar la presencia de enfermedades vinculadas al agua.

A continuación, se describe otros hallazgos que resultaron de la encuesta socioeconómica relacionada con la práctica de abastecimiento de agua en las viviendas.

De las 126 encuestas realizadas el 59% de la población cuenta con cobertura de agua por el sistema de abastecimiento y el 41% no la tiene. De las 126 encuestas, el 44% de las viviendas se abastecen del vecino, así como de pozos, arroyos e incluso del río por lo cual acarrear el agua largas distancias.

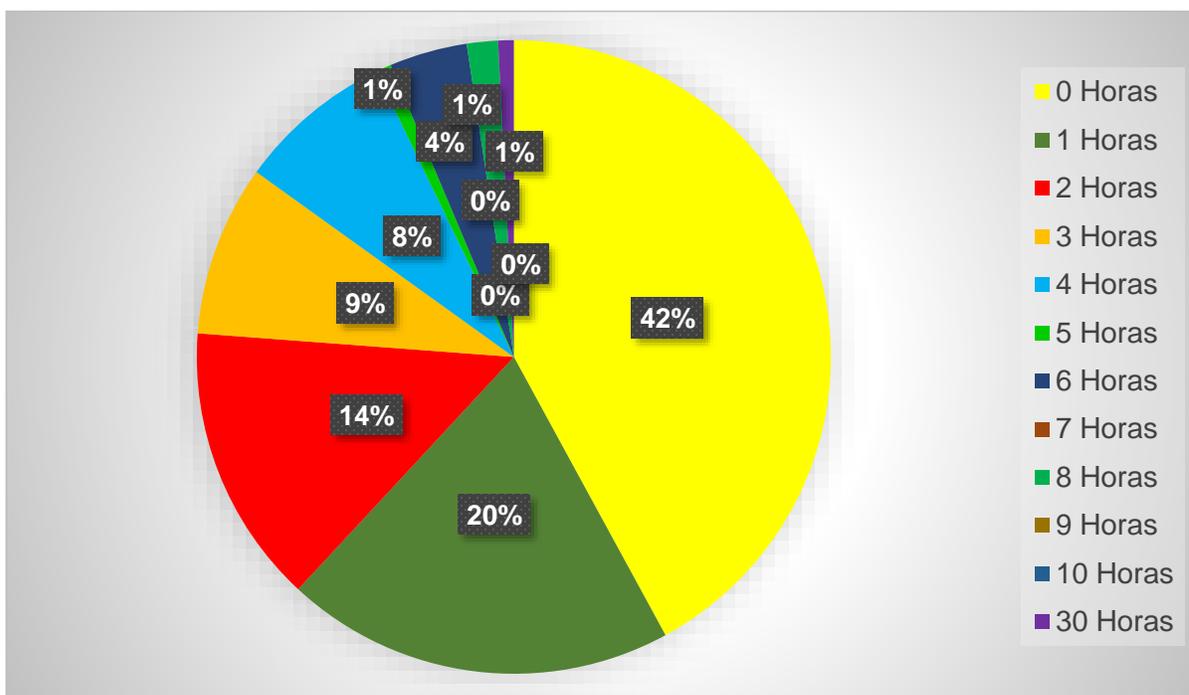
**Gráfico 4.** Cobertura del servicio de agua en la comunidad de Apaquila



**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

En el caso de las familias que cuentan con el servicio de abastecimiento de agua mediante el sistema de la comunidad, presentan severos problemas con las horas de servicio ya que este no abastece de manera constante si no de manera irregular siendo pocas horas de servicios, por lo que el sistema no está trabajando según lo esperado , esto podría ser por sobrepasar el periodo para el cual fue diseñado, ya que él debe de cumplir con el abastecimiento de agua las 24 horas del día, los 7 días de la semana para el diseño original propuesto 20 años atrás.

**Gráfico 5.** Horas de servicio de agua del sistema en la comunidad de Apaquila

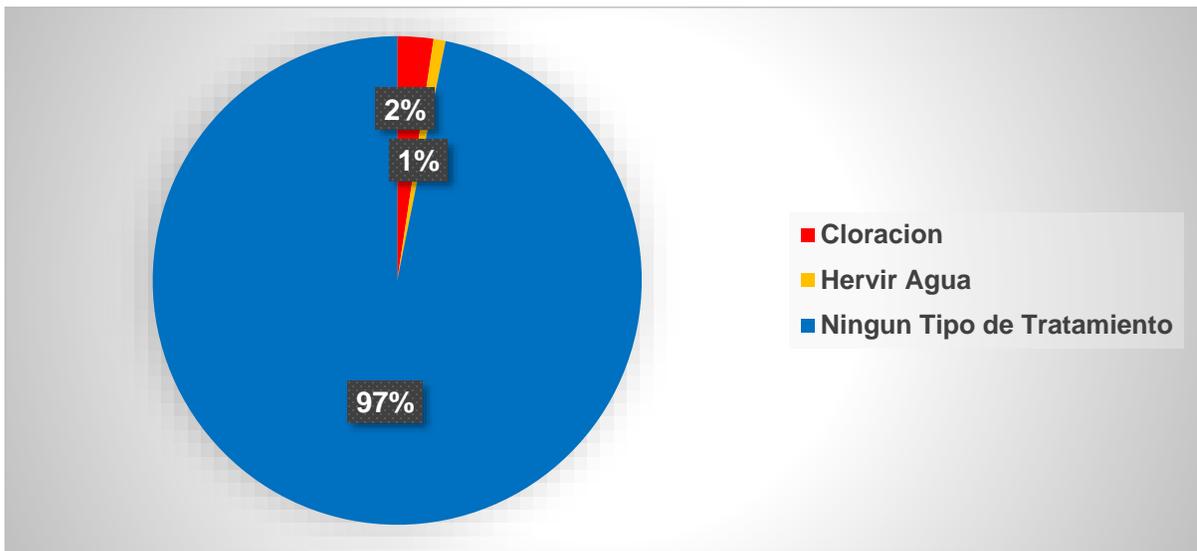


**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

En el caso de las familias que no tienen cobertura de agua por medio de una conexión domiciliar se abastecen por medio de los vecinos, de la quebrada o ríos y pozos artesanales. El acarreo del agua para beber y otras actividades domésticas se concluye que el 100% lo hacen las mujeres.

Conforme la experiencia y conocimiento de la alcaldía, se puede afirmar que la calidad de las aguas que consume la comunidad de Apaquila si requiere tratamiento (cloración) para considerarla apta para el consumo humano. Sin embargo, la comunidad tiene otra percepción de la calidad de agua que consumen, ya que el 100% de la población considera que es de buena calidad porque tienen entendido que el agua se clora en el tanque cuando no es así. De igual manera al ellos tener esa percepción algunos dicen practicar otra medida de tratamiento al agua antes de su consumo.

**Gráfico 6.** Tipos de tratamiento aplicados al agua en la comunidad de Apaquila

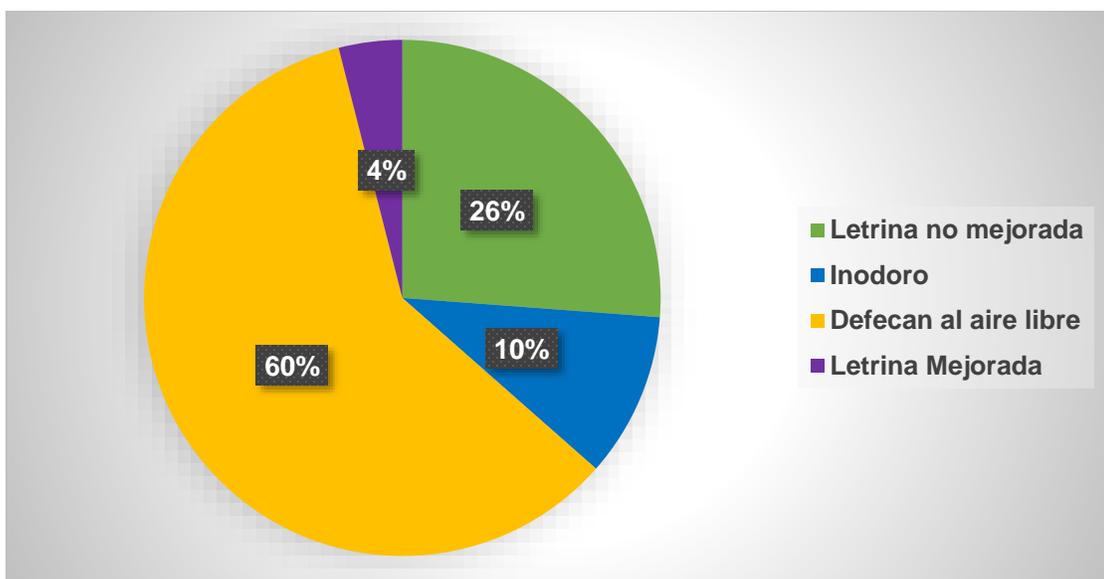


**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

### 5.2.3 Saneamiento

De las encuestas realizadas en la comunidad de Apaquila, se determinó que la comunidad no cuenta con sistemas de saneamiento, así como tienen malas prácticas en cuanto al saneamiento, esto se determinó mediante los siguientes datos obtenidos:

**Gráfico 7.** Sistemas de saneamiento en la comunidad de Apaquila

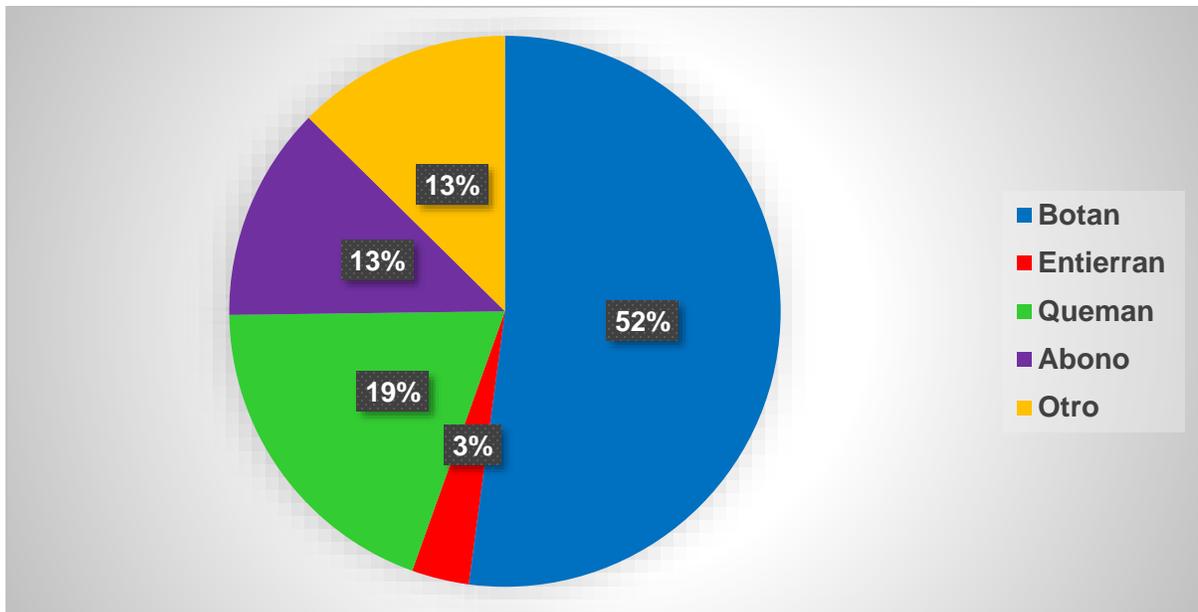


**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

#### 5.2.4 Higiene y manejo de basura

Con las encuestas realizadas a la comunidad se pudo obtener información sobre los hábitos de higiene que practican en ella, encontrándose que la población no tiene un manejo adecuado de los desechos, ya que en el 52 % de las viviendas los desechos generados se botan o tiran al patio sin ningún manejo o control.

**Gráfico 8.** Higiene y manejo de basura en la comunidad de Apaquila

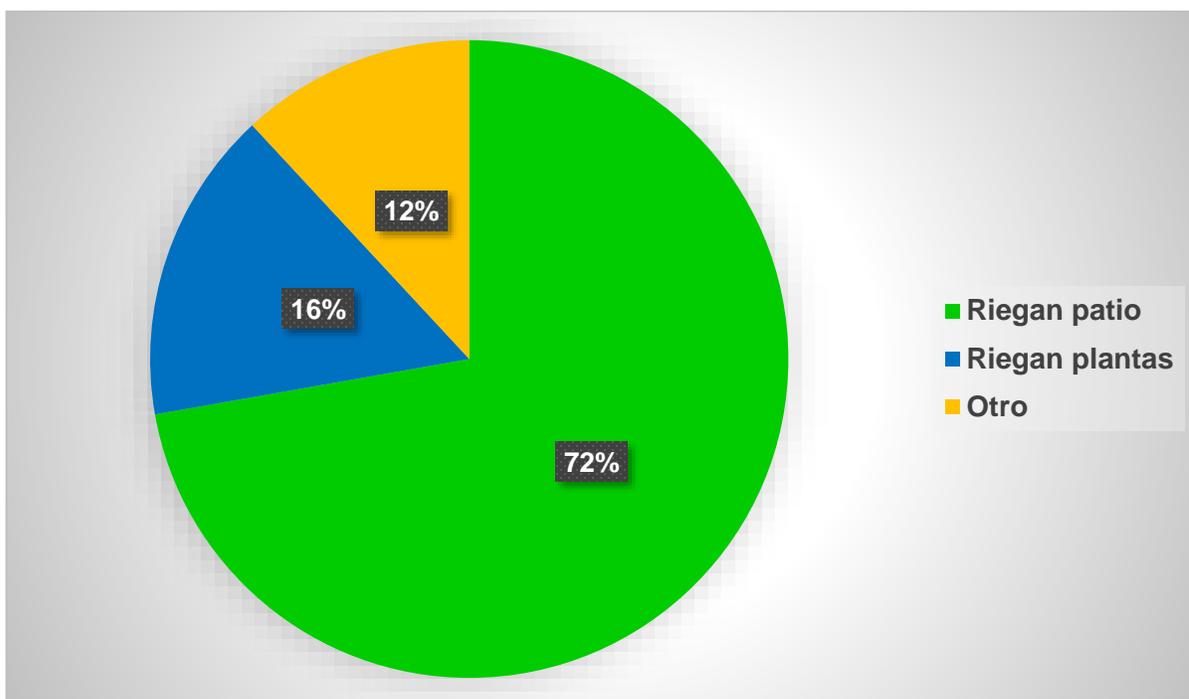


**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

El 100% de la población de la comunidad de Apaquila no cuentan con disposición de aguas grises, son vertidas sin ningún manejo a los patios o de dejan correr por la vía pública o potreros.

Con las encuestas realizadas se obtuvo la información que la población no tiene un buen manejo de desechos líquidos generados en los hogares, tal y como se refleja en la gráfica siguiente:

**Gráfico 9.** Manejo de aguas grises en la comunidad de Apaquila



**Fuente.** Elaboración propia encuestas socioeconómicas

### **5.3 Conceptualización del proyecto a proponerse**

Para solucionar la problemática de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Apaquila, se propone un sistema Fuente-Tanque-Red, o siendo este un sistema por gravedad, tanto la línea de conducción, como la red de distribución.

### **5.4 Proyección de población**

#### **5.4.1 Cálculo de la tasa de crecimiento**

Para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional de esta comunidad se usaron datos de población obtenidos por el INIDE (1971-1995-2005-2017) que son los censos de los que se tiene registro, así también se hizo uso de censos realizados por el SIASAR los cuales representaron otra fuente de información, así como el censo que se realizó en el año 2020 mediante llenado de encuestas a la comunidad estudiada.

**Tabla 7.** Datos de censo nacional, departamental, municipal y comunitario.

| ZONA                  | 1971      | 1995    | 2005      | 2017      | 2020 |
|-----------------------|-----------|---------|-----------|-----------|------|
| Nicaragua             | 1,877,952 | 4357099 | 5,142,098 | 6,393,824 | -    |
| Departamento Jinotega | 90,640    | 257,933 | 331,335   | 452,973   | -    |
| Municipio Jinotega    | 69919     | 77,222  | 99,382    | 136,342   | -    |
| Comunidad Apaquila    | -         | -       | 339       | -         | 466  |

Fuente. Censos INIDE - Encuestas socioeconómicas

De esta manera se determinó la tasa de crecimiento poblacional para la comunidad de Apaquila, con los datos obtenidos en la tabla No.7.

$$rg = \left[ \left( \frac{Pf}{Po} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right] * 100$$

$$rg = \left[ \left( \frac{466}{339} \right)^{\frac{1}{2020-2005}} - 1 \right] * 100$$

rg=2.20%

La tasa de crecimiento para la comunidad de Apaquila es de 2.20% siendo este valor menor al estableciendo en el rango de 2.5%<rg<4% por lo tanto no cumple. De esta manera se toma el valor mínimo permitido siendo este una tasa de crecimiento de 2.5%.

Según los censos realizados por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) entre los años 1971-2017. Para el caso de Jinotega obtenemos los siguientes datos acerca de su población siendo estos:

**Tabla 8.** Censo según INIDE (1995-2005) para el municipio de Jinotega

| Municipio | Población | Tasa de crecimiento<br>1995-2005 | Superficie<br>(Km <sup>2</sup> ) | Densidad poblacional<br>Censo 2005 (Hab./Km <sup>2</sup> ) |
|-----------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|--|
| Jinotega  | 136,342   | 2.5%                             | 880.34                           | 112.9  |

Fuente. INIDE censos realizados entre los años 1971-2017

Como se logra apreciar, la tasa de crecimiento calculada para la comunidad de Apaquila de acuerdo a los últimos censos realizados, uno de estos por la alcaldía y el último por cuenta propia (2005-2020) es de 2.20% siendo menor al valor permitido por lo que se toma 2.5% como valor mínimo establecido para la tasa de crecimiento. Este valor coincide con la tasa de crecimiento establecida para el municipio de Jinotega que según el censo realizado por INIDE en el año 2005 es de 2.5% por lo cual se estima que la tasa de crecimiento se mantiene de manera constante.

### **5.5 Cálculo de la población**

Para obtener la población de diseño de la comunidad de Apaquila se utilizó el método de proyección geométrico. (Ver tabla No.9)

Durante la investigación realizada se logró comprobar que el índice de crecimiento poblacional, con los datos obtenidos por el censo poblacional realizado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) en 2005 que indica un crecimiento poblacional del municipio de Jinotega del 2.5%.

### **5.6. Proyección de consumo**

El cálculo del consumo de la población se basó en los datos recopilados con anterioridad en cuanto al crecimiento poblacional proyectado y dotación estipulada en las normas del INAA para sistemas de agua potable rural (NTON 09001-99), esta dotación incluye un factor estimado de pérdidas y desperdicio de agua en el sistema, de acuerdo a los niveles de servicio de los proyectos de abastecimiento de agua potable rural, determinando así el consumo promedio diario total del último día del periodo de diseño del proyecto.

- La dotación de la población de acuerdo con las normas del INAA para sistemas de agua potable rural (NTON 09001-99), con un nivel de servicio de conexiones domiciliarias, es de 50-60 lppd (13.21-15.85 galones por persona diario).
- Para el análisis y diseño de este proyecto la dotación estimada será de 15.85 galones por persona diario (60lppd).
- El porcentaje de pérdidas en conceptos de fugas y desperdicios, será del 20%.

### **5.7 Caudales de diseño**

Los caudales de diseño tanto para la línea de conducción, así como para la red de distribución, ambos determinados para último año del periodo de diseño se establecieron de la siguiente manera:

El consumo promedio diario (CPD) será igual al consumo doméstico, esto porque no se considera consumo institucional, comercial y contra incendios. No se consideran en el periodo de diseño debido a las características de la comunidad.

Los valores de los caudales para el último año del periodo de diseño del sistema de abastecimiento de la comunidad de Apaquila tanto de la línea de conducción y la red de distribución se calcularon aplicando los debidos factores de incremento y tomando en consideración la suma de las pérdidas en el sistema (Ver tabla No.9)

### **5.8 Población servida**

De 126 edificaciones de las cuales en su totalidad son viviendas las que existen actualmente en la comunidad de Apaquila se benefician el 59% de la población conectada y así como las que dependen del vecino para el consumo del vital líquido (se incluyen: edificaciones habitadas, deshabitadas).

### **5.9 Crecimiento de la población proyectada en la comunidad**

La expansión de la comunidad en el futuro se proyecta la mayoría en las orillas de las trochas, cerca de las fuentes de agua y cerca de las familias de los mismos habitantes. En comunidades rurales estos son el mayor patrón de asentamiento poblacional y esto se asegura ya que es el comportamiento en el cual la misma comunidad de Apaquila ha venido siguiendo según los mismos relatos de los habitantes.

