Universidad Nacional de Ingeniería

Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

“DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR MEDIO DE BOMBEO ELÉCTRICO EN LAS COMUNIDADES RISCOS DE ORO, EL BLACK-PUEBLO SANTO, CALIFORNIA Y BARRIO POBRE DEL MUNICIPIO DE ROSITA, DEPARTAMENTO DE LA REGIÓN AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE NORTE”.

Proyecto de Graduación para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Br. Meylin María Loza Calderón
Carnet: 2017-1263U

Br. Eylin Johana Pérez Díaz
Carnet: 2017-1264U

Br. Scarleth Ninoska Cerda Alemán
Carnet: 2015-0854U

Tutor:

M.Sc. Ricardo Javier Fajardo González

08 de abril de 2026
Managua, Nicaragua

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR
ÁREA DE CONOCIMIENTO ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Managua, marzo 07 de 2026

Ma. Arq. Marcela Carolina Galán Gaitán
Directora DACAC
Sus manos

REF.: ***TALLER DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS***

Estimado Ma. Arq. Galán Gaitán:

Reciba el más cordial saludo de mi parte y los deseos de éxitos en sus funciones diarias.

El motivo de la presente es hacer de su conocimiento que he revisado el Proyecto de Graduación titulado: ***"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR MEDIO DE BOMBEO ELÉCTRICO EN LAS COMUNIDADES RISCOS DE ORO, EL BLACK, PUEBLO SANTO, CALIFORNIA Y BARRIO POBRE DEL MUNICIPIO DE ROSITA, REGIÓN AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE NORTE"*** realizado por las Bachilleres **MEYLIN MARÍA LOZA CALDERÓN, EYLIN JOHANA PÉREZ DÍAZ Y SCARLETH NINOSKA CERDA ALEMÁN,** para optar al **Título de Ingeniero Civil**.

No omito manifestarle que este Proyecto de Graduación fue desarrollado de forma disciplinada por las sustentantes, siendo un documento valioso como referencia en el área de **AGUA & SANEAMIENTO, OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE #6**, además cumple con los objetivos propuestos, por lo tanto, considero que puede ser presentada y defendida ante los miembros del Tribunal Examinador que usted estime conveniente.

Sin más a qué referirme, me suscribo de usted reiterándole las más altas muestras de consideración y respeto.

Atentamente

M. Sc. Ing. Ricardo Javier Fajardo González
Profesor Transitorio del Programa Académico de Ingeniería Civil
e-mail: Ricardo.Fajardo@transitorios.uni.edu.ni
Celular: 8876-4913 & 7887-7723 Tigo

CC: Br. Meylin María Loza Calderón Sustentante
Br. Eylin Johana Pérez Díaz Sustentante
Br. Scarleth Ninoska Cerda Alemán Sustentante
Archivo / Consecutivo RJFG

Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

Managua, Nicaragua, lunes 15 de diciembre de 2025
REF/CULM.EST/TFCE/CIV/020-2025

Meylin María Loza Calderón
Eylin Johana Pérez Díaz
Scarleth Ninoska Cerda Alemán
Sus manos. –

Estimado (s) Bachiller (es), reciba (n) cordiales saludos.

En el marco de la ***Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)*** se le(s) comunica que el Tema y objetivos de **Proyecto de Graduación** titulado **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR MEDIO DE BOMBEO ELÉCTRICO EN LAS COMUNIDADES RISCOS DE ORO, EL BLACK-PUEBLO SANTO, CALIFORNIA Y BARRIO POBRE DEL MUNICIPIO DE ROSITA, DEPARTAMENTO DE LA REGIÓN AUTÓNOMA DE LA COSTA CARIBE NORTE".** ha sido aprobado y se le ha asignado como Tutor(a) al (a la) **M.Sc. Ricardo Javier Fajardo Gonzalez.**

La ejecución, entrega y defensa del **Proyecto de Graduación** tendrá una duración máxima de 05 meses, a partir de la fecha de aprobación de la Dirección, siendo el periodo establecido del **01 de diciembre del 2025 al 30 de abril del 2026.**

Por lo tanto, ud (s) deberá(n) cumplir en el periodo mencionado con lo siguiente:

a) Desarrollar el Cronograma de Ejecución y realizar las actividades en correspondencia con el mismo, en el cual se tienen que programar los periodos de encuentros con el tutor, pre defensa y defensa.
b) Presentar al tutor ***semanalmente*** los avances obtenidos en el proceso de ejecución conforme el cronograma.
c) Cumplir con al menos el 90% de asistencia en los encuentros programados con el tutor asignado.
d) Realizar al menos una pre defensa del Trabajo Monográfico en versión borrador, según el cronograma establecido en el marco de la ***Estrategia de Culminación de Estudios 2025 (Plan Remedial)***, con el objetivo de garantizar en todos los aspectos el éxito de la defensa.

