

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGAS EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

Jhenifer Paola Guamán Taco

jhenifer.guamán@epn.edu.ec

Sandy Paola Paucar Lema

sandy.paucar@epn.edu.ec

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA, MSC.

sandra.panchi@epn.edu.ec

CODIRECTOR: ING. CESAR NARVÁEZ, MSC.

cesar.narvaez@epn.edu.ec

Quito, enero 2022

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue desarrollado por las Srtas. Guamán Taco Jhenifer Paola y Paucar Lema Sandy Paola como requerimiento parcial a la obtención del título de Tecnólogas en Agua y Saneamiento Ambiental bajo nuestra supervisión:



**Ing. Sandra Patricia
Panchi Jima, MSc**

DIRECTORA DEL
PROYECTO

Ing. Cesar Narváez, MSc.

CODIRECTOR DEL PROYECTO

DECLARACIÓN

Nosotras Guamán Taco Jhenifer Paola con CI: 1750397190 y Paucar Lema Sandy Paola con CI: 1726602723 declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi/nuestra autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

Sin perjuicio de los derechos reconocidos en el primer párrafo del artículo 144 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos. Creatividad e Innovación – COESC-. somos titulares de la obra en mención y otorgamos una licencia gratuita. intransferible y no exclusiva de uso con fines académicos a la Escuela Politécnica Nacional.

Entregamos toda la información técnica pertinente, en caso de que hubiese una explotación comercial de la obra por parte de la EPN, se negociará los porcentajes de los beneficios conforme lo establece la normativa nacional vigente.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Jhenifer D'.

Jhenifer Paola Guamán Taco

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Sandy Paucar'.

Sandy Paola Paucar Lema

DEDICATORIA

Dedicatoria de Jhenifer Guamán

El presente proyecto se la dedico a Dios y mi familia por ser mi guía y fuerza en todo el proceso para lograr el objetivo deseado.

A mis padres Luis Guamán y Fanny Taco. quienes son mi soporte, fuerza e impulso a conseguir cada una de las metas propuesta a lo largo de los años; por su amor, trabajo y sacrificio me siento tan afortunada de tenerlos y compartir con ellos este paso importante en mi vida.

A mis hermanos Wendy Guamán y Erick Guamán. quienes con acompañamientos, risas y apoyo incondicional han logrado que no decaiga en cada paso que he dado y darme el suficiente ánimo para levantarme y continuar.

En memoria de Juan Carlos Tituaña, quién me animó a seguir con paso firme en el transcurso de la carrera. con sus consejos y ánimos a no tirar la toalla después de haber dado un paso más. La fuerza y fe de Juan Carlos me dio un nuevo significado de luchar por lo que uno se propone. Se enfrentó valiente a su muerte. ahora lo único que puedo decir es: gracias por su apoyo.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento de Jhenifer Guamán

Agradezco a Dios gracias por guiarme e iluminar cada paso que doy en el transcurso de mi vida y saber colocar en boca las palabras correctas para expresarme y dar a conocer mis descontentos.

De la misma manera a mis padres Luis Guamán y Fanny Taco que fueron los que impulsaron a que termine la carrera, por estar pendientes de mi progreso y aprendizaje. ser ese impulso para continuar y no dejar a medio terminar lo que había empezado. Les agradezco por su tiempo invertido en mí, por los consejos y preguntas que en su determinado tiempo me ayudaron a despejar dudas.

Así como a mis hermanos Wendy Guamán y Erick Guamán que con risas me animaron a continuar en todo este camino que con esta tesis finaliza mi recorrido. Por haberme dado mi espacio de estudio y brindarme una mano cuando más lo necesité. Y por considerarme su ejemplo a seguir, demostrándoles que los sueños y metas que uno se coloca en la vida se cumplen.

A mi tutora de tesis Ing. Sandra Panchi, por su dedicación, empeño y esfuerzo a que este proyecto siga su curso y no se quede estancado, por sus consejos, la confianza brindada a lo largo de su enseñanza incluyendo su paciencia. Por su aprecio, consideración y cariño, muchas gracias por ser mi guía.

Mi compañera de tesis Sandy Paucar, por ser partícipe de este proyecto, al compartir noches y días interminables para lograr un sueño en común. Pese a todas las dificultades y altercados en el transcurso sé que ha sido un apoyo ilimitado.

Finalmente, a todos los ingenieros de la carrera de Agua y Saneamiento Ambiental, mi más grande agradecimiento por estar abiertos a dejarnos todo su conocimiento, estar dispuestos a ayudar y dar consejos cuando uno más los necesita y sobre todo crear ese ambiente de confianza sano entre alumno y maestro.

DEDICATORIA

Dedicatoria de Sandy Paucar

Este proyecto de titulación va dedicado en primer lugar a mis padres, Emma Lema y Danilo Paucar quienes con todo su cariño, esfuerzo y dedicación han hecho de mí una persona de bien ellos me han acompañado en el transcurso de toda mi carrera, mis padres han sido mi motivación para culminar con mis estudios.

A mis hermanos Eric y Mickaela que son mi motivo para continuar superándome cada día porque soy su ejemplo para seguir por quienes me esfuerzo cada día por ser mejor.

A mi querido ñaño Diego y mi abuelito, mis angelitos que me acompañan desde el cielo y me iluminan en cada paso que doy para seguir adelante con todas las metas a cumplir.

A mi abuelita Esther quien con todo su amor siempre ha estado para mí con ese cariño incondicional guiándome y cuidándome en el transcurso de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento de Sandy Paucar

Agradezco a Dios y a la Virgencita por permitirme culminar mis estudios y guiar mi camino y darme unos excelentes padres que sin ellos no estaría logrando convertirme en una profesional.

Agradezco a mis padres que son un ejemplo a seguir porque ellos me han enseñado que con esfuerzo todo se puede lograr y que todo en su momento tiene su recompensa ellos son los pilares fundamentales en mi vida.

A mi Eric quien ha sido un apoyo incondicional en todo momento para mí, sus palabras de motivación y preocupación han hecho que cada día sea mejor en todo lo que me propongo, gracias por estar siempre en lo bueno y lo malo.

A mi pequeña Mickaela que con todo ese cariño incondicional me impulsa a seguir adelante y no rendirme.

Jheni a ti mi compañera de tesis quien me acompañó en las noches de desvelo y que las dos como un buen equipo hemos salido de todos los conflictos que encontramos en nuestro proyecto por todo el ánimo y el compromiso que cada una puso en el proyecto.

A los docentes de la ESFOT quienes nos formaron para ser unos profesionales compartiendo su conocimiento durante toda la carrera

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción	1
1.1	Objetivo general.....	1
1.2	Objetivos específicos	1
1.3	Alcance.....	2
1.4	Fundamentos teóricos	2
1.4.1	Fuentes de abastecimiento	2
1.4.2	Sistema de abastecimiento	2
1.4.3	Muestreo.....	3
1.4.4	Calidad de agua.....	4
1.4.5	Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos	4
1.4.6	Índice de la calidad del agua (ICA)	7
1.4.7	Programas de diseño y simulación hidráulica.	8
2	Metodología.....	9
2.1	Localización geográfica de la vertiente y zona de estudio.....	9
2.1.1	Ubicación.....	9
2.1.2	Visita de Campo	10
2.1.3	Levantamiento topográfico.....	11
2.2	Muestreo, Caracterización de agua y su Índice de Calidad.....	11
2.2.1	Plan de muestreo.....	11
2.2.2	Medición de parámetros <i>in situ</i>	15
2.2.3	Medición de parámetros en el laboratorio de la ESFOT y el CICAM.	16
2.2.4	Índice de la calidad de agua	18
2.2.5	Normativa Aplicada.....	20
2.3	Pre-Diseño del sistema de abastecimiento	20
2.3.1	Captación	20
2.3.2	Diseño y dimensionamiento de la captación	21
2.3.3	Línea de Conducción	25
2.3.4	Dimensionamiento de zanja.....	26

2.3.5	Desinfección	27
2.3.6	Tanque de almacenamiento.....	28
2.3.7	Modelación en el Sistema Hidráulico EPANET	29
2.3.8	Diseño de planta y perfil del sistema de abastecimiento en AutoCAD	29
2.3.9	Presupuesto del proyecto	29
2.4	Socialización del proyecto.....	29
3	Resultados y Discusión.....	30
3.1	Localización del proyecto.....	30
3.2	Calidad el agua.....	30
3.2.1	Análisis de resultados con TULSMA	32
3.2.2	Análisis de Resultados con la Norma INEN 11081	33
3.2.3	Parámetros fisicoquímicos	34
3.2.4	Parámetros microbiológicos.....	41
3.2.5	Cálculo del ICA.....	42
3.3	Prediseño del sistema de abastecimiento	43
3.3.1	Cálculos para el diseño y dimensionamiento de la captación.....	43
3.3.2	Cálculo de la tubería de rebose y limpieza.....	47
3.3.3	Cálculos hidráulicos de la Línea de Conducción	47
3.3.1	Dimensionamiento de zanja.....	48
3.3.1	Proceso de desinfección	48
3.3.2	Dimensionamiento del tanque de almacenamiento	49
3.3.3	Resultados de simulación en EPANET	49
3.3.4	Planos de planta y perfil del sistema de abastecimiento en AutoCAD.....	52
3.3.5	Presupuesto Rubros Proyecto	52
3.4	Socialización del Proyecto	54
4	Conclusiones y Recomendaciones	55
4.1	Conclusiones	55
4.2	Recomendaciones	56
5	Referencias Bibliográficas.....	57

ANEXOS.....	i
Anexo 1: Mapa cartográfico de la zona de estudio.....	ii
Anexo 2: Resultados del CICAM.....	iv
Anexo 3: Límites máximos permisibles tulsma.....	ix
Anexo 4: Límites máximos permisibles inen 1108.....	xi
Anexo 5: Perfil del Proyecto.....	xiii
Anexo 6: Planos de la captación.....	xv
Anexo 7: Planos del tanque de almacenamiento.....	xxiii
Anexo 8: Zanja.....	xxvii
Anexo 9: Memoria Técnica	xxix

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa Cartográfico de la zona.....	9
Figura 2: Vertiente	10
Figura 3: Sistema de captación improvisado	10
Figura 4: Ubicación de la vertiente con GPS.....	11
Figura 5: Localización de puntos de muestreo	12
Figura 6 Rotulado de muestra	15
Figura 7 Distribución de orificios. vista frontal.....	23
Figura 8 Dimensiones de canastilla.....	24
Figura 9 Dimensiones de zanja	27
Figura 10 Valores de K para remoción del 95 al 99%.....	28
Figura 11 Gráfica de resultados pH en 1 y 2	34
Figura 12 Gráfica de resultados turbidez de 1 y 2	34
Figura 13 Gráfica de resultados OD de 1 y 2	35
Figura 14 Gráfica de resultados DQO de 1 y 2.....	35
Figura 15 Gráfica de resultados manganeso de 1 y 2	36
Figura 16 Gráfica de resultados hierro total de 1 y 2	36
Figura 17 Gráfica de resultados fosfatos de 1 y 2	37
Figura 18 Gráfica de resultados sulfatos de 1 y 2.....	37
Figura 19 Gráfica de resultados nitratos de 1 y 2	38
Figura 20 Gráfica de resultados nitritos de 1 y 2	38
Figura 21 Gráfica de resultados de 1 y 2.....	39
Figura 22 Gráfica de resultados dureza de 1 y 2	39
Figura 23 Gráfica de resultados DBO de 1 y 2	40
Figura 24 Gráfica de resultados conductividad de 1 y 2	40
Figura 25 Gráfica de resultados temperatura de 1 y 2.....	41
Figura 26 Gráfica de resultados Coliformes Totales de 1 y 2	41
Figura 27 Gráfica de resultados coliformes fecales de 1 y 2.....	42
Figura 28 Simulación Línea de Conducción EPANET	50
Figura 29 Perfil Longitudinal de las Cota	51
Figura 30 Perfil Longitudinal de las Alturas	51
Figura 31 Perfil Longitudinal de Presión - conexiones	52
Figura 32 Presentación del proyecto vía Zoom	54
Figura 33 Presentación de la ubicación del proyecto.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación del ICA propuesto por Brown	8
Tabla 2 Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos a considerar	12
Tabla 3 Equipos para los Análisis	13
Tabla 4 Preservación de las Muestras.....	14
Tabla 5 ICA Condiciones de Cálculo	19
Tabla 6 Coordenadas geográficas de la zona.....	30
Tabla 7 Resultados in situ	30
Tabla 8 Resultados laboratorio de la ESFOT.....	31
Tabla 9 Resultados del CICAM.....	31
Tabla 10 Comparación de resultados con los límites máximos permisibles de TULSMA....	32
Tabla 11 Comparación de resultados con los límites máximos permisibles INEN.....	33
Tabla 12 ICA global calculado	43
Tabla 13 Cálculos hidráulicos de todos los tramos	50
Tabla 14 Resultados de Longitud, Diámetro Caudal en EPANET	51
Tabla 15 Presupuesto del diseño preliminar	53

RESUMEN

El presente proyecto se encamina en el desarrollo de una propuesta técnica de un sistema de abastecimiento de agua para la Finca Balseca, ubicada en la parroquia Jijón y Caamaño, cantón Mira, por medio de un estudio de la zona, caracterización de agua, diseño de la captación, línea de aducción y almacenamiento, finalizando con la socialización del proyecto.

Mediante una visita de campo se realizó el levantamiento de datos topográficos por medio de un GPS, donde se obtuvo información georreferenciada de todo el sistema de agua improvisado por el dueño de la finca; de este modo en Google Earth Pro, se determinó la ubicación exacta para crear un mapa cartográfico en QGIS.

Para determinar el índice de calidad del agua en la vertiente y el punto de servicio, se realizó un análisis in situ, luego proceder con la recolección de muestras, que fueron trasladadas al laboratorio de la ESFOT y el CICAM, para establecer si la calidad de agua es apta para el consumo humano.

Las coordenadas geográficas obtenidas se cargaron al programa Civil 3D con un formato propio del mismo, EPACAD sirvió de nexo para crear un archivo compatible con EPANET y obtener la simulación del sistema de abastecimiento.

En AutoCAD se realizó el diseño de los planos de captación, zanja y tanque de almacenamiento, de eso se desprende la elaboración del presupuesto. Para finalmente ser presentado al dueño de la Finca Balseca mediante una socialización.

Palabras claves: EPANET, AutoCAD, Civil 3D, captación, presupuesto, índice de calidad del agua.

ABSTRACT

The present project is focused on the development of a technical proposal for a water supply system for the Balseca Farm, located in the parish of Jijón y Caamaño, Canton Mira, through a study of the area, water characterization, design of the catchment, adduction line and storage, ending with the socialization of the project.

By means of a field visit, topographic data was collected using a GPS, where georeferenced information was obtained for the entire water system improvised by the owner of the farm; in this way, the exact location was determined in Google Earth Pro to create a cartographic map in QGIS.

To determine the water quality index in the spring and the service point, and in situ analysis was performed, then proceed with the collection of samples, which were transferred to the laboratory of ESFOT and CICAM, to establish whether the water quality is suitable for human consumption.

The geographic coordinates obtained were uploaded to the Civil 3D program with its own format, EPACAD served as a link to create a file compatible with EPANET and obtain the simulation of the supply system.

In AutoCAD, the design of the catchment, ditch, and storage tank plans was carried out, from which the budget was prepared. Finally, it was presented to the owner of Finca Balseca through socialization.

KEYWORDS: EPANET, AutoCAD, Civil 3D, catchment, budget, water quality index.

1 INTRODUCCIÓN

El agua es elemento vital para el desarrollo sostenible, socioeconómico, energía, alimentos y ecosistema. Un 70% de la superficie terrestre es agua, del cual solo un 2% es agua dulce apta para el consumo humano, distribuida en aguas superficiales y subterráneas. Alrededor de 2100 millones de habitantes no tienen acceso al agua potable, un derecho humano que se ve afectado debido a la escasez del recurso hídrico o al difícil acceso. (Borderías, 2010)

Ecuador es considerado como un país rico en recursos hídricos, pero debido al uso inadecuado, se ha puesto en riesgo la disponibilidad de agua por la sobrepoblación. El consumo promedio de agua es 249 litros por persona/día mayor al recomendado por la OMS, la contaminación y derroche ha provocado que conforme pasa el tiempo el recurso hídrico se agote. (Alarcón, 2018)

La calidad del agua es esencial en el medio hídrico, debido a que diversos factores pueden deteriorarla. Es fundamental asegurar que el agua sea segura o potable según las normas de calidad, conforme a los límites permisibles recomendados por el TUSLMA y la Norma INEN 1108, para evitar en la población enfermedades por una mala calidad del agua.

Un sistema de abastecimiento se encarga de captar, conducir, almacenar y distribuir el agua desde fuentes naturales hasta los diferentes puntos de consumo. La calidad de suministro debe cumplir con normas y regularizaciones vigentes para garantizar un correcto funcionamiento. (Cardenas Jaramillo & Patiño Guaraca, 2010)

Por lo tanto, el proyecto se basa en la propuesta técnica del diseño de un sistema de abastecimiento en la Finca Balseca, la cual se encuentra ubicada en la Parroquia Jijón y Caamaño, Cantón Mira; debido a que en la actualidad los propietarios del inmueble no cuentan con un sistema adecuado para abastecerse de agua.

1.1 Objetivo general

Plantear una propuesta técnica para el desarrollo de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de una vertiente ubicada en la residencia Balseca, barrio San Francisco de las tablas parroquia Jijón y Caamaño, Cantón Mira.

1.2 Objetivos específicos

1. Determinar la localización geográfica de la vertiente y zona de estudio.
2. Caracterizar el agua proveniente de la vertiente y su índice de calidad.

3. Realizar el diseño preliminar del sistema de abastecimiento de agua.
4. Socializar la propuesta técnica del prediseño del sistema de abastecimiento de agua.

1.3 Alcance

El presente proyecto no sólo desarrollará una propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento de agua para la Finca Balseca, también dará solución a la calidad de agua para el consumo humano, el sistema proporcionará facilidad de uso y mantenimiento para que fincas aledañas puedan implementar un sistema de abastecimiento de calidad y seguro, precautelando la salud de los habitantes.

1.4 Fundamentos teóricos

1.4.1 Fuentes de abastecimiento

Alrededor del plantea existen diversas fuentes de abastecimiento que forman el principal recurso de suministro para satisfacer necesidades y actividades de uso. Consideradas en su gran mayoría como aguas crudas debido a que son de origen natural y no han sido sometidas a ningún proceso de tratamiento para su uso y consumo.

Aguas superficiales

Se consideran aguas superficiales a ríos, lagos, arroyos, manantiales, ojos de agua, etc. ubicados en la superficie terrestre. Al existir un establecimiento de población cerca de las fuentes hídricas, se pone en duda la calidad del agua, sobre todo si existe actividades de agricultura aguas arriba. (Agüero, 1997)

Aguas subterráneas

Se encuentran concentradas bajo la superficie del suelo dentro de formaciones geológicas, las cuales son llamadas acuíferos que luego se conecta con las aguas superficiales. Son el resultado de la filtración de agua lluvia, lagunas, ríos, etc., su contenido puede variar según las condiciones meteorológicas. (Valdivielso , s.f.)

1.4.2 Sistema de abastecimiento

Un sistema de abastecimiento de agua conduce, trata, almacena y distribuye el agua de fuentes de agua superficiales o subterráneas hasta un punto de consumo, teniendo en cuenta la cantidad y la calidad que se requiere para abastecer a la población satisfaciendo las necesidades. (Barreto , 2020)

Captación

Una captación es una estructura colocada en una fuente de abastecimiento con el fin de captar un caudal deseado y conducirlo hasta el sitio de abastecimiento. La estructura de la captación es de concreto o ferrocemento para una mayor resistencia de la obra. (Rocha, 1997)

Línea de aducción

Consta de una o varias tuberías que se encargan de conducir el agua desde la captación hasta un tanque de almacenamiento, con la necesidad de conducir agua tratada o agua cruda. El trazado y el tipo de conducción a gravedad o bombeo depende de la topografía del lugar, en cada uno de los casos para el diseño se debe considerar varios criterios. (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2002)

Tanque de almacenamiento

Se considera un elemento intermedio entre la fuente de abastecimiento y la red de distribución, el cual es encargado de almacenar toda el agua captada y conducida por el sistema de abastecimiento para luego ser distribuida a la población. Su parcial, llenado o vaciado de tanque depende de la demanda de consumo. (Rocha, 1997)

Red de distribución

Se caracteriza por ser un grupo de tuberías que trabaja a presión, es parte de la red de abastecimiento, por el cual el agua es suministrada a los habitantes. Su diseño debe ser preciso tomando en cuenta las consideraciones para realizar una red ramificada o mallada. (EADIC, 2016)

1.4.3 Muestreo

Diseño de plan de muestreo

Es considerado un paso primordial para un trabajo de muestreo. La localización y selección del tipo de muestreo es indispensable a la hora de determinar la calidad, es necesario establecer puntos fijos para lograr tener muestras representativas. (INEN, 2013)

Para el muestreo se deben considerar varios aspectos:

1. Envases
2. Refrigeración y conservación de muestras
3. Adición de conservantes
4. Rotulado
5. Transporte de muestras

1.4.4 Calidad de agua

La calidad del agua se refiere a las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua, la cual ayuda a establecer si el agua captada es apta para el consumo humano y ser utilizada en varias actividades.

1.4.5 Indicadores fisicoquímicos y microbiológicos

La calidad de agua se determina mediante variables físicas, químicas y biológicas, de manera individual o grupal.

1.4.5.1 Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos son análisis que suelen ser más rápidos de obtener y sencillos de monitorear. Para determinar la calidad del agua siempre se obtiene una cantidad considerable de datos que ayudan en la interpretación y tratamiento de la calidad. (Samboni Ruiz, Carvajal Escobar, & Escobar, 2007)

Potencial de Hidrógeno (pH)

El parámetro de pH es el más útil para evaluar las propiedades corrosivas de un ambiente acuático, valores bajos o elevados de pH pueden llegar a ser tóxicos para organismos acuáticos. Su importancia recae en una efectiva operación de procesos de tratamiento del agua y su control. (INEN, 2014)

Color

El color presente en el agua se debe a la absorción de la luz por medio de espectros electromagnéticos. En ocasiones las variantes de coloraciones del agua son causadas por el crecimiento de microorganismos como algas. (Pradillo, 2014)

Oxígeno Disuelto (OD)

Es una medida para saber cuánto oxígeno se disuelve, el cual es necesario para mantener la vida acuática, aunque es muy sensible al equilibrio. La concentración de oxígeno disuelto puede ser asociada con la corrosión, actividad fotosintética y el grado de contaminación del agua. (INEN, 1983)

Temperatura

Es considerado como el parámetro más importante de la calidad de agua debido a que afecta la química del agua y las funciones de organismos acuáticos; sus variaciones pueden ser causantes de la vida de microorganismos no deseados en la calidad del agua. (Waterboards, s.f)

Conductividad

Determina la capacidad de conducir la electricidad en el agua, y así conocer el contenido de sales en el agua. (Carbotecnia, 2021)

Turbiedad

Considerado una medida donde el agua llega a perder su transparencia por la presencia de partículas suspendidas como arena, arcilla, cal, etc., dependiendo de esto nos indica cuán clara o turbia se encuentra el agua. (González Toro, 2011)

Sólidos Totales

Son materiales que se encuentran suspendidos y disueltos en el agua, pueden llegar a afectar de manera negativa en la calidad de esta y por ende a la población. El análisis de sólidos se considera importante para el control de procesos de tratamiento físico y biológico. (Carpio, 2007)

Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Determina la cantidad de oxígeno para oxidar la materia orgánica en el agua, bajo las condiciones de agente oxidante, temperatura y tiempo. Se calcula mediante la diferencia de dicromato añadido inicialmente y el dicromato tras su oxidación. (Rodríguez C. H., 2007)

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Este parámetro sirve para determinar si en la muestra de agua existe contaminación biológica, debido a que los microorganismos y bacterias presentes en el agua necesitan oxígeno para degradar la materia orgánica. La muestra de agua es incubada durante 5 días a una temperatura de 20°C, el procedimiento que se lleva a cabo es mediante condiciones aerobias. (DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO, 2013, pág. 2)

Nitritos y Nitratos

Estos parámetros son un indicador importante para determinar la calidad del agua, estos compuestos contienen nitrógeno y oxígeno, los dos forman parte del ciclo del nitrógeno del suelo y plantas.

Los nitratos son fundamentales en el crecimiento de plantas, por tal motivo es utilizado en la industria como fertilizante y no son considerados como tóxicos. (Molina & Hernández , 2003)

Nitrógeno total (Kjeldahl)

Este método es utilizado para determinar la cantidad de nitrógeno orgánico que se encuentra presente en una muestra de agua, es un parámetro muy importante debido a que es utilizado

para determinar las proteínas y ácidos nucleicos presentes en el agua y a veces en los alimentos. (Rodríguez, Carlos Hernán;, 2007)

Manganeso y Hierro

Son elementos similares y de baja toxicidad, su acumulación puede afectar al sabor, color y olor incluyendo al abastecimiento del agua potable, al encontrarse en altas concentraciones puede llegar a afectar la salud. (Negrón Martínez, 2014)

Fosfatos

El fosfato es considerado como un nutriente de microorganismos en tratamientos biológicos. Por lo general el fósforo en aguas naturales su concentración tiende a ser baja, todo depende del ambiente y las condiciones del recurso hídrico. (Romero Rojas, 2009)

Sulfatos

Los sulfatos son las sales provenientes del ácido sulfúrico, al tener altas concentraciones en el agua provoca un sabor diferente de tal manera que esto afecta las características organolépticas de la misma. Lo que provoca el incremento de los sulfatos en el agua es la explotación de minas debido a los procesos que sufre el mineral al momento de extraerse. (Castro, 2009)

Acidez

Se determina con ácido acético en bajas concentraciones de 0.05%. Los niveles altos de pH pueden ser nocivos y pueden arrastrar metales en disolución que agreguen un nivel de toxicidad al agua. (Baquero, Fernández, Verdejo, & Lorca, 2008)

Alcalinidad total

La Alcalinidad nos indica la cantidad de ácido que puede absorber el pH, esto quiere decir que si la muestra de agua tiene una baja alcalinidad se reduce el pH. (Bojaca, s.f.)

Dureza total

Este parámetro significa la concentración de compuestos minerales tales como calcio y magnesio; el agua alcanza la dureza mediante las formaciones geológicas y por su capacidad solvente logra que se disuelva. (Rodríguez S. A., 2010)

1.4.5.2 Parámetros Microbiológicos

Los parámetros biológicos se refieren a la presencia de microorganismos patógenos como virus, bacterias, protozoos, entre otros; causantes de diversas enfermedades en los seres humanos por el consumo de agua sin tratamiento. Por lo general llegan al agua por heces fecales o restos orgánicos de personas o animales. (Ministerio de Desarrollo Productivo, s.f.)