**Tabla 9.** Proyección y consumo de la comunidad de Apaquila

| PROYECCION Y CONSUMO COMUNIDAD DE APAQUILA |             |                         |             |              |                   |                 |               |                 |             |                |                |   |                 |             |             |   |                 |             |                |             |
|--|-------------|-------------------------|-------------|--------------|-------------------|-----------------|---------------|-----------------|-------------|----------------|----------------|---|-----------------|-------------|-------------|---|-----------------|-------------|----------------|-------------|
| N.º  | Año         | Proyección de Población | Dotación    |              | Consumo doméstico |                 | CPD           |                 |             | Perdidas (20%) |                | Consumo máximo día. CMD= (CPD*1.5) + pérdidas |                 |             |             | Consumo máximo hora CMH= (CPD*2.5) + pérdidas |                 |             | Almacenamiento |             |
|  |             |                         | Lts/Hab/Día | Gal/Hab/Día  | Lpd               | Gpd             | Lpd           | Gpd             | Lps         | Lpd            | Gpd            | Lps   | Gpd             | Gpm         | m³/día      | Lps   | Gpd             | Gpm         | Gal            | m³          |
| <b>0</b>                                   | <b>2020</b> | <b>466</b>              | <b>60</b>   | <b>15.85</b> | <b>27,960</b>     | <b>7,387.0</b>  | <b>27,960</b> | <b>7,387.0</b>  | <b>0.32</b> | <b>5,592</b>   | <b>1,477.4</b> | <b>0.55</b>                                   | <b>12,558.0</b> | <b>8.7</b>  | <b>47.6</b> | <b>0.87</b>                                   | <b>19,945.0</b> | <b>13.9</b> | <b>2,585.5</b> | <b>9.8</b>  |
| 1  | 2021        | 478                     | 60          | 15.85        | 28,680            | 7,577.3         | 28,680        | 7,577.3         | 0.33        | 5,736          | 1,515.5        | 0.56  | 12,881.3        | 8.9         | 48.8        | 0.90  | 20,458.6        | 14.2        | 2,652.0        | 10.0        |
| 2  | 2022        | 490                     | 60          | 15.85        | 29,400            | 7,767.5         | 29,400        | 7,767.5         | 0.34        | 5,880          | 1,553.5        | 0.58  | 13,204.7        | 9.2         | 50.0        | 0.92  | 20,972.2        | 14.6        | 2,718.6        | 10.3        |
| 3  | 2023        | 502                     | 60          | 15.85        | 30,120            | 7,957.7         | 30,120        | 7,957.7         | 0.35        | 6,024          | 1,591.5        | 0.59  | 13,528.1        | 9.4         | 51.2        | 0.94  | 21,485.8        | 14.9        | 2,785.2        | 10.5        |
| 4  | 2024        | 515                     | 60          | 15.85        | 30,900            | 8,163.8         | 30,900        | 8,163.8         | 0.36        | 6,180          | 1,632.8        | 0.61  | 13,878.4        | 9.6         | 52.6        | 0.97  | 22,042.2        | 15.3        | 2,857.3        | 10.8        |
| <b>5</b>                                   | <b>2025</b> | <b>528</b>              | <b>60</b>   | <b>15.85</b> | <b>31,680</b>     | <b>8,369.9</b>  | <b>31,680</b> | <b>8,369.9</b>  | <b>0.37</b> | <b>6,336</b>   | <b>1,674.0</b> | <b>0.62</b>                                   | <b>14,228.8</b> | <b>9.9</b>  | <b>53.9</b> | <b>0.99</b>                                   | <b>22,598.6</b> | <b>15.7</b> | <b>2,929.4</b> | <b>11.1</b> |
| 6  | 2026        | 541                     | 60          | 15.85        | 32,460            | 8,575.9         | 32,460        | 8,575.9         | 0.38        | 6,492          | 1,715.2        | 0.64  | 14,579.1        | 10.1        | 55.2        | 1.01  | 23,155.0        | 16.1        | 3,001.6        | 11.4        |
| 7  | 2027        | 555                     | 60          | 15.85        | 33,300            | 8,797.9         | 33,300        | 8,797.9         | 0.39        | 6,660          | 1,759.6        | 0.66  | 14,956.4        | 10.4        | 56.7        | 1.04  | 23,754.2        | 16.5        | 3,079.3        | 11.7        |
| 8  | 2028        | 569                     | 60          | 15.85        | 34,140            | 9,019.8         | 34,140        | 9,019.8         | 0.40        | 6,828          | 1,804.0        | 0.67  | 15,333.6        | 10.6        | 58.1        | 1.07  | 24,353.4        | 16.9        | 3,156.9        | 11.9        |
| 9  | 2029        | 583                     | 60          | 15.85        | 34,980            | 9,241.7         | 34,980        | 9,241.7         | 0.40        | 6,996          | 1,848.3        | 0.69  | 15,710.9        | 10.9        | 59.5        | 1.09  | 24,952.6        | 17.3        | 3,234.6        | 12.2        |
| <b>10</b>                                  | <b>2030</b> | <b>598</b>              | <b>60</b>   | <b>15.85</b> | <b>35,880</b>     | <b>9,479.5</b>  | <b>35,880</b> | <b>9,479.5</b>  | <b>0.42</b> | <b>7,176</b>   | <b>1,895.9</b> | <b>0.71</b>                                   | <b>16,115.1</b> | <b>11.2</b> | <b>61.0</b> | <b>1.12</b>                                   | <b>25,594.6</b> | <b>17.8</b> | <b>3,317.8</b> | <b>12.6</b> |
| 11   | 2031        | 613                     | 60          | 15.85        | 36,780            | 9,717.3         | 36,780        | 9,717.3         | 0.43        | 7,356          | 1,943.5        | 0.72  | 16,519.4        | 11.5        | 62.6        | 1.15  | 26,236.6        | 18.2        | 3,401.0        | 12.9        |
| 12   | 2032        | 628                     | 60          | 15.85        | 37,680            | 9,955.1         | 37,680        | 9,955.1         | 0.44        | 7,536          | 1,991.0        | 0.74  | 16,923.6        | 11.8        | 64.1        | 1.18  | 26,878.7        | 18.7        | 3,484.3        | 13.2        |
| 13   | 2033        | 644                     | 60          | 15.85        | 38,640            | 10,208.7        | 38,640        | 10,208.7        | 0.45        | 7,728          | 2,041.7        | 0.76  | 17,354.8        | 12.1        | 65.7        | 1.21  | 27,563.5        | 19.1        | 3,573.0        | 13.5        |
| 14   | 2034        | 660                     | 60          | 15.85        | 39,600            | 10,462.3        | 39,600        | 10,462.3        | 0.46        | 7,920          | 2,092.5        | 0.78  | 17,785.9        | 12.4        | 67.4        | 1.24  | 28,248.3        | 19.6        | 3,661.8        | 13.9        |
| <b>15</b>                                  | <b>2035</b> | <b>677</b>              | <b>60</b>   | <b>15.85</b> | <b>40,620</b>     | <b>10,731.8</b> | <b>40,620</b> | <b>10,731.8</b> | <b>0.47</b> | <b>8,124</b>   | <b>2,146.4</b> | <b>0.80</b>                                   | <b>18,244.1</b> | <b>12.7</b> | <b>69.1</b> | <b>1.27</b>                                   | <b>28,975.9</b> | <b>20.1</b> | <b>3,756.1</b> | <b>14.2</b> |
| 16   | 2036        | 694                     | 60          | 15.85        | 41,640            | 11,001.3        | 41,640        | 11,001.3        | 0.48        | 8,328          | 2,200.3        | 0.82  | 18,702.2        | 13.0        | 70.8        | 1.30  | 29,703.5        | 20.6        | 3,850.5        | 14.6        |
| 17   | 2037        | 711                     | 60          | 15.85        | 42,660            | 11,270.8        | 42,660        | 11,270.8        | 0.49        | 8,532          | 2,254.2        | 0.84  | 19,160.3        | 13.3        | 72.6        | 1.33  | 30,431.1        | 21.1        | 3,944.8        | 14.9        |
| 18   | 2038        | 729                     | 60          | 15.85        | 43,740            | 11,556.1        | 43,740        | 11,556.1        | 0.51        | 8,748          | 2,311.2        | 0.86  | 19,645.4        | 13.6        | 74.4        | 1.37  | 31,201.5        | 21.7        | 4,044.6        | 15.3        |
| 19   | 2039        | 747                     | 60          | 15.85        | 44,820            | 11,841.4        | 44,820        | 11,841.4        | 0.52        | 8,964          | 2,368.3        | 0.88  | 20,130.5        | 14.0        | 76.3        | 1.40  | 31,971.9        | 22.2        | 4,144.5        | 15.7        |
| <b>20</b>                                  | <b>2040</b> | <b>766</b>              | <b>60</b>   | <b>15.85</b> | <b>45,960</b>     | <b>12,142.6</b> | <b>45,960</b> | <b>12,142.6</b> | <b>0.53</b> | <b>9,192</b>   | <b>2,428.5</b> | <b>0.90</b>                                   | <b>20,642.5</b> | <b>14.3</b> | <b>78.2</b> | <b>1.44</b>                                   | <b>32,785.1</b> | <b>22.8</b> | <b>4,249.9</b> | <b>16.1</b> |

Fuente. Hoja de cálculos del diseño hidráulico de la comunidad de Apaquila

## 5.10 Fuente de abastecimiento y captación

### 5.10.1 Características de la fuente

La fuente de abastecimiento de este proyecto es un manantial de agua de ladera concentrado en tres puntos diferentes los cuales afloran a la superficie.

La fuente Apaquila N°1 definida como fuente de abastecimiento de agua del proyecto rediseño del sistema de agua potable de la comunidad de Apaquila, cuenta con el aporte de 3 afloramientos de manantial, cada uno de ladera concentrado, debidamente protegidos y con una cámara húmeda la cual se encarga de la recolecta el agua de los 3 afloramientos la cual parte hacia la línea de conducción y es transportada hasta el tanque de almacenamiento mediante esta.

La fuente N°1 se conforma por 3 afloramientos de los cuales son:

**Tabla 10.** Detalles de afloramientos que conforman fuente No.1

| Descripción       | Coordenadas |            | Elevación (msnm) | Caudal (gpm) |
|-------------------|-------------|------------|------------------|--------------|
|                   | X           | Y          |                  |              |
| Afloramiento No.1 | 613034.022  | 1448568.33 | 1399.1           | 9.67         |
| Afloramiento No.2 | 612977.412  | 612977.412 | 1401.61          | 6.1          |
| Afloramiento No.3 | 612990.984  | 1448594.03 | 1404.89          | 4.31         |

**Fuente.** Visita y aforo realizado en la fuente de la comunidad de Apaquila

La cámara húmeda que recolecta el caudal de los afloramientos se ubica en las Coordenadas  $x=613034.022$ ;  $Y=1448568.329$  con una elevación de 1399.1 m.s.n.m. El caudal mínimo (aportado por los 3 afloramientos de manantial) en temporada seca es de 20.023 gpm.

La demanda máxima diaria proyectada para 20 años de la comunidad incluyendo pérdidas, variaciones de consumo y caudal ecológico de la fuente de 4.04 gpm equivale a 18.34 gpm la demanda total para el último año de su proyección.

### 5.10.2 Determinación de la capacidad de la fuente

El 13/04/2020 en compañía de la ONG Ingeniería para el desarrollo Humano (ONGAWA) se realizó el aforo en la fuente Apaquila N°1, los resultados del aforo dieron un valor de 20.023 galones por minuto esto para época seca.

El 21/09/2020 se realizó nuevamente un aforo en el cual se tuvo como resultado de este un caudal de 35.25 galones por minutos, se tuvo un incremento en el caudal aforado esto debido a que el ultimo aforo se realizó en época de invierno.

Los comunitarios miembros del Comité de Agua Potable y Saneamiento (CAPS) participaron de la visita entre los cuales se encontraba el Sr. Juan Agustín González (secretario) y el Sr. Macedonio Altamirano (Fontanero), quienes manifestaron que el comportamiento de la fuente en cuanto a la cantidad de agua que produce es el mismo desde que se construyó el sistema de agua hace 20 años.

**Figura 8.** Estado actual de la fuente Apaquila N°1



Fuente. Visita y aforo realizado en la fuente de la comunidad de Apaquila

### **5.10.3 Análisis de la calidad de agua Fuente Apaquila N°1**

Con relación a su calidad los análisis practicados indican lo siguiente:

#### **5.10.3.1 Análisis Bacteriológico**

Resultó con una contaminación clasificada por el Laboratorio PIENSA (Programa de Investigación de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Como leve, con un valor de 4.5 coliformes totales NMP/100 ml, este resultado nos indica que la fuente está contaminada con coliformes fecales y para una fuente que será utilizada como abastecimiento de agua para consumo humano no es admisible que presente contaminación por coliformes, sin embargo, esta contaminación con el sistema de tratamiento propuesto (Cloración) se elimina en un 100%, dado que el agua para consumo humano su rango admisible es de 0 Coliformes Fecales. Por tales motivos se recomienda un monitoreo una vez implementado el sistema de tratamiento y esté se encuentre en funcionamiento realizar nuevamente análisis físico-químicos y bacteriológicos para valorar el sistema de tratamiento empleado. (Ver Anexo No.1. Resultados de calidad de agua). Se muestra el documento extendido por PIENSA (Programa de Investigación de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales).

#### **5.11.3.2 Análisis físico-químico**

Los resultados de 21 parámetros analizados muestran que ninguno está por encima del valor máximo admisible, conforme las normas de calidad para aguas de consumo humano (INAA 2001; OMS 1995 y CAPRE, 1993)

Se muestra el documento extendido por PIENSA (Programa de Investigación de Estudios Nacionales y Servicios Ambientales). (Ver Anexo No.1. Resultados de calidad de agua).

### **5.10.4 Obra de captación**

Tomando en consideración el tipo de manantial seleccionado (Manantial natural de agua subsuperficial, tipo ladera y concentrado), y que es usado desde hace 20 años, el mejoramiento de la obra, consistirá en 3 partes:

- 1) Limpieza de las obras de arte hidráulicas;
- 2) Reposición de accesorios de la cámara húmeda y construcción de cámara seca.
- 3) Mantenimiento en la tapa de inspección de la cámara húmeda que sirve para protección de la misma.

Los afloramientos que conforman la fuente cuentan con una protección de una losa de concreto que cubre toda la extensión o área adyacente al afloramiento de modo que no exista contacto con el ambiente exterior, quedando de esta manera sellados para evitar así la contaminación. Dentro de estas existen filtros los cuales ayudan a mantener una muy buena calidad en la fuente.

La cámara húmeda existente está ubicada a 1.27 m del Afloramiento N°1. Esta obra se reutilizará tanto como cámara húmeda del Afloramiento N°1, así como caja de acopio de los otros dos afloramientos, de tal manera como está siendo utilizado actualmente y funciona de excelente manera. La cámara húmeda que se encuentra en excelentes condiciones y cumple con los criterios de diseño.

La cámara húmeda tiene una altura de 1.50 m, con un ancho de pantalla de 0.83 m, con 1 orificio de entrada de 3" de diámetro, el que permitirá fluir el agua desde la zona del afloramiento hacia la cámara húmeda, además tiene un accesorio (canastilla) de salida , que tiene una longitud de 23 cm con un total de 65 ranuras de 5 mm de ancho y 7 mm de largo, consta con un cono de rebose con una medida de 4" de diámetro que sirve para eliminar el exceso de producción de los afloramientos y un sistema de limpieza con un diámetro de 2".

La cámara seca para la protección de la válvula de control tiene dimensiones de 0.6m\*0.6m de sección interna y 0.75 m x 0.75 m de sección externa (Ver Anexo No.6. Planos).

## 5.11 Línea de conducción

La línea de conducción tiene una longitud de 2,835 m. La tubería propuesta es PVC y tubería HG para pases aéreos donde se es necesario (ver detalle en anexos. Juego de planos), de esta manera se podrá conducir los caudales de 16,115.14 gpd de los primeros 10 años y de 20,642.47 gpd correspondiente al segundo periodo de diseño (a los 20 años)

### 5.11.1 Golpe de ariete

Con el análisis del golpe de ariete se pudo verificar si el diámetro inicialmente propuesto para el diseño de la línea de conducción era el adecuado, de esta misma manera se determinó el tipo de cédula de la tubería a utilizar.

El golpe de ariete se analizó en 4 tramos para verificó siendo estos:

- ✓ Tramo No.1= Fuente – pila rompe presión No.1
- ✓ Tramo No.2= Pila rompe presión No.1 – Pila rompe presión No.2
- ✓ Tramo No.3=Pila rompe presión No.2 – Tanque de almacenamiento
- ✓ Tramo No.4= Tanque de almacenamiento – Punto de acople con la red de distribución

Para el análisis hidráulico del golpe de ariete de los tramos asignados se considerada los siguientes criterios de cálculo:

#### ➤ Tramo No.1, Fuente – Pila rompe presión No.1

##### 1. Longitud de diseño

$$\Sigma \text{Long}_{\text{Fuente-Pila N}^{\circ 1}} = 710.26 \text{ m}$$

##### 2. Cálculo de energía disponible

$$H_p = 1400.1 - 1343.765 = 56.3 \text{ m}$$

##### 3. Determinacion de diámetro teórico

$$D_{\text{Teorico}} = 1.626 * \left( \frac{0.00090}{150} \right)^{0.38} * \left( \frac{710.26}{56.34} \right)^{0.205} = 0.03 \text{ m} = 1.12 \text{ pulg}$$

El diámetro comercial a utilizarse es de 1.5 pulg, pero por criterios de diseño de la normativa nacional se establece que el diámetro mínimo de la línea de conducción debe de ser de al menos de 2 pulg, por lo que se toma como diámetro 2 pulg; 50 mm; 0.0508m.

#### **4. Velocidad**

$$V = \frac{4 * 0.00090}{\pi * 0.0508^2} = 0.45 \text{ m/s}$$

#### **5. Sobre presión**

$$h_a = \frac{419.74 * 0.45}{9.81} = 19.09 \text{ m}$$

#### **6. Presión máxima**

$$P_{max} = 56.3 + 19.09 = 75.43 \text{ m} = 108.77 \text{ PSI}$$

Se determinó que la clase de tubería con cedula SDR-26 es la que mejor se adapta tanto en criterios de diseño como de costos con un diámetro de 2”.

De esta misma manera se realizó el cálculo y análisis aplicando los criterios antes descritos para los siguientes tramos:

- Tramo No.2, Pila rompe presión No.1 – Pila rompe presión No.2
- Tramo No.3, Pila rompe presión No.2 – Tanque de almacenamiento
- Tramo No.4, Tanque de almacenamiento – Pto acople

De esta manera se refleja en las siguientes tablas los resultados para cada uno de los tramos en donde se tomó en consideración el golpe de ariete y de la misma manera se expresa el diámetro y cedula de tubería a utilizar.

**Tabla 11.**Análisis de golpe de ariete tramo No.1

| Tramo Fuente No.1 Apaquila - Pila rompe presión No.1 |           |                                 |               |                       |                       |
|--|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| Tramo  |           | Comprobación de golpe de ariete |               | Sobre presión (ha)    |                       |
| Long (m)   | 710.26 m  | Espesor de tubería SDR - 26     | 1.80 mm       | Gravedad (g)          | 9.81 m/s <sup>2</sup> |
| Elv inicial  | 1400.10 m | Diámetro de tubería             | 0.0508        | Velocidad (V)         | 0.45 m/s              |
| Elv final  | 1343.76 m | Cota de pila núm. 1             | 1343.764893   | Celeridad (c)         | 419.7402962           |
| Hp   | 56.34 m   | Distancia fuente-pila num.1     | 710.2574449   | Sobre presión (ha)    | 19.09 m               |
| C (PVC)  | 150       | K (PVC)                         | 18            | <b>Presión máxima</b> |                       |
| Diámetro teórico                                     | 0.03 m    | C                               | 419.7402962   | Carga (Hp)            | 56.34 m               |
| Diámetro comercial                                   | 2.00 Pulg | Tiempo (Tc)                     | 1.692135474   | Sobre presión (Ha)    | 19.09 m               |
| Diámetro comercial                                   | 0.051 m   | 2L/C                            | 3.384270948   | presión máxima        | 75.43 m               |
| Velocidad  | 0.45 m/s  | Tiempo critico                  | Cierre Rápido | Presión máxima (PSI)  | 108.77 PSI            |

**Fuente.** Elaboración propia

**Tabla 12.**Análisis de golpe de ariete tramo No.2

| Pila rompe presión No.1 – Pila rompe presión No.2 |           |                                 |               |                       |                       |
|---|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| Tramo   |           | Comprobación de golpe de ariete |               | Sobre presión (ha)    |                       |
| Long (m)  | 506.61 m  | Espesor de tubería SDR - 26     | 1.80 mm       | Gravedad (g)          | 9.81 m/s <sup>2</sup> |
| Elv inicial                                       | 1343.76 m | Diámetro de tubería             | 0.0508        | Velocidad (V)         | 0.45 m/s              |
| Elv final   | 1272.37 m | Cota de Pila Núm. 2             | 1272.3696     | Celeridad (c)         | 419.7402962           |
| Hp  | 71.40 m   | Distancia pila No.1-pila No.2   | 506.60737     | Sobre presión (ha)    | 19.09 m               |
| C (PVC)   | 150       | K (PVC)                         | 18            | <b>Presión máxima</b> |                       |
| Diámetro teórico                                  | 0.03 m    | C                               | 419.74029     | Carga (Hp)            | 71.40 m               |
| Diámetro comercial                                | 2.00 Pulg | Tiempo (Tc)                     | 1.2069543     | Sobre presión (Ha)    | 19.09 m               |
| Diámetro comercial                                | 0.051 m   | 2L/C                            | 2.4139086     | presión Máxima        | 90.49 m               |
| Velocidad   | 0.45 m/s  | Tiempo critico                  | Cierre Rápido | Presión máxima (PSI)  | 130.48 PSI            |

**Fuente.** Elaboración propia

**Tabla 13.**Análisis de golpe de ariete tramo No.3

| Pila Rompe presión No.2 – Tanque de almacenamiento |           |                                 |               |                       |                       |
|--|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| Tramo  |           | Comprobación de golpe de ariete |               | Sobre presión (ha)    |                       |
| Long (m)   | 1698.04 m | Espesor de tubería SDR - 26     | 1.80 mm       | Gravedad (g)          | 9.81 m/s <sup>2</sup> |
| Elv inicial  | 1272.37 m | Diámetro de tubería             | 0.0508        | Velocidad (V)         | 0.45 m/s              |
| Elv final  | 1199.02 m | Cota de pila No. 2              | 1199.019      | Celeridad (c)         | 419.7402962           |
| Hp   | 73.35 m   | Distancia pila No.2- Tanque     | 1698.035224   | Sobre presión (ha)    | 19.09 m               |
| C (PVC)  | 150       | K (PVC)                         | 18            | <b>Presión máxima</b> |                       |
| Diámetro teórico                                   | 0.03 m    | C                               | 419.7402962   | Carga (Hp)            | 73.35 m               |
| Diámetro comercial                                 | 2.00 Pulg | Tiempo (Tc)                     | 4.045442479   | Sobre presión (Ha)    | 19.09 m               |
| Diámetro comercial                                 | 0.051 m   | 2L/C                            | 8.090884959   | presión máxima        | 92.44 m               |
| Velocidad  | 0.45 m/s  | Tiempo critico                  | Cierre Rápido | Presión máxima (PSI)  | 133.30 PSI            |

**Fuente.** Elaboración propia

**Tabla 14.**Análisis de golpe de ariete tramo No.4

| Tanque de almacenamiento – Pto acople |           |                                 |               |                       |                       |
|---------------------------------------|-----------|---------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| Tramo                                 |           | Comprobación de golpe de ariete |               | Sobre presión (ha)    |                       |
| Long (m)                              | 99.89 m   | Espesor de tubería SDR - 26     | 1.80 mm       | Gravedad (g)          | 9.81 m/s <sup>2</sup> |
| Elv inicial                           | 1197.52 m | Diámetro de tubería             | 0.0762        | Velocidad (V)         | 0.20 m/s              |
| Elv final                             | 1164.39 m | Cota de tanque                  | 1164.39       | Celeridad (c)         | 347.7861437           |
| Hp                                    | 33.13 m   | Distancia tanque-Pto acople     | 99.89         | Sobre presión (ha)    | 7.03 m                |
| C (PVC)                               | 150       | K (PVC)                         | 18            | <b>Presión máxima</b> |                       |
| Diámetro teórico                      | 0.02 m    | C                               | 347.7861437   | Carga (Hp)            | 33.13 m               |
| Diámetro comercial                    | 3.00 Pulg | Tiempo (Tc)                     | 0.287216733   | Sobre presión (Ha)    | 7.03 m                |
| Diámetro comercial                    | 0.076 m   | 2L/C                            | 0.574433466   | presión Máxima        | 40.16 m               |
| Velocidad                             | 0.20 m/s  | Tiempo critico                  | Cierre Rápido | Presión máxima (PSI)  | 57.91 PSI             |

**Fuente.** Elaboración propia

De esta manera se determinó que la línea de conducción la cual se dividió en cuatro tramos para el debido análisis de golpe de ariete, por lo cual se propuso una tubería de 2 pulg para toda la línea de conducción de igual manera con una cedula SDR-26.

### 5.11.2 Análisis hidráulico de la línea de conducción

Según las normas, la línea de conducción debe analizarse para la demanda máxima diario CMD al final de su periodo de diseño, la línea se analizó para un caudal de 22,767.43 gpd según tabla No.9.

#### 1. Longitud de diseño

$$Long_{Fuente-1717} = \sqrt{(13.432)^2 + (14001 - 1398.77)^2} = 13.5 \text{ m}$$

#### 2. Coeficiente de rugosidad (C)

Para Tubería PVC=150; para Tubería HG= 100

#### 3. Diámetro

Diámetro propuesto de 50 mm (2 pulg)

#### 4. Cálculo de velocidad

$$Velocidad = \frac{4 * 0.9044}{\pi * \left(\frac{50 * 50}{1000}\right)} = 0.4606 \text{ m/s}$$

#### 5. Pérdidas

##### 5.1 Pérdidas continuas

$$HF = 10.67 * \left(\frac{0.9044}{150}\right)^{1.85} * \left(\frac{13.5}{\left(\frac{50}{1000}\right)^{4.87}}\right) = 0.067 \text{ m}$$

##### 5.2 Pérdidas locales

##### 5.2.1 Pérdidas por válvulas

$$H_{Válvulas} = 10 * \frac{0.4606^2}{2 * 9.81} = 0.1081 \text{ m}$$

### 5.2.2 Pérdidas por accesorios

$$H_{Adaptadores} = 0.3 * \left( \frac{0.4606^2}{2 * 9.81} \right) * 2 = 0.00648 \text{ m}$$

$$H_{locales} = 0.1081 + 0.00648 = 0.1146 \text{ m}$$

### 6. Gradiente

$$S = \frac{1400.1 - 1398.77}{13.423} = 0.099$$

### 7. Altura piezométrica

$$H_z = 1400.1 - 0.067 = 1400.03 \text{ m}$$

### 8. Altura de presión

$$P = 1398.77 - 1400.3 = 1.3 \text{ m. c. a}$$

A lo largo de toda la Línea de conducción se cumple satisfactoriamente con las normas establecidas en cuanto a la presión (5m y 70m).

De la misma manera se calculó para cada punto del diseño propuesto de línea de conducción.

### 5.11.3 Pases aéreos

Mediante la metodología estructural, se aplicaron los distintos criterios para comprobar el diseño existente de los pases aéreos que ya están presente en la línea de conducción, estos carecían de elementos estructurales como lo eran cables de soporte a la tubería de Hierro Galvanizado (HG) la cual se utiliza como método de transporte del vital líquido.

