



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de
Mapasingue, parroquia colon, Cantón Portoviejo

Trabajo de Titulación para la obtención del Título de Ingeniero Civil.

Autor: Zambrano Hidalgo Claudio Alejandro

Tutor: Ing. Guillermo Baños

Samborondón, Mayo 2017.

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación lo dedico a mis padres el Ing. Fernando Zambrano Pico, a mi madre la Abg. Dra. Blanca Elena Hidalgo Marazita y a mi novia la Srta. Daniela Gómez Forero por siempre haberme brindado su apoyo incondicional en todo momento en esta travesía que con la bendición de Dios que me impulsa a seguir día a día, culmina con mucho esfuerzo y dedicación.

Agradecimiento

Un sincero agradecimiento a mi tutor el Ing. Guillermo Baños por todo su apoyo incondicional quien me ha sabido guiar con paciencia y profesionalismo en la elaboración de este proyecto de investigación.

A todos mis docentes que desde el inicio de esta travesía en busca de la excelencia profesional supieron brindarme sus conocimientos para lograr esta meta.

A mis amigos y compañeros quienes han estado ahí ayudándome en medida de lo posible.

ÍNDICE GENERAL

UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO	0
Dedicatoria.....	1
Agradecimiento	2
ÍNDICE GENERAL.....	3
1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA	11
1.1. Planteamiento del Problema.	11
1.2. Formulación del Problema.	12
1.3. Sistematización del problema.	13
1.4. Objetivos de la investigación.....	13
1.4.1. Objetivo General.....	13
1.4.2. Objetivos Específicos.....	14
4. Dimensionar la red de agua potable para comunidad de Mapasingue.	14
1.5. Justificación	14
2. CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL	15
2.1. Ubicación Geográfica.....	15
2.1.1. Clima.....	16
2.1.2. MAPASINGUE	16
2.1.3. Topografía, orografía e hidrografía	16
2.1.4. DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD	16
2.2. El Agua	17
2.2.1. Red de Abastecimiento de Agua Potable	18
2.2.2 Clasificación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable	19
2.2.3 Componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable	19
2.2.3.1. Almacenamiento de Agua Bruta	20
2.2.3.2. Captación	20
2.2.3.3. Conducción	20
2.2.3.4. Tratamiento	21
2.2.3.5 Almacenamiento de agua tratada.....	21
2.2.3.6 Red de distribución.....	23
2.2.3.6.1 Trazado de la red	23
2.2.3.6.2 Método de longitudes virtuales para redes abiertas ...	24

2.2.3.7	Coefficiente de caudal por metro.....	24
2.2.3.7.1	Caudal propio	25
2.2.3.7.2	Caudal tramo	25
2.2.3.7.3	Diámetro.....	25
2.2.4.	Esquema de una Red de Distribución de agua potable.....	26
2.2.5.	Componentes de la red de distribución	28
2.2.6.	Pérdidas	29
2.2.6.1.	Pérdidas primarias.....	30
2.2.6.2.	Pérdidas secundarias.....	31
2.2.6.3	Golpe ariete.....	32
2.2.7	Tanque de succión	33
2.2.8	Estación de Bombeo.....	34
2.2.8.1	Tubería de succión	34
2.2.8.2	Bomba.....	35
2.2.8.2.1	Características del rendimiento de la bomba.....	36
2.2.8.3	Tubería de impulsión	36
2.2.8.4	Altura dinámica total de la bomba	37
2.2.9.	Período de diseño.....	37
2.2.10.	Población de diseño	37
2.2.11.	Niveles de Servicio	40
2.2.11.1	Dotaciones	41
2.2.11.2	Variaciones de Consumo	42
2.2.11.3	Caudal máximo diario.....	43
2.2.11.4	Caudal Máximo horario.	43
2.3.	Definiciones conceptuales	44
3.	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	47
3.1	MÉTODOS	47
3.2	TÉCNICAS	47
3.3.	INSTRUMENTOS.....	47
3.4.	HERRAMIENTAS.....	47
3.5.	MATRIZ DE INVOLUCRADOS	48
3.6.	ÁRBOL DE PROBLEMAS	49
3.7	ÁRBOL DE OBJETIVOS	50
4.	RECURSOS A UTILIZAR.....	51

4.1.	HUMANOS	51
4.2.	MATERIALES	51
4.3.	RECURSOS INSTITUCIONALES	51
4.4.	FINANCIEROS	52
5.	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	52
5.1.	TRABAJO DE CAMPO	52
5.2.	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	52
5.3	DISEÑO DE SISTEMA CONVENCIONAL (DISEÑO HIDRÁULICO DE RED).....	62
5.3.1	Población futura	62
5.3.2	Nivel de servicio	62
5.3.3	Dotación	62
5.3.4	Variaciones de consumo	62
5.3.5	Conducción.....	63
5.3.5.1	Caudal de diseño para conducción de aguas superficiales:	63
5.3.5.2	Diámetro óptimo	64
5.3.5.3	Velocidad	64
5.3.5.4	Pérdidas por fricción	65
5.3.5.5	Perdidas localizadas.....	66
5.3.5.6	Altura de velocidad	66
5.3.5.7	Golpe ariete	67
5.3.6	Tanque de succión	68
5.3.7	Estación de Bombeo.....	71
5.3.7.1	Conducción forzada por bombeo.....	71
5.3.7.2	Diámetro económico línea de impulsión	72
5.3.7.4	Tubería de succión	72
5.3.7.5	Altura estática (Hes y Hei).....	74
5.3.7.7	Pérdidas menores en la tubería de succión (Hms).....	75
5.3.7.8	Pérdidas por fricción en tubería de impulsión Hfi	75
5.3.7.9	Pérdidas menores en tubería de impulsión (Hmi)	76
5.3.7.10	Altura de velocidad	77
5.3.7.11	Altura dinámica total (ADT)	77
5.3.7.12	Golpe ariete	77

5.3.7.13 Selección de la bomba	78
5.3.8 Tanque de almacenamiento	79
5.3.8.1 Volumen de almacenamiento	79
5.3.8.2 Dimensiones del tanque	79
5.3.9. Red de distribución	83
5.3.9.1. Trazado de la red	83
5.3.9.2 Caudal de diseño.....	84
5.3.9.3 Dimensionamiento de la red	84
Pérdidas por fricción	87
Pérdidas menores.....	87
Presión de trabajo.....	88
PRESUPUESTO.....	89
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
6.1. CONCLUSIONES	93
6.2. RECOMENDACIONES.....	93
7. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD	94
8. PRESUPUESTO GENERAL	94
9. CRONOGRAMA VALORADO	96
Bibliografía.....	97
Anexo 1.....	98
Anexo 2.....	99
Anexo 3.....	102
Anexo 4.....	103
Anexo 5.....	104
Anexo 6.....	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Constante de la capacidad del tanque de almacenamiento	22
Tabla 2 Coeficientes de rugosidad de Hazen Wiliams	30
Tabla 3 Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).....	31
Tabla 4 Velocidades máximas en tuberías de succión	34
Tabla 5 Tasas de crecimiento poblacional.....	40

Tabla 6 Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.	41
Tabla 7 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio	41
Tabla 8 Porcentaje de fugas considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.	43
Tabla 9 Perdidas localizadas	66
Tabla 10 Tanque de succión.....	68
Tabla 11 Altura estática	74
Tabla 12 Pérdidas menores.....	75
Tabla 13 Pérdidas menores.....	76
Tabla 14 Análisis de la curva integral	80
Tabla 15 Bombeo de 8 horas.....	81
Tabla 16 Dimensionamiento de la red	86
Tabla 17 Tramo T-1	87
Tabla 18 Tramo 1-2	87
Tabla 19 Tramo 3-4	87
Tabla 20 Tramo 5-6	87
Tabla 21 Tramo 1-7	88
Tabla 22 Tramo 11-12	88
Tabla 23 Altura piezométrica	88
Tabla 24 Presupuesto.....	89
Tabla 25 Presupuesto general.....	94

ÍNDICE DE GRAFICO

Gráfico 1 Representación de la curva integral	69
<i>Gráfico 2</i> curva de distribución horaria	81
<i>Gráfico 3</i> Variaciones de consumo y el suministro por bombeo.....	83
<i>Gráfico 4</i> Implantación de la red.....	84

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<i>Figura 1</i> Ubicación de la Comunidad Mapasingue.....	15
---	----

RESUMEN

El presente trabajo de tesis comprende el desarrollo de un Sistema de abastecimiento de agua potable que surge como una necesidad para la comunidad de Mapasingue parroquia Colón Cantón Portoviejo. En la actualidad la parroquia no posee canales terrestres ni acuáticos. Aquello que presenta inconvenientes con respecto al lugar donde se desea trabajar este proyecto el cual presenta un costos determinado por el medio rural en la provincia de Manabí se requieren para la obra, implica el material de construcción y trabajadores, un costo diferente que en otras provincias y que en la misma ciudad de Portoviejo, el transporte que ayuden con el traslado de la carga. Lo que es necesario que se realice un análisis previo para contemplar las posibles soluciones sin que afecte el capital a invertir, teniendo presente la inversión destinada en cada proceso.

Previo a la información planteada se detallara las actividades realizadas en el sistema de abastecimiento de agua potable, considerando que la provincia no se encuentra en la actualidad en las condiciones adecuadas y carece de muchos problemas debido a las incidencia presentadas con el terremoto del 16 de abril de 2016, de tal manera que se diseñó un nuevo sistema de abastecimiento de agua potable que optimice los recursos y sirva a la comunidad.

El diseño tradicional implica: la cámara de captación de agua, de un contenedor seleccionado que espera tener una cantidad de agua que abastezca a la población de Mapasingue parroquia Colón Cantón Portoviejo. (Sobre todo en situaciones de escases). El traslado del agua se precisó por medio de una red de tuberías, creada para almacenar una represa que sirva de soporte, para la repartición de una red de tuberías, las cuales forman mallas; lo que da paso a un sistema de abastecimiento de agua potable para toda la comunidad. Por lo tanto se consideró una pileta de mampostería. Y lograr dar una reacción diferente a los sistemas habituales, con la creación de un material de concreto, en el sistema optimizado se contempló la cámara de captación completamente de mampostería y para el reservorio un tanque

industrial de polietileno. Se desarrolló una letrina de hoyo seco para evitar que la problemática ambiental. Como punto final se elaboraron conclusiones para verificar la factibilidad técnico-económica sobre el sistema de abastecimientos de agua para consumo personal en comunidad de Mapasingue, parroquia colon del cantón Portoviejo, provincia Manabí, para lo cual fue necesario realizar cotizaciones por cada sistema, asegurando que una parte de la inversión se la realizara en el transporte para el traslado de material.

1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema.

Uno de los factores principales para vivir en la comunidad es el acceso de agua potable. Desde hace varios años atrás la revolución de la agricultura y la historia sobre la evolución del hombre datan de los años 9.000-10.000 a.c, comenzaron los primeros indicios por mantener el control de las aguas de los ríos, lagunas, mares y océanos, a comienzos del segundo milenio A.C., en los diferentes lugares poblados, el abastecimiento de agua resulta por medio de la gravedad, con el uso de tuberías o canales y sumideros. Pero estos recursos no cubrían todas las áreas, se lo usaba como una fuente central donde las personas debían trasladarse para poder hacer uso de ella. Este sistema era muy incómodo e inapropiado lo cual no cubría con las carencias de las familias, por lo cual surge el interés de crear acueductos para que el agua se traslade desde cualquier lugar.

Con el descenso del Imperio Romano, se inició una temporada de retroceso en la tecnología hídrica, lo que causó que la higiene de la salud pública se deteriora en Europa. Las condiciones eran pésimas, el agua proporcionada estaba contaminada, con heces fecales de animales y humanos dentro del entorno, y las aguas servidas eran desechadas en las veredas. Lo que dio origen a la propagación de epidemias que afecto drásticamente a los países europeos.

Aproximadamente en el siglo XVII, los instrumentos de construcción no eran los más apropiados debido a que estaban hechos con madera, arcilla o plomo las cuales no servían como soporte para resistir las altas presiones, a pesar que las instalaciones fueron creadas acorde a la línea del gradiente hidráulico. La inclusión del hierro fundido en la construcción, el reparto de las redes de agua potable que se diseñaron con este material otorgo grandes ventajas ya que reduce los costos, y permitió la implementación de otros medios como el de elevación de agua, lo que facilitó que llegara directamente a cada domicilio, sin discriminación o preferencia alguna.

Pese a los avances tecnológicos en los sistemas de abastecimiento de agua potable, y con el incremento de los habitantes en las ciudades, dio lugar a la contaminación de tal forma que afectó sus fuentes de suministro de agua. Para esto se vio la necesidad de aplicar los medios tecnológicos desde otra perspectiva y se enfocó en diseñar nuevas herramientas para mejorar las redes y protección de medio ambiente, con un control más exigente de las aguas. En los años de 1900 se realizó tratamiento en las ciudades en las que se empezó con la colocación de filtros, y, con este antecedente se optó por la utilización de cloro, que mejoró notablemente la potabilización del agua

Según información estadística de la EPMAPAP (Empresa Pública Municipal De Agua Potable Y Alcantarillado De Portoviejo) hasta el año 2013 la cobertura en agua potable era de 75%, una vez que se puso operativo el sistema del Plan Maestro se alcanzó una cobertura de 13% más, lo que permitió cubrir la demanda existente de agua potable, obteniendo el 88% de cobertura en zonas urbanas de la ciudad.

Las obras estratégicas que permitirán que la Empresa se proyecte al cumplimiento de la misión, están sostenidas por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Portoviejo, con financiamiento de la Banca pública.

Siendo la EPMAPAP (Empresa Pública Municipal De Agua Potable Y Alcantarillado De Portoviejo) entidad beneficiada, se comprometió a realizar diagnóstico, rediseños, actualizaciones y elaboración de los estudios definitivos, con las viabilidades de los órganos de control como SENAGUA (Secretaría Nacional del Agua), MAE (Ministerio de ambiente del Ecuador); así mismo llevar cronogramas y aportes adicionales, sub comisiones para los procesos contractuales y las labores de Fiscalización, operación y mantenimiento.

1.2. Formulación del Problema.

La parroquia Colon en el cantón Portoviejo es una zona urbana, con una escasez económica preocupante, tanto así que no poseen servicios básicos que afecta a la salud, al rendimiento educativo y laboral de sus habitantes, no

existe una planificación urbana que termine con éstas incidencias que afecta a la comunidad y el entorno familiar, ocasionando enfermedades graves, que ponen en riesgo a mujeres en estado de gestación, provocando un alto índice de mortalidad por causa de la carencia de agua potable.

1.3. Sistematización del problema.

- ¿Qué recursos o técnicas son necesarios para la creación de un sistema de abastecimiento de agua potable para asegurar y mejorar el estilo de vida de los habitantes?
- ¿Cómo lograr la creación de un sistema direccionado a mejorar los servicios sanitarios con un planteamiento integral en el sistema de abastecimiento?
- ¿Qué beneficios obtendría la comunidad sobre la implementación de agua potable como un servicio básico en esta propuesta?
- ¿En qué consistiría el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Mapasingue parroquia Colon Cantón Portoviejo?
- ¿Cuál estrategia se va aplicar para la creación de la Línea de Conducción para trasladar el agua en las tuberías?
- ¿Se cumplirá con los objetivos planteados sin que la inversión afecte a los beneficios que se desean alcanzar con el sistema de abastecimiento?

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Elaborar el diseño del sistema de abastecimiento de agua para la comunidad de Mapasingue, parroquia Colón del Cantón Portoviejo, provincia Manabí.

1.4.2. Objetivos Específicos

1. Desarrollar el levantamiento topográfico de la comunidad de Mapasingue, parroquia Colón del Cantón Portoviejo.
2. Establecer el sistema de bombeo para los requerimientos (caudal y presión)
3. Determinar la capacidad del tanque de almacenamiento para regular caudal cuando no se esté operando la estación de bombeo.
4. Dimensionar la red de agua potable para comunidad de Mapasingue.

1.5. Justificación

Con el transcurso del tiempo y los avances tecnológicos que han formado parte fundamental en la vida de las personas a través de la ingeniería hidráulica es notable que el agua potable es un recurso vital. La función que cumple abarca el uso de procesos para eliminar y controlar coherentemente los residuos humanos, lo que facilita cuidar y proteger el medio ambiente y evitar la proliferación de enfermedades.

El agua potable es la que mediante un proceso de purificación llega a cumplir con las normas de calidad para el uso y consumo humano y no represente un daño para nuestra salud, es por ello que se transforma en una necesidad para una población, y el no tenerla diariamente es un problema.

El mal abastecimiento del servicio de agua potable de la comunidad de Mapasingue afuera en la parroquia Colón afecta a las familias que viven en esta comunidad, debido a que hay días que tienen este servicio y otros que no, y en algunas partes de esta comunidad llevan años sin dicho servicio.

Esta investigación se debe al problema de abastecimiento de agua potable que existe en esta comunidad, lo cual se considera sumamente importante que todos los hogares se abastezcan con este servicio. Hay que realizar un estudio primario para determinar el problema que causa la falta de agua potable en algunos hogares, y poder diseñar un sistema de abastecimiento que llegue a toda la comunidad.

2. CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

Sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Mapasingue de la parroquia Colón, Cantón Portoviejo

2.1. Ubicación Geográfica

La parroquia colon se encuentra situada al este del cantón Portoviejo, en la provincia de Manabí, a 9 km de Portoviejo. Al este del valle de la ciudad está ubicada colon cruzada por el rio que lleva el mismo nombre su población es urbana y rural que se encuentran a lo largo de San Ignacio, Santa Clara, Mata Cady entre otros, el área abarca unos 25 km².

La comunidad Mapasingue limita al Norte con Estancia Vieja; al Sur con Mapasingue; al Este con Pachinche Afuera y al Oeste con La Felicidad



Figura 1 Ubicación de la Comunidad Mapasingue

Elaborado por: Claudio Zambrano Hidalgo

2.1.1. Clima

El clima es cálido, pero varía según las temporadas, el Ecuador solo tiene dos estaciones lluviosa y seca, la mayor parte del tiempo hace calor, las temperaturas varían entre los 24 °C con una precipitación entre los 500 y 1000 mm. Estas estaciones cambian aproximadamente cada seis meses.

2.1.2. MAPASINGUE

La comunidad de Mapasingue posee muchos inconvenientes entre ellos que carecen de agua potable, las calles no son transitables, no tienen alcantarillado, no hay vigilancia policial, no posee recursos de comunicación como líneas telefónicas situación que afecta a la población.

2.1.3. Topografía, orografía e hidrografía

El territorio es inestable, posee elevaciones que superan los 400 metros, al este se encuentra situado el cerro la Carraca y el cerro Mapasingue al Oeste.

En la parte interna del valle que se encuentra entre el río Portoviejo hace que los habitantes corran riesgos con la presencia de lluvias y el cambio de estación. Los movimientos del río son constantes direccionado de este a oeste, (desde Santa Ana hasta Portoviejo). En el valle se encuentran los canales del sistema de Poza Honda, con 800 hectáreas aproximadamente.

2.1.4. DIAGNOSTICO DE LA COMUNIDAD

La parroquia Colón es una parroquia urbana del cantón Portoviejo, provincia Manabí, creada hace 100 años, la cual cuenta aproximadamente con 4.800 habitantes.

Dicha parroquia está conformada por los siguientes recintos: la Mocora, el Cady, Estancia Vieja, La Cantera, Mapasingue, Pachinche afuera, Pachinche adentro, Pachinche medio Maconta, los Ángeles y San Ignacio.

Una de ellas es la comunidad de Mapasingue que pertenece a la Parroquia Colón, limita al Norte con Estancia Vieja; al Sur con Lodana; al Este con Pachinche Afuera y al Oeste con La Felicidad y se encuentra a dos kilómetros asfaltado de la carretera que conduce de Portoviejo a Santa Ana.

Muchos años atrás ésta comunidad solo era árboles y animales, una selva con variedad de animales como tigres, monos, venados, ardillas, armadillos, diferentes tipos de aves, etc. los cuales sobrevivían porque habían vertientes y pozos de agua rodeados de ceibos, laurel prieto, guachapeli, algarrobo, entre otros.

El pozo que construyó el CRM. (Centro de Rehabilitación de Manabí) y no dio resultado por ser agua salina.