Igualmente, se le(s) recuerda que no hay prórroga para el cumplimiento de este proceso y que a través de la firma de la carta compromiso reconoce que esta es la última oportunidad para realizar la culminación de estudios.

Sin más a que hacer referencia y deseándole éxito en su **Proyecto de Graduación** para optar al título de **Ingeniero Civil**, se despide.

Atentamente,

Ma. Marcela Carolina Galán Gaitán
Directora

Cc. Expediente Culminación de Estudios

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN 1
2. ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL 3
3. OBJETIVOS 6
   3.1 Objetivo General 6
   3.2 Objetivos Específicos 6
4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7
5. FUNDAMENTOS TÉCNICOS 9
   5.1 Estudio socioeconómico 9
   5.2 Levantamiento topográfico 9
   5.3 Fuente de abastecimiento 9
   5.4 Miniacueducto por bombeo eléctrico 10
   5.4.1 Línea de conducción por bombeo eléctrico 10
   5.4.2 Planta de tratamiento de agua potable compacta 10
   5.4.3 Tanque de almacenamiento 11
   5.4.4 Red de distribución 11
   5.5 Presupuesto 11
6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN 12
   6.1 Estudio socioeconómico 12
   6.2 Estudio topográfico 12
   6.3 Calidad del agua 12
   6.4 Diseño del MABE 13
   6.4.1 Población y consumo 13
   6.4.2 Cárcamo de bombeo 13
   6.4.3 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable 14
   6.5 Análisis EPANET 14
   6.6 Elaboración de presupuesto 14
7 RESULTADOS 15
   7.1 Estudios socioeconómicos 15
   7.1.1 Aspectos generales 15
   7.1.2 Nivel académico 16
   7.1.3 Aspectos económicos 17
   7.1.4 Viviendas 19
   7.1.5 Aspectos operacionales 22
   7.2 Verificación topográfica 26

7.3 Evaluación de calidad del agua 27
7.4 Diseño del MABE 28
7.4.1 Estudio de población y consumo 28
7.4.2 Diseño de la obra de captación 32
7.4.3 Cárcamo de bombeo 36
7.4.4 Sarta 37
7.4.5 Línea de conducción 38
7.4.6 Carga total dinámica 39
7.4.7 Golpe de Ariete 39
7.4.8 Potencia Hidráulica de la bomba 42
7.4.9 Selección de la bomba comercial 42
7.4.10 Tratamiento 44
7.4.11 Tanque de almacenamiento 44
7.5 Análisis hidráulico en EPANET 46
7.5.1 Distribución de caudales en nodos y longitudes 46
7.6 Presupuesto estimado de la obra 55
8.CONCLUSIONES 56
9. RECOMENDACIONES 57
10 REFERENCIAS 58

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Total población 15
Tabla 2 Rango de edades de la población 16
Tabla 3 Nivel de educación 17
Tabla 4 Ingresos mensuales de la población 18
Tabla 5 Clasificación de trabajo 19
Tabla 6 Tenencia de viviendas 20
Tabla 7 Paredes de la vivienda 20
Tabla 8 Pisos de la vivienda 21
Tabla 9 Techos de la vivienda 22
Tabla 10 Tipos de abastecimiento 23
Tabla 11 Disposición del agua 23
Tabla 12 Tiempo que tardan para obtener el agua 24
Tabla 13 Características físicas del agua 25
Tabla 14 Opción de saneamiento 26
Tabla 15 Aforo del río Waspado 27
Tabla 16 Balance de agua 28
Tabla 17 Calidad de la fuente río Waspado 28
Tabla 18 Tasa de crecimiento poblacional 29
Tabla 19 Proyección poblacional 30