Coliformes totales

Este parámetro muestra al conjunto de especies bacterianas o algún otro tipo de desecho en descomposición que se encuentran presentes en el agua. (Fernández-Santisteban, 2014)

Coliformes fecales

La presencia de coliformes fecales indica la presencia de excretas de animales en el agua. Al ingerir agua con presencia de coliformes esta puede ocasionar diarrea, náuseas, fatiga entre otros síntomas por lo tanto no es recomendable para consumo humano si la cantidad no se encuentra dentro de los límites permisibles. (INEN N. T., 2013)

1.4.6 Índice de la calidad del agua (ICA)

Debido a la importancia de conocer cuál es el ICA y de contaminación, se han creado un sinnúmero de ICA alrededor del mundo, por continentes, países y hasta por autores. Cada uno de los ICA tiene diferentes perspectivas de determinar la calidad del agua pese a que los unen un objetivo en común, la calidad de agua.

Para la zona de Ecuador se ha utilizado el ICA referente a Centro América, Metodología del ICA de Montoya.

El Índice De La Calidad De Agua es considerada una herramienta importante y eficaz para estimar la calidad de un cuerpo hídrico en un determinado tiempo. Se encuentra expresado con un porcentaje de agua pura, Con un ICA = 0% se considera un agua altamente contaminada, en tanto que el ICA = 100% se encuentra en excelentes condiciones (Chang Gómez, 2009)

1. **Cantidad de materia orgánica:** Oxígeno disuelto (OD) y demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)
2. **Materia Bacteriológica presente:** Coliformes fecales y coliformes fecales.
3. **Características físicas:** Color, turbiedad.
4. **Materia orgánica:** Alcalinidad, dureza, cloruros, conductividad, potencial de hidrógeno (pH), grasa y aceites, sólidos suspendidos totales (SST), sólidos disueltos totales (SDT), nitratos (NO₃), nitrógeno amoniacal (N-NH₃), fosfatos (PO₄) y detergentes (SAAM)

(Universidad de Pamplona)

La estimación del ICA está basada en una clasificación propuesta por Brown, se muestra en la tabla 1

Tabla 1 Clasificación del ICA propuesto por Brown

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Excelente		91-100
Buena		71-90
Regular		51-70
Mala		26-50
Pésima		0-25

1.4.7 Programas de diseño y simulación hidráulica.

QGIS

Es un programa computacional SIG (Sistema de Información Geográfica), de instalación sencilla, que ayuda a crear, visualizar, analizar y editar información geoespacial de cualquier lugar del planeta. El programa posee varias ventajas como: reconocimiento de varios formatos de datos, descarga con licencia libre desde la página oficial y poder ser instalado en MacOS, Windows y Linux. (QGIS, 2021)

EPANET

Es un programa computacional utilizado para analizar, simular el comportamiento hidráulico y la calidad del agua en sistemas de distribución, sirve de gran ayuda para la evaluación y gestión de calidad. Su instalación puede ser realizada en Windows. (Rossman, s.f.)

Civil 3D

Programa computacional que se utiliza para el modelado de información en la construcción, así como el diseño de desmonte y montaje de proyectos por medio de información topográfica obtenida. (Autodesk, s.f.)

AutoCAD

Programa diseñado para la creación de planos en 2D modelado en 3D realistas, propone un sinnúmero de planos detallados como ejemplos o guías para el diseñador. Se considera de fácil manejo y acceso al menú de dibujo, edición y anotación. (Esneca Business School, s.f.)

2 METODOLOGÍA

2.1 Localización geográfica de la vertiente y zona de estudio

La compilación de información sobre la zona de estudio se inició con datos proporcionados por el dueño de la finca, posteriormente se realizó una visita de campo y el levantamiento topográfico respectivo.

2.1.1 Ubicación

La Finca Balseca conformada por 6 habitantes se encuentra ubicada en la parroquia Jijón y Caamaño, cantón Mira, provincia el Carchi. Para llegar al lugar, primero se tomó la vía a San Lorenzo E10 sentido este-oeste desde la ciudad de Ibarra, luego se ingresó por una calle que cruza el Río Mira en sentido oeste – este con un tiempo de 45 min hasta la Finca. Sus coordenadas geográficas son: 0.749380, -78.202979 y una altitud: 1369.6m

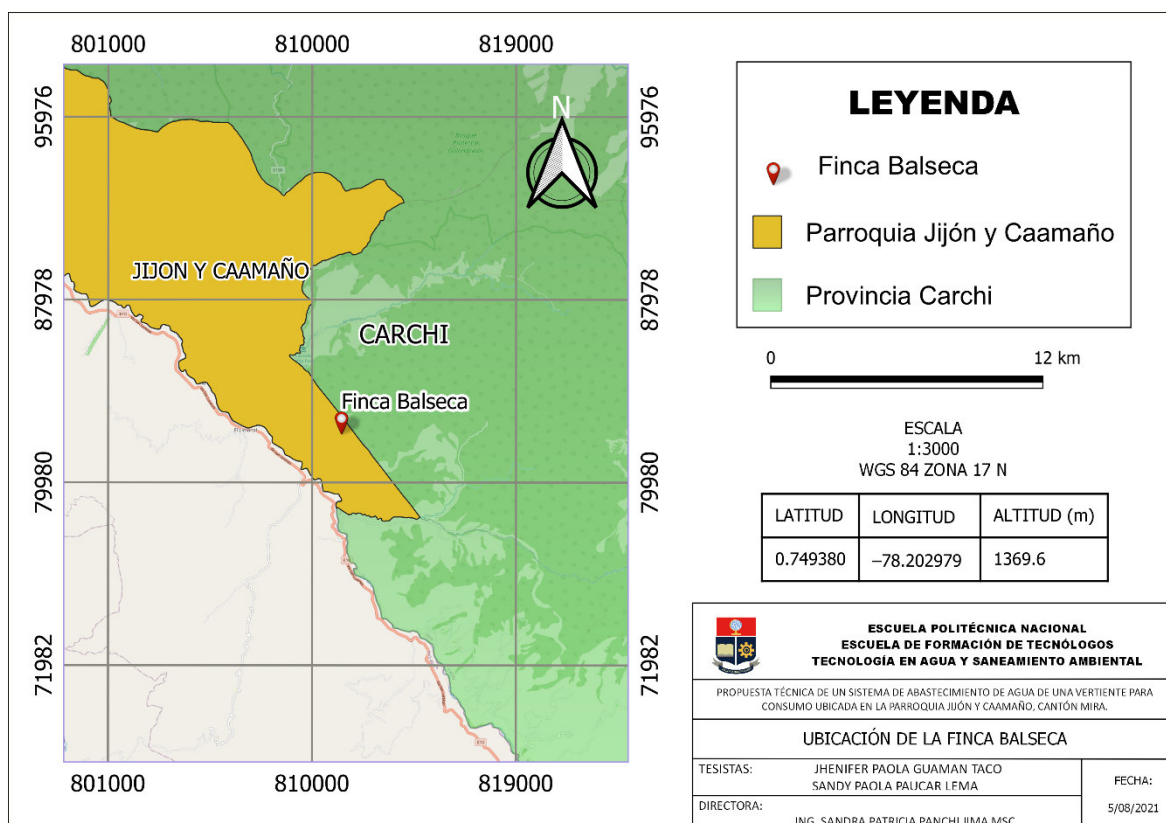


Figura 1: Mapa Cartográfico de la zona

El Cantón Mira cuenta con una variedad de microclimas; en este caso la zona de estudio se encuentra en un clima subtropical seco, ya que su altitud varia de 1300 a 1800 msnm, con una temperatura que oscila entre los 24°C.

2.1.2 Visita de Campo

Mediante un recorrido de 4 horas desde Quito hasta la finca Balseca, da como inicio al reconocimiento de la zona de estudio, con el hallazgo de un sistema de agua improvisado por el dueño la cual proviene desde una vertiente en la misma se observó una botella de plástico que sirve como filtro para evitar el paso de hojas o piedras, una manguera la cual se encarga de la conducción. En toda la conducción no se evidenció válvulas, tanques de reserva y ningún tratamiento previo al consumo de agua.



Figura 2: Vertiente



Figura 3: Sistema de captación improvisado

2.1.3 Levantamiento topográfico

El levantamiento de datos topográficos fue ejecutado con un *GPS* (Sistema de Posicionamiento Global) desde la vertiente hasta el punto de servicio. Los puntos obtenidos ayudaron en el posicionamiento exacto de los mismos. Una vez obtenidas las coordenadas y elevaciones se consiguió una mejor visión de las condiciones físicas y geográficas de la zona de estudio y la línea de conducción. Al no ser un tramo extenso, no se necesitó más de un instrumento para el levantamiento de información.



Figura 4: Ubicación de la vertiente con GPS

2.2 Muestreo, Caracterización de agua y su Índice de Calidad

2.2.1 Plan de muestreo

Para determinar la calidad del agua que proviene de la vertiente y que abastece a la Finca Balseca, primero se realizó un plan de muestreo donde se estableció la vertiente y la salida de agua al final de la conducción, como los puntos a muestrear. Con las coordenadas obtenidas con anterioridad se ubicaron en un mapa para tener una mejor referencia de los puntos de muestreo.

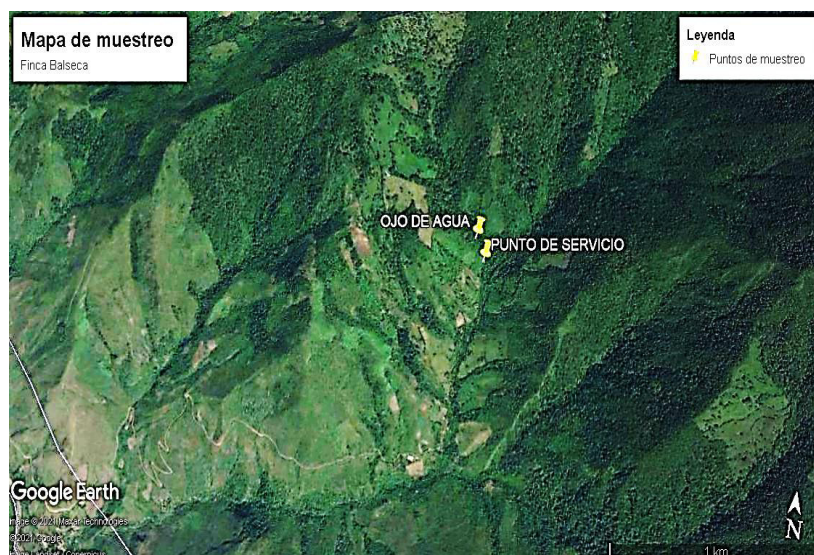


Figura 5: Localización de puntos de muestreo

Para asegurar la calidad del agua se analizó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la tabla 2.

Tabla 2 Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos a considerar

Parámetros Físicos	Parámetros Químicos	Parámetros Microbiológicos
Sólidos Totales	DQO	Coliformes Totales
Temperatura	DBO	Coliformes Fecales
Color	Acidez	
Turbiedad	Dureza total	
pH	Alcalinidad	
Conductividad	OD	
	Sulfatos	
	Fosfatos	
	Nitritos	
	Nitratos	
	Hierro	
	Manganeso	
	Nitrógeno Total	

Los equipos que se utilizaron para la medición de parámetros in situ y caudal fueron proporcionados por el Laboratorio de la Escuela de Formación de Tecnólogos de la Escuela Politécnica Nacional (ESFOT), en la tabla 3 se muestra los equipos utilizados.

Tabla 3 Equipos para los Análisis

Equipos	Parámetros
Multiparámetro	pH, conductividad, temperatura, oxígeno disuelto, salinidad.
Turbidímetro	turbidez
Medidor de flujo ultrasónico	Caudal en tubería

Por otra parte, para la preservación de las muestras de los análisis de laboratorio se utilizaron 6 frascos de vidrio ámbar de 1L, 3 para la vertiente y 3 para el punto de servicio, adicional se utilizó 2 frascos de plástico esterilizados, uno para cada punto. En 2 de los frascos de vidrio ámbar, uno por cada punto, se colocó un preservante para el análisis de DQO. En la tabla 4 se presenta el tipo de recipiente para cada uno de los parámetros a analizar.

Se efectuó una recolección de muestras puntuales con un muestreo simple y de manera manual por tratarse de un agua superficial de una minúscula profundidad. En la recolección de muestras para los frascos de vidrio ámbar, primero se homogenizó el frasco 3 veces, luego se tomó la muestra con una jarra de 1 L y se llenó y cerró la botella de agua.

Un aspecto importante en la recolección para el análisis microbiológico fue la utilización de los frascos esterilizados, se acercó el frasco a la recolección, en ese instante se abrió, se recogió la muestra sin llenar en su totalidad y se cerró.

Tabla 4 Preservación de las Muestras

Parámetros	Tipo de recipiente EE: envase estéril VA: vidrio ámbar N: ninguno	Volumen (ml)	Conservación	Tiempo de preservación
Acidez	VA	50	Se enfría entre 1° C y 5° C	1 mes
Alcalinidad	VA	50	Se enfría entre 1° C y 5° C	1 mes
Coliformes fecales	EE	200	Se enfría entre 1° C y 5° C	24 horas
Coliformes totales	EE	200	Se enfría entre 1° C y 5° C	24 horas
Color	VA	500	Se enfría entre 1° C y 5° C	5 días
Conductividad	N	---	Análisis inmediato	
DBO	VA	1000 Llenado completo	Se enfría entre 1° C y 5° C	24 horas
DQO	VA	1000	Se enfría entre 1° C y 5° C Agregar H ₂ SO ₄ (5 gotas)	1 mes
Dureza total	VA	100	Se enfría entre 1° C y 5° C	1 mes
Fosfatos	VA	100		
Hierro total	VA	100	Se enfría entre 1° C y 5° C	1 mes
Manganeso	VA	100	Se enfría entre 1° C y 5° C	1 mes
Nitratos	VA	250	Se enfría hasta 1°C y 5 °C	24 horas
Nitritos	VA	250	Se enfría hasta 1°C y 5°C	24 horas
Oxígeno Disuelto	N	----	Análisis inmediato	
pH	N	----	Análisis inmediato	
Sólidos totales	VA	100	Se enfría entre 1° C y 5° C	24 horas
Sulfatos	VA	200	Se enfría entre 1° C y 5° C	1 mes
Temperatura	N	---	Análisis inmediato	
Turbiedad	N	----	Análisis inmediato	

Cada muestra contó con el respectivo rotulado, en la cual se detalló:

- Ubicación del punto de muestreo
- Responsables de la recolección
- Fechas y hora de recolección
- Parámetros para analizar

Una vez rotulada cada botella (ver figura 6), se colocaron en 2 hieleros para el transporte de muestras hacia los laboratorios encargados de los análisis, ESFOT y Centro de Investigación y Control Ambiental (CICAM) ubicados en las instalaciones de la Escuela Politécnica Nacional (EPN).



Figura 6 Rotulado de muestra

2.2.2 Medición de parámetros *in situ*

Para los parámetros *in situ* se utilizó una sonda multiparamétrica, la cual mide el pH, conductividad, temperatura y OD. Primero se enjuagó con agua destilada la sonda multiparamétrica para evitar un cruce de contaminantes, luego se recolectó agua del punto de muestreo en un balde de 5 L a medio llenar, se esperó a que se estabilice para introducir la sonda multiparamétrica, finalmente en un corto tiempo se visualizó los resultados.

El Turbidímetro portátil 2100Q se utilizó para la medición de turbiedad. Primero se encendió con una celda que contenía agua destilada, luego se tomó un poco de agua del punto de muestreo en una jarra pequeña y se colocó un poco en una celda, finalmente se obtuvo el resultado.

Los procedimientos anteriores son para la vertiente y el punto de servicio.

2.2.3 Medición de parámetros en el laboratorio de la ESFOT y el CICAM.

Laboratorio de la ESFOT

Para realizar los análisis en el laboratorio de la ESFOT se procedió a sacar una por una las muestras obtenidas en la zona de estudio. Los parámetros medidos aquí se realizaron durante las 24 horas posteriores al muestreo.

- **Manganeso**

El análisis de este parámetro en el laboratorio se realizó mediante el método PAN. Primero se seleccionó el programa que se va utilizar en el espectrofotómetro en este caso el de Manganeso RB PAN, se preparó el blanco en una de las celdas para encerrar la máquina, luego se llenaron 2 celdas con 10 mL de muestra en cada uno para el punto 1 y 2 de la zona de estudio, se añadió en cada celda los sobres de ácido ascórbico en polvo, también se agregó 12 gotas del reactivo de cianuro alcalino en cada celda, luego se añadió 12 gotas del indicador PAN y agitó levemente, se dejó reposar por 2 minutos y para finalizar se limpió bien el exterior de las celdas y se colocó en el espectrofotómetro la muestra y se midió.

- **Hierro**

El análisis en el laboratorio se realizó mediante el método Hierro FerroVer®. Primero se seleccionó el programa que se va a utilizar en el espectrofotómetro en este caso el de Hierro FerroVer, se preparó el blanco en una de las celdas para encerrar la máquina, para el punto 1 y 2 se llenaron 2 celdas con 10 mL de muestra respectivamente, se añadió en cada celda los sobres de reactivo Ferro Ver en polvo, después se dejó reposar por 3 minutos las celdas, finalmente se limpió bien el exterior de las celdas y se colocó en el espectrofotómetro y se midió muestra por muestra.

- **DQO**

Para realizar el análisis en el laboratorio primero se precalentó el digestor de la DQO a 150°C, luego se procedió a tomar 2mL de agua destilada con una pipeta y la pera de succión, misma que nos sirvió como blanco para encerrar el equipo a utilizarse y se colocó en un vial de 3-150 mg/L de rango. A continuación, se tomó 2 mL de las muestras de agua del primer y segundo punto y se colocó en otro vial del mismo rango que el anterior de 3-150 mg/L y se repitió el mismo procedimiento para el Punto 2 de las muestras, finalmente se colocó los viales en el equipo durante 2 horas a 150°C.

- **Fosfatos**

En el análisis de laboratorio se seleccionó el programa que se va a utilizar en el espectrofotómetro para el análisis, se preparó el blanco en una de las celdas para encerrar la máquina luego se llenó 2 celdas con 10 mL de muestra en cada uno para el punto 1 y 2 de la zona de estudio, se añadió en cada celda los sobres de reactivo PhosVer® 3 en polvo. Si existe la presencia de fosfatos la muestra cambiará de color a un azul sino se mantendrá transparente. Se dejó reposar por 2 minutos, para finalizar se limpió bien el exterior de las celdas, se colocó en el espectrofotómetro la muestra y se midió.

- **Sulfatos**

El análisis en el laboratorio se seleccionó el programa que se va a utilizar en el espectrofotómetro para análisis de sulfatos, se preparó el blanco en una de las celdas para encerrar la máquina luego se llenaron 2 celdas con 10 mL de muestra en cada uno para el punto 1 y 2 de la zona de estudio, se añadió en cada celda los sobres de reactivo SulfaVer® 4 en polvo, se dejó reposar por 5 minutos, para finalizar se colocó en el espectrofotómetro la muestra.

- **Nitratos**

En el análisis se seleccionó el programa en el espectrofotómetro en este caso Nitrato RA, se preparó el blanco en una de las celdas para encerrar la máquina luego se llenó 2 celdas con 10 mL de muestra en cada uno para el punto 1 y 2 de la zona de estudio, se añadió en cada celda los sobres de reactivo NitraVer 5 en polvo, se dejó reposar por 5 minutos, para finalizar se colocó en el espectrofotómetro y se midió.

- **Nitritos**

Se seleccionó el programa que se va a utilizar en el espectrofotómetro en este caso Nitrito RA, se preparó el blanco en una de las celdas para encerrar la máquina luego se llenó 2 celdas con 10 mL de muestra en cada uno para el punto 1 y 2 de la zona de estudio, se añadió en cada celda los sobres de reactivo NitriVer 3 en polvo, se dejó reposar por 20 minutos, para finalizar se colocó en el espectrofotómetro la muestra.

Laboratorio del CICAM

El análisis de los siguientes parámetros: Alcalinidad total, acidez, coliformes totales y fecales, DBO₅, dureza total, nitrógeno y sólidos totales los realizó el CICAM debido a que en el laboratorio de la ESFOT no contaba con los equipos necesarios para realizar el análisis. El CICAM entregó los informes detallados con los resultados de cada parámetro analizado. (Ver resultados en **Anexo 2**)

2.2.4 Índice de la calidad de agua

Mediante los resultados de los análisis realizados in situ, en el laboratorio de la ESFOT y en el CICAM se procedió a calcular el ICA para verificar si la misma es apta o no para el consumo del ser humano. Para realizar el cálculo se tomó en cuenta los siguientes parámetros:

- Color
- pH
- Turbiedad
- Conductividad
- Alcalinidad
- Dureza Total
- Nitrógeno Nitratos
- Fosfatos
- OD
- DBO
- Coliformes Totales
- Coliformes Fecales

Ecuaciones para calcular el peso relativo de cada parámetro

En la tabla 5, se indica las ecuaciones utilizadas para calcular el ICA, en la misma nos indica las condiciones, factores y unidades que se debe tomar en cuenta en cada parámetro, para obtener el ICA Global se realiza una suma total de cada resultado y se divide para el número de parámetros analizados. (Montoya, Contreras, & García)

Tabla 5 ICA Condiciones de Cálculo

Parámetro	Unidad	Ecuación	Factor	Importancia Relativa	Condiciones
Ph		$I_{pH} = 10^{0.2335pH+0.44}$	1	Material Iónico	Si el pH < 6.7 Si el pH está entre 6.7 y 7.3 Si el pH > 7.3
Color	UTC	$I_C = 123(C)^{-0.295}$	1	Material Suspendido	Concentraciones menores a 2.018 Pt-Co se asigna un ICA de 100
Turbiedad	NTU	$I_T = 108(T)^{-0.178}$	0.5	Material Suspendido	Concentraciones menores a 1.54 UTJ se asigna un ICA de 100
Conductividad	uS/cm	$I_{CE} = 540(CE)^{-0.379}$	2	Material Iónico	Concentraciones menores a 85.60 micromhos/cm, se asigna un ICA de 100
Alcalinidad	mg/L	$I_A = 105(A)^{-0.186}$	1	Material Iónico	Para concentraciones menores de 1.3 se asigna un ICA de 100
Dureza Total	mg/L	$I_{DT} = 10^{1.974-0.00174(DT)}$	1	Material Iónico	Concentraciones mayores a 2500 mg/l se asignará un ICA de cero
Nitrógeno-Nitratos	mg/L	$I_{N-NO_3} = 162.2(N - NO_3)^{-0.343}$	2	Nutrientes	Concentraciones menores a 4.097 mg/L se asigna un ICA de 100
Fosfatos	mg/L	$I_{PO_4} = 34.215(PO_4)^{-0.46}$	2	Nutrientes	Concentraciones menores o iguales a 0.0971 mg/l se asigna un ICA de 10
Oxígeno Disuelto	mg/L	$I_{OD} = \frac{OD}{OD_{Sat}} * 100$	5	Materia Orgánica	
DBO	mg/L	$I_{DBO} = 120(DBO)^{-0.673}$	5	Materia Orgánica	Concentraciones menores o iguales a 1.311 mg/l se asigna un ICA de 100
Coliformes Totales	NMP/100 ML	$I_{CT} = 97.5(CT)^{-0.27}$	3	Bacteriológico	coliformes totales de 0 NMP/100 ml, se asigna un índice de 100.
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	$I_{CT} = 97.5(5CF)^{-0.27}$	4	Bacteriológico	coliformes fecales de 0 NMP/100 ml, se asigna un índice de 100.

Para realizar el cálculo se tomó en cuenta las condiciones que se debe seguir según las concentraciones obtenidas en los análisis. Cada parámetro cuenta con su factor respectivo según la importancia.

- **Cálculo del ICA Global**

$$ICA = \frac{\sum I_i W_i}{\sum W_i}$$

Ecuación 1 ICA Global (Universidad de Pamplona)

ICA = Índice de calidad del agua global

I_i = Índice de calidad para el parámetro i

W_i = Coeficiente de Factor de ponderación del parámetro i

2.2.5 Normativa Aplicada

Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente

Una vez obtenidos los resultados *In Situ*, del laboratorio de la ESFOT y el CICAM, se compararon con el Anexo 1 Libro VI TULSMA, extraída del Acuerdo Ministerial 097-A, **Tabla 1**: Criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico. (Ver tabla completa **Anexo 3**).

Instituto Ecuatoriano de Normalización

Los resultados obtenidos *In Situ*, del laboratorio de la ESFOT y el CICAM, se compararon con la Normalización INEN 1108 sexta revisión 2020 agua para el consumo humano. La norma es aplicada para agua proveniente de sistemas de abastecimiento. (Ver tabla completa **Anexo 4**).

2.3 Pre-Diseño del sistema de abastecimiento

2.3.1 Captación

El diseño del proyecto se basó en una captación de Manantial de Ladera y Concentrado la cual consiste en agua subterránea que fluye hacia la superficie por efecto de la gravedad, sus componentes principales son los siguientes:

- Protección del afloramiento
- Cámara húmeda
- Cámara seca

2.3.2 Diseño y dimensionamiento de la captación

Para empezar con el dimensionamiento y diseño de la captación, primero se calculó el caudal con los datos recabados, luego se realizó el cálculo del caudal ecológico como lo establece la Ley de recursos hídricos del Ecuador siendo el 10% del caudal medio con el fin de velar por la preservación de la naturaleza y la protección de la fuente de agua.

$$Q = \frac{V}{t} \quad (m^3/s) \text{ ó } (L/s)$$

Ecuación 2 Caudal

Distancia entre el punto de afloramiento y la cámara húmeda

Para realizar el siguiente cálculo fue importante saber la velocidad y la pérdida de carga sobre el orificio de salida

Punto de Afloramiento: es la zona por donde fluye el agua hasta llegar a la superficie.