Esta comunidad cuenta con 802 habitantes que en la actualidad hay 47 viviendas reconstruidas con el aporte estatal del MIDUVI (Ministerio de desarrollo urbano y vivienda) y las cuales son de hormigón armado y construcción mixta.

2.2. El Agua

Los componentes del agua son diversos: dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno. Su fórmula molecular es H₂O.

(Rice, La tierra, 2011) Considera que:

Es posible que no haya vida en ningún otro lado del planeta del sistema solar. La tierra contiene vida en parte porque hay aire y agua. Aproximadamente el 70% de la tierra está cubierto por agua. Las plantas y los animales también viven en el agua, algunos animales viven tanto en el agua como en la tierra. (P.15)

Es un elemento esencial en la tierra, cubre el 72% de la superficie de la tierra y forma parte de los seres vivos representando, el 50% y el 90% de la masa corporal. A pesar de ser una gran cantidad solo forma parte de 0,22% en el planeta. Se lo localiza en cualquier área de la biosfera, la cual forma los estados de la tierra: solido, líquido y gaseoso se localiza en lagunas, ríos,

mares y océanos, se dice sólido a su representación en nieve, formaciones de hielo donde los grados de temperatura son elevados y gaseosos al momento que se convierte en vapor de agua y se dirige hacia las nubes para luego transformarse en lluvia.

La distribución del agua sobre cubre las tres cuartas partes en la tierra la que conforma el 3% de agua dulce la que divide el 1% en estado líquido que se encuentra en lagos y ríos el otro porcentaje en los casquetes ubicado en los polos.

Es notable que la población aumenta cada vez más, lo que hace que éste recurso se escasee con frecuencia, esto preocupa a diferentes organizaciones políticas del estado. La distribución de agua potable es un problema que surgió hace muchos años atrás. En Grecia en la antigüedad fueron los primeros en la construcción de tuberías de presión para proveer a la comunidad. En algunos lugares iniciaron con la colocación de cisternas para las aguas pluviales. Por lo general se los ubica debajo de la tierra para evitar que se sobrecalienten con el sol.

(Gonzalez, Vergara, & Rivera, 2013) Consideran que:

Hablar en el siglo XXI de la importancia del agua para la supervivencia del hombre pareciera una obviedad, pues lo cierto es que que miles de personas mueren de sed, que las condiciones de tratamiento de las aguas residuales no son óptimas y que fenómenos como el cambio climático afectan especialmente a este recurso finito y vulnerable necesario para sostener la vida en el planeta. (P.9)

2.2.1. Red de Abastecimiento de Agua Potable

Es un proceso aplicado en la ingeniería, que permiten trasladar el agua a los habitantes de las ciudades, a los de pueblos o área rural sea este como agua potabilizada.

(Defensor del pueblo Andaluz, 2011) Consideran que:

El agua es para todos y todas; una visión compartida del agua que obligara a superar localismos arcaicos que se construyeron enarbolando falsos conceptos como el "el agua es nuestra". El discurrir natural del agua, sus flujos y circuitos no admiten apropiaciones hermética y excluyente de nadie. Toda la sociedad está llamada a participar en las políticas del agua no solo como meros usuarios o

consumidores de agua, sino como actores comprometidos en su mejor aprovechamiento. (P.24)

2.2.2 Clasificación de los Sistemas de Abastecimiento de Agua Potable

- Almacenamiento de las aguas de lluvia en aljibes.
- Agua que procede de manantiales en la cual el agua subterránea surge a la superficie
- Aguas localizadas debajo de la superficie ubicadas en pozo o galerías filtrantes.
- Agua que se alojó de manera superficial, que provienen de ríos, arroyos, o lagos naturales.
- El agua que proviene directamente del mar(desalinización).

Para que el agua se convierta en potable es necesario que sea tratada y desafectada hasta la desalinización.

Se destaca el Agua proveniente de la red principal problema principal en este proyecto ya que están concatenadas la cual permite trasladar hasta las viviendas de los moradores el agua potable.

2.2.3 Componentes del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable

Se conoce como uno de los abastecimientos más complicados en los que utilizan aguas superficiales y se dividen en las siguientes partes:

- Almacenamiento de agua bruta.
- Captación.
- tratamiento.
- almacenamiento de agua tratada.
- Red de distribución

(Trapote, 2013) Considera que:

Las características a tener en cuenta en la tubería son la resistencia a las acciones interiores y exteriores de todo tipo, como pueden ser la acción mecánica, la agresividad del agua conducida o el terreno, la corrosión, etc. Otra característica fundamental a considerar se refiere a

la rugosidad. Por su influencia sobre la pérdida de carga y la capacidad portante del conducto. (P.149)

2.2.3.1. Almacenamiento de Agua Bruta

El acopio de agua bruta es indispensable cuando la fuente de agua carece de un caudal que abastezca todo el año la cual pueda trasladar la cantidad de agua que se requiere para cumplir con los requerimientos de los habitantes.

El embalse es una construcción hidráulica en un arroyo o río que bloquea de forma temporal o en su totalidad su cauce.

2.2.3.2. Captación

Requiere de mucho cuidado para evitar el afloramiento de bacterias u otro tipo de contaminantes.

Para captar las aguas que resultan de un proceso que se lo realiza a través de bocatomas es necesario hacer uso de galerías filtrantes paralelas acorde a la dirección que tenga el agua. Una bocatoma o captación, es una estructura hidráulica diseñada con la finalidad de enviar por otro lado el agua de ríos, arroyo.

La estructura de capacitación deberá tener una capacidad, que pueda derivar al sistema de agua potable un caudal mínimo de 1.2 veces el caudal máximo diario correspondiente al final del periodo de diseño.

2.2.3.3. Conducción

Se determina una conducción a los conductos u obras que permiten el transporte del agua, desde la captación hasta un sistema de tratamiento, en condiciones seguras e higiénicas.

La conducción podrá ser diseñada a flujo libre o forzado; en el caso de diseñar una conducción a flujo libre, la tubería debe funcionar parcialmente evitando velocidades muy bajas que puedan ocasionar sedimentación o velocidades muy altas que produzcan abrasión en el conducto.

Las conducciones forzadas, puede ser por gravedad o por bombeo, para tales casos la presión dinámica mínima en la línea de conducción será de 5m. Para

el diseño de la conducción, deberán tomarse en cuenta las presiones estáticas, dinámicas, y aquella ocasionada por el golpe ariete.

2.2.3.4. Tratamiento

El tratamiento del agua para su transformación es un proceso minucioso en el sistema, para hacer que esta sea potable requiere de los siguientes atributos.

- Soporte para detener el material grueso, puede ser el flotante o el de arrastre de fondo
- Un desarenador para evitar que pase el material suspendido fino.
- Floculadores, que adiciona químicos, que permiten la depuración de sustancias en suspensión disuelta y materiales muy delgados en su totalidad.
- Decantadores, o sedimentadores que dividen parte esencial del material delgado.
- Filtros que limpian el material en detención
- Conector de detección.

(Van Koppen & Smith, 2011) consideran que:

Los usuarios confían que el agua es potable y la beben sin hervir. Sin embargo, no todos los sistemas de tratamiento funcionan bien. Además, el agua puede contaminarse nuevamente después del tratamiento y el manejo de agua en el hogar puede ser poco higiénico. En lege Dini, Etiopia, el agua de una fuente limpia (Por ejemplo un pozo en ajo o un manantial protegido en Kora), se contaminaba en los contenedores que se usaban para llevarla, tanto como el agua obtenida de fuentes de agua superficiales. (P.127)

2.2.3.5 Almacenamiento de agua tratada

Este almacenamiento cumple con la finalidad de coordinar los cambios en los horarios de consumo y respaldar para ocasiones emergentes una cantidad estratégica como incendios entre otros en los cuales se darán a conocer los dos tipos de aguas tratadas existentes.

- Colocación de tanques en diferentes áreas del suelo

- Los Tanques que se colocan sobre superficies elevadas.

Para poblaciones rurales, la Norma CO (Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural) 10.7 – 602, establece que la capacidad del almacenamiento deberá ser el 50% del volumen medio diario futuro, y a su vez no podrá ser inferior a 10m³.

Una vez obtenido el volumen total del tanque se debe realizar un predimensionamiento, el cual depende de consideraciones económicas:

A mayor profundidad, será mayor el costo de muros laterales y menor el costo de losa inferior y superior.

A menor profundidad, será mayor el costo de losa inferior y superior, mientras que el costo de los muros laterales será menor.

Para tener una idea de predimensionamiento, se puede aplicar la siguiente fórmula empírica:

$$h = \frac{V}{3} + k$$

Donde:

h = profundidad

V = volumen de almacenamiento (cientos de m³)

K = constante en función de la capacidad (Tabla No. 1)

Tabla 1 Constante de la capacidad del tanque de almacenamiento

V (cientos de m ³)	k
Menor a 3	2.0
4-6	1.8
7-9	1.5
10-13	1.3
14-16	1.0
Mayor a 17	0.7

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. López Coalla Ricardo.

2.2.3.6 Red de distribución

La red de distribución de agua está conformada por una cantidad de tuberías, accesorios y estructuras que trasladan el líquido desde el tanque y lo dirige a las tomas de cada casa o los hidrantes públicos.

A las personas que reciben éstos servicios (domésticos, públicos, industriales, comerciales), la red está en la obligación de proveer agua las 24 horas del día por todo el año en las cantidades proporcionales que corresponda.

La red de distribución será proyectada para el caudal máximo horario, y su trazado podrá estar conformado por ramales abiertos, mallas o combinación de ambos sistemas.

Se debe garantizar que la presión máxima estática será de 4 kg/cm², mientras que la dinámica será máxima de 3 kg/cm² y mínima de 0,7 kg/cm².

El diámetro nominal mínimo de los conductos de la red será de 19mm (3/4"), y la red dispondrá de válvulas que permitan independizar sectores para su operación o mantenimiento, sin necesidad de suspender el servicio por completo. Además, considerar que en ramales aislados y sobre todo en tramos que trabajen por bombeo, la tubería deberá diseñarse para soportar la sobrepresión del golpe ariete.

2.2.3.6.1 Trazado de la red

El trazado de la red obedece a la conformación física de la población y por lo tanto no existe una forma predefinida. Hidráulicamente se pueden establecer redes abiertas, cerradas o mixtas.

Redes abiertas: Son determinadas de mayor a menor diámetro, es usado para poblaciones pequeñas en donde por lo general no existe más de una calle principal.

También pueden dimensionarse redes abiertas tipo árbol, donde existe un tronco principal del cual se desprenden varias ramificaciones.

Redes cerradas: Se dimensionan mediante un mallado, donde se conforman varias cuadrículas o mallas alrededor de la red de relleno.

2.2.3.6.2 Método de longitudes virtuales para redes abiertas

El procedimiento a seguir es el siguiente:

- Traza la red por zonas de distribución, atendiendo el carácter de las mismas, residencial, comercial e industrial.
- Se procede a un trazado tentativo, que esté conformado por un conducto principal, que se ramifique para conducir el agua a cada zona o grupo de zonas de distribución y se anotan las longitudes de cada tramo de tubería.
- Se determina el coeficiente del caudal por metro de tubería, dividiendo el caudal máximo horario entre la longitud virtual de toda la red.

Las longitudes virtuales se definirán para:

- Líneas de alimentación: $L_v = 0$
- Tuberías que abastecen a predios localizados a un solo lado de la línea:
 $L_v = L_r$
- Tuberías que abastecen de agua a predios localizados a ambos lados de la línea: $L_v = 2 L_r$

2.2.3.7 Coeficiente de caudal por metro

El coeficiente de caudal se define por:

$$q = \frac{QMH}{\sum L_v}$$

Donde:

QMH = Caudal máximo horario

$\sum L_v$ = Sumatoria de Longitudes virtuales

2.2.3.7.1 Caudal propio

El caudal propio es aquel que circula por cada tramo que conforma la red de distribución y se define por:

$$Q_{\text{propio}} = q \times L_v$$

Donde:

q = coeficiente de caudal

L_v = Longitud virtual

2.2.3.7.2 Caudal tramo

Este caudal corresponde al caudal acumulado en los distintos tramos o secciones de la red, por lo cual se debe empezar la sumatoria desde el nudo más extremo hasta llegar a la línea de alimentación.

2.2.3.7.3 Diámetro

Una vez determinado el caudal para cada tramo se dimensiona el diámetro, para lo cual podemos usar la fórmula de Bresse:

$$D = k \sqrt{Q}$$

Donde:

D = Diámetro de la tubería

k = coeficiente de mayoración (0.7 a 1.6)

Q = Caudal

Velocidad

La velocidad se determina mediante:

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

Donde:

V = velocidad

Q = caudal

A = área del diámetro de la tubería

El valor de esta velocidad debe ser mayor a 0.25m/s y menor a 3m/s, pero en lo posible igual a 1.5m/s para garantizar buen flujo y evitar la sobre presión por golpe ariete.

2.2.4. Esquema de una Red de Distribución de agua potable.

Para la elaboración de un diseño para el sistema de abastecimiento es necesario hacer un análisis de los valores que serán establecidos a continuación.

Caudal: es la cantidad de agua que fluye por medio de una sección transversal

Consumo: Es la porción de agua que se utiliza desde un núcleo urbano en un tiempo establecido la cual puede ser prevista en litros (l) o metros cúbicos (m³).

Demanda: Es la proporción de agua que los habitantes de un sistema de abastecimiento desean aplicar según sus hábitos. En caso de haber escasez o límites en el servicio que se brinda, el consumo y los gastos deben ser similares dentro de un mismo lapso de tiempo

Dotación: es la cantidad de agua indispensable para cumplir con las peticiones del núcleo urbano, habitualmente manifestada en litros por cada habitante en el día.

La dotación es un proceso necesario que no se debe omitir al momento de elaborar un sistema de abastecimiento de agua para los habitantes ya que esa es la finalidad de su creación

Gasto de bombeo: Al momento de hacer referencia a las estaciones de bombeos, el valor a considerar como inversión corresponde al consumo que se hace diariamente pero en la actualidad existen varios puntos a favor como el bombeo, que es indispensable y necesario realizar un estudio en el que se analizara los gastos superiores e inferiores como resultado de las demandas en el consumo presente y futuro así como el aumento en el tiempo de creación del diseño

Para el cálculo, se efectúan las siguientes formulas:

$$Q_b = \frac{Q_m \cdot 86400s}{N}$$

Donde:

Q_b = gasto de bombeo (m^3/s)

Q_m = gasto medio (m^3/s)

N: Tiempo de bombeo (s) [6]

El incremento de la duración de bombeo que se usa para satisfacer las necesidades del consumo diario.

Levantamientos Topográficos: (planímetros y altimétricos) tienen la finalidad de conocer como está estructurado el terreno, estos levantamientos sirven como una base para conocer los desniveles de los terrenos.

Durabilidad o vida útil de las instalaciones: esta depende de la resistencia física a los factores problemáticos de desgaste u obsolescencia.

Se tiene presente que el abastecimiento de agua es un proceso complicado que incluye el manejo de material concreto, metalizado, tuberías, estaciones de bombeo entre otros cuyo rendimiento es algo cambiante lo que impide pensar en un desarrollo uniforme. Esto implica que mientras más

tiempo de vida posea el sistema, es más complicado ampliarlo al resultado final del periodo de diseño.

Con la información detallada se pueden elaborar cálculos que permitan seleccionar según los diversos proveedores, los mecanismos que forman parte de la red que distribuye el sistema de abastecimiento de agua potable

2.2.5. Componentes de la red de distribución

(Blanca, Langa, & Inmaculada, 2014) Considera que:

Analizar el funcionamiento general de las redes de distribución de agua y saneamiento para desarrollar el plan de mantenimiento, razonar las consecuencias, para una instalación: ordenanzas municipales, reglamentación de seguridad, reglamentación medioambiental, reglamentación UNE de aplicación. (P. 3)

Tubería: Esta palabra hace referencia al material de conducto de sección circular y de diámetro interno comercial. Este componente es indispensable en el abastecimiento de agua, ya que brindan la facilidad de transportar el agua de un punto a otro.

Válvulas y accesorios: la finalidad es manejar las presiones y las cantidades de agua que pasan en la red de las tuberías, modificando la dirección por medio de diferentes configuraciones, el que se encarga de trasladar el agua a los puntos estratégicos.

Por consiguiente, se tomarán los siguientes tipos de válvulas necesarias para el abasteciendo de agua.

Las válvulas de retención(Check), son válvulas de no retorno que no permite que el agua sea descargada con direccionamiento a la bomba, lo cual previene accidentes causadas por la rotación sin retorno a la bomba, y evita el vaciado de la tubería dando paso a un sistema más veloz y confiable.

Válvulas de cierre: Las válvulas de cierre permiten o cierran el paso de agua en los distintos componentes del sistema, se fabrican en diversos materiales de acuerdo al fin al que estén destinadas.

Válvulas de Compuerta: el cierre se origina con un disco vertical de la cara plana que se desplaza en forma recta colocándose sobre el asiento. Se deben colocar en el tiempo de operación con apertura o sin oportunidad, no es aconsejable para el centro de caudales en la red

Válvulas de aire: ventosas, tienen el objetivo es absorber el aire que amenora el paso en el caudal cuando estas generan bolsas de aire y dan acceso al momento de crear presión como sucede con la detención eventual de la bomba o cuando ya no se da paso a la válvula

Válvulas de alivio: Las válvulas de seguridad, Cumplen con la función de abrir el sistema a la atmosfera cuando la presión se eleva de forma inesperada, disminuyendo de esta manera las sobrepresiones subsiguientes

Ofrecen grandes ventajas ya que evitan irregularidades como averías en el sistema de abastecimiento

Conexiones: Son materiales que unen las tuberías entre sí con las válvulas y envía por otras direcciones las cantidades de agua según convenga, entre las diferentes conexiones están: los codos, tees, contracciones, expansiones, anillos entre otros.

Estos procesos se seleccionan acorde al resultado del cálculo y la trayectoria que se tenga en diseñar estos sistemas, de tal forma que se logre mayores resultados y minimizar las pérdidas que desarrollan los componentes y tuberías que forman parte del sistema.

2.2.6. Pérdidas

Cuando existe pérdida en la carga de la tubería o canal, esta pérdida de energía activa del fluido es provocado por la rugosidad de las paredes de la tubería.

Cuando existen perdidas en la carga esta s e puede dividir en las siguientes: primaria y secundaria.

2.2.6.1. Pérdidas primarias

Es la pérdida ocasionada por la longitud de las tuberías necesaria al mantenimiento interno del líquido con las paredes de las tuberías

Para determinar las pérdidas por fricción se emplea la siguiente fórmula;

$$H_f = J \times L$$

Donde:

J = pérdidas de carga

L= Longitud de la tubería

Donde J se puede determinar con la fórmula de Hazen Williams:

$$J = \left(\frac{Q}{0.2785CD^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

Donde:

Q= Caudal m³/s

C = coeficiente de rugosidad

D= diámetro de la tubería, m

Los coeficientes de rugosidad de Hazen-Williams (C) para los diferentes materiales, son los siguientes:

Tabla 2 Coeficientes de rugosidad de Hazen Williams

Material de Tubería	C
Cemento Asbestos	140
Bronce	130-140
Alcantarillado de Ladrillo	100
Hierro Fundido	
Nueva, sin recubrimiento	130
10 años	107-113
20 años	89-100
30 años	75-90
40 años	64-83
Concreto con recubrimiento.	140
Molde de Acero Centrifugado	135
Cobre	130-140
Hierro Galvanizado	120
Vidrio	140
Plomo	130-140
Plástico	140-150
Acero	
Esmalte de alquitrán de carbón,	145-150

Ribeteado	110
Hojalata	130
Cerámica Vitrificada (Cond. Buena)	110-140

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. López Coalla Ricardo.

2.2.6.2. Pérdidas secundarias

Las pérdidas secundarias son las perdidas localizadas o pérdidas menores, es decir, la altura de agua adicional para vencer las pérdidas debido a los accesorios, tales como codos, válvulas y otros. Pueden ser calculas como un factor de altura de velocidad o como una longitud equivalente de tubería, para el último caso, las longitudes equivalentes son tomadas de la tabla 3.

Para superar las pérdidas provocadas por el sistema, es indispensable hacer uso de la maquinaria para incrementar la energía del fluido, si en caso el fluido tiene un abastecimiento de energía potencial ya que la fuente de suministros está localizada en un nivel geodésico menor al nivel que se encuentran los habitantes, éstas deben hacer uso de las maquinas denominadas bombas.