Tabla 20 Especificaciones de grava de prefiltros verticales 32
Tabla 21 Dimensionamiento del prefiltro vertical 33
Tabla 22 Vertedero rectangular 33
Tabla 23 Iteración para el cálculo del tirante del vertedero rectangular 33
Tabla 24 Datos de dique toma 36
Tabla 25 dimensionamiento de la Cámara de recolección 36
Tabla 26 Perdidas de accesorios en la sarta 38
Tabla 27 Diámetro de prueba según catálogo 38
Tabla 28 Pérdidas totales 39
Tabla 29 Valores de C, según Mendiluce 40
Tabla 30 Valores de K, según Mendiluce 40
Tabla 31 Resultados del cálculo de almacenamiento 45
Tabla 32 Cálculo de las dimensiones del tanque 45
Tabla 33 Datos base de la red de diseño 46
Tabla 34 Distribución de caudal unitario 47
Tabla 35 Característica en los nodos 47
Tabla 36 Característica en los nodos 48
Tabla 37 Característica en los nodos 49
Tabla 38 Característica en los nodos 50
Tabla 39 Característica en los nodos 51
Tabla 40 Etapas del presupuesto 55

INDICE DE FIGURA

Figura 1 Total población 15
Figura 2 Rango de edades de la población 16
Figura 3 Nivel de educación 17
Figura 4 Ingresos mensuales de la población 18
Figura 5 Tipos de trabajo 19
Figura 6 Tenencia de vivienda 20
Figura 7 Paredes de vivienda 21
Figura 8 Pisos de la vivienda 21
Figura 9 Techos de las viviendas 22
Figura 10 Tipos de abastecimiento 23
Figura 11 Disposición del agua 24
Figura 12 Tiempo que tardan para obtener el agua 24
Figura 13 Características físicas del agua 25
Figura 14 Opción de saneamiento 26
Figura 15 Vertedero rectangular simulación 34
Figura 16 Tubería secundaria del prefiltro 34
Figura 17 Tubería primaria del prefiltro 35
Figura 18 Valores de presión en el sistema 42
Figura 19 Curva de rendimiento de la bomba inicio y fin de periodo 43
Figura 20 Curva de la bomba 43
Figura 21 Diagrama de proceso de PTAP compacta 44

Figura 22 Topología de la red del mini acueducto por bombeo eléctrico..... 52
Figura 23 Presiones demanda máxima hora 53
Figura 24 Presiones, condición demanda cero..... 54
Figura 25 Velocidades en el sistema..... 55

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Macro localización I
Anexo 2 Ubicación del proyecto I
Anexo 3 Ensayo microbiológico de calidad de agua II
Anexo 4 Ensayo físico químicos..... III
Anexo 5 Proyección de población IV
Anexo 6 Tabla de análisis de pérdidas en diámetro..... V
Anexo 7 Figura equipo de bombeo..... VI
Anexo 8 Proforma de PTAP compacta VII
Anexo 9 Presiones en demanda máxima hora XII
Anexo 10 Presiones demanda cero XV
Anexo 11 Mapa contorno de presiones XVIII
Anexo 12 Velocidades demanda máxima hora XIX
Anexo 13 Tabla de presupuesto XXII
Anexo 14 Planos del proyecto.....XXXII

1. INTRODUCCIÓN

El agua, líquido vital para el funcionamiento dinámico de la vida, sin el agua las personas no podrían sobrevivir, los animales no realizarían sus actividades, las plantas no crecerían, y todo lo que nos rodea fuera inerte. Sus usos pueden ser diversos, ya sea en una industria, en el mercado, en el trabajo y en cada uno de los hogares, es por ello por lo que la falta total o parcial de este líquido, dificulta en distintos grados la realización de los deberes, según el uso que este tenga.

En estas circunstancias, según la norma NTON 03004 Calidad del agua. Agua potable. Valores máximos admisibles. el principal problema que afecta las comunidades Riscos de Oro, el Black-Pueblo Santo, California y Barrio Pobre del municipio de Rosita es la falta de acceso a agua con calidad, cantidad, así como el servicio las 24 horas del día para el abastecimiento de las familias.

En consecuencia, estas comunidades requieren de un sistema de agua potable, el cual es el servicio básico más importante, para ello se debe considerar una solución factible desde el punto de vista técnico, social y económico. Por lo tanto, se propone como alternativa para restituir el derecho al agua a las familias la utilización del Rio Waspado ubicado a 5.08 km de la comunidad El Black como fuente de abastecimiento para un mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE), acción que permitirá hacer las gestiones necesarias para el diseño de este.