Cámara Húmeda: es la sección donde se recoge el agua captada.

$$V = \left[\frac{2gh}{1.56} \right]^{1/2}$$

Ecuación 3 Velocidad de paso

Donde:

h= Altura entre el afloramiento y el orificio del paso de agua (se recomienda 0.4 a 0.5m)

V = Velocidad de paso (se recomienda valores menores o iguales a 0.6 m/s)

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

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

Ecuación 4 Altura del orificio (Agüero, 1997)

$$H_f = H - h_o$$

Ecuación 5 Pérdida de Carga (Agüero, 1997)

Donde:

H_f = pérdida de carga

H = Carga disponible

$$L = \frac{H_f}{0.30}$$

Ecuación 6 Longitud (Agüero, 1997)

Donde:

L = Longitud entre el afloramiento y la caja de captación

Ancho de la pantalla

El ancho de pantalla hace referencia a la sección en la que se ubican los orificios por donde fluirá el agua desde el afloramiento a la cámara húmeda, Para el dimensionamiento se necesita determinar el diámetro y el número de orificios

- **Diámetro de la tubería de entrada**

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

Ecuación 7 Caudal Max (Agüero, 1997)

$$Q_{m\acute{a}x} = A * Cd * \sqrt{2gh}$$

Ecuación 8 Caudal máximo despejado

Donde:

$Q_{m\acute{a}x}$ = Gasto máximo de la fuente (L/s)

Cd = coeficiente de descarga (0.6 a 0.8)

A = Área de la tubería (m^2)

h = Carga en el centro del orificio

Se despeja A en la ecuación 7 y se considera la carga sobre el centro del orificio de la ecuación 8, por lo tanto. el diámetro (D) es:

$$A = \frac{Q_{m\acute{a}x}}{Cd * V}$$

Ecuación 9 Área (Agüero, 1997)

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Ecuación 10 Diámetro (Agüero, 1997)

- **Número de orificios**

Se debe considerar diámetros menores o iguales a 2 pulgadas, pero si es mayor se debe aumentar el número de orificios (NA)

$$NA = \left(\frac{D_1}{D_2}\right)^2 + 1$$

Ecuación 11 Número de Orificios (Agüero, 1997)

Donde:

D_1 = Diámetro calculado

D_2 = Diámetro asumido (debe ser menor al calculado)

- **Ancho de pantalla**

Para el diseño del ancho de pantalla se debe tener en cuenta la figura 2.10 en donde:

D = Diámetro de la tubería de ingreso

b = Ancho de la pantalla.

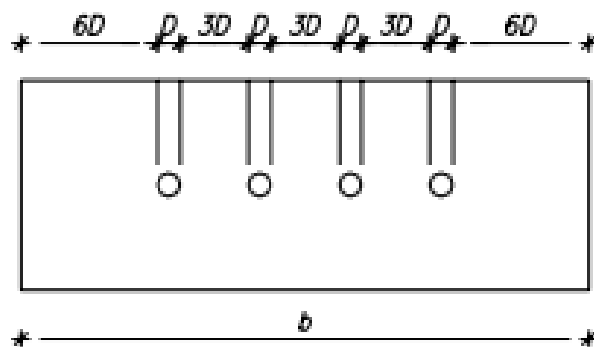


Figura 7 Distribución de orificios. vista frontal (Agüero, 1997)

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

Ecuación 12 Ancho de pantalla (Agüero, 1997)

Altura de la cámara húmeda

Una vez identificado la mayoría de los elementos que se encuentran en la cámara húmeda, se calcula su altura total.

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

Ecuación 13 Altura de la cámara húmeda (Agüero, 1997)

Donde:

A = Altura de la sedimentación de arena (mínima 10cm)

B = Mitad del diámetro de la canastilla

H = Altura de agua

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

E: Borde libre (10 a 30 cm)

Para la determinación de la altura de la captación, se necesita conocer la carga requerida (H). Se recomienda una altura mínima: H = 30cm.

Dimensionamiento de la canastilla

Canastilla: Sirve para impedir el paso de piedras, ramas, etc., a la tubería y permite la salida del agua. Ver figura 8

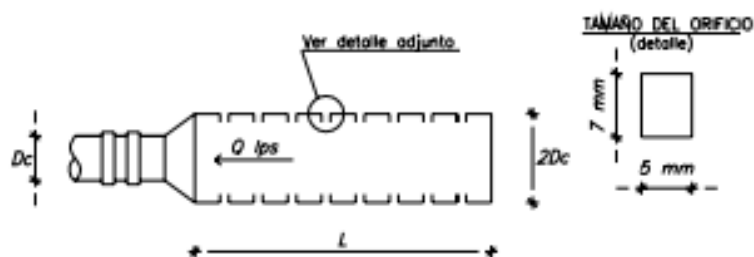


Figura 8 Dimensiones de canastilla (Agüero, 1997)

El diámetro de la canastilla debe ser el doble del diámetro de la tubería de conducción (D_c), por lo tanto, el área de las ranuras (A_t) debe ser el doble del área de la tubería (A_c).

$$A_t = 2A_c$$

Ecuación 14 Área Total de Ranuras (Agüero, 1997)

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

Ecuación 15 Área transversal de la tubería de conducción (*Agüero, 1997*)

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

Ecuación 16 N° de Ranuras (*Agüero, 1997*)

La longitud de la canastilla (L) debe ser mayor a 3*Dc y menor a 6*Dc.

Tubería de Rebose y Limpieza

Este sistema permite evacuar el excedente de agua al exterior de la captación y sirve para realizar el mantenimiento en la cámara húmeda.

Primero se debe calcular el caudal máximo

$$Q_{\text{máx}} = K * Q_{\text{med}} \text{ (L/s)}$$

Ecuación 17 Caudal máximo

K= 1.3 = coeficiente de variación (INEN)

$$D = \frac{0.71 * Q_{\text{máx}}^{0.38}}{hf^{0.21}}$$

Ecuación 18 Diámetro de la Tubería de Rebose y Limpieza (*Agüero, 1997*)

Donde:

D = Diámetro en pulgadas

Q = Gasto máximo de la vertiente en L/s

hf = Pérdida de carga unitaria en m/m (se recomienda 0.015)

2.3.3 Línea de Conducción

Debido la inclinación del terreno se consideró un sistema por gravedad. Para lo cual primero se calculó la carga disponible del proyecto desde la captación hasta el almacenamiento, luego la pérdida de carga unitaria con la longitud de conducción y finalmente con la ecuación de Hazen William se determinó el diámetro comercial de la tubería del proyecto.

Carga Disponible

$$C_{\text{Disp}} = C_{\text{capt}} - C_{\text{reserv}}$$

Ecuación 19 Carga Disponible (*Rocha, 1997*)

Donde:

C_{Disp} = Carga Disponible

C_{capt} = Cota Embalse

C_{reserv} = Cota Deposito

Pérdida de carga unitaria

$$\text{Pérdida de Carga unitaria}(hf) = \frac{\text{Carga Disponible}}{L}$$

Ecuación 20 Pérdida de carga unitaria (*Agüero, 1997*)

Diámetro de la tubería con Hazen William

El cálculo del diámetro de la tubería se realiza con la ecuación Hazen William que se presentan a continuación:

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

Ecuación 21 Hazen Williams (*Agüero, 1997*)

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

Ecuación 22 Diámetro despejado (*Agüero, 1997*)

Q= Caudal (L/s)

C= Coeficiente Adimensional (PVC 140)

D=Diámetro (m)

2.3.4 Dimensionamiento de zanja

La zanja para las tuberías de agua es primordial, evita el desgaste por condiciones ambientales, golpes, daños ocasionados por animales de la zona o futuros proyectos. Por lo tanto, la tubería debe ser enterrada a una profundidad prudente, ni tan profundas ni casi a la vista, alargando su vida útil. (*Agüero, 1997*)

Según Agüero, las dimensiones de la zanja deben ser acorde al diámetro calculado como se muestra en la figura 9.

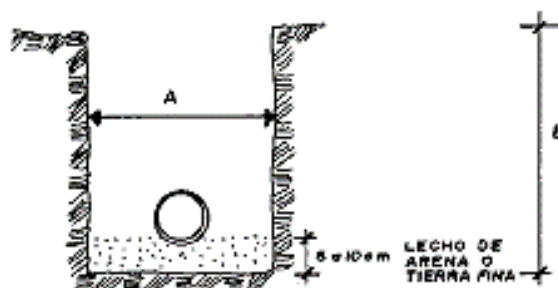


Figura 9 Dimensiones de (Agüero, 1997)

Según la normativa INEN para excavaciones de zanjas y mediciones de seguridad se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- Profundidad de zanja de 0.80 a 1 m.
- Ancho de zanja de 0.6 m.
- La primera capa de relleno será de 10 cm, las capas continuas de 20 a 30 cm de espesor. (EMAAP-Q, 2009)

Los materiales de relleno para la zanja dependen del tipo de suelo, estos se basan en las especificaciones técnicas de la normativa; se prohíbe utilizar como relleno material congelado, orgánico o escombros ya que puede provocar fisuras o quiebre de la tubería. (EMAAP-Q, 2009)

2.3.5 Desinfección

Al obtener una calidad de agua aceptable (poco contaminada) según el ICA, y encontrarse por debajo de los límites permisibles de la norma, se considera una desinfección por hipoclorito de sodio. Según el Ministerio de Salud Pública del Ecuador el hipoclorito de sodio (NaClO) es un químico que se puede obtener en concentraciones desde 0.6% hasta 10%, considerado de tal modo la manera más fácil y económica de desinfectar el agua. (Ministerio de Salud Pública, 2019)

Para la determinación de la dosis de desinfectante se la realizó por el método de concentración-tiempo.

$$C \cdot t = K$$

Ecuación 23 Método concentración-tiempo

Donde:

C = concentración de desinfectante (cloro libre)

t = tiempo de detención

K = constante

En la figura 10 se muestran los valores de K para la remoción del 95 al 99% de coliformes totales, turbiedad entre 1.0 y 2.0 UNT, en función de la temperatura del agua y pH.

VALORES DE K EN mg.mín/l PARA PLANTAS CON REMOCIÓN DEL 95 AL 99% DE COLI TOTAL																
C Dosis de cloro Aplicada a mg/l	10°C				15°C				20°C				25°C			
	pH				pH				pH				pH			
	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5	6,0	6,5	7,0	7,5
≤ 0,4	24	29	35	42	16	20	23	28	12	15	17	21	8	10	12	14
0,6	25	30	36	43	17	20	24	29	13	15	18	21	8	10	12	14
0,8	26	31	37	44	17	20	24	29	13	15	18	22	9	10	12	15
1,0	26	31	37	45	18	21	25	30	13	16	19	22	9	10	12	15
1,2	27	32	38	46	18	21	25	31	13	16	19	23	9	11	13	15
1,4	27	33	39	47	18	22	26	31	14	16	19	23	9	11	13	16
1,6	28	33	40	48	19	22	26	32	14	17	20	24	9	11	13	16
1,8	29	34	41	49	19	23	27	33	14	17	20	25	10	11	14	16
2,0	29	35	41	50	19	23	28	33	15	17	21	25	10	12	14	17
2,2	30	35	42	51	20	23	28	34	15	18	21	26	10	12	14	17
2,4	30	36	43	2	20	24	29	35	15	18	22	26	10	12	14	17
2,6	31	37	44	53	20	24	29	36	15	18	22	27	10	12	15	18
2,8	31	37	45	54	21	25	30	36	16	19	22	27	10	12	15	18
3,0	32	38	46	55	21	25	30	37	16	19	23	28	11	13	15	18

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

Figura 10 Valores de K para remoción del 95 al 99% (EMAAPQ, 2008)

2.3.6 Tanque de almacenamiento

Un tanque de almacenamiento es sumamente importante en un diseño de un sistema de abastecimiento de agua, sea económico o funcional. El cual debe ser ubicado lo más cercano a la finca para su fácil conexión y abastecimiento.

Para determinar el volumen del tanque se utilizó la ecuación 24

$$\text{Volumen} = \text{Alto} * \text{Base} * \text{Ancho}$$

Ecuación 24 Volumen de tanque

Para saber si el volumen calculado anteriormente es el adecuado se calcula ahora con el caudal a tratar y el tiempo de detención con la siguiente ecuación.

$$\text{Volumen necesario} = Q * t \text{ (m}^3\text{)}$$

Ecuación 25 Volumen del tanque (Aguirre Morales, 2015)

2.3.7 Modelación en el Sistema Hidráulico EPANET

Con los puntos de la zona de estudio, primero se transformó las coordenadas geográficas a UTM, luego se creó un archivo txt con su respectiva elevación, seguidamente en AutoCAD Civil 3D se configuró las coordenadas al sistema UTM, WGS84 en la zona 17 Norte, a continuación, se cargó el archivo txt al programa para dibujar el recorrido de la conducción pasando por todos los puntos, finalmente se creó una capa con todos los puntos y otra con la línea de conducción.

El archivo generado en AutoCAD Civil 3D con formato DXF se importó al programa Epanet para convertirlo en un archivo EPANET int, luego en EPANET se procedió a la simulación con el archivo obtenido, finalmente se ingresó las elevaciones y se analizó los resultados.

2.3.8 Diseño de planta y perfil del sistema de abastecimiento en AutoCAD

Una vez recabada la información geográfica, el análisis de la calidad de agua con comparaciones con el TULSMA, INEN y cálculo del ICA, dimensionamiento del tanque de captación y la simulación en EPANET, se procedió al diseño de planta y perfil del sistema de abastecimiento de agua en el programa AutoCAD incluyendo el diseño de la captación. Para el diseño del sistema se cargaron los puntos georreferenciados y ruta verificados en AutoCAD Civil 3D y se empezó a dibujar la captación con las dimensiones obtenidas y las especificaciones y accesorios necesarios para llevar el agua al punto de servicio; el diseño de diámetro para la línea de conducción de agua junto con los accesorios como codos y válvulas de cierre y apertura, depende los cálculos antes realizados.

2.3.9 Presupuesto del proyecto

Para construir el sistema de abastecimiento diseñado para la Finca ubicada en la parroquia Jijón y Caamaño, se creó una tabla en la que se detalla los rubros, unidades y precios por accesorios, materiales y equipos en base a la revista de la Cámara de la Industria de la Construcción de Quito.

2.4 Socialización del proyecto

La socialización virtual se dio por la plataforma zoom con el dueño de la Finca Balseca, la presentación fue a través de diapositivas claras y precisas de fácil entendimiento, una vez finalizado la reunión se le hizo llegar una memoria técnica con un pequeño resumen del prediseño del sistema de abastecimiento de agua con el presupuesto para una implementación futura del proyecto en la zona de estudio.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Localización del proyecto

En el **Anexo 1** se presenta el mapa cartográfico de la zona de estudio, el sistema de abastecimiento a implementar, puntos de estudio exactos para el diseño del sistema y sus coordenadas, escala y resultado del perfil topográfico de la zona en *Google Earth Pro*

En la tabla 6, se visualizan los puntos topográficos en coordenadas geográficas tomados con el GPS desde la captación, pasando por la línea de conducción hasta el punto de servicio improvisado.

Tabla 6 Coordenadas geográficas de la zona

UTM X	UTM Y	ALTITUD (m)
811286.97	83062.60	1379.44
811296.87	83053.60	1372.22
811307.77	83041.40	1366.57
811313.47	83033.60	1359.48
811323.37	83023.80	1353.63
811338.17	82994.90	1347.31
811343.07	82988.10	1341.24
811351.07	82977.80	1335.18
811347.97	82960.50	1327.32

3.2 Calidad el agua

En las siguientes tablas se muestran los resultados de los análisis de los parámetros mencionados en plan de muestro (vertiente y el punto de servicio), obtenidos de manera *In Situ*, laboratorio de la ESFOT y CICAM. (Ver **Anexo 2**)

Tabla 7 Resultados *in situ*

Parámetros	Unidades	Resultados	
		Punto 1	Punto 2
Conductividad	μS/cm	106	103
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.7	5.61
pH	*	5.65	5.54
Temperatura	°C	21.05	21.57
Turbiedad	NTU	1.65	1.45

Tabla 8 Resultados laboratorio de la ESFOT

Parámetros	Muestras	
	Punto 1	Punto 2
DQO	1 mg/L	0 mg/L
Manganeso	0 mg/L	0.002 mg/L
Hierro	0.02 mg/L	0.03 mg/L
Fosfatos	0.23 mg/L	0.23 mg/L
Sulfatos	2 mg/L	2 mg/L
Nitratos	0.6 mg/L	0.7 mg/L
Nitritos	0 mg/L	1 mg/L
Color Aparente	14 Pt - Co	17 Pt - Co

Los equipos de laboratorio tienen un límite de detección en ciertos parámetros, en este caso, al procesar la muestra del punto 1 para el análisis de manganeso el equipo arrojó un resultado de -0.002 mg/L por lo que se interpretó como posible ausencia ya que se encuentra en niveles demasiado bajos de concentración, fuera del rango de detección del equipo.

Tabla 9 Resultados del CICAM

Parámetro	Método Utilizado	Unidad	Resultado Punto 1	Resultado Punto 2
Alcalinidad Total	Volumetría	mg / L	57.8	56.1
Acidez	Volumetría	mg / L	18	17
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO5	Volumetría	mg / L	<2	<2
Dureza Total	Volumetría	mg / L	43	42
Nitrógeno total	Volumetría	mg / L	<1	<1
Sólidos Totales	Gravimetría	mg / L	100	104
Coliformes Totales	Fermentación en Tubos Múltiples	NMP/100mL	3.6	2.2
Coliformes Fecales	Fermentación en Tubos Múltiples	NMP/100mL	<1.1	1.1

3.2.1 Análisis de resultados con TULSMA

Los resultados obtenidos *in situ* y del laboratorio de la ESFOT Y CICAM del punto 1 y punto 2, se compararon con la normativa vigente del TULSMA, **Tabla 1** criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, perteneciente al Acuerdo Ministerial 097- A.

Tabla 10 Comparación de resultados con los límites máximos permisibles de TULSMA

Parámetros	Unidad	Criterio de calidad	RESULTADOS	
			Punto 1	Punto 2
Acidez	mg/L	-	18	17
Alcalinidad (CaCO ₃)	mg/L	-	57.8	56.1
Coliformes fecales	NMP/100mL	1000	<1.1	1.1
Coliformes totales	NMP/100mL	-	3.6	2.2
Color aparente	-	-	14	17
Conductividad	μS/cm	-	106	103
DBO ₅	mg/L	<2	<2	<2
DQO	mg/L	<4	1	0
Dureza (CaCO ₃)	mg/L	-	43	42
Fosfatos	mg/L	-	0.23	0.23
Hierro (Fe)	mg/L	1	0.02	0.03
Manganeso (Mn)	mg/L	-	0	0.002
Nitratos (N-Nitrato)	mg/L	50	0.6	0.7
Nitritos (N-Nitrato)	mg/L	0.2	0	1
Nitrógeno Total	mg/L	-	<1.0	<1.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	5.7	5.61
Potencial de Hidrógeno	Unidades de pH	6-9	5.65	5.54
Sólidos Totales	mg/L	-	100	104
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	mg/L	500	2	2
Temperatura	°C	-	21.05	21.57
Turbiedad	UNT	100	1.65	1.45

Los resultados de los parámetros de punto 1 indica que se encuentran dentro de la normativa legal, por otra parte, en los resultados del punto 2 los nitritos no cumplen con el criterio de calidad por lo que se demuestra un proceso activo biológico por la materia orgánica del lugar. Por otra parte, el pH en ambos puntos de muestreo se aproxima al criterio de calidad. Por lo tanto, el agua de la vertiente puede ser tratada para abastecer a la finca y ser apta para el consumo humano.

3.2.2 Análisis de Resultados con la Norma INEN 11081

El agua que abastece a la Finca no ha pasado por un proceso de potabilización, por lo que su consumo es directo, por lo tanto, se hizo una comparación con la Normalización INEN 1108 sexta revisión 2020 agua para el consumo humano, para conocer las condiciones del agua pese a no ser potable y hacer las respectivas recomendaciones.

Tabla 11 Comparación de resultados con los límites máximos permisibles INEN

Parámetros	Unidad	Límite permitido	RESULTADOS	
			Punto 1	Punto 2
Acidez	mg/L	-	18	17
Alcalinidad (CaCO ₃)	mg/L	-	57.8	56.1
Coliformes fecales	Número/100mL	Ausencia	<1.1	1.1
Coliformes totales	-	-	3.6	2.2
Color Aparente	UTC	15	14	17
Conductividad	μS/cm	-	106	103
DBO ₅	mg/L	-	<2	<2
DQO	mg/L	-	1	0
Dureza (CaCO ₃)	mg/L	-	43	42
Fosfatos	mg/L	-	0.23	0.23
Hierro (F)	mg/L	-	0.02	0.03
Manganeso (Mn)	mg/L	-	0	0.002
Nitratos (NO ₃)	mg/L	50	0.6	0.7
Nitritos (NO ₂)	mg/L	3	0	1
Nitrógeno Total	mg/L	-	<1.0	<1.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	-	5.7	5.61
Potencial de Hidrógeno	*	6.5 - 8	5.65	5.54
Sólidos Totales	mg/L	-	100	104
Sulfatos (SO ₄ ⁼)	mg/L	-	2	2
Temperatura	°C	-	21.05	21.57
Turbiedad	NTU	5	1.65	1.45

Como se demuestra en la tabla 11 los resultados obtenidos *in situ* y del laboratorio de la ESFOT Y CICAM del punto 1 y punto 2, el parámetro de color aparente en el punto 2 no se encuentra en el límite permitido. Por otro lado, es resto de parámetros si cumplen con el límite permitido, por lo que se corrobora que el agua es de buena calidad, sin embargo, el agua requiere un proceso de potabilización para su consumo.

3.2.3 Parámetros fisicoquímicos

Potencial de Hidrogeno pH

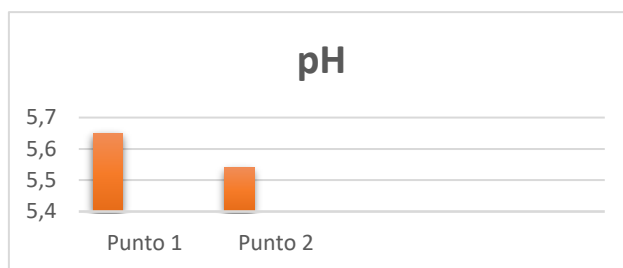


Figura 11 Gráfica de resultados pH en 1 y 2

El pH del punto 1 y punto 2 se encuentran por debajo los criterios establecidos en las normativas vigentes, lo que indica que el agua posee un pH ligeramente ácido. El aumento de temperatura puede afectar al pH en el agua, hace que se separen sus elementos y el incremento de hidrógeno provoca problemas de acidez, corrosión en tuberías y un sabor amargo.

Turbiedad

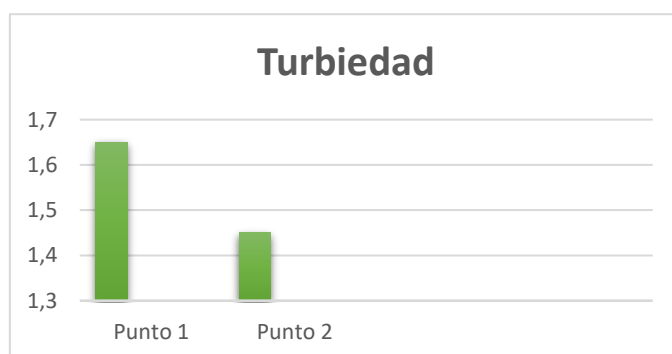


Figura 12 Gráfica de resultados turbidez de 1 y 2

Los resultados de turbidez del punto 1 y punto 2 cumplen con el criterio de calidad del TULSMA perteneciente al Acuerdo Ministerial 097-A e INEN 1108, lo que indica que pequeñas cantidades de partículas están suspendidas en el agua como hojas o tierra, pese a que la fuente se encuentra cubierta y rodeada de gran vegetación. Este parámetro puede variar por las intensas lluvias que arrastran materia orgánica cerca a la vertiente.

Oxígeno Disuelto

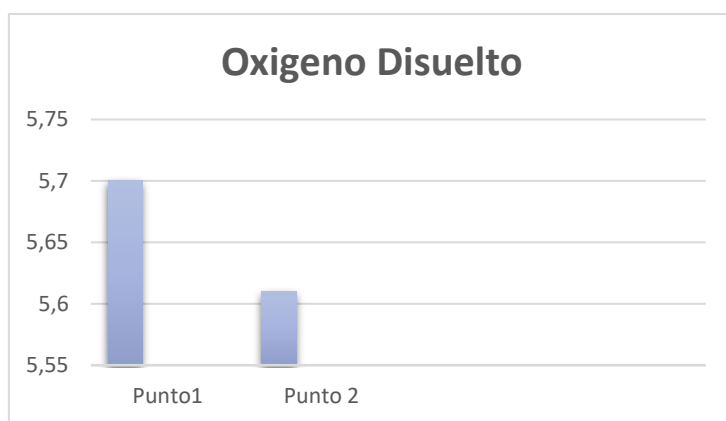


Figura 13 Gráfica de resultados OD de 1 y 2

Las normativas vigentes no consideran al oxígeno disuelto como un parámetro de calidad, pero si para el cálculo del ICA. La concentración de material orgánico, presión atmosférica, temperatura y altitud influyen la cantidad de OD presente en el agua, además el OD sirve como base para determinar el DBO.

DQO



Figura 14 Gráfica de resultados DQO de 1 y 2

Los resultados de DQO en el punto 1 y punto 2 cumplen el criterio de calidad del TULSMA perteneciente al Acuerdo Ministerial 097-A. La determinación del DQO ayuda estimar la contaminación orgánica realizada por la oxidación química de la materia orgánica. En este caso el contenido orgánico es bajo en el punto 1 y nulo en el punto dos.

Manganeso

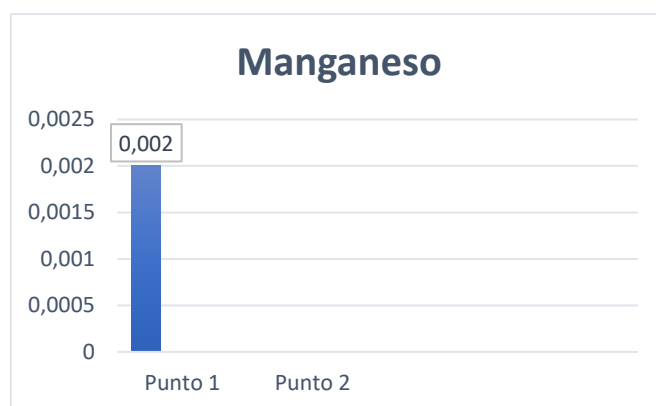


Figura 15 Gráfica de resultados manganeso de 1 y 2

El manganeso no cuenta como parámetro de calidad en el TULSMA e INEN 1108, pero su análisis es de vital importancia, debido a que suele provocar problemas en el suministro de agua al encontrarse en el suelo como dióxido de manganeso el cual es insoluble en un cuerpo hídrico. En este caso, el punto 1 y punto 2 muestran niveles muy bajos de manganeso.