Tabla 3 Pérdidas localizadas en longitudes equivalentes (en metros de tubería recta).

Elemento	mm.	13	19	25	32	38	50	63	75	100	125	150	200	250	300	350	
	Pig.	1/2	3/4	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5	6	8	10	12	14	
Codo 90°																	
Radio largo	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3		
Radio medio	0.4	0.6	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.8	3.7	4.3	5.5	6.7	7.9	9.5		
Radio corto	0.5	0.7	0.8	1.1	1.3	1.7	2.0	2.5	3.4	4.5	4.9	6.4	7.9	9.5	10.5		
Codo 45°																	
Curva 90°																	
R/D: 1 ½	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.3	1.6	1.9	2.4	3.0	3.6	4.4		
R/D: 1	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.9	1.0	1.3	1.6	2.1	2.5	3.3	4.1	4.8	5.4		
Curva 45°																	
Entrada																	
Normal	0.2	0.2	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.6	2.0	2.5	3.5	4.5	5.5	6.2		
De borda	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11.0		
Válvula																	
Compuerta	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.4	1.7	2.1	2.4		
Globo	4.9	6.7	8.2	11.3	13.4	17.4	21.0	26.0	34.0	45.3	51.0	67	85.0	102	120		
Ángulo	2.6	3.6	4.6	5.6	6.7	8.5	10.0	13.0	17.0	21.0	26.0	34.0	43.0	51.0	60.0		
De pie	3.6	5.6	7.3	10.0	11.6	14.0	17.0	20.0	23.0	31.0	39.0	52.0	65.0	78.0	90.0		
Retención																	
T. liviano	1.1	1.6	2.1	2.7	3.2	4.2	5.2	6.3	6.4	10.4	12.5	16.0	20.0	24.0	38.0		
T. Pesado	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	6.4	8.1	9.7	9.7	16.1	19.3	25.0	32.0	38.0	45.0		
Tee de paso																	
Directo	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.1	1.3	1.6	2.1	2.7	3.4	4.3	5.5	6.1	7.3		

Lateral	1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Tee salida															
Bilateral	1.0	1.4	1.7	2.3	2.8	3.5	4.3	5.2	6.7	8.4	10.0	13.0	16.0	19.0	22.0
Salida de tubería	0.4	0.5	0.7	0.9	1.0	1.5	1.9	2.2	3.2	4.0	5.0	6.0	7.5	9.0	11

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. López Coalla Ricardo.

2.2.6.3 Golpe ariete

El golpe ariete es el efecto originado por el choque violento o sobrepresión súbita, que se produce en las paredes del conducto forzado, en casos cuando ocurre un cierre de válvula repentinamente.

Este fenómeno ocurre porque inicialmente la tubería que conduce el agua en condiciones normales a una velocidad (v), en el instante que sucede el cierre de la válvula, sucede lo siguiente:

- La lámina contigua a la válvula se comprime y convierte su energía de velocidad en energía de presión, causando la dilatación de la tubería en un punto y una dilatación elástica de la lámina.
- Al llegar la onda de sobrepresión a la última lámina, ésta tiende a salir de la tubería con una velocidad igual en magnitud, pero en sentido contrario a la que tenía el flujo de agua antes de interrumpirse.

Para evitar el efecto de sobrepresión por golpe ariete, es primordial tomar las siguientes consideraciones:

- Limitar las velocidades (0.60 m/s a 3.00m/s)
- Cierre lento de las válvulas especiales contra el golpe ariete,
- Aumentar el espesor de la pared del tubo,
- Construcción de pozos de oscilación o cámaras de aire comprimido.

El método de Michaud para calcular la sobrepresión originada por el golpe de ariete, hace uso de las siguientes fórmulas:

$$a = \frac{1430}{\left(1 + \frac{KD}{Ee}\right)^{0.5}}$$

$$tc = \frac{2L}{a}$$

$$h = \frac{146v}{\left(1 + \frac{KD}{Ec}\right)^{0.5}}$$

Donde:

a = celeridad de la onda de presión (m/s)

K = módulo de elasticidad del agua

D = diámetro del tubo (m)

E = módulo de elasticidad del material del tubo

e = espesor de las paredes del tubo

tc = tiempo crítico de cierre (seg)

L = Longitud de la tubería (m)

h= sobrepresión máxima

v = velocidad del agua en la tubería

2.2.7 Tanque de succión

El tanque de succión debe tener la capacidad de almacenar un volumen de agua, que permita elevar el caudal de bombeo, en las horas establecidas, y que este caudal se pueda almacenar en el tanque elevado, para de esta manera abastecer a la comunidad de Mapasingue.

Dado a que el consumo no es constante, se debe establecer cuáles son los horarios de bombeo que permitan mantener abastecido el tanque elevado y con ello determinar la capacidad de almacenamiento del tanque de succión.

Para ello se utiliza una curva integral, la cual tiene las siguientes características:

- La curva es siempre ascendente.

- La ordenada en cualquier punto representa el consumo total hasta ese momento.
- La pendiente en cualquier punto representa el consumo instantáneo.

2.2.8 Estación de Bombeo

Cuando exista la necesidad de utilizar el bombeo en un sistema de acueducto, se debe tener en cuenta que esta alternativa resultará más costosa en términos de operación y mantenimiento en relación a una conducción por gravedad.

Los elementos esenciales en toda estación de bombeo son:

- La tubería de succión y sus accesorios (anterior a la bomba)
- La bomba (generalmente centrífuga; se debe disponer siempre de una bomba de reserva)
- La tubería de impulsión y sus respectivos accesorios (posterior a la bomba)

Los equipos de bombeo se seleccionan para un período inicial de 15 años, mientras que los diámetros de las tuberías de impulsión y succión se determinan con base en el caudal necesario para el período de diseño final.

2.2.8.1 Tubería de succión

La succión es la etapa más crítica en el bombeo, sobre todo en el caso de tener una succión negativa, ya que cualquier entrada de aire ocasionaría problemas en el bombeo.

El diámetro de la tubería de succión nunca debe ser inferior al diámetro de impulsión ni tampoco inferior al diámetro del orificio de entrada de la tubería de succión a la bomba. Es recomendado utilizar el diámetro comercial inmediatamente superior al de la tubería de impulsión. La velocidad del agua en esta tubería debe estar comprendida entre 0.6 y 0.9 m/s, o no exceder el máximo para cada diámetro de tubería, como se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 4 Velocidades máximas en tuberías de succión

Diámetro de tubería (mm)	Velocidad máxima (m/s)
50	0.75

75	0.90
110	1.30
150	1.45
200 a 250	1.70
300	1.70
400 o superior	1.80 m/s

Fuente: Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. López Coalla Ricardo.

Para el diseño de la succión debe analizar el área de la coladera esta debe ser 3 a 4 veces el área de la tubería de succión. Además, la coladera debe tener una sumergencia adecuada, de manera que se evite la entrada de aire a la tubería de succión para cuando el nivel del agua en el tanque de succión se encuentre bajo. La altura de sumergencia se recomienda que sea:

$$S = 2.5 Ds + 0.1$$

Donde:

S = Sumergencia

Ds = diámetro de la tubería de succión

Así mismo, se recomienda que entre el fondo del pozo y la coladora exista una distancia mínima de 50cm.

2.2.8.2 Bomba

Esta maquinaria absorbe energía mecánica y transmite al líquido que pasa, energía hidráulica. La utilidad de las bombas radica en arrojar toda clase de líquidos como agua, aceites, combustibles, ácidos, para éste diseño de abastecimiento es necesario el uso de bombas centrifugas de diferentes dimensiones y capacidades acorde a las necesidades del sistema.

(González, Del Río, & Torres, 2014) consideran que:

Forman un conjunto compacto de elementos capaces de proporcionar un caudal a la presión necesaria para mover los distintos actuadores. Está formado por un tanque o deposito, una bomba, el motor de arrastre, filtros, un manómetro, las válvulas precisas, etc. (P.126)

La bomba centrífuga está formada por un grupo de paletas giratorias que se encuentran a dentro de una caja o cárter, o alguna cobertura o caparazón. Se llaman así por la cota de presión que se origina es considerablemente aplicable al comportamiento centrífugo. El fluido tiene energía gracias a las paletas que impulsa ésta acción.

La clasificación de las bombas centrífugas son la rotodinámicas ya que su movimiento es rotativo, su órgano es receptor de energías llamado rodete que permite la transferencia de energía.

2.2.8.2.1 Características del rendimiento de la bomba

Estas características se definen de acuerdo a la categoría y tamaño en la que se dirige la el agua según la velocidad y densidad establecida. Esta ópera a diferentes capacidades.

2.2.8.3 Tubería de impulsión

La máxima velocidad especificada para ésta tubería es de 1.5m/s la cual permite controlar el golpe de ariete que se pueda presentar en el sistema de bombeo. Debido a que esta conducción puede ser de una longitud bastante considerada, se debe efectuar el estudio del diámetro más económico.

La fórmula de Bresse, se establece para instalaciones operadas de manera continua, el diámetro sería:

$$D = K\sqrt{Q}$$

Donde:

K = Factor de mayoración entre 0.7 a 1.6

Q = Caudal de bombeo

Y para instalaciones no operadas de manera continua, el diámetro es:

$$D = 1.3 X^{1/4} \sqrt{Q}$$

Donde:

$X = 24/\text{No. De horas de bombeo por día}$

$Q = \text{Caudal de bombeo}$

2.2.8.4 Altura dinámica total de la bomba

aplicando Bernoulli entre la succión y la descarga al tanque elevado se tiene:

$$\frac{P_s}{\gamma} + \frac{V_s^2}{2g} + Z_s + H_t - (H_{fs} + H_{ms}) - (H_{fi} + H_{mi}) = \frac{P_i}{\gamma} + \frac{V_i^2}{2g} + Z_i$$

En la ecuación anterior, los términos de presión son iguales a cero y la velocidad del líquido en el pozo de succión puede ser despreciada. Despejando la altura dinámica total de la bomba y reemplazando Z por H_e , se tiene:

$$ADT = h_{es} + h_{ei} + h_{fs} + h_{fms} + h_{fi} + h_{fmi} + \frac{V_i^2}{2g}$$

2.2.9. Período de diseño

Las obras civiles de los sistemas de agua potable o disposición de residuos líquidos, se diseñarán para un período de 20 años.

Los equipos se diseñarán para el período de vida útil especificado por los fabricantes.

Se podrá adoptar un período de diseño diferente en casos justificados, sin embargo, en ningún caso la población futura será mayor que 1.25 veces la población presente.

2.2.10. Población de diseño

Trabajos de Campo:

5.3.2.1 A base de los trabajos de campo realizados en los estudios de pre factibilidad y de factibilidad, y, de acuerdo al nivel de detalle alcanzado en dichos estudios, la SAPYSB (Sistema de agua Potable y Saneamiento Básico) establecerá los trabajos que se requieran para definir todos los detalles necesarios para elaborar un proyecto definitivo, a base de la alternativa seleccionada en el estudio de factibilidad. En todo caso, el proyectista tiene la obligación de obtener, mediante levantamientos topográficos o

aerofotogramétricos detallados, toda la información necesaria para poder diseñar obras de toma, conducción, tratamiento, reserva, distribución, redes de alcantarillado, estaciones de bombeo, descargas de aguas residuales y de todos los otros componentes de un sistema de agua potable y de eliminación de aguas residuales. (“CPE INEN 005-9-1: Código Ecuatoriano de la construcción C.E.C., 2011)

5.3.2.2 En caso de descargas de efluentes tratados, municipales o industriales, en cuerpos receptores, el proyectista tomará todos los datos hidrológicos y ecológicos que sean necesarios para establecer el impacto ambiental de tales descargas, de acuerdo al numeral 5.3 de la novena parte.

5.2.6 Zonas para diferentes obras de los sistemas:

5.2.6.1 Para una fuente de abastecimiento superficial se levantará, además, la sección transversal de la fuente indicando los niveles del agua para diferentes épocas del año. En casos de cursos de agua se obtendrán perfiles longitudinales y transversales aguas arriba y aguas abajo del sitio para la captación. (“CPE INEN 005-9-1: Código Ecuatoriano de la construcción C.E.C., 2011)

5.2.6.2 Para la planta de tratamiento, estación de bombeo, tanque de almacenamiento, se hará el levantamiento de una zona cuya extensión esté de acuerdo con la magnitud de la obra. Dicho levantamiento podrá ser realizado con perfiles transversales, a estadía o según indicación de la SAPYSB. (“CPE INEN 005-9-1: Código Ecuatoriano de la construcción C.E.C., 2011)

La población de diseño será medida de acuerdo a la población actual a través de un censo poblacional. En base a las características de la comunidad, se establecerá la población flotante y la influencia del sistema de abastecimiento para su diseño.

4. DISPOSICIONES GENERALES

4.1 La elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas o residuos líquidos en el área rural considerará dos etapas: Estudio Preliminar y Proyecto Definitivo.

4.2 El alcance de los estudios y actividades a realizarse en un determinado proyecto, se definirán con detalle en los respectivos términos de referencia para su ejecución, puesto que este alcance variará de acuerdo a las características y requerimientos particulares de cada caso. (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, IEOS, 2014)

5. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS

5.1 Alcance básico del estudio preliminar

5.1.1 Recopilación de información

Se obtendrá la información necesaria para caracterizar la localidad y el área del proyecto. La información a obtenerse consta en los formularios que para el efecto proporcionará el IEOS

5.1.2 Actividades y estudios complementarios

Se visitará la localidad y área del proyecto para obtener información adicional a través de las siguientes actividades:

a) Informar a la comunidad, el objetivo y alcance del proyecto y definir en conjunto las características técnicas básicas directamente relacionadas con el nivel del servicio, de manera que éste resulte apropiado para las condiciones sociales, culturales y económicas de los habitantes de la localidad.

b) Recuento poblacional y encuesta socio-económica. Se utilizarán los formularios preparados por el IEOS para el efecto.

c) Disponibilidad y precios de los principales materiales de construcción y mano de obra, en la propia localidad o en otra desde la cual se realizaría el abastecimiento durante la fase de construcción.

d) Estudio básico de los recursos hídricos que podrían servir como fuente de abastecimiento de agua o como receptor de las aguas residuales, según el caso. (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, IEOS, 2014)

5.1.3 Planteamiento y análisis de alternativas

A base de la información obtenida, se plantearán las alternativas factibles y se realizarán los prediseños correspondientes. Mediante un análisis técnico, ambiental y económico se identificará la alternativa más apropiada. (Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, IEOS, 2014)

Para el cálculo de la población futura, se empleará el método geométrico:

$$\text{FORMULA: } Pf = Pa * (1+r)^n$$

En donde:

- Pf:** Población futura (habitantes)
- Pa:** Población actual (habitantes)
- r :** Tasa de crecimiento geométrico de la población expresada como fracción decimal
- n :** Período de diseño (años)

Para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional, se tomará como base los datos estadísticos proporcionados por los censos nacionales y recuentos sanitarios.

A falta de datos, se adoptarán los índices de crecimiento geométrico indicados en la Tabla 5.

Tabla 5 Tasas de crecimiento poblacional

REGIÓN GEOGRAFICA	r(%)
Sierra	1.0
Costa, Oriente y Galápagos	1.5

Fuente: Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural

2.2.11. Niveles de Servicio

En la Tabla 6, se presentan los diferentes niveles de servicio aplicables.

Tabla 6 Niveles de servicio para sistemas de abastecimiento de agua, disposición de excretas y residuos líquidos.

NIVEL	SISTEMA	DESCRIPCIÓN
0	AP	Sistemas individuales. Diseñar de acuerdo a las disponibilidades técnicas, usos previstos del agua, preferencias y capacidad económica del usuario
	EE	
Ia	AP	Grifos públicos
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
Ib	AP	Grifos públicos más unidades de agua para lavado de ropa y baño
	EE	Letrinas sin arrastre de agua
IIa	AP	Conexiones domiciliarias, con un grifo por casa
	EE	Letrinas con o sin arrastre de agua
IIb	AP	Conexiones domiciliarias, con más de un grifo por casa
	ERL	Sistema de alcantarillado sanitario
Simbología utilizada: AP: Agua potable EE: Eliminación de excretas ERL: Eliminación de residuos líquido		

Fuente: Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

2.2.11.1 Dotaciones

En la Tabla No. 7, se presentan las dotaciones correspondientes a los diferentes niveles de servicio.

Tabla 7 Dotaciones de agua para los diferentes niveles de servicio

NIVEL DE SERVICIO	CLIMA FRIO (l/hab*día)	CLIMA CALIDO (l/hab*día)
la	25	30
lb	50	65
IIa	60	85
IIb	75	100

Fuente: Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

2.2.11.2 Variaciones de Consumo

Caudal medio

Es la cantidad de agua que va consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa como el promedio de los consumos diarios en el periodo de un año.

El caudal medio será calculado mediante la ecuación:

$$\text{FORMULA: } Q_m = f \times (P \times D) / 86400$$

En donde:

Q_m = Caudal medio (l/s)

f = Factor de fugas

P = Población al final del período de diseño

D = Dotación futura (l/hab x día)

Fugas

Para el cálculo de los diferentes caudales de diseño, se tomará en cuenta por concepto de fugas los porcentajes indicados en la siguiente tabla.

Tabla 8 Porcentaje de fugas considerarse en el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable.

NIVEL DE SERVICIO	PORCENTAJE DE FUGAS
Ia y Ib	10%
Ila y Iib	20%

Fuente: Norma de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos líquidos en el área rural.

2.2.11.3 Caudal máximo diario

Se define como el máximo consumo de agua durante 24 horas, observado en el periodo de un año, es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción.

El caudal máximo diario, se calculará con la ecuación:

$$\text{FORMULA: } QMD = KMD \times Qm$$

En donde:

QMD= Caudal máximo diario (l/s)

KMD= Factor de mayoración máximo diario

El factor de mayoración máximo diario (KMD) tiene un valor de 1.25, para todos los niveles de servicio.

2.2.11.4 Caudal Máximo horario.

El caudal máximo horario se calculará con la ecuación:

FORMULA: $QMH = KMH \times Qm$

En donde:

QMH= Caudal máximo horario (l/s)

KMH= Factor de mayoración máximo horario

El factor de mayoración máximo horario (KMH) tiene un valor de 3 para todos los niveles de servicio.

2.3. Definiciones conceptuales

Acueductos

Es un proceso de sistemas de introducción que da acceso a trasladar el agua como un flujo permanente desde una perspectiva objetiva hacia el lugar de destino

Aguas pluviales

Estas aguas se deslizan por las calles, veredas, perjudicando en su aseo ya que trae consigo suciedad entre otros productos nocivos.

Estas aguas se trasladan hacia los alcantarillados, ríos, lagos en cualquier lugar donde haya agua potable e infectarlos.

Agua bruta (cruda)

se la define así porque esta agua no ha sido tratada, por lo general están ubicadas en fuentes y reservas naturales superficiales.

Bocatomas

Se la denomina también como captación, es un diseño hidráulico que está orientado a derivar los cursos de agua, independiente si son rios, arroyos, lagos una gran cantidad de agua que se encuentra al alcance que se utiliza para un objetivo.

Cámara de captación

Es indispensable hacer una división cuando se refiere a captación, este sistema logra cumplir con un buen trabajo

Está conformado por un tubo, de una bomba, un tanque, o galería filtrante, es un recurso necesario para el funcionamiento en la cantidad necesaria, que se encarga del cumplimiento de los procesos.

Cauce

es el lugar por donde pasa el agua constantemente: es el físico de los flujos de agua, siendo sus límites las riberas.

Desinfección

Es el proceso de exterminar artrópodos que afectan la salud, sobre todo a los insectos, que se lleva a cabo con el uso de técnicas y estrategias de saneamientos, con la finalidad de evitar que perjudiquen la salud del hábitat.

Desalinización

Transforma el agua de mar en potable y así satisfaga las necesidades de las personas, eliminando los minerales y que este apta para el consumo humano.

El uso tecnológico en la actualidad facilita este trabajo, brindando la oportunidad que en muchos lugares las personas tengan acceso a consumir agua potable.

Estructura hidráulica

Consiste en la obra de ingeniería para alcanzar la mayor cantidad de ventajas de los recursos hidráulicos y evitar su práctica destructiva. Se manejan con la mezcla de recursos, equipos mecánicos, su creación es a beneficio de la humanidad.

Floculadores

Se aglomeran sustancias coloidales como parte de un proceso químico que se encuentran en el agua, que facilita el proceso de potabilización de

manera superficial y de tratamientos de aguas servidas para las viviendas, la industria y minería.