Así mismo, el diseño del mini acueducto se basará en la norma NTON 09 007-19, para lo cual se elaborará un estudio socioeconómico, también se hará una caracterización de la calidad de agua y aforo, así como un estudio topográfico. Los estudios mencionados servirán de base para el diseño de los componentes hidráulicos del MABE, siguiendo los criterios de diseño de la norma antes mencionada.

En Nicaragua, la gestión del Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), ha propiciado el logro de avances significativos en este tema como la ejecución de proyectos de agua potable que responden a las metas del Plan Nacional de Lucha contra la Pobreza y para el Desarrollo Humano 2022-2026, en correspondencia con el Lineamiento II Reforzando las condiciones básicas para el Desarrollo y el acápite Incrementar la disponibilidad de agua potable y saneamiento para todos, acciones que garantizan más disponibilidad de este recurso en los hogares nicaragüenses.

El agua es una prioridad en la agenda de trabajo del GRUN y representa un factor clave en la reducción de la pobreza y la restitución de derechos a las familias, por tanto, este proyecto se ejecutó con el objetivo de garantizar el acceso al agua potable y promover el uso racional de este recurso y asegurar el mantenimiento del sistema.

Actualmente, en cumplimiento de los planes de desarrollo y el enfoque del Plan Nacional de Producción, Consumo y Comercio, Nicaragua ejecuta cerca de 30 proyectos de agua potable y saneamiento, este proyecto contribuye en el cumplimiento de las políticas delineadas hacia una gestión segura y sostenible para la cobertura de agua potable en comunidades y zonas rurales ya que es fundamental para la seguridad alimentaria, la salud familiar y el aumento del valor de la producción.

Diversas instituciones universitarias en Nicaragua han desarrollado investigaciones que respaldan la necesidad de innovar en los sistemas rurales de abastecimiento de agua potable. La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), a través de estudios como la Evaluación y rediseño de la planta de tratamiento de agua potable de El Dorado – Jinotega, (Corea, 2020), ha demostrado la eficacia de tecnologías de filtración en múltiples etapas, incluyendo filtros gruesos dinámicos y filtros lentos en arena, como alternativas sostenibles para mejorar la calidad del agua en comunidades rurales. Estas investigaciones resaltan la importancia de la innovación tecnológica y el acompañamiento técnico–académico para el desarrollo de sistemas de tratamiento eficientes y de bajo costo, especialmente en zonas de difícil acceso.

2. ANTECEDENTES Y MARCO LEGAL

A nivel internacional, el acceso al agua potable y al saneamiento ha sido reconocido como un derecho humano fundamental por la Asamblea General de las Naciones Unidas desde 2010 (Resolución 64/292). Entre los principales desafíos globales relacionados con el acceso del agua, existen 2,200 millones de personas que carecen del servicio de agua potable gestionados de forma segura. Además, casi 2,000 millones de personas dependen de centros de atención a la salud que carecen de servicios básicos de agua (OMS/UNICEF, 2020)

En el caso de Nicaragua, hay una población rural de 1,149,429 habitantes servida con agua potable, de las cuales 17,814 habitantes corresponden a la comunidad de Rosita. Así mismo a nivel nacional existen 4,692 sistemas de agua potable, de los cuales 965 son MABE, también en el Municipio de Rosita existen 2 MABE, la mayoría de las comunidades se abastecen del agua de ríos y pozos (SIASAR NICARAGUA, 2023).

Por otra parte, las comunidades de Riscos de Oro, El Black-Pueblo Santo, California y Barrio pobre del municipio de Rosita, actualmente carecen del servicio de agua potable por lo que sus habitantes se abastecen de agua cruda y los principales consumos son por medio de pozos artesanales que no disponen de ningún tipo de tratamiento. A finales del año 2024 y 2025 se han iniciado estudios, por la Empresa Calibre en coordinación con el gobierno local y empresa KVJ (Garth, 2024), se menciona que el proyecto aún no se ha ejecutado, pero es una iniciativa para que a futuro este sea tomado en cuenta, es la misma búsqueda con el proyecto el cual estamos presentando.

