

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

**PROPUESTA DE DISEÑO PRELIMINAR DE LA CAPTACIÓN
CONDUCCIÓN ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUA
PARA CONSUMO HUMANO EN EL BARRIO VIRGEN DE
LOURDES, PARROQUIA LA MERCED, CANTON QUITO**

**DISEÑO PRELIMINAR DE LAS ESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN,
CONDUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO
HUMANO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO SUPERIOR
EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL**

Diego Andrés Martínez Castro

DIRECTORA: SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA

DMQ, febrero 2024

CERTIFICACIONES

Yo, Diego Andrés Martínez Castro declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

DIEGO ANDRES MARTINEZ CASTRO

diego.martinez01@epn.edu.ec

andres351999@gmail.com

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por DIEGO MARTINEZ, bajo mi supervisión.

PATRICIA PANCHI JIMA

DIRECTORA

sandra.panchi@epn.edu.ec

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Diego Andres Martínez Castro

DEDICATORIA

Realizar esta etapa de mi vida en una institución tan reconocida como la Escuela Politécnica Nacional del Ecuador ha sido un sueño hecho realidad. Quiero dedicar este proyecto de titulación a aquellos que estuvieron a mi lado a lo largo de todo este camino diario.

A mis padres, Maribel y Juan, por su inquebrantable apoyo, sabiduría y sacrificio han sido la luz que ha iluminado mi camino hacia la culminación de esta etapa académica. A quienes estoy eternamente agradecido por haberme hecho quien soy ahora y por motivarme a ser mejor persona cada día.

A mis hermanos, quienes siempre estuvieron a mi lado cuando los necesité, impulsándome a creer en mis habilidades para lograr grandes cosas en mi vida.

A los pobladores del barrio Virgen de Lourdes por permitirme llevar a cabo este importante proyecto, ya que sin su colaboración esto no hubiera sido posible.

A mis compañeros de clase, con quienes hemos afrontado numerosos desafíos durante nuestra carrera, siempre priorizando el bienestar del grupo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por ser mi principal fuente de fortaleza y motivación para avanzar, persiguiendo y alcanzar todos mis sueños.

A la ingeniera Patricia Panchi por proporcionarme las herramientas adecuadas para llevar a cabo exitosamente este proyecto.

A mis ingenieros, quienes compartieron sus conocimientos y enseñanzas más allá de sus horas laborales. Estas lecciones han añadido un valor extra a mi desarrollo académico y profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	2
Fuentes de abastecimiento	2
Agua de lluvia	3
Aguas superficiales.....	3
Aguas subterráneas.....	3
Selección del tipo de fuente	3
Manantiales.....	4
Captación de manantiales.....	4
Captación de manantial de ladera	4
Captación de manantial de fondo	5
Conducción	5
Válvulas de aire.....	5
Válvulas de purga	5
Almacenamiento.....	5
Métodos de determinación de la población futura.....	6
Población futura	6
Método lineal o aritmético	6
Método geométrico	6
Georreferenciación de proyectos con levantamientos topográficos con GPS	7
Medición de caudales.....	7
Método Volumétrico	7
Método Velocidad-área.....	8

2	METODOLOGÍA	8
2.1	Descripción del lugar	8
	Barrio Virgen de Lourdes.....	8
2.2	Información básica.....	9
	Clima.....	9
	Relieve y geología	9
2.3	Levantamiento de puntos georreferenciados.....	9
2.4	Procesamiento de información de campo.....	10
	Perfil del terreno	11
2.5	Aforo de caudales.....	12
2.6	Demanda de agua	12
	Demanda de dotaciones.....	12
	Caudal medio (Qm)	13
	Caudal máximo diario (Qmd) y horario (Qmh).....	13
2.7	Cálculo de caudales de diseño	14
	Estimación de la población.....	14
2.8	Pre-dimensionamiento de la estructura captación	15
	Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda.....	15
	Ancho de la pantalla (b).....	18
	Altura de la cámara húmeda	20
	Dimensionamiento de la canastilla	21
	Tubería de rebose y Limpieza	22
2.9	Propuesta de conducción y almacenamiento	22
	Conducción	22
	Almacenamiento.....	24
2.10	Cálculo de cantidades de obra	24
2.11	Presupuesto	25
3	RESULTADOS.....	25
3.1	Aforo de caudales.....	25
3.2	Estimación de la población	26
3.3	Demanda de agua	27
	Demanda de dotación	27
3.4	Caudales	27
	Caudal promedio diario anual (Qm)	27

Caudal máximo diario (Qmd) y horario (Qmh).....	27
3.5 Pre-dimensionamiento de captación.....	28
3.6 Dimensionamiento de la conducción	29
3.7 Dimensionamiento del almacenamiento	30
3.8 Planos.....	31
Implantación	31
Cortes.....	32
Cálculo y cantidades de obra	37
Presupuesto	37
4 CONCLUSIONES	38
5 Recomendaciones	39
6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
7 ANEXOS	40
ANEXO I.....	41
ANEXO II.....	42
ANEXO III.....	44

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.1 Método lineal	6
Ecuación 1.2 Método geométrico	6
Ecuación 1.3. Método geométrico	7
Ecuación 2.1 Caudal por el método volumétrico	12
Ecuación 2.2 Caudal medio.....	13
Ecuación 2.3 consumo máximo diario	14
Ecuación 2.4 Consumo máximo horario.....	14
Ecuación 2.5 Población futura método geométrico	15
Ecuación 2.6 de Bernoulli.....	16
Ecuación 2.7 Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada	16
Ecuación 2.8 Ecuación de continuidad.....	17
Ecuación 2.9 Velocidad de paso	17
Ecuación 2.10 Ecuación de Bernoulli	17
Ecuación 2.11 Carga Disponible	17
Ecuación 2.12 Distancia entre afloramiento y cámara de captación	18
Ecuación 2.13 Caudal máximo	18
Ecuación 2.14 Caudal máximo	18
Ecuación 2.15 Área de tubería	19
Ecuación 2.16 Diámetro del orificio	19
Ecuación 2.17 Número de orificios.....	19
Ecuación 2.18 Ancho de pantalla	20
Ecuación 2.19 Altura cámara húmeda.....	20
Ecuación 2.20 Altura captación	21
Ecuación 2.21 Área total de las ranuras.....	22
Ecuación 2.22 Área de conducción	22
Ecuación 2.23 Numero de ranuras.....	22
Ecuación 2.24 Diámetro de ranura.....	22
Ecuación 2.25 Pendiente	23
Ecuación 2.26 Hazen Williams	23
Ecuación 2.27 Velocidad de Flujo	24
Ecuación 2.28 Cota piezométrica.....	24
Ecuación 2.29 Presión.....	24

Ecuación 2.30 Caudal promedio anual (Q_m).....	24
Ecuación 2.31 Volumen del tanque del almacenamiento considerando 25% de Q_m	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Ubicación geográfica del barrio Virgen de Lourdes	9
Figura 2.2. Carta topográfica Sangolquí	10
Figura 2.3. Recorrido de la zona	11
Figura 2.4. Perfil Longitudinal del terreno	12
Figura 2.5. Flujo de agua en un orificio de pared gruesa (RogerAgueroP., 1997).16	
Figura 2.6. Carga disponible y pérdida de carga (RogerAgueroP., 1997)	17
Figura 2.7. Distribución de orificios - Pantalla frontal (RogerAgueroP., 1997)	19
Figura 2.8. Altura total de la cámara húmeda (RogerAgueroP., 1997)	20
Figura 2.9. Canastilla de salida (RogerAgueroP., 1997).....	21
Figura 3.1. Medición caudal método volumétrico	26
Figura 3.2. Implantación general del proyecto	32
Figura 3.3. Vista planta captación de ladera	33
Figura 3.4. Corte longitudinal captación de ladera	33
Figura 3.5. Corte seccional captación de ladera	35
Figura 3.6. Vista planta Tanque de almacenamiento	35
Figura 3.7. Corte longitudinal del Tanque de almacenamiento	36
Figura 3.8. Perfil longitudinal captación almacenamiento	36

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Dotación por número de habitantes (RogerAgueroP., 1997).....	12
Tabla 2.2. Dotación por región (RogerAgueroP., 1997)	13
Tabla 2.3. Periodo de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales (RogerAgueroP., 1997)	14
Tabla 2.4. Años de proyección poblacional de la parroquia La Merced (D.M.Q, 2015). 15	
Tabla 2.5. Coef. de Hanzen-William (RogerAgueroP., 1997)	23
Tabla 3.1. Cálculo del caudal promedio con el método volumétrico	26
Tabla 3.2. Dimensiones de la Captación de ladera	29
Tabla 3.3. Dimensiones de la conducción	30
Tabla 3.4. Dimensiones del almacenamiento	31
Tabla 3.5. Georreferenciada de captación y almacenamiento	32
Tabla 3.6. Cantidades de obra.....	37

RESUMEN

Este documento tiene como fin diseñar el proyecto destinado a la captación, conducción y almacenamiento de agua en la localidad de Virgen de Lourdes, situada en la parroquia La Merced. Este documento busca brindar el servicio fundamental de agua potable a la comunidad rural y aprovechar los recursos hídricos de una fuente en la ladera.

En el barrio se socializó con los directivos comunitarios y representantes del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD), donde se recopiló información sobre el crecimiento de población para el diseño y se hizo una visita al manantial de ladera. Además, se realizaron tres visitas técnicas al terreno, durante las cuales se obtuvo la siguiente información: reconocimiento detallado del lugar, puntos georreferenciados de la fuente de abastecimiento, así como la identificación de un posible sitio para el tanque de almacenamiento. Posteriormente, se evaluó el terreno mediante un perfil longitudinal y se llevaron a cabo los diseños correspondientes para la captación, conducción y almacenamiento.

En el presente documento se aborda el análisis hidráulico vinculado a la captación, conducción y almacenamiento requeridos para el proyecto. La elección del posible sitio para dimensionar el tanque de almacenamiento fue llevada a cabo por los directivos del barrio Virgen de Lourdes. Se incorpora una propuesta de presupuesto referencial para construir este proyecto en el manantial de ladera del barrio.

PALABRAS CLAVE: Captación, conducción, agua potable, georreferenciación, caudal, almacenamiento.

ABSTRACT

The purpose of this document is to design the project for the collection, conduction and storage of water in the town of Virgen de Lourdes, located in the La Merced parish. This document seeks to provide the fundamental service of drinking water to the rural community and take advantage of the water resources of a source on the hillside.

In the neighborhood, they socialized with community leaders and representatives of the Decentralized Autonomous Government (GAD), where information on population growth was collected for the design and a visit was made to the hillside spring. In addition, three technical visits to the field were carried out, during which the following information was obtained: detailed recognition of the place, georeferenced points of the catchment, as well as the identification of a possible site for the storage tank. Subsequently, the land was evaluated using a longitudinal profile and the corresponding designs for collection, conveyance and storage were carried out.

This document addresses the hydraulic analysis linked to the collection, conduction and storage required for the project. The choice of the possible site to size the storage tank was carried out by the directors of the Virgen de Lourdes neighborhood. A reference budget proposal is incorporated to build this project on the neighborhood's hillside spring.

KEYWORDS: catchment, conduction, drinking water, georeferencing, flow rates, storage.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

En las áreas rurales de Ecuador, de acuerdo con la información oficial proporcionada por la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), únicamente el 39% de los habitantes cuenta con la posibilidad de acceder al agua potable (Fundación Ayuda en Acción Ecuador, 2015). En el barrio Virgen de Lourdes, ubicado en la parroquia La Merced presenta dificultades respecto al agua potable, puesto que, hay días donde no llega el recurso líquido a sus hogares, el cual genera problemas de disponibilidad y cantidad, estos problemas son más frecuentes en épocas de estiaje es decir en épocas de sequias, los meses de julio y agosto son aquellos en donde más problemas presentan los habitantes del barrio, por lo que, se ha enfrentado esta dificultad de disponibilidad y cantidad de agua con un manantial de ladera, que consta de una cámara abierta con sifón y una tubería, el agua es descargada constantemente a través de una tubería y el sifón dirige el agua a una quebrada que está a unos metros de la captación, por las mediciones que se tomaron se pudo constatar que se construyó de manera empírica, la cual es usada para fines religiosos y turísticos. Para poder acceder a este derecho universal, los habitantes del barrio acuden a la cámara abierta donde está el manantial, llevan sus recipientes cuando no hay suficiente cantidad de agua en sus viviendas, ya sea por épocas de estiaje, porque no llega la cantidad adecuada a las estructuras de distribución de agua apta para consumo o por consecuencia de nula disponibilidad.

El objetivo de este proyecto es diseñar una captación de ladera conducción y almacenamiento para asegurar el acceso a una cantidad suficiente de agua potable para diversos fines, domésticos y personales. Se llevarán a cabo diseños preliminares de la infraestructura civil necesaria para la captación, conducción y almacenamiento de agua destinada a los residentes del barrio Virgen de Lourdes. Se realizará una memoria técnica del sistema para informar de las condiciones en las que se desarrolló el proyecto desde la captación del manantial hasta llegar al tanque de almacenamiento. Además, se elaborará un presupuesto referencial para la implementación del proyecto en la ubicación designada, ya sea a través del respaldo del Gobierno Autónomo Descentralizado de la parroquia La Merced o mediante la iniciativa del comité de pro-mejoras del barrio Virgen de Lourdes.

1.1 Objetivo general

Desarrollar un diseño preliminar integral que abarque la captación, conducción y almacenamiento procedente de un manantial de ladera ubicado en el barrio Virgen de Lourdes, Parroquia La Merced, cantón Quito

1.2 Objetivos específicos

1. Levantar información base para el diseño preliminar de captación, conducción, y almacenamiento.
2. Determinar el presupuesto referencial de la propuesta de diseño
3. Elaborar la memoria técnica de la propuesta de diseño

1.3 Alcance

El proyecto propuesto se enfoca en la propuesta técnica de diseño para la captación, conducción y almacenamiento del agua de un manantial de ladera. La información primaria se obtendrá a través del presidente barrial y las visitas técnicas al sitio de del proyecto.

El proyecto contempla realizar el prediseño de las obras hidráulicas para captar, conducir y almacenar el agua cuyo origen es el manantial de ladera.

El resultado del proyecto será la generación de una memoria técnica, en la que consten los criterios técnico-teóricos considerados para la propuesta de diseño, los planos y el presupuesto referencial que evidencien el trabajo desarrollado.

1.4 Marco teórico

Fuentes de abastecimiento

La geografía del lugar, junto con la ubicación, cantidad, calidad y naturaleza de la fuente, son consideraciones importantes a la hora de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable. Existen tres tipos diferentes de fuentes.

➤ **Agua de lluvia**

Cuando no es factible recoger aguas superficiales o subterráneas de alta calidad y cuando el régimen de precipitaciones es significativo, se recurre a la recogida de aguas pluviales. Para ello, el agua se recoge de los tejados de las casas o de otras superficies impermeables y se transporta a sistemas cuya capacidad viene determinada por el caudal necesario y el régimen de precipitaciones. (RogerAgueroP., 1997).

➤ **Aguas superficiales**

Los ríos, lagos, arroyos, riachuelos, etc. son ejemplos de aguas superficiales. Estos cuerpos de agua no son tan deseados por los habitantes de las zonas porque se desconoce las aportaciones que tiene aguas arriba ya sea por pastoreo de animales o descargas de aguas negras y grises, etc. En el caso de que no exista otra alternativa de abastecimiento se necesita información detallada del agua para conocer su calidad, disponibilidad y cantidad (RogerAgueroP., 1997).

➤ **Aguas subterráneas**

Las aguas subterráneas tienen buena calidad, se originan cuando las precipitaciones dentro de la cuenca se filtran al suelo, llega a una capa impermeable dando origen a las aguas subterráneas, es importante conocer las propiedades hidrológicas y la estructura tectónica del acuífero para garantizar una utilización adecuada mediante estructuras llamadas manantiales. (RogerAgueroP., 1997).

Selección del tipo de fuente

La mayoría de las zonas rurales de nuestro país se abastecen de agua de dos fuentes: las aguas superficiales, procedentes de ríos, arroyos y riachuelos, y las aguas subterráneas, por lo general contienen cargas contaminantes, sólidos suspendidos, arenas y materia orgánica, por lo que se necesita plantear además de la captación, el tratamiento de la fuente lo que genera más gastos en obra civil como bocatomas, estructuras de desinfección, estructuras para sedimentar arenas y cámaras para filtros.

La segunda fuente está constituida por manantiales situados en zonas altas de las comunidades generalmente las características de esta agua son mejores, el tipo de fuente

funciona a gravedad y en las obras solo se requiere la captación, conducción y almacenamiento (RogerAgueroP., 1997).

Manantiales

Un manantial es una zona en la que el agua subterránea sube de forma natural a la superficie. Este fluye a través de capas granulares como: arena, grava y roca.

El agua de manantial es buena calidad, generalmente se usa sin tratamiento, ya que el agua está bajo capas del suelo, con una estructura que la protege de la contaminación, es muy importante asegurarse de que sea un acuífero y no de un río o arroyo sumergido en algún trecho. Existen dos tipos de manantiales de ladera y de fondo, generalmente se ubican en zonas altas (RogerAgueroP., 1997).

Captación de manantiales

Tras la selección de la fuente de agua, la primera etapa consiste en localizar el lugar del afloramiento. A continuación, se construye una estructura de captación para recoger el agua, que luego se traslada y almacena, se debe considerar que la obra no debe ser vulnerable a desastres naturales.

La topografía del lugar determinará la arquitectura hidráulica de la cuenca, tipo del suelo y el tipo de manantial, no se debe alterar las características del manantial como: temperatura y corriente, dado que si se generan alteraciones el manantial crea otro cauce y se pierde. Es fundamental que en el diseño de la captación se tome en cuenta un control adecuado del agua, una fácil inspección y operación (Agüero, 2004).

➤ Captación de manantial de ladera

La captación consta de 3 partes: protección de afloramiento la cual está construida de concreto en toda la zona de afloramiento, de esta manera el agua queda sellada donde no habrá contacto con el ambiente y no se podrá contaminar; la cámara húmeda para la captación de agua y para regular el gasto, además cuenta con un cono para el desagüe en el caso que exceda los niveles máximos de la cámara húmeda con una canastilla para que no entren sedimentos al momento de conducir el agua y al final una cámara la cual tiene como finalidad proteger las válvulas de la captación. (Agüero, 2004)

➤ **Captación de manantial de fondo**

A diferencia de la captación de ladera esta posee una cámara húmeda que rodea todo el afloramiento del agua dado que este sube de manera vertical, dicha cámara también posee canastilla y cono de desagüe, además la segunda parte consta de una cámara seca para la protección de válvulas. (Agüero, 2004)

Conducción

Es el ducto que traslada el agua, en condiciones higiénicas y de seguridad, desde la estructura de captación hasta las instalaciones de tratamiento o almacenamiento, las estructuras de captación de agua potable funcionan a gravedad, la estructura de captación está en una zona más alta de este modo el agua baja a las comunidades por fuerzas de la gravedad. En la mayoría de las obras de abastecimiento rurales emplean tuberías de material de PVC, este material posee utilidad como fácil transporte e instalación, ligeras, flexibles y económicas, además son tuberías con diámetros comerciales menores a dos pulgadas, hay que añadir válvulas de purga o de aire si lo amerite por las condiciones topográficas.