En la línea de conducción se encontraron presente dos pases aéreos, estos debido a la topografía del terreno los cuales se verifico que cumplieran con los criterios estructurales para su debido funcionamiento de los cuales se cumplieron satisfactoriamente en cuanto a dimensiones de elementos estructurales de carácter fundamental como lo son: Anclajes, zapatas y columnas.

Los pases no contaban con cables de suspensión principal y sus debidas péndolas, por lo tanto, se propusieron considerando en diámetro ideal tanto estructural como económico.

Los posibles riesgos a presentarse durante y después de la instalación de un pase aéreo son riegos de crecidas máximas y deslizamiento del terreno, los cuales afectarían principalmente sus columnas y cámaras de anclajes. Estos riesgos siempre encuentran presente en estas estructuras, pero no son de gran amenaza en este caso, ya que estos pases aéreos (2) fueron construidos en lugares estratégicos en cuanto su ubicación en terreno estable, es por esto a que no presentan riesgos de deslizamiento. Los pases aéreos están instalados sobre una depresión natural del terreno (hondonada) sobre la cual no hay corrimiento ni acumulación de agua por lo que el riesgo ante una crecida es poco probable.

#### **5.12.3.1 Pase aéreo No.1 (13m)**

Se determino el cable principal de suspensión del pase aéreo el cual tiene una medida de 1/2" cable tipo boa (6x19), las péndolas con cables de 1/4" tipo boa (6x19) con separación entre sí de 1 m para una cantidad total de 12 péndolas.

Se evaluó cada uno de los elementos estructurales que conforman el pase aéreo, esto mediante el cálculo estructural de cada uno de sus elementos verificando si pueden ser o no reutilizados, esto mediante el cumplimiento de dimensiones estructurales necesarias, así el buen estado de cada uno de los elementos.

Las estructuras como lo son Columnas, Zapatas y Cámara de anclaje se reutilizarán ya que se encuentran en excelentes condiciones, así como cumplen con las dimensiones necesarias calculadas para el pase aéreo expresadas en la tabla No.15

**Tabla 15.** Cálculo estructural de pase aéreo no.1

| <b>Resumen estructural de pase aéreo no.1</b> |            |                    |
|---|------------|--------------------|
| <b>Diseño de péndolas</b>                     |            |                    |
| Elemento                                      | U/m        |                    |
| Peso total de la péndola                      | 27         | Kg                 |
| Cable adoptado                                | 0.25       | Tipo Boa (6x19)    |
| Separación de péndolas                        | 1          | m                  |
| Cantidad de péndolas                          | 12         | Und.               |
| Longitud total de péndolas                    | 18.0615385 | m                  |
| <b>Diseño de cable principal</b>              |            |                    |
| Tensión máxima en cable                       | 1.39418939 | Tn                 |
| Cable adoptado                                | 0.5        | Tipo Boa (6x19)    |
| Tensión máxima admisible de cable             | 12.6       | Tn                 |
| <b>Dimensiones de cámara de anclaje</b>       |            |                    |
| Concreto Hidráulico f'c=                      | 175        | kg/cm <sup>2</sup> |
| Angulo de salida del cable principal          | 45         | °                  |
| Distancia de Anclaje a la columna             | 4.3        |                    |
| Angulo de salida del cable                    | 24.5282435 | °                  |
| <b>Diseño de zapata y columna</b>             |            |                    |
| <b>Propiedades de los materiales</b>          |            |                    |
| Concreto hidráulico f'c=                      | 210        | kg/cm <sup>2</sup> |
| Acero grado 60 - f'y=                         | 4200       | kg/cm <sup>2</sup> |
| <b>Dimensiones de torre</b>                   |            |                    |
| Largo   | 0.4        | m                  |
| Ancho   | 0.4        | m                  |
| Altura total de torre                         | 4.3        | m                  |
| <b>Dimensiones de cimentación</b>             |            |                    |
| Largo   | 1.5        | m                  |
| Ancho   | 1.5        | m                  |
| Altura  | 0.5        | m                  |
| Profundidad de desplante                      | 1.2        | m                  |

**Fuente.** Elaboración propia

### 5.12.3.2 Pase aéreo No.2 (24m)

Se determino el cable principal de suspensión del pase aéreo el cual tiene una medida de 1/2" cable tipo boa (6x19), las péndolas con cables de 1/4" tipo boa (6x19) con separación entre sí de 1 m para una cantidad total de 23 péndolas.

Se evaluó cada uno de los elementos estructurales que conforman el pase aéreo, esto mediante el cálculo estructural de cada uno de sus elementos verificando si pueden ser o no reutilizados, esto mediante el cumplimiento de dimensiones estructurales necesarias, así el buen estado de cada uno de los elementos.

Las estructuras como lo son Columnas, Zapatas y Cámara de anclaje se reutilizarán ya que se encuentran en excelentes condiciones, así como cumplen con las dimensiones necesarias calculadas para el pase aéreo expresadas en la tabla No.16.

**Tabla 16.** Cálculo estructural de pase aéreo no.2

| <b>Resumen de cálculo estructural de pase aéreo no.2</b> |            |                    |
|--|------------|--------------------|
| <b>Diseño de péndolas</b>                                |            |                    |
| Elemento   | U/m        |                    |
| Peso total de la péndola                                 | 27         | Kg                 |
| Cable adoptado   | 0.25       | Tipo Boa (6x19 )   |
| Separación de péndolas                                   | 1          | m                  |
| Cantidad de péndolas                                     | 23         | Und.               |
| Longitud total de péndolas                               | 30.6777778 | m                  |
| <b>Diseño de cable principal</b>                         |            |                    |
| Tensión máxima en cable                                  | 3.97270689 | Tn                 |
| Cable adoptado   | 0.5        | Tipo Boa (6x19 )   |
| Tensión máxima admisible de cable                        | 12.6       | Tn                 |
| <b>Dimensiones de cámara de anclaje</b>                  |            |                    |
| Concreto Hidráulico $f'c=$                               | 175        | kg/cm <sup>2</sup> |
| Angulo de salida del cable principal                     | 45         | °                  |
| Distancia de Anclaje a la columna                        | 4.3        |                    |
| Angulo de salida del cable                               | 13.3444823 | °                  |
| <b>Diseño de zapata y columna</b>                        |            |                    |
| <b>Propiedades de los materiales</b>                     |            |                    |
| Concreto hidráulico $f'c=$                               | 210        | kg/cm <sup>2</sup> |
| Acero Grado 60 - $f'y=$                                  | 4200       | kg/cm <sup>2</sup> |
| <b>Dimensiones de torre</b>                              |            |                    |
| Largo  | 0.4        | m                  |
| Ancho  | 0.4        | m                  |
| Altura total de torre                                    | 4.3        | m                  |
| <b>Dimensiones de cimentación</b>                        |            |                    |
| Largo  | 1.5        | m                  |
| Ancho  | 1.5        | m                  |
| Altura   | 0.5        | m                  |
| Profundidad de desplante                                 | 1.2        | m                  |

**Fuente.** Elaboración propia

#### 5.11.4 Pilas rompe presión

Tomando en cuenta la metodología de análisis y diseño de pilas rompe presión, tomada del libro Agua potable para comunidades rurales, del autor Roger Agüero Pittman, se procedió al debido análisis y rediseño de las pilas rompe presión de ser necesario.

**Tabla 17.**Características de pilas rompe presión en línea de conducción

| Descripción             | Coordenadas |           | Elevación (msnm) | Diámetro de entrada (pulg) | Diámetro de salida (pulg) | Dimensión interna |           |            |
|-------------------------|-------------|-----------|------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|------------|
|                         | X           | Y         |                  |                            |                           | Ancho (m)         | Largo (m) | Altura (m) |
| Pila rompe presión No.1 | 613615.67   | 1448960.2 | 1354.02m         | 2                          | 2                         | 0.6               | 0.6       | 1          |
| Pila rompe presión No.2 | 612977.41   | 612977.41 | 1272.37m         | 2                          | 2                         | 0.6               | 0.6       | 1          |

**Fuente.** Elaboración propia

La pila rompe presión No.1 se cambió de lugar con respecto al lugar donde se encontraba, esto debido a que sus presiones de salida están por debajo de los rangos que establece la norma y encarece el sistema, por tanto, como medida de optimización se colocara en las coordenadas especificadas en la tabla No.15, de esta manera se optimizara el sistema.

La pila rompe presión No.2 está ubicada de manera estratégica cumpliendo con su respectivo propósito por lo cual seguirá estando ubicada en sus coordenadas existentes expresadas en la tabla No.15.

El dimensionamiento de ambas pilas son los mismos ya que para el diseño de estas se considera como datos claves los diámetros, tanto de entrada como de salida, así como el caudal, el cual se mantiene constante en toda la línea de conducción ya que no existe consumo dentro de ella. Ambas cuentan con un diámetro de entrada y salida de 2" para un caudal de diseño de 0.904 litros por segundo, con una sección interna de la pila de 0.60 m x 0.60 m, así como una altura de 1 m.

#### **5.11.5 Accesorios**

Se colocaron accesorios tales como válvulas de limpieza de sedimento, válvulas de aire y válvulas reductoras de carga. Esto para garantizar el buen funcionamiento de la línea de conducción, los accesorios se distribuyeron a lo largo de la línea de conducción en los puntos más estratégicos para así poder cumplir la su respectiva función, los puntos donde se ubican están en la siguiente tabla:

**Tabla 18.**Elementos hidráulicos en la línea de conducción

| Válvulas de limpieza         |          |           |            |           |       |                     |                    |
|------------------------------|----------|-----------|------------|-----------|-------|---------------------|--------------------|
| N.º Válvula                  | Estación | X         | Y          | Elevación | Punto | Diámetro de tubería | Diámetro económico |
| Válvula 01                   | 0+355.32 | 613327.18 | 1448673.84 | 1367.57   | 1734  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| Válvula 02                   | 1+230.15 | 613858.23 | 1449317.89 | 1264      | 1764  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| Válvula 03                   | 1+426.39 | 614016.03 | 1449431.81 | 1259.29   | 1770  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| Válvula 04                   | 1+820.86 | 614345.71 | 1449641.12 | 1241.78   | 1784  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| Válvula 05                   | 2+061.58 | 614513.36 | 1449811.16 | 1230.57   | 1794  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| Válvula 06                   | 2+257.87 | 614652.21 | 1449946.68 | 1220.72   | 1801  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| Válvulas de aire             |          |           |            |           |       |                     |                    |
| N.º válvula                  | Estación | X         | Y          | Elevación | Punto | Diámetro de tubería | Diámetro económico |
| válvula 01                   | 0+406.41 | 613361.82 | 1448711.15 | 1371.41   | 1736  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| válvula 02                   | 1+273.42 | 613889.11 | 1449348.21 | 1266.39   | 1765  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| válvula 03                   | 1+455.36 | 614041.78 | 1449445.08 | 1260.85   | 1771  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| válvula 04                   | 1+848.52 | 614369.61 | 1449655.05 | 1243.32   | 1785  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| válvula 05                   | 2+121.04 | 614562.33 | 1449844.88 | 1232.55   | 1796  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| válvula 06                   | 2+336.54 | 614702.04 | 1450007.5  | 1228.08   | 1804  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |
| Válvulas reductoras de carga |          |           |            |           |       |                     |                    |
| N.º válvula                  | Estación | X         | Y          | Elevación | Punto | Diámetro de tubería | Diámetro económico |
| válvula 01                   | 2+460.33 | 614761.1  | 1450115.59 | 1214.86   | 1808  | 2.00 Pulg           | 2.00 Pulg          |

Fuente. Elaboración propia

## 5.12 Sistema de tratamiento

Tomando en consideración que la capacidad de la fuente es la suficiente para abastecer a la comunidad; por otro lado, la calidad está afectada por la presencia de coliformes fecales, se ha propuesto que para garantizar una calidad de agua apta para el consumo humano aplicando hipoclorito de calcio para su debida desinfección mediante un equipo de clorinador de carga constante por gravedad.

El clorinador de carga constante por gravedad será ubicado sobre la losa superior del tanque de almacenamiento, el cual deberá tener la capacidad de desinfectar el agua, eliminando así cualquier tipo de presencia de coliformes fecales al igual que otros patógenos presentes en el agua (Ver anexo No.3. Sistema de cloración).

El clorinador de carga constante para funcionar no requiere personal calificado, herramientas sofisticadas, energía eléctrica y trabaja totalmente por gravedad. La dosis a aplicarse será de 101.87 gramos de hipoclorito de calcio a la semana, el cual se mezclará en un recipiente de solución madre con una capacidad de 252 litros. La concentración comercial del cloro será al 70%, con una dosis promedio de 1.5mg/lt. Esto para un caudal a tratar de 0.904 lps al final del periodo de diseño.

Se recomienda que se contrate a un personal de la comunidad con cierta experiencia para la fase constructiva de dicha obra, al fin de garantizar que esta infraestructura perdure y funcione el mayor tiempo posible.

### **5.13 Tanque de almacenamiento**

Las normas NTON09001-09 en el capítulo referente al almacenamiento indican que el tanque de almacenamiento debe estimarse en un 35% del consumo promedio diario (15% destinado a compensar las variaciones horarias del consumo y 20% de reserva para atender eventualidades en caso de emergencias como son reparaciones de la obra de toma o captación, línea de conducción.

Se hizo una revisión del tanque existente en su volumen de almacenamiento dando un valor de almacenamiento de:

$$Vol = Largo * Ancho * Altura$$

$$Vol = 3.28m * 3.28m * 2.2m$$

$$Vol = 24 m^3$$

Para el proyecto se requirió un tanque de almacenamiento con una capacidad de 16.1 m<sup>3</sup> (Según Tabla No.9), por lo que el tanque existente cumple con el volumen de almacenamiento requerido para este proyecto las características del tanque existente son:

**Tabla 19.**Características del tanque de almacenamiento

| Descripción                 | Coordenadas |            | Elevación<br>(m.s.n.m) | Dimensiones  |              |                       |                       |                     |
|-----------------------------|-------------|------------|------------------------|--------------|--------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
|                             | X           | Y          |                        | Ancho<br>(m) | Largo<br>(m) | Altura de<br>agua (m) | Borde<br>libre<br>(m) | Altura<br>total (m) |
| Tanque de<br>almacenamiento | 614968.76   | 1450384.05 | 1197.219               | 3.28         | 3.28         | 1.8                   | 0.4                   | 2.20                |

**Fuente.** Visita y levantamiento de datos de la comunidad de Apaquila

La tipología del tanque existente es de concreto ciclópeo sus paredes son tipo rectangular asentado sobre el suelo, fue valorado en su aspecto estructural, observándose que no presenta fisuras. Sí será necesario hacer mejoras, así como rehabilitar la tapadera de inspección y sus accesorios (Válvulas y Boyas) para un funcionamiento eficiente tanto de la estructura como del sistema. Por la parte externa sus paredes deberán ser piqueteadas, repelladas, afinadas impermeabilizadas y pintadas con pintura de aceite.

Tomando como ejemplo la metodología colombiana para diseño de tanques de mampostería, la cual se expresa en el libro Agua Potable para Población Rural de Roger Agüero Pittman. Se pudo comprobar que el tanque es apto para reutilizarse ya que cumple con sus parámetros de diseño estructural en los cuales se obtuvieron los siguientes datos del diseño que debe de seguir y el cual cumple ya que los posee:

**Tabla 20.** Cálculo estructural y distribución de elementos estructurales

| Resumen del cálculo estructural                               |          |            |               |               |
|---|----------|------------|---------------|---------------|
| Descripción   | Pared    |            | Losa cubierta | Losa de fondo |
|   | Vertical | Horizontal |               |               |
| Momentos "M" (Kg-m)   | 630      | 432        | 167           | 326           |
| Espesor Útil "d"(cm)  | 16       | 16         | 10            | 16            |
| fs (Kg/cm2)   | 900      | 900        | 1400          | 900           |
| n   | 9        | 9          | 10            | 9             |
| fc (Kg/cm2)   | 79       | 79         | 79            | 79            |
| $K= 1/ 1+fs/ (n fc)$  | 0.441    | 0.441      | 0.361         | 0.441         |
| $j = 1-(k/3)$   | 0.853    | 0.853      | 0.880         | 0.853         |
| Área de acero: $As= 100 \times M /fs \times j \times d$ (cm2) | 5.1      | 3.5        | 1.4           | 2.7           |
| C   | 0.0015   | 0.0015     | 0.0017        | 0.0017        |
| b(cm)   | 97       | 97         | 97            | 97            |
| e (cm)  | 20       | 20         | 10            | 20            |
| Cuantía mínima: $As \text{ min} = C \times b \times e$ (cm2)  | 2.90     | 2.90       | 1.59          | 3.29          |
| Área Efectiva de As (cm2)                                     | 6.39     | 4.26       | 2.84          | 2.84          |
| Área Efectiva de As min (cm2)                                 | 2.84     | 2.84       | 2.84          | 2.84          |
| Distribución  | 0.11     | 0.17       | 0.25          | 0.25          |

**Fuente.** Elaboración propia

#### 5.14 Red de distribución

La red de distribución, estará conformada por tubería P.V.C SDR-26 con una longitud de 4,304.65 metros en diámetros que van de 12.5 mm, 25mm, 38mm, 50mm ,62.5mm, 75mm.

Debido a las características topográficas que presenta el terreno, el sistema global de la red, se dividió en 5 sectores, esto para un mejor análisis y control de datos. El sector No.1 cuenta con 75 tramos, el sector No.2 con 47 tramos, el sector No.3 con 18 tramos, el sector No.4 con 23 tramos y el sector No.5 con 17 tramos. Con esto se tiene de manera global un total de 180 tramos.

### **5.14.1 Presiones máximas y mínimas**

El análisis hidráulico de la red de distribución se realizó en el software de análisis y simulación hidráulica WATERCAD, bajo las condiciones de consumo máximo horario (CMH), consumo máximo día (CMD) y sin consumo. Esto para verificar que las presiones y las velocidades se mantengan dentro del rango, permitido obteniendo así los siguientes resultados (Ver Anexo No.2. Resultados de análisis de WATERCAD).

#### **5.14.1.1 Análisis con consumo máximo hora en la red**

El nodo con la menor presión calculada en la red es el nodo 166, que se encuentra en el sector No.4, el cual tiene una cota topográfica de 1,100.54 m y una presión de 2 m según el análisis realizado bajo este criterio.

El nodo con la mayor presión calculada en la red es el nodo 59 que se encuentra en el sector No.1, ramal No.1, con una cota topográfica de 1,041.81 m y una presión de 66 m.

Dichos valores no se encuentran en el rango ya que el valor mínimo de presión es de 2 m, siendo este el que se encuentra casi al extremo del ramal del sector No.4, ya que este es uno de los nodos más alejados de la red el cual podrá contar con presión, pero siendo esta menor que lo permitido. Para esto se realizó un análisis en la red de distribución con el consumo máximo día, para poder comprobar si son algunas horas en el día que no se contara con la presión mínima que indica la norma (Ver Anexo No.2. Resultados de análisis de WATERCAD).

#### **5.14.1.2 Análisis con consumo máximo día en la red**

Al igual que en el análisis de consumo de máxima hora descrito anteriormente el nodo 166 y el nodo 60 son los nodos donde se presentan las presiones máximas y mínimas del sistema (Ver Anexo No.2. Resultados de análisis de WATERCAD).

La presión mínima es de 2 m y se registra en el nodo 166.

La presión máxima es de 68 m y se registra en el nodo 72.

#### **5.14.1.3 Análisis sin consumo en la red**

Este análisis se hizo con el objeto de determinar si puede existir un incremento en cuanto a las presiones en la red de distribución al analizarse bajo la condición en la cual no existe consumo por parte de la población.

La presión mínima se sigue registrando en el nodo 166 el cual pertenece al sector No.4 ubicado en los extremos de la red. La presión máxima se registró en el nodo 72 perteneciente al sector No.1 con una cota topográfica de 1,127.57 m en su línea principal con una presión de 70 m. esta presión se registra un nodo antes de donde se colocó una válvula reductora de carga, esto para evitar presiones más altas aguas abajo y así como la ruptura de las tuberías para de tal manera garantizar el buen funcionamiento del sistema (Ver Anexo No.2. Resultados de análisis de WATERCAD).

#### **5.14.2 Accesorios en la red de distribución**

Para un funcionamiento óptimo en la red de distribución se dio paso a la colocación y distribución adecuada de una variedad de accesorios hidráulicos, tales como válvulas de limpieza, aire, reductoras de carga y reguladora de flujo con los cuales se pretende un funcionamiento óptimo del sistema, los accesorios se describen a continuación.

**Tabla 21.**Accesorios hidráulicos en la red de distribución

| <b>Válvulas de limpieza</b>         |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
|-------------------------------------|-----------------|-----------|------------|------------------|--------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Red de distribución</b>          |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| <b>Sector No.1</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| <b>N.º Válvula</b>                  | <b>Estación</b> | <b>X</b>  | <b>Y</b>   | <b>Elevación</b> | <b>Punto</b> | <b>Diámetro de tubería</b> | <b>Diámetro económico</b>  |
| Válvula de limpieza 01              | 0+99.4          | 615061.67 | 1450360.19 | 1164.39          | 1854         | 3.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| Válvula de limpieza 02              | 0+130.86        | 615086.77 | 1450373.56 | 1159.25          | 1856         | 3.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| Válvula de limpieza 03              | 0+140.37        | 615377.26 | 1451127.8  | 1040.29          | 1919         | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| Válvula de limpieza 04              | 0+266.14        | 615494.15 | 1451123.09 | 1088.85          | 1925         | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| <b>Sector No.2</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| Válvula de limpieza 01              | 0+024.87        | 615309.29 | 1451745.47 | 1110.64          | 1977         | 2.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| Válvula de limpieza 02              | 0+046.74        | 615322.93 | 1451878.36 | 1137.92          | 1991         | 1.50 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| <b>Sector No.3</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| Válvula de limpieza 01              | 0+101.47        | 615403.14 | 1451701.4  | 1105.38          | 101          | 2.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| <b>Sector No.5</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| Válvula de limpieza 01              | 0+018.88        | 615630.36 | 1451700.15 | 1097.09          | 560          | 2.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| <b>Válvulas de aire</b>             |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| <b>Sector No.1</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| <b>N.º Válvula</b>                  | <b>Estación</b> | <b>X</b>  | <b>Y</b>   | <b>Elevación</b> | <b>Punto</b> | <b>Diámetro de Tubería</b> | <b>Diámetro económico</b>  |
| Válvula de aire 01                  | 0+143.93        | 615094.2  | 1450384.32 | 1180.16          | 1860         | 3.00 Pulg                  | 2.00 Pulg                  |
| Válvula de aire 02                  | 0+523.24        | 615212.49 | 1450739.87 | 1185.81          | 1874         | 3.00 Pulg                  | 2.00 Pulg                  |
| Válvula de aire 03                  | 0+194.37        | 615428.72 | 1451137.19 | 1097.71          | 1923         | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| <b>SECTOR N°2</b>                   |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| Válvula de aire 01                  | 0+124.96        | 615291.98 | 1451840.85 | 1135.21          | 1986         | 2.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| Válvula de aire 02                  | 0+525           | 615130.79 | 1452044.68 | 1131.82          | 45           | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| Válvula de aire 03                  | 0+107.54        | 615363.83 | 1451923.22 | 1133.91          | 1995         | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| <b>Sector No.3</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| Válvula de aire 01                  | 0+171.22        | 615471.38 | 1451688.86 | 1122.27          | 104          | 2.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| <b>Sector No.5</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| Válvula de aire 01                  | 0+061.38        | 615655.25 | 1451734.65 | 1004.21          | 325          | 2.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| <b>Válvulas reductoras de carga</b> |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| <b>Sector No.1</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                            |
| <b>N.º válvula</b>                  | <b>Estación</b> | <b>X</b>  | <b>Y</b>   | <b>Elevación</b> | <b>Punto</b> | <b>Diámetro de tubería</b> | <b>Diámetro a utilizar</b> |
| Válvula reductora 01                | 0+092.63        | 615339.74 | 1451158.28 | 1043.79          | 1917         | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg                  |
| Válvula reductora 02                | 1+573.54        | 615284.83 | 1451683.76 | 1126.31          | 1970         | 2.50 Pulg                  | 2.50 Pulg                  |

| <b>Pilas rompe presión</b>          |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
|-------------------------------------|-----------------|-----------|------------|------------------|--------------|----------------------------|------------------------|
| <b>Sector No.1</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| <b>N.º Pila</b>                     | <b>Estación</b> | <b>X</b>  | <b>Y</b>   | <b>Elevación</b> | <b>Punto</b> | <b>Diámetro de entrada</b> | <b>Diámetro salida</b> |
| Pila Rompe Presión N°1              | 0+23.02         | 615275.88 | 1451183.89 | 1151.33          | 1907         | 2.50 Pulg                  | 2.00 Pulg              |
| <b>Sector No.3</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| Pila Rompe Presión 02               | 0+005.52        | 615310.36 | 1451722.58 | 1121.64          | 1974         | 2.50 Pulg                  | 2.00 Pulg              |
| <b>Sector No.4</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| Pila Rompe Presión 03               | 0+071.28        | 615641.65 | 1451618.24 | 1102.18          | 291          | 1.50 Pulg                  | 1.50 Pulg              |
| <b>Sector No.5</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| Pila Rompe Presión 04               | 0+156.52        | 615697.29 | 1451815.79 | 1083.82          | 344          | 2.00 Pulg                  | 1.50 Pulg              |
| <b>Válvulas de control de flujo</b> |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| <b>Sector No.1</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| <b>N.º válvula</b>                  | <b>Estación</b> | <b>X</b>  | <b>Y</b>   | <b>Elevación</b> | <b>Punto</b> | <b>Diámetro entrada</b>    | <b>Diámetro salida</b> |
| RDS1-01                             | 1+594.63        | 615295.71 | 1451701.83 | 1125.12          | 1971         | 2.50 Pulg                  | 2.50 Pulg              |
| RSS1-02                             | 0+028.62        | 615214.67 | 1451277.98 | 1154.11          | 1933         | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg              |
| <b>Sector No.2</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| RDS2-01                             | 0+142.94        | 615281.51 | 1451855.4  | 1136.45          | 1998         | 2.00 Pulg                  | 1.50 Pulg              |
| RDS2-02                             | 0+423.19        | 615090.64 | 1451952.49 | 1125.81          | 18           | 1.50 Pulg                  | 1.50 Pulg              |
| RDS2-03                             | 0+448.3         | 615097.15 | 1451976.74 | 1128.23          | 49           | 1.50 Pulg                  | 1.50 Pulg              |
| RDS2-04                             | 0+020.99        | 615113.3  | 1451977.36 | 1121.43          | 20           | 1.50 Pulg                  | 1.50 Pulg              |
| <b>Sector No.3</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| RDS3-01                             | 0+292.04        | 615588.66 | 1451690.35 | 1104.91          | 281          | 2.00 Pulg                  | 2.00 Pulg              |
| <b>Sector No.4</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| RDS4-01                             | 0+012.22        | 615627.1  | 1451675.14 | 1099.33          | 284          | 2.00 Pulg                  | 1.50 Pulg              |
| RDS4-02                             | 0+097.94        | 615653.46 | 1451595.39 | 1099.33          | 303          | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg              |
| RDS4-03                             | 0+020.51        | 615648.41 | 1451582.87 | 1099.48          | 294          | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg              |
| <b>Sector No.5</b>                  |                 |           |            |                  |              |                            |                        |
| RDS5-01                             | 0+183.54        | 615700    | 1451842.57 | 1081.99          | 346          | 1.50 Pulg                  | 1.50 Pulg              |
| RDS5-02                             | 0+012.83        | 615711.89 | 1451825.59 | 1080.18          | 345          | 1.00 Pulg                  | 1.00 Pulg              |