Hierro Total

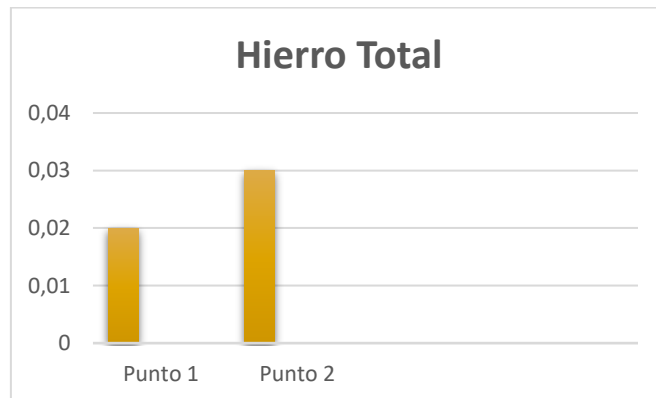


Figura 16 Gráfica de resultados hierro total de 1 y 2

El punto 1 y 2 cumplen con el criterio de calidad del TULSMA perteneciente al Acuerdo Ministerial 097-A; se sabe que el hierro se encuentra en el suelo y minerales como óxido férrico insoluble y sulfuro de hierro, no obstante, el hierro aumenta a medida que el agua se va filtrando por las piedras y suelo creando problemas en los suministros de agua.

Fosfatos

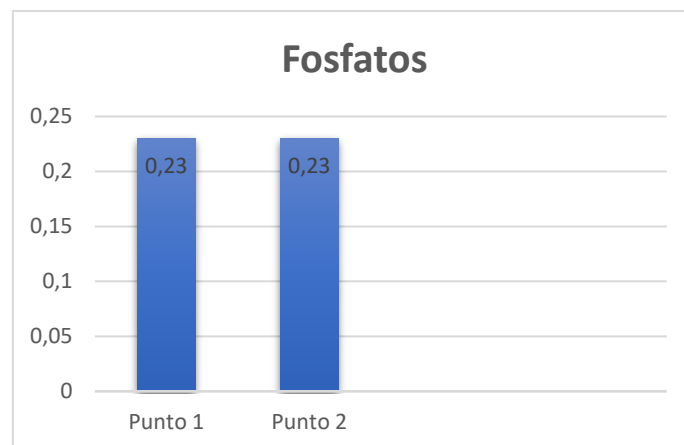


Figura 17 Gráfica de resultados fosfatos de 1 y 2

Ninguna normativa toma en cuenta al parámetro de los fosfatos, sin embargo, el fósforo es un elemento esencial para el crecimiento de plantas, pero al tener niveles bajos de fosfato en los dos puntos de muestreo se evita el crecimiento de algas. Por lo general en aguas naturales los fosfatos se encuentran en concentraciones menores a 1 mg/L

Sulfatos

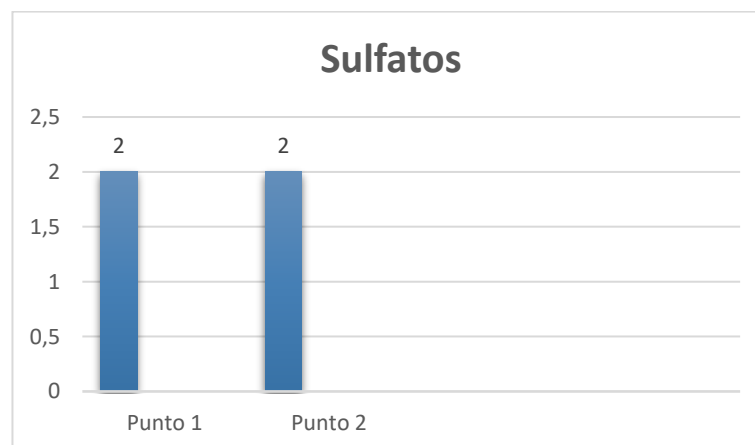


Figura 18 Gráfica de resultados sulfatos de 1 y 2

En el TULSMA perteneciente al Acuerdo Ministerial 097-A los sulfatos cumplen con el criterio de calidad, su presencia en agua naturales es muy común debido a que provienen de la descomposición de materia orgánica.

Nitratos

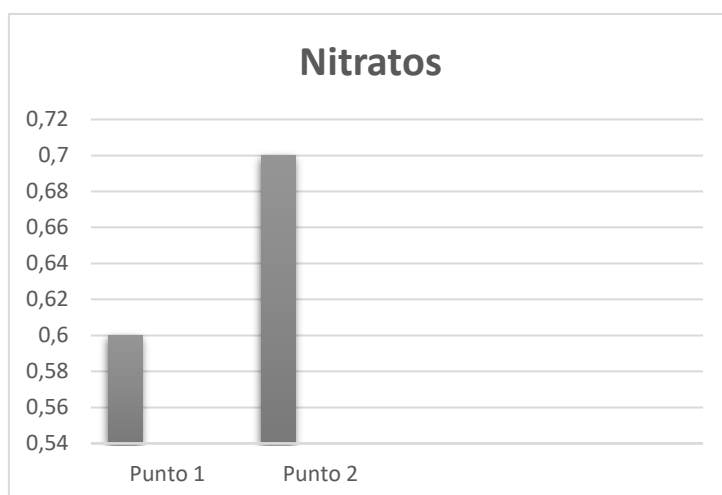


Figura 19 Gráfica de resultados nitratos de 1 y 2

Los resultados de nitratos en el punto 1 y punto 2 cumplen con el criterio de calidad establecido en el TULSMA perteneciente al Acuerdo Ministerial 097-A INEN 1108. En el punto 2 se muestra una presencia considerable de nitratos, esto se debe a ciertas fugas en la tubería que provocan la infiltración de excretas de animales que viven en la zona.

Nitritos

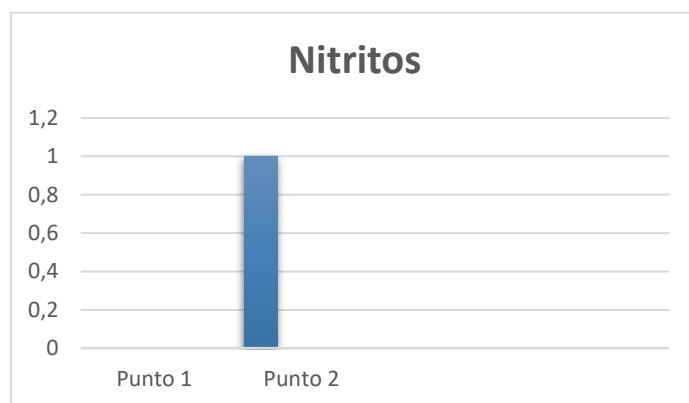


Figura 20 Gráfica de resultados nitritos de 1 y 2

Los nitritos en el punto 1 y punto 2 cumplen con el criterio de calidad del TULSMA perteneciente al Acuerdo Ministerial 097-A e INEN 1108, su presencia indica procesos activos biológicos en el agua que posteriormente se convertirán en nitratos.

Color aparente

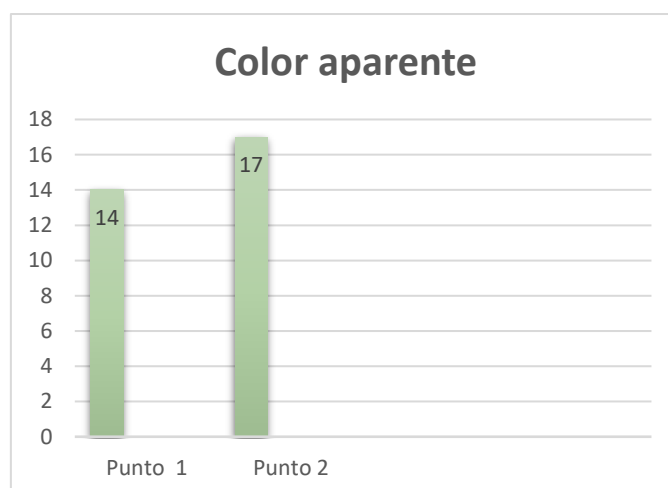


Figura 21 Gráfica de resultados de 1 y 2

El punto 1 cumple con la normativa INEN 1108, en cambio el punto 2 no se cumple con la normativa INEN 1108, debido a la cantidad de sólidos que se infiltran a lo largo de la tubería provocando un aumento en unidades de color.

Dureza

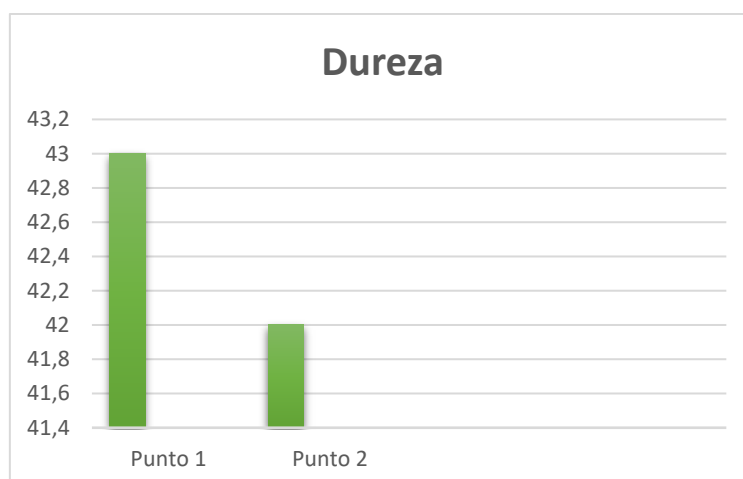


Figura 22 Gráfica de resultados dureza de 1 y 2

El TULSMA del Acuerdo Ministerial 097-A e INEN 1108 no consideran a la dureza como un parámetro de calidad, sin embargo, su análisis ayuda conocer las concentraciones de calcio y magnesio y determinar si el agua es dura o blanda. En este caso, los resultados arrojan que el agua se considera blanda y de sabor agradable, además de no requerir de un mayor consumo de jabón e incrustaciones en tuberías.

DBO₅

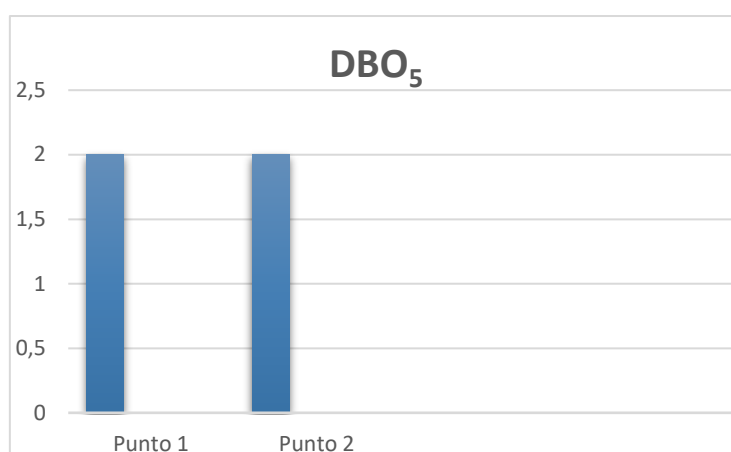


Figura 23 Gráfica de resultados DBO de 1 y 2

El DBO₅ del punto 1 y punto 2 cumple con el criterio de calidad del TULSMA del Acuerdo Ministerial 097-A. La DBO₅ permite medir la cantidad de oxígeno utilizado por microorganismos en la materia orgánica biodegradable; al encontrarse la vertiente en medio de abundante vegetación es propenso a que cierta materia orgánica ingrese a la fuente.

Conductividad

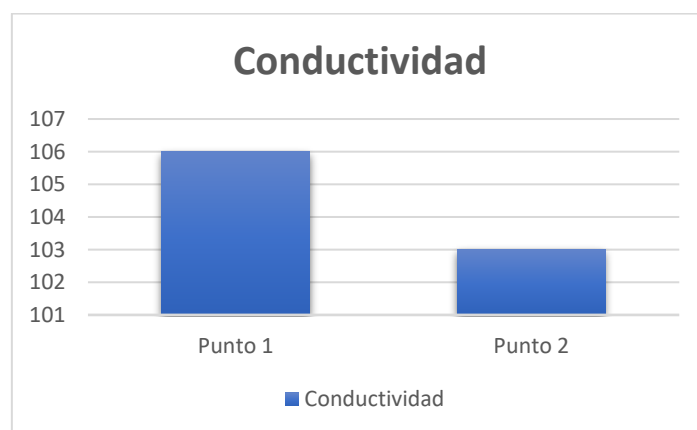


Figura 24 Gráfica de resultados conductividad de 1 y 2

El TULSMA del Acuerdo Ministerial 097-A e INEN 1108 no consideran a la conductividad como criterio de calidad de agua. La conductividad tiene la capacidad de conducir la corriente eléctrica en función a la concentración de iones provenientes de ácidos y sales, esto varía con la temperatura y la geología de la zona. Por lo tanto, en los puntos se muestra una conductividad media baja.

Temperatura

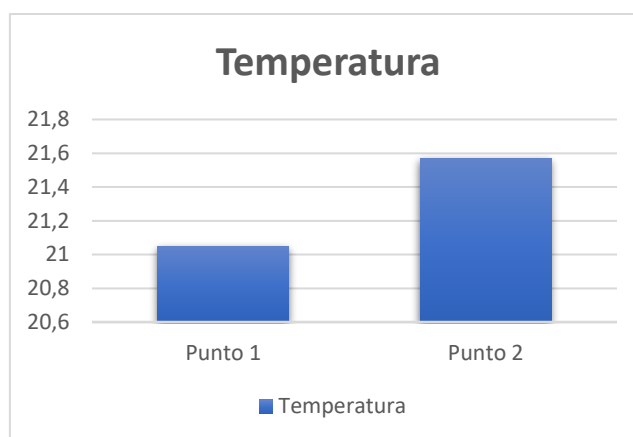


Figura 25 Gráfica de resultados temperatura de 1 y 2

El punto 1 y punto 2 se encuentran a una temperatura alrededor de los 21° C, pese a que El TULSMA del Acuerdo Ministerial 097-A e INEN 1108 no lo consideran como criterio de calidad de agua, la temperatura favorece en el desarrollo de microorganismos e intensificar olores y sabores, además influye en la variación de ciertos parámetros.

3.2.4 Parámetros microbiológicos

Coliformes Totales

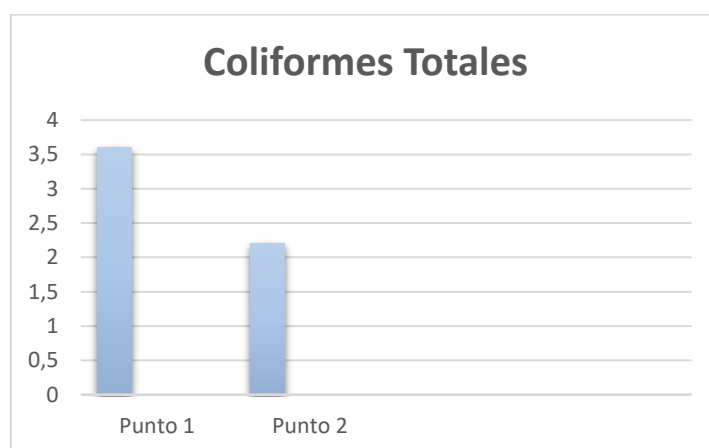


Figura 26 Gráfica de resultados Coliformes Totales de 1 y 2

La presencia de coliformes totales para agua de consumo humano se espera que sea nula, pero el TULSMA del Acuerdo Ministerial 097-A e INEN 1108 no lo consideran como criterio de calidad de agua, sin embargo, en versiones antiguas este parámetro si se cumple ya que se encuentra por debajo del límite permitido dando a conocer que la presencia de coliformes totales es mínima.

Coliformes Fecales

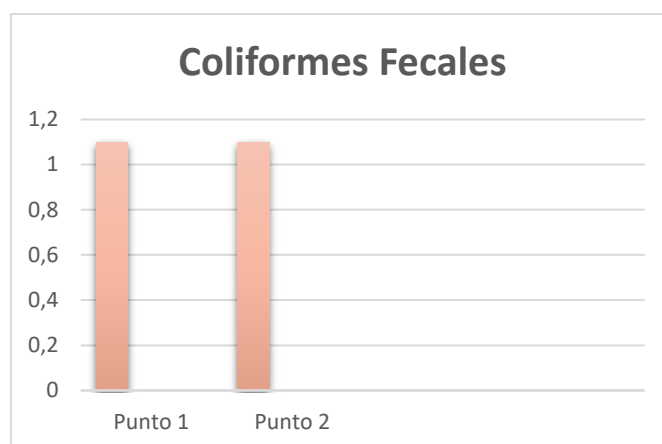


Figura 27 Gráfica de resultados coliformes fecales de 1 y 2

Los coliformes fecales en TULSMA del Acuerdo Ministerial 097-A e INEN 1108 cumplen con el criterio de calidad de agua. Aunque los resultados arrojen la presencia de coliformes fecales, estos se encuentran por debajo del límite; los animales que habitan por la zona comprometen a la calidad de la vertiente.

3.2.5 Cálculo del ICA

Con los resultados de los parámetros *in situ*, laboratorio de la ESFOT y CICAM, se calculó los índices de calidad de cada uno de los parámetros tanto en el punto 1 como en el punto 2 mediante las ecuaciones mencionadas en la tabla 5, teniendo en cuenta sus consideraciones, luego el valor obtenido se multiplica con el factor de corrección correspondiente, después con una división entre la suma total de los factores y la suma total de los resultados obtenidos en cada punto finalmente se obtiene el ICA global.

La siguiente tabla muestra los resultados por cada parámetro.

Tabla 12 ICA global calculado

Parámetro	Unidad	Muestra 1	Muestra 2	Factor	Resultado Muestra 1	Resultado Muestra 2
pH		57.45	54.15	1	57.45	54.15
Color	UTC	56.47	53.32	1	56.47	53.32
Turbiedad	NTU	98.79	101.09	0.5	49.395	50.545
Conductividad	$\mu\text{S/cm}$	100	100	2	200	200
Alcalinidad	mg/L	49.37	49.65	1	49.37	49.65
Dureza Total	mg/L	79.28	79.60	1	79.28	79.60
Nitrógeno-Nitratos	mg/L	100	100	2	200	200
Fosfatos	mg/L	67.27	67.27	2	134.54	134.54
Oxígeno Disuelto	mg/L	75.49	74.89	5	377.45	374.45
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	100	5	500	500
Coliformes Totales	NMP/100 ML	68.99	78.80	3	206.97	236.4
Coliformes Fecales	NMP/100 ML	61.53	61.53	4	246.12	246.12
SUMA				27.5	2 157.05	2 178.78
ICA GLOBAL					78.44	79.23

Conforme a los resultados obtenidos del ICA Global del punto 1 y 2 se comparó con la tabla 1 determinando la calidad de agua correspondiente al resultado arrojado por el punto 1 y 2, que en este caso corresponde a un valor entre 71-90 considerando una calidad de agua buena, lo cual significa que el agua se encuentra en un estado aceptable y solo se necesita realizar una ligera purificación y ser apta para el consumo humano en la Finca Balseca.

3.3 Prediseño del sistema de abastecimiento

3.3.1 Cálculos para el diseño y dimensionamiento de la captación

Para el diseño de la captación de manantial de ladera y concentrado, se obtuvo los siguientes datos en campo para el cálculo del caudal.

Vol del recipiente = 1 L

$t_1 = 7.39 \text{ s}$

$t_2 = 7.25 \text{ s}$

$t_{\text{promedio}} = 7.32 \text{ s}$

$$Q = 0.14 \text{ L/s}$$

Caudal ecológico = 0.014 L/s

Caudal para el diseño = 0.126 L/s

Cálculo de la distancia entre el aforamiento y la cámara húmeda

Se calculó la velocidad de paso con la ecuación 3 con los siguientes datos:

$h = 0.50\text{m}$ recomendado

$g = 9.81 \text{ m/s}^2$

$$V = \left[\frac{2 * 9.81 * 0.50}{1.56} \right]^{1/2}$$

$$V = 2.51 \text{ m/s}$$

Al ser la velocidad de paso mayor al recomendado, se asumió una velocidad de:

$$V = 0.5 \text{ m/s}$$

La pérdida de carga se determinó con la velocidad de paso con la ecuación 4:

$$h_o = 1.56 \frac{0.5^2}{2 * 9.81}$$

$$h_o = 0.0199\text{m} = 0.02\text{m}$$

Una vez calculado la pérdida de carga en el orificio se procedió a calcular el H_f por medio de la ecuación 5

$$H_f = 0.5 - 0.02$$

$$H_f = 0.48 \text{ m}$$

La longitud se calculó mediante la ecuación 6

$$L = \frac{0.48}{0.30}$$

$$L = 1.6 \text{ m}$$

Cálculo del ancho de la pantalla

- **Cálculo del diámetro de la tubería de entrada**

Para el diámetro de la tubería de salida se necesitó la ecuación 7, se consideró los siguientes datos:

$$Q = 0.126 \text{ L/s} = 0.000126 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V = 0.5 \text{ m/s (asumido)}$$

$$C_d = 0.80$$

$$A = \frac{0.126 * 0.001}{0.80 * 0.5}$$

$$A = 3.15 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

Encontrado el área se calculó el diámetro por medio de la ecuación 8

$$D = \sqrt{\frac{4 * 3.15 * 10^{-4}}{\pi}}$$

$$D = 0.020 \text{ m} = 2.00 \text{ cm} = 0.79 \text{ pulg}$$

$$D_{\text{comercial}} = 1''$$

- **Cálculo del número de orificios (NA)**

El diámetro obtenido 1" no excede al diámetro recomendado de 2". Por lo tanto, se utilizó el diámetro de 1" para calcular el NA con la ecuación 9

$$NA = \left(\frac{2.31^2}{2.54^2} \right) + 1$$

$$NA = 1.83 \text{ se asumió } \mathbf{NA = 2}$$

- **Cálculo del ancho de pantalla**

Tomando en cuenta la distribución de los orificios detallados en la figura 7 y la ecuación 12 se calculó el ancho de pantalla

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

$$\mathbf{b = 21 \text{ pulg} = 53.34 \text{ cm} = 60 \text{ cm}}$$

Cálculo de la altura de la cámara húmeda

En el cálculo de la altura de la cámara húmeda se utilizó la ecuación 13, tomando en cuenta los siguientes datos:

$$A = 10 \text{ cm}$$

$$B = 2.54 \text{ cm}$$

$$D = 3 \text{ cm}$$

$$E = 30 \text{ cm}$$

Para la carga requerida se recomendó 30 cm. De tal manera que facilite el paso del agua.

$$H_t = 10 + 2.54 + 30 + 3 + 30$$

$$H_t = 75.54 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$$

Cálculo del dimensionamiento de la canastilla

En el diseño de la canastilla se tomó en cuenta el diámetro de la tubería anteriormente calculada, en este caso es 1". Según las consideraciones mencionadas en la metodología, el diámetro de la canastilla deberá ser:

$$D_{\text{canastilla}} = 2(1")$$

$$D_{\text{canastilla}} = 2"$$

Para la longitud de la canastilla se consideró que sea:

$$\text{Mayor a: } L = 3(1") = 3" = 7.62 \text{ cm}$$

$$\text{Menor a: } L = 6(1") = 6" = 15.24 \text{ cm}$$

$$L = 8 + 16 = 24/2 = 12 \text{ cm}$$

$$\text{Se asume un } L = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Ancho de ranura} = 5 \text{ mm}$$

$$\text{Largo de ranura} = 7 \text{ mm}$$

$$\text{Área de la ranura} = 5 \times 7 = 35 \text{ mm}^2 = 35 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

A continuación, se calculó el área de la tubería de conducción con la ecuación 15

$$A_c = \frac{\pi * 0.0254^2}{4}$$

$$A_c = 5.067 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

Por consiguiente, se calculó el área de total de las ranuras con la ecuación 14

$$A_t = 2 * 5.067 * 10^{-4}$$

$$A_t = 1.0134 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

Finalmente se calculó el número de ranuras con la ecuación 16

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = \frac{1.0134 * 10^{-3}}{5.067 * 10^{-4}} = 2$$

$$N^{\circ} \text{ de ranuras} = 2$$

3.3.2 Cálculo de la tubería de rebose y limpieza

La tubería de rebose va conectada con la de limpieza, de tal manera que sea más sencilla la limpieza y evacuación del agua de la cámara húmeda, para el cálculo del diámetro se obtuvo primero un caudal máximo con la ecuación 17

$$Q_{\text{máx}} = 1.3 * 0.126$$

$$Q_{\text{máx}} = 0.164 \text{ L/s}$$

Con la ecuación 18 se determinó el diámetro para limpieza y rebose.

$$D = \frac{0.71 * (0.164)^{0.38}}{0.015^{0.21}}$$

$$D = 0.86'' = 1''$$

Se construye una cámara seca para alargar la vida útil de las válvulas de 0.30*0.40 m, para proteger a la captación del ingreso de residuos no deseados se consideró la construcción de una tapa para la cámara húmeda y seca de 0.70*0.70 m y 0.35*0.50 m respectivamente, con un espesor de 0.05m.

3.3.3 Cálculos hidráulicos de la Línea de Conducción

Con los siguientes datos se calculó el diámetro de la tubería para la línea de conducción.

Datos:

$$Q = 0.126 \text{ L/s}$$

$$\text{Longitud de la Tubería} = 107.23 \text{ m}$$

$$\text{Cota de la Captación} = 1 \ 379.44$$

$$\text{Cota del Depósito} = 1 \ 327.32$$

Cálculo de la Carga Disponible

$$\text{Carga Disponible} = 1 \ 379.44 - 1 \ 327.32$$

$$\text{Carga Disponible} = 52.12 \text{ m}$$

Cálculo de la pérdida de carga unitaria

$$hf = \frac{52.12}{107.23} = \mathbf{0.4861\text{m/m}}$$

Cálculo del diámetro de la tubería con Hazen-Williams

$$D = \frac{0.71 * 0.126^{0.38}}{0.4861^{0.21}}$$

$$D = 0.40" \quad D = 10.16\text{ mm}$$

$$\varnothing \text{ comercial} = 20\text{mm} - (2 * 1.6) = \mathbf{16.8\text{ mm}} \quad \varnothing = \frac{1}{2}"$$

3.3.1 Dimensionamiento de zanja

Diámetro (\varnothing) : 1/2" = 0.0127 m

Ancho (A) = 0.60 m

Profundidad (B) = 1 m

Cama de apoyo (CA) = 0.10 m

Relleno seleccionado: 0.30 m recomendación

3.3.1 Proceso de desinfección

La desinfección es el proceso más importante para eliminar organismos patógenos presentes en el agua. El cloro es considerado un desinfectante de gran aplicación para zonas rurales. Para la determinación de la dosis a aplicar se utilizó con el método de concentración – tiempo, considerando el pH, temperatura y turbidez del agua para encontrar el K, luego la dosis de cloro a aplicar debe encontrarse en concentraciones entre 0.30 y 1.5mg/L (Aguirre Morales, 2015), en este caso se utilizó el dato más bajo encontrado en la tabla, finalmente se calculó el tiempo que servirá para determinar el volumen del tanque de almacenamiento.