Las estructuras de agua potable que trabajan por bombeo tienen fuentes que están más bajas que la población dificultando la conducción del agua, por lo que es necesario usar una bomba que ayuda a trasladar el agua hasta las unidades de tratamiento o almacenamiento. (Morales, 2015).

➤ **Válvulas de aire**

En los puntos más altos se tiende a acumular el aire disminuyendo el área donde pasa el caudal, generando un crecimiento de la pérdida de presión y un descenso del caudal, con el propósito de contrarrestar el crecimiento de pérdida de presión se instalan válvulas de aire para liberar la presión (Morales, 2015).

➤ **Válvulas de purga**

Deben instalarse válvulas de purga para despejar los tramos de tubería porque el terreno hace que se acumulen sedimentos en las partes bajas de la tubería, lo que reduce el área de flujo y provoca pérdidas de presión (Morales, 2015).

Almacenamiento

Es un depósito cerrado que tiene la finalidad conservar un volumen de agua y la suficiente para asegurar las variaciones de uso en el transcurso del día, además permite presurizar la red de distribución. (Agüero, 2004)

Métodos de determinación de la población futura

Población futura

La proyección futura es una herramienta de carácter indispensable para llevar a cabo diseños de obras, este conjunto de datos son el resultado de una serie de cálculos en función de la población futura partiendo de hipótesis (NEC, 2023)

➤ **Método lineal o aritmético**

Este método toma en cuenta el crecimiento población como una constante el cual a su vez es independiente como si fuera una línea recta a lo largo del tiempo. (Morales, 2015)

$$Pf = Pa(1 + \frac{rt}{1000})$$

Ecuación 1.1 Método lineal (RogerAgüeroP., 1997)

Donde:

Pf = Población futura.

Pa = Población actual.

r = Coeficiente de crecimiento anual por 1000 habitantes.

t = Tiempo en años.

➤ **Método geométrico**

Este método considera las actividades económicas de la población dado que esta genera desarrollo, de esta manera el crecimiento poblacional se rige bajo el interés compuesto. (Morales, 2015)

$$Pf = Pi(1 + r)^n$$

Ecuación 1.2 Método geométrico (Morales, 2015)

Donde:

Pf = población futura proyectada al final del periodo de diseño (hab.)

Pi = población para el año inicial (hab.)

r = tasa de crecimiento.

n = tf - ti (año final – año inicial) o periodo de diseño.

La tasa de crecimiento se determina con la siguiente expresión:

$$r = \left(\frac{P2}{P1}\right)^{\frac{1}{t2-t1}} - 1$$

Ecuación 1.3. Método geométrico (Morales, 2015)

P2 y P1 son las poblaciones en los años t2 y t1 obtenidas de la información existente en censos poblacionales (Morales, 2015).

Georreferenciación de proyectos con levantamientos topográficos con GPS

El sistema de posicionamiento global (GPS), genera cifras confiables de posicionamiento, navegación y cronometría, los datos generados poseen características de altitud, latitud y longitud esto es posible gracias a las estaciones terrestres o satélites artificiales que recorren alrededor del planeta tierra (Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite., 2016).

Medición de caudales

Mediante la medición del caudal, es posible obtener información sobre la presencia y el volumen de agua en una fuente particular pueden ser examinados utilizando dos métodos fundamentales: el método volumétrico y el método de velocidad-área. Estas técnicas permiten evaluar la captación de agua y se aplican según la cantidad de agua que hay en la fuente, lo que contribuye a una administración más precisa y sostenible de este recurso esencial (RogerAgueroP., 1997).

➤ Método Volumétrico

El método volumétrico se emplea en caudales pequeños donde busca llenar un recipiente con volumen definido en un intervalo de tiempo, entonces el caudal (l/s)

se calcula dividiendo el volumen expresado en litros por el intervalo de tiempo en segundos (RogerAgueroP., 1997).

➤ **Método Velocidad-área**

Para realizar este método es necesario establecer un canal menor a un metro de profundidad donde discurra el agua del manantial, después se establece una longitud para dejar caer un objeto flotante en el inicio del tramo y tomar el tiempo en llegar al final del tramo (RogerAgueroP., 1997).

2 METODOLOGÍA

2.1 Descripción del lugar

Barrio Virgen de Lourdes

La parroquia La Merced se encuentra ubicada en la provincia de Pichincha al sur-este del distrito metropolitano de Quito (DQO), con una superficie de 31,86 km² y con una altitud promedio de 2800 msnm., al sur limita con la parroquia Pintag y al norte limita con la parroquia de Tumbaco. El barrio Virgen de Lourdes cuenta con un área de alrededor de 30000 m² ver figura 2.1, temperaturas máximas de 25 °C y mínimas de 6 °C (D.M.Q, 2015)



Figura 2.1 Ubicación geográfica del barrio Virgen de Lourdes

2.2 Información básica

Clima

La parroquia La Merced cuenta con un clima cálido con temporadas de lluvias en los meses de marzo y noviembre con alturas de precipitación máxima de 32.2 mm en 24 horas, además cuenta con temporadas de estiaje cuyos meses son julio y agosto (D.M.Q, 2015).

Relieve y geología

El barrio Virgen de Lourdes presenta variaciones de inclinación que oscilan entre el 3% y el 10 %. El suelo predominante en la zona es de tipo cangahuas y molisoles (D.M.Q, 2015).

2.3 Levantamiento de puntos georreferenciados

Para iniciar el levantamiento de puntos se solicitó el acompañamiento de la directiva vecinal para realizar el recorrido desde el lugar de afloramiento del agua pasando la captación hasta el lugar tentativo para almacenarlo.

Para realizar el recorrido se empleó el sistema de posicionamiento global (GPS), con dicho instrumento se procedió a tomar puntos de utilidad: el afloramiento o captación y el posible lugar para el tanque de almacenamiento.

Una vez obtenidos los puntos de utilidad se procedió a descargar las fichas técnicas del lugar a través del portal Instituto Geográfico Militar (IGM), la ficha técnica descargada fue "Sangolquí" con cartas topográficas escala 1:50000 como se puede observar en la figura 2.2.

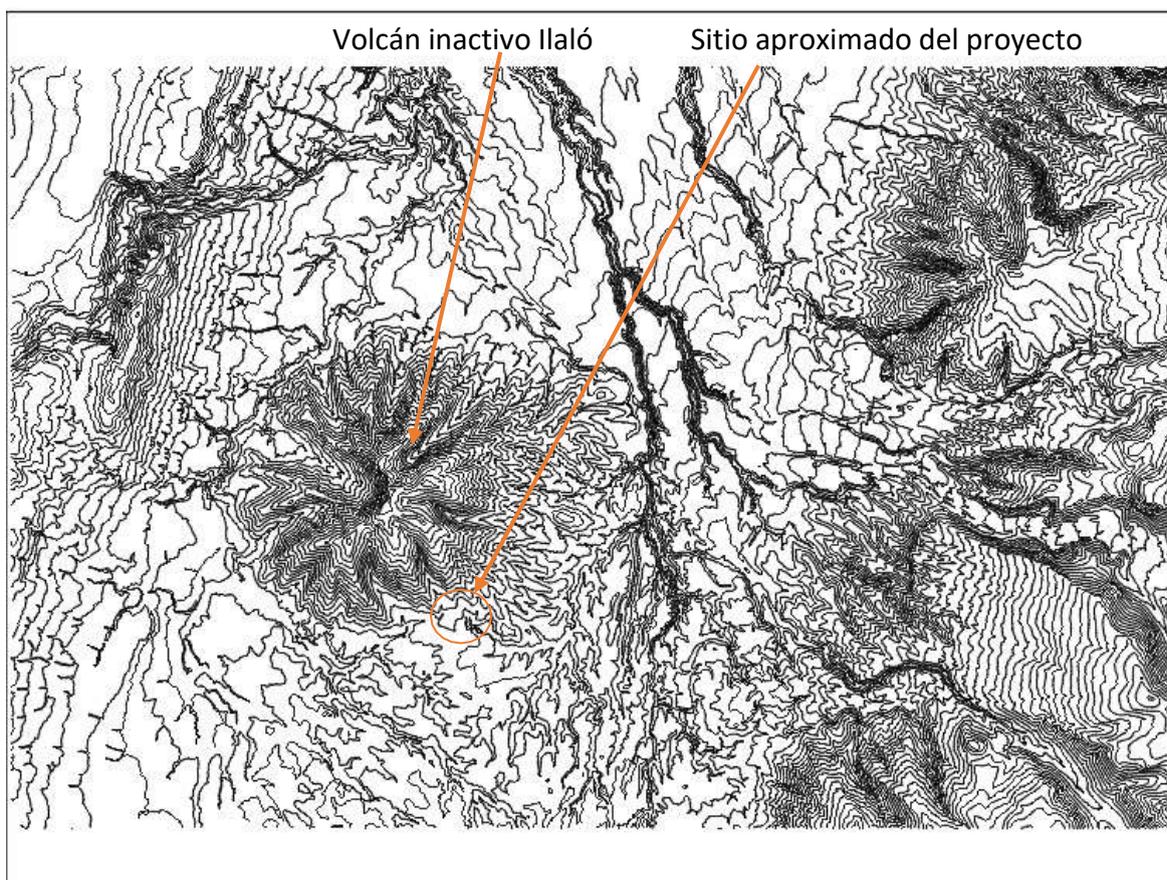


Figura 2.2 Carta topográfica Sangolquí

2.4 Procesamiento de información de campo

Se consiguió los puntos de ubicación de la vertiente y el posible almacenamiento, así como información de aforo de caudales. Se saneó los puntos de interés del recorrido desde el punto de captación hasta el punto del tanque de almacenamiento al pasar los datos de las coordenadas del sistema de posicionamiento global (GPS) a una hoja de cálculo, después se copiaron los datos y se pegaron en un bloc de notas para importar a través del programa CIVIL 3D, las coordenadas se importaron en formato UTM, con cuyos resultados se logró observar los puntos de interés, además se trazó una polilínea la cual representa el recorrido: captación y almacenamiento, ver figura 2.3.

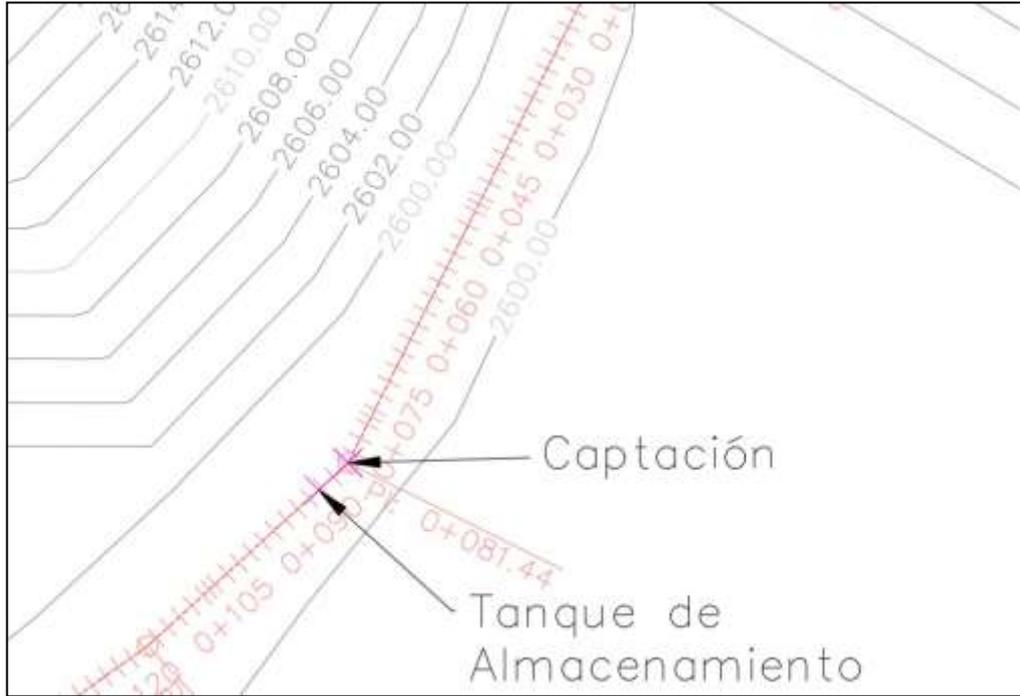


Figura 2.3. Recorrido de la zona

Perfil del terreno

Según la información de campo y la cartografía Sangolquí se obtuvo un perfil longitudinal del recorrido; captación - tanque de almacenamiento, obtenido mediante el sistema de posicionamiento global (GPS) y se importaron esos datos al programa CIVIL 3D con el que se generó un perfil longitudinal del terreno para el alineamiento de la tubería de conducción.



Figura 2.4 Perfil Longitudinal del terreno

2.5 Aforo de caudales

Los directivos del barrio aseguraron que el agua del manantial es de interés religioso y turístico. En el punto de captación, se pudo evidenciar una estructura que constaba de una cámara de hormigón abierta, con un desnivel de 1,60 m aproximadamente, respecto a la vía de acceso C.Elvira de Yoder. En este sitio se identificó una tubería con un desnivel de 0,8 m aproximadamente, que descargaba un caudal, el cual se empleará para diseñar la captación.

Se aprovechó el lugar para llevar a cabo el aforo de caudales mediante el método volumétrico, específicamente diseñado para caudales pequeños. El cual consiste en colocar un recipiente de volumen conocido durante un intervalo de tiempo determinado. En el caso del barrio Virgen de Lourdes, se realizaron al menos cuatro mediciones de caudal, buscando mejorar la precisión y obtener un valor promedio representativo.

$$Q = V/T$$

Ecuación 2.1 Caudal por el método volumétrico

(RogerAgueroP., 1997)

Donde:

Q= Caudal en L/s

V= Volumen del recipiente en litros

T= tiempo promedio en segundos

2.6 Demanda de agua

Demanda de dotaciones

Se determinó la dotación de agua potable según la localidad rural, ver tabla 2.1, y por tipo de región ver tabla 2.2 (RogerAgueroP., 1997).

Tabla 2.1 Dotación por número de habitantes (RogerAgueroP., 1997).

Dotación (habitantes)	Dotación(l/hab*/dia)
-----------------------	----------------------

Hasta 500	60
500-1000	60 - 80
1000-2000	80 - 100

Tabla 2.2 Dotación por región (RogerAgueroP., 1997).

Región	Dotación(l/hab*/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

Caudal medio (Qm)

Para calcular Qm se utiliza la siguiente ecuación, que es la solución del consumo per cápita previsto de la población futura del periodo de diseño, expresado en litros por segundo (l/s). (RogerAgueroP., 1997).

$$Q_m = P_f * dotacion(d) / (86400 \text{ s/día})$$

Ecuación 2.2 Caudal medio (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

Qm = Caudal promedio diario(l/s).

d = Dotación (l/hab./día).

Pf = Población futura (hab.).

Caudal máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)

El día de mayor consumo en un año se denota por el caudal máximo diario (Qmd), mientras que el caudal máximo horario (Qmh) se puede definir el horario de máximo consumo en un día.

Se consideró un intervalo del 120% al 150% del caudal medio diario anual (Qm) para desarrollar el caudal máximo diario (Qmd); se adoptó un valor del 130%.

Se desarrollo el caudal máximo diario (Qmh) se tomó en cuenta el 100% del consumo promedio, para poblaciones concentradas o cerca de poblaciones urbanas se usa el valor de 150%, por lo tanto, se procedió a usar el valor de 150%.

Se consideró el 100% del consumo medio para determinar el caudal máximo diario (Qmh); en el caso de poblaciones concentradas o próximas a zonas urbanas, se utilizó un valor del 150% (RogerAgueroP., 1997)

$$Qmd = 1.3 Qm (l/s)$$

Ecuación 2.3 consumo máximo diario (RogerAgueroP., 1997)

$$Qmh = 1.5 Qm (l/s)$$

Ecuación 2.4 Consumo máximo horario (RogerAgueroP., 1997)

2.7 Cálculo de caudales de diseño

Estimación de la población

Se llevó a cabo mediante el método geométrico, aprovechando la información proporcionada por los directivos del barrio acerca del número actual de habitantes. Además, se consideró el periodo de diseño, detallado en la Tabla 2.4. Para una proyección más precisa, se incorporó la tasa de crecimiento de la parroquia, que se encuentra documentada en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Periodo de diseño para sistemas de abastecimiento de agua potable para poblaciones rurales (RogerAgueroP., 1997)

Obra Civil	Tiempo
Obras de captación	20 años
Conducción	10 a 20 años
Reservorio	20 años
Redes	10 a 20 años (tubería principal 20 años, secundaria 10 años)

Tabla 2.4 Años de proyección poblacional de la parroquia La Merced (D.M.Q, 2015).

AÑOS DE PROYECCIÓN											
TASA DE CRECIMIENTO	0.0426		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
PROYECCIÓN POBLACIONAL LA MERCED	8394	357.58	8751.58	9124.4	9513	9918	10341	10781	11241	11720	12219

$$r = \left(\frac{P2}{P1}\right)^{\left(\frac{1}{t2-t1}\right)} - 1$$

Ecuación 2.5 Población futura método geométrico (Morales, 2015)

P2 y P1 son las poblaciones en los años t2 y t1 obtenidas de la información existente, censos poblacionales (Morales, 2015).

2.8 Pre-dimensionamiento de la estructura captación

Después de determinar el caudal máximo diario de la fuente, se procedió a diseñar el área del orificio por donde fluirá el caudal de agua del manantial. Este diseño se basó en la velocidad de entrada a la cámara húmeda, considerando cuidadosamente que el coeficiente de contracción de los orificios no sea excesivamente alto.

Cálculo de la distancia entre el afloramiento y la cámara húmeda:

Tras utilizar la ecuación de Bernoulli en los puntos 0 y 1 de la figura 2.5, se determinaron la velocidad del flujo y la pérdida a través del orificio de salida.