La Costa Caribe de Nicaragua, aunque posee abundantes fuentes de agua, es la región con mayor déficit de acceso a agua potable. Los Gobiernos Regionales Autónomos (RAAN y RAAS) tienen la responsabilidad de administrar y regular el sector, en coordinación con el Gobierno Nacional y organismos internacionales, los proyectos de agua potable en la Costa Caribe deben ser integrales, sostenibles y participativos, garantizando acceso equitativo, fortaleciendo la gobernanza regional y mejorando la calidad de vida de las comunidades costeñas. Manual de Ejecución de Proyectos de Agua, Saneamiento e Higiene para la Costa Caribe (Ana Lillian Réyes. Sara Ramírez, 2012).

La población de Siuna (RAAN, Caribe Norte) enfrenta una fuerte escasez de agua debido a la sequía, muchos pozos se han secado y la gente depende de vendedores ambulantes que ofrecen agua en bidones o baldes, a precios elevados. Existen algunas fuentes privadas y pequeñas empresas que purifican agua, pero la mayoría del líquido se distribuye sin tratamiento (LA PRENSA, 2009).

Otro de los proyectos que se ha desarrollado a nivel regional es: El sistema de agua potable en la comunidad indígena de Kamla, situada cerca de Bilwi en Puerto Cabezas, fue inaugurado por ENACAL en abril de 2023. Esta obra beneficia a más de 1,300 habitantes, proporcionando acceso a agua segura, mejorando la calidad de vida y reduciendo enfermedades, solucionando la escasez crítica de agua durante el verano que afectaba a la zona (ENACAL, 2023).

Así como proyectos comunitarios en varias comunidades de Prinzapolka, Layasikas 2, Silivila, Dos Amigos e Isnawas que se han desarrollados en años anteriores, estos dotan agua segura a varias centenas de familias indígenas.
Nicaragua avanza hacia una cobertura del 98% de agua potable para 2026, con inversiones continuas en obras de abastecimiento tanto en zonas urbanas como rurales de las Regiones Autónomas del Caribe.

Entre las instituciones nacionales responsables de la regulación, supervisión y gestión del agua potable y saneamiento destacan el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA), encargado de la protección ambiental y la gestión sostenible de los recursos hídricos; el Ministerio de Salud (MINSA), responsable de la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano y la prevención de enfermedades asociadas; la Autoridad Nacional del Agua (ANA), como ente rector en la administración y regulación del recurso hídrico; y las alcaldías municipales, que coordinan y ejecutan proyectos de agua y saneamiento a nivel local, en conjunto con organismos comunitarios y cooperativas de servicios, que trabajan bajo el marco de la Ley N.º 620 (Ley General de Aguas Nacionales) y la Ley N.º 217 (Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales).

A nivel normativo, Nicaragua adopta normas técnicas como la NTON 09 007-19, regula el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, priorizando sostenibilidad operación y mantenimiento. La articulación entre el marco legal, las normas técnicas y las instituciones responsables resulta fundamental para garantizar el acceso seguro y equitativo al agua potable, especialmente en comunidades rurales y vulnerables como las del municipio de Rosita, donde la coordinación interinstitucional y la aplicación de la normativa vigente son clave para el desarrollo de proyectos sostenibles en el sector.

Para diseños de mini acueductos de agua potable son aplicable para estos proyectos: diseños hidráulicos, hidrológicos, calidad de agua a través de sistema tratamiento y sistema de monitoreo. En resumen, los mini acueductos son soluciones adaptadas a comunidades rurales, cuyo diseño debe basarse en estudios técnicos, la aplicación de normas específicas y la integración de procesos de tratamiento y monitoreo que garanticen la seguridad del agua suministrada.

El diseño de mini acueductos rurales requiere considerar aspectos clave como el dimensionamiento hidráulico y la estimación del caudal necesario, el análisis hidrológico de las fuentes de agua y su disponibilidad anual, y la identificación de contaminantes para aplicar tratamientos adecuados que garanticen la calidad según la normativa vigente.

Es fundamental implementar sistemas de monitoreo para asegurar la calidad del agua y el buen funcionamiento del acueducto, así como cumplir con las normas nacionales e internacionales. La participación de la comunidad en la gestión y mantenimiento contribuye a la sostenibilidad y éxito de estos proyectos. En conjunto, los mini acueductos ofrecen una solución técnica y socialmente adaptada para mejorar el acceso al agua potable en comunidades rurales.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Diseñar un MABE en las comunidades Riscos de Oro, El Black-Pueblo Santo, California y Barrio pobre del municipio de Rosita, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte.