Fuente. Elaboración propia

### 5.14.2.1 Pilas rompe presión

Tomando en cuenta la metodología de análisis y diseño de pilas rompe presión, tomada del libro Agua potable para comunidades rurales, del autor Roger Agüero Pittman, se procedió al debido análisis y rediseño de las pilas rompe presión de este ser necesario.

Las Pilas Rompe Presiones existentes en el sistema seguirán siendo utilizadas ya que al utilizarse el mismo trazado de la red.

Todas las pilas cumplen su función de trabajo y están ubicadas en lugares estratégicos cumpliendo sus funciones para la cual se diseñó que es disipar la energía que provoca presiones excesivas en el sistema. Por esto las pilas presentan las siguientes características.

**Tabla 22.**Características de pilas rompe presión en la red de distribución

| Descripción             | Coordenadas |            | Elevación (msnm) | Caudal de diseño (lps) | Diámetros (pulg) |        | Dimensiones internas (m) |       |        |
|-------------------------|-------------|------------|------------------|------------------------|------------------|--------|--------------------------|-------|--------|
|                         | X           | Y          |                  |                        | Entrada          | Salida | Ancho                    | Largo | Altura |
| Pila rompe presión No.1 | 615275.88   | 1451183.89 | 1,153.46         | 0.015                  | 2.5              | 2      | 0.6                      | 0.6   | 1      |
| Pila rompe presión No.2 | 615310.36   | 1451722.58 | 1,121.64         | 0.121                  | 2.5              | 2      | 0.6                      | 0.6   | 1      |
| Pila rompe presión No.3 | 615641.65   | 1451618.24 | 1,102.18         | 0.049                  | 1.5              | 1.5    | 0.6                      | 0.6   | 1      |
| Pila rompe presión No.4 | 615697.29   | 1451815.79 | 1,083.82         | 0.044                  | 2                | 1.5    | 0.6                      | 0.6   | 1      |

**Fuente.** Elaboración propia

El dimensionamiento interno de las estructuras de las cuatro pilas serán las mismas siendo estas de 0.60 m x 0.60 m.

La altura de diseño de las pilas dependió de sus diámetros de entrada y salida, así como del caudal que llega a cada una de ellas el cual está en dependencia del consumo en dichos tramos, la altura en todas las pilas se definió de 1 m.

### **5.15 Nivel de servicio**

El nivel de servicio será por medio de conexiones domiciliarias que serán instaladas hasta el límite de la propiedad, de las cuales se propone instalar actualmente 126 tomas, con un total de 66 esperas, para un total de 192 viviendas que son las que se prevén para el final del periodo de diseño del proyecto de abastecimiento de agua siendo este de 20 años. De esta manera se propuso la instalación de micromedidores esto para poder hacer un uso racional del agua, así como preservación de los recursos naturales tal cual lo es el agua, vital líquido indispensable para el ser humano.

## 5.16 Cloración

La tabla N°23 de cloro, muestra el cálculo de la cantidad de cloro para la desinfección mediante la aplicación de la solución de cloro para conseguir una dotación de 1.5 mg/l, la concentración comercial del cloro será al 70%. Los valores de peso y dosis se establecen en la siguiente tabla:

**Tabla 23.** Dosificación de cloro para la comunidad de Apaquila

| Proyecto:       | Sistema de agua potable en la comunidad de Apaquila |                            |                               |                       |                        | Jinotega                |                                    |                                  |
|-----------------|---|----------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
|                 |   |                            |                               |                       |                        | Comunidad de Apaquila   |                                    |                                  |
| Dosis promedio  |   | Concentración comercial    |                               |                       | Concentración Solución |                         |                                    |                                  |
| d = 1.50 mg/lit |   | CC. = 0.70                 |                               |                       | Cs = 0.01              |                         |                                    |                                  |
| Año             | Caudal  | Peso hipoclorito en Gr/día | Peso hipoclorito en Gr/Semana | Almacenamiento mezcla | Q goteo (ml/min)       | Precio 1 Kg hipoclorito | Precio total hipoclorito (Mensual) | Precio total hipoclorito (Anual) |
| 2020            | 0.550197  | 14.55 gr                   | 101.87 gr                     | 252 Lt                | 6                      | C\$ 150.00              | C\$ 61.12                          | C\$ 733.43                       |
| 2021            | 0.564365  | 14.93 gr                   | 104.49 gr                     | 252 Lt                | 6                      | C\$ 150.00              | C\$ 62.69                          | C\$ 752.32                       |
| 2022            | 0.578533  | 15.30 gr                   | 107.11 gr                     | 252 Lt                | 6                      | C\$ 150.00              | C\$ 64.27                          | C\$ 771.20                       |
| 2023            | 0.592702  | 15.68 gr                   | 109.73 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 65.84                          | C\$ 790.09                       |
| 2024            | 0.60805   | 16.08 gr                   | 112.58 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 67.55                          | C\$ 810.55                       |
| 2025            | 0.623399  | 16.49 gr                   | 115.42 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 69.25                          | C\$ 831.01                       |
| 2026            | 0.638748  | 16.89 gr                   | 118.26 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 70.96                          | C\$ 851.47                       |
| 2027            | 0.655278  | 17.33 gr                   | 121.32 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 72.79                          | C\$ 873.50                       |
| 2028            | 0.671807  | 17.77 gr                   | 124.38 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 74.63                          | C\$ 895.54                       |
| 2029            | 0.688337  | 18.21 gr                   | 127.44 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 76.46                          | C\$ 917.57                       |
| 2030            | 0.706047  | 18.67 gr                   | 130.72 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 78.43                          | C\$ 941.18                       |
| 2031            | 0.723757  | 19.14 gr                   | 134.00 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 80.40                          | C\$ 964.79                       |
| 2032            | 0.741467  | 19.61 gr                   | 137.28 gr                     | 252 Lt                | 8                      | C\$ 150.00              | C\$ 82.37                          | C\$ 988.40                       |
| 2033            | 0.760358  | 20.11 gr                   | 140.77 gr                     | 252 Lt                | 10                     | C\$ 150.00              | C\$ 84.46                          | C\$ 1013.58                      |
| 2034            | 0.779249  | 20.61 gr                   | 144.27 gr                     | 252 Lt                | 10                     | C\$ 150.00              | C\$ 86.56                          | C\$ 1038.76                      |
| 2035            | 0.799321  | 21.14 gr                   | 147.99 gr                     | 252 Lt                | 10                     | C\$ 150.00              | C\$ 88.79                          | C\$ 1065.52                      |
| 2036            | 0.819392  | 21.67 gr                   | 151.70 gr                     | 252 Lt                | 10                     | C\$ 150.00              | C\$ 91.02                          | C\$ 1092.27                      |
| 2037            | 0.839464  | 22.20 gr                   | 155.42 gr                     | 252 Lt                | 10                     | C\$ 150.00              | C\$ 93.25                          | C\$ 1119.03                      |
| 2038            | 0.860716  | 22.77 gr                   | 159.36 gr                     | 252 Lt                | 10                     | C\$ 150.00              | C\$ 95.61                          | C\$ 1147.36                      |
| 2039            | 0.881968  | 23.33 gr                   | 163.29 gr                     | 252 Lt                | 10                     | C\$ 150.00              | C\$ 97.97                          | C\$ 1175.69                      |
| 2040            | 0.904401  | 23.92 gr                   | 167.44 gr                     | 252 Lt                | 10                     | C\$ 150.00              | C\$ 100.47                         | C\$ 1205.59                      |

Fuente. Elaboración propia

El agua proveniente de la captación presenta grados de contaminación bacteriana (4.5 coliformes totales NMP/100 ml), por lo que se requerirá de un proceso de desinfección mediante el uso de hipoclorito de calcio para la desinfección. Se propone un equipo de clorinador de carga constante por gravedad, instalado sobre la losa superior del tanque de almacenamiento. En las zonas rurales del país el clorinador de carga constante por goteo es el más utilizado, por ser el más económico y fácil de operar (Ver Anexo No.5. Juego de planos).

Las características de este dosificador son:

- ✓ Esta construido con tubería de PVC para agua y desagüe.
- ✓ Es desmontable.
- ✓ Su operación es sencilla.
- ✓ Es resistente a la corrosión.
- ✓ 1 tanque de 252 litros para solución madre
- ✓ 1 balde de 20 litros para suministrar el cloro ya mezclado.

## 5.17 Costos

### 5.17.1 Costos de las obras civiles del proyecto

El costo de la inversión para la ejecución del proyecto de agua potable para la comunidad de Apaquila, Municipio de Jinotega es de C\$ 2,518,371.49 el cual se resumen en la siguiente tabla. (Ver Anexo No.4. Costos, a) Costos de las obras del proyecto).

**Tabla 24.** Resumen de presupuesto del proyecto

| No.                             | Descripción de la Etapa  | U/m  | Cantidad | Costo unitario           | Costo total     |
|---------------------------------|--------------------------|------|----------|--------------------------|-----------------|
| 1                               | Obra de captación        | C/U  | 1        | C\$ 4,217.99             | C\$ 4,217.99    |
| 2                               | Línea de conducción      | Glob | 1        | C\$ 849,155.40           | C\$ 849,155.40  |
| 3                               | Tratamiento de agua      | Glob | 1        | C\$ 15,787.70            | C\$ 15,787.70   |
| 4                               | Tanque de almacenamiento | Glob | 1        | C\$ 85,507.05            | C\$ 85,507.05   |
| 5                               | Red de distribución      | Glob | 1        | C\$1,059,594.91          | C\$1,059,594.91 |
| 6                               | Micro medición           | Glob | 1        | C\$ 407,222.40           | C\$ 407,222.40  |
| <b>SUB-TOTAL</b>                |                          |      |          | <b>C\$ 2,320,190.703</b> |                 |
| IVA (15%)                       |                          |      |          | <b>C\$ 151,776.98</b>    |                 |
| IR (2%)                         |                          |      |          | <b>C\$ 46,403.81</b>     |                 |
| <b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b> |                          |      |          | <b>C\$ 2,518,371.49</b>  |                 |

Fuente. Elaboración propia

### 5.17.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento se establecieron, de manera que se pueda dar paso al cálculo de la tarifa establecida en la *Guía y cartilla para el cálculo y fijación de tarifas en pequeños sistemas de agua potable*, esta establecidos por el INAA, de esta manera se propone una tarifa ideal a para el costo del servicio de agua.

Con la tarifa a proponerse, se espera que el sistema sea autosostenible durante el periodo de 20 años para el cual fue proyectado. De esta manera se puede

contar con fondos de Reposición de Activos Fijos (RAF), estos para las obras civiles contempladas el cual su valor va en dependencia de su vida útil.

### 5.17.2.1 Operación

Los costos de operación se incluyeron los salarios de las personas que ocuparan ciertos cargos de carácter importantes para una óptima operación del sistema, así como el costo del hipoclorito de calcio, a continuación, se expresan los cargos y sus salarios propuesto.

**Tabla 25.** Salarios propuestos del personal de operación del sistema

| <b>Puesto</b>     | <b>SALARIOS C\$ / MES</b> |          |
|-------------------|---------------------------|----------|
| <b>Operario</b>   | 1,500.00                  | 1,500.00 |
| <b>Técnico</b>    |                           | 0.00     |
| <b>Fontanero</b>  | 1,500.00                  | 1,500.00 |
| <b>Tesorero/a</b> | 1,000.00                  | 1,000.00 |
| <b>Colector/a</b> | 1,000.00                  | 1,000.00 |
| <b>Ayudante</b>   |                           | 0.00     |
| 0.00%             | Prest.Soc. =              | 0.00     |
| <b>Total =</b>    | <b>C\$ 5,000.00</b>       |          |

**Fuente.** Elaboración propia

De la misma manera el precio del kilogramo de hipoclorito de calcio tiene un valor de C\$ 231.50.

### 5.17.2.2 Mantenimiento

En cuanto al mantenimiento se tomaron en cuenta las obras civiles y los gastos administrativos del sistema de abastecimiento de agua, a la cual se estimó un valor 5% del costo total de cada obra civil, con esto se espera obtener un costo destinado al mantenimiento anual de cada obra, por cualquier daño o falla a presentarse.

**Tabla 26.** Costos de mantenimiento para reposición del sistema

| Elemento   | Costo C\$               |       |
|--|-------------------------|-------|
| Fuente y O. de toma                              | C\$ 4,217.99            | 5%    |
| Equipo de bombeo                                 | C\$ 0.00                | 5%    |
| Inst. eléctricas                                 | C\$ 0.00                | 5%    |
| Línea de impulsión                               | C\$ 0.00                | 5%    |
| Pilas Rompe Presión (2)                          | C\$ 35,376.24           | 5%    |
| Válvulas y accesorios                            | C\$ 48,980.61           | 5%    |
| Obras civiles complementarias (Pases aéreos)     | C\$ 44,164.00           | 5%    |
| Línea de conducción PVC                          | C\$ 216,680.78          | 5%    |
| Línea de distribución                            | C\$ 381,721.78          | 5%    |
| Pilas Rompe Presión (4)                          | C\$ 60,300.36           | 5%    |
| Válvulas y accesorios                            | C\$ 81,566.13           | 5%    |
| Medidores  | C\$ 407,222.40          | 5%    |
| Tanque de almacenamiento concreto sobre el suelo | C\$ 85,507.05           | 5%    |
| Clorinador                                       | C\$ 15,787.70           | 5%    |
| Gastos administrativos                           | C\$ 5,000.00            | 50.0% |
| <b>Total</b>                                     | <b>C\$ 1,386,525.04</b> |       |

Fuente. Elaboración propia

**5.17.2.3 Reposición de activos fijos (RAF)**

La reposición de activos fijo consiste en la recuperación de un porcentaje o del total de la obra en el periodo de diseño, siendo este de 20 años. Las obras civiles, de las cuales, se han calculado en base a sus costos y vida útil. Los valores de vida útil se tomaron de la *Guía y cartilla para el cálculo y fijación de tarifas en pequeños sistemas de agua potable, esta establecidos por el INAA*, de esta manera se pudieron determinar la Reposición de Activos Fijos (RAF) expresados en la siguiente tabla.

**Tabla 27.** Costos de Reposición de activos fijos (RAF)

| <b>Obra civil</b>                                | <b>VU</b> | <b>Costo RAF</b>     |
|--|-----------|----------------------|
| Fuente y O. de toma                              | 20        | C\$ 210.90           |
| Equipo de bombeo                                 | 15        | C\$ 0.00             |
| Inst. eléctricas                                 | 15        | C\$ 0.00             |
| Línea de impulsión                               | 15        | C\$ 0.00             |
| Pilas Rompe Presión (2)                          | 30        | C\$ 1,179.21         |
| Válvulas y accesorios                            | 20        | C\$ 2,449.03         |
| Obras civiles complementarias (Pases aéreos)     | 40        | C\$ 1,104.10         |
| Línea de conducción PVC                          | 60        | C\$ 3,611.35         |
| Línea de distribución                            | 60        | C\$ 6,362.03         |
| Pilas Rompe Presión (4)                          | 30        | C\$ 2,010.01         |
| Válvulas y accesorios                            | 20        | C\$ 4,078.31         |
| Medidores  | 15        | C\$ 27,148.16        |
| Tanque de Almacenamiento concreto sobre el suelo | 50        | C\$ 1,710.14         |
| Clorinador                                       | 20        | C\$ 789.39           |
| Gastos administrativos                           |           |                      |
| Total  |           | <b>C\$ 50,652.62</b> |

**Fuente.** Elaboración propia**5.18 Tarifa**

La tarifa del sistema se calculó con respecto a los costos de operación y mantenimiento del proyecto, de esta manera se determina la tarifa a proponer.

Con la tarifa propuesta se espera que el sistema de abastecimiento de agua potable en la comunidad de Apaquila sea autosostenible garantizando sus costos de operación, administración y mantenimiento, durante el periodo de diseño previsto de 20 años. Además, les permite generar excedentes para inversiones futuras.

El valor de la tarifa calculada de este sistema de agua es:

**Tabla 28.** Tarifa de consumo propuesta para la comunidad de Apaquila

| Tabla de Tarifa                    |       |                           |
|------------------------------------|-------|---------------------------|
| Rango de Consumo (m <sup>3</sup> ) |       | Tarifa C\$/m <sup>3</sup> |
| 0                                  | 8     | 7.0                       |
| 9                                  | 15    | 9.0                       |
| 16                                 | 20    | 11.0                      |
| 21                                 | 25    | 13.0                      |
| 25 m3                              | a mas | 15.0                      |

**Fuente.** Elaboración propia

La tarifa básica será de C\$ 56 mensual para cada uno de los usuarios que gocen el servicio de agua del sistema de abastecimiento en la comunidad de Apaquila.

Esta tarifa básica se propone que sea en el rango de consumo de 0 a 8 m<sup>3</sup>, de esta manera toda persona que exceda ese rango de consumo básico pagar un precio distinto por cada metro cubico consumido. Esta tarifa fue revisada en sistemas similares a este, con lo cual la tarifa de consumo básico predomina entre los 8-12 córdobas en comunidades cercanas a la comunidad de Apaquila, así como en sistemas de carácter similar de funcionamiento, estos datos fueron corroborados por la base de datos del SIASAR.

El valor de la tarifa calculada además de cubrir los costos de operación, administración y mantenimiento permiten ir acumulando un ahorro mensual de C\$ 4,873.53, lo que significa que al cabo de los 20 años se estaría contando con un 85% del valor total de las obras civiles contempladas actualmente.

## **Conclusiones y recomendaciones**

### **Conclusiones**

1. Se ha logrado evaluar, mediante un análisis técnico y social el funcionamiento del sistema de agua potable que corresponde a un mini acueducto por gravedad (MAG) de la comunidad de Apaquila.
2. Mediante el levantamiento topográfico se pudo conocer los puntos críticos que afectan el funcionamiento hidráulico del sistema, los que fueron utilizados para evaluar y diseñar los diferentes elementos hidráulicos del sistema que garanticen su buen funcionamiento.
3. La comunidad de Apaquila cuenta con una población actual de 466 habitantes (año 2020) y para el final del periodo de diseño (año 2040) la población se estimó en 766 habitantes, para un consumo promedio diario de 7,387.03 galones por día y 12,142.6 galones por día respectivamente
4. El potencial hídrico de la fuente seleccionada (Fuente Apaquila No.1) satisface la demanda actual y proyectada de la población, así como los parámetros de calidad del agua que deben cumplir de acuerdo a lo establecido en las normas nacionales de agua para el consumo humano.
5. Mediante el uso del programa WATERCAD se ha logrado realizar el diagnóstico, análisis y rediseños hidráulicos para el correcto funcionamiento técnico del Mini acueducto por Gravedad (MAG) de la comunidad de Apaquila No. 1, generando además sus planos y detalles arquitectónicos correspondientes.
6. El monto total de la obra asciende a C\$ 2,518,371.49 córdobas, equivalentes a \$71,782.04 dólares americanos (cambio 1 dólar = 35.11 córdobas; 31 mayo 2021), así mismo se ha calculado en base a los costos de operación, mantenimiento y administración una tarifa básica que garantice la

sostenibilidad del sistema de C\$ 56 para un consumo entre los rangos de 0 y 8 m<sup>3</sup> y con costos diferenciados para consumos mayores a este rango.

7. Los análisis hidráulicos mediante el software WATERCAD se realizaron bajo condición crítica, tomando el software la carga inicial de agua de 0.3m en el tanque.

## **Recomendaciones**

1. Organizar un programa de capacitación en educación en prácticas de higiene y saneamiento a nivel familiar y comunitario.
2. Desarrollar un proceso de formación al CAPS sobre aspectos de operación, mantenimiento y administración de su sistema de agua potable, que sea acompañado por la Unidad Municipal de Agua y Saneamiento (UMAS) del municipio de Jinotega.
3. Para poder llevar a cabo el proyecto se recomienda hacer el levantamiento topográfico que permita corroborar los datos recolectados, ya que los datos generados se obtuvieron mediante GPS por la falta de accesibilidad para otros equipos.
4. Promover la reforestación en el área de recarga hídrica de la fuente y otras acciones de manejo y conservación para contribuir a la disponibilidad y calidad del agua. Esto debe ser incluido por el CAPS como parte de sus tareas dentro del manejo de su sistema de agua y gestionar apoyo ante la municipalidad y otros organismos que incidan en la zona.
5. Se recomienda que previo al mejoramiento del sistema es necesario gestionar las servidumbres de pase en los terrenos por donde se instalaran las líneas de conducción y distribución del sistema de abastecimiento de agua potable. Esta tarea debe ser apoyadas por las Unidad Municipal de Agua y Saneamiento (UMAS).