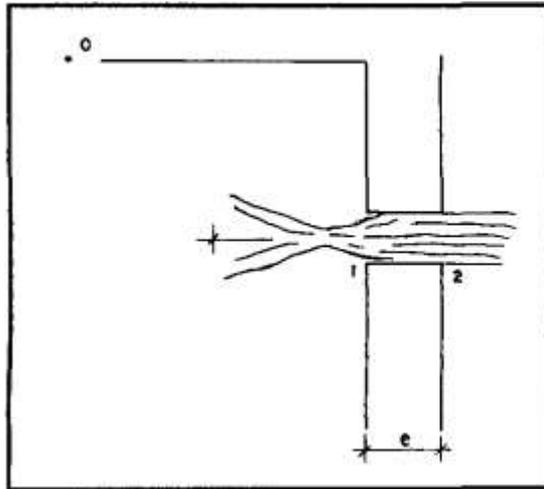


Figura 2.5 Flujo de agua en un orificio de pared gruesa (RogerAgueroP., 1997).

$$\frac{P_0}{\gamma} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Ecuación 2.6 de Bernoulli (RogerAgueroP., 1997)

Se consideró los valores de V_0 , P_1 , P_0 , y h_1 son cero, resultó

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g}$$

Ecuación 2.7 Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

h_0 = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan números entre 0.4 a 0.5 m).

V_1 = Velocidad teórica en m/s.

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

Se tomó las marcas 1 y 2 por medio de la ecuación 2.6, se tiene como resultado:

$$Q_1 = Q_2$$

$$C_d * A_1 * V_1 = A_2 * V_2$$

Ecuación 2.8 Ecuación de continuidad (RogerAgueroP., 1997)

Siendo $A_1 = A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{C_d}$$

Ecuación 2.9 Velocidad de paso (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

V_2 = Velocidad de pase (se recomiendan valores menores o iguales a 0.6 m/s).

C_d = coeficiente de descarga en el punto 1 (se asume 0.8)

Reemplazando el valor de V_1 de la ecuación 2.9 en la ecuación 2.7, se tiene:

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{2g}$$

Ecuación 2.10 Ecuación de Bernoulli (RogerAgueroP., 1997)

Como se ve en la figura 2.6, h_0 se especificó para los cálculos como la presión necesaria en el orificio de entrada para crear la velocidad de paso.

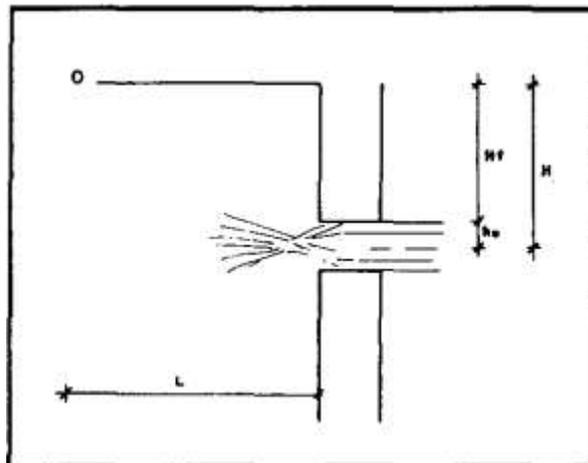


Figura 2.6 Carga disponible y pérdida de carga (RogerAgueroP., 1997).

$$H = H_f - h_0$$

Ecuación 2.11 Carga Disponible (RogerAgueroP., 1997)

Donde H resulta ser la pérdida de presión que se utilizó para calcular la separación entre la cámara colectora (L) y el afloramiento.

$$H_f = H - h_o$$

$$H_f = 0.3 * L$$

$$L = \frac{H_f}{0.3}$$

Ecuación 2.12 Distancia entre afloramiento y cámara de captación (RogerAgueroP., 1997)

Ancho de la pantalla (b)

Se determinó mediante el número de los orificios y el diámetro, los cuales permiten un flujo de agua desde el afloramiento hasta la cámara húmeda. Se llevaron a cabo cálculos del diámetro del tubo de entrada (D), a continuación, se muestran las ecuaciones.

$$Q_{m\acute{a}x.} = V * A * C_d$$

Ecuación 2.13 Caudal máximo (RogerAgueroP., 1997)

$$Q_{m\acute{a}x.} = A * C_d * (2 g h)^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 2.14 Caudal máximo (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

$Q_{m\acute{a}x.}$ = Caudal máximo diario de la fuente en l/s.

V = Velocidad de paso (Se recomienda escoger valores entre 0.50 m/s y 0.60m/s).

A = Área de la tubería en m².

C_d = Coeficiente de descarga (Se recomienda valores de 0.6 a 0.8).

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

h = Presión sobre el centro del orificio (m)

Despejando la ecuación 2.14 se obtiene:

$$A = \frac{Q_{max}}{C_d * (2gh)^{\frac{1}{2}}} = \frac{D^2}{4}$$

Ecuación 2.15 Área de tubería (RogerAgueroP., 1997)

El valor D será definido como:

$$D = \frac{4A}{\pi D^2}$$

Ecuación 2.16 Diámetro del orificio (RogerAgueroP., 1997)

Se procedió a calcular el número de orificios a través de la siguiente formula, donde se tomó en cuenta que el diámetro (D) del orificio no será mayor a 2" (RogerAgueroP., 1997).

$$NA = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diametro asumido}} + 1$$

$$NA = \left(\frac{D1}{D2}\right)^2 + 1$$

Ecuación 2.17 Número de orificios (RogerAgueroP., 1997)

Para una buena distribución de los orificios y saber el ancho de pantalla se guio en la siguiente figura.

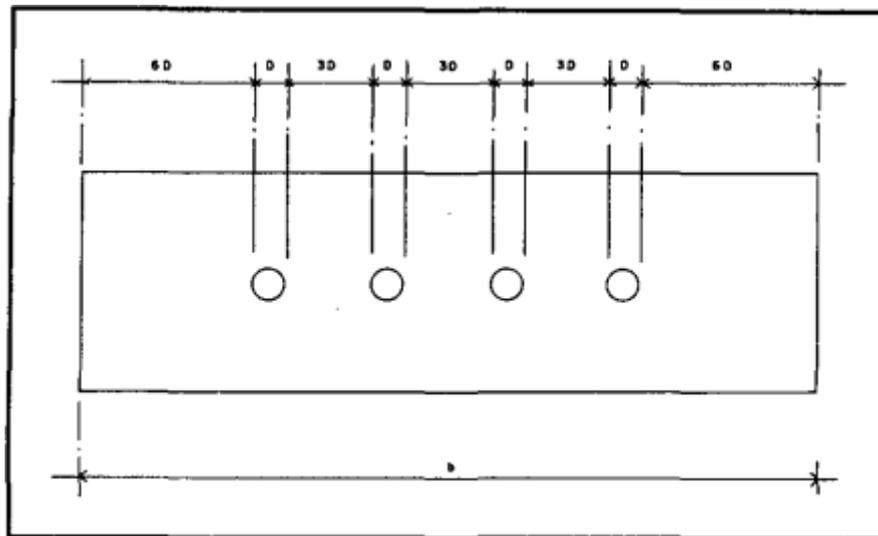


Figura 2.7 Distribución de orificios - Pantalla frontal (RogerAgueroP., 1997).

En función de la figura 2.7 se puede obtener la siguiente ecuación:

$$b = 2b(6D) + NA * D + 3D(NA - 1)$$

Ecuación 2.18 Ancho de pantalla (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

b =Ancho de la pantalla.

D =Diámetro del orificio.

NA=Número de orificios

Altura de la cámara húmeda

Con la figura 2.8 se obtiene la siguiente ecuación

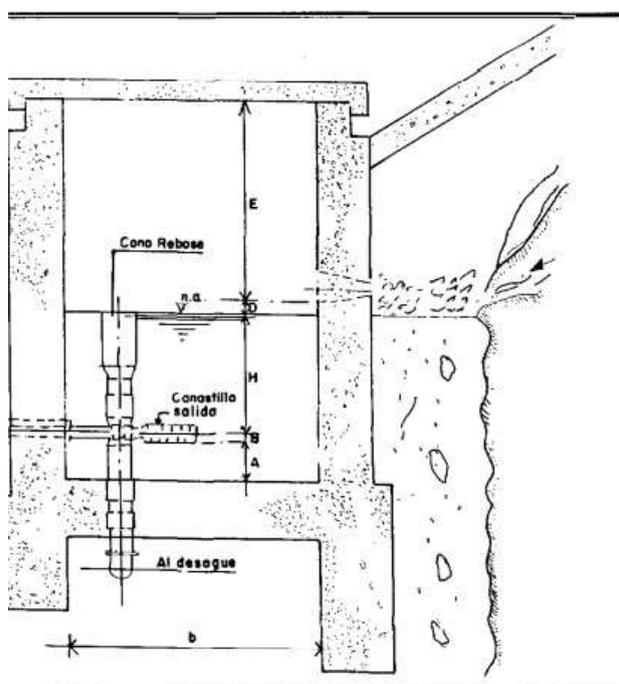


Figura 2.8 Altura total de la cámara húmeda (RogerAgueroP., 1997).

$$Ht = A + B + H + D + E$$

Ecuación 2.19 Altura cámara húmeda (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

A: Se valora una altura mínima de 10 cm que permita la sedimentación de la arena.

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

H: Altura de agua.

D: Desnivel mínimo del nivel de ingreso del agua al afloramiento, el nivel de agua de la cámara húmeda (mínimo 3 cm.).

E: Borde libre (de 10 a 30 cm).

Para tener la altura de captación se aplicó la ecuación 2.8.

$$h_0 = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 2.20 Altura captación (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

H = Carga requerida en m se recomienda una altura mínima de 30 cm

V = Velocidad promedio en la salida del tubo de la línea de conducción m/s.

g = Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s²

Dimensionamiento de la canastilla

Se tomo en cuenta que el diámetro de la canastilla debe ser el doble del diámetro del tubo de salida hacia línea de conducción (Dc), además la superficie de la ranura (At) debe ser el doble del área del tubo de conducción (Dc) por último se tomó en cuenta una longitud de la canastilla (L), la cual debe estar entre 3Dc y 6Dc (RogerAgueroP., 1997)

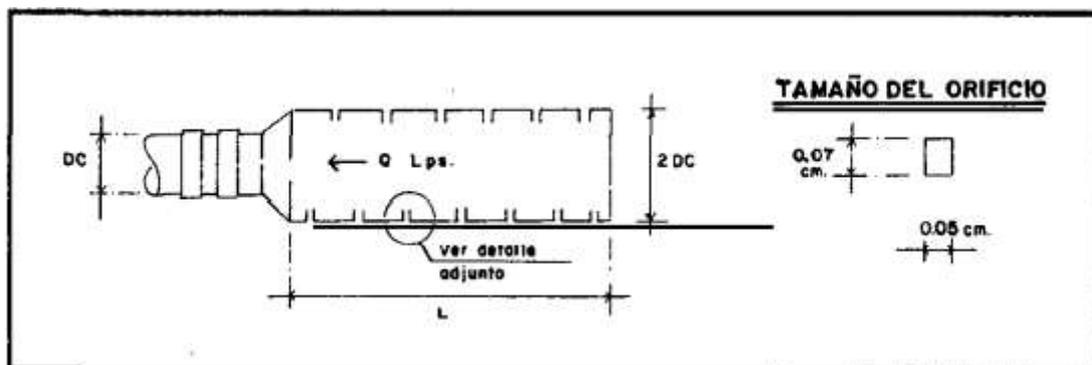


Figura 2.9 Canastilla de salida (RogerAgueroP., 1997).

$$A_t = 2A_c$$

Ecuación 2.21 Área total de las ranuras (RogerAgueroP., 1997)

Donde

$$Ac = \frac{Dc^2}{4}$$

Ecuación 2.22 Área de conducción (RogerAgueroP., 1997)

Se determinó el número de ranuras a partir de los datos de la superficie total de ranuras y la superficie de cada ranura en la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}}$$

Ecuación 2.23 Numero de ranuras (RogerAgueroP., 1997)

Tubería de rebose y Limpieza

Se utilizó la ecuación de Hazen Williams (C=140), se calculó el diámetro teniendo en cuenta el caudal máximo diario.

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Ecuación 2.24 Diámetro de ranura (RogerAgueroP., 1997)

donde:

D = diámetro en pulgada.

Q = Caudal máximo de la fuente en l/s.

hf = Pérdida de presión unitaria en m/m.

2.9 Propuesta de conducción y almacenamiento

Conducción

La velocidad del flujo de agua en la tubería de conducción se determinó usando la ecuación de Hazen Williams. Asimismo, se tuvo en cuenta la inclinación de la tubería, dado que el terreno es llano. Se consideró el nivel de las cotas por lo que se optó por ubicar el tanque de almacenamiento a una cota más baja que el nivel del suelo, es decir, enterrado, para garantizar el cumplimiento de condiciones óptimas, se determinó velocidad de flujo a través

de la tubería, la cota piezométrica y presión, en sus respectivos cálculos. En este proceso, se aplicaron las ecuaciones correspondientes para lograr un diseño efectivo y funcional.

$$S = \frac{Ci - Cf}{L} * 100$$

Ecuación 2.25 Pendiente (RogerAgueroP., 1997)

Donde

S = Pendiente

Ci = Cota inicial de la tubería

Cf= Cota final de la tubería

L= Longitud del terreno

$$Q = 0.0004264 * C * D^{2.64} * hf^{0.54}$$

Ecuación 2.26 Hazen Williams (RogerAgueroP., 1997)

Donde

D = Diámetro de la tubería (pulgada).

Q = Caudal de diseño (l/s).

hf= Pérdida de carga unitaria (m/Km).

C= Coeficiente de Hazen-Williams expresado en pie^{1/2}seg

Tabla 2.5 Coef. de Hanzen-William (RogerAgueroP., 1997)

MATERIAL	C
Fierro Fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Asbesto cemento	140
P.V.C	150

$$V = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

Ecuación 2.27 Velocidad de Flujo (RogerAgueroP., 1997)

Donde

D = Diámetro de la tubería (pulgada).

Q = Caudal de diseño (l/s).

$$Cota\ piezometrica = Cota\ nivel\ de\ agua - Perdida\ de\ carga$$

Ecuación 2.28 Cota piezométrica (RogerAgueroP., 1997)

$$Presión = Cota\ piezometrica - Cota\ de\ tuberia$$

Ecuación 2.29 Presión (RogerAgueroP., 1997)

Almacenamiento

A partir de las tablas 2.1 y 2.2, se ha utilizado la siguiente ecuación para determinar la capacidad del almacenamiento en función de los datos sobre población futura y dotación en función de la región y la población.

$$Q_m = P_f * Dotación$$

Ecuación 2.30 Caudal promedio anual (Qm) (RogerAgueroP., 1997)

$$V = Q_m * 0.25$$

Ecuación 2.31 Volumen del tanque del almacenamiento considerando 25% de Qm (RogerAgueroP., 1997)

2.10 Cálculo de cantidades de obra

Con base en los planos de diseño de las estructuras hidráulicas propuestas: captación, conducción y almacenamiento con el fin de estimar las cantidades aproximadas de obra necesarias para llevar a cabo la ejecución del proyecto en el terreno, se emplearon las mediciones de movimiento de tierras y relleno obtenidas a través de los planos. Estas mediciones se basaron en las áreas superficiales del fondo y las paredes de los tanques,

así como en el espesor seleccionado para el revestimiento de dichas paredes y las cajas de válvulas.

2.11 Presupuesto

Los rubros para el diseño del proyecto en el campo se determinaron a partir del diseño de la captación de ladera, la tubería de conducción y el tanque de almacenamiento. Una vez completados los planos respectivos, se identificaron las actividades y conceptos en la fase de diseño de la obra. Para este propósito, se utilizaron los rubros establecidos por el portal de compras públicas, ya que en estos se detallan los precios unitarios de cada uno, sirviendo como base para la formación de un presupuesto esperado.

En la definición de los rubros, se hizo un análisis de la topografía del terreno para determinar la extensión necesaria para el desbroce y la limpieza. Con esta información, se calcularon las cantidades de mano de obra requeridas para nivelar el terreno sobre la cual se previó el diseño de las obras. Después, se realizaron los cálculos para determinar las cantidades de mano de obra referencial, y en los planos se detalló los accesorios necesarios para captar ladera, la tubería de conducción y el tanque de almacenamiento.

3 RESULTADOS

En la parroquia La Merced, en el barrio Virgen de Lourdes, dada la necesidad de los pobladores de buscar el suministro de agua y complementar su dotación de agua potable para el día a día, se optó por la propuesta del diseño preliminar de la estructura de captación, conducción y almacenamiento del agua presente en el manantial de ladera. Se determinó el presupuesto referencial y las cantidades de obra en base a los resultados de la propuesta de diseño.

3.1 Aforo de caudales

El caudal de la captación se obtuvo en el punto de afloramiento a través de una jarra y cronómetro por el método volumétrico tomando 4 muestras para generar un promedio y reducir el error dando un caudal de 0.06 L/s



Figura 3.1 Medición caudal método volumétrico

Tabla 3.1 Cálculo del caudal promedio con el método volumétrico

Datos	Volumen(ml)	Tiempo (s)
1	800	15
2	900	14
3	900	14
4	900	14
Promedio	875	14.25
Caudal(l/s)	0.0614	

3.2 Estimación de la población

Se procedió a determinar la población futura, se utilizó el método geométrico y se tomó como referencia la tasa de crecimiento del plan de ordenamiento territorial de La Merced (PDOT). En este análisis, se tomó en consideración un periodo de diseño de 20 años, con una estimación de población para el año 204. De acuerdo con las estimaciones, se anticipa que en ese año habrá un aumento de 257 habitantes en comparación con la población actual. Los datos utilizados para calcular esta proyección poblacional incluyen diversos factores demográficos y económicos relevantes para asegurar la precisión y confiabilidad de la estimación.

Pi= 200 habitantes actuales

T1= Año inicial actual

T2= Año final del periodo de diseño

r= 0.0426 tasa de crecimiento

Al utilizar la ecuación 2.5 se obtiene una población futura de 457 habitantes para el año 2043

3.3 Demanda de agua

Demanda de dotación

La determinación de la dotación de agua recomendada se llevó a cabo al considerar la ubicación geográfica del barrio Virgen de Lourdes, y más específicamente, la región en la que se encuentra. Este sector tiene temperaturas máximas de 25°C y mínimas de 6°C, datos importantes que fueron extraídos de las tablas 2.1 y 2.2 pertinentes. Para una población de hasta 500 personas proyectada para el año 2043, las tablas sugieren una dotación de 60 L/hab*/día. Sin embargo, dado que el barrio se ubica en la región de la sierra, se tomó la decisión de ajustar esta cifra a una dotación de 50 L/hab*/día, acorde con las características climáticas específicas de la zona. Se garantiza una asignación de dotación de agua para realizar los cálculos pertinentes al momento de dimensionar las obras necesarias para captar conducir y almacenar el agua del manantial.