3.2 Objetivos Específicos

1. Realizar estudio socioeconómico de las comunidades Riscos de Oro, El Black-Pueblo Santo, California y Barrio Pobre para que el conocimiento del estado actual de las comunidades.
2. Validar la información topográfica brindada por la alcaldía de Rosita.
3. Evaluar que la fuente de abastecimiento tenga las condiciones exigidas por las normativas nacionales en capacidad de producción y calidad de agua.
4. Diseñar los componentes del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico según NTON 09 007-19.
5. Realizar análisis hidráulico del sistema mediante el uso del software EPANET.
6. Elaborar el presupuesto del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE).

4. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se caracteriza de tipo de infraestructura hidráulica, específicamente en diseño de un Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE). Esta iniciativa implica el diseño de un sistema por medio de captación superficial, líneas de conducción, cárcamo de bombeo, tratamiento, almacenamiento y red de distribución, se plantea como una respuesta a la necesidad de mejorar el acceso al recurso hídrico, considerando tanto el diagnóstico socioeconómico y topográfico, la evaluación de la fuente, como la aplicación de normativas nacionales para garantizar la calidad y sostenibilidad del sistema.

El MABE se diseñó siguiendo los lineamientos técnicos vigentes, contemplando componentes civiles y electromecánicos, así como la utilización de herramientas especializadas como EPANET para el análisis hidráulico. El proceso integra componentes civiles (obras de toma, tanques, redes) como electromecánicos (bombas, equipos de control), siguiendo normativas nacionales. Además, el proyecto contempla la elaboración de presupuesto del sistema de abastecimiento por bombeo eléctrico.

El proyecto está destinado a abastecer a 5 comunidades: Riscos de Oro, El Black, Pueblo Santo, California y Barrio Pobre en el municipio de Rosita, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte. El municipio de Rosita se encuentra en el centro del territorio de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN), a 380 Kilómetros de la capital (Managua) y a 144 Kilómetros de la cabecera regional (Bilwi). El proyecto se localiza en el área rural del municipio de Rosita, ver anexo 1 y anexo 2.

El municipio de Rosita cuenta con una extensión territorial de 4,418 Km^2, su posición geográfica es entre las coordenadas 13^0 53' 00'' Latitud Norte y 84^0 24' 00'' Longitud Oeste. Los Límites del municipio de Rosita son: Norte: Municipio de Waspam, Sur: Municipio de Prinzapolka, Este: Municipio de Puerto Cabezas y Prinzapolka, Oeste: Los Municipios de Siuna y Bonanza. Conocido por su diversidad étnica (Mayangnas, Miskitos, Criollos, Mestizos) y su economía semi-diversificada, impulsada históricamente por la minería (cobre, oro) y actualmente por la agricultura de subsistencia, ganadería, la explotación forestal y la artesanía (güirisería), con desafíos de desempleo y una importante actividad comercial, cultural y de servicios.

Este proyecto favorece a la salud pública como aporte de desarrollo local, centro de salud y escuelas, agricultores y pequeños negocios que usan el agua para sus actividades. Se ha visto el interés de los pobladores en la cual se ven comprometidos al desarrollo el cual podemos decir que el impacto social es positivo, uno de los desafíos es la sostenibilidad financiera, la gestión de los costos operativos y de mantenimiento a largo plazo (energía, reparaciones) es un reto constante para proyectos comunitarios en zonas rurales.

También hacer mención la gestión comunitaria, la capacidad de la comunidad para autogestionar el sistema, cobrar tarifas, mantener infraestructura y resolver problemas es crucial y a menudo una limitante. Otro desafío para no descartar es la vulnerabilidad ante la contaminación, a pesar del tratamiento y la buena condición de la fuente actualmente, pueda que las fuentes de contaminación externas (agricultura, minería) podrían comprometer la calidad del agua a futuro, lo cual es importante tomarlo en consideración para su respectivo monitoreo constante.

5. FUNDAMENTOS TÉCNICOS

En esta sección se desarrollan los principales fundamentos técnicos que sirven de base para la elaboración de los estudios y el diseño del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico (MABE), considerando tanto los criterios normativos como las particularidades del contexto local.