## **Bibliografía**

- Agüero Roger Pittman. (1997). *Agua Potable Para Poblaciones Rurales*. Lima: Asociación Servicios Educativos Rurales (SER).
- CAPRE. (1994). *Normas de Calidad del Agua para el Consumo Humano*. San José, Costa Rica: Norma Regional CAPRE.
- Cualla, R. A. (1995). *Elementos de diseño para acueductos y alcantarillado*. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería..
- Ferrer-Aguado. *Abastecimiento, Distribución y Saneamiento de Aguas*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia. Editorial UPV, Ref:489
- INAA. (1998). *Guía para el Cálculo y Fijación de Tarifas de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario para Pequeños Sistemas* . Managua: INAA
- INAA. (1999). *Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTON 09 003 99)*. Managua: INAA.
- INAA. (2001). *Normas De sistemas de Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento en el Medio Rural* Managua: INAA.
- INIDE. (Anuario Estadístico 2011). *Senso poblacional 2005*. Managua: INIDE.
- Instituto Tecnológico Oaxaca. (2001). *Abastecimiento de Agua*. Oaxaca: Dirección General de Institutos Tecnológicos Instituto Tecnológico Oaxaca Departamento de Ciencias de la Tierra.
- SIASAR. *Situación de Agua y Saneamiento del Departamento Jinotega*. Reporte de datos departamentos



*"Miles de personas han sobrevivido sin amor; ninguna sin agua"*

W.H. Auden.

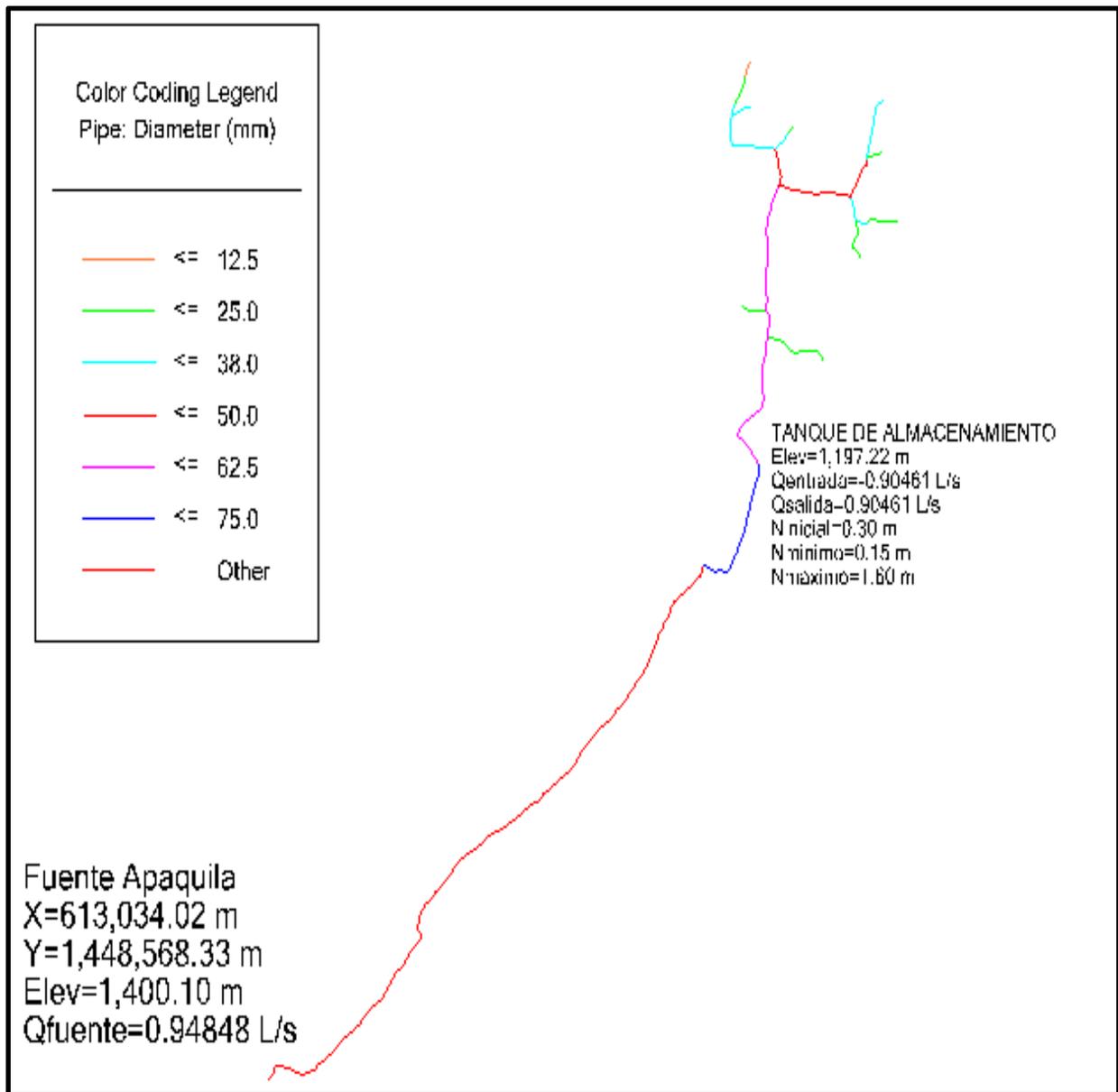
# **Anexo No.1 Resultados de calidad de agua**

**a) Resultados de las pruebas físico-químicas de la fuente de abastecimiento de la comunidad de Apaquila**

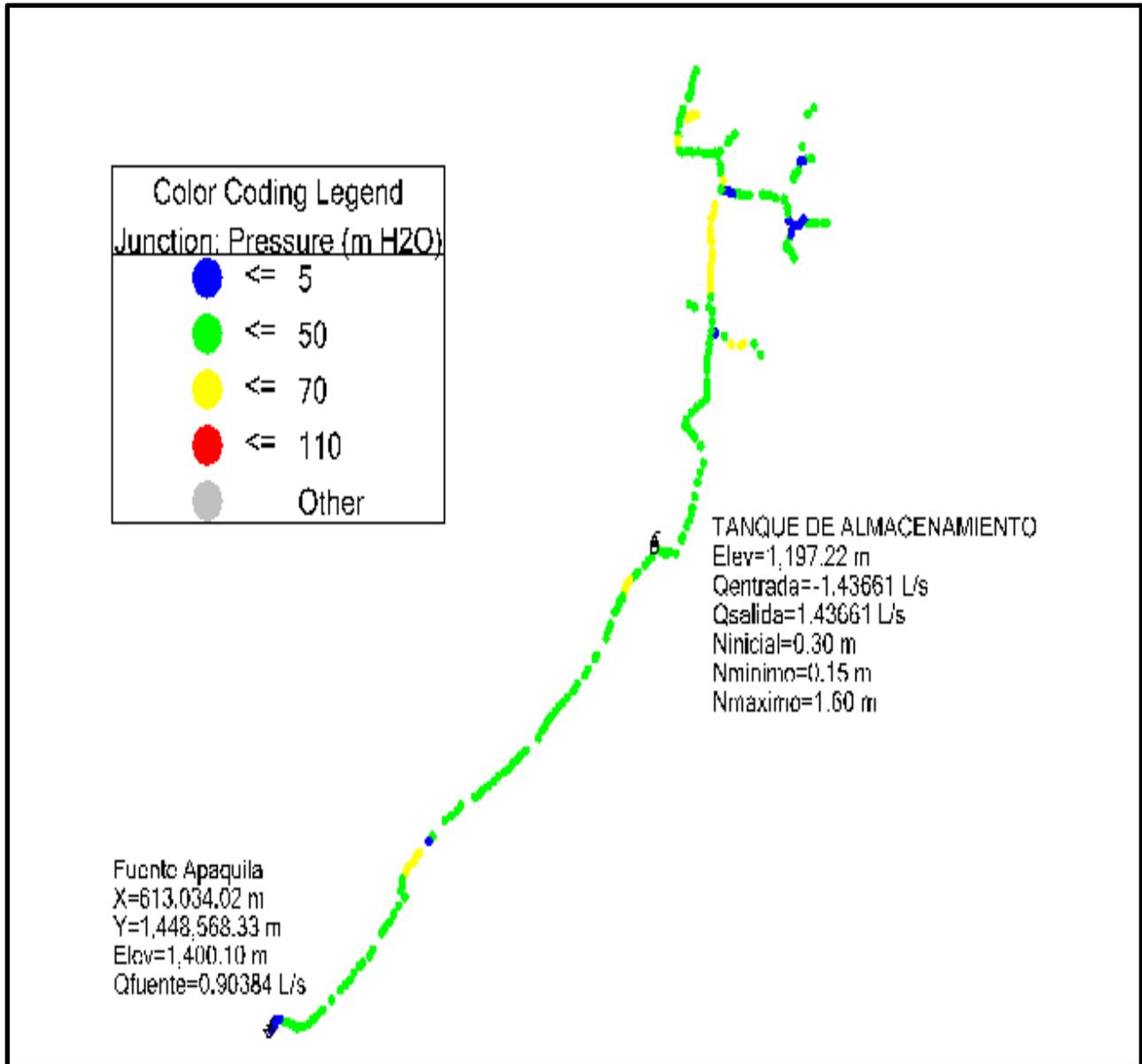
**b) Resultados bacteriológicos de la fuente de abastecimiento de la comunidad de Apaquila.**

## Anexo No.2. Resultados de análisis de WATERCAD

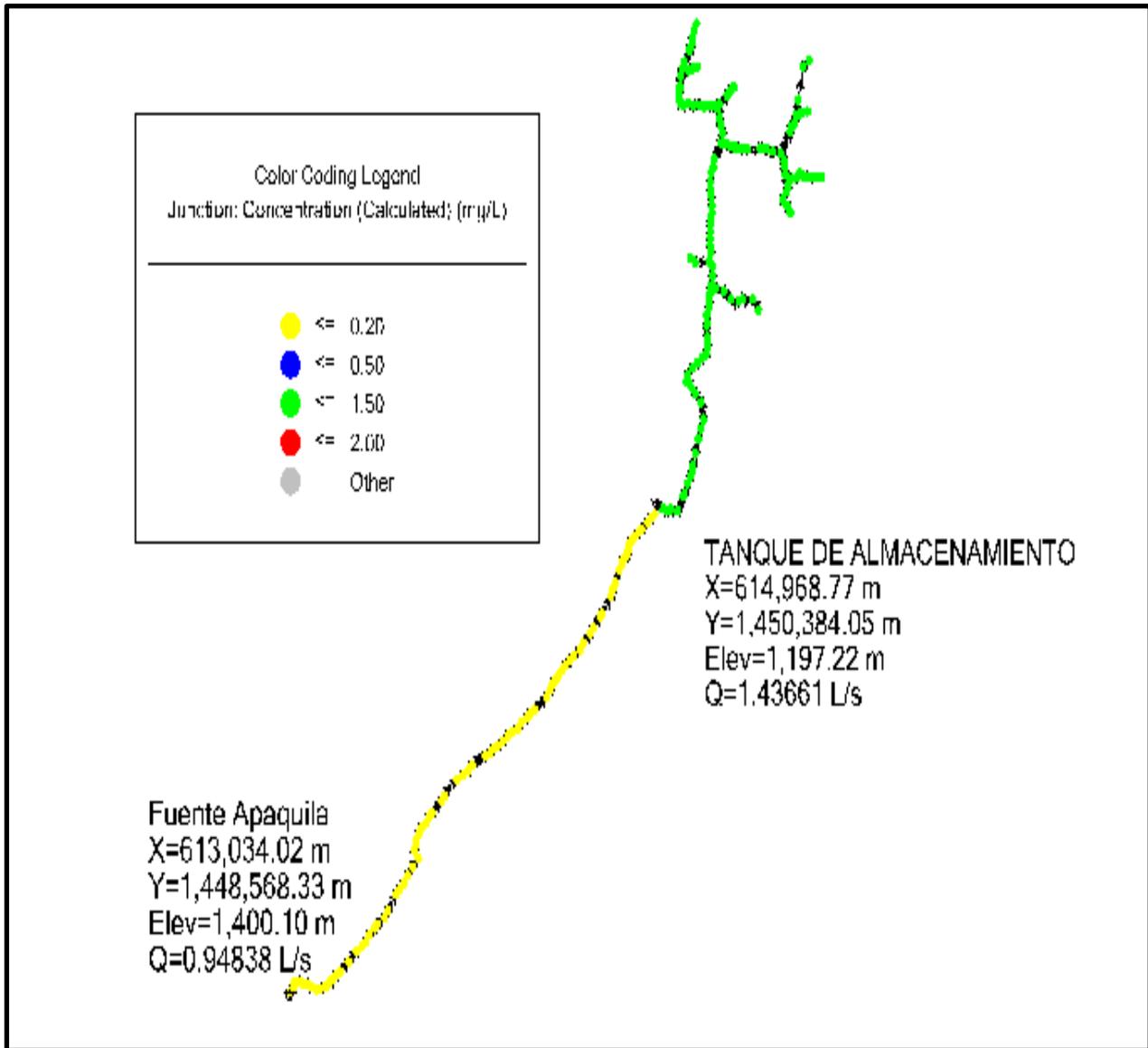
### a) Esquematzicacion de sistema de abastecimiento de agua en la comunidad de Apaquila (diametros).



**b) Esquematización de sistema de abastecimiento de agua en la comuna de Apaquila (presiones).**



**c) Esquematización de sistema de abastecimiento de agua en la comunidad de Apaquila (Cloro residual).**



**d) Análisis con consumo máximo hora en la red**

## **e) Análisis con consumo máximo día en la red**

## **f) Análisis sin consumo en la red**

## **g) Perfiles de elevaciones y presiones (Análisis de sistema actual)**

## **h) Perfiles de elevación y presiones (Diseño de sistema propuesto)**

### Anexo No.3. Modelo de encuesta socioeconómica

#### a) Encuesta socioeconómica

Proyecto\_\_\_\_\_

Departamento\_\_\_\_\_

Municipio \_\_\_\_\_

Comunidad \_\_\_\_\_

#### a) DATOS PERSONALES

| Nombre y apellidos jefe de hogar | Nombre y apellidos jefe de hogar mujer | Numero cedula | Edades  |     |         |     | Número de teléfono | Número de familias en la vivienda | Numero de casa |
|----------------------------------|--|---------------|---------|-----|---------|-----|--------------------|-----------------------------------|----------------|
|                                  |  |               | Mujeres |     | Hombres |     |                    |                                   |                |
|                                  |  |               | 0-12    | +12 | 0-12    | +12 |                    |                                   |                |
|                                  |  |               |         |     |         |     |                    |                                   |                |
|                                  |  |               |         |     |         |     |                    |                                   |                |

#### 2. CONDICIONES DE LA VIVIENDA.

1. La vivienda es: a) Propia\_\_\_\_\_ b) Alquilada\_\_\_\_\_

2. Paredes: a) Bloque\_\_ b) Ladrillo\_\_ c) Madera\_\_\_\_\_

#### 3. SITUACIÓN ECONOMICA DE LA FAMILIA.

3. ¿Cuál es el Ingreso Económico promedio mensual del Hogar? C\$ \_\_\_\_\_

#### 4. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA

4. ¿Está Conectado al sistema de agua? Si\_\_\_ No\_\_\_

5. ¿Cuántas Horas Recibe de agua? \_\_\_\_\_

6. ¿Cuántas Horas recibe agua? \_\_\_\_\_

7. ¿Cuántos días a la semana recibe agua? \_\_\_\_\_

8. ¿Tiene sistema de micro medición? Si\_\_\_ No\_\_\_

9. ¿Cuánto es el consumo mensual (m3)? \_\_\_\_\_

10. ¿De dónde se abastece de Agua? a) Pozo excavado b) Pozo perforado c) Mini acueducto d) otro
11. ¿Quién acarrea el agua? \_\_\_\_\_
12. Número de viajes que realizan/día \_\_\_\_\_
13. ¿Cuál es la distancia recorrida en metros ida y vuelta / viaje? \_\_\_\_\_
14. Tiempo invertido en acarrear agua (minutos/día). \_\_\_\_\_
15. ¿El agua de consumo es tratada? Si\_\_\_ No\_\_\_
16. ¿en la vivienda realiza algún tipo de tratamiento al agua? a) Hervir\_\_\_  
b) Clorar\_\_\_ c) SODIS\_\_\_
17. ¿Conoce la fuente del sistema? Si\_\_\_ No\_\_\_

## **5. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA**

18. ¿Qué tipo de saneamiento dispone y utiliza con frecuencia? a) Letrina mejorada b) Letrina no mejorada c) Inodoro d) Ninguno
19. ¿Está en buen estado el sistema de saneamiento? Si \_\_\_ No\_\_\_
20. ¿Practica el lavado de manos en los momentos claves? Si\_\_\_ No\_\_\_
21. ¿Cuentan con estaciones de lavados de manos? Si\_\_\_ No\_\_\_
22. ¿Qué hacen con las aguas grises? a) Corren por el patio o las calles b) Fosa c) Riegan plantas
23. ¿Cómo manejan la basura? a) Queman b) Botan en el patio c) Vertedero d) Entierran e) Abono

## **Anexo No.4 Costos**

a) Costos de las obras del proyecto

| Etapa                         | Sub etapa  | Materiales |        |                 |               | Mano de Obra |     |                 |                      | Costo total          |
|-------------------------------|--|------------|--------|-----------------|---------------|--------------|-----|-----------------|----------------------|----------------------|
|                               |  | Cantidad   | U/M    | Precio unitario | Precio total  | Cantidad     | U/M | Precio unitario | Precio total         |                      |
| <b>01-Obra de captación</b>   |  |            |        |                 |               |              |     |                 |                      | <b>C\$ 4217.99</b>   |
|                               | <b>1.1-Mantenimiento de tapa de protección</b>       |            |        |                 |               |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Pintura anticorrosiva Roja                           | 1          | Cuarto | C\$ 180.70      | C\$ 180.70    |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Brocha 2"  | 2          | und    | C\$ 60.17       | C\$ 120.34    |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Lija acabado grueso                                  | 2          | und    | C\$ 20.00       | C\$ 40.00     |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Diluyente  | 1          | Lts    | C\$ 90.00       | C\$ 90.00     |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Mano de obra pintura                                 |            |        |                 |               | 1            | m²  | C\$ 50.00       | C\$ 50.00            |                      |
|                               | <b>1.2-Instalacion de cámara seca</b>                |            |        |                 |               |              |     |                 |                      |                      |
|                               | 6.6.5.1-Valvula compuerta 2 "                        |            |        |                 |               |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Válvula de compuerta 2"                              | 1          | und    | C\$ 2893.45     | C\$ 2893.45   |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Adaptadores macho 2"                                 | 2          | und    | C\$ 110.25      | C\$ 220.50    |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Teflón industrial 3/4                                | 2          | und    | C\$ 29.00       | C\$ 58.00     |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Caja de concreto para protección de válvula          | 1          | und    | C\$ 265.00      | C\$ 265.00    |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Mano de obra de instalación                          |            |        |                 |               | 1            | Glb | C\$ 300.00      | C\$ 300.00           |                      |
| <b>02-Línea de conducción</b> |  |            |        |                 |               |              |     |                 |                      | <b>C\$ 849155.40</b> |
|                               | <b>2.1- Excavación para tubería</b>                  |            |        |                 |               | 1701.143918  | m³  | C\$ 182.00      | <b>C\$ 309608.19</b> |                      |
|                               | <b>2.2-Instalacion de cama de arena</b>              |            |        |                 |               |              |     |                 | <b>C\$ 117378.93</b> |                      |
|                               | Arena de rio   | 255.17     | m³     | C\$ 450.00      | C\$ 114827.21 |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Instalación  |            |        |                 |               | 255.17       | m³  | C\$ 10.00       | C\$ 2551.72          |                      |
|                               | <b>2.3-Instalacion de tubería</b>                    |            |        |                 |               |              |     |                 | <b>C\$ 216680.78</b> |                      |
|                               | <b>Tubería de 2"</b>                                 |            |        |                 |               |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Tubo 2" cedula SDR-26                                | 473        | und    | C\$ 280.00      | C\$ 132440.00 |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Instalación tubería                                  |            |        |                 |               | 473          | und | C\$ 90.00       | C\$ 42570.00         |                      |
|                               | Atierra de tubería.                                  |            |        |                 |               | 1445.97      | m³  | C\$ 20.00       | C\$ 28912.20         |                      |
|                               | Desalojo de material sobrante                        |            |        |                 |               | 255.17       | m³  | C\$ 50.00       | C\$ 12758.58         |                      |
|                               | <b>2.4-Construccion de pila rompe carga (1 Pila)</b> |            |        |                 |               |              |     |                 |                      |                      |
|                               | <b>2.4.1-Construccion de caja de concreto</b>        |            |        |                 |               |              |     |                 | <b>C\$ 5896.04</b>   |                      |
|                               | Caja de pila de concreto                             |            |        |                 |               |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Cemento  | 5          | Bolsa  | C\$ 350.00      | C\$ 1750.00   |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Ladrillos  | 270        | und    | C\$ 4.00        | C\$ 1080.00   |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Arena motastepe                                      | 0.5        | m³     | C\$ 900.00      | C\$ 450.00    |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Varillas de hierro de 1/4"                           | 0.5        | qq     | C\$ 1300.00     | C\$ 650.00    |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Piedrín  | 0.1        | m³     | C\$ 750.00      | C\$ 75.00     |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Alambre de amarre                                    | 2          | lb     | C\$ 30.00       | C\$ 60.00     |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Mano de obra albañil                                 |            |        |                 |               | 1            | Glb | C\$ 1300.00     | C\$ 1300.00          |                      |
|                               | Pintura anticorrosiva roja                           | 1          | Cuarto | C\$ 180.70      | C\$ 180.70    |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Brocha 2"  | 2          | und    | C\$ 60.17       | C\$ 120.34    |              |     |                 |                      |                      |
|                               | Lija acabado grueso                                  | 2          | und    | C\$ 20.00       | C\$ 40.00     |              |     |                 |                      |                      |