3.4 Caudales

Caudal promedio diario anual (Qm)

Se obtuvo a partir de la ecuación 2.2, puesto que se tienen los datos de población futura de 457 y la dotación de 50 l/hab./día dando el siguiente resultado

$$Q_m = 0.26 \text{ L/s}$$

Caudal máximo diario (Qmd) y horario (Qmh)

El barrio de Virgen de Lourdes desarrolló el caudal máximo diario, se fundamentó en la identificación del día con la demanda más alta a lo largo de un período de 365 días. En este proceso, se aplicó el factor k1, específicamente ajustado a un valor de 1.3. Este factor se calculó considerando el intervalo establecido en relación con la proyección de la población futura, la cual se estima en 457 habitantes. El uso de este factor proporciona un

enfoque detallado sobre las variaciones diarias en el consumo de agua, considerando las condiciones actuales y las proyecciones demográficas a futuro.

La elección del factor k_1 en función del crecimiento poblacional planificado refleja un enfoque técnico para anticipar y abordar las necesidades de agua emergentes en el barrio. Al ajustar este factor según el intervalo establecido y considerar la población futura proyectada, se logra una estimación más precisa del consumo máximo diario, el resultado obtenido representa una evaluación integral y adaptada del consumo máximo diario en el barrio Virgen de Lourdes, esto proporciona información valiosa para la toma de decisiones futuras en la gestión del recurso hídrico.

$$Q_{md}=0.34 \text{ L/s}$$

La determinación del consumo máximo horario en el barrio Virgen de Lourdes se basó en identificar la hora de mayor demanda de agua en un día dado. En este proceso, se aplicó el factor k_2 con un valor específico de 1.5, ajustado según el número de habitantes del barrio. El ajuste del factor k_2 a la realidad del barrio asegura una estimación más acertada de la demanda de agua en momentos críticos y optimizar así la gestión del agua potable de manera específica y eficiente para las necesidades de la comunidad.

$$Q_{mh}=0.40 \text{ L/s}$$

3.5 Pre-dimensionamiento de captación

En el diseño de la captación de ladera se consideró un caudal de 0,40 L/s para un periodo de diseño de 20 años. Con un valor de 0.70 m ancho de pantalla, la cual cuenta con dos orificios y una tubería de ingreso de 1.5 pulgadas en cada uno de los orificios, se comprobó que la sedimentación de arena necesitaba una altura mínima de 0,10 metros y se tuvo en cuenta un diámetro de salida de 0,025 metros.

Para asegurar la funcionalidad óptima de la infraestructura, se estableció una altura desde la canastilla hasta la lámina de agua de 0,3 m, con un desnivel entre la lámina de agua y el afloramiento de 0.1 metros. La altura de borde libre se fijó en 0,4 metros, con una altura total de 0.93 metros. Sin embargo, por consideraciones de diseño, se tomó una altura final de 1 metro, asegurando un margen adicional para posibles variaciones y contingencias.

En el proceso de dimensionamiento de la canastilla, se obtuvo una longitud de 0.15 m con 65 ranuras, cuyas dimensiones se establecieron en 7 mm de ancho y 5 mm de largo. Además, el diámetro de la canastilla se determinó en 2 pulgadas. Para determinar las tuberías de limpieza y rebose, se calcularon las tuberías correspondientes, resultando en tuberías de 1.5 pulgadas para ambas funciones.

Estas dimensiones y especificaciones detalladas no solo garantizan un funcionamiento eficaz de la captación de ladera, sino que también demuestran un enfoque meticuloso y preciso en la planificación y diseño, considerando factores críticos para la sedimentación, altura, y facilitando la operación y mantenimiento de la infraestructura.

Tabla 3.2 Dimensiones de la Captación de ladera

Pre-dimensionamiento captación de ladera		
Ancho de la pantalla:		
Diámetro Tub. Ingreso (orificios)	1.5	pulgada
Número de orificios	2	orificios
Ancho de la pantalla	0.70	m
Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:		
Longitud (L)=	1.24	m
Altura de la cámara húmeda:		
Altura total (Ht)=	1.00	m
Tubería de salida=	1.00	pulgada
Dimensionamiento de la canastilla:		
Diámetro de la Canastilla	2	pulgada
Longitud de la Canastilla	15.0	cm
Número de ranuras	65	ranuras
Tubería de rebose y limpia		
Tubería de Rebose	1.5	pulgada
Tubería de Limpieza	1.5	pulgada

3.6 Dimensionamiento de la conducción

La línea de conducción para llevar agua desde la captación de ladera hasta el tanque de almacenamiento en el barrio Virgen de Lourdes prevé una tubería con un diámetro nominal 1 pulgada, se aplicó la ecuación 2.25 para calcular la pendiente de la tubería, la longitud de la tubería es de 5 m, los datos de la cota de la tubería de salida de la captación de 1598,69 msnm y la cota de la tubería de llegada al tanque de 1598,6 msnm, se obtuvo el

valor de la pendiente de 2% dicho valor entra en los parámetros de diseño, después se aplicó la ecuación 2.26 la cual dio como resultado las pérdidas de carga, una vez conocido la pérdida de carga y la cota del nivel de agua en la captación dio como resultado la cota piezométrica la cual sirve para obtener el valor de presión en la ecuación 2.28 y 2.29, después se desarrolló la ecuación 2.27 para garantizar que el paso de agua a través de la tubería se encuentre dentro de los parámetros de diseño, se obtuvo como resultado una velocidad de 0.7 m/s, en la tabla 3.3 se pueden observar los resultados a detalle.

Tabla 3.3 Dimensiones de la conducción

TRAMO	LONGITUD L (m)	CAUDAL Qmd (l/s)	COTA DEL TERRENO		DESNIVEL DEL TERRENO (m)	PERDIDA CARGA UNIT. DISPONIBLE hf (m/m)	DIAM. CALC. D (Pulg.)
			INICIAL (m.s.n.m)	FINAL (m.s.n.m)			
TRAMO CAPTACION LADERA							
1	5.000	0.38	1598.690	1598.600	0.09	0.018000	1.1

DIAM. COMER. D (Pulg.)	VELOC. V (m/s)	PERDIDA CARGA UNITARIA hf1 (m/m)	PERDIDA CARGA tramo Hf1, Hf2 (m/m)	COTA PIEZOM.		PRESIÓN FINAL (m)	PENDIENTE (s)
				INICIAL (m.s.n.m)	FINAL (m.s.n.m)		
1	0.70	0.027019	0.14	1599.10	1598.96	0.36	2%

3.7 Dimensionamiento del almacenamiento

El cálculo del tanque de almacenamiento se realizó con la ecuación 2.30, que considera los datos de población futura de 457 habitantes y la dotación específica para la región de 50 L/hab*/día. Este proceso de diseño se basa en las tablas 2.1 y 2.2, que proporcionan información para adaptar la capacidad del tanque a las necesidades proyectadas y a las características de la zona. Se aplicó la ecuación 2.31 para obtener el volumen del tanque de almacenamiento considerando el 25% de Qm.

El tanque de almacenamiento se situará a 2m debajo del suelo y tendrá un volumen de 6 m³ con forma de paralelepípedo. Sus dimensiones específicas incluyen una base de 2.1 m, una altura total de 1.4 m y una altura útil de 1.1 m, lo que se traduce en un borde libre de 0.3 m.

Tabla 3.4 Dimensiones del almacenamiento

Volumen tanque de almacenamiento		6	m ³
Base	b	2.1	m
Altura útil	h	1.1	m
Altura libre	bl	0.3	m
Altura total	H	1.4	m
Volumen	V	6.2	m

3.8 Planos

Implantación

Los resultados del diseño de la captación y del tanque de almacenamiento se obtuvieron en diversas etapas, conforme avanzaba la ejecución del proyecto. A continuación, se presentan dichos resultados;

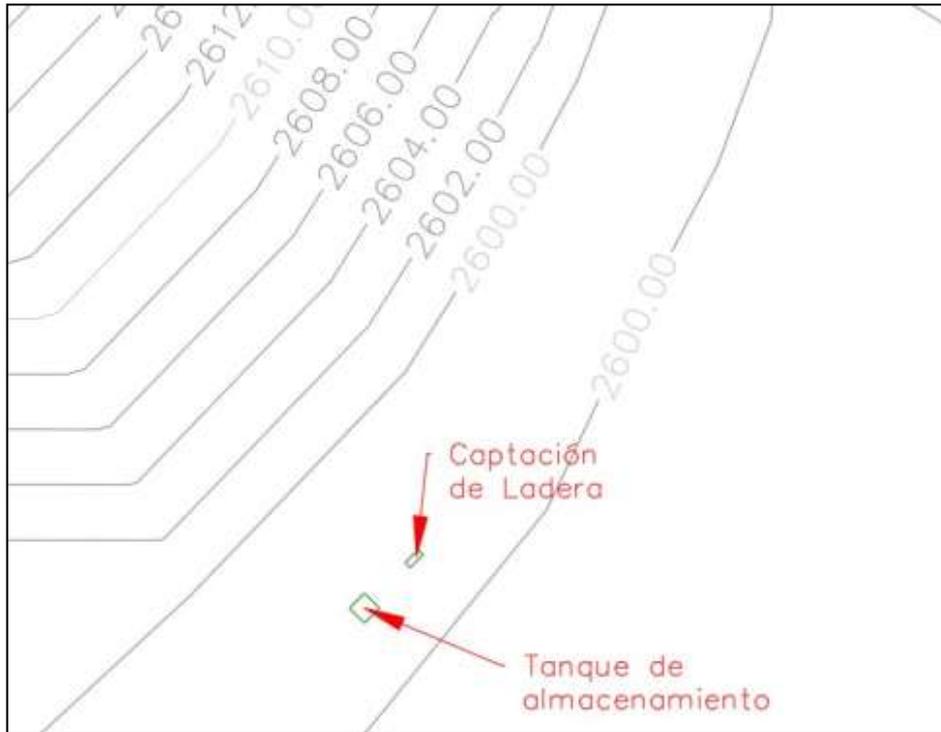


Figura 3.2 Implantación general del proyecto

Tabla 3.5 Georreferenciada de captación y almacenamiento

UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO		
NOMBRE	COORDENADAS (UTM-WGS84)	COTA (m)
MANANTIAL	17N N9968225 E788597	2600
ALMACENAMIENTO	17N N9968221 E788593	2600

Cortes

Luego de finalizar los planos para la captación y el tanque de almacenamiento, se procedió a generar los cortes longitudinales, la vista en planta y los perfiles correspondientes a cada estructura.

A continuación, se muestra el resultado obtenido del corte longitudinal y la vista en planta de la captación y el tanque de almacenamiento:

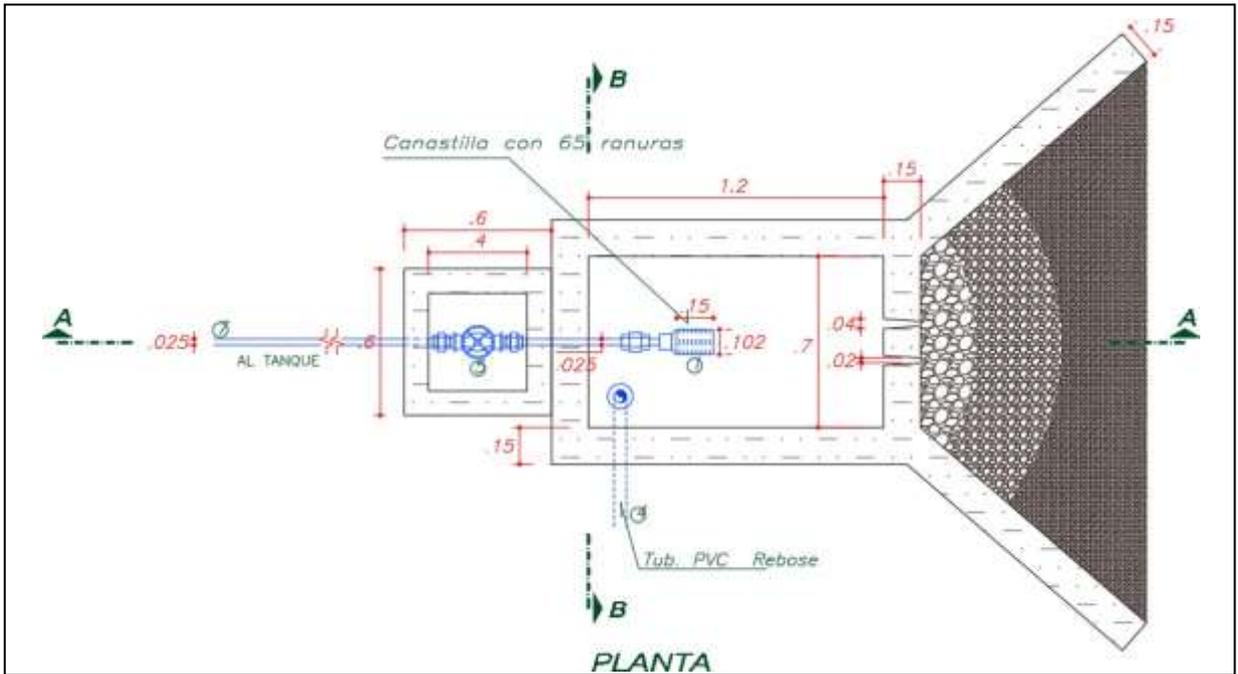


Figura 3.3 Vista planta captación de ladera

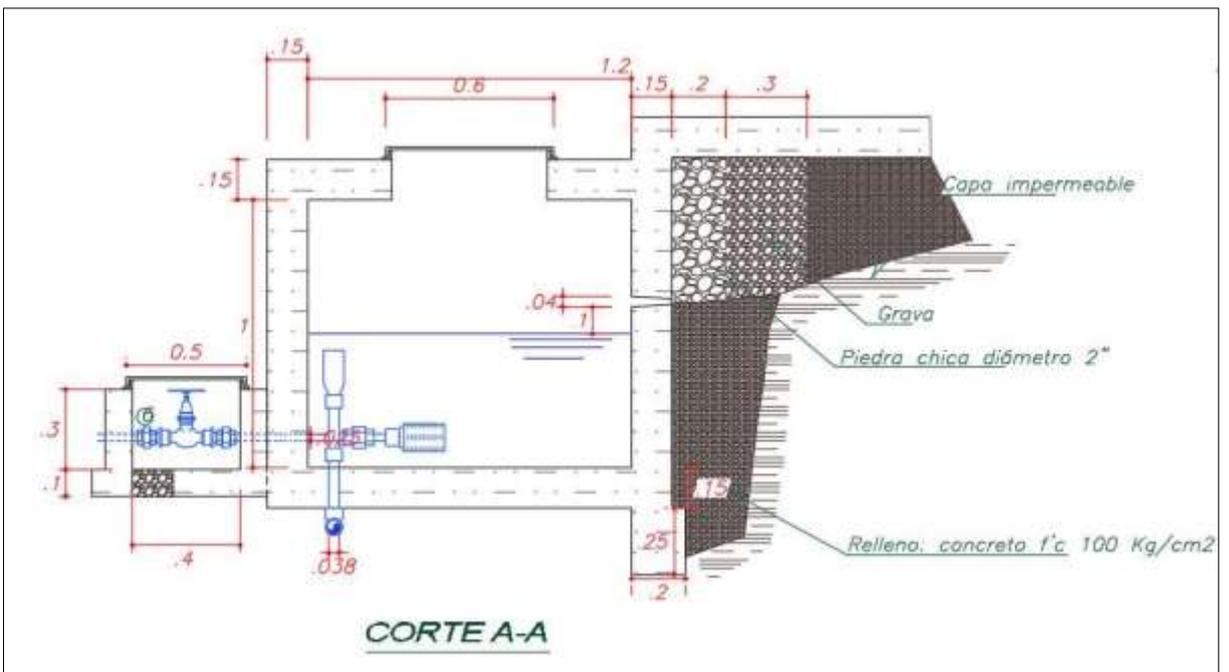


Figura 3.4 Corte longitudinal captación de ladera

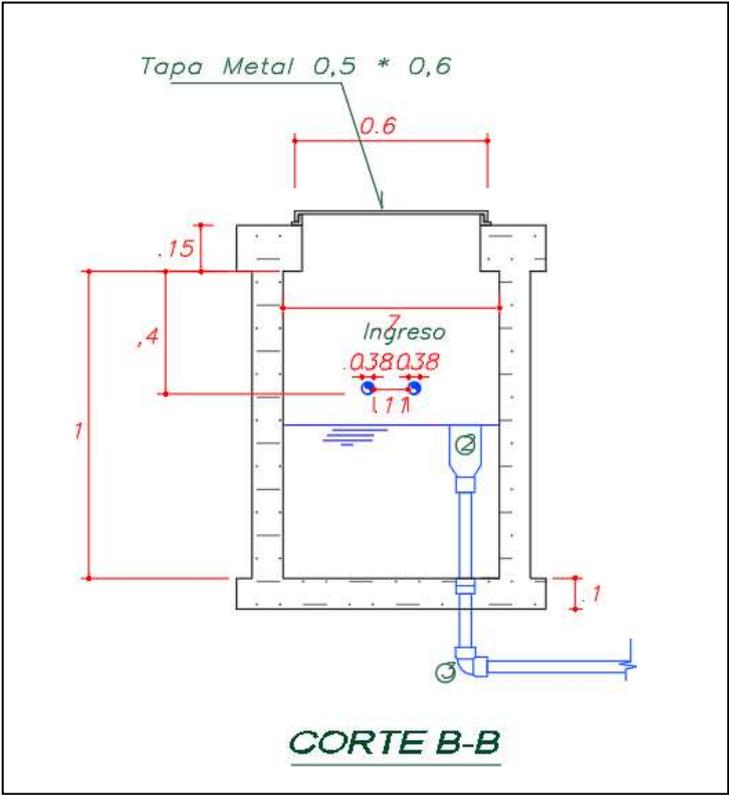


Figura 3.5 Corte seccional captación de ladera

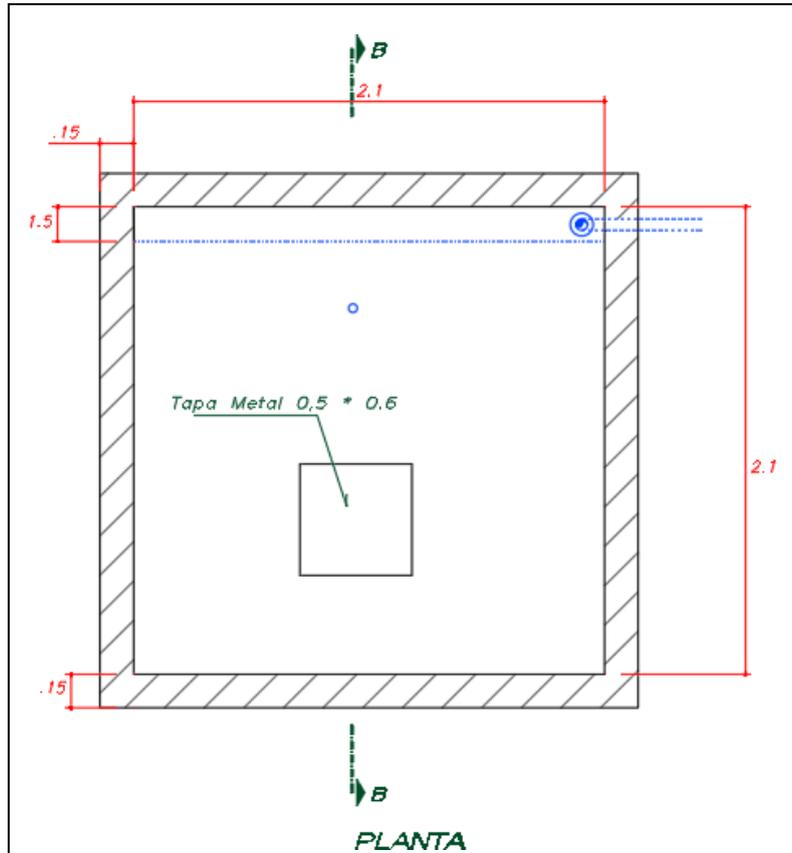


Figura 3.6 Vista planta Tanque de almacenamiento

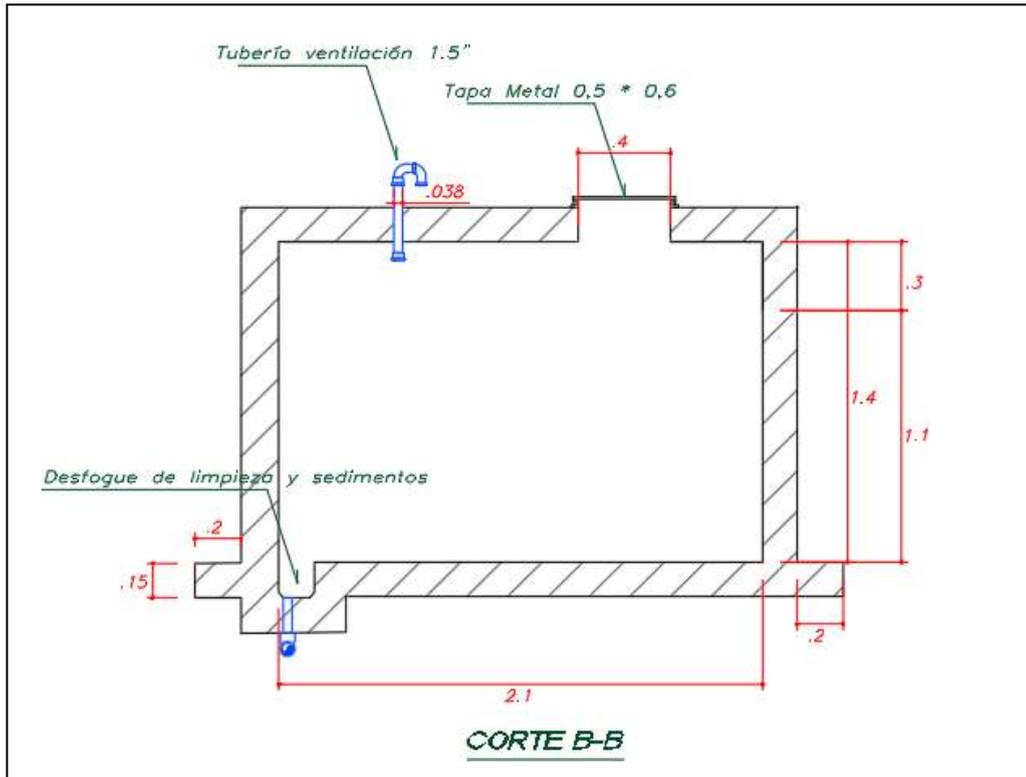


Figura 3.7 Corte longitudinal del Tanque de almacenamiento

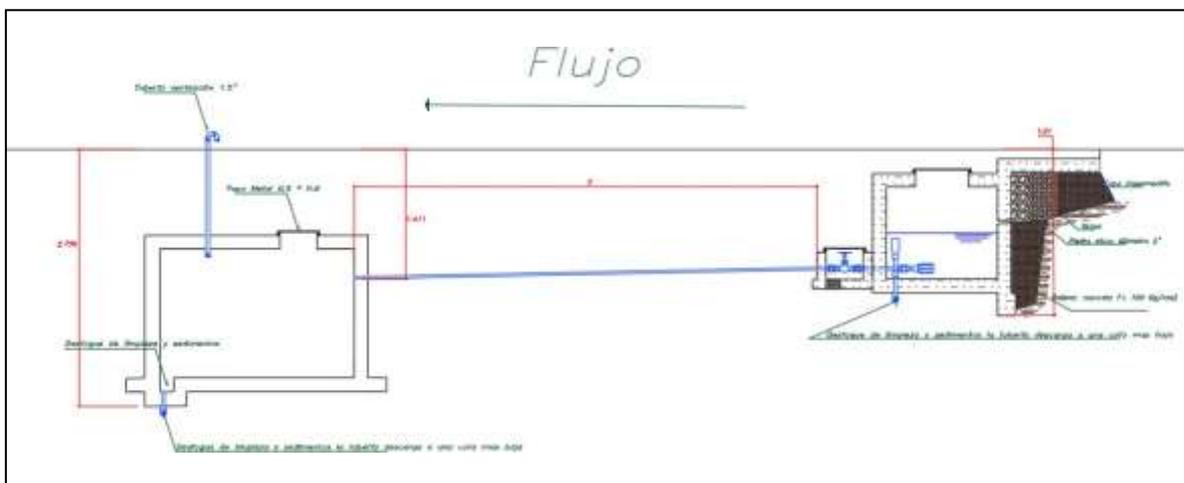


Figura 3.8 Perfil longitudinal captación almacenamiento

Los planos están incluidos en el anexo II, se utilizó una escala de 1:1.20 en formato A3. El diámetro de la tubería de salida es de 1.5 pulgadas, y los materiales necesarios están detallados en el plano. El material de construcción seleccionado es el hormigón simple.

Cálculo y cantidades de obra

Se calcularon las cantidades de obra derivadas del movimiento de tierras a partir de los planos de diseño. Se consideró que, en este proceso se llevará a cabo la ejecución del proyecto captación, conducción y almacenamiento, incluyendo la excavación y el concreto requeridos para la captación y el tanque de almacenamiento. A continuación, se detallan las cantidades de trabajo en la tabla siguiente:

Tabla 3.6 Cantidades de obra

CANTIDADES DE OBRA		
RUBRO	CANTIDAD	UNIDADES
Captación de ladera		
Limpieza y desbroce sin desalojo	3	m2
Replanteo y nivelación	3	m2
Excavación a cielo abierto a mano	18	m3
Hormigón en contrapiso F'C=210KG/CM2	4.7	m3
Conducción		
Limpieza y desbroce sin desalojo	5	m2
Replanteo y nivelación	7	m2
Excavación a cielo abierto a mano	2	m3
Tanque de almacenamiento		
Limpieza y desbroce sin desalojo	6	m2
Replanteo y nivelación	6	m2
Excavación a cielo abierto a mano	16	m3
Hormigón en contrapiso F'C=210KG/CM2	5	m3

Presupuesto

El presupuesto referencial incluye todos los conceptos, precios unitarios, cantidades de obra y costo total de cada elemento necesario para llevar a cabo la implementación del proyecto en el terreno designado con un valor total de \$ 3192 dólares americanos, cabe mencionar que los valores más elevados corresponden al hormigón para muros y columnas F'C=210KG/CM2 con valores de \$ 1075 en el tanque de almacenamiento y \$ 1010 dólares americanos en la captación del manantial, en el anexo II se detallan los montos.

Se elaboró el presupuesto utilizando los rubros especificados por el portal de compras públicas, que incorporan costos indirectos del 25%. Para las actividades de movimiento y desalojo de tierras en el proyecto, se consideró la utilización exclusiva de mano de obra local, con el objetivo de reducir la cantidad de presupuesto necesario para la ejecución en campo. Los accesorios que no estaban incluidos en la lista de rubros del portal de compras públicas se identificaron mediante búsquedas en la sección de ofertas, seleccionando la opción de menor valor.

4 CONCLUSIONES

- La recolección de puntos georreferenciados en el terreno facilitó una mejor comprensión y dimensionamiento de la captación de ladera, así como de la conducción y almacenamiento del agua. Estos datos resultaron fundamentales para realizar un análisis preciso de la red de conducción
- Los presupuestos fueron elaborados mediante la recopilación de datos derivados de la creación de planos en el programa Civil 3D, considerando las cantidades de tierra a ser removidas y siguiendo las categorías establecidas por Compras Públicas.
- Al analizar el perfil longitudinal en la carta topográfica de “Sangolquí” a una escala de 1:50000, se notó que su restitución demasiado gruesa como para notar los desniveles, se debe analizar las curvas las cuales tienen un valor de 40 metros entre cada una de las curvas
- En relación con el presupuesto referencial se tomó la decisión de no utilizar maquinaria para ejecutar el proyecto, manteniendo un presupuesto total de \$3,192.12 dólares americanos.
- Los planos fueron diseñados considerando la proyección de la población futura, estimada en 457 habitantes, utilizando el método geométrico. Esta proyección se basó en la tasa de crecimiento establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia La Merced, teniendo en cuenta que la zona es rural, con una duración de diseño de 20 años.
- No se llevó a cabo un levantamiento topográfico del área, ya que se accedió a la carta topográfica “Sangolquí” mediante la descarga desde el portal del Instituto

Geográfico Militar (IGM). En este contexto, únicamente se registraron los puntos utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) , para la implementación de este proyecto es necesario realizar el levanto topográfico.

5 RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar el mantenimiento válvulas de compuerta en las tuberías de desagüe y limpieza, considerando que estas conducciones desembocan en una quebrada. Esta medida se propone para prevenir la contaminación del líquido, especialmente durante periodos de lluvias intensas cuando el caudal en la quebrada puede aumentar. La instalación de válvulas de compuerta ayudará a controlar el flujo de agua, evitando que el líquido proveniente de la quebrada entre a las obras hidráulicas por medio de tuberías de desagüe y limpieza se mezcle con el agua de la captación.
- Es importante realizar la protección del afloramiento y agregar el material granular que se especifica en los planos para una correcta captación del manantial además es necesario agregar un perímetro de protección y cunetas para evitar inundaciones si existen lluvias intensas
- Es fundamental llevar a cabo la protección del afloramiento mediante la implementación de material granular detallado en los planos, garantizando así una captación adecuada del manantial. Además, se recomienda establecer un perímetro de protección junto con la instalación de cunetas para prevenir inundaciones en caso de lluvias intensas. Estas medidas son importantes para tener un rendimiento óptimo de la captación del manantial, al mismo tiempo minimiza el riesgo de inundaciones durante condiciones climáticas adversas.
- Para el mantenimiento de la captación de ladera, es necesario realizar inspecciones regulares, asegurándose de que el cono de rebose se encuentre en posición vertical y sin anomalías. También se debe verificar la ausencia de fugas en la cámara seca. En caso de ser necesario una reparación, se procederá a retirar el cono de rebose y cerrar la válvula de compuerta. Además, es fundamental realizar giros de un cuarto (1/4) de vuelta en sentido izquierdo y derecho en las válvulas para evitar que se endurezcan.

- Para llevar a cabo la limpieza de la cámara húmeda, es esencial seguir los siguientes pasos: primero, cerrar la válvula de compuerta y desconectar el cono de rebose. Después, limpiar el fondo eliminando sedimento acumulado en el fondo de la cámara. Para desinfectar, se recomienda utilizar cloro sólido (hipoclorito de calcio al 30-35%). En un balde con 10 litros de agua, disolver seis (6) cucharadas grandes de hipoclorito de calcio al 30-35%. Con esta solución, frotar los accesorios, paredes internas y el piso de la cámara húmeda utilizando un trapo. Estos pasos garantizan una limpieza efectiva y una desinfección adecuada de la infraestructura.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, R. (2004). *GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE MANANTIALES*. Lima: Organizacion Panamerica de la salud.
- Carvajal, L. (2006). *Metodología de la Investgación Científica. Curso general y aplicado* (28 ed.). Santiago de Cali: U.S.C.
- D.M.Q, G. P. (2015). *ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*.
- Fundación Ayuda en Acción Ecuador. (2015). *Fundación Ayuda en Acción*. Obtenido de Fundación Ayuda en Acción: <https://ayudaenaccion.ec/blog/agua/agua-en-zonas-rurales/>
- Morales, F. A. (2015). *Abastecimiento de Agua Potable para Comunidades Rurales*. Machala: UTMACH.
- NEC. (1 de Octubre de 2023). *Instituto nacional de estadística y censos*. Obtenido de Instituto nacional de estadística y censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>
- Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite. (14 de Enero de 2016). *GPS.gov*. Obtenido de GPS.gov: <https://www.gps.gov/spanish.php>
- RogerAgueroP. (1997). *Agua Potable Para Poblaciones Rurales*. Lima: SER.

7 ANEXOS

ANEXO I. Turnitin porcentaje máximo 12%.

ANEXO II. Presupuesto Referencial

ANEXO III. Memoria técnica

ANEXO I



**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS
CAMPUS POLITÉCNICO "ING. JOSÉ RUBÉN ORELLANA"**

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

Quito, D.M. 15 de febrero de 2024

De mi consideración:

Yo, Sandra Patricia Panchi Jima, en calidad de Directora del Trabajo de Integración Curricular titulado DISEÑO PRELIMINAR DE LAS ESTRUCTURAS DE CAPTACIÓN, CONDUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, asociado al proyecto PROPUESTA DE DISEÑO PRELIMINAR DE LA CAPTACIÓN CONDUCCIÓN ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL BARRIO VIRGEN DE LOURDES, PARROQUIA LA MERCED, CANTON QUITO elaborado por el estudiante DIEGO ANDRÉS MARTINEZ CASTRO de la carrera en TECNOLOGÍA SUPERIOR EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL, certifico que he empleado la herramienta Turnitin para la revisión de originalidad del documento escrito secciones: Resumen , Alcance, Marco teórico, Metodología, Resultados, Conclusiones y Recomendaciones (sin anexos), producto del Trabajo de Integración Curricular indicado.

El documento escrito tiene un índice de similitud del 10 %.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, pudiendo la interesada hacer uso del presente documento para los trámites de titulación.

NOTA: Se adjunta el informe generado por la herramienta Turnitin.

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:
SANDRA PATRICIA
PANCHI JIMA

Patricia Panchi Jima
Docente ocasional a tiempo completo
ESFOT

Trabajo final

INFORME DE ORIGINALIDAD

10%
INDICE DE SIMILITUD

9%
FUENTES DE INTERNET

1%
PUBLICACIONES

4%
TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	esacc.corteconstitucional.gob.ec Fuente de Internet	1%
2	documents.mx Fuente de Internet	<1%
3	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	<1%
4	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	<1%
5	Submitted to Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas Trabajo del estudiante	<1%
6	pt.slideshare.net Fuente de Internet	<1%
7	fdocuments.in Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1%

ANEXO II

PRESUPUESTO DE CAPTACIÓN CONDUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO				
RUBRO	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Captación de ladera				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	3	\$ 1.26	\$ 3.78
Replanteo y nivelación	m2	3	\$ 3.20	\$ 9.60
Excavación a cielo abierto a mano	m3	18	\$ 12.62	\$ 227.16
Hormigón de muros y columnas F'C=210KG/CM2	m3	4.7	\$ 215.04	\$ 1,010.69
Tubería PVC 63mm U/Z 1.25 Mpa.	m	1	\$ 6.93	\$ 6.93
Tubería roscable PVC 25mm	m	3	\$ 5.15	\$ 15.45
Tubería roscable PVC 40mm	m	2	\$ 7.31	\$ 14.62
Canastilla de aluminio	u	1	\$ 9.78	\$ 9.78
Codo roscable PVC 40mm	m	1	\$ 6.74	\$ 6.74
Válvula metálica de compuerta	u	1	\$ 26.26	\$ 26.26
Tapa metálica de tol pintado 1-16 - 60 CM]	m	2	\$ 29.17	\$ 58.34
Conducción				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	5	\$ 1.26	\$ 6.30
Replanteo y nivelación	m2	7	\$ 3.20	\$ 22.40
Excavación a cielo abierto a mano	m3	2	\$ 12.62	\$ 25.24
Tubería roscable PVC 25mm	m	5	\$ 5.15	\$ 25.75
Tanque de almacenamiento				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	6	\$ 1.26	\$ 7.56
Replanteo y nivelación	m2	6	\$ 3.20	\$ 19.20

Excavación a cielo abierto a mano	m3	16	\$ 12.62	\$ 201.92
Hormigón de muros y columnas F'C=210KG/CM2	m3	5	\$ 215.04	\$ 1,075.20
Tubería roscable PVC 40mm	m	2	\$ 7.31	\$ 14.62
Tapa metálica de tol pintado 1-16 - 60 CM]	m	2	\$ 29.17	\$ 58.34
Codo roscable PVC 40mm	m	1	\$ 6.74	\$ 6.74
Mampostería				
mampostería de hormigón 2 e=15cm incluye filos, cuadrada de boquetes y remates	m3	9.7	\$ 35.00	\$ 339.50
Total				\$ 3,192.12

Memoria técnica



**CAPTACIÓN CONDUCCIÓN Y
ALMACENAMIENTO PARA
LA CAPTACIÓN DE LADERA**

Por: Diego Andres Martínez Castro

2023 - 2024

INDICE DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	50
1.1	Objetivo general.....	50
1.2	Objetivo específico.....	50
2	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.....	51
2.1	Levantamiento de información.....	51
	Visita técnica 1	51
	Visita técnica 2	52
	Visita técnica 3	52
2.2	Definición de parámetros de diseño	53
	Metodología utilizada para el pre-dimensionamiento de captación	53
	Ancho de la pantalla (b).....	56
	Altura de la cámara húmeda	58
	Dimensionamiento de la canastilla	59
	Tubería de rebose y Limpieza	60
	Metodología utilizada para conducción y almacenamiento	61
	Conducción	61
	Almacenamiento.....	62
3	Resultados	63
3.1	Pre-dimensionamiento de captación.....	63
3.2	Dimensionamiento de la conducción	64
3.3	Dimensionamiento del almacenamiento	65
	Implantación	66
	Presupuesto	66
4	CONCLUSIONES	67
5	recomendaciones.....	67
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
7	anexos	69
	ANEXO I.....	70
	ANEXO II.....	72