Galerías filtrantes

Esta galería se encuentra en el subterráneo que fue diseñada para alcanzar un acuífero con un diseño penetrable con el objetivo de captar el agua debajo de la tierra. Existe una diferencia con los pozos que se diseñan con el mismo objetivo, esta galería se presenta en forma horizontal, esta galería da acceso a la colocación de bombas hidráulicas para sustraer el agua amontonada.

Mampostería

Este diseño se forma con la unión de piezas creadas con varios materiales sean de origen natural o artificial, con un mortero que constituye la conexión entre ellas depende de las cualidades de los elementos con lo que se crea.

Nivel geodésico

La geodesia consiste en el levantamiento y la forma en que se encuentra la tierra, de manera global desde su aspecto natural, muy utilizado en las matemáticas con la que se calcula las superficies curvas.

Letrina

Es un área ubicada fuera de cada domicilio, destinada para los desechos de las personas, no está vinculado con las alcantarillas, es necesario separar este tipo de heces fecales para que no perjudiquen a la salud de las comunidades.

Red de distribución.

Se maneja a través de los puntos de captación y tratamiento hasta que llegue a su lugar de destino de tal manera que cumpla con los requerimientos de las personas, estas son una base de instalaciones que la organización transporta.

Reservorio de tanque

Contienen la mayor cantidad de agua que ya ha quedado en el caudal de consumo y que esta no abarque el completo abastecimiento y contribuya de forma diferencial a la red de distribución, su función implica lograr que las demandas máximas sean cumplidas a cabalidad en el transcurso de 24 horas en el cual la presión debe estar nivelada en relación a la red de distribución.

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 MÉTODOS

El enfoque metodológico del presente proyecto se ha basado en los métodos no experimental, inductivo, deductivo, bibliográfico, y de campo, puesto que se ha observado la realidad tal y como es, para determinar las alternativas de solución de los problemas planteados.

3.2 TÉCNICAS

- Observación directa
- Entrevista
- Investigación Bibliográfica

3.3. INSTRUMENTOS

- Normativas de diseño
- Instrumentos topográficos
- Software
- Internet

3.4. HERRAMIENTAS

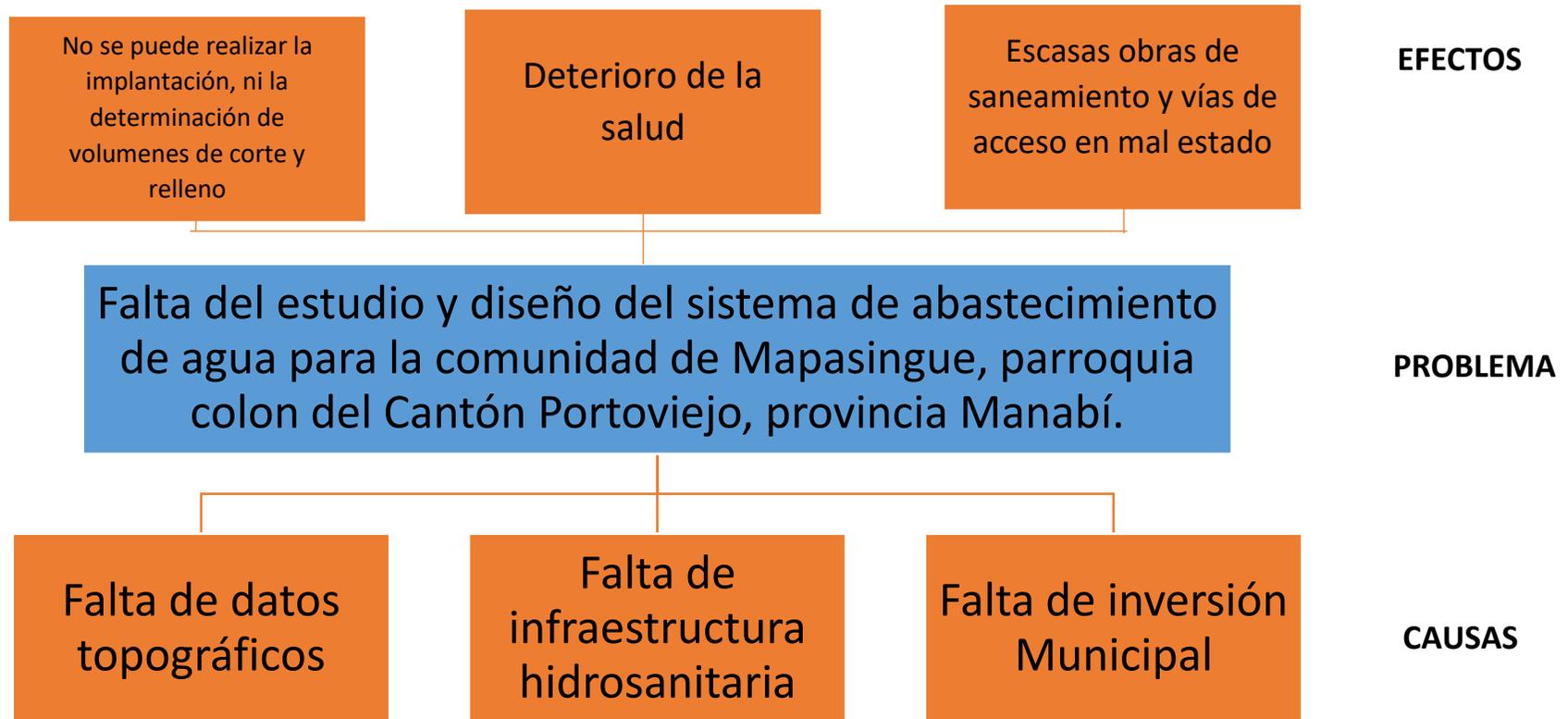
Las herramientas que se emplearon en el proyecto son:

- Matriz de Involucrados
- Árbol de Problemas
- Árbol de Objetivos

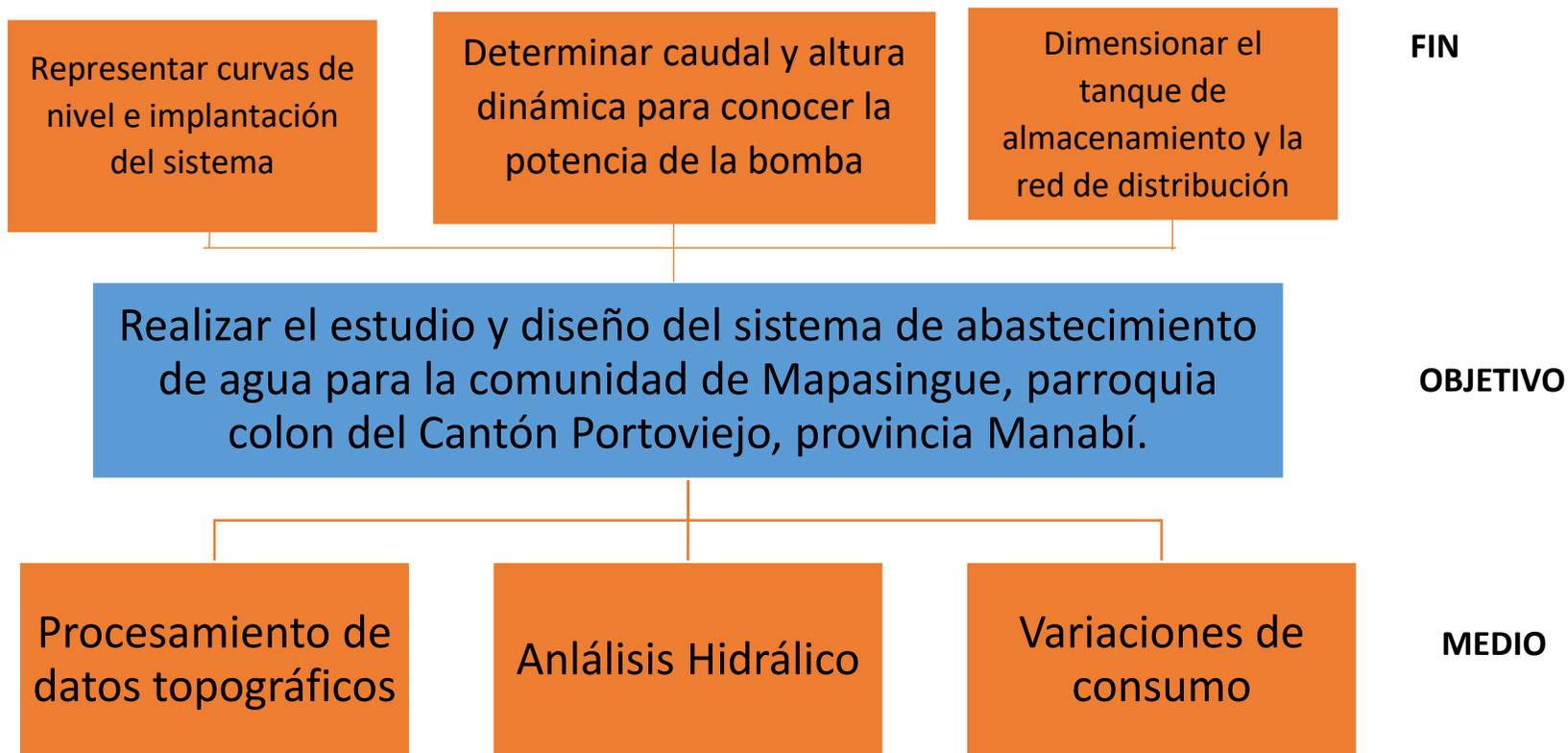
3.5. MATRIZ DE INVOLUCRADOS

GRUPOS	INTERESES	RECURSOS	MANDATOS	PROBLEMAS PERCIBIDOS
G.A.D Municipal de Portoviejo	Mejorar la calidad de vida los ciudadanos	Presupuesto del Gobierno Municipal. Recaudación de impuestos y contribuciones.	<p>LEY ORGANICA DE REGIMEN MUNICIPAL</p> <p>Art. 14.- Son funciones primordiales del municipio, sin perjuicio de las demás que le atribuye esta Ley, las siguientes:</p> <p>1a. Dotación de sistemas de agua potable y alcantarillado;</p> <p>2a. Construcción, mantenimiento, aseo, embellecimiento y reglamentación del uso de caminos, calles, parques, plazas y demás espacios públicos;</p> <p>9a. Fomento del turismo;</p> <p>11a. Planificar, coordinar y ejecutar planes y programas de prevención y atención social</p>	<p>Falta de dotación de Agua Potable.</p> <p>Acceso vial en mal estado</p>
Autor de la investigación	Aportar con un estudio y diseño que garantice el abastecimiento de agua potable a la población mediante el trabajo de titulación previo a la obtención del título profesional	Humanos y Técnicos	<p>Art. 23 del Reglamento de Régimen Académico aprobado el 21 de Noviembre del 2013.- El trabajo de titulación que desarrollaran los estudiantes de Arquitectura e Ingeniería civil puede ser en una de las siguientes modalidades: 1. Examen complejo; 2. Proyecto o trabajo de investigación.</p>	<p>El Agua Potable es un servicio indispensable</p>

3.6. ÁRBOL DE PROBLEMAS



3.7 ÁRBOL DE OBJETIVOS



4. RECURSOS A UTILIZAR

Para la elaboración del proyecto de estudio y diseño del sistema de abastecimiento de agua para la comunidad de Mapasingue, parroquia colon, del Cantón Portoviejo, provincia Manabí se utilizaron los siguientes recursos:

4.1. HUMANOS

- Autor de la investigación
- Docentes de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas
- Autoridades de la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas
- Director de Tesis
- Tribunal de Revisión
- Directivos de la Fundación

4.2. MATERIALES

- Suministros y materiales de oficina
- Suministros y materiales de Computación
- Viáticos
- Transporte
- Internet
- Material audiovisual
- Textos de consulta

4.3. RECURSOS INSTITUCIONALES

- Campus de la Universidad Espíritu Santo
- Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas
- Carrera de Ingeniería Civil

4.4. FINANCIEROS

El costo total de inversión para la realización del presente proyecto fue de \$ 967,00 dólares americanos.

5. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

5.1. TRABAJO DE CAMPO

El levantamiento topográfico se lo realizó el día viernes 6 de octubre del 2016, con un clima bastante soleado, se empezó a realizar desde las 8H00 am hasta las 14H00 pm. Se consideraron 8 estaciones ubicadas en lugares estratégicos que permitieran visualizar una gran cantidad de puntos.

5.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico se realizó en coordenadas UTM, se marcaron 8 estaciones, se obtiene 360 puntos.

PUNTO, NORTE, ESTE, ELEVACION, DESCRIPCION
1 9872140.709890 565324.801800 75.343710 iglesia
2 9872130.174400 565313.614520 75.357710 iglesia1
3 9872123.709030 565310.721940 75.295720 cancha
4 9872111.668470 565297.312450 75.296720 cancha
5 9872134.009080 565277.443090 75.259710 cancha1
6 9872145.924010 565290.572960 75.289710 cancha2
7 9872150.798410 565293.946140 75.472710 iglesia
8 9872141.566240 565296.824320 75.332710 pst
9 9872130.367650 565306.848460 75.373710 pst1
10 9872121.384490 565311.268620 75.472720 lindero
11 9872120.327630 565311.535330 75.750720 pst
12 9872100.103910 565287.873980 75.700720 lindero
13 9872099.673140 565290.472480 75.775720 v
14 9872094.362000 565293.825840 75.759720 v1
15 9872101.833840 565305.044460 75.713720 lindero

16	9872115.018400	565319.197550	76.000720	lindero1
17	9872115.172830	565316.819440	75.845720	v
18	9872119.334740	565312.147000	75.883720	v1
19	9872138.369640	565327.232270	75.307710	lindero
20	9872135.262180	565329.676700	75.620710	v
21	9872130.159210	565333.932620	75.634710	v1
22	9872098.905110	565358.467240	76.509720	lindero
23	9872119.497780	565346.176510	76.106720	lindero1
24	9872134.762840	565369.780000	75.662720	lindero2
25	9872140.741800	565366.066670	75.644710	lindero3
26	9872144.280330	565370.700170	75.395710	lindero4
27	9872142.612910	565332.917560	75.183710	lindero5casa
28	9872142.082090	565333.700500	75.190710	lindero5casa1
29	9872146.985970	565341.251440	75.449710	lindero5casa2
30	9872145.515010	565342.793100	75.501710	v
31	9872140.031010	565346.275690	75.533710	v1
32	9872151.301760	565347.738990	75.293710	pst
33	9872156.035140	565358.780490	75.535710	v
34	9872150.674010	565361.818190	75.399710	v1
35	9872151.321480	565368.424640	75.539710	arbol
36	9872146.244250	565376.339250	75.254710	casa
37	9872150.103440	565383.475910	75.199710	casa1
38	9872164.701190	565382.323750	75.184710	v
39	9872169.864640	565379.526530	75.268710	v1
40	9872175.473570	565384.900670	74.592710	lindro
41	9872167.792790	565390.398700	74.861710	alcantarilla
42	9872173.274350	565381.454080	75.110710	alcantarilla1
43	9872178.417080	565386.690520	73.968710	lindero
44	9872179.175090	565392.507450	74.520710	pst
45	9872164.033180	565408.363180	74.793710	lindero
46	9872172.903520	565404.061480	74.677710	lindero1
47	9872181.128970	565417.270330	74.361710	lindero2
48	9872185.164660	565415.570020	74.615710	v
49	9872190.575610	565413.774010	74.613710	v1
50	9872191.872540	565410.293680	73.931710	lindero
51	9872202.271550	565426.292030	73.735700	lindero1
52	9872193.998480	565436.517770	75.180710	lindero2
53	9872206.025400	565434.338960	73.743700	pst

54 9872211.005070 565440.870500 73.605700 lindero
55 9872209.965520 565445.253140 73.847700 v
56 9872205.180260 565447.949440 73.728700 v1
57 9872208.247470 565459.920060 73.319700 lindero
58 9872220.249910 565456.204910 73.303700 entrada
59 9872218.576120 565453.309050 73.221700 entrada1
60 9872226.181140 565466.181600 73.106700 lindero
61 9872231.873510 565474.834960 72.672700 lindero1
62 9872225.104780 565486.678230 73.229700 lindero2
63 9872230.292310 565495.100560 72.648700 lindero3
64 9872234.913340 565497.004240 72.675700 v
65 9872241.521000 565496.411970 72.652700 v1
66 9872234.964530 565480.975840 72.749700 pst
67 9872241.542900 565514.639470 72.231700 lindero
68 9872262.513560 565525.482650 72.075700 pst
69 9872273.289090 565538.090470 71.242690 lindero
70 9872273.013090 565546.712440 71.994690 v
71 9872268.048550 565551.141570 71.592700 v1
72 9872265.874840 565553.779180 71.904700 lindro
73 9872288.280320 565565.093300 70.769690 pst
74 9872287.250010 565569.603790 71.150690 v
75 9872282.146800 565572.254860 71.111690 v
76 9872294.597640 565599.184940 70.493690 entrada
77 9872296.498300 565602.300670 70.474690 entrada1
78 9872304.141780 565614.400300 70.188690 lindero
79 9872313.597640 565602.335660 70.196690 lindero1
80 9872315.744740 565609.516920 70.059690 pst
81 9872316.706890 565616.472560 70.327690 v
82 9872312.309270 565621.404280 70.400690 v1
83 9872311.525110 565625.802610 70.086690 lindero
84 9872325.508040 565623.378440 70.021690 lindero1
85 9872336.040260 565639.661500 69.474690 lindero2
86 9872340.849390 565648.435920 69.588680 pst
87 9872341.854820 565654.814210 69.598680 v
88 9872337.855360 565660.454860 70.022690 v1
89 9872336.458350 565663.441830 69.603690 lindero
90 9872344.990420 565676.757760 69.452680 entrada
91 9872347.506330 565680.050520 69.537680 entrada1
92 9872350.984970 565680.550080 69.816680 v

93 9872357.180920 565677.205110 69.788680 v1
94 9872357.609160 565672.129530 69.391680 entrada
95 9872359.871580 565674.763370 69.486680 entrada1
96 9872369.765190 565686.103350 69.317680 pst
97 9872375.104580 565690.238410 69.022680 lindro
98 9872372.089210 565694.593410 69.649680 v
99 9872369.300820 565701.062090 69.903680 v1
100 9872367.678330 565704.992680 69.030680 linder
101 9872379.050900 565710.583220 69.760680 v
102 9872383.335470 565706.075550 69.544680 v1
103 9872394.068310 565708.226540 68.911680 lindero
104 9872389.865830 565727.658890 69.059680 lindero1
105 9872410.113650 565720.120510 68.308670 lindero2
106 9872409.456800 565726.194450 69.212670 v
107 9872407.281340 565731.929240 69.076670 v1
108 9872403.446960 565747.298370 69.269680 casa
109 9872407.731710 565752.287950 69.621670 casa1
110 9872428.716150 565735.116980 68.439670 pst
111 9872441.804210 565747.196540 68.630670 alcantarilla
112 9872432.417950 565753.437890 68.920670 alcantarilla1
113 9872440.304630 565760.984250 68.685670 arbol
114 9872446.772870 565765.499490 68.729670 lindero
115 9872460.636810 565775.230360 68.897670 lindero1
116 9872463.642140 565773.135650 68.921660 v
117 9872468.893830 565769.469330 68.816660 v1
118 9872473.882900 565766.480330 67.873660 linder
119 9872473.765240 565768.229460 68.159660 poste
120 9872470.918390 565782.094610 68.797660 lindero
121 9872488.543740 565777.361760 67.793660 lindero1
122 9872494.251290 565788.013180 68.925660 v
123 9872490.056360 565792.866060 68.944660 v1
124 9872488.962090 565794.625620 68.998660 lindero
125 9872509.578920 565811.023170 69.570660 lindero1
126 9872522.659660 565804.782980 68.713650 pst
127 9872523.356640 565805.056210 68.693650 lindero