|   |    |        |             |             |   |     |             |                     |                     |
|---|----|--------|-------------|-------------|---|-----|-------------|---------------------|---------------------|
| Diluyente   | 1  | Lts    | C\$ 90.00   | C\$ 90.00   |   |     |             |                     |                     |
| Mano de obra pintura                                  |    |        |             |             | 2 | m²  | C\$ 50.00   | C\$ 100.00          |                     |
| <b>2.4.2-Acesorios de pila</b>                        |    |        |             |             |   |     |             | <b>C\$ 10517.10</b> |                     |
| Codos Hg 90° 2"                                       | 4  | und    | C\$ 115.00  | C\$ 460.00  |   |     |             |                     |                     |
| Válvula compuerta 2 "                                 | 1  | und    | C\$ 1421.70 | C\$ 1421.70 |   |     |             |                     |                     |
| Válvula flotador 2"                                   | 1  | und    | C\$ 5200.00 | C\$ 5200.00 |   |     |             |                     |                     |
| Tubo HG ced 40  | 1  | und    | C\$ 2450.00 | C\$ 2450.00 |   |     |             |                     |                     |
| Adaptadores macho 2"                                  | 2  | und    | C\$ 28.70   | C\$ 57.40   |   |     |             |                     |                     |
| Teflón industrial 3/4                                 | 2  | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |   |     |             |                     |                     |
| Silicon transparente                                  | 1  | und    | C\$ 70.00   | C\$ 70.00   |   |     |             |                     |                     |
| Mano de obra de instalación                           |    |        |             |             | 1 | Glb | C\$ 800.00  | C\$ 800.00          |                     |
| <b>2.5-Mantenimiento de pila rompe carga (1 Pila)</b> |    |        |             |             |   |     |             |                     | <b>C\$ 11048.14</b> |
| <b>2.5.1-Mantenimiento de tapa de protección</b>      |    |        |             |             |   |     |             | <b>C\$ 531.04</b>   |                     |
| Pintura anticorrosiva roja                            | 1  | Cuarto | C\$ 180.70  | C\$ 180.70  |   |     |             |                     |                     |
| Brocha 2"   | 2  | und    | C\$ 60.17   | C\$ 120.34  |   |     |             |                     |                     |
| Lija acabado grueso                                   | 2  | und    | C\$ 20.00   | C\$ 40.00   |   |     |             |                     |                     |
| Diluyente   | 1  | Lts    | C\$ 90.00   | C\$ 90.00   |   |     |             |                     |                     |
| Mano de obra pintura                                  |    |        |             |             | 2 | m²  | C\$ 50.00   | C\$ 100.00          |                     |
| <b>2.5.2-Cambio de accesorios</b>                     |    |        |             |             |   |     |             | <b>C\$ 10517.10</b> |                     |
| Codos Hg 90° 2"                                       | 4  | und    | C\$ 115.00  | C\$ 460.00  |   |     |             |                     |                     |
| Válvula compuerta 2 "                                 | 1  | und    | C\$ 1421.70 | C\$ 1421.70 |   |     |             |                     |                     |
| Válvula flotador 2"                                   | 1  | und    | C\$ 5200.00 | C\$ 5200.00 |   |     |             |                     |                     |
| Tubo HG ced 40  | 1  | und    | C\$ 2450.00 | C\$ 2450.00 |   |     |             |                     |                     |
| Adaptadores macho 2"                                  | 2  | und    | C\$ 28.70   | C\$ 57.40   |   |     |             |                     |                     |
| Teflón industrial 3/4                                 | 2  | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |   |     |             |                     |                     |
| Silicon transparente                                  | 1  | und    | C\$ 70.00   | C\$ 70.00   |   |     |             |                     |                     |
| Mano de obra de instalación                           |    |        |             |             | 1 | Glb | C\$ 800.00  | C\$ 800.00          |                     |
| <b>2.6-Cruces aéreos (2 Cruces)</b>                   |    |        |             |             |   |     |             |                     | <b>C\$ 44164.00</b> |
| <b>2.6.1Cruce aéreo N°1 (13m)</b>                     |    |        |             |             |   |     |             | <b>C\$ 16902.70</b> |                     |
| Tubería de 2" HG ced 40                               | 4  | und    | C\$ 2450.00 | C\$ 9800.00 |   |     |             |                     |                     |
| Codos Hg 45° 2"                                       | 4  | und    | C\$ 170.00  | C\$ 680.00  |   |     |             |                     |                     |
| Adaptadores macho PVC 2"                              | 2  | und    | C\$ 28.70   | C\$ 57.40   |   |     |             |                     |                     |
| Teflón industrial 3/4                                 | 3  | und    | C\$ 29.00   | C\$ 87.00   |   |     |             |                     |                     |
| Silicon transparente                                  | 1  | und    | C\$ 70.00   | C\$ 70.00   |   |     |             |                     |                     |
| Cable alma de acero de 1/4                            | 19 | m      | C\$ 30.50   | C\$ 579.50  |   |     |             |                     |                     |
| Cable alma de acero de 1/2                            | 26 | m      | C\$ 49.30   | C\$ 1281.80 |   |     |             |                     |                     |
| Tensor 1"   | 2  | und    | C\$ 80.00   | C\$ 160.00  |   |     |             |                     |                     |
| Guarda cable 1/4 "                                    | 14 | und    | C\$ 18.00   | C\$ 252.00  |   |     |             |                     |                     |
| Guarda cable 1/2 "                                    | 6  | und    | C\$ 35.00   | C\$ 210.00  |   |     |             |                     |                     |
| Grillete 1/4"   | 50 | und    | C\$ 12.00   | C\$ 600.00  |   |     |             |                     |                     |
| Grillete 3/4"   | 25 | und    | C\$ 25.00   | C\$ 625.00  |   |     |             |                     |                     |
| Mano de obra de instalación                           |    |        |             |             | 1 | Glb | C\$ 2500.00 | C\$ 2500.00         |                     |

|  |   |     |     |             |              |   |     |             |                     |                     |
|--|---|-----|-----|-------------|--------------|---|-----|-------------|---------------------|---------------------|
|  | <b>2.6.2-Cruce aéreo N°2 (24m)</b>          |     |     |             |              |   |     |             | <b>C\$ 27261.30</b> |                     |
|  | tubería de 2" HG ced 40                     | 7   | und | C\$ 2450.00 | C\$ 17150.00 |   |     |             |                     |                     |
|  | Codos Hg 45° 2"                             | 4   | und | C\$ 170.00  | C\$ 680.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | Adaptadores macho PVC 2"                    | 2   | und | C\$ 28.70   | C\$ 57.40    |   |     |             |                     |                     |
|  | Teflón industrial 3/4                       | 5   | und | C\$ 29.00   | C\$ 145.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | Silicon transparente                        | 2   | und | C\$ 70.00   | C\$ 140.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | Cable alma de acero de 1/4                  | 31  | m   | C\$ 30.50   | C\$ 945.50   |   |     |             |                     |                     |
|  | Cable alma de acero de 1/2                  | 38  | m   | C\$ 49.30   | C\$ 1873.40  |   |     |             |                     |                     |
|  | Tensor 1"                                   | 2   | und | C\$ 80.00   | C\$ 160.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | Guarda cable 1/4 "                          | 25  | und | C\$ 18.00   | C\$ 450.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | Guarda cable 1/2 "                          | 6   | und | C\$ 35.00   | C\$ 210.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | Grillete 1/4"                               | 100 | und | C\$ 12.00   | C\$ 1200.00  |   |     |             |                     |                     |
|  | Grillete 3/4"                               | 30  | und | C\$ 25.00   | C\$ 750.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>          |     |     |             |              | 1 | Glb | C\$ 3500.00 | C\$ 3500.00         |                     |
| <b>03-Accesorios hidráulicos</b>                     |   |     |     |             |              |   |     |             |                     | <b>C\$ 48980.61</b> |
|  | <b>3.1-Valvulas</b>                         |     |     |             |              |   |     |             |                     |                     |
|  | <b>3.1.1-Valvulas de limpieza</b>           |     |     |             |              |   |     |             | <b>C\$ 12321.78</b> |                     |
|  | Adaptadores macho de 2"                     | 18  | Und | C\$ 28.70   | C\$ 516.60   |   |     |             |                     |                     |
|  | Tapón hembra 2 "                            | 6   | Und | C\$ 17.50   | C\$ 105.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | Válvula compuerta 2 "                       | 6   | Und | C\$ 1421.70 | C\$ 8530.20  |   |     |             |                     |                     |
|  | T de 2 "                                    | 6   | Und | C\$ 47.83   | C\$ 286.98   |   |     |             |                     |                     |
|  | Caja de concreto para protección de válvula | 5   | und | C\$ 265.00  | C\$ 1325.00  |   |     |             |                     |                     |
|  | Teflón industrial 3/4                       | 2   | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |   |     |             |                     |                     |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>          |     |     |             |              | 1 | Glb | C\$ 1500.00 | C\$ 1500.00         |                     |
|  | <b>3.1.2-Valvula de aire</b>                |     |     |             |              |   |     |             | <b>C\$ 33458.15</b> |                     |
|  | Válvula compuerta de 2"                     | 6   | Und | C\$ 1421.70 | C\$ 8530.20  |   |     |             |                     |                     |
|  | Adaptadores macho de 2"                     | 12  | Und | C\$ 28.70   | C\$ 344.40   |   |     |             |                     |                     |
|  | Ventosa combinada plástica de 2 " PN 10     | 6   | Und | C\$ 3568.93 | C\$ 21413.57 |   |     |             |                     |                     |
|  | T de 2"                                     | 6   | Und | C\$ 47.83   | C\$ 286.98   |   |     |             |                     |                     |
|  | Teflón industrial 3/4                       | 2   | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |   |     |             |                     |                     |
|  | Caja de concreto para protección de válvula | 5   | und | C\$ 265.00  | C\$ 1325.00  |   |     |             |                     |                     |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>          |     |     |             |              | 1 | Glb | C\$ 1500.00 | C\$ 1500.00         |                     |
|  | <b>3.1.3-Valvula reductora de carga</b>     |     |     |             |              |   |     |             | <b>C\$ 3200.68</b>  |                     |
|  | <b>Válvula reductora de carga 2 "</b>       |     |     |             |              |   |     |             |                     |                     |
|  | Válvula compuerta 2 "                       | 1   | und | C\$ 1421.70 | C\$ 1421.70  |   |     |             |                     |                     |
|  | Adaptadores macho 2 "                       | 2   | und | C\$ 28.70   | C\$ 57.40    |   |     |             |                     |                     |
|  | Válvula de aire y vacío (marca ari 150 psi) | 1   | und | C\$ 1050.75 | C\$ 1050.75  |   |     |             |                     |                     |
|  | T De 2 "                                    | 1   | und | C\$ 47.83   | C\$ 47.83    |   |     |             |                     |                     |
|  | Teflón industrial 3/4                       | 2   | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |   |     |             |                     |                     |
|  | Caja de concreto para protección de válvula | 1   | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00   |   |     |             |                     |                     |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>          |     |     |             |              | 1 | Glb | C\$ 300.00  |                     |                     |
| <b>04-Clorinador de carga constante por gravedad</b> |   |     |     |             |              |   |     |             |                     | <b>C\$ 15787.70</b> |

|                                    |   |     |        |             |              |      |     |             |                     |                     |
|------------------------------------|---|-----|--------|-------------|--------------|------|-----|-------------|---------------------|---------------------|
|                                    | <b>4.1-Construcción metálica</b>                        |     |        |             |              |      |     |             |                     |                     |
|                                    | <b>4.1.1-Caseta de 1.40m x 1.60m (Protección)</b>       |     |        |             |              |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Malla tipo ciclón de 6t                                 | 4   | m      | C\$ 200.00  | C\$ 800.00   |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Cobertura de techo zinc de 6F                           | 2   | und    | C\$ 280.00  | C\$ 560.00   |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Puerta metálica de dos hojas 1.8m x 0.67m               | 1   | und    | C\$ 1500.00 | C\$ 1500.00  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Varillas de soldar                                      | 1   | lb     | C\$ 40.00   | C\$ 40.00    |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Pintura anticorrosiva roja                              | 1   | Cuarto | C\$ 180.70  | C\$ 180.70   |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Diluyente   | 1   | Lts    | C\$ 90.00   | C\$ 90.00    |      |     |             |                     |                     |
|                                    | <b>4.2-Sistema de cloración</b>                         |     |        |             |              |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Tanque de agua de 252 Lt (incluye accesorios )          | 1   | und    | C\$ 1985.00 | C\$ 1985.00  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Llave de pase de 1/2 "                                  | 5   | und    | C\$ 10.00   | C\$ 50.00    |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Tubería de 1/2 "  | 2   | Und    | C\$ 86.00   | C\$ 172.00   |      |     |             |                     |                     |
|                                    | <b>4.3-Conexión del tanque sol. madre a dosificador</b> |     |        |             |              |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Bidón dosificador 20 Lt                                 | 1   | und    | C\$ 180.00  | C\$ 180.00   |      |     |             |                     |                     |
|                                    | <b>4.4-Descarga de cloro al reservorio</b>              |     |        |             |              |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Manguera dosificadora de cloro de 1/4 "                 | 3   | m      | C\$ 10.00   | C\$ 30.00    |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Boya para control de dosificador de cloro               | 1   | und    | C\$ 5200.00 | C\$ 5200.00  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Mano de obra de instalación de todo el clorinador       |     |        |             |              | 1    | Glb | C\$ 5000.00 |                     |                     |
| <b>05-Tanque de almacenamiento</b> |   |     |        |             |              |      |     |             |                     | <b>C\$ 85507.05</b> |
|                                    | <b>5.1-Piqueteo en paredes interiores.</b>              |     |        |             |              | 30.5 | m²  | C\$ 30.00   | <b>C\$ 915.00</b>   |                     |
|                                    | <b>5.2-Repello</b>                                      |     |        |             |              |      |     |             | <b>C\$ 36770.00</b> |                     |
|                                    | Aplicación de epoxico                                   |     |        |             |              | 30.5 | m²  | C\$ 50.00   | C\$ 1525.00         |                     |
|                                    | Material epoxico (Sikadur 32 Pre 5kg)                   | 6   | kit    | C\$ 4700.00 | C\$ 28200.00 |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Repello corriente 1:3                                   |     |        |             |              | 30.5 | m²  | C\$ 130.00  | C\$ 3965.00         |                     |
|                                    | Cemento   | 7   | bolsa  | C\$ 350.00  | C\$ 2450.00  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Arena de motastepe                                      | 0.7 | m      | C\$ 900.00  | C\$ 630.00   |      |     |             |                     |                     |
|                                    | <b>5.3-Acabado tipo pizarra y sello</b>                 |     |        |             |              |      |     |             | <b>C\$ 19275.00</b> |                     |
|                                    | Aplicación de fino tipo pizarra                         |     |        |             |              | 30.5 | m²  | C\$ 50.00   | C\$ 1525.00         |                     |
|                                    | Cemento   | 6   | bolsa  | C\$ 350.00  | C\$ 2100.00  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Sellado de paredes                                      |     |        |             |              | 30.5 | m²  | C\$ 100.00  | C\$ 3050.00         |                     |
|                                    | Impermeabilizante (Sikatop sea 107)                     | 6   | balde  | C\$ 2100.00 | C\$ 12600.00 |      |     |             |                     |                     |
|                                    | <b>5.4-Accesorios entrada</b>                           |     |        |             |              |      |     |             | <b>C\$ 10229.70</b> |                     |
|                                    | Codos Hg 90° 2"   | 2   | und    | C\$ 115.00  | C\$ 230.00   |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Válvula flotador 2"                                     | 1   | und    | C\$ 5200.00 | C\$ 5200.00  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Válvula compuerta 2 "                                   | 1   | und    | C\$ 1421.70 | C\$ 1421.70  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Teflón industrial 3/4                                   | 2   | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Silicon transparente                                    | 1   | und    | C\$ 70.00   | C\$ 70.00    |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Tubo HG ced 40 2"                                       | 1   | und    | C\$ 2450.00 | C\$ 2450.00  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Instalación de accesorios de entrada                    |     |        |             |              | 1    | Glb | C\$ 800.00  | C\$ 800.00          |                     |
|                                    | <b>5.5-Accesorios salida</b>                            |     |        |             |              |      |     |             | <b>C\$ 18317.35</b> |                     |
|                                    | Válvula compuerta 3 "                                   | 1   | und    | C\$ 3997.35 | C\$ 3997.35  |      |     |             |                     |                     |
|                                    | Tubo HG ced 40 3"                                       | 1   | und    | C\$ 2900.00 | C\$ 2900.00  |      |     |             |                     |                     |

|                               |   |        |     |             |              |         |     |             |                      |                      |
|-------------------------------|---|--------|-----|-------------|--------------|---------|-----|-------------|----------------------|----------------------|
|                               | Adaptador macho PVC 3"                      | 3      | und | C\$ 140.00  | C\$ 420.00   |         |     |             |                      |                      |
|                               | Medidor maestro 3"                          | 1      | und | C\$ 9500.00 | C\$ 9500.00  |         |     |             |                      |                      |
|                               | Codos Hg 45° 3"                             | 2      | und | C\$ 250.00  | C\$ 500.00   |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación de accesorios de entrada        |        |     |             |              | 1       | Glb | C\$ 1000.00 | C\$ 1000.00          |                      |
| <b>06-Red de distribución</b> |   |        |     |             |              |         |     |             |                      |                      |
|                               | <b>6.1-Sector N°1</b>                       |        |     |             |              |         |     |             |                      | <b>C\$ 511555.04</b> |
|                               | <b>6.1.1-Excavacion para tubería 3"</b>     |        |     |             |              | 340.746 | m³  | C\$ 182.00  | <b>C\$ 62015.82</b>  |                      |
|                               | <b>6.1.2-Instalacion de cama de arena</b>   |        |     |             |              |         |     |             | <b>C\$ 22938.04</b>  |                      |
|                               | Arena de rio                                | 49.87  | m³  | C\$ 450.00  | C\$ 22439.39 |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación                                 |        |     |             |              | 49.87   | m³  | C\$ 10.00   | C\$ 498.65           |                      |
|                               | <b>6.1.3-Instalacion de tubería</b>         |        |     |             |              |         |     |             | <b>C\$ 48300.88</b>  |                      |
|                               | <b>Tubería de 3"</b>                        |        |     |             |              |         |     |             |                      |                      |
|                               | Tubo 3" cedula SDR-26                       | 93     | und | C\$ 340.00  | C\$ 31620.00 |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación tubería                         |        |     |             |              | 93      | und | C\$ 90.00   | C\$ 8370.00          |                      |
|                               | Aterre de tubería.                          |        |     |             |              | 290.88  | m³  | C\$ 20.00   | C\$ 5817.62          |                      |
|                               | Desalojo de material sobrante               |        |     |             |              | 49.87   | m³  | C\$ 50.00   | C\$ 2493.27          |                      |
|                               | <b>6.2.1-Excavacion para tubería 2 1/2"</b> |        |     |             |              | 672.10  | m³  | C\$ 182.00  | <b>C\$ 122322.16</b> |                      |
|                               | <b>6.2.2-Instalacion de cama de arena</b>   |        |     |             |              |         |     |             | <b>C\$ 89378.74</b>  |                      |
|                               | Arena de rio                                | 194.30 | m³  | C\$ 450.00  | C\$ 87435.72 |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación                                 |        |     |             |              | 194.30  | m³  | C\$ 10.00   | C\$ 1943.02          |                      |
|                               | <b>6.2.3-Tuberia de 2 1/2"</b>              |        |     |             |              |         |     |             | <b>C\$ 95598.34</b>  |                      |
|                               | Tubo 2 1/2" cedula SDR-26                   | 185    | und | C\$ 322.58  | C\$ 59677.30 |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación tubería                         |        |     |             |              | 185     | und | C\$ 90.00   | C\$ 16650.00         |                      |
|                               | Aterre de tubería.                          |        |     |             |              | 477.80  | m³  | C\$ 20.00   | C\$ 9555.96          |                      |
|                               | Desalojo de material sobrante               |        |     |             |              | 194.30  | m³  | C\$ 50.00   | C\$ 9715.08          |                      |
|                               | <b>6.3.1-Excavacion para tubería 2 "</b>    |        |     |             |              | 2.27    | m³  | C\$ 182.00  | <b>C\$ 412.96</b>    |                      |
|                               | <b>6.3.2-Instalacion de cama de arena</b>   |        |     |             |              |         |     |             | <b>C\$ 156.56</b>    |                      |
|                               | Arena de rio                                | 0.34   | m³  | C\$ 450.00  | C\$ 153.16   |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación                                 |        |     |             |              | 0.34    | m³  | C\$ 10.00   | C\$ 3.40             |                      |
|                               | <b>6.3.3-Tuberia de 2 "</b>                 |        |     |             |              |         |     |             | <b>C\$ 419.43</b>    |                      |
|                               | Tubo 2" cedula SDR-26                       | 1      | und | C\$ 273.84  | C\$ 273.84   |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación tubería                         |        |     |             |              | 1       | und | C\$ 90.00   | C\$ 90.00            |                      |
|                               | Aterre de tubería.                          |        |     |             |              | 1.93    | m³  | C\$ 20.00   | C\$ 38.57            |                      |
|                               | Desalojo de material sobrante               |        |     |             |              | 0.34    | m³  | C\$ 50.00   | C\$ 17.02            |                      |
|                               | <b>6.4.1-Excavacion para tubería 1 "</b>    |        |     |             |              | 289.42  | m³  | C\$ 182.00  | <b>C\$ 52673.80</b>  |                      |
|                               | <b>6.4.2-Instalacion de cama de arena</b>   |        |     |             |              |         |     |             | <b>C\$ 20481.78</b>  |                      |
|                               | Arena de rio                                | 44.53  | m³  | C\$ 450.00  | C\$ 20036.53 |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación                                 |        |     |             |              | 44.53   | m³  | C\$ 10.00   | C\$ 445.26           |                      |
|                               | <b>6.4.3-Tuberia de 1 "</b>                 |        |     |             |              |         |     |             | <b>C\$ 47647.18</b>  |                      |
|                               | Tubo 1" cedula SDR-26                       | 83     | und | C\$ 108.90  | C\$ 9038.70  |         |     |             |                      |                      |
|                               | Instalación tubería                         |        |     |             |              | 83      | und | C\$ 90.00   | C\$ 7470.00          |                      |
|                               | Aterre de tubería.                          |        |     |             |              | 244.89  | m³  | C\$ 20.00   | C\$ 28912.20         |                      |

|  |  |    |        |             |              |       |     |             |                     |                     |
|--|--|----|--------|-------------|--------------|-------|-----|-------------|---------------------|---------------------|
|  | Desalojo de material sobrante                    |    |        |             |              | 44.53 | m³  | C\$ 50.00   | C\$ 2226.28         |                     |
|  | <b>6.5-Pilas rompe carga 01</b>                  |    |        |             |              |       |     |             |                     |                     |
|  | <b>6.5.1-Mantenimiento de tapa de protección</b> |    |        |             |              |       |     |             | C\$ 531.04          |                     |
|  | Pintura anticorrosiva roja                       | 1  | Cuarto | C\$ 180.70  | C\$ 180.70   |       |     |             |                     |                     |
|  | Brocha 2"  | 2  | und    | C\$ 60.17   | C\$ 120.34   |       |     |             |                     |                     |
|  | Lija acabado grueso                              | 2  | und    | C\$ 20.00   | C\$ 40.00    |       |     |             |                     |                     |
|  | Diluyente  | 1  | Lts    | C\$ 90.00   | C\$ 90.00    |       |     |             |                     |                     |
|  | Mano de obra pintura                             |    |        |             |              | 2     | m²  | C\$ 50.00   | C\$ 100.00          |                     |
|  | <b>6.5.2-Cambio de accesorios</b>                |    |        |             |              |       |     |             | <b>C\$ 16336.30</b> |                     |
|  | Codos Hg 90° 2"                                  | 2  | und    | C\$ 115.00  | C\$ 230.00   |       |     |             |                     |                     |
|  | Codos Hg 90° 1"                                  | 2  | und    | C\$ 54.45   | C\$ 108.90   |       |     |             |                     |                     |
|  | Válvula compuerta 2 "                            | 2  | und    | C\$ 1421.70 | C\$ 2843.40  |       |     |             |                     |                     |
|  | Válvula flotador 2"                              | 2  | und    | C\$ 5200.00 | C\$ 10400.00 |       |     |             |                     |                     |
|  | Tubo HG Ced 40 2"                                | 1  | und    | C\$ 1386.00 | C\$ 1386.00  |       |     |             |                     |                     |
|  | Tubo HG Ced 40 1"                                | 1  | und    | C\$ 792.00  | C\$ 792.00   |       |     |             |                     |                     |
|  | Adaptadores macho 2"                             | 2  | und    | C\$ 28.70   | C\$ 57.40    |       |     |             |                     |                     |
|  | Adaptadores macho 1"                             | 2  | und    | C\$ 20.30   | C\$ 40.60    |       |     |             |                     |                     |
|  | Teflón industrial 3/4                            | 2  | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |       |     |             |                     |                     |
|  | Silicon transparente                             | 1  | und    | C\$ 70.00   | C\$ 70.00    |       |     |             |                     |                     |
|  | Mano de obra de instalación                      |    |        |             |              | 1     | Glb | C\$ 350.00  | C\$ 350.00          |                     |
|  | <b>6.6-Accesorios hidráulicos</b>                |    |        |             |              |       |     |             |                     |                     |
|  | <b>6.6.1Valvulas</b>                             |    |        |             |              |       |     |             |                     | <b>C\$ 28471.38</b> |
|  | <b>6.6.2-Valvulas de limpieza</b>                |    |        |             |              |       |     |             | <b>C\$ 4643.08</b>  |                     |
|  | <b>6.6.2.1-Valvulas de limpieza de 1"</b>        |    |        |             |              |       |     |             | <b>C\$ 4643.08</b>  |                     |
|  | Adaptadores macho de 1"                          | 12 | Und    | C\$ 17.15   | C\$ 205.80   |       |     |             |                     |                     |
|  | Tapón hembra 1 "                                 | 4  | Und    | C\$ 17.50   | C\$ 70.00    |       |     |             |                     |                     |
|  | Válvula compuerta 1 "                            | 4  | Und    | C\$ 482.70  | C\$ 1930.80  |       |     |             |                     |                     |
|  | T 1"   | 4  | Und    | C\$ 29.62   | C\$ 118.48   |       |     |             |                     |                     |
|  | Caja de concreto para protección de válvula      | 4  | und    | C\$ 265.00  | C\$ 1060.00  |       |     |             |                     |                     |
|  | Teflón industrial 3/4                            | 2  | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |       |     |             |                     |                     |
|  | Mano de obra de instalación                      |    |        |             |              | 1     | Glb | C\$ 1200.00 | C\$ 1200.00         |                     |
|  | <b>6.6.3-Valvula de Aire</b>                     |    |        |             |              |       |     |             | <b>C\$ 6972.86</b>  |                     |
|  | <b>6.6.3.1-Valvula de aire de 2"</b>             |    |        |             |              |       |     |             | <b>C\$ 6972.86</b>  |                     |
|  | Válvula compuerta de 2 "                         | 2  | Und    | C\$ 1421.70 | C\$ 2843.40  |       |     |             |                     |                     |
|  | Adaptadores macho de 2 "                         | 4  | Und    | C\$ 28.70   | C\$ 114.80   |       |     |             |                     |                     |
|  | válvula de aire y vacío (marca ari 150 psi)      | 2  | Und    | C\$ 1215.50 | C\$ 2431.00  |       |     |             |                     |                     |
|  | T de 2 "   | 2  | Und    | C\$ 47.83   | C\$ 95.66    |       |     |             |                     |                     |
|  | Teflón industrial 3/4                            | 2  | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |       |     |             |                     |                     |
|  | Caja de concreto para protección de válvula      | 2  | und    | C\$ 265.00  | C\$ 530.00   |       |     |             |                     |                     |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>               |    |        |             |              | 1     | Glb | C\$ 900.00  | C\$ 900.00          |                     |
|  | <b>6.6.4-Valvula de aire</b>                     |    |        |             |              |       |     |             | <b>C\$ 2186.03</b>  |                     |
|  | <b>6.6.4.1-Valvula de aire de 1"</b>             |    |        |             |              |       |     |             | <b>C\$ 2186.03</b>  |                     |