Datos

C = 0.40 mg/L

K = 12mg*min/L

$$t = \frac{12\text{mg} * \text{min/L}}{0.40\text{mg/L}} = \mathbf{30\text{ min}}$$

3.3.2 Dimensionamiento del tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento será ubicado cerca de la Finca Balseca para abastecer a 6 habitantes.

Al no existir un tanque real de abastecimiento, se propuso un tanque con las dimensiones de las siguientes dimensiones:

$$\text{Volumen} = 0.8 * 0.6 * 0.6 = \mathbf{0.23 \text{ m}^3}$$

Con un posible volumen de tanque de almacenamiento, se calculó el volumen tanque adecuado para la desinfección.

$$Q = 0.126 \text{ L/s} = 10.89 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$t = 30 \text{ min} = 0.021 \text{ día}$$

$$\text{Volumen necesario} = 10.89 * 0.021 = \mathbf{0.23 \text{ m}^3}$$

Las dimensiones propuestas para la construcción del tanque de almacenamiento se ajustaron a la capacidad de tanque necesario para la dosificación de cloro, el cual no tendrá ningún inconveniente para la potabilización.

Se construye una cámara seca para alargar la vida útil de las válvulas de 0.30*0.40 m, para proteger al tanque de almacenamiento del ingreso de residuos no deseados se consideró la construcción de una tapa para la cámara húmeda y seca de 0.70*0.70 m y 0.35*0.50 m respectivamente y con un espesor de 0.05 m.

Para evitar el desborde de agua en el tanque provocado por el crecimiento de caudal debido a las lluvias, se incorporó un tubo de rebose de 1" y para la limpieza del tanque un tubo de 1".

3.3.3 Resultados de simulación en EPANET

Para la simulación en EPANET se ingresó los datos de caudal y cotas desde la capación hasta el punto de servicio.

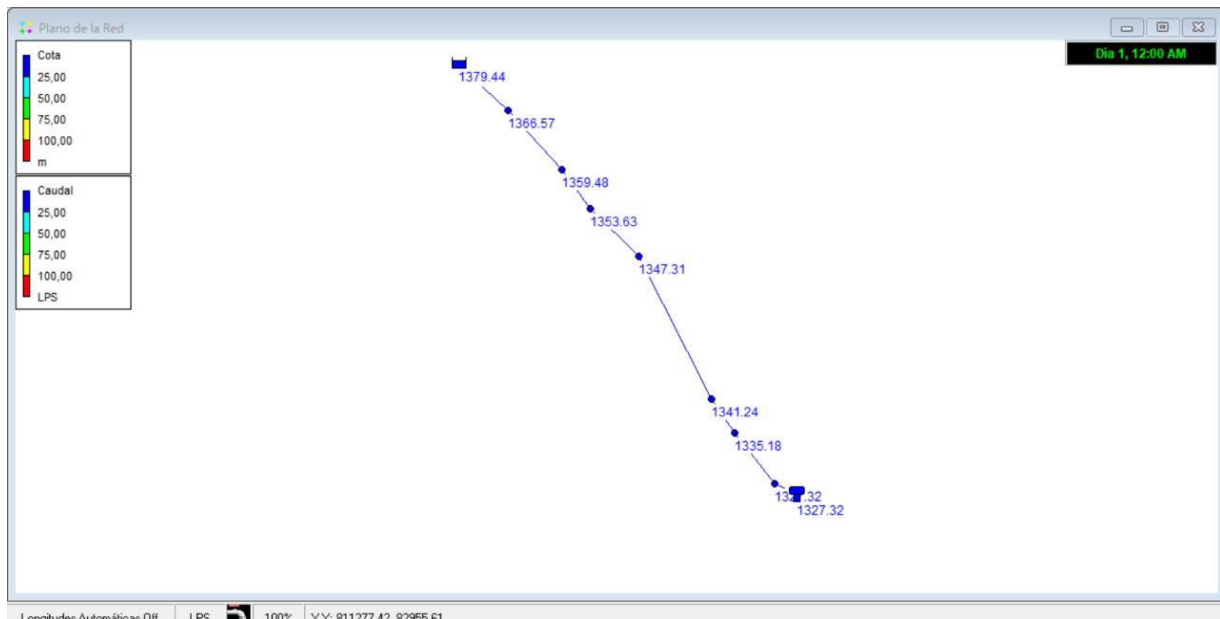


Figura 28 Simulación Línea de Conducción EPANET

Previo a correr al programa para determinar el diámetro de las tuberías y sus longitudes, se modificó la tabla de datos seleccionando la ecuación de Hazen-Williams. Posterior a las modificaciones, se modelaron varios diámetros comerciales de tuberías hasta lograr que el caudal de ingreso sea igual al de salida, cumpliendo con las condiciones que indica el programa. En este caso, se obtuvo un diámetro comercial de 1/2"

Tabla 13 Cálculos hidráulicos de todos los tramos

ID líneas	Longitud	Diámetro	Rugosidad	Caudal	Velocidad	Pérd. Unit	Factor de fricción
	m	mm		LPS	m/s	m/km	
Tubería 1	13.38	16.8	140	0.13	0.59	32.40	0.030
Tubería 2	16.36	16.8	140	0.13	0.59	32.40	0.030
Tubería 3	9.66	16.8	140	0.13	0.59	32.40	0.030
Tubería 4	13.93	16.8	140	0.13	0.59	32.39	0.030
Tubería 5	32.47	16.8	140	0.13	0.59	32.40	0.030
Tubería 6	8.38	16.8	140	0.13	0.59	32.40	0.030
Tubería 7	13.04	16.8	140	0.13	0.59	32.39	0.030

La EPMAPS establece presiones mínimas de 10 m.c.a y presiones máximas de 60 m.c.a, por lo tanto, las presiones de las conexiones se cumplen según lo establecido.

Tabla 14 Resultados de Longitud, Diámetro Caudal en EPANET

ID Nudo	Cota	Altura	Presión
	m	m	m
Conexión 1	1 372.22	1 379.31	7.09
Conexión 2	1 366.57	1 378.88	12.31
Conexión 3	1 359.48	1 378.35	18.87
Conexión 4	1 353.63	1 378.04	24.41
Conexión 5	1 347.31	1 377.59	30.28
Conexión 6	1 341.24	1 376.53	35.29
Conexión 7	1 335.18	1 376.26	41.08
Conexión 8	1 327.32	1 375.84	48.52

Para finalizar la Simulación del Programa EPANET se obtuvo dos gráficas, la una representa el perfil longitudinal de cada una de las cotas en regimen permanente de las conexiones de cada uno de los puntos tomados en la zona de estudio y la siguiente gráfica presenta el perfil longitudinal de los datos de cada una de las alturas que se encunetran en el proyecto

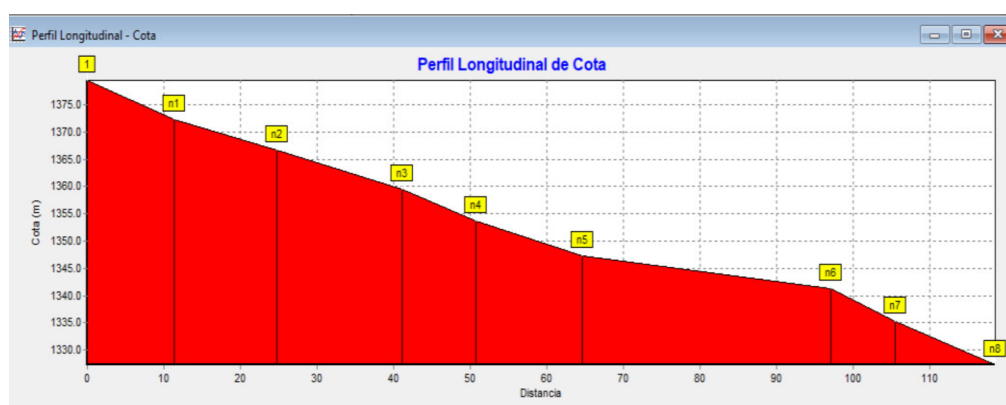


Figura 29 Perfil Longitudinal de las Cota

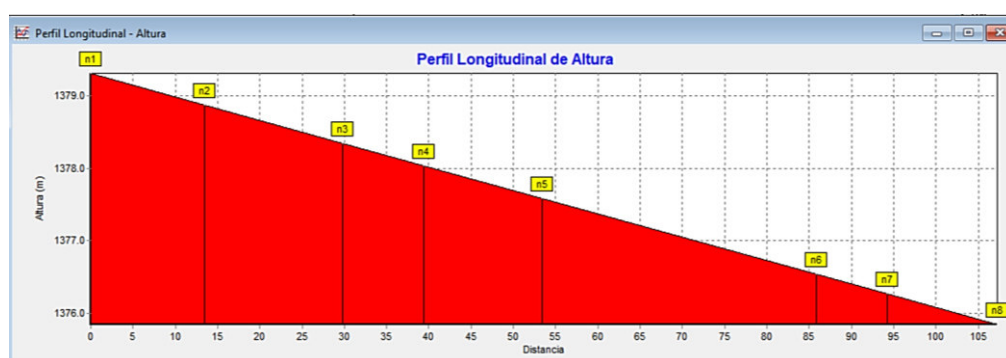


Figura 30 Perfil Longitudinal de las Alturas

En la siguiente gráfica se presenta el Perfil Longitudinal de los datos de cada presión obtenida por defecto en el programa EPANET.

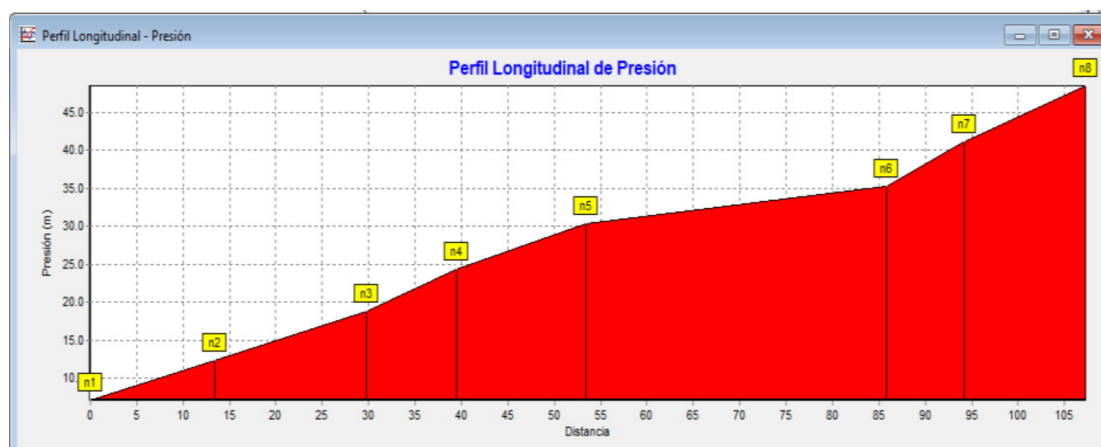


Figura 31 Perfil Longitudinal de Presión - conexiones

3.3.4 Planos de planta y perfil del sistema de abastecimiento en AutoCAD

Finalmente, después de haber analizado la calidad del agua por el ICA, comparado con los límites permisibles del TULSMA Libro VI Anexo 1 y determinado que el agua es apta para el consumo humano, se procedió a la realización de todo el dimensionamiento de la captación, línea de aducción, tanque de almacenamiento y zanja, de tal manera se obtuvo planos de planta, perfil, y captación. Demostrando que el sistema es a gravedad y sencillo. (Ver **Anexos 5, 6, 7 y 8**)

3.3.5 Presupuesto Rubros Proyecto

A continuación. se presenta la tabla 15 de presupuesto. en la que se describe cada uno de los rubros a tomar en cuenta para realizar el proyecto con las unidades en las que se va a medir cada rubro, la cantidad que se va a necesitar, el precio por unidad y el precio total. El presupuesto se realizó tomando en cuenta los precios y rubros de la revista de la Cámara de la Industria de la Construcción. Las cantidades de cada rubro está basada en los planos realizados (ver anexo 5) en donde se indica la longitud de la tubería y cuantos accesorios se necesita.

Tabla 15 Presupuesto del diseño preliminar

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Captación					
1	Excavación a cielo abierto	m ³	0.8	\$3.52	\$2.82
2	Relleno Compactado	m ²	0.5	\$6.19	\$3.10
3	Tubería PVC (Limpieza, rebose y salida)	m ³	2	\$23.35	\$46.70
4	Válvula de Compuerta 1"	m	2	\$16.17	\$32.34
5	Acero de refuerzo	u	5	\$2.00	\$10.00
6	Hormigón Simple F'C= 210 kg/cm ²	kg	1	\$133.28	\$133.28
7	Tee PVC 1"	m ³	1	\$2.37	\$2.37
8	Codo PVC 1"	u	1	\$1.93	\$1.93
9	Canastilla PVC 2"	u	1	\$25.14	\$25.14
				SUBTOTAL	\$228.23
Tanque de Almacenamiento					
10	Excavación a cielo abierto	m ³	0.5	\$35.00	\$17.50
11	Relleno Compactado	m ³	0.4	\$6.19	\$2.48
12	Re plantillo H.S. 180 kg/cm ²	m ³	0.18	\$121.89	\$21.94
13	Acero de Refuerzo	kg	5	\$2.00	\$10.00
14	Hormigón Simple F'C= 210 kg/cm ²	m ³	0.8	\$133.28	\$106.62
	Tubería de PVC 1"	m	2	\$23.35	\$46.70
16	Válvula de compuerta 1"	u	2	\$16.17	\$32.34
17	Tee PVC 1"	u	1	\$2.37	\$2.37
18	Codo PVC 1"	u	1	\$1.93	\$1.93
				SUBTOTAL	\$241.88
Línea de Conducción					
19	Limpieza y Desbroce	m ²	64.33	\$1.19	\$76.55
20	Excavación de zanja	m ³	51.47	\$35.00	\$1 801.45
21	Relleno Compactado	m ³	32.17	\$5.30	\$170.50
22	Relleno de cama de arena	m ³	6.43	\$6.19	\$39.80
23	Tubería PVC 1/2 "	m	107.23	\$8.52	\$913.60
				SUBTOTAL	\$3 001.91
				TOTAL	\$3 472.02

En total para poder implementar el Proyecto en la Finca Balseca. Parroquia Jijón y Caamaño. Cantón Mira se necesitará un presupuesto aproximado a \$ 3 472.02

3.4 Socialización del Proyecto

Una vez concluido con cada objetivo, debido a la lejanía y las medidas de bioseguridad se procedió a la socialización de manera virtual por la plataforma *zoom* con el dueño de la Finca para presentar la propuesta técnica de sistema de abastecimiento de agua para su consumo seguro. En la reunión se despejaron dudas del beneficiario. Se utilizó un léxico común para un mejor entendimiento. Finalmente se agradeció por la oportunidad de realizar un proyecto en su Finca, con el único objetivo de mejorar su calidad de vida. La memoria técnica entregada al dueño de la finca se encuentra en el **Anexo 9**.

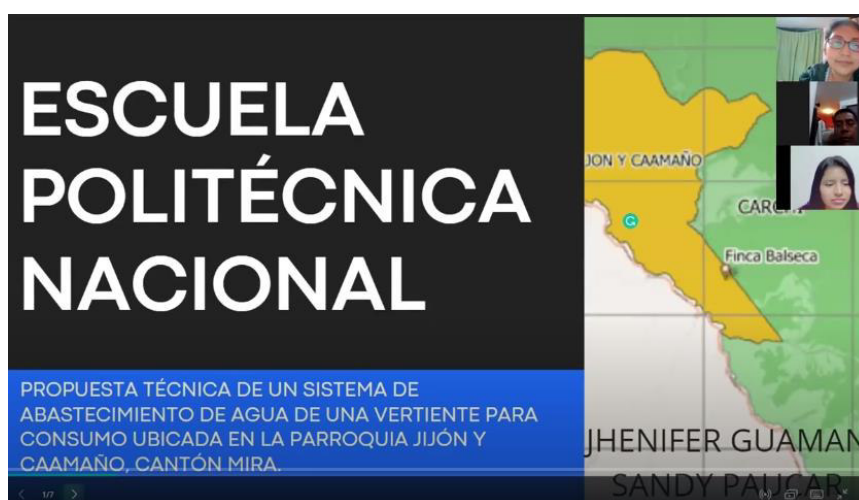


Figura 32 Presentación del proyecto vía Zoom

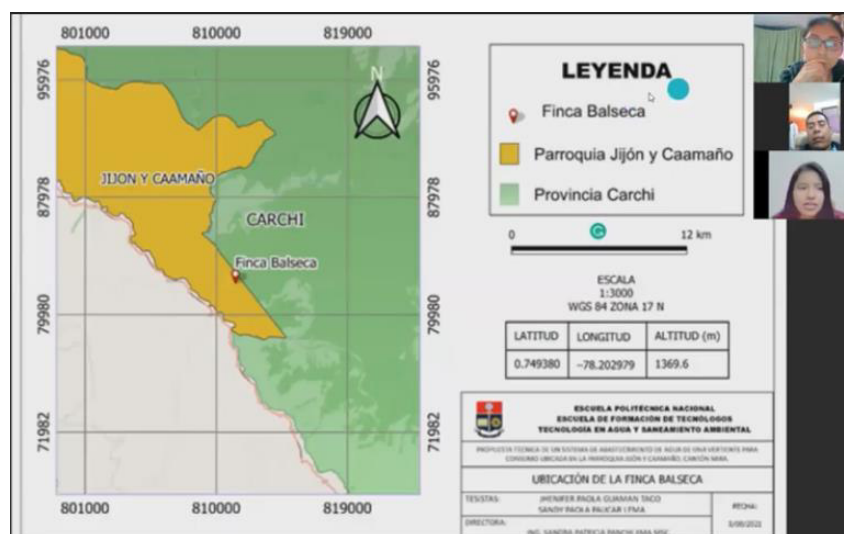


Figura 33 Presentación de la ubicación del proyecto

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La visita de campo y georreferenciación precisa del lugar de estudio ayudó a determinar a qué elevación se encontró el sistema de abastecimiento, el acceso al lugar, las condiciones climáticas, tiempo que toma llegar a la captación y la vegetación de la zona.
- Un correcto y detallado plan de muestreo ayudó a realizar una fácil recolección de muestras, así como la medición de parámetros *In Situ* de manera exitosa, pese a los obstáculos encontrados en el trayecto.
- Durante los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos realizados en el laboratorio de la ESFOT, utilizando métodos ya estudiados con anterioridad en clases, se obtuvieron valores de rango bajo al analizar el agua, lo cual nos indica que la misma se encuentra en buen estado.
- Los parámetros obtenidos y comparados con el TULSMA Libro VI Anexo 1, perteneciente al Acuerdo Ministerial 097-A, tabla 1: criterios de calidad de fuentes de agua para consumo humano y doméstico, y la normativa INEN 1108-2020, indican que el agua cruda captada es de buena calidad.
- Mediante el Análisis del ICA se logró evidenciar que el agua en la zona de estudio se encuentra en un rango aceptable lo cual significa que en la vertiente solo se necesita realizar una leve purificación que mejore su calidad y que no presente problemas de salud a las personas que habitan en la Finca Balseca.
- Para obtener el diámetro de la línea de conducción se realizó el cálculo con la fórmula de Hazen Williams lo cual al ir reemplazando datos da como resultado un diámetro, el cual se convirtió a un diámetro comercial para la simulación en el programa EPANET.
- La ExIEOS establece que cada 500m de longitud de tubería debe ser colocada una válvula de aire, por consiguiente, no se colocó ninguna válvula de aire en la línea de conducción ya que apenas tiene una longitud de 107.23m.
- En cuanto al prediseño de la captación de ladera será ubicada justo en la vertiente, por ser un sistema por gravedad, la pendiente ayuda para que el agua llegue al tanque de almacenamiento sin dificultad.
- En la socialización virtual con el dueño de la Finca Balseca se dio a conocer el diseño del sistema de abastecimiento de agua que se adapta a las condiciones del terreno, facilidad de uso y mantenimiento del sistema, además se despejó varias dudas en cuanto a la calidad de agua, presupuesto y vida útil del sistema.

- Mediante la memoria técnica entregada al dueño de la Finca Balseca se detallan las actividades realizadas como, por ejemplo: la calidad en la que se encuentra el agua, el presupuesto, los planos de perfil y planta, los cuales son datos que deben aplicarse para poder implementar el sistema de abastecimiento en la Finca Balseca y que el mismo tenga un buen funcionamiento.

4.2 Recomendaciones

- En caso de no tomar en cuenta al cloro como desinfectante, se recomienda calentar el agua y dejar entre 5 a 15 minutos hervir el agua después de haber alcanzado el punto de ebullición, al enfriarse vaciarlo en un recipiente limpio con tapa y consumir el agua antes de las 24 horas.
- Cada 6 meses verificar que el sistema de abastecimiento se encuentre en buen estado, eliminar la maleza a su alrededor y realizar el mantenimiento de los tanques.
- Cada año verificar que las válvulas cumplan con su función y lubricarlas si es necesario.

5 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, R. (1997). *Agua potable para poblaciones rurales*. Lima: Asociación de Servicios Educativos Rurales.
- Aguirre Morales, F. (2015). *Repositorio digital Utmach*. Recuperado el 20 de Febrero de 2022, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/6873>
- Alarcón, I. (22 de Marzo de 2018). *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/ecuador-gasto-agua-cifras-latinoamerica.html>
- Autodesk. *Autodesk*. Obtenido de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/civil-3d/overview>
- Baquero, J. C., Fernández, R., Verdejo, J., & Lorca, D. (2008). *EHU*. Obtenido de http://www.ehu.eus/sem/mac1a_pdf/mac1a10/Mac1a10_44.pdf
- Barreto, L. (2020). *SSWM*. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/acerca-de-esta-herramienta/%C2%BFsabes-qu%C3%A9-son-los-sistemas-de-abastecimiento-de-agua%3F>
- Bojaca, R. *DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD*. Obtenido de DETERMINACIÓN DE ALCALINIDAD: <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Alcalinidad+total+en+agua+por+el+electrometr%C3%ADa..pdf/dd9a3610-8ff7-49bc-97eb-5306362466df>
- Bolaños, J. D. (2017). *Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable*. Obtenido de Determinación de nitritos, nitratos, sulfatos y fosfatos en agua potable: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-15.pdf>
- Borderías, U. P. (2010). *Cátedra Unesco*. Obtenido de https://catedraunescoeads.es/wp-content/uploads/2020/01/ODS6_WebCatedra.pdf
- Carbotecnia. (9 de Abril de 2021). *Carbotecnia*. Obtenido de <https://www.carbotecnia.info/aprendizaje/quimica-del-agua/que-es-la-conductividad-en-el-agua/>
- Cardenas Jaramillo, D. L., & Patiño Guaraca, F. E. (2010). *dSPACE*. Obtenido de <https://dSPACE.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/725/1/ti853.pdf>
- Carpio, T. M. (14 de Junio de 2007). *IDEAM*.

- Castro, G. (2009). *Origen de los sulfatos en el agua subterránea* . Obtenido de Origen de los sulfatos en el agua subterránea : https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/origen_sulfatos.pdf
- Chang Gómez, J. (2009). *Dspace*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6147/5/Indice%20calidad%20del%20agua.pdf>
- EADIC. (30 de Junio de 2016). *eadic*. Obtenido de <https://www.eadic.com/caracteristicas-de-la-red-de-distribucion-de-agua-potable/>
- EMAAPQ. (2008). Recuperado el 18 de Febrero de 2022, de <https://es.scribd.com/document/394386662/Normas-Agua-Emaap>
- EMAAP-Q. (2009). Recuperado el Febrero de 2022, de https://www.ecp.ec/wp-content/uploads/2017/08/NORMAS_ALCANTARILLADO_EMAAP.pdf
- Esneca Business School. *Esneca Business School*. Recuperado el Noviembre de 2021, de https://www.esneca.com/blog/que-es-autocad/#%C2%BFQue_es_AutoCAD
- Evangelista, C. (2012). *Control de sistemas no lineales por modos deslizantes de segundo orden*. La Plata.
- Fernández-Santisteban, M. T. (2014). *Determinación de coliformes totales y fecales en aguas* . Obtenido de Determinación de coliformes totales y fecales en aguas : <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223154251011.pdf>
- González Toro, C. (Octubre de 2011). *Academic*. Obtenido de <https://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>
- INEN. (1983). *Instituto Ecuatoriano de Normalización* . Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1106.pdf>
- INEN. (2013). *Agua. Calidad de agua. Muestreo, y Manejo y Conservación de muestras*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2169.pdf>
- INEN. (2014). *Instituto Ecuatoriano de Normalización*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/10523-UNIDO-EX.pdf>
- INEN. *Servicio Ecuatoriano de Normalización*. Recuperado el 19 de Febrero de 2022, de <https://www.normalizacion.gob.ec/servicios-en-linea/>
- INEN. *Servicio Ecuatoriano Normalización*. Recuperado el 2021, de https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/cpe_inen_5-parte9.2-1.pdf

- INEN, N. T. (2013). *Determinación de Microorganismos Coliformes*. Obtenido de Determinación de Microorganismos Coliformes: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-6.pdf>
- INEN, N. T. (2013). *INEN AGUA. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)*. Quito .
- INEN, NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE. (2013). *DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO*. Obtenido de DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-1202-AGUAS.-DEMANDA-BIOQU%C3%8DMICA-DE-OX%C3%8DGENO-DBO5.pdf?x42051>
- López Pérez, E. (3 de Marzo de 2016). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5710308.pdf>
- López, M. (2002). *Manual de muestreo EMAAP-Q*.
- McFarland, M. L. (2014). *El hierro y el manganeso*. Obtenido de El hierro y el manganeso: <https://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/l5451sironandman.pdf>
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2002). *Biblioteca IDEAM*. Obtenido de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005574/cartillas/sistemasacueducto/Sistemasacueducto2.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Productivo. *Recusos Hídricos* . Obtenido de <http://www.recursoshidricos.gov.ar/webback/index.php/nuestra-funcion/2017-03-23-14-12-06/calidad-de-agua>
- Ministerio de Medio Ambiente. (2003). *Servicio Nacional de Estudios Territoriales*.
- Ministerio de Salud de Perú. *República de Perú*.
- Ministerio de Salud Pública. (2019). *Guía de Agua Segura*. Obtenido de <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Guia-Agua-Segura.pdf>
- Molina, E. C., & Hernández , L. (2003). *Determinación de nitratos y nitritos en agua*. Obtenido de Determinación de nitratos y nitritos en agua.: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0583-76932003000100014
- Montoya, H., Contreras, C., & García, V. Estudio Integral de La Calidad del Agua en el Estado de Jalisco. En H. Montoya, C. Contreras, & V. García, *Estudio Integral de La Calidad del Agua en el Estado de Jalisco* (pág. 106). Jalisco.