128	9872522.825990	565823.555190	69.483650	lindero1
129	9872538.850680	565838.258570	69.568650	lindero2
130	9872541.477190	565836.312170	69.453650	v
131	9872546.683600	565833.017700	69.304650	v1
132	9872549.014140	565829.821100	69.147650	v2
133	9872552.149590	565833.363640	69.083650	pst
134	9872572.372640	565852.422790	69.044650	lindero
135	9872561.034430	565860.771360	69.439650	entrada
136	9872563.301390	565862.852710	69.482650	entrada1
137	9872589.993610	565869.864820	68.871640	pst
138	9872595.903220	565875.702650	69.009640	lindero
139	9872585.615830	565885.642920	69.313640	lindero1
140	9872604.326020	565903.453210	69.241640	arbol
141	9872618.107560	565897.030370	68.828640	pst
142	9872630.059410	565908.186520	67.882640	lindero
143	9872628.603340	565910.867770	69.293640	alcantarilla
144	9872621.094960	565915.922780	69.541640	alcantarilla1
145	9872626.566130	565919.113180	69.403640	v
146	9872632.053140	565916.246060	69.303630	v1
147	9872651.445080	565929.019890	68.219630	pst
148	9872657.003460	565939.578590	69.268630	v
149	9872651.539980	565942.925740	69.146630	v1
150	9872668.225460	565957.869860	70.183630	v2
151	9872672.069650	565953.781740	70.287630	v3
152	9872690.617340	565969.696770	71.926620	v4
153	9872686.625750	565973.775200	71.717630	v5
154	9872702.468370	565992.140290	72.597620	v6
155	9872707.864820	565989.500250	72.956620	v7
156	9872718.379970	566010.240970	73.050620	v8
157	9872713.003020	566013.291670	72.626620	v9
158	9872718.611260	566033.701720	71.284620	v10
159	9872724.289100	566032.954550	71.469620	v11
160	9872727.322720	566054.130430	69.610620	v12
161	9872721.870030	566054.727090	69.438620	v13
162	9872724.189240	566077.965540	67.548620	v14
163	9872729.699300	566078.714790	67.503620	v15

164	9872732.334800	566100.928400	66.882620	v16
165	9872726.890120	566101.131000	66.923620	v17
166	9872729.515930	566124.569140	66.879620	v
167	9872734.371290	566124.180030	66.864620	v1
168	9872737.099130	566146.985080	67.195620	v2
169	9872732.428810	566147.827480	67.277620	v3
170	9872734.984130	566171.044790	67.784620	v4
171	9872739.655480	566171.315330	67.865620	v5
172	9872743.179600	566195.458350	69.346620	v6
173	9872738.765540	566196.556760	69.395620	v7
174	9872742.736470	566219.748470	71.824620	v8
175	9872748.786200	566218.825460	71.767620	v9
176	9872753.266970	566244.483830	74.321620	v10
177	9872747.454100	566245.400690	74.149620	v11
178	9872748.296070	566268.994400	75.707620	v12
179	9872754.370330	566269.890380	75.969620	v13
180	9872750.792060	566293.509790	76.956620	v14
181	9872744.688970	566293.446240	76.873620	v15
182	9872737.505500	566314.940400	77.306620	v16
183	9872742.858390	566317.959670	77.398620	v17
184	9872733.528850	566341.073590	77.031620	v18
185	9872729.397840	566338.779860	76.963620	v19
186	9872719.253350	566360.079460	76.633630	v20
187	9872724.688320	566362.900660	76.537630	v21
188	9872717.283940	566385.046490	75.527630	v22
189	9872711.698440	566383.786760	75.607630	v23
190	9872707.450660	566406.270820	74.132630	v24
191	9872713.529510	566406.255020	73.998630	v25
192	9872713.672940	566430.092340	71.983630	v26
193	9872707.769240	566430.776940	71.970630	v27
194	9872709.464530	566454.478940	69.668630	v28
195	9872715.319530	566454.216390	69.632630	v29
196	9872717.927650	566477.473810	67.056630	v
197	9872711.970750	566477.717760	67.012630	v1
198	9872713.656640	566500.798790	64.371630	v2
199	9872719.960250	566501.726740	64.323630	v3
200	9872720.756690	566526.469500	62.485630	v4
201	9872714.970110	566526.249990	62.347630	v5
202	9872713.925600	566549.658380	61.769630	v6
203	9872719.992230	566549.992520	61.673630	v7
204	9872718.959520	566574.117060	61.023630	v8

205 9872712.988990 566574.723750 61.103630 v9
206 9872711.906470 566598.047030 60.824630 v10
207 9872717.958560 566599.797850 60.795630 v11
208 9872716.796860 566623.646440 60.357630 v12
209 9872711.221950 566625.576310 60.332630 v13
210 9872709.585370 566649.614640 60.181630 v14
211 9872715.728580 566650.399340 59.996630 v15
212 9872714.085130 566674.391880 59.446630 v16
213 9872708.070760 566674.926840 59.525630 v17
214 9872706.339880 566697.991940 59.096630 v18
215 9872712.140860 566699.204230 58.930630 v19
216 9872710.470490 566722.275240 58.778630 v20
217 9872704.710610 566721.840520 58.765630 v21
218 9872702.641370 566746.503260 58.557630 v22
219 9872708.192810 566746.853340 58.533630 v23
220 9872706.318160 566771.697840 58.311630 v24
221 9872700.453290 566771.935820 58.355640 v25
222 9872698.728840 566795.944380 58.191640 v26
223 9872704.596110 566796.473140 58.100630 v27
224 9872706.451680 566820.847160 57.076630 v28
225 9872702.734980 566822.383880 57.218640 v29
226 9872706.799410 566821.159520 56.547630 canal
227 9872709.908420 566824.633730 56.615630 canal1
228 9872715.579840 566816.992080 56.369630 canal2
229 9872706.158950 566828.285560 56.635630 canal3
230 9872700.380330 566833.137510 56.547640 canal4
231 9872703.378880 566824.802020 56.602640 canal5
232 9872700.555730 566827.215940 56.612640 canal6
233 9872712.713780 566814.249700 56.399630 canal7
234 9872734.638550 566407.262730 81.058620 ref tanque pst
235 9872754.109450 567301.048140 52.223630 via
236 9872746.474620 567302.345630 52.197630 via1
237 9872744.542280 567301.139000 52.076630 via2
238 9872743.586590 567299.108160 52.007630 via3
239 9872744.528960 567298.440200 51.165630 alc
240 9872744.930380 567297.184820 51.800630 post
241 9872729.719510 567305.489350 52.090630 via
242 9872735.252140 567304.387670 52.051630 via1
243 9872736.892170 567303.012390 52.084630 via2
244 9872737.599830 567299.406050 51.972630 via3

245 9872736.068010 567299.038150 52.179630 post
246 9872735.054870 567299.682750 52.193630 lin
247 9872745.320140 567295.013940 51.899630 lin1
248 9872735.477380 567285.122690 51.891630 lin2
249 9872736.441590 567267.722990 51.993630 lin3
250 9872737.899360 567267.631670 52.069630 v
251 9872743.703460 567268.510590 52.024630 v1
252 9872744.127730 567268.620310 51.250630 alc
253 9872737.966150 567252.486450 52.018630 lin
254 9872747.513860 567245.269080 52.045630 lin1
255 9872746.715100 567244.262120 51.380630 alc
256 9872754.841640 567244.117200 51.417630 alc1
257 9872760.054220 567242.639280 51.684630 casa
258 9872758.713080 567235.769660 52.454630 casa1
259 9872747.085850 567229.987950 52.190630 v
260 9872741.754910 567229.189000 52.208630 v1
261 9872742.098010 567213.119280 51.981630 lin
262 9872750.419210 567213.879040 52.227630 post
263 9872750.619440 567217.814790 52.339630 tuberia
264 9872740.668880 567218.202190 52.323630 tuberia1
265 9872756.330480 567211.515200 52.086630 canch
266 9872784.206180 567214.212480 51.589620 canch1
267 9872786.027190 567199.760030 51.989620 canch2
268 9872758.470020 567195.054950 52.011630 canch3
269 9872756.336140 567188.801030 52.187630 lin
270 9872755.754690 567187.052660 52.164630 post
271 9872753.840980 567186.506620 52.251630 v
272 9872748.218920 567185.580190 52.211630 v1
273 9872746.928060 567182.349570 52.461630 lin
274 9872758.253480 567176.208690 52.297630 lin1
275 9872759.500240 567167.970910 52.236630 lin2
276 9872758.280010 567168.079110 52.214630 post
277 9872760.673110 567159.555220 52.314630 lin
278 9872764.062740 567134.471120 52.457620 lin1
279 9872774.889180 567134.523420 52.511620 lin2
280 9872776.480940 567129.317690 52.313620 lin3
281 9872764.740600 567128.987570 52.479620 lin4
282 9872761.472250 567128.710100 52.607620 v

283	9872755.880510	567127.332510	52.460630	v1
284	9872753.267840	567125.789920	52.272630	lin
285	9872766.694630	567108.661800	52.689620	lin1
286	9872767.472760	567093.204860	52.725620	lin2
287	9872766.358580	567093.156140	52.720620	lin3
288	9872763.392900	567093.405110	52.827620	v
289	9872757.709500	567093.249960	52.731630	v1
290	9872766.428750	567078.425220	52.688620	lin
291	9872765.904140	567078.641520	52.679620	post
292	9872762.566250	567061.636120	52.999620	v
293	9872756.537070	567061.317980	52.855630	v1
294	9872752.409910	567059.867650	52.565630	lin
295	9872765.393140	567048.721220	52.851620	lin1
296	9872764.573880	567048.884950	52.925620	post
297	9872759.482340	567034.149430	53.168630	v
298	9872753.702230	567034.662680	52.990630	v1
299	9872754.858880	567009.704510	53.551630	lin
300	9872755.411290	567009.751030	53.371630	post
301	9872753.631620	567006.704540	53.432630	v
302	9872747.584620	567006.759310	53.302630	v1
303	9872744.745880	567006.486400	53.172630	lin
304	9872744.607150	566959.313380	53.814630	lin1
305	9872743.885300	566960.132270	53.805630	post
306	9872735.402120	566934.366280	54.193630	v
307	9872729.363130	566934.871800	54.204630	v1
308	9872731.025100	566903.678820	54.066630	lin
309	9872727.627640	566904.197270	54.540630	v
310	9872722.373240	566905.258600	54.582630	v1
311	9872732.489290	566912.361470	54.021630	post
312	9872722.202930	566880.855900	54.967630	v
313	9872716.993810	566880.651130	55.189630	v1
314	9872713.747180	566866.243650	55.644630	v2
315	9872718.537290	566863.262940	55.578630	v3
316	9872720.346530	566862.262870	55.551630	post
317	9872721.987840	566861.335890	55.512630	lin
318	9872707.526420	566860.923610	56.004630	lin1
319	9872709.183750	566839.008360	56.788630	v
320	9872713.884660	566836.570100	56.772630	v1
321	9872708.340010	566821.028310	58.065630	canal
322	9872699.553090	566816.914500	57.738640	lin
323	9872698.267540	566804.544120	58.315640	lin1

324	9872708.670860	566802.848160	58.084630	lin2
325	9872709.798170	566790.881560	58.287630	lin3
326	9872697.884600	566786.539270	58.545640	lin4
327	9872698.710480	566788.410610	58.691640	post
328	9872713.672380	566750.611110	57.981630	lin
329	9872701.131110	566739.304770	59.003630	lin1
330	9872719.721800	566671.414270	58.831630	lin2
331	9872718.940640	566672.081420	59.261630	pst
332	9872707.512400	566639.475900	56.380630	lin
333	9872725.593620	566582.234550	59.774630	lin1
334	9872724.944550	566582.490000	59.852630	pst
335	9872707.269330	566576.383350	60.798630	lin
336	9872704.339990	566492.916550	63.773630	lin1
337	9872707.810130	566493.174720	64.755630	lin2
338	9872724.628020	566480.485500	65.872630	lin3
339	9872705.044630	566405.260540	74.589630	lin4
340	9872704.720860	566392.469730	75.756630	lin5
341	9872702.848150	566392.230950	75.858630	lin6
342	9872743.249800	566326.265970	77.237620	lin7
343	9872760.782290	566264.441800	76.109620	lin8
344	9872758.705200	566264.901570	76.281620	post
345	9872753.072680	566204.282440	69.922620	lin
346	9872730.397580	566188.834860	68.690620	lin1
347	9872722.468330	566087.708770	66.821620	lin2
348	9872736.773930	566081.853450	66.606620	lin3
349	9872722.303510	566001.438980	76.682620	lin4
350	9872696.492370	565970.534430	72.101620	pst
351	9872699.156730	565965.964500	71.841620	lin
352	9872672.347910	565967.799220	76.160630	lin1
353	9872661.818220	565955.355710	72.264630	lin2
354	9872665.120890	565945.065020	69.463630	lin3
355	9872666.812670	565940.742660	68.716630	camino
356	9872673.891080	565942.152600	67.992630	camino1
357	9872673.805690	565945.759210	68.077630	camino2
358	9872680.540370	565940.728420	67.175630	lin
359	9872663.160560	565936.678550	67.447630	lin1
360	9872652.655220	565928.903780	68.538630	lin2

5.3 DISEÑO DE SISTEMA CONVENCIONAL (DISEÑO HIDRÁULICO DE RED)

El diseño hidráulico de la red, corresponde a determinar cada uno de los parámetros de diseño, que garanticen el abastecimiento del servicio de agua potable a la comunidad de Mapasingue, para lo cual se determinan los siguientes parámetros:

5.3.1 Población futura

Se determina la población por el método geométrico, que determina que:

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

Población futura = 802 habitantes $(1 + 0,015)^{20} = 1,080$ habitantes.

La población determinada por el método geométrico supera el crecimiento poblacional máximo determinado para zonas rurales, para tales casos la población será 1,25 veces la población actual, es decir, la población futura será de 1003 habitantes.

5.3.2 Nivel de servicio

El nivel de servicio de abastecimiento de agua potable para el presente proyecto es el Ila, por cuanto se dispondrá de conexiones domiciliarias, con un grifo por casa.

5.3.3 Dotación

La dotación para el nivel de servicio Ila corresponde a 85 l/hab.día para un clima cálido.

5.3.4 Variaciones de consumo **Caudal medio (QM)**

Para la determinación del caudal medio, se aplica un porcentaje de fuga del 20% correspondiente al nivel de servicio IIa, por lo cual tenemos:

$$Q m = f \times (P \times D)/86400$$

$$Q m = 1.20 \times (85 \times 1003 \text{hab}) / 86400$$

$$Q m = 1.184 \text{ lt/sg}$$

Caudal máximo diario (QMD)

$$QMD = Qm \cdot KMD$$

$$QMD = 1.184 \times 1.25$$

$$QMD = 1.50 \text{ lt/sg}$$

Caudal máximo horario (QMH)

$$QMH = Qm \cdot KMH$$

$$QMH = (1.184 \times 3)$$

$$QMH = 3.60 \text{ lt/sg}$$

5.3.5 Conducción

La captación se la realizará con una toma de derivación de la línea de impulsión proveniente desde la Estación de Bombeo de Caza Lagarto, ubicado en el Cantón Santa Ana, el cual llega hasta la ciudad de Manta. Por lo tanto, se determina la tubería de conducción desde la tubería de impulsión al Tanque de succión que bombeará al tanque de almacenamiento y regulación.

5.3.5.1 Caudal de diseño para conducción de aguas superficiales:

Cuando la tubería de conducción trabaje a gravedad, el caudal de diseño será calculará con la ecuación:

FORMULA: $Q_{\text{conducción}} = Q_{\text{MD}} + 10\%$

En donde:

QMD= Caudal máximo diario (l/s)

10%= Factor de mayoración

El factor de mayoración corresponde al $0.10 \times Q_{\text{MD}}$.

APLICACIÓN:

$$Q_{\text{conducción}} = Q_{\text{MD}} + 10\%$$

$$Q_{\text{conducción}} = 1.5 + 0.10 \cdot 1.5$$

$$Q_{\text{conducción}} = 1.65 \text{ lt/sg}$$

5.3.5.2 Diámetro óptimo

Al trabajar con una presión constante en la línea de impulsión derivadora, dicha derivación trabajará a tubo lleno por lo cual se adopta un diámetro óptimo de 46.2mm (DN 50mm) de 1.00 Mpa para que éste conducto transporte el caudal determinado de 1.65 lt/sg.

5.3.5.3 Velocidad

Se tiene en consideración que la descarga de la conducción es a flujo libre, la velocidad del fluido en el ducto se lo determina mediante la ecuación:

$$V = Q / A$$

En donde:

Q = Caudal de diseño en la conducción

A = Área de la tubería adoptada en la conducción

APLICACIÓN:

$$V = Q / A$$

$$V = 0.00165 / (3.1416 * 0.0462^2 / 4)$$

$$V = 0.984 \text{ m/s}$$

La velocidad del flujo es mayor a 0.60 y menor a 3.00 m/s, por lo tanto, satisface las bases de diseño.

5.3.5.4 Pérdidas por fricción

Para determinar las pérdidas por fricción se emplea la siguiente fórmula;

$$H_f = J \times L$$

Donde:

Donde J se puede determinar con la fórmula de Hazen Williams:

APLICACIÓN:

$$J = \left(\frac{Q}{0.2785 C D^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$J = \left(\frac{Q}{0.2785 C D^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$J = \left(\frac{0.0017}{0.2785(150)(0.0462)^{2.63}} \right)^{1/0.54}$$

$$J = 0.0223$$

Entonces, para una longitud de la línea de conducción de 10m, las pérdidas por fricción serían:

$$H_f = J \times L$$

$$H_f = 0.0223 \times 10$$

$$H_f = 0.22 \text{ m}$$

5.3.5.5 Perdidas localizadas

A continuación, se detallan los accesorios proyectados en la línea de conducción, con su respectivo coeficiente:

Tabla 9 Perdidas localizadas

ACCESORIOS	LONGITUD EQUIVALENTE
Salida 350mm	11,00 m
Reduction 350mm a 50mm	0,30 m
Valvula Check 50mm	6,40 m
Válvula Compuerta 50mm	0,40 m
TOTAL Le	18,10 m

Ahora tenemos que:

$$H_m = J \times L_e$$

$$H_m = 0.0206 \times 18.08$$

$$H_m = 0.40 \text{ m}$$

5.3.5.6 Altura de velocidad

Representa la energía cinética del fluido en cualquier punto del sistema, por lo tanto, la ecuación a emplearse es:

$$\frac{V^2}{2g}$$

APLICACIÓN:

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{0.951^2}{2 \times 9.81} = 0.05 \text{ m}$$

Las pérdidas de carga totales, que se generarían a la fuente de abastecimiento, es decir a la línea de impulsión proveniente de Caza Lagarto, sería:

$$ADT = H_f + H_m + V^2/2g$$

APLICACIÓN:

$$ADT = H_f + H_m + V^2/2g$$

$$ADT = 0.22 + 0.40 + 0.05$$

$$ADT = 0.68 \text{ m}$$

5.3.5.7 Golpe ariete

Se determina la sobrepresión por golpe ariete mediante la fórmula de Michaud:

$$h = \frac{146v}{\left(1 + \frac{KD}{Ec}\right)^{0.5}}$$

APLICACIÓN:

Velocidad del flujo	v =	0,98	m/s
Módulo de elasticidad del material	E=	300000000	kg/m2
Módulo de elasticidad del agua	K=	200000000	kg/m2
Espesor de la tubería escogido	c=	1,90	mm
Sobrepresión por golpe de ariete			
hga=146 x 0,95 / (1+0.047 x 2x10 ⁸ / 3x10 ⁸ x 0.0015) ^0,5=		39,64	m
Carga total en la tubería (incluye golpe de ariete)			
	HT = ADT + hga=	35,32	m
	Ht=	3,53	kg/cm2
Presión de trabajo de la tubería escogida			
	H escogida=	10,20	kg/cm2

H= 1,0 Mpa

Como se puede observar, la presión de trabajo escogida para la tubería de conducción, que permite transportar el caudal de diseño bajo los parámetros anteriormente establecidos, satisface las sobrepresiones a la cual estará sometida.