ANEXO III.....	73
ANEXO IV	74

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1.	Ecuación de Bernoulli.....	54
Ecuación 2.	Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada	54
Ecuación 3.	Ecuación de continuidad	55
Ecuación 4.	Velocidad de paso.....	55
Ecuación 5.	Ecuación de Bernoulli.....	55
Ecuación 6.	Carga Disponible.....	55
Ecuación 7.	Distancia entre afloramiento y cámara de captación	56
Ecuación 8.	Caudal máximo	56
Ecuación 9.	Caudal máximo	56
Ecuación 10.	Área de tubería	57
Ecuación 11.	Diámetro del orificio	57
Ecuación 12.	Número de orificios.....	57
Ecuación 13.	Ancho de pantalla.....	58
Ecuación 14.	Altura cámara húmeda	59
Ecuación 15.	Altura captación.....	59
Ecuación 16.	Área total de las ranuras	60
Ecuación 17.	Área de conducción.....	60
Ecuación 18.	Numero de ranuras.....	60
Ecuación 19.	Diámetro de ranura.....	60
Ecuación 20.	Pendiente	61
Ecuación 21.	Hazen Williams.....	61
Ecuación 22.	Velocidad de Flujo.....	62
Ecuación 23.	Cota piezométrica	62
Ecuación 24.	Presión	62
Ecuación 25.	Caudal promedio anual (Qm)	62

Ecuación 26. Volumen del tanque del almacenamiento considerando 25% de
Qm.....63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Lugar del manantial de ladera	51
Figura 2.	Socialización con los directivos del barrio	52
Figura 3.	Recorrido de la zona	53
Figura 4.	Flujo de agua en un orificio de pared gruesa (RogerAgueroP., 1997).54	
Figura 5.	Carga disponible y pérdida de carga (RogerAgueroP., 1997)	55
Figura 6.	Distribución de orificios - Pantalla frontal (RogerAgueroP., 1997).....	58
Figura 7.	Altura total de la cámara húmeda (RogerAgueroP., 1997)	58
Figura 8.	Canastilla de salida (RogerAgueroP., 1997).....	60
Figura 9.	Implantación general del proyecto	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Ubicación georreferenciada de captación y almacenamiento.....	52
Tabla 2.	Coef. de Hanzen-William (RogerAgueroP., 1997)	62
Tabla 3.	Dotación por número de habitantes (RogerAgueroP., 1997).....	63
Tabla 4.	Dotación por región (RogerAgueroP., 1997)	63
Tabla 5.	Dimensiones de la Captación de ladera	64
Tabla 6.	Dimensiones de la conducción	65
Tabla 7.	Dimensiones del almacenamiento.....	65

1 INTRODUCCIÓN

En el barrio Virgen de Lourdes , ubicado en la parroquia La Merced presenta dificultades respecto al agua potable, puesto que, hay días donde no llega el recurso líquido a sus hogares, genera en problemas de disponibilidad y cantidad, estos problemas son más frecuentes en épocas de estiaje es decir en épocas de sequias, por lo que, se ha enfrentado esta dificultad de disponibilidad y cantidad de agua con un manantial de ladera, que consta de una cámara abierta con sifón y una tubería, el agua es descargada constantemente a través de una tubería y el sifón dirige el agua a una quebrada que está a unos metros de la captación. Para poder acceder a este derecho universal, los habitantes del barrio acuden a la cámara abierta donde está el manantial, llevan sus recipientes cuando no hay suficiente cantidad de agua en sus viviendas, ya sea por épocas de estiaje, porque no llega la cantidad adecuada en los sistemas de distribución de agua potable o por consecuencia de la nula disponibilidad.

El objetivo de este proyecto es diseñar una captación de ladera conducción y almacenamiento para asegurar el acceso a agua potable suficiente para diversos fines, domésticos y personales. Se llevarán a cabo diseños preliminares de la infraestructura hidráulica necesaria para la captación, conducción y almacenamiento de agua. El cálculo del tanque de almacenamiento se diseñó con los datos de la población futura para un periodo de diseño de 20 años, además se elaborará un presupuesto referencial para el diseño del proyecto en el lugar designado, creado a partir de los rubros del portal de compras públicas.

1.1 Objetivo general

Desarrollar un diseño preliminar integral que abarque la captación, conducción y almacenamiento procedente de un manantial de ladera ubicado en el barrio Virgen de Lourdes, Parroquia La Merced, cantón Quito

1.2 Objetivo específico

1. Levantar información base para el diseño preliminar de captación, conducción, y almacenamiento.
2. Determinar el presupuesto referencial de la propuesta de diseño
3. Elaborar la memoria técnica de la propuesta de diseño

2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN Y DEFINICIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO

2.1 Levantamiento de información

Se levantó información con la documentación proporcionada por la GAD La Merced y varias visitas técnicas en las que se pudo obtener la información necesaria para generar el diseño preliminar de captación, conducción y almacenamiento.

Visita técnica 1

En la primera visita técnica, se logró identificar la ubicación exacta del manantial de ladera y se estableció una socialización efectiva con los líderes del barrio, como se evidencia en las figuras 1 y 2.



Figura 1. Lugar del manantial de ladera



Figura 2. Socialización con los directivos del barrio

Visita técnica 2

Se lograron obtener los puntos georreferenciados correspondientes al sitio del manantial y tanque de almacenamiento, los cuales se presentan en la siguiente tabla.

Ubicación georreferenciada de captación y almacenamiento

UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO		
NOMBRE	COORDENADAS (UTM-WGS84)	COTA (m)
MANANTIAL	17N N9968225 E788597	2600
ALMACENAMIENTO	17N N9968221 E788593	2600

Con esta información se realizó el diseño preliminar de la captación del manantial de ladera la conducción y almacenamiento.

Visita técnica 3

Dado que el terreno no presentó desniveles significativos, se procedió a analizarlo mediante un recorrido utilizando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Este análisis se hizo para desarrollar el diseño preliminar de la conducción desde la captación hasta el tanque de almacenamiento, asegurando condiciones hidráulicas óptimas.

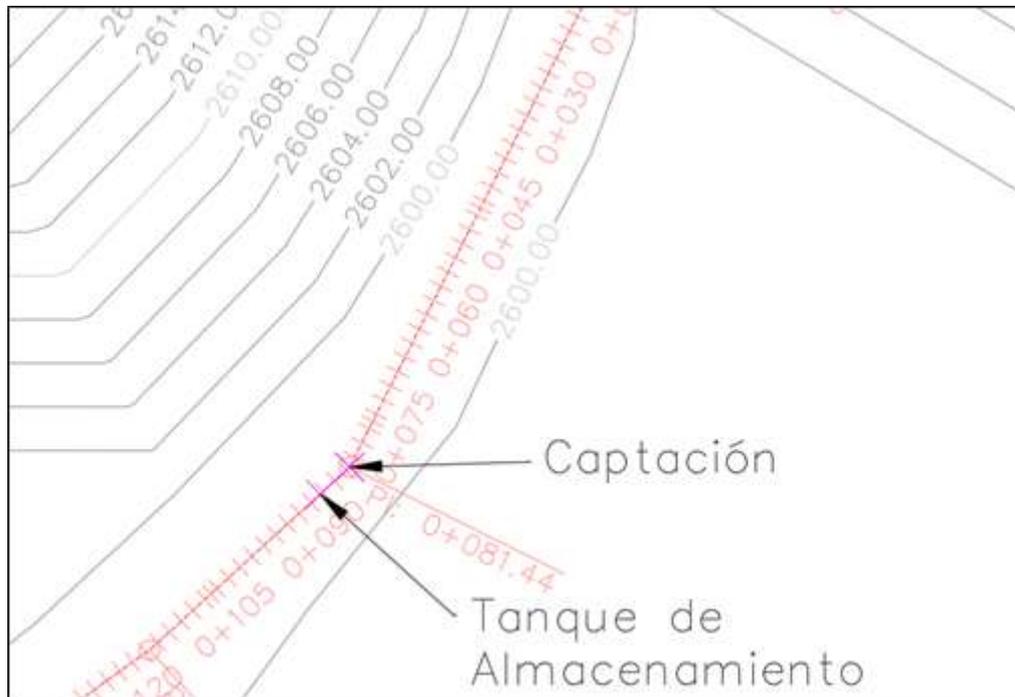


Figura 3. Recorrido de la zona

2.2 Definición de parámetros de diseño

Para la definición de los parámetros de diseño la captación, conducción y almacenamiento se hizo uso de un caudal de 0.40 [l/s].

Metodología utilizada para el pre-dimensionamiento de captación

Se aplicó la ecuación de Bernoulli entre los puntos 0 y 1 en la figura 4, para saber la velocidad de paso y la pérdida a través del orificio de salida dando como resultado:

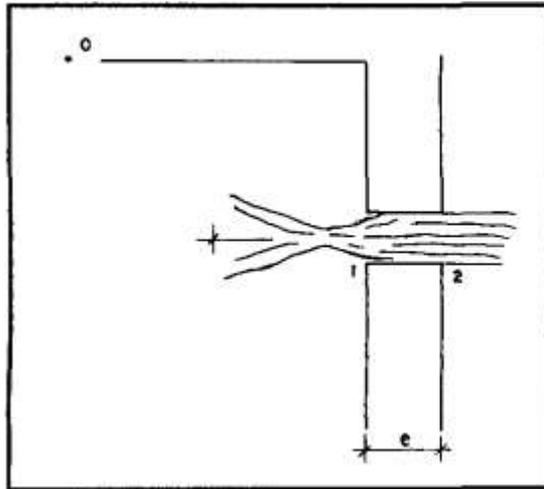


Figura 4. Flujo de agua en un orificio de pared gruesa (RogerAgueroP., 1997).

$$\frac{P_0}{\gamma} + h_0 + \frac{V_0^2}{2g} = \frac{P_1}{\gamma} + h_1 + \frac{V_1^2}{2g}$$

Ecuación 1. Ecuación de Bernoulli (RogerAgueroP., 1997)

Se considero los valores de P_0 , V_0 , P_1 y h_1 igual a cero, se tiene

$$h_0 = \frac{V_1^2}{2g}$$

Ecuación 2. Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada
(RogerAgueroP., 1997)

Donde:

h_0 = Altura entre el afloramiento y el orificio de entrada (se recomiendan valores de 0.4 a 0.5 m).

V_1 = Velocidad teórica en m/s.

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²).

Mediante ecuación de continuidad considerando los puntos 1 y 2 se tiene como resultado:

$$Q_1 = Q_2$$

$$C_d * A_1 * V_1 = A_2 * V_2$$

Ecuación 3. Ecuación de continuidad (RogerAgueroP., 1997)

Siendo $A_1 = A_2$

$$V_1 = \frac{V_2}{Cd}$$

Ecuación 4. Velocidad de paso (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

V_2 = Velocidad de pase (se recomiendan valores menores o iguales a 0.6 m/s).

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

Reemplazando el valor de V_1 de la ecuación 4 en la ecuación 2 se tiene:

$$h_0 = 1.56 \frac{V_2^2}{2g}$$

Ecuación 5. Ecuación de Bernoulli (RogerAgueroP., 1997)

Para los cálculos, h_0 es definida como la carga necesaria sobre el orificio de entrada que permita producir la velocidad de pase, en la figura 5 se observa

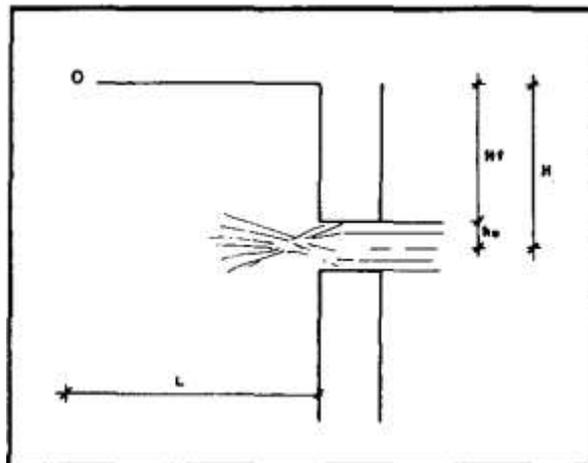


Figura 5. Carga disponible y pérdida de carga (RogerAgueroP., 1997).

$$H = H_f - h_o$$

Ecuación 6. Carga Disponible (RogerAgueroP., 1997)

Donde H es la pérdida de carga que servirá para determinar la distancia entre el afloramiento y la cámara de captación (L).

$$H_f = H - h_o$$

$$H_f = 0.3 * L$$

$$L = \frac{H_f}{0.3}$$

Ecuación 7. Distancia entre afloramiento y cámara de captación

(RogerAgueroP., 1997)

Ancho de la pantalla (b)

Para obtener el ancho de pantalla se necesita saber el diámetro y el número de orificios, dichos orificios que permitirán el paso de agua desde la zona de afloramiento a la zona húmeda, para ello fue necesario realizar los cálculos del diámetro de tubería de entrada (D), se aplicó las siguientes ecuaciones.

$$Q_{\text{máx.}} = V * A * C_d$$

Ecuación 8. Caudal máximo (RogerAgueroP., 1997)

$$Q_{\text{máx.}} = A * C_d * (2 g h)^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación 9. Caudal maximo (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

Q_{máx.} = Caudal máximo diario de la fuente en l/s.

V = Velocidad de paso (se asume 0.50m/s, siendo menor que el valor máximo recomendado de 0.60 m/s).

A = Área de la tubería en m².

C_d = Coeficiente de descarga (0.6 a0.8).

g = Aceleración gravitacional (9.81 m/s²).

h = Carga sobre el centro del orificio (m)

Despejando la ecuación 17 se obtiene:

$$A = \frac{Q_{max}}{C_d * (2gh)^{\frac{1}{2}}} = \frac{D^2}{4}$$

Ecuación 10. Área de tubería (RogerAgueroP., 1997)

El valor D será definido como:

$$D = \frac{4A}{\frac{1}{D^2}}$$

Ecuación 11. Diámetro del orificio (RogerAgueroP., 1997)

Al obtener el diámetro se procedió a calcular el número de orificios a través de la siguiente formula, tomando en cuenta que el diámetro (D) del orificio no será mayor a 2" (RogerAgueroP., 1997).

$$NA = \frac{\text{área del diámetro calculado}}{\text{área del diametro asumido}} + 1$$

$$NA = \left(\frac{D1}{D2}\right)^2 + 1$$

Ecuación 12. Número de orificios (RogerAgueroP., 1997)

Para una buena distribución de los orificios y saber el ancho de pantalla se guio en la siguiente figura.

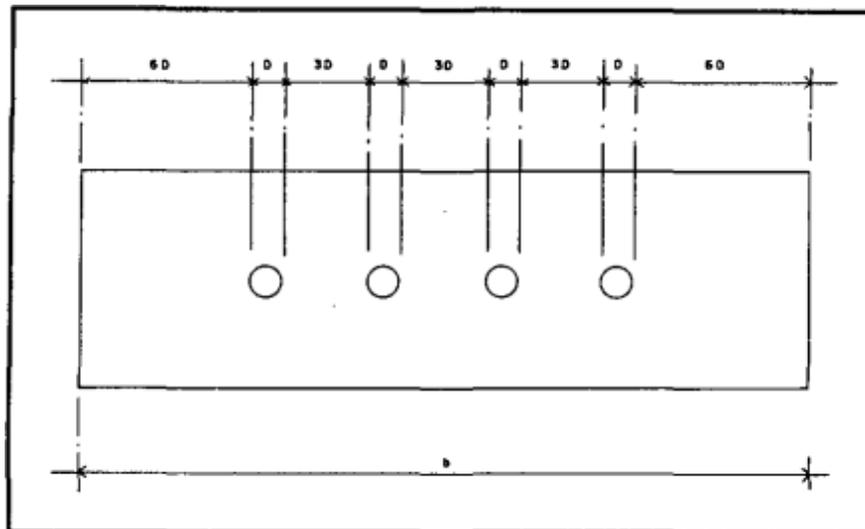


Figura 6. Distribución de orificios - Pantalla frontal (RogerAgueroP., 1997).

En función de la figura 6 se puede obtener la siguiente ecuación:

$$b = 2b(6D) + NA * D + 3D(NA - 1)$$

Ecuación 13. Ancho de pantalla (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

b =Ancho de la pantalla.

D =Diámetro del orificio.

NA=Número de orificios

Altura de la cámara húmeda

En base a la figura 7 se obtiene la siguiente ecuación

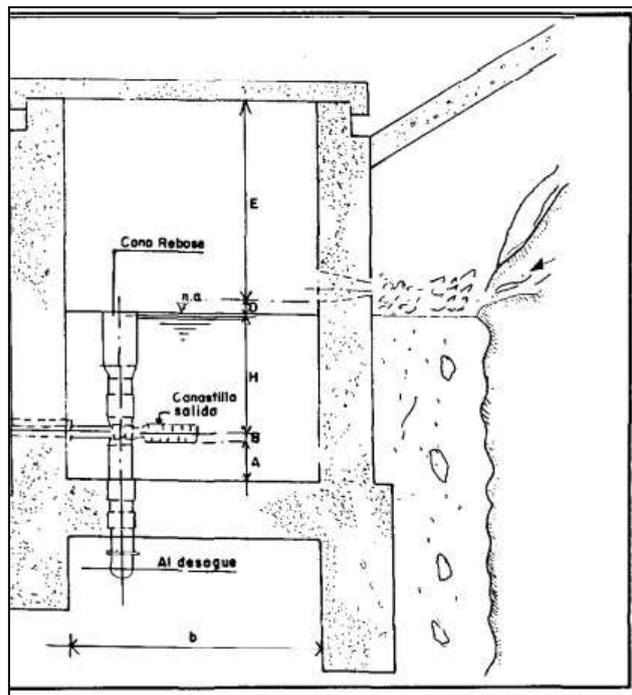


Figura 7. Altura total de la cámara húmeda (RogerAgueroP., 1997).

$$Ht = A + B + H + D + E$$

Ecuación 14. Altura cámara húmeda (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

A: Se considera una altura mínima de 10 cm que permita la sedimentación de la arena.

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

H: Altura de agua.

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

E: Borde libre (de 10 a 30 cm).