- Negrón Martínez, S. (2014). *Prcrepository*. Obtenido de http://prcrepository.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.12475/727/Articulo%20Final_Sixto%20Negrón.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ocampo, L. (2021). *Camara de Comercio de la Industria de Construcción*.
- Pittman, R. A. (1997). *Sistemas de Abastecimiento por Gravedad*.
- Pradillo, B. (21 de Octubre de 2014). *iagua*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/beatriz-pradillo/colores-agua>
- Proaño, P., Capito, L., Rosales, A., & Camacho, O. (2017). A dynamical sliding mode control approach for long deadtime systems. *International Conference on Control, Decision and Information Technologies (CoDIT)*. IEEE.
- QGIS. (15 de 06 de 2021). *QGIS*. Obtenido de <https://www.qgis.org/es/site/about/index.htm>
- Rocha, S. (1997). *Abastecimientos de agua, teoría y diseño*. Caracas.
- Rodríguez, C. H. (28 de Diciembre de 2007). *IDEAM*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Demanda+Qu%C3%ADmica+de+Ox%C3%ADgeno..pdf/20030922-4f81-4e8f-841c-c124b9ab5adb>
- Rodríguez, Carlos Hernán;. (2007). *NITROGENO TOTAL EN AGUA POR EL METODO KJELDAHL*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Nitr%C3%B3geno+Total+en+agua+M%C3%A9todo+Kjeldahl+Electrodo+de+Amoniaco.pdf/6eac7192-9d88-41cf-b4f0-7b5332467901>
- Rodríguez, S. A. (2010). *La Dureza del Agua*. Obtenido de La Dureza del Agua: http://www.edutecne.utn.edu.ar/agua/dureza_agua.pdf
- Romero Rojas, J. A. (2009). *Calidad del Agua*. Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Rossman, L. A. <https://epanet.es/manuales/epanet-2-manual-de-usuario-espanol/>. Recuperado el 8 de Abril de 2021, de <https://epanet.es/manuales/epanet-2-manual-de-usuario-espanol/>
- Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (10 de Septiembre de 2007). *Scielo*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019

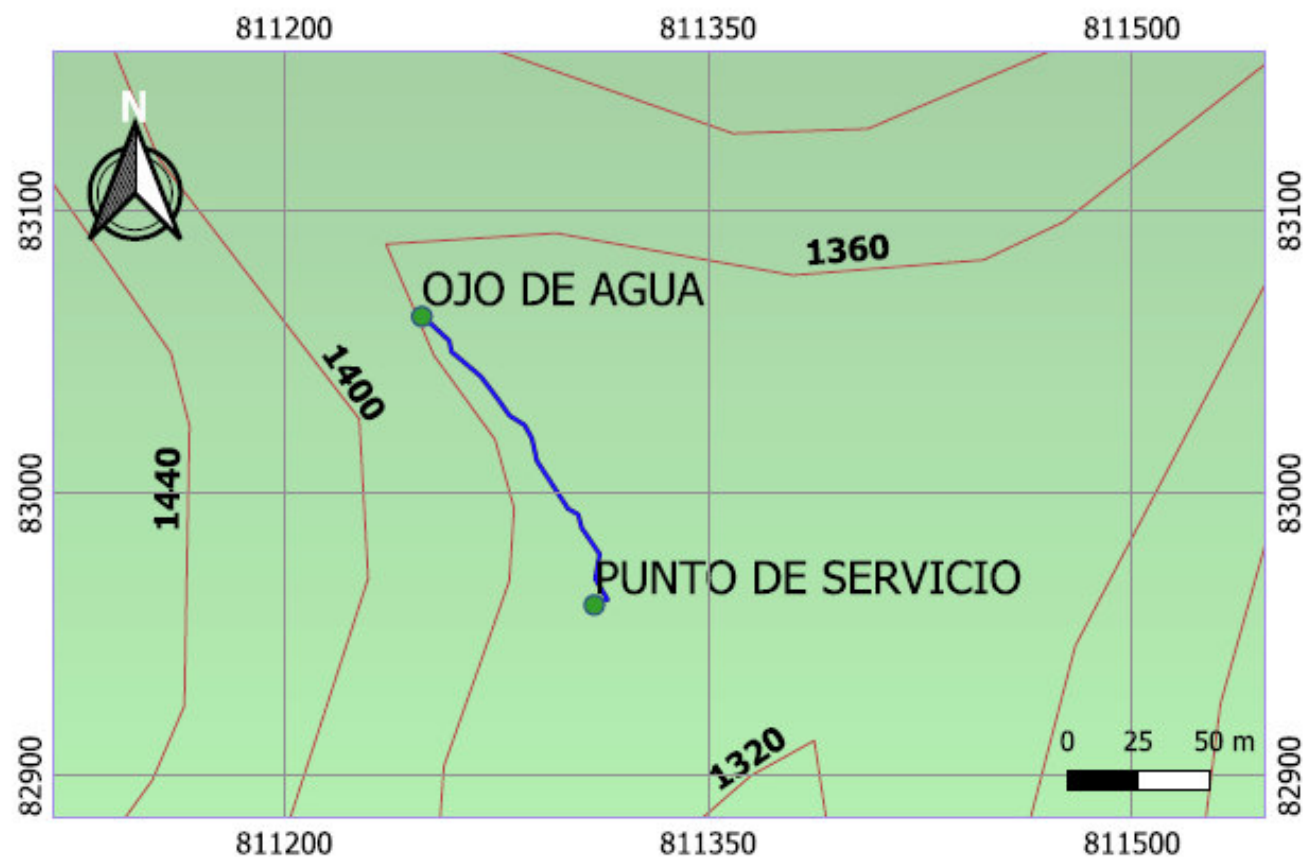
Universidad de Pamplona. *Unipamplona*. Recuperado el 2022, de
https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf

Valdivielso , A. *iagua*. Recuperado el 1 de Agosto de 2021, de
<https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-subterraneas>

Waterboards. *Waterboards*. Obtenido de
https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3120sp.pdf

ANEXOS

ANEXO 1: MAPA CARTOGRÁFICO DE LA ZONA DE ESTUDIO



LEYENDA

- Finca Balseca
- Parroquia Jijón y Caamaño
- Provincia Carchi
- Puntos de estudio
- Curvas de nivel
- Línea de conducción

ESCALA
1:3000

WGS 84 ZONA 17 N

Zonas de estudio	UTM X	UTM Y	ALTITUD (m)
Ojo de Agua	811248.7	83062.6	1379.44
Punto de servicio	811309.7	82960.5	1356.92



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

MAPA CARTOGRAFICO DE LA FINCA BALSECA

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

FECHA:
8/08/2021

ANEXO 2: RESULTADOS DEL CICAM

INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 04 de agosto de 2021

No. IR-21-298

DATOS DEL CLIENTE:

Nombre del Cliente/ Empresa: Ing. Sandra Panchi
Nombre del Representante: Guadalupe Tacu Jaramila Paola y Priscila Lema
Cédula / RUC: -
Dirección: -
Teléfono convencional: -
Teléfono celular: -
Correo electrónico: sandra.panchi@epn.edu.ec

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2021-07-26
No. Oficio de Servicio: OF21-187
No. Solicitud de trabajo: ST-21-096
Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
Código de la muestra: MD-21-298
Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara 11-255
Fecha de análisis: 26 al 04 de agosto de 2021
Temperatura de ingreso al laboratorio: 9,4°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto: Propuesta Técnica de un Sistema de
Abastecimiento de Agua de una
vivienda para consumo ubicada en la parroquia
Ajón y Cantón del cantón Mira
Fecha de muestreo: 2021-07-25
Rotación de la muestra: PUNTO 1
Tipo de muestra: Puntual
Tipo de muestra: Agua natural
Lugar de muestreo: -
Origen de la muestra: -
Responsable de muestreo: Cliente

Tipo de envase: Plástico
N° de envases: 3
Preservante: No

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
¹⁰ Alcalinidad total (CaCO ₃)	PD-06/04, 24.23, 2017, 2128 B Volumétrica	mg/L	57,8
¹¹ Acidez	SM 821, 2017, 2110 B Volumétrica	mg/L	18
¹² Demanda bioquímica de oxígeno (DHO)	PD-06/ SM 521, 2017, 2118 B Volumétrica	mg/L	< 2
¹³ Dureza total	PD-15/ SM 821, 2017, 2140 C Volumétrica	mg/L	43
¹⁴ Nitrógeno total (Kjeldahl)	SM 821, 2017, 4958 - Norg-C Volumétrica	mg/L	< 1,0
¹⁵ Sólidos totales	PD-36/ SM 821, 2017, 2040 D Gravimétrica	mg/L	100

Acreditaciones:

¹⁰ Acreditación N° OAE LE 20 06-012 - Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gub.ec

¹¹ Parámetro no acreditado

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitada.

Observaciones:

El valor de DQO entregado por el cliente: 1 mg/L.

Notas:

Este informe sólo aplica a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas.

La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera.

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados.

En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa.

Prohibida la reproducción parcial de este informe.

Revisado por: José Jaramila
RESPONSABLE TÉCNICO



Aprobado por: MSc. Carolina Fierro
RESPONSABLE DE LABORATORIO

INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 12 de agosto de 2021

No.ERI-21-316

DATOS DEL CLIENTE:

Nombre del Cliente/ Empresa: Ing. Sandra Panchi
Nombre del Representante: Guzmán Taza Iñáñez Paula y Ponce Lema
Cédula / RUC: Sandy Panchi
Dirección: +
Teléfono convencional: +
Teléfono celular: +
Correo electrónico: sandra.panchi@epn.edu.ec

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2021-08-02
No. Oficio de Servicio: OF21-487
No. Solicitud de trabajo: ST-21-102
Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
Código de la muestra: MS-21-316
Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253
Fecha de análisis: 02 al 04 de agosto de 2021
Temperatura de ingreso al laboratorio: 7,5°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR CLIENTE

Nombre del Proyecto: Propuesta Técnica de un Sistema de Abastecimiento de Agua de una vertiente para consumo ubicado en la parroquia Jilá y Cañabío del cantón Mira
Fecha de muestreo: 2021-08-01
Rotulación de la muestra: PUNTO 1
Tipo de muestreo: Puntal
Tipo de muestra: Agua natural
Lugar de muestreo: +
Origen de la muestra: +
Responsable de muestreo: Cliente

Tipo de ensayo: Plus, estávil
Nº de ensayos: 1
Preservante: No

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
Coliformes totales	ISO 4833:2014 TS, 2017, N127 D: Formulación en Tablas múltiples	NMP/100mL	3,6
Coliformes fecales	ISO 4833:2014 TS, 2017, N121 D: Formulación en Tablas múltiples	NMP/100mL	< 1,1

Acreditaciones:

¹⁾ Laboratorio no acreditado

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Nota:

Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones medidas.

La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera.

El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados.

En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa.

Prohibida la reproducción parcial de este informe.

Revisado por: 
RESPONSABLE TÉCNICO

Aprobado por: MSc. Carola Fierro
RESPONSABLE DE LABORATORIO



INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 04 de agosto de 2021

No.IRI-21-299

DATOS DEL CLIENTE:

Nombre del Cliente/ Empresa: Ing. Sandra Panchi
Nombre del Representante: Guamán Taco Jhenifer Paola y Paucar Lema Sandy Paola
Cédula / RUC: -
Dirección: -
Teléfono convencional: -
Teléfono celular: -
Correo electrónico: sandra.panchi@epn.edu.ec

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2021-07-26
No. Oferta de Servicio: OF21-187
No. Solicitud de trabajo: ST-21-096
Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
Código de la muestra: MI-21-299
Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253
Fecha de análisis: 26 al 04 de agosto de 2021
Temperatura de ingreso al laboratorio: 9,4°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto: Propuesta Técnica de un Sistema de Abastecimiento de Agua de una vertiente para consumo ubicada en la parroquia Jijón y Caamaño del cantón Mira
Fecha de muestreo: 2021-07-25
Rotulación de la muestra: PUNTO 2
Tipo de muestreo: Puntual
Tipo de muestra: Agua natural
Lugar de muestreo: -
Origen de la muestra: -
Responsable de muestreo: Cliente

Tipo de envase: Plástico
N° de envases: 3
Preservante: No

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
(a) Alcalinidad total (CaCO ₃)	PE-38/SM, Ed 23, 2017, 2320 B/ Volumetría	mg/L	56,1
(c) Acidez	SM Ed.23, 2017, 2310 B/ Volumetría	mg/L	17
(a) Demanda bioquímica de oxígeno DBO ₅	PE-06/ SM Ed.23, 2017, 5210 B/ Volumetría	mg/L	< 2
(a) Dureza total	PE-15/ SM Ed.23, 2017, 2340 C/ Volumetría	mg/L	42
(c) Nitrógeno total (Kjeldahl)	SM Ed.23, 2017, 4500 - Norg- C/ Volumetría	mg/L	< 1,0
(a) Sólidos totales	PE-36/ SM Ed.23, 2017, 2540 D/ Gravimetría	mg/L	104

Acreditaciones:

(a) Acreditación N° OAE LE 2C 06-012 . Alcance específico de la acreditación: www.acreditacion.gob.ec

(c) Parámetro no acreditado

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Observaciones:

El valor de DQO entregado por el cliente : 0 mg/L.

Nota:

Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas
La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera
El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados
En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa
Prohibida la reproducción parcial de este informe

Revisado por: Jairo Jimpikit
RESPONSABLE TÉCNICO



Aprobado por: MSc. Carola Fierro
RESPONSABLE DE LABORATORIO

INFORME DE RESULTADOS

Fecha: 12 de agosto de 2021

No.IRI-21-317

DATOS DEL CLIENTE:

Nombre del Cliente/ Empresa: Ing. Sandra Panchi
Nombre del Representante: Guamán Taco Jhenifer Paola y Paucar Lema
Cédula / RUC: Sandy Paola
Dirección: -
Teléfono convencional: -
Teléfono celular: -
Correo electrónico: sandra.panchi@epn.edu.ec

DATOS DEL LABORATORIO:

Fecha de recepción: 2021-08-02
No. Oferta de Servicio: OF21-187
No. Solicitud de trabajo: ST-21-102
Tipo de servicio: Servicio de ensayo aplicado a la investigación
Código de la muestra: MI-21- 317
Lugar de análisis: CICAM - Quito - Ladrón de Guevara E11-253
Fecha de análisis: 02 al 04 de agosto de 2021
Temperatura de ingreso al laboratorio: 7,5°C

DATOS DE LA MUESTRA SUMINISTRADOS POR: CLIENTE

Nombre del Proyecto: Propuesta Técnica de un Sistema de Abastecimiento de Agua de una vertiente para consumo ubicada en la parroquia Jijón y Caamaño del cantón Mira
Fecha de muestreo: 2021-08-01
Rotulación de la muestra: PUNTO 2
Tipo de muestreo: Puntual
Tipo de muestra: Agua natural
Lugar de muestreo: -
Origen de la muestra: -
Responsable de muestreo: Cliente

Tipo de envase: Plást. estéril
Nº de envases: 1
Preservante: No

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO	UNIDAD	RESULTADO
(c) Coliformes totales	PE-46/ SM Ed.23, 2017, 9221 B/ Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100mL	2,2
(c) Coliformes fecales	PE-46/ SM Ed.23, 2017, 9221 B/ Fermentación en Tubos múltiples	NMP/100mL	1,1

Acreditaciones:

(c) Parámetro no acreditado

Mayor información respecto a los métodos, incertidumbres de medición y alcance de la acreditación de los parámetros se encuentra disponible en caso de ser solicitado.

Nota:

Este informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo bajo las condiciones recibidas
La información completa de la medición de este ensayo se encuentra disponible para el cliente, cuando lo requiera
El laboratorio no se responsabiliza por la información proporcionada por el cliente que puedan afectar la validez de los resultados
En caso de que esta información sea solicitada por ley o disposiciones contractuales se notificará al cliente en forma previa
Prohibida la reproducción parcial de este informe

Revisado por: Jairo Jimpikit
RESPONSABLE TÉCNICO

Aprobado por: MSc. Carola Fierro
RESPONSABLE DE LABORATORIO



ANEXO 3: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES TULSMA

TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN ⁻	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino L Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,05
Fluoruro	F ⁻	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/ l	0,008
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

ANEXO 4: LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES INEN 1108

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos del agua para consumo humano

Parámetro	Unidad	Límite permitido ^b	Método de ensayo ^c
Arsénico	mg/L	0,01	Standard Methods 3114
Cadmio	mg/L	0,003	Standard Methods 3113
Cloro libre residual	mg/L	0,3 a 1,5	Standard Methods 4500 Cl ⁻
Cobre	mg/L	2,0	Standard Methods 3111
Color aparente	Pt-Co	15	Standard Methods 2120
Cromo (cromo total)	mg/L	0,05	Standard Methods 3113
Fluoruro	mg/L	1,5	Standard Methods 4500-F ⁻
Mercurio	mg/L	0,006	Standard Methods 3112
Nitratos (como NO ₃ ⁻)	mg/L	50,0	Standard Methods 4500-NO ₃ ⁻
Nitritos (como NO ₂ ⁻)	mg/L	3,0	Standard Methods 4500-NO ₂ ⁻
Plomo	mg/L	0,01	Standard Methods 3113
Turbiedad ^a	NTU	5	Standard Methods 2130

^a Se conoce también como *Turbidez*.
^b Los resultados obtenidos deben expresarse con el mismo número de cifras significativas de los límites permitidos, aplicando las reglas para redondear números indicadas en NTE INEN 52.
^c En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.

TABLA 2. Requisitos microbiológicos del agua para consumo humano

Parámetro	Unidad	Límite permitido	Método de ensayo ^a
Coliformes fecales	Número/100 mL	Ausencia	Standard Methods 9221 ^b Standard Methods 9222 ^c
<i>Cryptosporidium</i>	Número de ooquistes/ L	Ausencia	EPA 1623
<i>Giardia</i>	Número de quistes/ L	Ausencia	EPA 1623

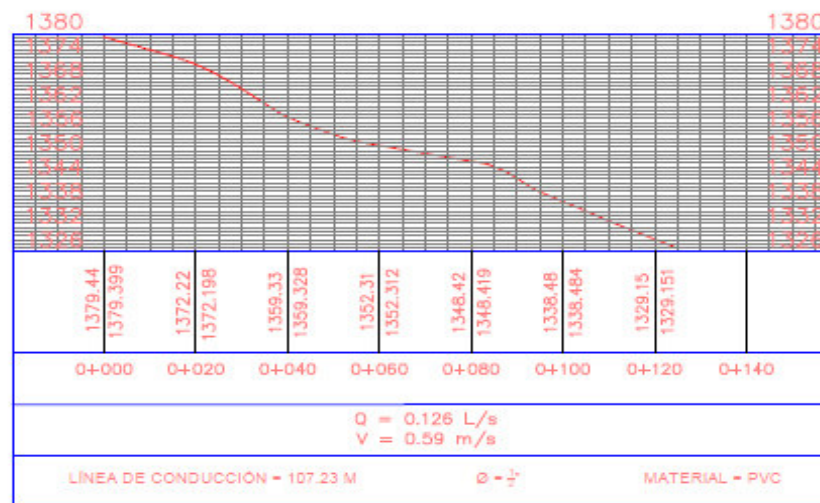
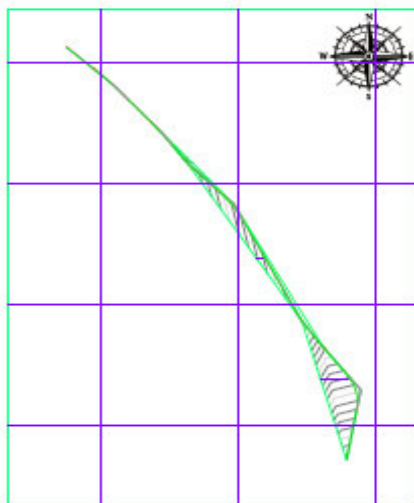
^a En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados, estos deben ser normalizados. En el caso de no ser un método normalizado, este debe ser validado.
^b La ausencia corresponde a "< 1,1 NMP/100 mL".
^c La ausencia corresponde a "< 1 UFC/100 mL".

TABLA B.1. Rango de pH del agua para consumo humano

Parámetro	Unidad	Rango
pH ^a	Unidades de pH	6,5 – 8,0

^a Parámetro de control operativo

ANEXO 5: PERFIL DEL PROYECTO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

TRAYECTORIA DE LA LÍNEA DE CONDUCCIÓN

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

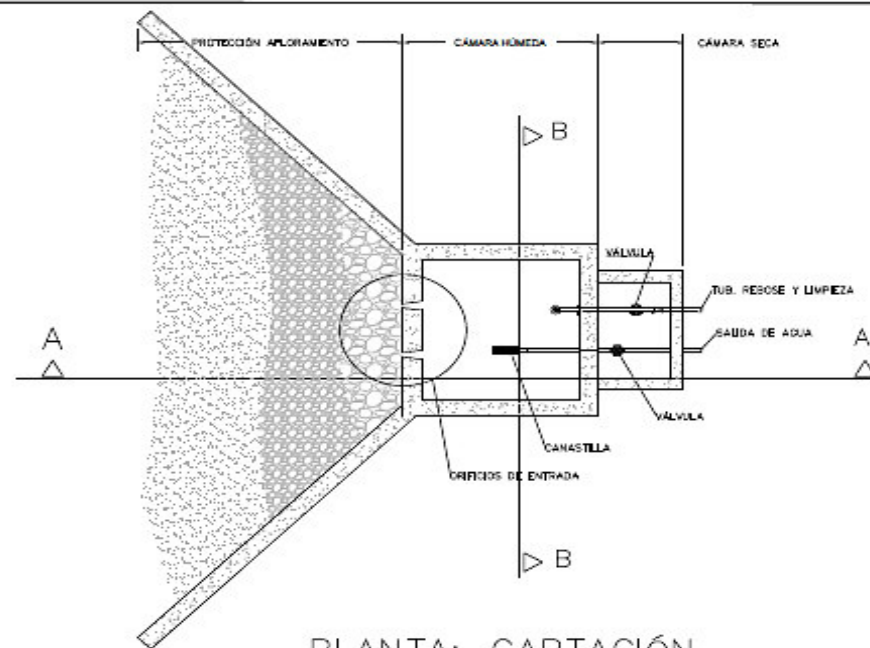
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:1000

ANEXO 6: PLANOS DE LA CAPTACIÓN



PLANTA: CAPTACIÓN



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

DETALLE DE LA PLANTA DE CAPTACIÓN

FECHA:
11/09/2021

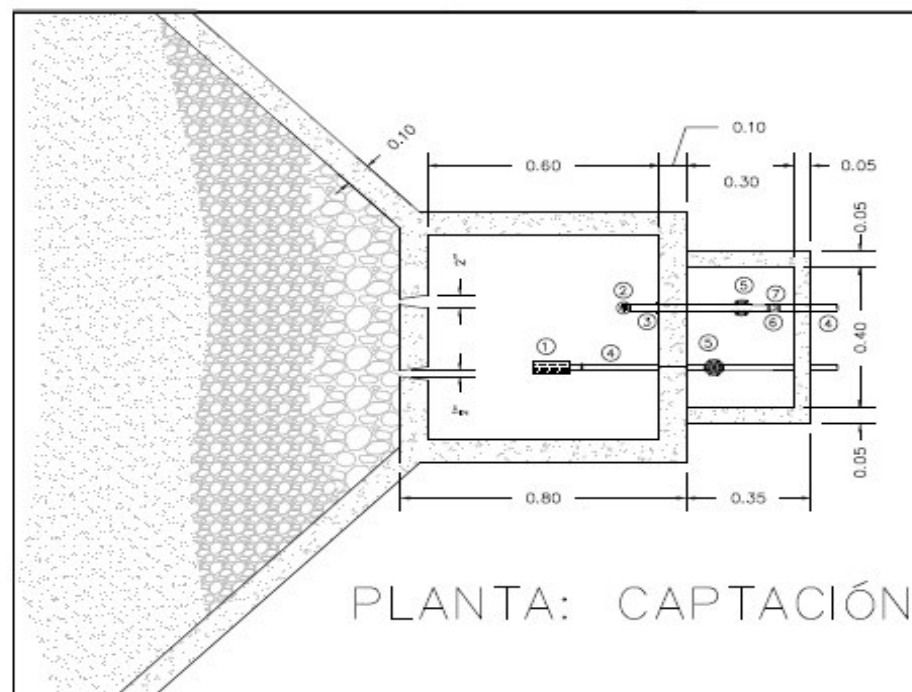
TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50



ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
1	CANASTILLA	2"
2	TUBO DE REBOSE	1"
3	TUBO DE LIMPIEZA	1"
4	TUBERÍA	1"
5	VÁLVULA	1"
6	CODO	1"
7	TEE	1"

PLANTA: CAPTACIÓN



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

PLANO DE CAPTACIÓN - DIMENSIONES

FECHA:
11/09/2021

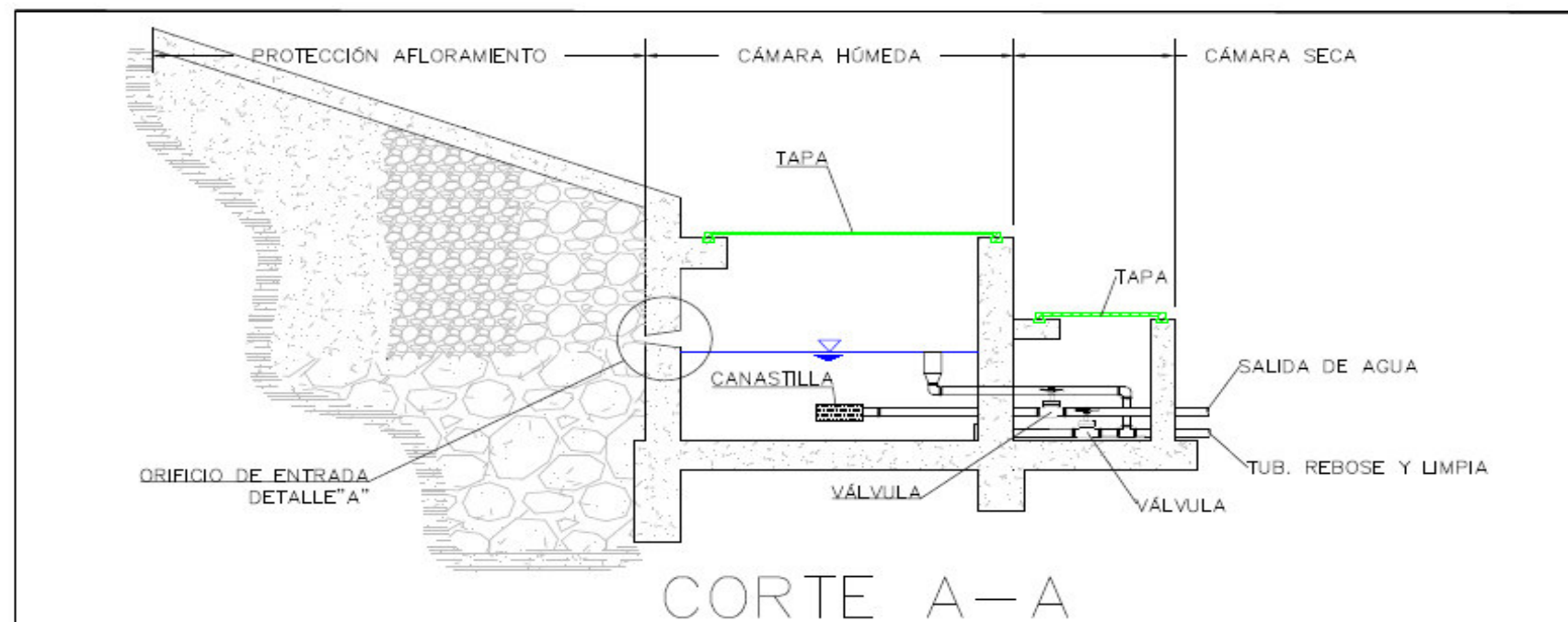
TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA



CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

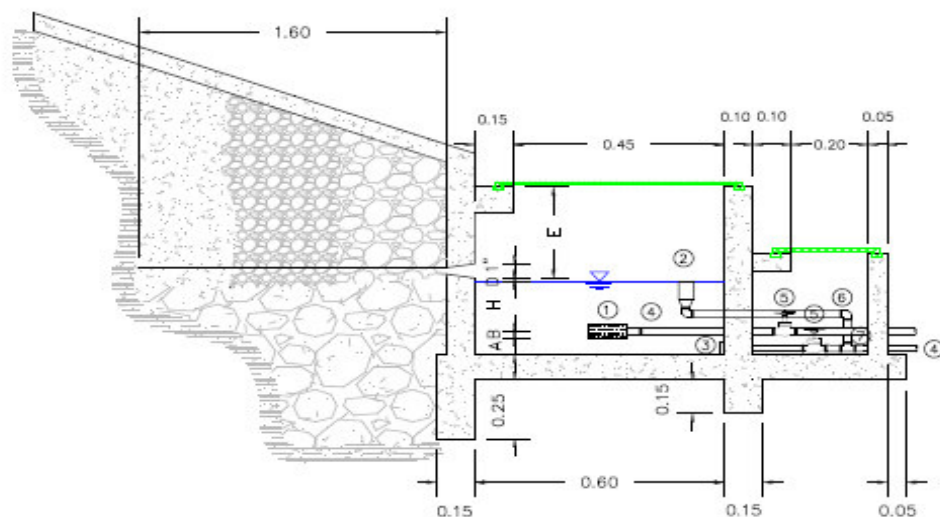
DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1: 50



		ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS			ESCALA
PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.					
DETALLE DE CAPTACIÓN CORTE A-A					
FECHA: 11/09/2021	TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO SANDY PAOLA PAUCAR LEMA		CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL		1:50
	DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.		CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSc.		