5.3.6 Tanque de succión

Para determinar el volumen del tanque de succión, se representa mediante una curva integral el consumo versus el suministro, ya que el consumo (bombeo) no es constante y se debe garantizar el abastecimiento del agua tanto para el bombeo como para el abastecimiento. Para una operación por bombeo de 8 horas tenemos:

Tabla 10 Tanque de succión

HORAS	C	ΣC	S (100/24)	ΣS	Δ	$\Sigma \Delta$	V
	%	%	(%)	(%)	(S-C)	(S-C)	(%)
0 - 1	0,00	0,00	4,17	4,17	4,17	4,17	20,83
1 - 2	0,00	0,00	4,17	8,33	4,17	8,33	25,00
2 - 3	0,00	0,00	4,17	12,50	4,17	12,50	29,16
3 - 4	0,00	0,00	4,17	16,67	4,17	16,67	33,33
4 - 5	0,00	0,00	4,17	20,83	4,17	20,83	37,50
5 - 6	0,00	0,00	4,17	25,00	4,17	25,00	41,66
6 - 7	12,50	12,50	4,17	29,17	-8,33	16,67	33,33
7 - 8	12,50	25,00	4,17	33,33	-8,33	8,33	25,00
8 - 9	12,50	37,50	4,17	37,50	-8,33	0,00	16,66
9 - 10	12,50	50,00	4,17	41,67	-8,33	-8,33	8,33

10 - 11	0,00	50,00	4,17	45,83	4,17	-4,17	12,50
11 - 12	0,00	50,00	4,17	50,00	4,17	0,00	16,66
12 - 13	0,00	50,00	4,17	54,17	4,17	4,17	20,83
13 - 14	0,00	50,00	4,17	58,33	4,17	8,33	25,00
14 - 15	0,00	50,00	4,17	62,50	4,17	12,50	29,16
15 - 16	0,00	50,00	4,17	66,67	4,17	16,67	33,33
16 - 17	12,50	62,50	4,17	70,83	-8,33	8,33	25,00
17 - 18	12,50	75,00	4,17	75,00	-8,33	0,00	16,66
18 - 19	12,50	87,50	4,17	79,17	-8,33	-8,33	8,33
19 - 20	12,50	100,00	4,17	83,33	-8,33	-16,67	0,00
20 - 21	0,00	100,00	4,17	87,50	4,17	-12,50	4,16
21 - 22	0,00	100,00	4,17	91,67	4,17	-8,33	8,33
22 - 23	0,00	100,00	4,17	95,83	4,17	-4,17	12,50
23 - 24	0,00	100,00	4,17	100,00	4,17	0,00	16,66
TOTAL	100						

Donde:

C = Consumo por bombeo (100 / No. Horas de bombeo)

ΣC = Curva integral del consumo (Sumatoria de C)

S = Suministro horario continuo por derivación Caza Lagarto (100 / 24)

ΣS = Curva integral del suministro (Sumatoria de S)

Δ = Déficit horario ($S - C$)

$\Sigma \Delta$ = Deficit acumulado, donde se puede observar los puntos de máximo déficit y máximo sobrante. El volumen del tanque es la suma de estos dos valores.

V = Volumen horario del agua en el tanque de succión.

Gráfico 1 Representación de la curva integral



En el gráfico anterior, se puede observar que en horario de 5-6, el tanque posee el máximo sobrante (25%), mientras que en horario 19-20, se produce el máximo déficit (16.67%) donde el volumen del tanque es cero. Por lo tanto, el tanque de succión debe tener un volumen igual al máximo sobrante + máximo déficit para garantizar el abastecimiento, es decir:

$$V \text{ succión} = (25\% + 16.67\%) \text{ QM}$$

$$V \text{ succión} = 42\% (0.0012 \times 60 \times 60 \times 24)$$

$$V \text{ succión} = 43.55 \text{ m}^3$$

Dimensiones del tanque:

Lado a= 3.50m

Lado b= 3.50m

Altura h= 3.60m

El tanque tendría una capacidad de 44.10m³, y el mismo se llenaría en 7.33 horas, con lo cual se garantiza que, en los horarios de bombeo, el tanque de succión cuente con el volumen necesario para impulsarlo al tanque elevado.

5.3.7 Estación de Bombeo

5.3.7.1 Conducción forzada por bombeo

El caudal de diseño para una conducción a bombeo, se establece en función al consumo máximo diario y al número de horas de bombeo, mediante la siguiente expresión:

$$QB = 1,05QMD \frac{24}{\text{No. horas de bombeo}}$$

Donde:

QB = Caudal de bombeo

QMD = Caudal medio diario

No. De horas de bombeo = 8 horas

APLICACIÓN:

$$QB = 1,05QMD \frac{24}{\text{No. horas de bombeo}}$$

$$QB = 1,05 (0.0015) \frac{24}{8}$$

$$QB = 0.0047 \text{ m}^3/\text{s} (4.725 \text{ l/s})$$

5.3.7.2 Diámetro económico línea de impulsión

Para instalaciones no operadas de manera continua se tiene que:

$$D = 1.3 X^{1/4} \sqrt{Q}$$

Donde:

X = 24/No. De horas de bombeo por día

Q = Caudal de bombeo

APLICACIÓN:

$$D = 1.3 X^{1/4} \sqrt{Q}$$

$$D = 1.3 (24/8)^{1/4} \sqrt{0.0047}$$

$$D = 0.068m$$

Diámetro comercial = 90mm (Di = 83mm, e=3.5mm, 1 Mpa)

5.3.7.3 Velocidad tubería de impulsión

$$V = Q / A$$

APLICACIÓN:

$$V = Q / A$$

$$V = 0.0047 / (3.1416 * 0.083^2 / 4)$$

$$V = 0,87 \text{ m/s}$$

La velocidad de la tubería de impulsión es menor a 1.5 m/s y mayor a 0.6 m/s, por lo cual se encuentra dentro de los parámetros de diseño.

5.3.7.4 Tubería de succión

El diámetro comercial superior al de la línea de impulsión es 100mm (DN 118mm hierro ductil), para el cual determinamos la velocidad del flujo.

$$V = Q / A$$

En donde:

Q = Caudal de diseño en la conducción

A = Area de la tubería adoptada en la conducción

APLICACIÓN:

$$V = Q / A$$

$$V = 0.047 / (3.1416 \cdot 0.10^2 / 4)$$

$$V = 0.60 \text{ m/s}$$

La velocidad máxima para una tubería de DN 110 es 1.3 m/s, por lo cual la velocidad obtenida no supera el límite máximo y es igual a 0.60 m/s.

La altura de sumergencia mínima se determina mediante:

$$S = 2.5 D_s + 0.10$$

APLICACIÓN:

$$S = 2.5 D_s + 0.10$$

$$S = 2.5(0.118) + 0.10$$

$$S = 0.40 \text{ m}$$

El nivel mínimo del agua para evitar que ingrese aire a la tubería de succión sería:

$$H_s = S + h_{\text{coladera}} + 0.50 \text{ m}$$

$$H_s = 0.40 + 0.20 + 0.50$$

$$H_s = 1.10 \text{ m}$$

5.3.7.5 Altura estática (Hes y Hei)

Se determina la altura estática de la succión que comprende desde la boca de succión hasta el eje de la bomba y de la línea de impulsión:

Tabla 11 Altura estática

Altura estática	Cota superior	Cota inferior	Pérdida
Hes	53,304	48,524	4,78
Hei	93,959	53,304	40,66

2.3.7.6 Pérdidas por fricción en tubería de succión (Hfs)

Donde $H_{fs} = J \times L$

Para la tubería de succión determinamos una longitud de:

Sumergencia= 0.40 m

Altura estática de succión= 4.78 m

Entrada a la bomba= 0.50 m

Longitud total = 5.68 m

J se puede determinar con la fórmula de Hazen Williams:

$$J = \left(\frac{Q}{0.2785CD^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

APLICACIÓN:

$$J = \left(\frac{Q}{0.2785CD^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

$$J = \left(\frac{0.0047}{0.2785(130)(0.10)^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

$$J = 0.0048$$

Entonces tenemos:

$$H_{fs} = J \times L$$

$$H_{fs} = 0.0048 \times 5.68$$

$$H_{fs} = 0.027 \text{ m}$$

5.3.7.7 Pérdidas menores en la tubería de succión (H_{ms})

Para determinar las pérdidas menores se debe establecer la longitud equivalente de los accesorios que se encuentran desde la boca de succión hasta la entrada a la bomba, los cuales son:

Tabla 12 Pérdidas menores

ACCESORIOS 110mm	Le
Válvula de pie	23
1 Codo 90°	3,4
Reduccion (6D)	0,60
Entrada Normal	1,60
Le total	28,60

Para las pérdidas menores de la tubería de succión aplicamos:

$$H_{ms} = J \times L_e$$

$$H_{ms} = 0.0048 \times 28.60$$

$$H_{ms} = 0.136 \text{ m}$$

5.3.7.8 Pérdidas por fricción en tubería de impulsión H_{fi}

Para la tubería de impulsión se toma en cuenta la longitud de recorrido desde la salida de la bomba hasta el ingreso al tanque elevado:

$$L = 866.12 \text{ m}$$

J se puede determinar con la fórmula de Hazen Williams:

$$J = \left(\frac{Q}{0.2785CD^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

APLICACIÓN:

$$J = \left(\frac{Q}{0.2785CD^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

$$J = \left(\frac{0.0047}{0.2785(150)(0.083)^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

$$J = 0.009$$

Entonces la pérdida por fricción en la tubería de impulsión es:

$$H_{fi} = J \times L$$

$$H_{fi} = 0.009 \times 866.12$$

$$H_{fi} = 7.829 \text{ m}$$

5.3.7.9 Pérdidas menores en tubería de impulsión (H_{mi})

Los accesorios que se encuentran en la línea de impulsión son los siguientes:

Tabla 13 Pérdidas menores

ACCESORIOS 90 mm	Le
Salida	2,2
Ampliación (12D)	0,87
Válvula Check	9,7
2 Válvula Compuerta	1
6 Codos 90°	15
Codo 22,5°	2,5
3 Codos 11,5°	7,5
Tee	6,7
Le total	48.80

Entonces, teniendo J, la pérdida en la tubería de impulsión es:

$$H_{mi} = J \times Le$$

$$H_{mi} = 0.018 \times 48.80$$

$$H_{mi} = 0.44 \text{ m}$$

5.3.7.10 Altura de velocidad

Al descargar a flujo libre tenemos que la altura de velocidad es:

$$\frac{V^2}{2g}$$

APLICACIÓN:

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{1.157^2}{2 \times 9.81} = 0.04 \text{ m}$$

5.3.7.11 Altura dinámica total (ADT)

$$ADT = h_{es} + h_{ei} + h_{fs} + h_{fms} + h_{fi} + h_{fmi} + \frac{V_i^2}{2g}$$

APLICACIÓN:

$$ADT = h_{es} + h_{ei} + h_{fs} + h_{fms} + h_{fi} + h_{fmi} + \frac{V_i^2}{2g}$$

$$ADT = 4.78 + 40.66 + 0.027 + 0.136 + 7.829 + 0.440 + 0.04$$

$$ADT = 53.91 \text{ m}$$

5.3.7.12 Golpe ariete

Se determina la sobrepresión por golpe ariete mediante la fórmula de Michaud:

$$h = \frac{146v}{\left(1 + \frac{KD}{Ec}\right)^{0.5}}$$

APLICACIÓN:

Velocidad del flujo

$$v = 0,87 \text{ m/s}$$

Módulo de elasticidad del material

$$E = 300000000 \text{ kg/m}^2$$

Módulo de elasticidad del agua

$$K = 200000000 \text{ kg/m}^2$$

Espesor de la tubería escogido

$$c = 3,50 \text{ mm}$$

Sobrepresión por golpe de ariete

$$h_{ga} = 146 \times 1,16 / (1 + 0.0721 \times 2 \times 10^8 / 3 \times 10^8 \times 0.0029)^{0,5} =$$

$$31,10 \text{ m}$$

Carga total en la tubería (incluye golpe de ariete)

$$HT = ADT + h_{ga} = 85,01 \text{ m}$$

$$H_t = 8,50 \text{ kg/cm}^2$$

Presión de trabajo de la tubería escogida

$$H_{\text{escogida}} = 10,20 \text{ kg/cm}^2$$

$$H = 1,00 \text{ Mpa}$$

5.3.7.13 Selección de la bomba

Eficiencia de la bomba para evitar daños por golpe ariete:

$$ef = 60\%$$

Potencia de la bomba

$$P = ADT Q / 76 ef$$

$$P = 53,91 \times 0.0047 / 76 \times 0.6$$

$$P = 5,59 \text{ HP}$$

Bomba sugerida de 7.5 HP, pues como se puede observar en el anexo No. 2: Curvas de bombas, para un caudal de 4.725 l/s o 17.01m³/h y una altura dinámica total de 53.91m, la curva de Q/ADT que satisface estos parámetros es la bomba de 7.5 HP.

5.3.8 Tanque de almacenamiento

Dado a la topografía del terreno, el tanque de almacenamiento debe ser elevado para lograr abastecer el área de servicio, por lo que para determinar su volumen, se emplea lo establecido en la Norma CO 10.7 – 602:

5.3.8.1 Volumen de almacenamiento

Por lo tanto el volumen del tanque elevado será de:

$$V = 50\% \text{ QM}$$

$$V = 50\% \times (0.0012 \times 60 \times 60 \times 24)$$

$$V = 52.00 \text{ m}^3$$

5.3.8.2 Dimensiones del tanque

$$V \text{ (cientos m}^3\text{)} = 52/100$$

$$H = V/3 + k$$

$$H = 0.52/3 + 2.0$$

$$H = 2.2\text{m}$$

Para una sección cuadrada el tanque tendrá las siguientes dimensiones:

$$h = 2.2\text{m}$$

$$H_t = 2.2\text{m} + 0.30\text{m de borde libre}$$

$$\mathbf{H_t = 2.5m}$$

$$\mathbf{a = 4.85m}$$

$$\mathbf{b = 4.85m}$$

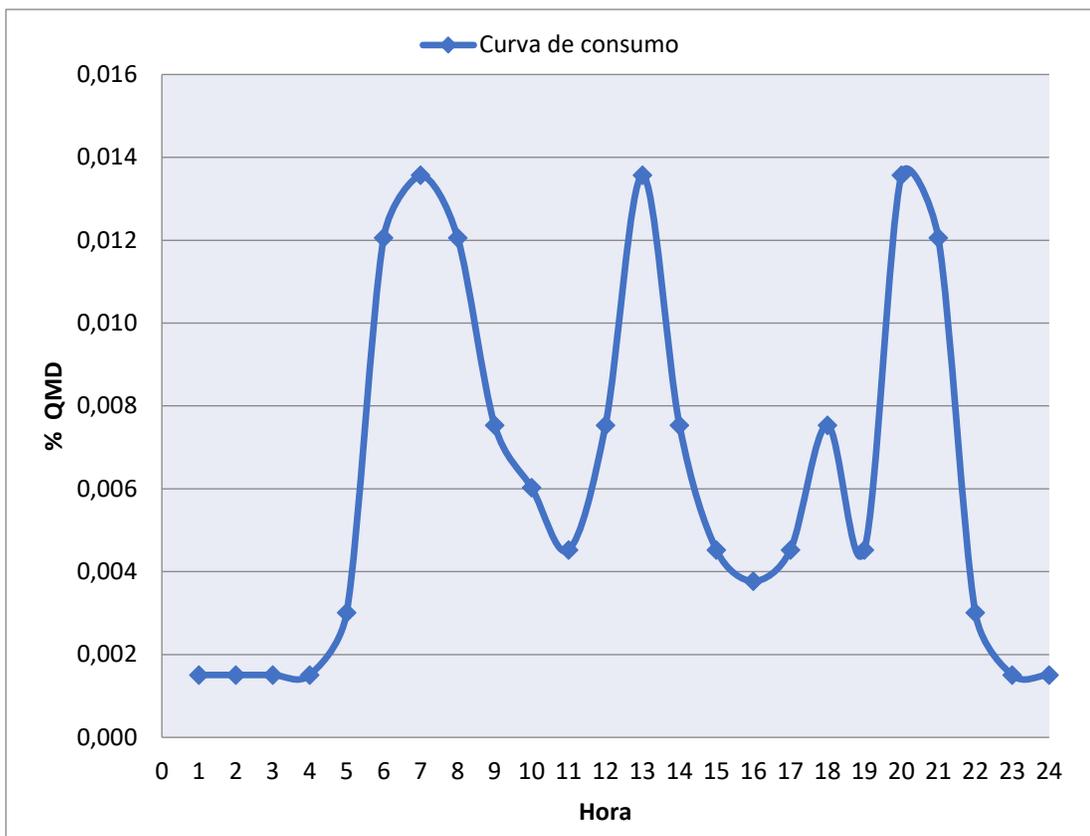
A partir del análisis de la curva integral podemos verificar que el dimensionamiento del tanque, sea suficiente para las variaciones de consumo horario con el suministro por bombeo, por lo tanto, al plantear una distribución de consumo teórica, tenemos:

Tabla 14 Análisis de la curva integral

HORAS	CONSUMO	CONSUMO PARCIAL	Qmax dia* % de consumo	Δ CONSUMO
	%	%		%
0 - 1	1	1,01	0,002	1,01
1 - 2	1	1,01	0,002	2,01
2 - 3	1	1,01	0,002	3,02
3 - 4	1	1,01	0,002	4,02
4 - 5	2	2,01	0,003	6,03
5 - 6	8	8,04	0,012	14,07
6 - 7	9	9,05	0,014	23,12
7 - 8	8	8,04	0,012	31,16
8 - 9	5	5,03	0,008	36,18
9 - 10	4	4,02	0,006	40,20
10 - 11	3	3,02	0,005	43,22
11 - 12	5	5,03	0,008	48,24
12 - 13	9	9,05	0,014	57,29
13 - 14	5	5,03	0,008	62,31
14 - 15	3	3,02	0,005	65,33
15 - 16	2,5	2,51	0,004	67,84
16 - 17	3	3,02	0,005	70,85
17 - 18	5	5,03	0,008	75,88
18 - 19	3	3,02	0,005	78,89
19 - 20	9	9,05	0,014	87,94
20 - 21	8	8,04	0,012	95,98
21 - 22	2	2,01	0,003	97,99
22 - 23	1	1,01	0,002	98,99
23 - 24	1	1,01	0,002	100,00
TOTAL	100			

La cual se representa en la siguiente curva de distribución horaria del consumo de la población:

Gráfico 2 curva de distribución horaria



En el gráfico anterior, se puede determinar que los picos de máximo consumo son a las 7h00, 13h00 y 20h00.

Ahora se puede determinar la fluctuación del volumen del tanque con el consumo horario cuando se dispone de un suministro por bombeo.