|  |       |     |             |             |             |     |            |                     |                      |
|--|-------|-----|-------------|-------------|-------------|-----|------------|---------------------|----------------------|
| Válvula compuerta de 1 "                         | 2     | und | C\$ 590.10  | C\$ 1180.20 |             |     |            |                     |                      |
| Adaptadores macho de 1 "                         | 0     | und | C\$ 17.15   | C\$ 0.00    |             |     |            |                     |                      |
| Ventosa combinada plástica de 1 " PN 10          | 0     | und | C\$ 2741.90 | C\$ 0.00    |             |     |            |                     |                      |
| T de 2 "   | 1     | und | C\$ 47.83   | C\$ 47.83   |             |     |            |                     |                      |
| Teflón industrial 3/4                            | 2     | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |             |     |            |                     |                      |
| Caja de concreto para protección de válvula      | 0     | und | C\$ 265.00  | C\$ 0.00    |             |     |            |                     |                      |
| <b>Mano de obra de instalación</b>               |       |     |             |             | 1           | Glb | C\$ 900.00 | C\$ 900.00          |                      |
| <b>6.6.5-Valvulas control de flujo</b>           |       |     |             |             |             |     |            | <b>C\$ 5084.35</b>  |                      |
| <b>6.6.5.1-Valvula compuerta 2 1/2"</b>          |       |     |             |             |             |     |            | <b>C\$ 3736.95</b>  |                      |
| Válvula de compuerta 2 1/2"                      | 1     | und | C\$ 2893.45 | C\$ 2893.45 |             |     |            |                     |                      |
| Adaptadores macho 2 1/2"                         | 2     | und | C\$ 110.25  | C\$ 220.50  |             |     |            |                     |                      |
| Teflón industrial 3/4                            | 2     | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |             |     |            |                     |                      |
| Caja de concreto para protección de válvula      | 1     | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00  |             |     |            |                     |                      |
| <b>Mano de obra de instalación</b>               |       |     |             |             | 1           | Glb | C\$ 300.00 |                     |                      |
| <b>6.6.5.2-Valvula compuerta 1 "</b>             |       |     |             |             |             |     |            | <b>C\$ 1347.40</b>  |                      |
| Válvula de compuerta de 1"                       | 1     | und | C\$ 590.10  | C\$ 590.10  |             |     |            |                     |                      |
| Adaptadores macho 1"                             | 2     | und | C\$ 17.15   | C\$ 34.30   |             |     |            |                     |                      |
| Teflón industrial 3/4                            | 2     | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |             |     |            |                     |                      |
| Caja de concreto para protección de válvula      | 1     | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00  |             |     |            |                     |                      |
| <b>Mano de obra de instalación</b>               |       |     |             |             | 1           | Glb | C\$ 400.00 |                     |                      |
| <b>6.7.1-Valvula reductora de carga</b>          |       |     |             |             |             |     |            | <b>C\$ 9585.06</b>  |                      |
| <b>6.7.1.1-Valvula reductora de carga 2 1/2"</b> |       |     |             |             |             |     |            | <b>C\$ 4542.53</b>  |                      |
| Válvula compuerta 2 1/2"                         | 1     | und | C\$ 2893.45 | C\$ 2893.45 |             |     |            |                     |                      |
| Adaptadores macho 2 1/2"                         | 2     | und | C\$ 110.25  | C\$ 220.50  |             |     |            |                     |                      |
| Válvula de aire y vacío (marca ari 150 psi)      | 1     | und | C\$ 1050.75 | C\$ 1050.75 |             |     |            |                     |                      |
| T 2 1/2"   | 1     | und | C\$ 54.83   | C\$ 54.83   |             |     |            |                     |                      |
| Teflón industrial 3/4                            | 2     | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |             |     |            |                     |                      |
| Caja de concreto para protección de válvula      | 1     | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00  |             |     |            |                     |                      |
| <b>6.7.1.2-Valvula reductora de carga 2 1/2"</b> |       |     |             |             |             |     |            | <b>C\$ 4542.53</b>  |                      |
| válvula compuerta 2 1/2"                         | 1     | und | C\$ 2893.45 | C\$ 2893.45 |             |     |            |                     |                      |
| Adaptadores macho 2 1/2"                         | 2     | und | C\$ 110.25  | C\$ 220.50  |             |     |            |                     |                      |
| Válvula de aire y vacío (marca ari 150 psi)      | 1     | und | C\$ 1050.75 | C\$ 1050.75 |             |     |            |                     |                      |
| T 2 1/2"   | 1     | und | C\$ 54.83   | C\$ 54.83   |             |     |            |                     |                      |
| Teflón Industrial 3/4                            | 2     | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |             |     |            |                     |                      |
| Caja de concreto para protección de válvula      | 1     | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00  |             |     |            |                     |                      |
| <b>Mano de obra de instalación</b>               |       |     |             |             | 1           | Glb | C\$ 500.00 |                     |                      |
| <b>7.1-Sector N°2</b>                            |       |     |             |             |             |     |            |                     | <b>C\$ 205986.71</b> |
| <b>7.1.1-Excavacion para tubería 2"</b>          |       |     |             |             | 88.64585624 | m³  | C\$ 182.00 | <b>C\$ 16133.55</b> |                      |
| <b>7.1.2-Instalacion de cama de arena</b>        |       |     |             |             |             |     |            | <b>C\$ 6116.56</b>  |                      |
| Arena de rio                                     | 13.30 | m³  | C\$ 450.00  | C\$ 5983.60 |             |     |            |                     |                      |
| Instalación                                      |       |     |             |             | 13.30       | m³  | C\$ 10.00  | C\$ 132.97          |                      |
| <b>7.1.3-Instalacion de tubería</b>              |       |     |             |             |             |     |            | <b>C\$ 11267.82</b> |                      |

|  |       |     |            |              |        |     |            |                     |  |
|--|-------|-----|------------|--------------|--------|-----|------------|---------------------|--|
| <b>Tubería de 2"</b>                                       |       |     |            |              |        |     |            |                     |  |
| Tubo 2" cedula SDR-26                                      | 25    | und | C\$ 273.84 | C\$ 6846.00  |        |     |            |                     |  |
| Instalación tubería  |       |     |            |              | 25     | und | C\$ 90.00  | C\$ 2250.00         |  |
| Atierre de tubería.  |       |     |            |              | 75.35  | m³  | C\$ 20.00  | C\$ 1506.98         |  |
| Desalojo de material sobrante                              |       |     |            |              | 13.30  | m³  | C\$ 50.00  | C\$ 664.84          |  |
| <b>7.2.1-Excavacion para tubería 1 1/2"</b>                |       |     |            |              | 309.37 | m³  | C\$ 182.00 | <b>C\$ 56305.76</b> |  |
| <b>7.2.2-Instalacion de cama de arena</b>                  |       |     |            |              |        |     |            | <b>C\$ 21616.90</b> |  |
| Arena de rio   | 46.99 | m³  | C\$ 450.00 | C\$ 21146.97 |        |     |            |                     |  |
| Instalación  |       |     |            |              | 46.99  | m³  | C\$ 10.00  | C\$ 469.93          |  |
| <b>7.2.3-Tuberia de 1 1/2"</b>                             |       |     |            |              |        |     |            | <b>C\$ 32070.04</b> |  |
| Tubo 1 1/2" cedula SDR-26                                  | 88    | und | C\$ 188.10 | C\$ 16552.80 |        |     |            |                     |  |
| Instalación tubería  |       |     |            |              | 88     | und | C\$ 90.00  | C\$ 7920.00         |  |
| Atierre de tubería.  |       |     |            |              | 262.38 | m³  | C\$ 20.00  | C\$ 5247.58         |  |
| Desalojo de material sobrante                              |       |     |            |              | 46.99  | m³  | C\$ 50.00  | C\$ 2349.66         |  |
| <b>7.3.1-Excavacion para tubería 1 "</b>                   |       |     |            |              | 84.65  | m³  | C\$ 182.00 | <b>C\$ 15406.79</b> |  |
| <b>7.3.2-Instalacion de cama de arena</b>                  |       |     |            |              |        |     |            | <b>C\$ 5990.80</b>  |  |
| Arena de rio   | 13.02 | m³  | C\$ 450.00 | C\$ 5860.57  |        |     |            |                     |  |
| Instalación  |       |     |            |              | 13.02  | m³  | C\$ 10.00  | C\$ 130.23          |  |
| <b>7.3.3-Tuberia de 1 "</b>                                |       |     |            |              |        |     |            | <b>C\$ 7056.26</b>  |  |
| Tubo 1" cedula SDR-26                                      | 25    | und | C\$ 108.90 | C\$ 2722.50  |        |     |            |                     |  |
| Instalación tubería  |       |     |            |              | 25     | und | C\$ 90.00  | C\$ 2250.00         |  |
| Atierre de tubería.  |       |     |            |              | 71.63  | m³  | C\$ 20.00  | C\$ 1432.58         |  |
| Desalojo de material sobrante                              |       |     |            |              | 13.02  | m³  | C\$ 50.00  | C\$ 651.17          |  |
| <b>7.4.1-Excavacion para tubería 1/2 "</b>                 |       |     |            |              | 37.25  | m³  | C\$ 182.00 | <b>C\$ 6780.19</b>  |  |
| <b>7.4.2-Instalacion de cama de arena</b>                  |       |     |            |              |        |     |            | <b>C\$ 2670.66</b>  |  |
| Arena de rio   | 5.81  | m³  | C\$ 450.00 | C\$ 2612.60  |        |     |            |                     |  |
| Instalación  |       |     |            |              | 5.81   | m³  | C\$ 10.00  | C\$ 58.06           |  |
| <b>7.4.3-Tuberia de 1/2 "</b>                              |       |     |            |              |        |     |            | <b>C\$ 31135.19</b> |  |
| Tubo 1/2" cedula SDR-26                                    | 11    | und | C\$ 85.70  | C\$ 942.70   |        |     |            |                     |  |
| Instalación tubería  |       |     |            |              | 11     | und | C\$ 90.00  | C\$ 990.00          |  |
| Atierre de tubería.  |       |     |            |              | 31.45  | m³  | C\$ 20.00  | C\$ 28912.20        |  |
| Desalojo de material sobrante                              |       |     |            |              | 5.81   | m³  | C\$ 50.00  | C\$ 290.29          |  |
| <b>7.5-Accesorios hidráulicos</b>                          |       |     |            |              |        |     |            |                     |  |
| <b>7.5.1-Valvulas</b>                                      |       |     |            |              |        |     |            |                     |  |
| <b>7.5.1.1-Valvulas de limpieza</b>                        |       |     |            |              |        |     |            |                     |  |
| <b>7.5.1.1.1-Valvulas de limpieza de 1" ( 2 Válvulas )</b> |       |     |            |              |        |     |            | <b>C\$ 3902.78</b>  |  |
| Adaptadores macho de 1"                                    | 9     | Und | C\$ 17.15  | C\$ 154.35   |        |     |            |                     |  |
| Tapón hembra 1 "   | 3     | Und | C\$ 26.09  | C\$ 78.27    |        |     |            |                     |  |
| Válvula compuerta 1 "                                      | 3     | Und | C\$ 590.10 | C\$ 1770.30  |        |     |            |                     |  |
| T "  | 3     | Und | C\$ 29.62  | C\$ 88.86    |        |     |            |                     |  |
| Caja de concreto para protección de válvula                | 3     | und | C\$ 265.00 | C\$ 795.00   |        |     |            |                     |  |
| Teflón industrial 3/4                                      | 4     | und | C\$ 29.00  | C\$ 116.00   |        |     |            |                     |  |

|  |  |       |     |             |              |             |     |             |                     |                      |
|--|--|-------|-----|-------------|--------------|-------------|-----|-------------|---------------------|----------------------|
|  | Mano de obra de instalación                              |       |     |             |              | 1           | Glb | C\$ 900.00  | C\$ 900.00          |                      |
|  | <b>7.5.1.2-Valvula de aire ( 3 Válvulas )</b>            |       |     |             |              |             |     |             |                     |                      |
|  | <b>Válvula de aire de 1 "</b>                            |       |     |             |              |             |     |             | <b>C\$ 12024.39</b> |                      |
|  | Válvula compuerta de 1 "                                 | 3     | Und | C\$ 590.10  | C\$ 1770.30  |             |     |             |                     |                      |
|  | Adaptadores macho de 1 "                                 | 6     | Und | C\$ 17.15   | C\$ 102.90   |             |     |             |                     |                      |
|  | Válvula de aire y vacío (marca ari 150 psi)              | 3     | Und | C\$ 2741.90 | C\$ 8225.70  |             |     |             |                     |                      |
|  | T de 1 "   | 3     | Und | C\$ 47.83   | C\$ 143.49   |             |     |             |                     |                      |
|  | Teflón industrial 3/4                                    | 3     | und | C\$ 29.00   | C\$ 87.00    |             |     |             |                     |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula              | 3     | und | C\$ 265.00  | C\$ 795.00   |             |     |             |                     |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                       |       |     |             |              | 1           | Glb | C\$ 900.00  | C\$ 900.00          |                      |
|  | <b>7.5.1.3-Valvulas control de flujo</b>                 |       |     |             |              |             |     |             |                     |                      |
|  | <b>7.5.1.3.1-Valvula compuerta 2 " ( 3 válvulas )</b>    |       |     |             |              |             |     |             | <b>C\$ 4336.95</b>  |                      |
|  | Válvula de compuerta 2"                                  | 1     | und | C\$ 2893.45 | C\$ 2893.45  |             |     |             |                     |                      |
|  | Adaptadores macho 2"                                     | 2     | und | C\$ 110.25  | C\$ 220.50   |             |     |             |                     |                      |
|  | Teflón industrial 3/4                                    | 2     | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |             |     |             |                     |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula              | 1     | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00   |             |     |             |                     |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                       |       |     |             |              | 1           | Glb | C\$ 900.00  |                     |                      |
|  | <b>7.5.1.3.2-Valvula compuerta 1 1/2" ( 3 válvulas )</b> |       |     |             |              |             |     |             | <b>C\$ 5242.10</b>  |                      |
|  | válvula de compuerta de 1 1/2"                           | 3     | und | C\$ 995.40  | C\$ 2986.20  |             |     |             |                     |                      |
|  | Adaptadores macho 1 1/2"                                 | 6     | und | C\$ 24.15   | C\$ 144.90   |             |     |             |                     |                      |
|  | Teflón industrial 3/4                                    | 4     | und | C\$ 29.00   | C\$ 116.00   |             |     |             |                     |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula              | 3     | und | C\$ 265.00  | C\$ 795.00   |             |     |             |                     |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                       |       |     |             |              | 1           | Glb | C\$ 1200.00 |                     |                      |
|  | <b>8.1-Sector N°3</b>                                    |       |     |             |              |             |     |             |                     | <b>C\$ 103559.01</b> |
|  | <b>8.1.1-Excavacion para tubería 2 1/2 "</b>             |       |     |             |              | 3.467420337 | m³  | C\$ 182.00  | <b>C\$ 631.07</b>   |                      |
|  | <b>8.1.2-Instalacion de cama de arena</b>                |       |     |             |              |             |     |             | <b>C\$ 236.30</b>   |                      |
|  | Arena de rio   | 0.51  | m³  | C\$ 450.00  | C\$ 231.16   |             |     |             |                     |                      |
|  | Instalación  |       |     |             |              | 0.51        | m³  | C\$ 10.00   | C\$ 5.14            |                      |
|  | <b>8.1.3-Instalacion de tubería</b>                      |       |     |             |              |             |     |             | <b>C\$ 497.34</b>   |                      |
|  | <b>Tubería de 2 1/2"</b>                                 |       |     |             |              |             |     |             |                     |                      |
|  | Tubo 2 1/2" cedula SDR-26                                | 1     | und | C\$ 322.58  | C\$ 322.58   |             |     |             |                     |                      |
|  | Instalación tubería                                      |       |     |             |              | 1           | und | C\$ 90.00   | C\$ 90.00           |                      |
|  | Atierra de tubería.                                      |       |     |             |              | 2.95        | m³  | C\$ 20.00   | C\$ 59.07           |                      |
|  | Desalojo de material sobrante                            |       |     |             |              | 0.51        | m³  | C\$ 50.00   | C\$ 25.68           |                      |
|  | <b>8.2.1-Excavacion para tubería 2"</b>                  |       |     |             |              | 194.0068971 | m³  | C\$ 182.00  | <b>C\$ 35309.26</b> |                      |
|  | <b>8.2.2-Instalacion de cama de arena</b>                |       |     |             |              |             |     |             | <b>C\$ 13386.48</b> |                      |
|  | Arena de rio   | 29.10 | m³  | C\$ 450.00  | C\$ 13095.47 |             |     |             |                     |                      |
|  | Instalación  |       |     |             |              | 29.10       | m³  | C\$ 10.00   | C\$ 291.01          |                      |
|  | <b>8.2.3-Instalacion de tubería</b>                      |       |     |             |              |             |     |             | <b>C\$ 24400.53</b> |                      |
|  | <b>Tubería de 2"</b>                                     |       |     |             |              |             |     |             |                     |                      |
|  | Tubo 2" cedula SDR-26                                    | 54    | und | C\$ 273.84  | C\$ 14787.36 |             |     |             |                     |                      |
|  | Instalación tubería                                      |       |     |             |              | 54          | und | C\$ 90.00   | C\$ 4860.00         |                      |

|  |   |   |        |             |              |        |     |            |                     |  |
|--|---|---|--------|-------------|--------------|--------|-----|------------|---------------------|--|
|  | Aterre de tubería.                                    |   |        |             |              | 164.91 | m³  | C\$ 20.00  | C\$ 3298.12         |  |
|  | Desalojo de material sobrante                         |   |        |             |              | 29.10  | m³  | C\$ 50.00  | C\$ 1455.05         |  |
|  | <b>8.3-Pilas rompe carga 02</b>                       |   |        |             |              |        |     |            |                     |  |
|  | <b>8.3.1-Mantenimiento de tapa de protección</b>      |   |        |             |              |        |     |            | C\$ 531.04          |  |
|  | Pintura anticorrosiva roja                            | 1 | Cuarto | C\$ 180.70  | C\$ 180.70   |        |     |            |                     |  |
|  | Brocha 2"   | 2 | und    | C\$ 60.17   | C\$ 120.34   |        |     |            |                     |  |
|  | Lija acabado grueso                                   | 2 | und    | C\$ 20.00   | C\$ 40.00    |        |     |            |                     |  |
|  | Diluyente   | 1 | Lts    | C\$ 90.00   | C\$ 90.00    |        |     |            |                     |  |
|  | Mano de obra pintura                                  |   |        |             |              | 2      | m²  | C\$ 50.00  | C\$ 100.00          |  |
|  | <b>8.3.2-Cambio de accesorios</b>                     |   |        |             |              |        |     |            | <b>C\$ 20032.70</b> |  |
|  | Codos Hg 90° 2 1/2"                                   | 2 | und    | C\$ 125.00  | C\$ 250.00   |        |     |            |                     |  |
|  | Codos Hg 90° 2"                                       | 2 | und    | C\$ 28.70   | C\$ 57.40    |        |     |            |                     |  |
|  | Válvula compuerta 2 "                                 | 2 | und    | C\$ 2893.45 | C\$ 5786.90  |        |     |            |                     |  |
|  | Válvula flotador 2 "                                  | 2 | und    | C\$ 5200.00 | C\$ 10400.00 |        |     |            |                     |  |
|  | Tubo HG Ced 40 2 1/2"                                 | 1 | und    | C\$ 1550.00 | C\$ 1550.00  |        |     |            |                     |  |
|  | Tubo HG Ced 40 2"                                     | 1 | und    | C\$ 1386.00 | C\$ 1386.00  |        |     |            |                     |  |
|  | Adaptadores macho 2 1/2"                              | 2 | und    | C\$ 33.50   | C\$ 67.00    |        |     |            |                     |  |
|  | Adaptadores macho 2 "                                 | 2 | und    | C\$ 28.70   | C\$ 57.40    |        |     |            |                     |  |
|  | Teflón industrial 3/4                                 | 2 | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |        |     |            |                     |  |
|  | Silicon transparente                                  | 1 | und    | C\$ 70.00   | C\$ 70.00    |        |     |            |                     |  |
|  | Mano de obra de instalación                           |   |        |             |              | 1      | Glb | C\$ 350.00 | C\$ 350.00          |  |
|  | <b>8.4-Valvulas de limpieza</b>                       |   |        |             |              |        |     |            |                     |  |
|  | <b>8.4.1-Valvulas de limpieza de 1" ( 1 válvula )</b> |   |        |             |              |        |     |            | <b>C\$ 1320.26</b>  |  |
|  | Adaptadores macho de 1"                               | 3 | Und    | C\$ 17.15   | C\$ 51.45    |        |     |            |                     |  |
|  | Tapón hembra 1 "                                      | 1 | Und    | C\$ 26.09   | C\$ 26.09    |        |     |            |                     |  |
|  | Válvula compuerta 1 "                                 | 1 | Und    | C\$ 590.10  | C\$ 590.10   |        |     |            |                     |  |
|  | T "   | 1 | Und    | C\$ 29.62   | C\$ 29.62    |        |     |            |                     |  |
|  | Caja de concreto para protección de válvula           | 1 | und    | C\$ 265.00  | C\$ 265.00   |        |     |            |                     |  |
|  | Teflón industrial 3/4                                 | 2 | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |        |     |            |                     |  |
|  | Mano de obra de instalación                           |   |        |             |              | 1      | Glb | C\$ 300.00 | C\$ 300.00          |  |
|  | <b>8.4.2-Valvula de aire ( 1 válvula )</b>            |   |        |             |              |        |     |            |                     |  |
|  | <b>Válvula de aire de 1 "</b>                         |   |        |             |              |        |     |            | <b>C\$ 4037.13</b>  |  |
|  | Válvula compuerta de 1 "                              | 1 | Und    | C\$ 590.10  | C\$ 590.10   |        |     |            |                     |  |
|  | Adaptadores macho de 1 "                              | 2 | Und    | C\$ 17.15   | C\$ 34.30    |        |     |            |                     |  |
|  | Válvula de aire y vacío (marca ari 150 psi)           | 1 | Und    | C\$ 2741.90 | C\$ 2741.90  |        |     |            |                     |  |
|  | T de 1 "  | 1 | Und    | C\$ 47.83   | C\$ 47.83    |        |     |            |                     |  |
|  | Teflón industrial 3/4                                 | 2 | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00    |        |     |            |                     |  |
|  | Caja de concreto para protección de válvula           | 1 | und    | C\$ 265.00  | C\$ 265.00   |        |     |            |                     |  |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                    |   |        |             |              | 1      | Glb | C\$ 300.00 | C\$ 300.00          |  |
|  | <b>8.5.1-Valvulas control de flujo</b>                |   |        |             |              |        |     |            |                     |  |
|  | <b>8.5.1.1-Valvula compuerta 2 " ( 1 válvula )</b>    |   |        |             |              |        |     |            | <b>C\$ 3707.95</b>  |  |
|  | Válvula de compuerta 2"                               | 1 | und    | C\$ 2893.45 | C\$ 2893.45  |        |     |            |                     |  |