CORTE A-A

ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
1	CANASTILLA	2"
2	TUBO DE REBOSE	1"
3	TUBO DE LIMPIEZA	1"
4	TUBERÍA	1"
5	VÁLVULA	1"
6	CODO	1"
7	TEE	1"
A	ALTURA DE SEMENTOS	0.10m
B	MITAD DEL DIÁMETRO DE CANASTILLA	0.0381m
D	DIFERENCIA ENTRE NIVEL DE AGUA E INGRESO DE AGUA	0.03m
E	BORDE LIBRE	0.3m
H	ALTURA DE AGUA	0.3m



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

PLANO DE CAPTACIÓN CORTE A-A

FECHA:
11/09/2021

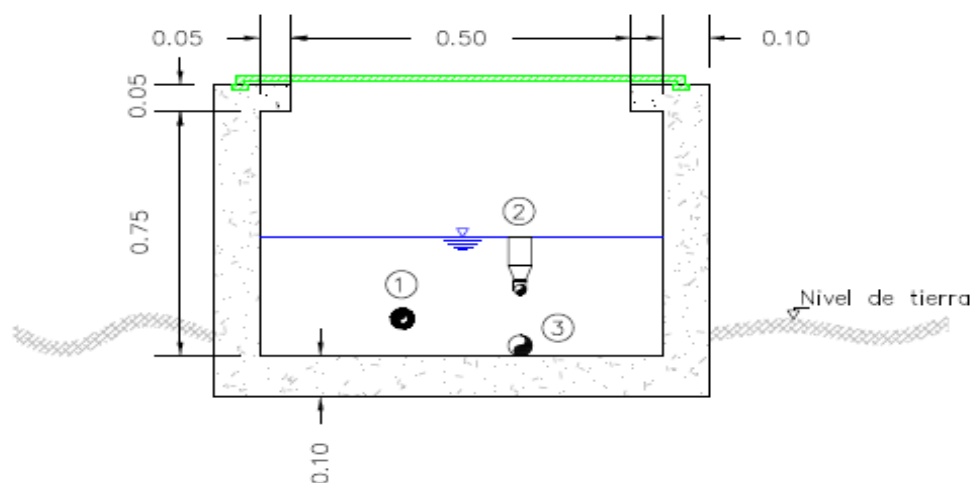
TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50



CORTE B-B

ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
1	CANASTILLA	2"
2	TUBO DE REBOSE	1"
3	TUBO DE LIMPIEZA	1"



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

PLANO DE CAPTACIÓN CORTE B-B DIMENSIONES

FECHA:
11/09/2021

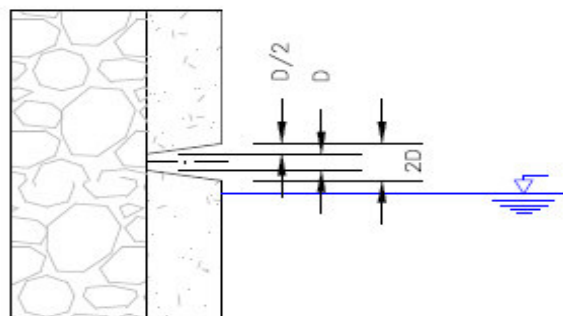
TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50



ORIFICIO DE ENTRADA
DETALLE "A"

ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
D	DIÁMETRO	1"
2D	DOBLE DEL DIÁMETRO	2"
D/2	MITAD DEL DIÁMETRO	1/2"



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

ORIFICIO ENTRADA DE AGUA

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

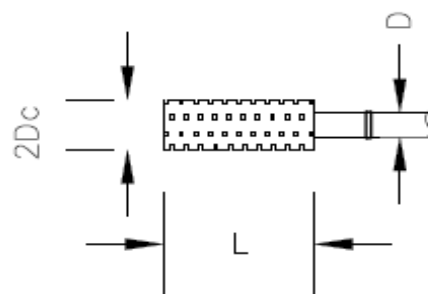
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

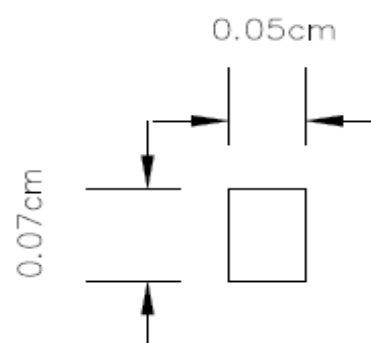
CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50

CANASTILLA



TAMAÑO DEL ORIFICIO



ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
D	DIÁMETRO	1"
2Dc	DOBLE DEL DIÁMETRO DE TUBERÍA PRINCIPAL	2"
L	LONGITUD	0.15m



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

CANASTILLA

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

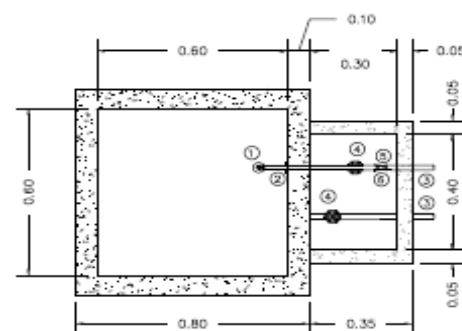
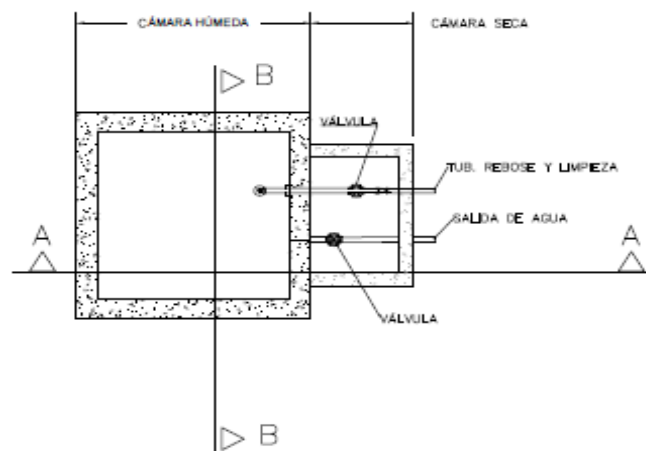
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50

ANEXO 7: PLANOS DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO



ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
1	TUBO DE REBOSE	1"
2	TUBO DE LIMPIEZA	1"
3	TUBERÍA	1"
4	VALVULA	1"
5	CODO	1"
6	TEE	1"

PLANTA: TANQUE DE ALMACENAMIENTO



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

PLANTA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO

FECHA:
11/09/2021

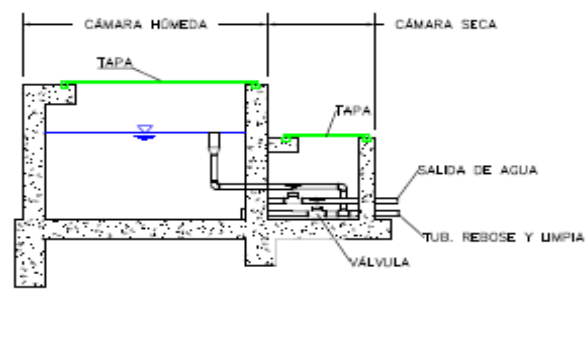
TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSc.

1:50



CORTE A-A

ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
1	TUBO DE REBOSE	1"
2	TUBO DE LIMPIEZA	1"
3	TUBERÍA	1"
4	VALVULA	1"
5	CODO	1"
6	TEE	1"
E	BORDE LIBRE	0.30m



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO CORTE A-A

FECHA:
11/09/2021

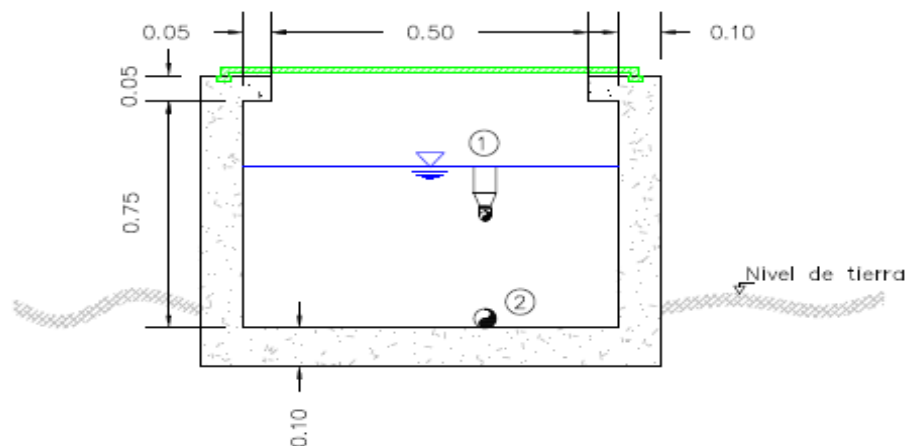
TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50



CORTE B-B

ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
1	TUBO DE REBOSE	1"
2	TUBO DE LIMPIEZA	1"



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO CORTE B-B

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

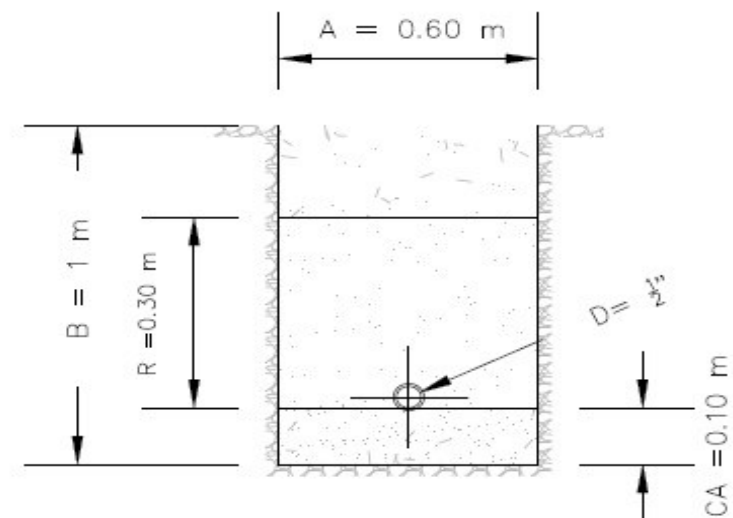
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSc.

1:50

ANEXO 8: ZANJA



ZANJA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

ZANJA PARA TUBERÍA

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSc.

1:50

ANEXO 9: MEMORIA TÉCNICA

A dark blue vertical bar runs down the left side of the page. A blue arrow points to the right from this bar, containing the text '2021-2022'.

2021-2022

Memoria Técnica

**PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE
ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE
PARA CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA
JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA**

Introducción

La calidad del agua es una variable primordial del medio hídrico, debido a que diversos factores pueden deteriorarla. Es fundamental asegurar que el agua sea segura o potable según las normas de calidad, para evitar en la población enfermedades por una mala calidad del agua.

Por lo tanto, el proyecto se basa en la propuesta técnica del diseño de un sistema de abastecimiento en la Finca Balseca, debido a que en la actualidad los propietarios del inmueble no cuentan con un sistema adecuado para abastecerse de agua.

Objetivo General

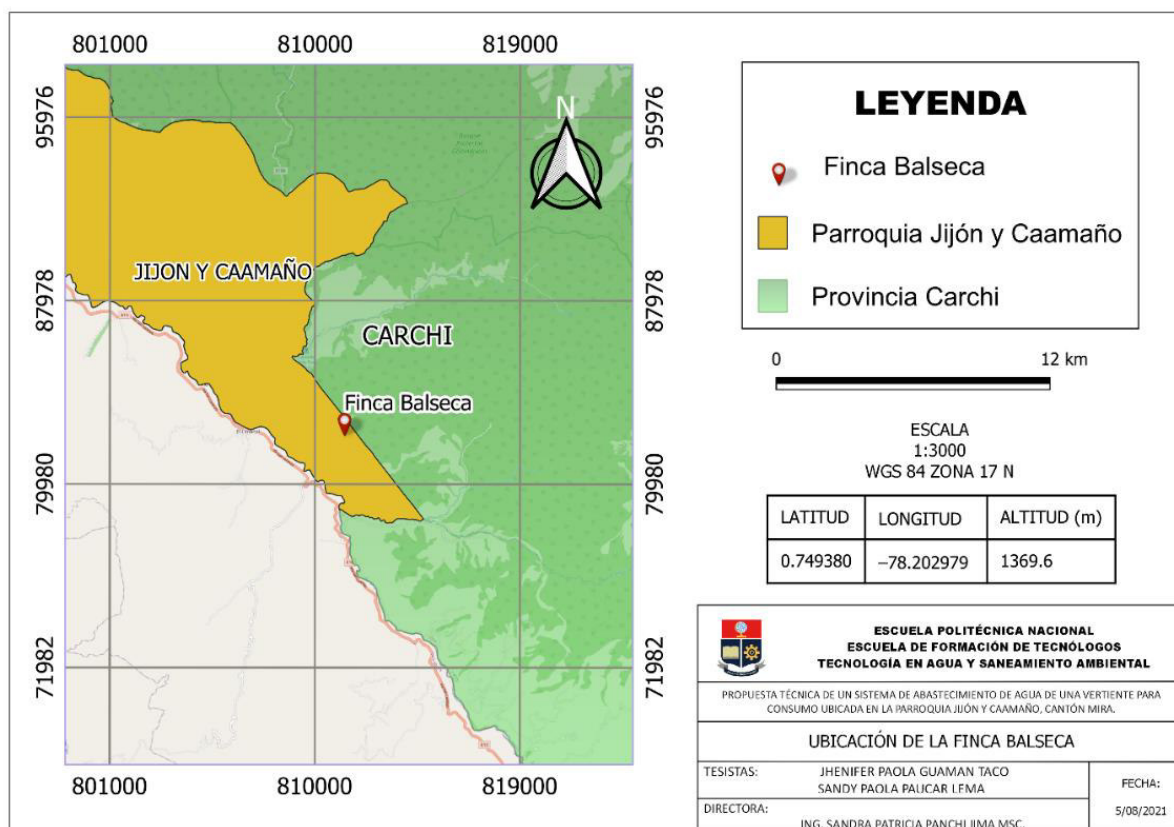
Plantear una propuesta técnica para el desarrollo de un sistema de abastecimiento de agua para consumo humano de una vertiente ubicada en la residencia Balseca.

Objetivos Específicos

- Determinar la localización geográfica de la vertiente y zona de estudio.
- Caracterizar el agua proveniente de la vertiente y su índice de calidad.
- Realizar el diseño preliminar del sistema de abastecimiento de agua.
- Socializar la propuesta técnica del prediseño del sistema de abastecimiento de agua.

Ubicación

La Finca Balseca cuenta con 6 habitantes, se encuentra ubicada en el barrio San Francisco de las Tablas, parroquia Jijón y Caamaño, cantón Mira, provincia el Carchi. El Cantón Mira cuenta con una variedad de climas; La finca se encuentra en un clima subtropical seco, con una temperatura alrededor de los 24°C.



Calidad de agua

El agua de la vertiente y el punto de servicio que está ubicado en la vivienda, fueron analizados en el laboratorio; los resultados fueron comparados con normativas vigentes del Ecuador y se llegó a la conclusión que el agua cumple con todos los criterios de calidad, por lo tanto, el agua es considerada de **buena calidad** pese a no ser potable.

Propuesta de diseño de un sistema de abastecimiento para la finca

• Captación

Su ubicación será justo en la vertiente, las medidas para su construcción se encuentran especificadas en los planos.

• Tubería

Para conducir el agua desde la vertiente hasta la finca, se requiere de una tubería de 1/2" de PVC.

La tubería debe estar enterrada para evitar que animales o el crecimiento de las plantas dañen a la tubería. Las medidas para la zanja se especifican en el plano.

- **Tanque de almacenamiento**

El tanque se ubicará lo más cercano posible a la finca y satisfacer las necesidades de sus habitantes. Las medidas para su construcción se encuentran en el plano.

- **Desinfección**

Para potabilizar el agua se establecen 2 opciones:

- Colocar 0.4mg/L de cloro libre residual en el agua del tanque, luego esperar 30 minutos para que el cloro haga efecto. Pasado ese tiempo ya se puede utilizar para consumo.
- Calentar el agua hasta que hierva, dejar hervir entre 5 a 15 minutos, luego dejar enfriar y vaciar el agua en un recipiente limpio con tapa para consumo humano. Consumir el agua antes de las 24 horas.

Recomendaciones:

Captación y Tanque de almacenamiento

- Cada 6 meses
 - Mantener el área de la captación limpia y vaciar el tanque para realizar el respectivo mantenimiento.
 - Revisar la estructura y verificar que no existe fugas o fisuras y corregirlas.
- Cada año
 - Verificar que las válvulas se encuentren en buen estado, lubricarlas si es necesario o cambiarlas si dejan de funcionar.

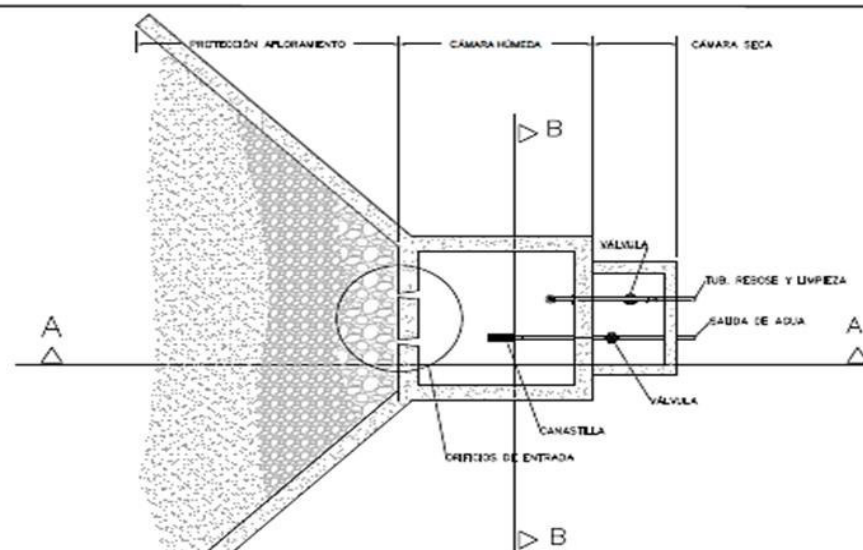
Tubería

- Cada 6 meses
 - Revisar que todo el recorrido de la tubería se encuentre en buen estado, reparar si existe fugas de agua.

Presupuesto

Nº	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Captación					
1	Excavación a cielo abierto	m ³	0.8	\$3.52	\$2.82
2	Relleno Compactado	m ²	0.5	\$6.19	\$3.10
3	Tubería PVC (Limpieza, rebose y salida)	m ³	2	\$23.35	\$46.70
4	Válvula de Compuerta 1"	m	2	\$16.17	\$32.34
5	Acero de refuerzo	u	5	\$2.00	\$10.00
6	Hormigón Simple F'C= 210 kg/cm ²	kg	1	\$133.28	\$133.28
7	Tee PVC 1"	m ³	1	\$2.37	\$2.37
8	Codo PVC 1"	u	1	\$1.93	\$1.93
9	Canastilla PVC 2"	u	1	\$25.14	\$25.14
				SUBTOTAL	\$228.23
Tanque de Almacenamiento					
10	Excavación a cielo abierto	m ³	0.5	\$35.00	\$17.50
11	Relleno Compactado	m ³	0.4	\$6.19	\$2.48
12	Re plantillo H.S. 180 kg/cm ²	m ³	0.18	\$121.89	\$21.94
13	Acero de Refuerzo	kg	5	\$2.00	\$10.00
14	Hormigón Simple F'C= 210 kg/cm ²	m ³	0.8	\$133.28	\$106.62
	Tubería de PVC 1"	m	2	\$23.35	\$46.70
16	Válvula de compuerta 1"	u	2	\$16.17	\$32.34
17	Tee PVC 1"	u	1	\$2.37	\$2.37
18	Codo PVC 1"	u	1	\$1.93	\$1.93
				SUBTOTAL	\$241.88
Línea de Conducción					
19	Limpieza y Desbroce	m ²	64.33	\$1.19	\$76.55
20	Excavación de zanja	m3	51.47	\$35.00	\$1 801.45
21	Relleno Compactado	m3	32.17	\$5.30	\$170.50
22	Relleno de cama de arena	m3	6.43	\$6.19	\$39.80
23	Tubería PVC 1/2 "	m	107.23	\$8.52	\$913.60
				SUBTOTAL	\$3 001.91
				TOTAL	\$3 472.02

PLANOS DE LA CAPTACIÓN - VISTA SUPERIOR



PLANTA: CAPTACIÓN



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

DETALLE DE LA PLANTA DE CAPTACIÓN

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

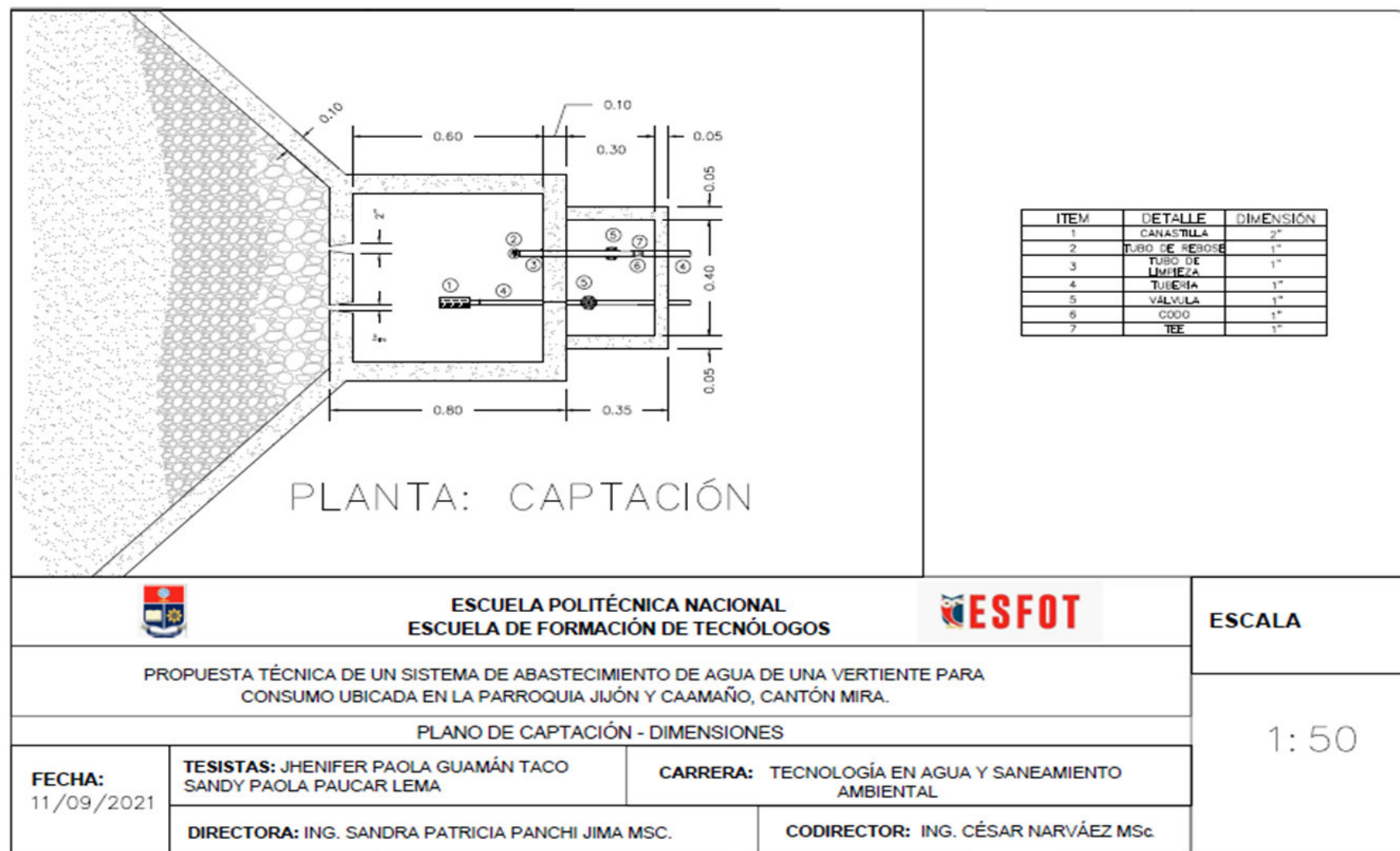
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