Para un sistema con Bombeo de 8 horas:

Tabla 15 Bombeo de 8 horas

HORAS	C	ΣC	S	ΣS	Δ	$\Sigma \Delta$	V
	%	%	(100/H)	(%)	(S-C)	(S-C)	(%)
0 - 1	1,01	1,01	0	0	-1,01	-1,01	16,83
1 - 2	1,01	2,01	0	0	-1,01	-2,01	15,82
2 - 3	1,01	3,02	0	0	-1,01	-3,02	14,82
3 - 4	1,01	4,02	0	0	-1,01	-4,02	13,81
4 - 5	2,01	6,03	0	0	-2,01	-6,03	11,80

5 - 6	8,04	14,07	0	0	-8,04	-14,07	3,76
6 - 7	9,05	23,12	12,50	12,50	3,45	-10,62	7,22
7 - 8	8,04	31,16	12,50	25,00	4,46	-6,16	11,68
8 - 9	5,03	36,18	12,50	37,50	7,47	1,32	19,15
9 - 10	4,02	40,20	12,50	50,00	8,48	9,80	27,63
10 - 11	3,02	43,22	0	50,00	-3,02	6,78	24,62
11 - 12	5,03	48,24	0	50,00	-5,03	1,76	19,59
12 - 13	9,05	57,29	0	50,00	-9,05	-7,29	10,55
13 - 14	5,03	62,31	0	50,00	-5,03	-12,31	5,52
14 - 15	3,02	65,33	0	50,00	-3,02	-15,33	2,51
15 - 16	2,51	67,84	0	50,00	-2,51	-17,84	0,00
16 - 17	3,02	70,85	12,50	62,50	9,48	-8,35	9,48
17 - 18	5,03	75,88	12,50	75,00	7,47	-0,88	16,96
18 - 19	3,02	78,89	12,50	87,50	9,48	8,61	26,44
19 - 20	9,05	87,94	12,50	100,00	3,45	12,06	29,90
20 - 21	8,04	95,98	0	100,00	-8,04	4,02	21,86
21 - 22	2,01	97,99	0	100,00	-2,01	2,01	19,85
22 - 23	1,01	98,99	0	100,00	-1,01	1,01	18,84
23 - 24	1,01	100,00	0	100,00	-1,01	0,00	17,84
TOTAL	100						

Donde:

C = Consumo de la población

ΣC = Curva integral de consumo

S = Suministro horario por bombeo (100 / H), H es el número de horas de bombeo

ΣS = Curva integral Del suministro

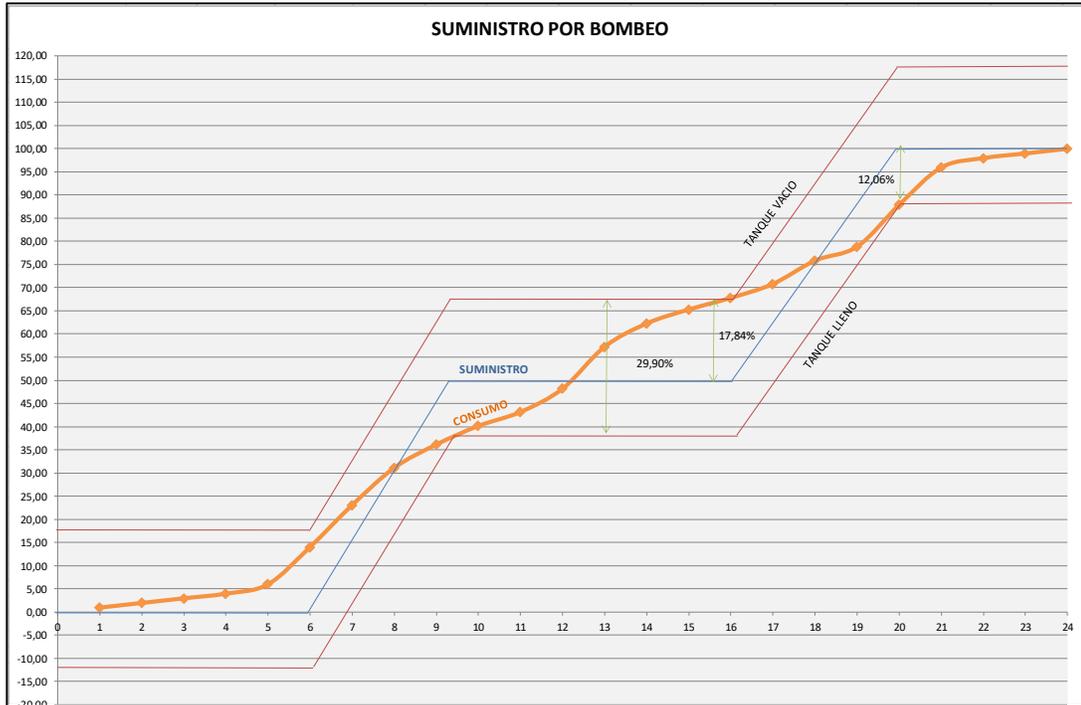
Δ = Deficit horario (S – C)

$\Sigma \Delta$ = Deficit acumulado

V = Volumen horario del agua en el tanque.

En el siguiente gráfico se puede observar las variaciones de consumo y el suministro por bombeo.

Gráfico 3 Variaciones de consumo y el suministro por bombeo



En este gráfico se puede demostrar que el máximo déficit ocurre en horario de 16h00 (17.84%), donde el tanque está vacío, mientras que a las 20h00 (12.06%) el tanque posee el máximo sobrante, es decir, el volumen que necesita tener el tanque elevado sería la sumatoria del máximo déficit + máximo sobrante, lo cual resulta un valor 29.90%, con ello determinamos que la capacidad del tanque dimensionado anteriormente bajo la normativa ecuatoriana, satisface la variación del consumo para un suministro por bombeo.

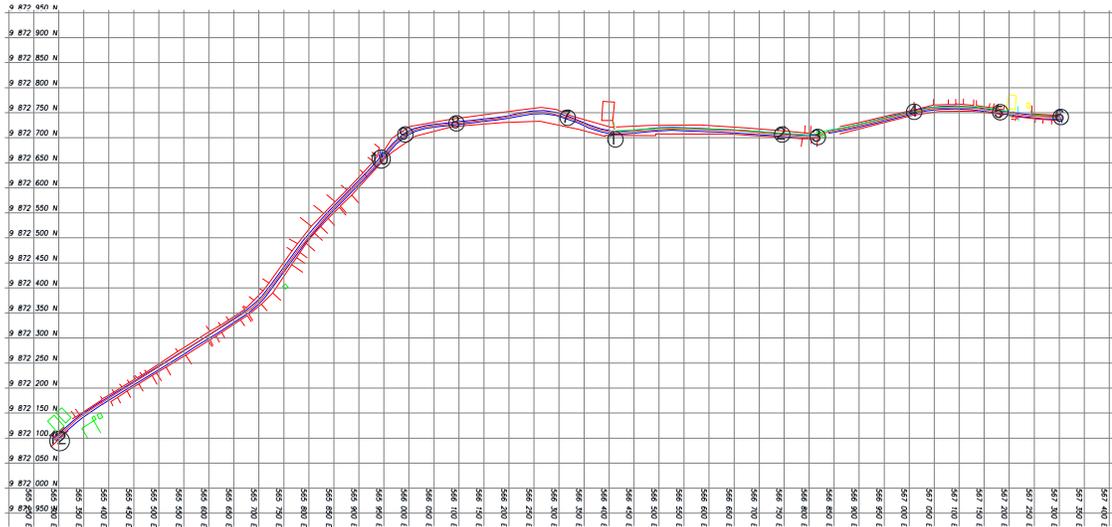
Como se ha determinado que el bombeo es de 8 horas diarias, se puede concluir que en solo 1 hora de bombeo con una bomba de 7.5HP, se llenará un volumen de 17 m³, que es el 33% de la capacidad del tanque.

5.3.9. Red de distribución

5.3.9.1. Trazado de la red

El trazado de la red es abierta, y está compuesta por 12 nudos distribuidos en función a la concentración de la población y donde existe mayor inflexión, como se puede observar en la siguiente implantación:

Gráfico 4 Implantación de la red



5.3.9.2 Caudal de diseño

El caudal de diseño para la red de distribución es:

$$Q = QMH$$

Donde:

QMH = Caudal máximo horario

APLICACIÓN:

$$Q = QMH$$

$$Q = 0.0036 \text{ m}^3/\text{s}$$

5.3.9.3 Dimensionamiento de la red

El coeficiente de caudal se define por:

$$q = \frac{QMH}{\sum Lv}$$

El caudal propio es:

$$Q_{\text{propio}} = q \times Lv$$

El caudal de los tramos, corresponde a la sumatoria desde el nudo más extremo hasta llegar a la línea de alimentación.

Una vez determinado el caudal para cada tramo se dimensiona el diámetro, para lo cual podemos usar la fórmula de Bresse:

$$D = 1.35 \sqrt{Q}$$

La velocidad se determina mediante:

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

Tabla 16 Dimensionamiento de la red

Tramo		Longitud real	Longitud virtual	Coeficiente q	Qpropio	Q tramos		Diámetro	D interno	Diámetro Nominal	Presión de la tubería	Velocidad
De	A	Lr	Lv		q*Lv	l/s	m3/s	pulgada	mm	mm	Mpa	m/s
T	1	52,65	0	0,0009	0,00	3,60	0,0036	2,56	72,70	75,00	0,80	0,87
1	2	247,95	0	0,0009	0,00	0,68	0,0007	1,11	30,50	32,00	1,25	0,93
2	3	160,24	320,48	0,0009	0,29	0,68	0,0007	1,11	30,50	32,00	1,25	0,93
3	4	198,2	0	0,0009	0,00	0,39	0,0004	0,85	30,50	32,00	1,25	0,54
4	5	147,13	147,13	0,0009	0,13	0,39	0,0004	0,85	30,50	32,00	1,25	0,54
5	6	147,93	295,86	0,0009	0,26	0,26	0,0003	0,69	23,50	25,00	1,60	0,61
1	7	98,55	0	0,0009	0,00	2,92	0,0029	2,31	72,70	75,00	0,80	0,70
7	8	224,68	0	0,0009	0,00	2,92	0,0029	2,31	72,70	75,00	0,80	0,70
8	9	106,1	0	0,0009	0,00	2,92	0,0029	2,31	72,70	75,00	0,80	0,70
9	10	69,22	138,44	0,0009	0,12	2,92	0,0029	2,31	72,70	75,00	0,80	0,70
10	11	869,2	1738,4	0,0009	1,55	2,80	0,0028	2,26	72,70	75,00	0,80	0,67
11	12	700	1400	0,0009	1,25	1,25	0,0012	1,51	61,50	63,00	0,63	0,42
		Σ Lv	4040,31	Σ Qpropio	3,60							

Las velocidades obtenidas en la red de distribución no son inferiores a 0.25m/s ni mayores a 3m/s, pues están en un rango de 0.40m/s a 1 m/s, permitiendo que la red no sea afectada por sobrepresión al golpe ariete.

Una vez determinado el diámetro de la tubería, se procede a determinar las pérdidas existentes en la red y así determinar la presión en los nudos.

Pérdidas por fricción

Para determinar las pérdidas por fricción se aplica la fórmula de Hazen-Williams:

$$J = \left(\frac{Q}{0.2785CD^{2,63}} \right)^{1/0,54}$$

Por lo tanto $H_f = J \times L$

Pérdidas menores

Se determinan las pérdidas menores para cada tramo, en función a la longitud equivalente de los accesorios que están en la red:

Tabla 17 Tramo T-1

TRAMO		T-1	
Accesorio	Le	Cantidad	Total
Codo 90° 75mm	2,5	2	5
Codo 45° 75mm	1,2	1	1,2
Tee 75x32x75mm	1,6	1	1,6
Codo 22,5° 75mm	1,2	1	1,2
Válvula compuerta 75mm	0,5	1	0,5
			9,5

Tabla 18 Tramo 1-2

TRAMO		1-2	
Accesorio	Le	Cantidad	Total
Codo 45° 32mm	0,5	4	2
Reducción (6D)	0,192	1	0,192
Válvula compuerta 32mm	0,2	1	0,2
			2,392

Tabla 19 Tramo 3-4

TRAMO		3-4	
Accesorio	Le	Cantidad	Total
Codo 45° 32mm	0,5	4	2

Tabla 20 Tramo 5-6

TRAMO		5-6	
Accesorio	Le	Cantidad	Total
Reducción (6D)	0,15	1	0,15

Tabla 21 Tramo 1-7

TRAMO		1-7		
Accesorio	Le	Cantidad	Total	
Válvula compuerta 75mm	0,5	1	0,5	

Tabla 22 Tramo 11-12

TRAMO		11-12		
Accesorio	Le	Cantidad	Total	
Reducción (6D)	0,378	1	0,378	

Presión de trabajo

La presión en el nudo No. 1 se determinará por:

$$P1 = Zt - Z1 - Hf - Hm$$

Donde:

Zt = Elevación en el tanque

Z1 = Elevación en el Nudo No. 1

Hf = Pérdidas por fricción

Hm = Pérdidas menores

Para los siguientes nudos, se tendrá que sumar la presión anterior:

$$P2 = P1 + Z1 - Z2 - Hf - Hm$$

La altura piezométrica será la sumatoria de la elevación, más la presión en el nudo.

Tabla 23 Altura piezométrica

Tramo		Elevación		Longitud real	J	Pérdidas por fricción	Pérdidas menores		Presión de trabajo	H piezométrica
De	A	De	A	Lr		Hf	Le	Hm	mca	
T	1	93,95	73,2	52,65	0,01	0,55	13,7	0,14	20,06	93,268
1	2	73,2	57,4	247,95	0,03	8,11	3,19	0,10	27,63	85,049

2	3	57,41	56,28	160,24	0,033	5,24		0,000	23,524	79,804
3	4	56,28	51,91	198,2	0,012	2,37	2,8	0,033	25,494	77,404
4	5	51,91	51,31	147,13	0,012	1,76		0,000	24,336	75,646
5	6	51,31	51,11	147,93	0,020	2,98	0,15	0,003	21,555	72,665
1	7	73,2	75,9	98,55	0,007	0,70	0,5	0,004	16,668	92,568
7	8	75,9	65,28	224,68	0,007	1,59		0,000	25,700	90,980
8	9	65,28	71,4	106,1	0,007	0,75		0,000	18,830	90,230
9	10	71,4	68,33	69,22	0,007	0,49		0,000	21,411	89,741
10	11	68,33	74,39	869,2	0,007	5,67		0,000	9,680	84,070
11	12	74,39	74	700	0,003	2,31	0,378	0,001	7,755	81,755

Las presiones de trabajo son superiores a 7mca e inferiores a 30mca, por lo tanto se concluye el diseño de la red está enmarcado en la normativa vigente, lo cual garantiza el abastecimiento de agua potable a la comunidad de Mapasingue.

PRESUPUESTO

Tabla 24 Presupuesto

NO.	RUBROS/DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
A	CONDUCCION				
1	Tee HF 350mm	U	1,00	2512,2	2512,20
2	Reducción HF 350mm a 50mm	U	1,00	672,8	672,80
3	Válvula check de HF 50mm	U	1,00	175,5	175,50
4	Válvula compuerta de HF 50mm	U	1,00	325,88	325,88
5	Unión Gibault 50mm, asimétrica	U	1,00	52,5	52,50
6	Suministro e instalación y prueba de tubería PVC 50mm, 0,80Mpa	m	10,00	12,45	124,50

B	TANQUE DE SUCCIÓN				0,00
7	Replanteo y nivelación	m2	12,25	1,5	18,38
8	Excavación a máquina	m3	65,78	5,2	342,06
9	Desalojo de material sobrante (Dist. Max. 5 km)	m3	65,78	3,41	224,31
10	Relleno con piedra bola	m3	9,60	18,2	174,72
11	Replanteo H.S f'c=180kg/cm2	m3	1,06	145,66	155,08
12	Hormigón simple f'c=210kg/cm2, incluye encofrado	m3	20,88	205,12	4282,91
13	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm2	kg	2505,60	2,05	5136,48
14	Enlucido vertical y horizontal, mas impermeabilizante	m2	94,50	11,32	1069,74
15	Escalera de acero inoxidable	u	1,00	1250	1250,00
16	Acero estructural A36 para cubierta	kg	750,00	4,1	3075,00
17	Stell panel e=4mm para cubierta	m2	25,00	12,45	311,25
C	ESTACION DE BOMBEO				0,00
19	Canasta para válvula de pie	u	1,00	25,5	25,50
20	Válvula de pie B 110mm, PN 10	u	1,00	894,22	894,22
21	Tubería HD 110mm BB, PN 10	m	5,66	85,4	483,36
22	Codo BB 90° HD 110mm, PN 10	u	1,00	115,5	115,50
23	Neplo HD 110mm, BB PN10	m	0,50	85,4	42,70
24	Reducción HD 110mm a 2"	u	1,00	107,33	107,33
25	Unión de desmontaje 110mm	u	1,00	85,25	85,25
26	Bomba horizontal 10 HP	u	1,00	8250,1	8250,10
27	Ampliación HD de 2" a 75mm, BB PN 10	u	1,00	154,36	154,36

28	Neplo HD 75mm, BB PN 10	m	1,50	85,4	128,10
29	Válvula Check 75mm	u	1,00	740	740,00
30	Válvula compuerta 75mm	u	1,00	1255,6	1255,60
31	Unión de desmontaje 75mm	u	3,00	63,5	190,50
32	Anclaje de H.S f'c=210 kg/cm2	m3	0,32	192,5	62,37
D	LINEA DE IMPULSION				0,00
33	Suministro e instalación de tubería PVC 75mm, 1Mpa	m	879,00	15,55	13668,45
34	Codo PVC 90° 75mm	u	6,00	22,1	132,60
35	Codo PVC 22,5° 75mm	u	1,00	19,5	19,50
36	Codo PVC 11,5°, 75mm	u	3,00	18,33	54,99
37	Caja de registro	u	2,00	175	350,00
38	Válvula compuerta 75mm	u	2,00	465,12	930,24
39	Anclaje de H.S f'c=210 kg/cm2	m3	1,19	192,5	228,69
E	TANQUE DE ALMACENAMIENTO				0,00
40	Replanteo y nivelación	m2	27,56	1,5	41,34
41	Excavación a máquina	m3	6,91	5,2	35,94
42	Desalojo de material sobrante (Dist. Max. 5 km)	m3	6,91	3,41	23,57
43	Relleno con piedra bola	m3	2,30	18,2	41,93
44	Replanteo H.S f'c=180kg/cm2	m3	0,40	145,66	58,73
45	Hormigón simple f'c=210kg/cm2, incluye encofrado	m3	68,12	205,12	13972,77
46	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm2	kg	8174,40	2,05	16757,52
47	Enlucido vertical y horizontal, mas impermeabilizante	m2	95,55	11,32	1081,57
48	Escalera de acero inoxidable	u	1,00	1250	1250,00
49	Escalera metálica 10m	u	1,00	5150	5150,00

F	RED DE DISTRIBUCION				0,00
50	Replanteo y nivelación	m	3021,85	1	3021,85
51	Excavación a máquina en zanja	m3	2175,73	3,85	8376,57
52	Desalojo de material sobrante (Dist. Max. 5 km)	m3	362,62	4,12	1494,00
53	Cama de arena	m3	362,62	24,15	8757,32
54	Relleno compactado con material del sitio	m3	1813,11	5,06	9174,34
55	Suministro e instalación de tubería PVC 75mm, 0,80Mpa	m	1420,40	14,21	20183,88
56	Suministro e instalación de tubería PVC 63mm, 0,63Mpa	m	700,00	13,5	9450,00
57	Suministro e instalación de tubería PVC 32mm, 1,25Mpa	m	753,52	8,2	6178,86
58	Suministro e instalación de tubería PVC 25mm, 1,60Mpa	m	147,93	5,4	798,82
59	Codo 90° 75mm	u	2,00	22,1	44,20
60	Codo 45° 75mm	u	1,00	22,1	22,10
61	Tee 75x32x75mm	u	1,00	35,4	35,40
62	Codo 22,5° 75mm	u	1,00	19,5	19,50
63	Válvula compuerta 75mm	u	2,00	465,12	930,24
64	Codo 45° 32mm	u	8,00	18,5	148,00
65	Reducción 75mm a 32mm	u	1,00	25,3	25,30
66	Válvula compuerta 32mm	u	1,00	125,5	125,50
67	Reducción 32mm a 25mm	u	1,00	16,5	16,50
68	Reducción 75mm a 63mm	u	1,00	25,3	25,30
69	Válvula de aire 75mm	u	2,00	515,5	1031,00
70	Anclaje de H.S f'c=210 kg/cm2	m3	1,62	192,5	311,85
G	CONEXIONES INTRADOMICILIARIAS				

71	Conexión intradomiciliaria, incluye medidor	U	100,00	205,44	20544,00
				TOTAL	176950,57

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos durante la ejecución del presente proyecto, se obtienen las siguientes conclusiones:

- Se realizó el respectivo levantamiento topográfico del terreno, lo cual permitió realizar la implantación de los componentes de todo el sistema.
- Se determinó la capacidad óptima del tanque de succión y las dimensiones que garantizan abastecer al sistema con un volumen de almacenamiento de 43.55m³, para una succión por bombeo de 8 horas diarias.
- En base a la altura dinámica total de 53.91mca y al caudal a suministrar por bombeo de 4.275 l/s se determinó una bomba de 5.59HP, y se adoptó una bomba comercial de 7.5HP.
- Cumpliendo con la normativa ecuatoriana se determinó un tanque de almacenamiento de 52m³ de capacidad, la cual satisface las variaciones de consumo horario de la población.
- Se estableció la red de distribución con una longitud total de 3021.85ml de tubería a presión, la cual posee velocidades permisibles y presiones superiores a 7mca e inferiores a 30mca, con lo cual se garantiza el abastecimiento de agua potable a la comunidad.

6.2. RECOMENDACIONES

En virtud a las conclusiones que se han expuesto anteriormente, se recomienda:

- Que la selección de la bomba se determine en función a la altura dinámica total y el caudal a suministrar por bombeo, y de esta manera determinar la bomba comercial que cumpla estos parámetros.

7. SUSTENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

El presente proyecto es sustentable tanto desde la perspectiva social, económica y ambiental, puesto que las soluciones planteadas han sido enfocadas con la finalidad de garantizar el abastecimiento de agua potable a la comunidad de Mapasingue y los impactos generados durante la fase de construcción van a ser mínimos, es decir se mantiene el equilibrio y la diversidad del ecosistema.