Para tener la altura de captación se aplicó la ecuación 11.

$$h_0 = 1.56 \frac{V^2}{2g}$$

Ecuación 15. Altura captación (RogerAgueroP., 1997)

Donde:

H = Carga requerida en m se recomienda una altura mínima de 30 cm

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

g = Aceleración de la gravedad igual 9.81 m/s²

Dimensionamiento de la canastilla

Se contempló que el diámetro debe ser 2 veces el diámetro la tubería de salida a la línea de conducción (Dc), además el área de las ranuras (At) debe ser el doble del área de la tubería de conducción (Dc) y la longitud de la canastilla (L) debe estar entre 3Dc y 6Dc (RogerAgueroP., 1997)

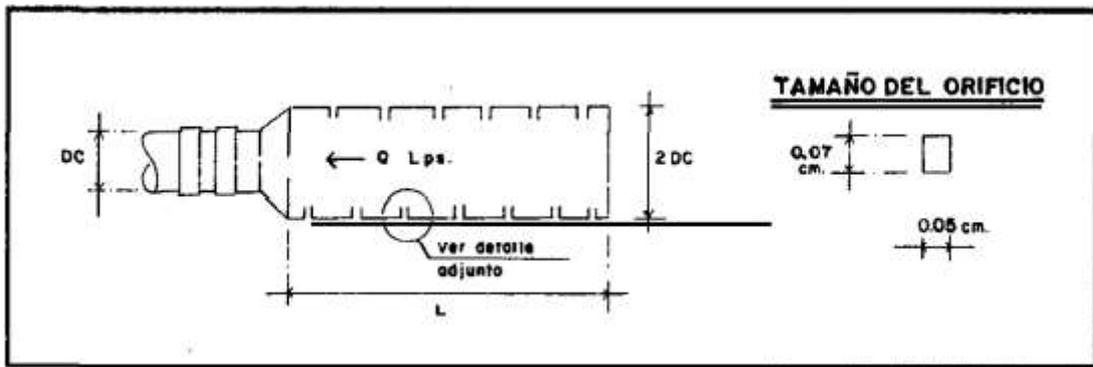


Figura 8. Canastilla de salida (RogerAgueroP., 1997).

$$A_t = 2A_c$$

Ecuación 16. Área total de las ranuras (RogerAgueroP., 1997)

Donde

$$A_c = \frac{Dc^2}{4}$$

Ecuación 17. Área de conducción (RogerAgueroP., 1997)

Se determino el número de ranuras a partir de los valores de área total de ranuras y el área de cada ranura en la siguiente ecuación

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{\text{Área total de ranuras}}{\text{Área de ranuras}}$$

Ecuación 18. Numero de ranuras (RogerAgueroP., 1997)

Tubería de rebose y Limpieza

Se tomó en cuenta el caudal máximo diario y se determinó el diámetro mediante la ecuación de Hazen Willians (C=140)

$$D = \frac{0.71 * Q^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Ecuación 19. Diámetro de ranura (RogerAgueroP., 1997)

donde:

D = diámetro en pulgada.

Q = Gasto máximo de la fuente en l/s.

hf = Pérdida de carga unitaria en m/m.

Metodología utilizada para conducción y almacenamiento

Conducción

La velocidad del flujo de agua en la tubería de conducción se determinó usando la ecuación de Hazen Williams. Asimismo, se tomó en cuenta la pendiente de la línea de conducción, dado que el terreno es plano. Se tuvo en cuenta el nivel de las cotas por lo que se optó por ubicar el tanque de almacenamiento a una cota más baja que el nivel del suelo, es decir, enterrado, para garantizar el cumplimiento de condiciones óptimas, se determinó velocidad de flujo a través de la tubería, la cota piezométrica y presión, en sus respectivos cálculos. En este proceso, se aplicaron las ecuaciones correspondientes para lograr un diseño efectivo y funcional.

$$S = \frac{C_i - C_f}{L} * 100$$

Ecuación 20. Pendiente (RogerAgueroP., 1997)

Donde

S = Pendiente

Ci = Cota inicial de la tubería

Cf= Cota final de la tubería

L= Longitud del terreno

$$Q = 0.0004264 * C * D^{2.64} * hf^{0.54}$$

Ecuación 21. Hazen Williams (RogerAgueroP., 1997)

Donde

D = Diámetro de la tubería (pulgada).

Q = Caudal de diseño (l/s).

hf= Pérdida de carga unitaria (m/Km).

C= Coeficiente de Hazen-Williams expresado en pie^{1/2}seg

Coef. de Hanzen-William (RogerAgueroP., 1997)

MATERIAL	C
Fierro Fundido	100
Concreto	110
Acero	120
Asbesto cemento	140
P.V.C	150

$$V = 1.9735 * \frac{Q}{D^2}$$

Ecuación 22. Velocidad de Flujo (RogerAgueroP., 1997)

Donde

D = Diámetro de la tubería (pulgada).

Q = Caudal de diseño (l/s).

$$Cota\ piezometrica = Cota\ nivel\ de\ agua - Perdida\ de\ carga$$

Ecuación 23. Cota piezométrica (RogerAgueroP., 1997)

$$Presión = Cota\ piezometrica - Cota\ de\ tubería$$

Ecuación 24. Presión (RogerAgueroP., 1997)

Almacenamiento

Se obtuvo el volumen del tanque de almacenamiento en función de los datos de la población futura y la dotación dependiendo de la región y el número de habitantes, se procedió a aplicar las siguientes ecuaciones en función de las tablas 3 y 4.

$$Q_m = P_f * Dotación$$

Ecuación 25. Caudal promedio anual (Qm) (RogerAgueroP., 1997)

$$V = Q_m * 0.25$$

**Ecuación 26. Volumen del tanque del almacenamiento considerando
25% de Q_m (RogerAgueroP., 1997)**

Dotación por número de habitantes (RogerAgueroP., 1997).

Dotación (habitantes)	Dotación(l/hab*/día)
Hasta 500	60
500-1000	60 - 80
1000-2000	80 - 100

Dotación por región (RogerAgueroP., 1997).

Región	Dotación(l/hab*/día)
Selva	70
Costa	60
Sierra	50

3 RESULTADOS

3.1 Pre-dimensionamiento de captación

En el diseño de la captación de ladera, se tomó en cuenta un caudal de 0.40 L/s para un periodo de diseño de 20 años. Con un ancho de pantalla de 0.70 m, la cual cuenta con dos orificios y una tubería de ingreso de 1.5 pulgadas en cada uno de los orificios, se determinó que una altura mínima de 0.10 metros para permitir la sedimentación de arena, considerando un diámetro de salida de 0.025 m.

Para asegurar la funcionalidad óptima de la infraestructura, se estableció una altura desde la canastilla hasta la lámina de agua de 0,3 m, con un desnivel entre la lámina de agua y el afloramiento de 0.1 metros. La altura de borde libre se fijó en 0,4 metros, con una altura total de 0.93 metros. Sin embargo, por consideraciones de diseño, se tomó una altura final de 1 metro, asegurando un margen adicional para posibles variaciones y contingencias.

En el proceso de dimensionamiento de la canastilla, se obtuvo una longitud de 0.15 m con 65 ranuras, cuyas dimensiones se establecieron en 7 mm de ancho y 5 mm de largo. Además, el diámetro de la canastilla se determinó en 2 pulgadas. Para determinar las tuberías de limpieza y rebose, se calcularon las tuberías correspondientes, resultando en tuberías de 1.5 pulgadas para ambas funciones.

Estas dimensiones y especificaciones detalladas no solo garantizan un funcionamiento eficaz de la captación de ladera, sino que también demuestran un enfoque meticuloso y preciso en la planificación y diseño, considerando factores críticos para la sedimentación, altura, y facilitando la operación y mantenimiento de la infraestructura.

Dimensiones de la Captación de ladera

Pre-dimensionamiento captación de ladera		
Ancho de la pantalla:		
Diámetro Tub. Ingreso (orificios)	1.5	pulgada
Número de orificios	2	orificios
Ancho de la pantalla	0.70	m
Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda:		
Longitud (L)=	1.24	m
Altura de la cámara húmeda:		
Altura total (Ht)=	1.00	m
Tubería de salida=	1.00	pulgada
Dimensionamiento de la canastilla:		
Diámetro de la Canastilla	2	pulgada
Longitud de la Canastilla	15.0	cm
Número de ranuras	65	ranuras
Tubería de rebose y limpia		
Tubería de Rebose	1.5	pulgada
Tubería de Limpieza	1.5	pulgada

3.2 Dimensionamiento de la conducción

La línea de conducción para transportar agua desde la captación de ladera hasta el tanque de almacenamiento en el barrio Virgen de Lourdes prevé con una tubería de diámetro nominal de 1 pulgada. Se calculo la pendiente de la tubería la cual tiene una longitud de 5 m, con los datos de la cota de la tubería de salida de la captación 1598,69 msnm, y la cota de la tubería al llegar al tanque es de 1598,6 msnm, resulta en una pendiente del 2%, que cumple con los parámetros de diseño. Se aplicó las pérdidas de carga 0.027. Se conoce la pérdida de carga y la cota del nivel de agua en la captación 1599.10 msnm, se determinó la cota piezométrica, que a su vez permitió obtener los valores de presión de 0.36m, El flujo de agua a través de la tubería es de velocidad de 0.7 m/s se encuentra dentro de los límites de diseño. Los resultados detallados se encuentran en la Tabla 8.

Dimensiones de la conducción

TRAMO	LONGITUD L (m)	CAUDAL Qmd (l/s)	COTA DEL TERRENO		DESNIVEL DEL TERRENO (m)	PERDIDA CARGA UNIT. DISPONIBLE hf (m/m)	DIAM. CALC. D (Pulg.)
			INICIAL (m.s.n.m)	FINAL (m.s.n.m)			
TRAMO CAPTACION LADERA							
1	5.000	0.38	1598.690	1598.600	0.09	0.018000	1.1

DIAM. COMER. D (Pulg.)	VELOC. V (m/s)	PERDIDA CARGA UNITARIA hf1 (m/m)	PERDIDA CARGA tramo Hf1, Hf2 (m/m)	COTA PIEZOM.		PRESIÓN FINAL (m)	PENDIENTE (s)
				INICIAL (m.s.n.m)	FINAL (m.s.n.m)		
1	0.70	0.027019	0.14	1599.10	1598.96	0.36	2%

3.3 Dimensionamiento del almacenamiento

Se tomó la proyección de la población futura, estimada en 457 habitantes, y la dotación específica para la región de 50 L/hab*/día para obtener el caudal promedio anual (Qm). Este proceso de dimensionamiento se basa en la información proporcionada en las tablas 3 y 4, las cuales guían la adaptación de la capacidad del tanque a las necesidades proyectadas y a las características de la zona. Se aplicó la ecuación 34 para obtener el volumen del tanque de almacenamiento considerando el 25% de Qm.

El tanque de almacenamiento se situará a 2m y tendrá un volumen de 6 m³ con forma de paralelepípedo. Sus dimensiones específicas incluyen una base de 2.1 m, una altura total de 1.4 m y una altura útil de 1.1 m, lo que se traduce en un borde libre de 0.3 m.

Dimensiones del almacenamiento

Volumen tanque de almacenamiento	6	m ³
Base	b	2.1 m
Altura útil	h	1.1 m

Altura libre	bl	0.3	m
Altura total	H	1.4	m
Volumen	V	6.2	m

Implantación

Los resultados del diseño de la captación y el tanque de almacenamiento se obtuvieron en diversas etapas. A continuación, se presentan dichos resultados;

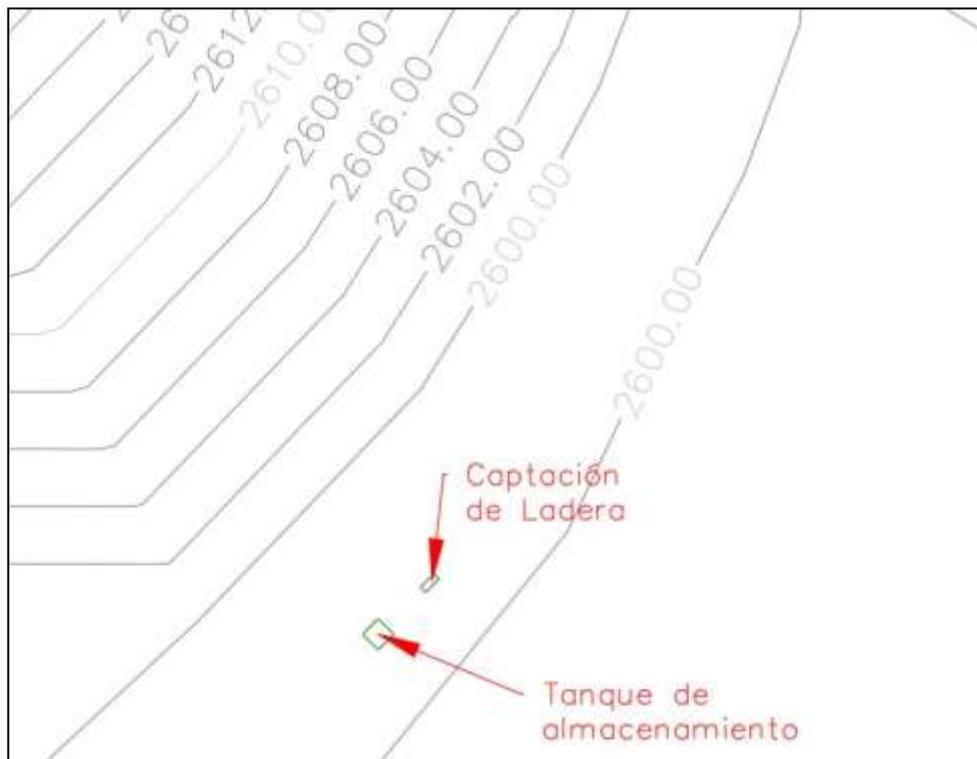


Figura 9. Implantación general del proyecto

Presupuesto

El presupuesto referencial incluye todos los conceptos, precios unitarios, cantidades de obra y costo total de cada elemento necesario para llevar a cabo la implementación del proyecto en el terreno designado con un valor total de \$ 3192 dólares americanos, cabe mencionar que los valores más elevados corresponden al hormigón para muros y columnas F'C=210KG/CM2 con valores de \$ 1075 en el tanque de almacenamiento y \$ 1010 dólares americanos en la captación del manantial, en el anexo II se detallan los montos.

Se elaboró el presupuesto utilizando los rubros especificados por el portal de compras públicas, que incorporan costos indirectos del 25%. Para las actividades de movimiento y desalojo de tierras en el proyecto, se consideró la utilización exclusiva de mano de obra local, con el objetivo de reducir la cantidad de presupuesto necesario para la ejecución en campo. Los accesorios que no estaban incluidos en la lista de rubros del portal de compras públicas se identificaron mediante búsquedas en la sección de ofertas, seleccionando la opción de menor valor.

4 CONCLUSIONES

- La recolección de puntos georreferenciados en el terreno facilitó una mejor comprensión y dimensionamiento de la captación de ladera, así como de la conducción y almacenamiento del agua. Estos datos resultaron fundamentales para realizar un análisis preciso de la red de conducción
- El presupuesto referencial fue elaborado mediante la recopilación de datos derivados de la creación de planos en el programa Civil 3D, considerando las cantidades de tierra a ser removidas y siguiendo las categorías establecidas por Compras Públicas.
- En relación con los presupuestos, se logró un ahorro significativo al tomar la decisión de no utilizar maquinaria para la ejecución del proyecto, manteniendo un presupuesto total de \$3,192.12 dólares americanos.
- Los planos fueron diseñados considerando la proyección de la población futura, estimada en 457 habitantes, utilizando el método geométrico. Esta proyección se basó en la tasa de crecimiento establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) de la parroquia La Merced, con un periodo de diseño de 20 años, dado la zona es rural.

5 RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar el mantenimiento válvulas de compuerta en las tuberías de desagüe y limpieza, considerando que estas conducciones desembocan en una quebrada. Esta medida se propone para prevenir la contaminación del líquido, especialmente durante periodos de lluvias intensas cuando el caudal en la quebrada puede aumentar. La instalación de válvulas de compuerta ayudará a controlar el flujo de agua, evitando

que el líquido proveniente de la quebrada entre a las obras hidráulicas por medio de tuberías de desagüe y limpieza se mezcle con el agua de la captación.

- Es importante realizar la protección del afloramiento y agregar el material granular que se especifica en los planos para una correcta captación del manantial además es necesario agregar un perímetro de protección y cunetas para evitar inundaciones si existen lluvias intensas
- Es fundamental llevar a cabo la protección del afloramiento mediante la implementación de material granular detallado en los planos, garantizando así una captación adecuada del manantial. Además, se recomienda establecer un perímetro de protección junto con la instalación de cunetas para prevenir inundaciones en caso de lluvias intensas. Estas medidas son importantes para tener un rendimiento óptimo de la captación del manantial, al mismo tiempo minimiza el riesgo de inundaciones durante condiciones climáticas adversas.
- Para el mantenimiento de la captación de ladera, es necesario realizar inspecciones regulares, asegurándose de que el cono de rebose se encuentre en posición vertical y sin anomalías. También se debe verificar la ausencia de fugas en la cámara seca. En caso de ser necesario una reparación, se procederá a retirar el cono de rebose y cerrar la válvula de compuerta. Además, es fundamental realizar giros de un cuarto (1/4) de vuelta en sentido izquierdo y derecho en las válvulas para evitar que se endurezcan. Estas prácticas de mantenimiento contribuyen al correcto funcionamiento y prolongan la vida útil de la infraestructura de captación de ladera.
- Para llevar a cabo la limpieza de la cámara húmeda, es esencial seguir los siguientes pasos: primero, cerrar la válvula de compuerta y desconectar el cono de rebose. Después, limpiar el fondo eliminando sedimento acumulado en el fondo de la cámara. Para desinfectar, se recomienda utilizar cloro sólido (hipoclorito de calcio al 30-35%). En un balde con 10 litros de agua, disolver seis (6) cucharadas grandes de hipoclorito de calcio al 30-35%. Con esta solución, frotar los accesorios, paredes internas y el piso de la cámara húmeda utilizando un trapo. Estos pasos garantizan una limpieza efectiva y una desinfección adecuada de la infraestructura.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agüero, R. (2004). *GUÍA PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE MANANTIALES*. Lima: Organización Panamericana de la salud.

Carvajal, L. (2006). *Metodología de la Investigación Científica. Curso general y aplicado* (28 ed.). Santiago de Cali: U.S.C.

D.M.Q, G. P. (2015). *ACTUALIZACIÓN PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*.