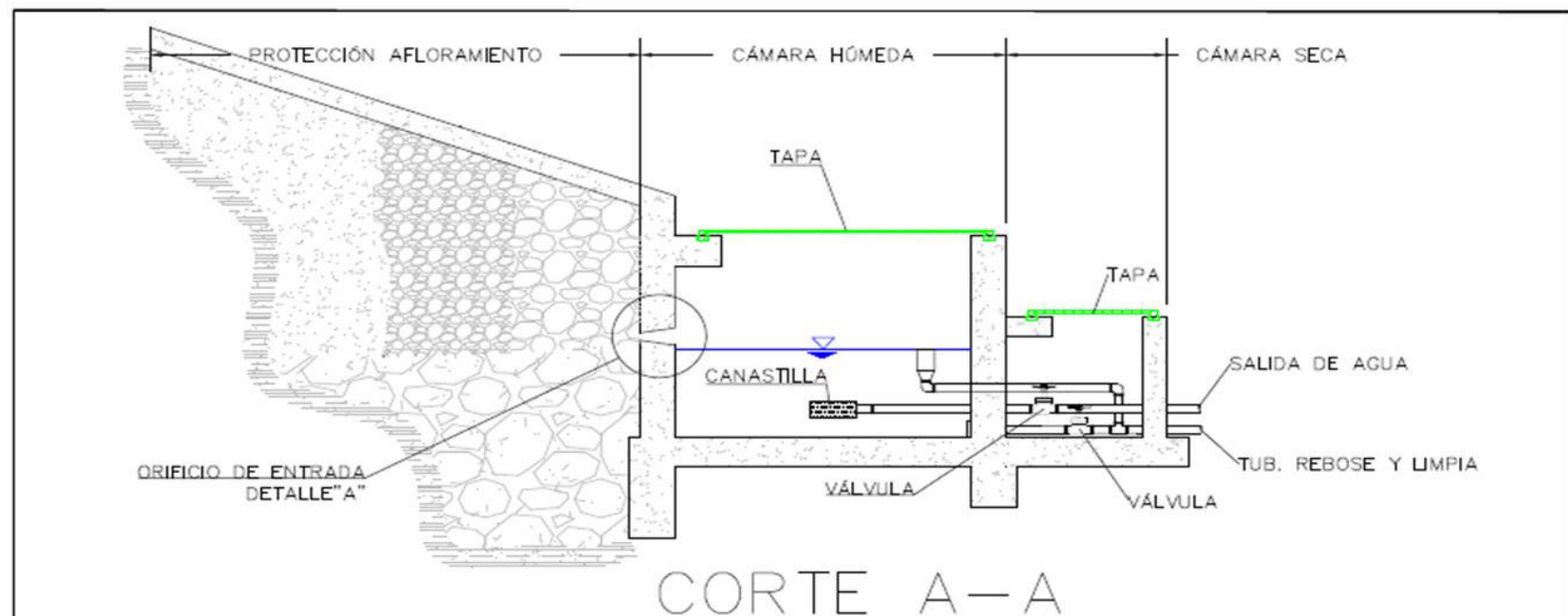
CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50

CAPTACIÓN VISTA SUPERIOR



VISTA LATERAL



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

DETALLE DE CAPTACIÓN CORTE A-A

FECHA:
11/09/2021

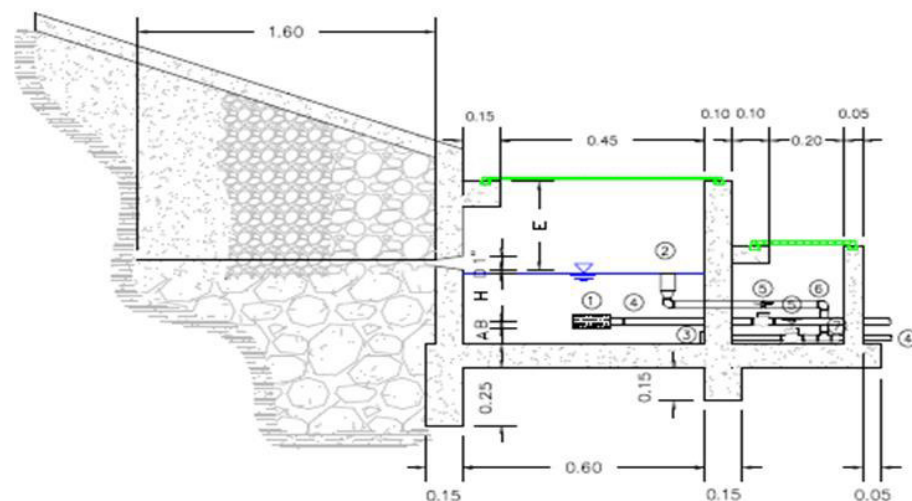
TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50



ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
1	CANASTILLA	2"
2	TUBO DE REBOSE	1"
3	TUBO DE LIMPIEZA	1"
4	TUBERÍA	1"
5	VÁLVULA	1"
6	CODO	1"
7	TEE	1"
A	ALTURA DE SEDIMENTOS	0.10m
B	MITAD DEL DIÁMETRO DE CANASTILLA	0.0381m
D	DESNIVEL ENTRE NIVEL DE AGUA E INGRESO DE AGUA	0.03m
E	BORDE LIBRE	0.3m
H	ALTURA DE	0.3m



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

PLANO DE CAPTACIÓN CORTE A-A

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

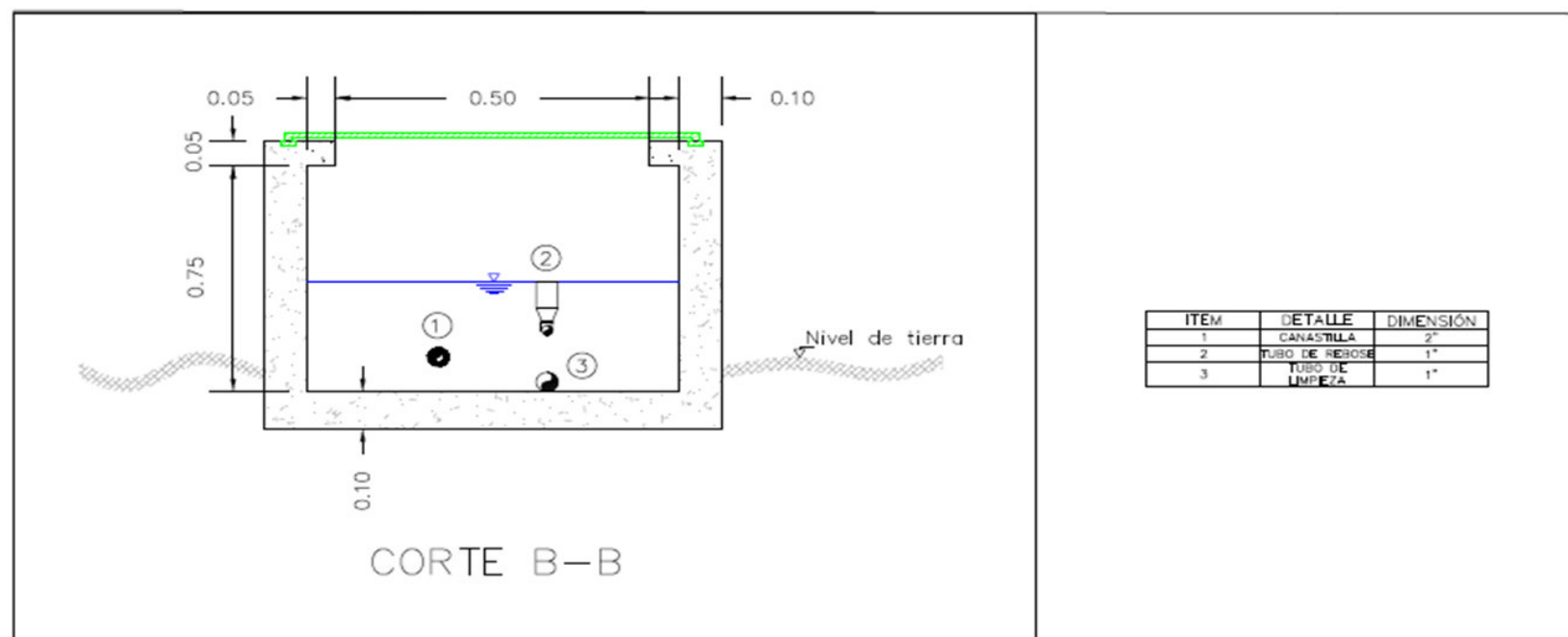
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSc.

1:50

VISTA FRONTAL



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

PLANO DE CAPTACIÓN CORTE B-B DIMENSIONES

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

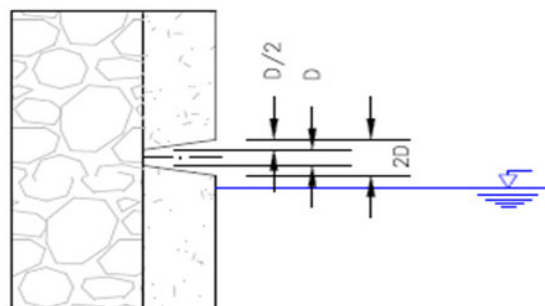
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50

PLANO PARA EL ORIFICIO PARA EL INGRESO DEL AGUA DE LA VERTIENTE AL TANQUE DE CAPTACIÓN



ORIFICIO DE ENTRADA
DETALLE "A"

ITEM	DETALLE	DIMENSIÓN
D	DIÁMETRO	1"
2D	DOBLE DEL DIÁMETRO	2"
D/2	MITAD DEL DIÁMETRO	1/2"



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

ORIFICIO ENTRADA DE AGUA

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

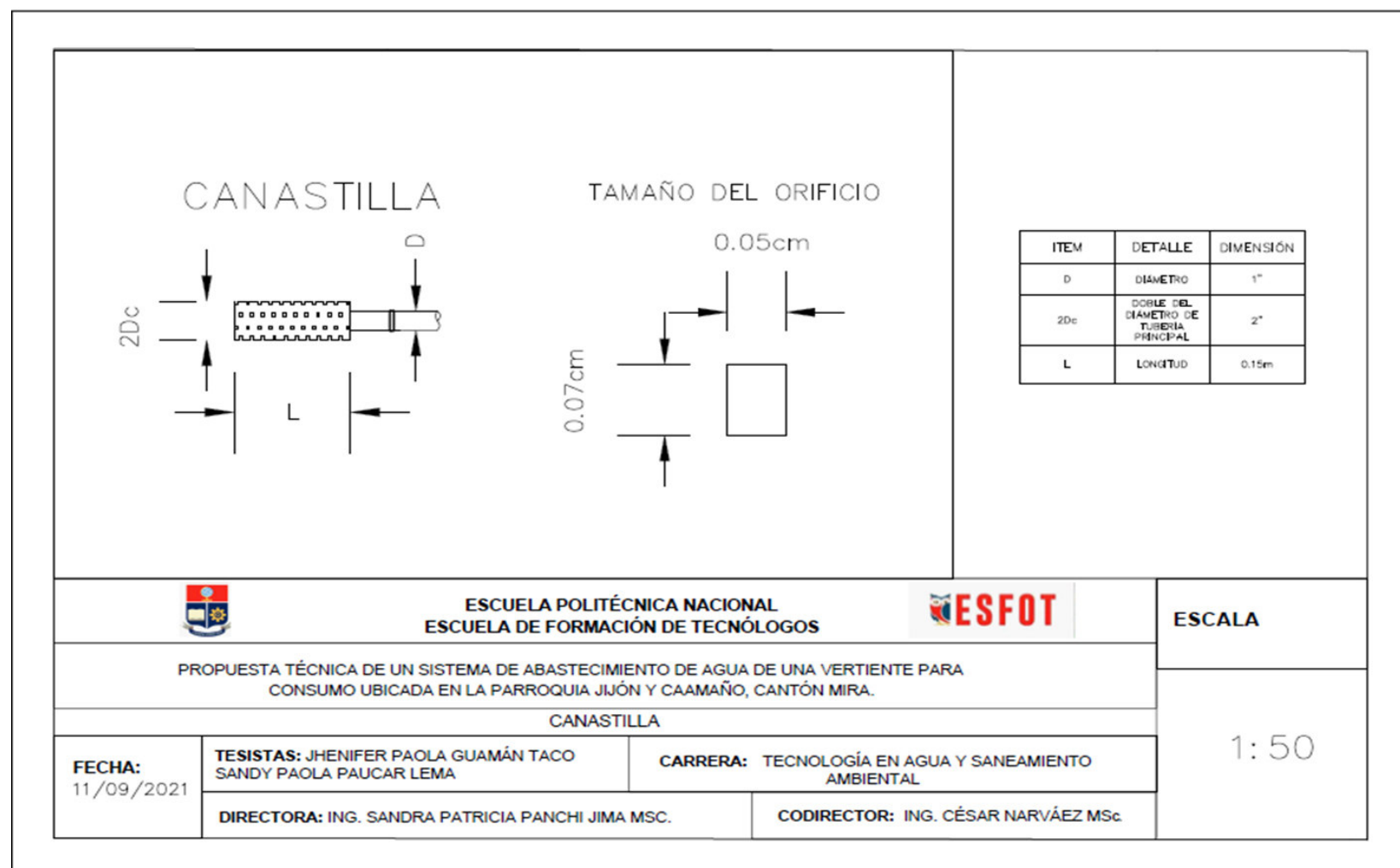
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

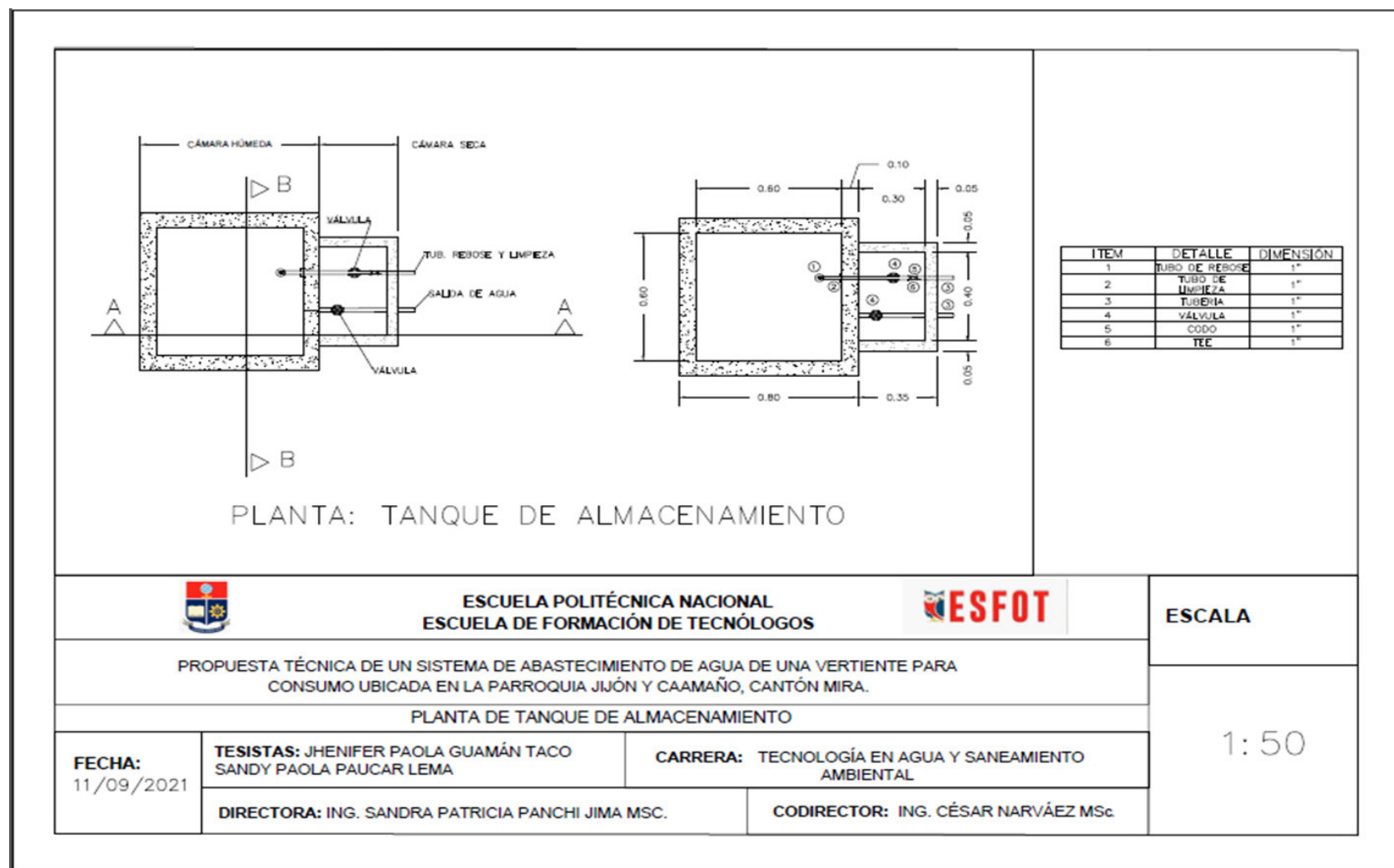
CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50

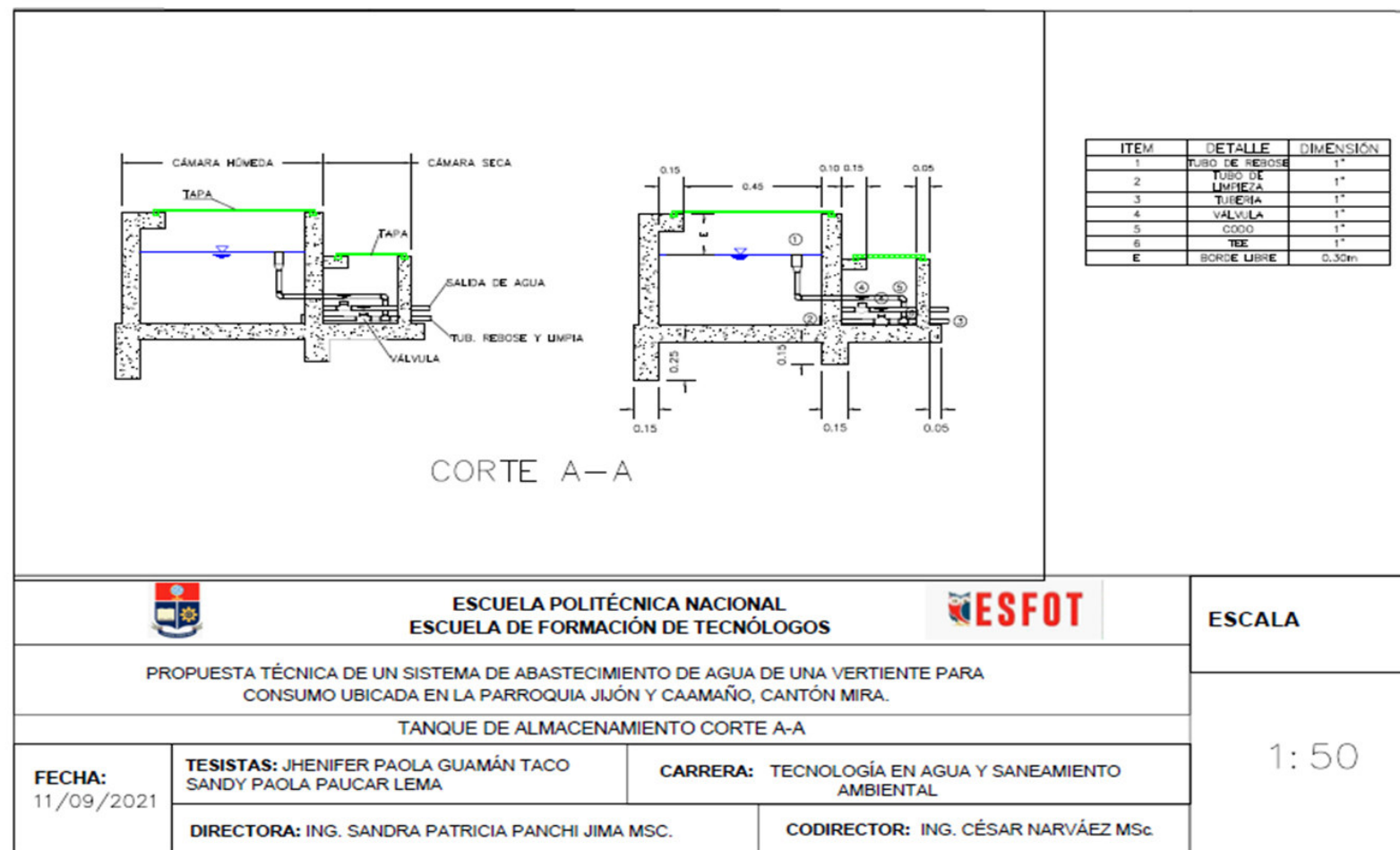
PLANO DE LA CANASTILLA (tubo perforado que impide que llegue de hojas o tierra al tanque de almacenamiento)



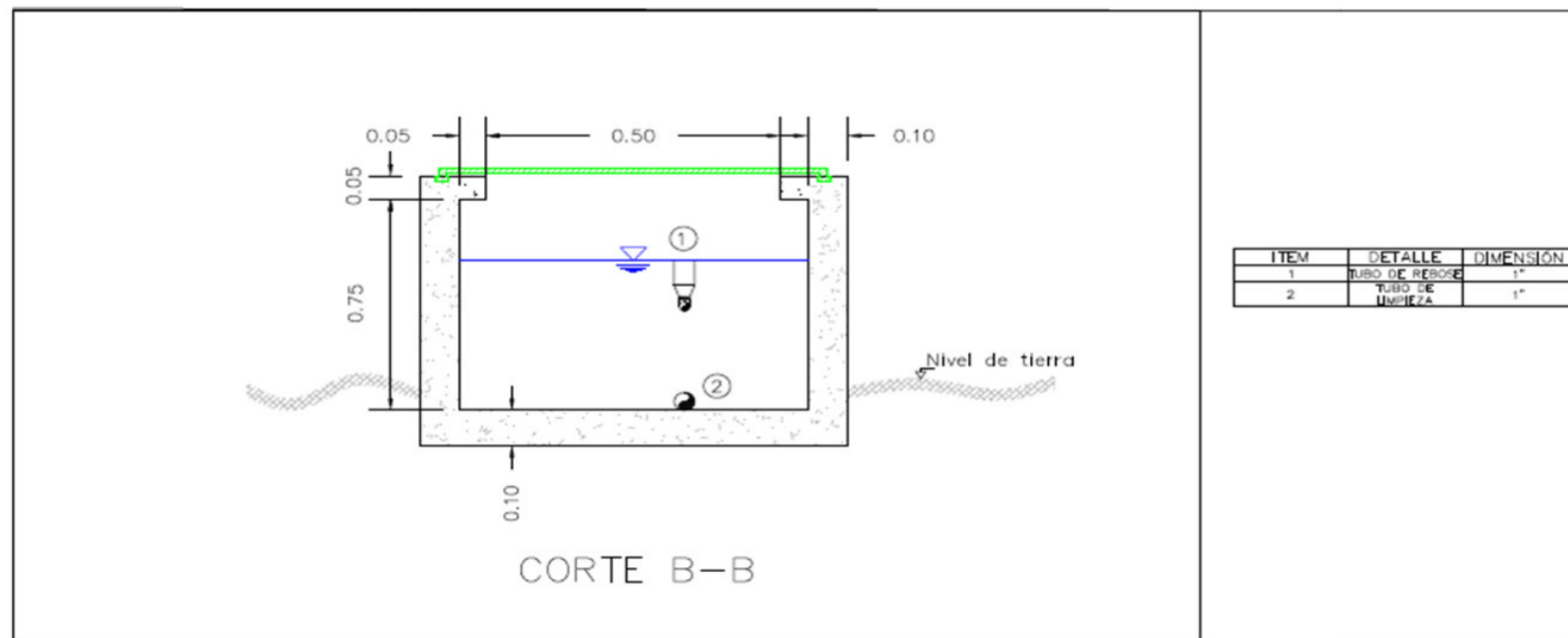
PLANO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO – VISTA SUPERIOR



PLANO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO – VISTA LATERAL



PLANO TANQUE DE ALMACENAMIENTO – VISTA FRONTAL



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

TANQUE DE ALMACENAMIENTO CORTE B-B

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

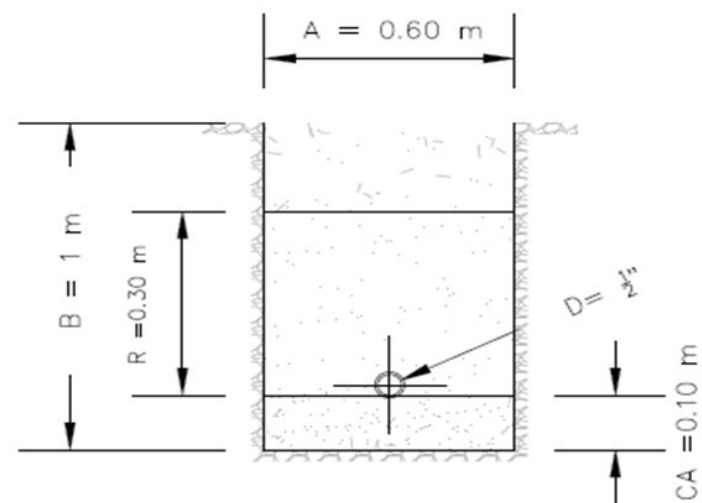
CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50

PLANO DE LA ZANJA PARA LA TUBERÍA



ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS



ESCALA

PROPUESTA TÉCNICA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE UNA VERTIENTE PARA
CONSUMO UBICADA EN LA PARROQUIA JIJÓN Y CAAMAÑO, CANTÓN MIRA.

ZANJA PARA TUBERÍA

FECHA:
11/09/2021

TESISTAS: JHENIFER PAOLA GUAMÁN TACO
SANDY PAOLA PAUCAR LEMA

CARRERA: TECNOLOGÍA EN AGUA Y SANEAMIENTO
AMBIENTAL

DIRECTORA: ING. SANDRA PATRICIA PANCHI JIMA MSC.

CODIRECTOR: ING. CÉSAR NARVÁEZ MSC.

1:50