En cuanto a la sostenibilidad, el proyecto cuenta con un diseño eficiente, con lo cual va a cubrir la demanda de agua potable que necesita la población, y de esta manera mejorar la calidad de vida de las personas.

8. PRESUPUESTO GENERAL

Tabla 25 Presupuesto general

ACTIVIDADES	RECURSOS			COSTO
	HUMANO	MATERIAL	OTROS	USD
Inicio del Anteproyecto	Investigador	Material de Oficina	Transporte y Viáticos	10
Localización del Proyecto	Investigador	Material de Oficina - Internet		3
Diagnóstico de la comunidad	Investigador	Material de Oficina - Internet		6
Desarrollo de Justificación	Investigador	Material de Oficina - Internet		4
Planteamiento del problema	Investigador	Material de Oficina - Internet		4
Elaboración de objetivos	Investigador	Material de Oficina - Internet		2
Recolección de datos	Investigador	Material de Oficina - Internet	Transporte y Viáticos	20

Elaboración del Marco de Referencia	Investigador	Material de Oficina - Internet - Textos de Consulta		29
Metodología	Investigador	Material de Oficina		5
Elaboración de presupuesto del Anteproyecto	Investigador	Material de Oficina		5
Aprobación del Anteproyecto	H.C.D	Solicitudes-Oficio-Especies		20
Arreglo del proyecto para presentar en el primer avance	Investigador	Material de Oficina - Internet - Textos de Consulta		5
Presentación del Primer avance	Investigador	Material de Oficina		60
Levantamiento topográfico	Investigador - Topógrafo	Estación Total	Transporte, Viáticos y Mano de Obra	170
Procesamiento de datos de la topografía	Investigador	Software		10
Dibujo de la implantación de las estructuras	Investigador	Software		50
Elaboración de planos	Investigador	Software		10
Presentación del segundo avance	Investigador	Material de Oficina		80
Cálculo y diseño de tanque de succión y estación de bombeo	Investigador - Ayudantes	Software y Material de Oficina		50
Cálculo y diseño de tanque de almacenamiento y red de distribución	Investigador - Ayudantes	Software y Material de Oficina		50
Elaboración de presupuesto	Investigador	Tabla Salarial - Material de Oficina		20
Elaboración del informe final	Investigador	Software		4
Presentación del informe final	Investigador	Material de Oficina		100
Impresión y empastado	Investigador			250
TOTAL:				967.00

9. CRONOGRAMA VALORADO

ACTIVIDADES	TIEMPO DE EJECUCION																								COSTO USD
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Inicio del Anteproyecto	x																								10
Localización del Proyecto	x																								3
Diagnóstico de la comunidad		x																							6
Desarrollo de Justificación		x																							4
Planteamiento del problema			x																						4
Elaboración de objetivos			x																						2
Recolección de datos				x																					20
Elaboración del Marco de Referencia				x																					29
Metodología					x																				5
Elaboración de presupuesto del Anteproyecto						x																			5
Aprobación del Anteproyecto							x																		20
Arreglo del proyecto para presentar en el primer avance								x																	5
Presentación del Primer avance									x																60
Levantamiento topográfico										x															170
Procesamiento de datos de la topografía											x	x													10
Dibujo de la implantación de las estructuras												x	x												50
Elaboración de planos														x	x										10
Presentación del segundo avance																x									80
Cálculo y diseño de tanque de succión y estación de bombeo																	x	x	x						50
Cálculo y diseño de tanque de almacenamiento y red de distribución																			x	x	x				50
Elaboración de presupuesto																						x			20
Elaboración del informe final																							x		4
Presentación del informe final																							x		100
Impresión y empastado																								x	250
																									967.00

Bibliografía

Blanca, v., Langa, J., & Inmaculada, M. (2014). *Mantenimiento de redes de distribución de agua y saneamiento*. España: Paraninfo S.A.

Defensor del pueblo Andaluz. (2011). *Los servicios domiciliarios de agua en Andalucía*. España: ALP. Impresores S.L.

Gonzalez, N., Vergara, a., & Rivera, D. (2013). *Derecho de las aguas*. España: Externado.

González, T., Del Río, G., & Torres, B. (2014). *Circuitos de fluidos, suspension y direccion*. España: Editex.

Instituto Ecuatoriano de Obras Sanitarias, IEOS. (04 de 2014). *NORMA DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS Y RESIDUOS*. Obtenido de http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/04/norma_rural_para_estudios_y_disenos.pdf

Rice, W. (2011). *La tierra*. Teacher created materials.

Rice, W. (2011). *La tierra*. Teacher created materials.

Trapote, A. (2013). *Infraestructuras hidráulico- sanitarias, abastecimiento y distribución del agua*. España: Kadmos.

Van Koppen, V., & Smith, S. (2011). *Ascendiendo en la escala del agua*. International water and sanations centre.

Anexo 1: Diámetros comerciales

TUBOS DE P.V.C. PARA PRESIÓN EN UNIÓN ESPIGA CAMPANA



APLICACIÓN

Utilizada para conducción de agua a presión en sistemas de abastecimiento de agua subterráneos y superficiales o para cualquiera de éstos en el interior o exterior de edificios.

CARACTERÍSTICAS

Uno de los sistemas de unión entre tubos y accesorios de P.V.C., consiste en conexiones hechas por medio de soldadura líquida, la cual conforma un conjunto homogéneo, desarrollando gran resistencia mecánica en un tiempo muy corto; en consecuencia, este tipo de unión se realiza de manera muy sencilla y segura, eliminando la necesidad de tarrajas, llaves para tubo y otras herramientas necesarias en la instalación de tuberías metálicas.

VENTAJAS

- Resistencia a la corrosión.
- Resistencia a la electrólisis.
- Paredes lisas libres de incrustaciones.
- Superficies internas perfectamente lisas que evitan pérdidas de presión.
- Bajo peso que facilita el transporte y la instalación.
- Total auto extinguibilidad.
- Resistencia mecánica.
- Atoxicidad.
- Baja conductividad térmica.
- Balance entre la rigidez y la flexibilidad: Permitiendo a la vez instalaciones enterradas en terrenos ondulados y en áreas en exteriores.

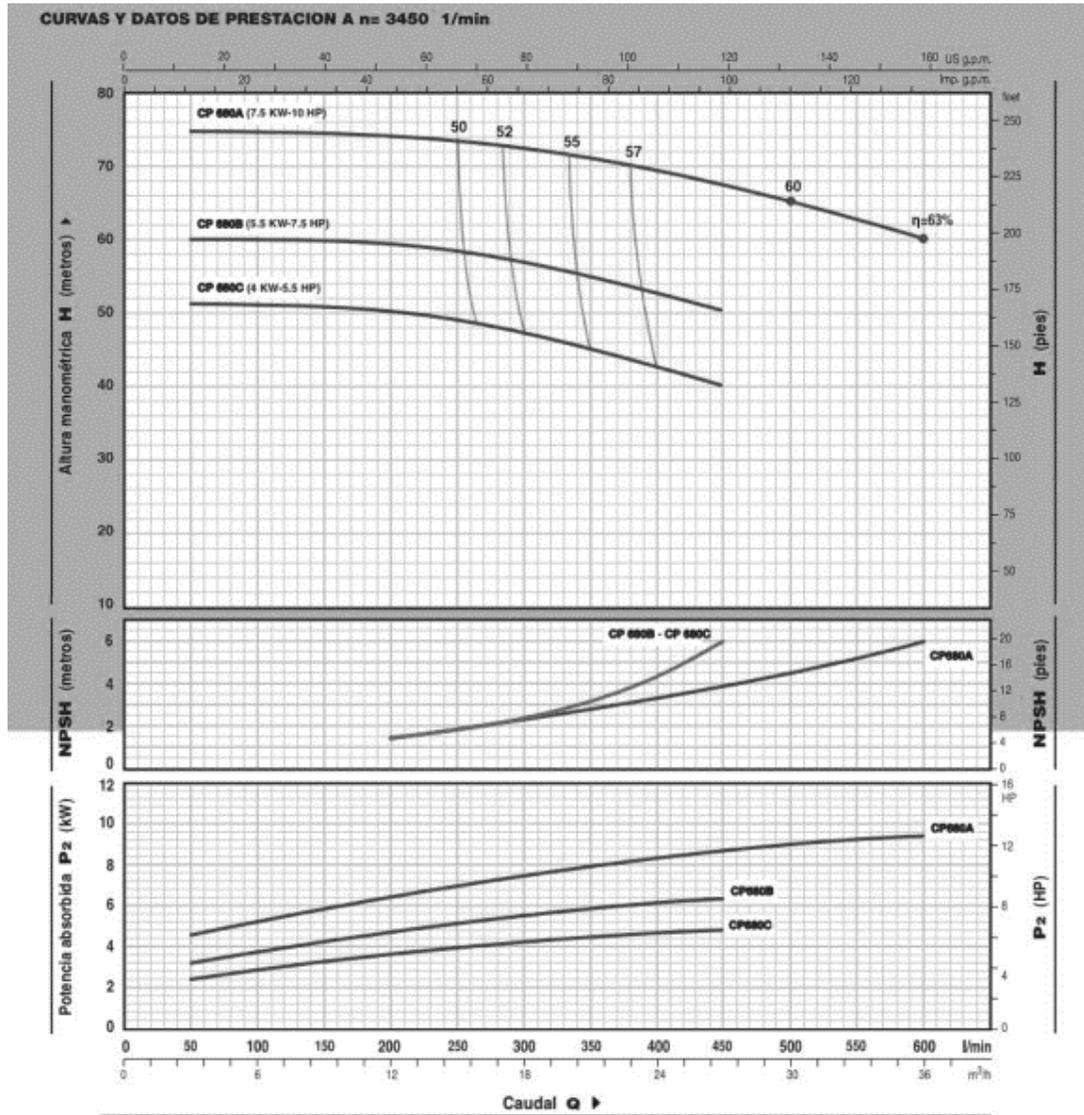
Diámetro Exterior D (mm)		Espesor de pared e (mm)		Presión de trabajo		Serie de tubo	Dimensiones de campana (mm)		
Nominal	Tolerancia	Mínimo	Máximo	M.P.A.	P.S.I.	S	Diámetro min.	Interior min.	Longitud campana C.
20	+0.30	1.50	1.90	2.00	290	6.3	20	20.3	16
25	+0.30	1.50	1.90	1.60	232	8.0	25	25.3	19
32	+0.30	1.50	1.90	1.25	181	10.0	32	32.3	22
40	+0.30	1.90	2.30	1.25	181	10.0	40	40.3	26
50	+0.30	1.90	2.30	1.00	145	12.5	50	50.3	31
50	+0.30	2.40	2.90	1.25	181	10.0	50	50.3	31
63	+0.30	1.50	1.85	0.63	91	20.0	63	63.3	38
63	+0.30	2.00	2.40	0.80	116	16.0	63	63.3	38
63	+0.30	2.50	3.00	1.00	145	12.5	63	63.3	38
63	+0.30	3.10	3.50	1.25	181	10.0	63	63.3	38
75	+0.30	1.90	2.30	0.63	91	20.0	75	75.3	44
75	+0.30	2.30	2.80	0.80	116	16.0	75	75.3	44
75	+0.30	2.90	3.40	1.00	145	12.5	75	75.3	44
90	+0.30	2.20	2.70	0.63	91	20.0	90	90.3	51
90	+0.30	2.80	3.30	0.80	116	16.0	90	90.3	51
90	+0.30	3.50	4.10	1.00	145	12.5	90	90.3	51
90	+0.30	4.30	5.00	1.25	181	10.0	90	90.3	51
110	+0.30	2.70	3.20	0.63	91	20.0	110	110.4	61
110	+0.30	3.40	4.00	0.80	116	16.0	110	110.4	61
110	+0.30	4.30	4.90	1.00	145	12.5	110	110.4	61
110	+0.30	5.30	6.10	1.25	181	10.0	110	110.4	61
125	+0.40	3.10	3.60	0.63	91	20.0	125	125.4	69
125	+0.40	3.90	4.50	0.80	116	16.0	125	125.4	69
140	+0.40	3.40	4.00	0.63	91	20.0	140	140.5	76
140	+0.40	4.30	5.00	0.80	116	16.0	140	140.5	76
160	+0.50	4.00	4.60	0.63	91	20.0	160	160.5	86
160	+0.50	5.00	5.60	0.80	116	16.0	160	160.5	86
160	+0.50	6.20	7.10	1.00	145	12.5	160	160.5	86
160	+0.50	7.70	8.70	1.25	181	10.0	160	160.5	86
200	+0.60	4.90	5.60	0.63	91	20.0	200	200.6	106
200	+0.60	6.20	7.10	0.80	116	16.0	200	200.6	106
200	+0.60	7.70	8.70	1.00	145	12.5	200	200.6	106
200	+0.60	9.50	10.80	1.25	181	10.0	200	200.6	106

ESPECIFICACIONES

- Tubería de P.V.C. para presión.
- NORMA INEN 1373 Certificado de conformidad con sello de calidad vigente.
- Unión para cementado solvente espiga campana. E/C
- Longitud L = 6 mts

en Ecuador líderes en PVC

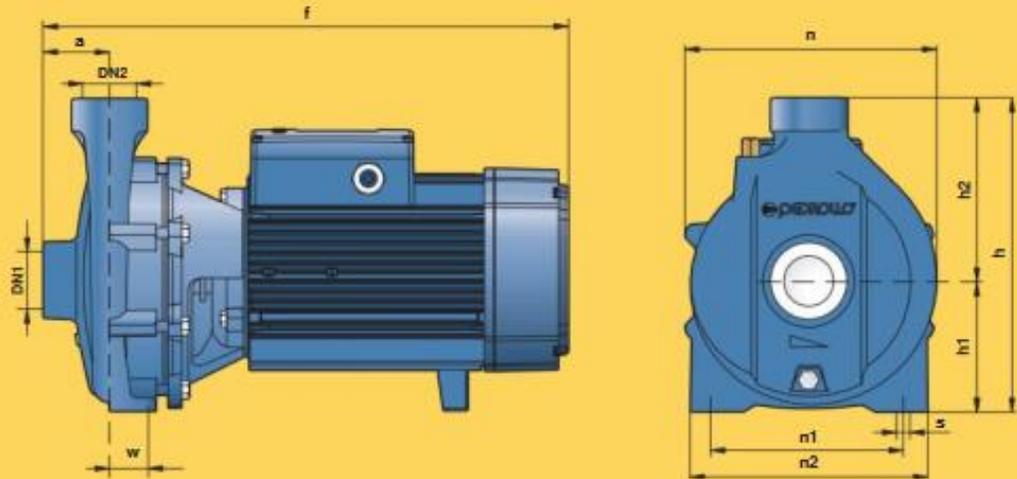
Anexo 2: Curvas y características de Bombas comerciales



TIPO		POTENCIA		Q m³/h l/min	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600
—	CP 680C	4	5.5	H m	52	51.5	51	50.8	50.3	49	47.5	45	43	40			
—	CP 680B	5.5	7.5		61	60.5	60	59.5	59	58.5	57	55	52.5	50.5			
—	CP 680A	7.5	10		75	75	74.5	74.3	74	73.5	72.5	71	68.5	67.3	65	62.8	60



DIMENSIONES Y PESOS

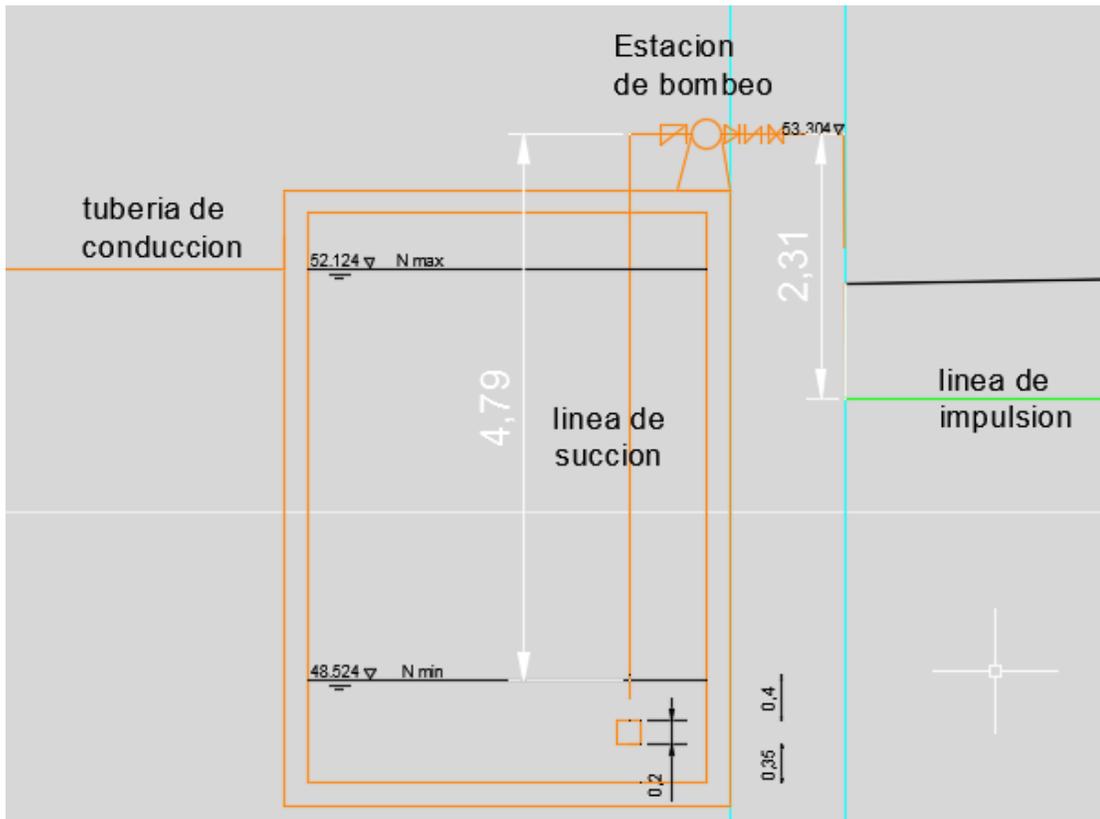


TIPO		BOCA		DIMENSIONES mm										kg										
Monofásica	Trifásica	DN1	DN2	a	f	h	h1	h2	n	n1	n2	w	s	1-	3-									
CPm 680C	—	2"	2"	70	505	328	136	182	273	190	250	40	14	47.6	-									
—	CP 680C				460									-	42.6									
—	CP 680B				-									-	47.6									
—	CP 680A				-									-	52.0									
—	CP 700C			505	-									47.6										
—	CP 700B			-	-									52.0										
—	CP 700A			-	-									52.5										
—	CP 750C			65	3"									92	598	392	160	232	322	230	294	45	-	103.0
—	CP 750B														693								-	120.0
—	CP 750A														598								-	133.0
—	CP 750CR	693	-			107.0																		
—	CP 750BR	4"	3"			92	598	-	-	124.0														
—	CP 750AR	-	-	693	-	-	-	137.0																

Anexo No. 3: Diámetros comerciales tubería de Hierro Ductil

DN (mm)	DE (mm)	espesor (mm)	Peso aproximado de la parte de conexión (kg)	Peso de la parte recta (kg)	Peso de cada Unidad (kg/6m)
diámetro nominal	diámetro exterior				
80	98	6.0	3.4	12.2	77
100	118	6.1	4.3	15.1	95
125	144	6.0	5.7	18.7	118
150	170	6.3	7.1	22.8	144
200	222	6.4	10.3	30.6	194
250	274	6.8	14.2	40.2	255
300	326	7.2	18.6	50.8	323
350	378	7.7	23.7	63.2	403
400	429	8.1	29.3	75.5	482
450	480	8.6	38.3	89.7	577
500	532	9.0	42.8	104.3	669
600	635	9.9	59.3	137.3	883
700	738	10.8	79.1	173.9	1123
800	842	11.7	102.6	215.2	1394
900	945	12.6	129.0	260.2	1690
1000	1048	13.5	161.3	309.3	2017
1100	1152	14.4	194.7	362.8	2372
1200	1255	15.3	237.3	420.1	2758
1400	1462	17.1	385.8	547.2	3669
1500	1565	16.0	474.9	616.7	4175
1600	1668	18.9	526	690.3	4668
1800	1875	18.4	702	850.1	5803
2000	2082	20.0	909.9	1026.3	7068

Anexo 4 : Planos tanque de succión.



Anexo 6: Planos de implantación de los tramos de la red de distribución.