Fundación Ayuda en Acción Ecuador. (2015). *Fundación Ayuda en Acción*. Obtenido de Fundación Ayuda en Acción: <https://ayudaenaccion.ec/blog/agua/agua-en-zonas-rurales/>

Morales, F. A. (2015). *Abastecimiento de Agua Potable para Comunidades Rurales*. Machala: UTMACH.

NEC. (1 de Octubre de 2023). *Instituto nacional de estadística y censos*. Obtenido de Instituto nacional de estadística y censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>

Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento, Navegación, y Cronometría por Satélite. (14 de Enero de 2016). *GPS.gov*. Obtenido de GPS.gov: <https://www.gps.gov/spanish.php>

RogerAgueroP. (1997). *Agua Potable Para Poblaciones Rurales*. Lima: SER.

7 ANEXOS

ANEXO II. Presupuesto Referencial

ANEXO III. Plano captación de ladera

ANEXO III Plano Tanque de almacenamiento

ANEXO IV Perfil longitudinal captación – almacenamiento

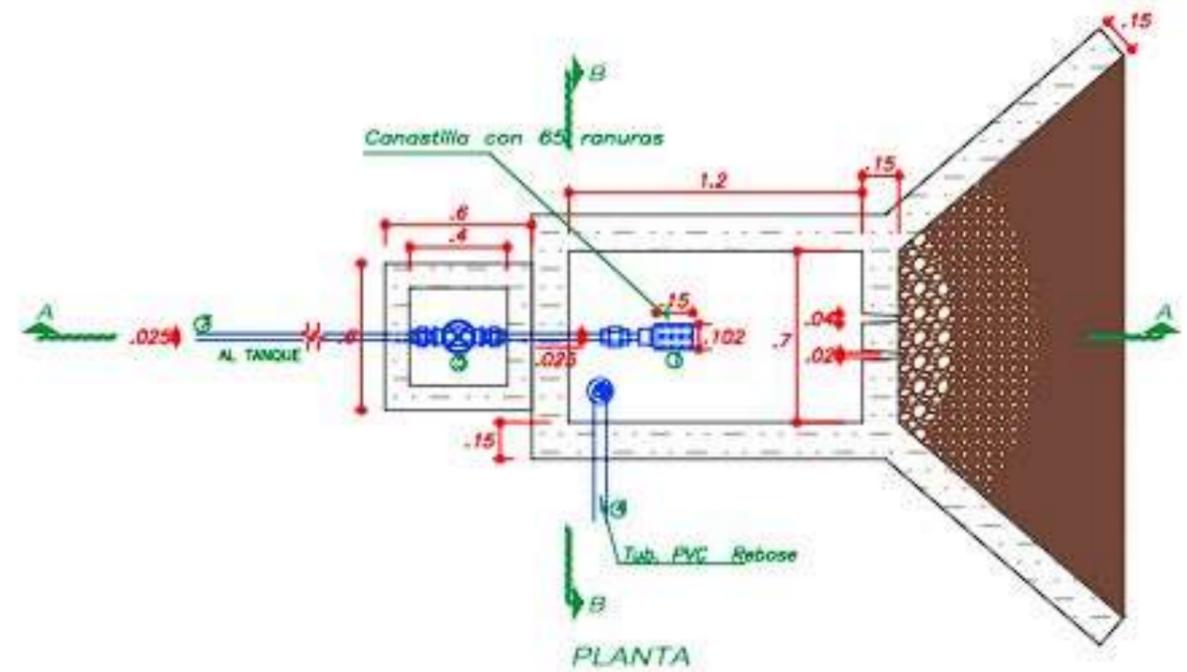
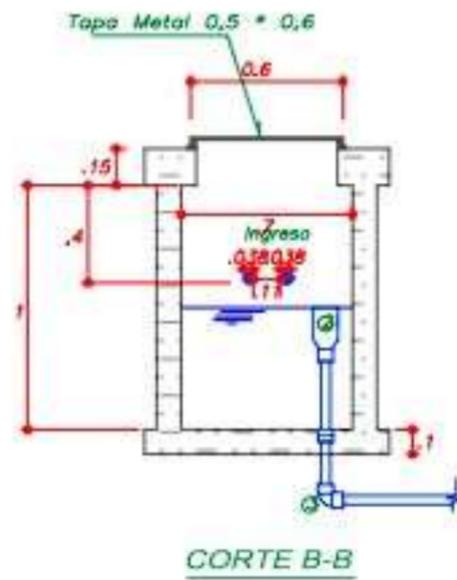
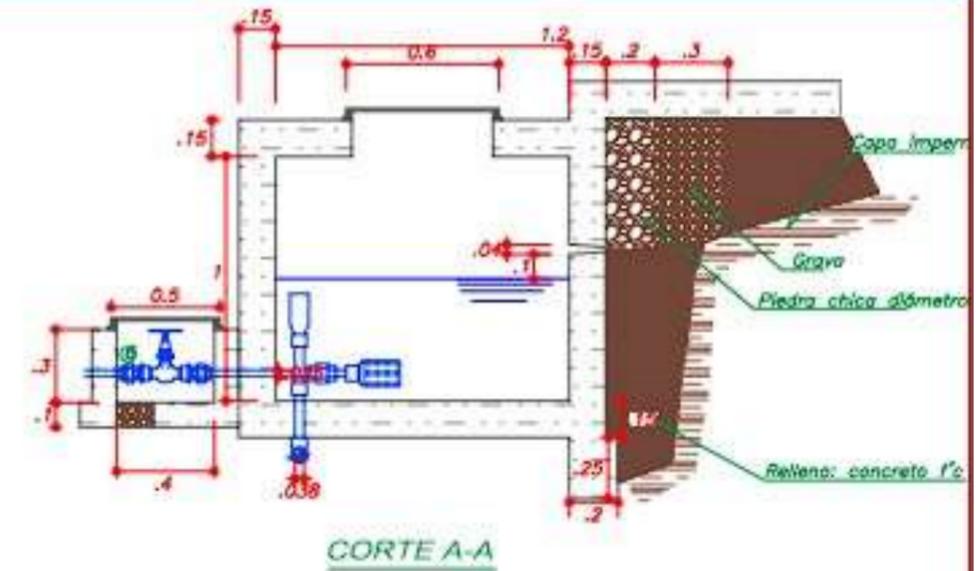
ANEXO I

PRESUPUESTO DE CAPTACIÓN CONDUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO				
RUBRO	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Captación de ladera				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	3	\$ 1.26	\$ 3.78
Replanteo y nivelación	m2	3	\$ 3.20	\$ 9.60
Excavación a cielo abierto a mano	m3	18	\$ 12.62	\$ 227.16
Hormigón de muros y columnas F'C=210KG/CM2	m3	4.7	\$ 215.04	\$ 1,010.69
Tubería PVC 63mm U/Z 1.25 Mpa.	m	1	\$ 6.93	\$ 6.93
Tubería roscable PVC 25mm	m	3	\$ 5.15	\$ 15.45
Tubería roscable PVC 40mm	m	2	\$ 7.31	\$ 14.62
Canastilla de aluminio	u	1	\$ 9.78	\$ 9.78
Codo roscable PVC 40mm	m	1	\$ 6.74	\$ 6.74
Válvula metálica de compuerta	u	1	\$ 26.26	\$ 26.26
Tapa metálica de tol pintado 1-16 - 60 CM]	m	2	\$ 29.17	\$ 58.34
Conducción				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	5	\$ 1.26	\$ 6.30
Replanteo y nivelación	m2	7	\$ 3.20	\$ 22.40
Excavación a cielo abierto a mano	m3	2	\$ 12.62	\$ 25.24
Tubería roscable PVC 25mm	m	5	\$ 5.15	\$ 25.75
Tanque de almacenamiento				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	6	\$ 1.26	\$ 7.56
Replanteo y nivelación	m2	6	\$ 3.20	\$ 19.20
Excavación a cielo abierto a mano	m3	16	\$ 12.62	\$ 201.92
Hormigón de muros y columnas F'C=210KG/CM2	m3	5	\$ 215.04	\$ 1,075.20
Tubería roscable PVC 40mm	m	2	\$ 7.31	\$ 14.62
Tapa metálica de tol pintado 1-16 - 60 CM]	m	2	\$ 29.17	\$ 58.34
Codo roscable PVC 40mm	m	1	\$ 6.74	\$ 6.74
Mampostería				
mampostería de hormigón 2 e=15cm incluye filos, cuadrada de boquetes y remates	m3	9.7	\$ 35.00	\$ 339.50
Total				\$ 3,192.12
PRESUPUESTO DE CAPTACIÓN CONDUCCIÓN Y ALMACENAMIENTO				
RUBRO	UNIDADES	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Captación de ladera				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	3	\$ 1.26	\$ 3.78
Replanteo y nivelación	m2	3	\$ 3.20	\$ 9.60
Excavación a cielo abierto a mano	m3	18	\$ 12.62	\$ 227.16

Hormigón de muros y columnas F'C=210KG/CM2	m3	4.7	\$ 215.04	\$ 1,010.69
Tubería PVC 63mm U/Z 1.25 Mpa.	m	1	\$ 6.93	\$ 6.93
Tubería roscable PVC 25mm	m	3	\$ 5.15	\$ 15.45
Tubería roscable PVC 40mm	m	2	\$ 7.31	\$ 14.62
Canastilla de aluminio	u	1	\$ 9.78	\$ 9.78
Codo roscable PVC 40mm	m	1	\$ 6.74	\$ 6.74
Válvula metálica de compuerta	u	1	\$ 26.26	\$ 26.26
Tapa metálica de tol pintado 1-16 - 60 CM]	m	2	\$ 29.17	\$ 58.34
Conducción				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	5	\$ 1.26	\$ 6.30
Replanteo y nivelación	m2	7	\$ 3.20	\$ 22.40
Excavación a cielo abierto a mano	m3	2	\$ 12.62	\$ 25.24
Tubería roscable PVC 25mm	m	5	\$ 5.15	\$ 25.75
Tanque de almacenamiento				
Limpieza y desbroce sin desalojo	m2	6	\$ 1.26	\$ 7.56
Replanteo y nivelación	m2	6	\$ 3.20	\$ 19.20
Excavación a cielo abierto a mano	m3	16	\$ 12.62	\$ 201.92
Hormigón de muros y columnas F'C=210KG/CM2	m3	5	\$ 215.04	\$ 1,075.20
Tubería roscable PVC 40mm	m	2	\$ 7.31	\$ 14.62
Tapa metálica de tol pintado 1-16 - 60 CM]	m	2	\$ 29.17	\$ 58.34
Codo roscable PVC 40mm	m	1	\$ 6.74	\$ 6.74
Mampostería				
mampostería de hormigón 2 e=15cm incluye filos, cuadrada de boquetes y remates	m3	9.7	\$ 35.00	\$ 339.50
Total				\$ 3,192.12

ANEXO II

UBICACIÓN GEORREFERENCIADA DE CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO		
NOMBRE	COORDENADAS (UTM-WGS84)	COTA (m)
MANANTIAL	17N N9968225 E788597	2600
ALMACENAMIENTO	17N N9968221 E788593	2600



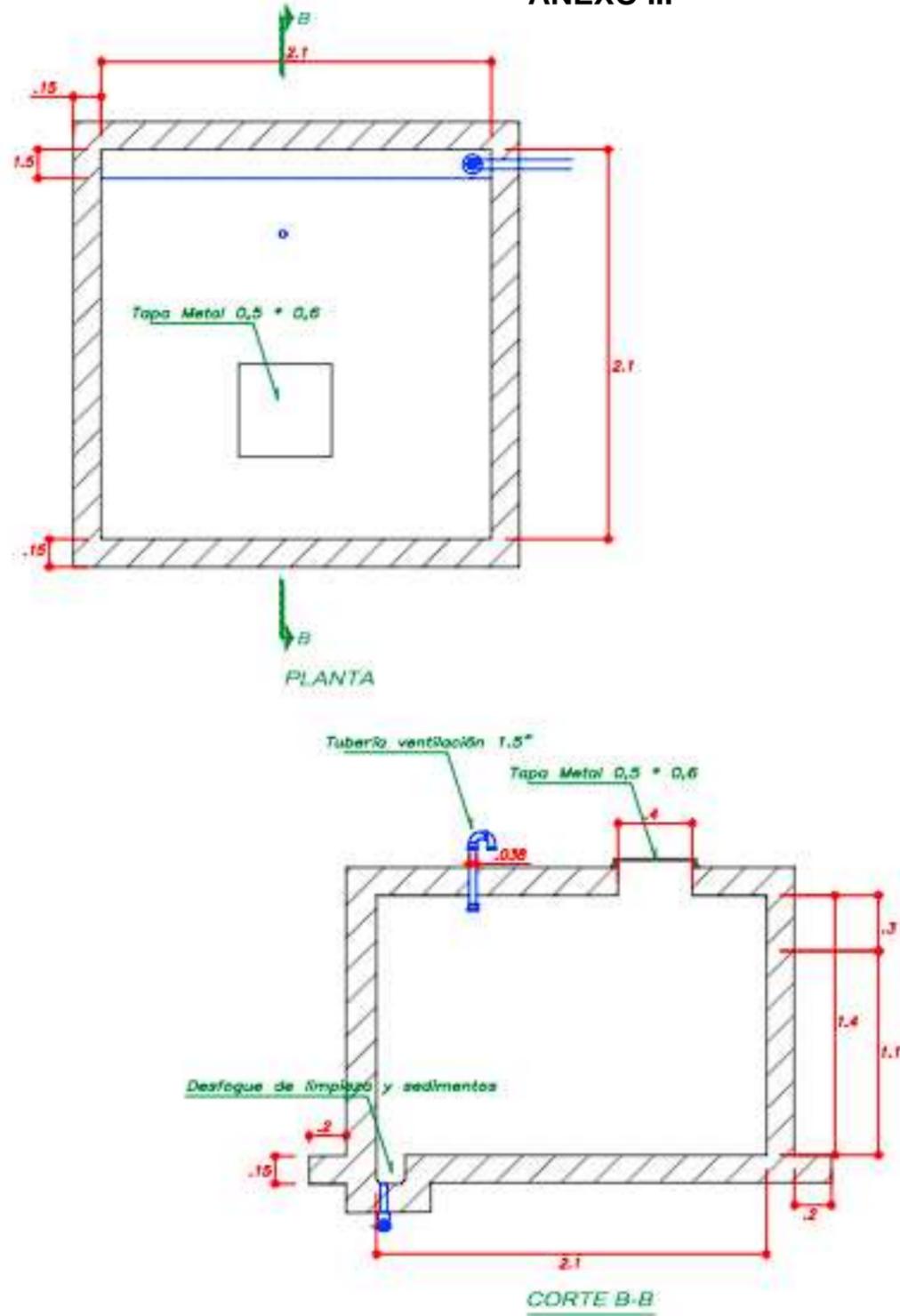
CUADRO DE ACCESORIOS

N°	ACCESORIO	CANT.	UNID.
SALIDA			
1	Canastilla PVC	01	2"
LIMPIEZA Y REBOSE			
2	Cona de Rebose	01	3"
3	Codo PVC SAP 90°	01	1.5"
4	Tubería de rebose	01	1.5"
VÁLVULAS			
5	Válvula compuerta	01	1.5"
6	Union	02	1.5"
CONDUCCIÓN			
7	Tubería de PVC	01	1.5"

72

	EPN	ESFOT - CARRERA DE AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL	
DIEGO ANDRES MARTÍNEZ CASTRO	ESCALA 1:1.20		
CAPTACIÓN DE LADERA	Número de plano 1	Fecha:	21/01/24

ANEXO III

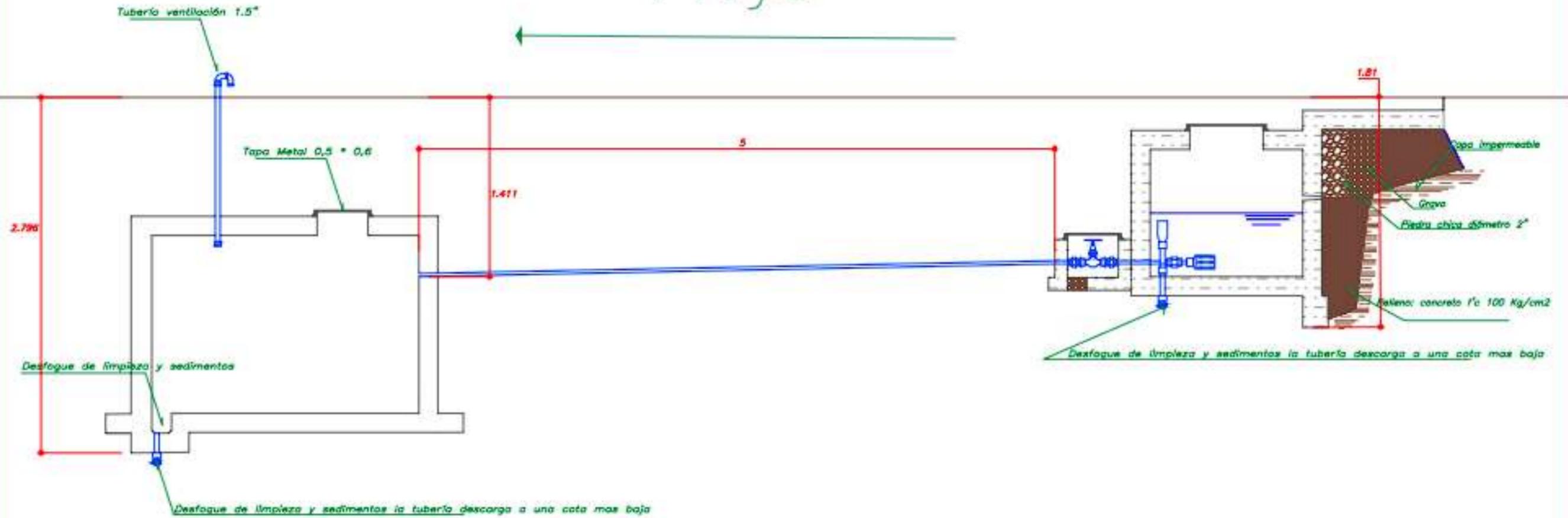


73

EPN	ESFOT – CARRERA DE AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL	
DIEGO ANDRES MARTÍNEZ CASTRO	ESCALA 1:1.20	
TANQUE ALMACENAMIENTO	Número de plano 2	Fecha: 21/01/24

ANEXO IV

Flujo



74

	EPN	ESFOT - CARRERA DE AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL	
DIEGO ANDRES MARTÍNEZ CASTRO	ESCALA 1:1.20		
PERFIL LONGITUDINAL CAPTACIÓN-ALMACENAMIENTO	Número de plano 3	Fecha:	21/01/24