|  |   |       |     |            |              |             |     |            |  |                      |
|--|---|-------|-----|------------|--------------|-------------|-----|------------|--|----------------------|
|  | Adaptadores macho 2"                        | 2     | und | C\$ 110.25 | C\$ 220.50   |             |     |            |  |                      |
|  | Teflón industrial 3/4                       | 1     | und | C\$ 29.00  | C\$ 29.00    |             |     |            |  |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula | 1     | und | C\$ 265.00 | C\$ 265.00   |             |     |            |  |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>          |       |     |            |              | 1           | Glb | C\$ 300.00 |  |                      |
|  | <b>9.1-Sector N°4</b>                       |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 129694.79</b> |
|  | <b>9.1.1-Excavacion para tubería 2"</b>     |       |     |            |              | 7.394497955 | m³  | C\$ 182.00 |  | <b>C\$ 1345.80</b>   |
|  | <b>9.1.2-Instalacion de cama de arena</b>   |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 510.22</b>    |
|  | Arena de rio                                | 1.11  | m³  | C\$ 450.00 | C\$ 499.13   |             |     |            |  |                      |
|  | Instalación                                 |       |     |            |              | 1.11        | m³  | C\$ 10.00  |  | C\$ 11.09            |
|  | <b>9.1.3-Instalacion de tubería</b>         |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 1272.69</b>   |
|  | <b>Tubería de 2"</b>                        |       |     |            |              |             |     |            |  |                      |
|  | Tubo 2" cedula SDR-26                       | 3     | und | C\$ 273.84 | C\$ 821.52   |             |     |            |  |                      |
|  | Instalación tubería                         |       |     |            |              | 3           | und | C\$ 90.00  |  | C\$ 270.00           |
|  | Atierra de tubería.                         |       |     |            |              | 6.29        | m³  | C\$ 20.00  |  | C\$ 125.71           |
|  | Desalojo de material sobrante               |       |     |            |              | 1.11        | m³  | C\$ 50.00  |  | C\$ 55.46            |
|  | <b>9.2.1-Excavacion para tubería 1 1/2"</b> |       |     |            |              | 78.97       | m³  | C\$ 182.00 |  | <b>C\$ 14372.68</b>  |
|  | <b>9.2.2-Instalacion de cama de arena</b>   |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 5517.96</b>   |
|  | Arena de rio                                | 12.00 | m³  | C\$ 450.00 | C\$ 5398.00  |             |     |            |  |                      |
|  | Instalación                                 |       |     |            |              | 12.00       | m³  | C\$ 10.00  |  | C\$ 119.96           |
|  | <b>9.2.3-Tubería de 1 1/2"</b>              |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 8335.58</b>   |
|  | Tubo 1 1/2" cedula SDR-26                   | 23    | und | C\$ 188.10 | C\$ 4326.30  |             |     |            |  |                      |
|  | Instalación tubería                         |       |     |            |              | 23          | und | C\$ 90.00  |  | C\$ 2070.00          |
|  | Atierra de tubería.                         |       |     |            |              | 66.98       | m³  | C\$ 20.00  |  | C\$ 1339.50          |
|  | Desalojo de material sobrante               |       |     |            |              | 12.00       | m³  | C\$ 50.00  |  | C\$ 599.78           |
|  | <b>9.3.1-Excavacion para tubería 1 "</b>    |       |     |            |              | 180.60      | m³  | C\$ 182.00 |  | <b>C\$ 32869.62</b>  |
|  | <b>9.3.2-Instalacion de cama de arena</b>   |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 12781.09</b>  |
|  | Arena de rio                                | 27.78 | m³  | C\$ 450.00 | C\$ 12503.24 |             |     |            |  |                      |
|  | Instalación                                 |       |     |            |              | 27.78       | m³  | C\$ 10.00  |  | C\$ 277.85           |
|  | <b>9.3.3-Tubería de 1 "</b>                 |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 14788.40</b>  |
|  | Tubo 1" cedula SDR-26                       | 52    | und | C\$ 108.90 | C\$ 5662.80  |             |     |            |  |                      |
|  | Instalación tubería                         |       |     |            |              | 52          | und | C\$ 90.00  |  | C\$ 4680.00          |
|  | Atierra de tubería.                         |       |     |            |              | 152.82      | m³  | C\$ 20.00  |  | C\$ 3056.35          |
|  | Desalojo de material sobrante               |       |     |            |              | 27.78       | m³  | C\$ 50.00  |  | C\$ 1389.25          |
|  | <b>9.4.1-Excavacion para tubería 1/2"</b>   |       |     |            |              | 1.12        | m³  | C\$ 182.00 |  | <b>C\$ 204.60</b>    |
|  | <b>9.4.2-Instalacion de cama de arena</b>   |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 80.59</b>     |
|  | Arena de rio                                | 0.18  | m³  | C\$ 450.00 | C\$ 78.84    |             |     |            |  |                      |
|  | Instalación                                 |       |     |            |              | 0.18        | m³  | C\$ 10.00  |  | C\$ 1.75             |
|  | <b>9.4.3-Tubería de 1/2"</b>                |       |     |            |              |             |     |            |  | <b>C\$ 29096.66</b>  |
|  | Tubo 1/2" cedula SDR-26                     | 1     | und | C\$ 85.70  | C\$ 85.70    |             |     |            |  |                      |
|  | Instalación tubería                         |       |     |            |              | 1           | und | C\$ 90.00  |  | C\$ 90.00            |
|  | Atierra de tubería.                         |       |     |            |              | 0.95        | m³  | C\$ 20.00  |  | C\$ 28912.20         |
|  | Desalojo de material sobrante               |       |     |            |              | 0.18        | m³  | C\$ 50.00  |  | C\$ 8.76             |

|  |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
|--|-------|--------|-------------|-------------|-------------|-----|-------------|----------------------|--------------------|
| <b>9.5.Pilas rompe carga 04</b>                      |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
| <b>9.5.1-Mantenimiento de tapa de protección</b>     |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
|  |       |        |             |             |             |     |             | C\$ 531.04           |                    |
| Pintura anticorrosiva roja                           | 1     | Cuarto | C\$ 180.70  | C\$ 180.70  |             |     |             |                      |                    |
| Brocha 2"  | 2     | und    | C\$ 60.17   | C\$ 120.34  |             |     |             |                      |                    |
| Lija acabado grueso                                  | 2     | und    | C\$ 20.00   | C\$ 40.00   |             |     |             |                      |                    |
| Diluyente  | 1     | Lts    | C\$ 90.00   | C\$ 90.00   |             |     |             |                      |                    |
| Mano de obra pintura                                 |       |        |             |             | 2           | m²  | C\$ 50.00   | C\$ 100.00           |                    |
|  |       |        |             |             |             |     |             | <b>C\$ 8569.50</b>   |                    |
| <b>9.5.2-Cambio de accesorios</b>                    |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
| Codos Hg 90° 1 1/2"                                  | 2     | und    | C\$ 89.00   | C\$ 178.00  |             |     |             |                      |                    |
| Codos Hg 90° 1 1/2"                                  | 2     | und    | C\$ 89.00   | C\$ 178.00  |             |     |             |                      |                    |
| Válvula compuerta 1 1/2"                             | 2     | und    | C\$ 995.40  | C\$ 1990.80 |             |     |             |                      |                    |
| Válvula flotador 1 1/2"                              | 1     | und    | C\$ 4504.50 | C\$ 4504.50 |             |     |             |                      |                    |
| Tubo HG Ced 40 1 1/2"                                | 1     | und    | C\$ 1089.00 | C\$ 1089.00 |             |     |             |                      |                    |
| Adaptadores macho 1 1/2"                             | 2     | und    | C\$ 75.60   | C\$ 151.20  |             |     |             |                      |                    |
| Teflón industrial 3/4                                | 2     | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |             |     |             |                      |                    |
| Silicon transparente                                 | 1     | und    | C\$ 70.00   | C\$ 70.00   |             |     |             |                      |                    |
| Mano de obra de instalación                          |       |        |             |             | 1           | Glb | C\$ 350.00  | C\$ 350.00           |                    |
| <b>9.6-Valvulas control de flujo</b>                 |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
| <b>9.6.1-Valvula compuerta 2 " ( 1 válvula )</b>     |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
|  |       |        |             |             |             |     |             | <b>C\$ 3900.33</b>   |                    |
| Válvula de compuerta 2"                              | 1     | und    | C\$ 590.10  | C\$ 590.10  |             |     |             |                      |                    |
| Adaptadores macho 2"                                 | 2     | und    | C\$ 110.25  | C\$ 220.50  |             |     |             |                      |                    |
| Teflón industrial 3/4                                | 1     | und    | C\$ 2741.90 | C\$ 2741.90 |             |     |             |                      |                    |
| Caja de concreto para protección de válvula          | 1     | und    | C\$ 47.83   | C\$ 47.83   |             |     |             |                      |                    |
| Mano de obra de instalación                          |       |        |             |             | 1           | Glb | C\$ 300.00  |                      |                    |
|  |       |        |             |             |             |     |             | <b>C\$ 3036.80</b>   |                    |
| <b>9.6.2-Valvula compuerta 1 1/2" ( 2 válvulas )</b> |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
| Válvula de compuerta de 1 "                          | 2     | und    | C\$ 590.10  | C\$ 1180.20 |             |     |             |                      |                    |
| Adaptadores macho 1"                                 | 4     | und    | C\$ 17.15   | C\$ 68.60   |             |     |             |                      |                    |
| Teflón industrial 3/4                                | 2     | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |             |     |             |                      |                    |
| Caja de concreto para protección de válvula          | 2     | und    | C\$ 265.00  | C\$ 530.00  |             |     |             |                      |                    |
| Mano de obra de instalación                          |       |        |             |             | 1           | Glb | C\$ 1200.00 |                      |                    |
| <b>9.6.3-Valvula compuerta 1 " ( 1 válvula )</b>     |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
| Válvula de compuerta de 1 "                          | 1     | und    | C\$ 590.10  | C\$ 590.10  |             |     |             |                      | <b>C\$ 1347.88</b> |
| Adaptadores macho 1"                                 | 2     | und    | C\$ 17.39   | C\$ 34.78   |             |     |             |                      |                    |
| Teflón industrial 3/4                                | 2     | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |             |     |             |                      |                    |
| Caja de concreto para protección de válvula          | 1     | und    | C\$ 265.00  | C\$ 265.00  |             |     |             |                      |                    |
| Mano de obra de instalación                          |       |        |             |             | 1           | Glb | C\$ 400.00  |                      |                    |
|  |       |        |             |             |             |     |             | <b>C\$ 113175.75</b> |                    |
| <b>10.1-Sector N°5</b>                               |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
| <b>10.1.1-Excavacion para tubería 2"</b>             |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
|  |       |        |             |             | 97.08554499 | m³  | C\$ 182.00  | <b>C\$ 17669.57</b>  |                    |
| <b>10.1.2-Instalacion de cama de arena</b>           |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
|  |       |        |             |             |             |     |             | <b>C\$ 6698.90</b>   |                    |
| Arena de rio   | 14.56 | m³     | C\$ 450.00  | C\$ 6553.27 |             |     |             |                      |                    |
| Instalación  |       |        |             |             | 14.56       | m³  | C\$ 10.00   | C\$ 145.63           |                    |
| <b>10.1.3-Instalacion de tubería</b>                 |       |        |             |             |             |     |             |                      |                    |
|  |       |        |             |             |             |     |             | <b>C\$ 12202.28</b>  |                    |

|  |       |        |             |             |        |     |            |                     |  |
|--|-------|--------|-------------|-------------|--------|-----|------------|---------------------|--|
| <b>Tubería de 2"</b>                                   |       |        |             |             |        |     |            |                     |  |
| Tubo 2" cedula SDR-26                                  | 27    | und    | C\$ 273.84  | C\$ 7393.68 |        |     |            |                     |  |
| Instalación tubería                                    |       |        |             |             | 27     | und | C\$ 90.00  | C\$ 2430.00         |  |
| Atierre de tubería.                                    |       |        |             |             | 82.52  | m³  | C\$ 20.00  | C\$ 1650.45         |  |
| Desalojo de material sobrante                          |       |        |             |             | 14.56  | m³  | C\$ 50.00  | C\$ 728.14          |  |
| <b>10.2.1-Excavacion para tubería 1 1/2"</b>           |       |        |             |             | 138.84 | m³  | C\$ 182.00 | <b>C\$ 25269.42</b> |  |
| <b>10.2.2-Instalacion de cama de arena</b>             |       |        |             |             |        |     |            | <b>C\$ 9701.43</b>  |  |
| Arena de rio   | 21.09 | m³     | C\$ 450.00  | C\$ 9490.53 |        |     |            |                     |  |
| Instalación  |       |        |             |             | 21.09  | m³  | C\$ 10.00  | C\$ 210.90          |  |
| <b>10.2.3-Tuberia de 1 1/2"</b>                        |       |        |             |             |        |     |            | <b>C\$ 14533.56</b> |  |
| Tubo 1 1/2" cedula SDR-26                              | 40    | und    | C\$ 188.10  | C\$ 7524.00 |        |     |            |                     |  |
| Instalación tubería                                    |       |        |             |             | 40     | und | C\$ 90.00  | C\$ 3600.00         |  |
| Atierre de tubería.                                    |       |        |             |             | 117.75 | m³  | C\$ 20.00  | C\$ 2355.06         |  |
| Desalojo de material sobrante                          |       |        |             |             | 21.09  | m³  | C\$ 50.00  | C\$ 1054.50         |  |
| <b>10.3.1-Excavacion para tubería 1 "</b>              |       |        |             |             | 37.04  | m³  | C\$ 182.00 | <b>C\$ 6740.88</b>  |  |
| <b>10.3.2-Instalacion de cama de arena</b>             |       |        |             |             |        |     |            | <b>C\$ 2621.14</b>  |  |
| Arena de rio   | 5.70  | m³     | C\$ 450.00  | C\$ 2564.16 |        |     |            |                     |  |
| Instalación  |       |        |             |             | 5.70   | m³  | C\$ 10.00  | C\$ 56.98           |  |
| <b>10.3.3-Tuberia de 1 "</b>                           |       |        |             |             |        |     |            | <b>C\$ 3099.60</b>  |  |
| Tubo 1" cedula SDR-26                                  | 11    | und    | C\$ 108.90  | C\$ 1197.90 |        |     |            |                     |  |
| Instalación tubería                                    |       |        |             |             | 11     | und | C\$ 90.00  | C\$ 990.00          |  |
| Atierre de tubería.                                    |       |        |             |             | 31.34  | m³  | C\$ 20.00  | C\$ 626.79          |  |
| Desalojo de material sobrante                          |       |        |             |             | 5.70   | m³  | C\$ 50.00  | C\$ 284.91          |  |
| <b>10.4-Pilas rompe carga 05</b>                       |       |        |             |             |        |     |            |                     |  |
| <b>10.4.1-Mantenimiento de tapa de protección</b>      |       |        |             |             |        |     |            | <b>C\$ 531.04</b>   |  |
| Pintura anticorrosiva roja                             | 1     | Cuarto | C\$ 180.70  | C\$ 180.70  |        |     |            |                     |  |
| Brocha 2"  | 2     | und    | C\$ 60.17   | C\$ 120.34  |        |     |            |                     |  |
| Lija acabado grueso                                    | 2     | und    | C\$ 20.00   | C\$ 40.00   |        |     |            |                     |  |
| Diluyente  | 1     | Lts    | C\$ 90.00   | C\$ 90.00   |        |     |            |                     |  |
| Mano de obra pintura                                   |       |        |             |             | 2      | m²  | C\$ 50.00  | C\$ 100.00          |  |
| <b>10.4.2-Cambio de accesorios</b>                     |       |        |             |             |        |     |            | <b>C\$ 13237.70</b> |  |
| Codos Hg 90° 2"  | 2     | und    | C\$ 54.45   | C\$ 108.90  |        |     |            |                     |  |
| Codos Hg 90° 2"  | 2     | und    | C\$ 28.70   | C\$ 57.40   |        |     |            |                     |  |
| Válvula compuerta 2"                                   | 2     | und    | C\$ 2893.45 | C\$ 5786.90 |        |     |            |                     |  |
| Válvula flotador 2"                                    | 1     | und    | C\$ 5200.00 | C\$ 5200.00 |        |     |            |                     |  |
| Tubo HG Ced 40 2"                                      | 1     | und    | C\$ 1386.00 | C\$ 1386.00 |        |     |            |                     |  |
| Adaptadores macho 2"                                   | 2     | und    | C\$ 110.25  | C\$ 220.50  |        |     |            |                     |  |
| Teflón industrial 3/4                                  | 2     | und    | C\$ 29.00   | C\$ 58.00   |        |     |            |                     |  |
| Silicon transparente                                   | 1     | und    | C\$ 70.00   | C\$ 70.00   |        |     |            |                     |  |
| Mano de obra de instalación                            |       |        |             |             | 1      | Glb | C\$ 350.00 | C\$ 350.00          |  |
| <b>10.5-Valvulas de limpieza</b>                       |       |        |             |             |        |     |            |                     |  |
| <b>10.5.1-Valvulas de limpieza de 1" ( 1 válvula )</b> |       |        |             |             |        |     |            | <b>C\$ 2282.52</b>  |  |

|  |   |     |     |             |               |     |     |            |                    |                      |
|--|---|-----|-----|-------------|---------------|-----|-----|------------|--------------------|----------------------|
|  | Adaptadores macho de 1"   | 6   | Und | C\$ 17.15   | C\$ 102.90    |     |     |            |                    |                      |
|  | Tapón hembra 1 "  | 2   | Und | C\$ 26.09   | C\$ 52.18     |     |     |            |                    |                      |
|  | Válvula compuerta 1 "   | 2   | Und | C\$ 590.10  | C\$ 1180.20   |     |     |            |                    |                      |
|  | T "   | 2   | Und | C\$ 29.62   | C\$ 59.24     |     |     |            |                    |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula                           | 2   | und | C\$ 265.00  | C\$ 530.00    |     |     |            |                    |                      |
|  | Teflón industrial 3/4   | 2   | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00     |     |     |            |                    |                      |
|  | Mano de obra de instalación   |     |     |             |               | 1   | Glb | C\$ 300.00 | C\$ 300.00         |                      |
|  | <b>10.5.2-Valvula de aire (1 válvulas)</b>                            |     |     |             |               |     |     |            |                    |                      |
|  | <b>10.5.2.1-Valvula de aire de 1"</b>                                 |     |     |             |               |     |     |            | <b>C\$ 7451.26</b> |                      |
|  | Válvula compuerta de 1 "  | 2   | Und | C\$ 590.10  | C\$ 1180.20   |     |     |            |                    |                      |
|  | Adaptadores macho de 1 "  | 4   | Und | C\$ 17.15   | C\$ 68.60     |     |     |            |                    |                      |
|  | Ventosa combinada de 1" PN 10   | 2   | Und | C\$ 2741.90 | C\$ 5483.80   |     |     |            |                    |                      |
|  | T de 1 "  | 2   | Und | C\$ 47.83   | C\$ 95.66     |     |     |            |                    |                      |
|  | Teflón industrial 3/4   | 2   | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00     |     |     |            |                    |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula                           | 1   | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00    |     |     |            |                    |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                                    |     |     |             |               | 1   | Glb | C\$ 300.00 | C\$ 300.00         |                      |
|  | <b>10.6-Valvulas control de flujo</b>                                 |     |     |             |               |     |     |            |                    |                      |
|  | <b>10.6.1-Valvula compuerta 2 " ( 1 válvulas )</b>                    |     |     |             |               |     |     |            | <b>C\$ 3586.95</b> |                      |
|  | Válvula de compuerta 2"   | 1   | und | C\$ 2893.45 | C\$ 2893.45   |     |     |            |                    |                      |
|  | Adaptadores macho 2"  | 2   | und | C\$ 110.25  | C\$ 220.50    |     |     |            |                    |                      |
|  | Teflón industrial 3/4   | 2   | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00     |     |     |            |                    |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula                           | 1   | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00    |     |     |            |                    |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                                    |     |     |             |               | 1   | Glb | C\$ 150.00 |                    |                      |
|  | <b>10.6.2-Valvula compuerta 1 1/2" (1 válvula)</b>                    |     |     |             |               |     |     |            | <b>C\$ 1516.70</b> |                      |
|  | Válvula de compuerta de 1 1/2"  | 1   | und | C\$ 995.40  | C\$ 995.40    |     |     |            |                    |                      |
|  | Adaptadores macho 1 1/2"  | 2   | und | C\$ 24.15   | C\$ 48.30     |     |     |            |                    |                      |
|  | Teflón industrial 3/4   | 2   | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00     |     |     |            |                    |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula                           | 1   | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00    |     |     |            |                    |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                                    |     |     |             |               | 1   | Glb | C\$ 150.00 |                    |                      |
|  | <b>10.6.3-Valvula compuerta 1 " (1 válvula)</b>                       |     |     |             |               |     |     |            | <b>C\$ 1097.40</b> |                      |
|  | Válvula de compuerta de 1"  | 1   | und | C\$ 590.10  | C\$ 590.10    |     |     |            |                    |                      |
|  | Adaptadores macho 1"  | 2   | und | C\$ 17.15   | C\$ 34.30     |     |     |            |                    |                      |
|  | Teflón industrial 3/4   | 2   | und | C\$ 29.00   | C\$ 58.00     |     |     |            |                    |                      |
|  | Caja de concreto para protección de válvula                           | 1   | und | C\$ 265.00  | C\$ 265.00    |     |     |            |                    |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                                    |     |     |             |               | 1   | Glb | C\$ 150.00 |                    |                      |
|  | <b>11.1-Instalacion de sistema de medición- medidores domiciliars</b> |     |     |             |               |     |     |            |                    | <b>C\$ 407222.40</b> |
|  | Medidor Bar meter chorro mult. B-1/2"                                 | 192 | und | C\$ 1088.55 | C\$ 209001.60 |     |     |            |                    |                      |
|  | Caja protectora medidor plástico 1/2"                                 | 192 | und | C\$ 691.25  | C\$ 132720.00 |     |     |            |                    |                      |
|  | Válvula de bola Br. racor 1/2"x3/4"                                   | 192 | und | C\$ 229.60  | C\$ 44083.20  |     |     |            |                    |                      |
|  | Adaptador hembra PVC 1/2"   | 192 | und | C\$ 5.95    | C\$ 1142.40   |     |     |            |                    |                      |
|  | Adaptador macho PVC 1/2"  | 192 | und | C\$ 5.60    | C\$ 1075.20   |     |     |            |                    |                      |
|  | <b>Mano de obra de instalación</b>                                    |     |     |             |               | 192 | Glb | C\$ 100.00 | C\$ 19200.00       |                      |

|  |                  |                          |
|--|------------------|--------------------------|
|  | <b>SUB TOTAL</b> | <b>C\$ 2,320,190.703</b> |
|  | <b>IVA (15%)</b> | <b>C\$ 151776.98</b>     |
|  | <b>IR (2%)</b>   | <b>C\$ 46403.81</b>      |
|  | <b>TOTAL</b>     | <b>C\$ 2,523,491.87</b>  |

| <b>Resumen de costos</b> | <b>Córdobas (C\$ )</b>        | <b>Tasa de cambio actual para 1\$<br/>(31/05/21)</b> | <b>Costo (\$)</b>         |
|--------------------------|-------------------------------|--|---------------------------|
| <b><i>SUB-TOTAL</i></b>  | <b><i>C\$ 2320190.703</i></b> | <b><i>C\$ 35.11</i></b>                              | <b><i>\$66,083.47</i></b> |
| <b><i>IVA (15%)</i></b>  | <b><i>C\$ 151776.98</i></b>   | <b><i>C\$ 35.11</i></b>                              | <b><i>\$4,322.90</i></b>  |
| <b><i>IR (2%)</i></b>    | <b><i>C\$ 46403.81</i></b>    | <b><i>C\$ 35.11</i></b>                              | <b><i>\$1,321.67</i></b>  |
| <b><i>TOTAL</i></b>      | <b><i>C\$ 2518371.49</i></b>  | <b><i>C\$ 35.11</i></b>                              | <b><i>\$71,728.04</i></b> |

## **Anexo No.5. Juego de planos**