5.1 Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico, cultural y ambiental, es un informe técnico que reúne la información necesaria para caracterizar y conocer las condiciones en que viven las familias de la zona en aspectos económicos, sociales, demográficos, étnicos, comerciales, agrarios, pecuarios y ambientales. Es importante tener en cuenta que la construcción de un sistema de agua potable confiable requiere inversiones sustanciales de recursos humanos y financieros. Los costos de operación y mantenimiento son inevitables en todos los sistemas de suministro de agua y deben ser cubiertos por la población (CENEPRED, 2016).

5.2 Levantamiento topográfico

La topografía se encarga de medir extensiones de tierra tomando los datos para su representación gráfica en un plano a escala, sus formas y accidentes. También podemos mencionar que la topografía determina distancias horizontales y verticales entre puntos y objetos sobre la superficie terrestre, medición de ángulos y establecer puntos por medio de los ángulos y distancias previamente determinadas (Gámez Morales, 2015, pág. 10).

Los levantamientos pueden ser topográficos o geodésicos, los topográficos son aquellos que abarcan superficies reducidas y se desprecian la curvatura de la superficie terrestre, mientras que los geodésicos toman en cuenta la superficie de la tierra (Gámez Morales, 2015).

5.3 Fuente de abastecimiento

Las fuentes superficiales de abastecimiento de agua, como ríos, lagos o manantiales, deben ser capaces de suministrar el caudal necesario para cubrir la demanda máxima diaria de la población beneficiada. El diseño y dimensionamiento del sistema parte de la evaluación precisa del caudal disponible, asegurando que este sea suficiente en los periodos de mayor consumo. Es fundamental que la captación y conducción del agua se realice bajo criterios técnicos que garanticen la calidad y continuidad del suministro, considerando variaciones estacionales y posibles afectaciones externas. Además, las obras hidráulicas asociadas deben contemplar factores de ajuste para responder a picos de demanda, asegurando la sostenibilidad del sistema y el acceso permanente al recurso hídrico.

5.4 Miniacueducto por bombeo eléctrico

El dimensionamiento de los sistemas de abastecimiento de agua potable parte del análisis de la población de diseño, calculada según censos y tasas de crecimiento justificadas, nunca menores al 2.5%. Para proyectar la población se recomienda el método geométrico en ciudades en desarrollo y el aritmético en áreas rurales o con crecimiento estabilizado, conforme a la norma (MIFIC, 2020). El periodo de diseño de los componentes varía de 50 años para presas y diques, 20 años para pozos perforados y plantas de tratamiento, y 10 años para equipos de bombeo y captación de agua de lluvia. La dotación corresponde a la cantidad de agua asignada diariamente a cada habitante, diferenciada por sector; en zonas rurales se establece entre 80 y 100 litros por persona por día. La demanda total resulta de sumar el consumo doméstico (producto de dotación y población de diseño) con los consumos comercial, público e industrial, definidos como porcentajes del doméstico. Se suman además las pérdidas por fugas, estimadas entre el 15% y el 20% del consumo promedio diario según el tamaño de la comunidad. Finalmente, el dimensionamiento de obras debe considerar las variaciones de consumo: para el máximo día, se aplica un factor de 1.5 y para la máxima hora, un factor de 2.5 sobre el consumo promedio diario más pérdidas.

5.4.1 Línea de conducción por bombeo eléctrico

La línea de conducción transporta el agua desde la fuente hasta el sistema, y puede ser por gravedad o por bombeo, según las características del terreno y la fuente. Su diseño se basa en el caudal máximo diario y debe incluir elementos como válvulas o cajas rompe presión para su buen funcionamiento. Es necesario mantener una presión mínima en zonas elevadas y considerar el fenómeno del golpe de ariete, que causa variaciones bruscas de presión en las tuberías. (MIFIC, 2020).

5.4.2 Planta de tratamiento de agua potable compacta

Las PTAP compactas están diseñadas para procesar agua de diversas fuentes mediante un conjunto de procesos tecnológicos. Aunque pueden variar en su configuración según las necesidades, generalmente incluyen las siguientes etapas:

Pretratamiento: Consiste en la eliminación de partículas grandes y sedimentos mediante rejillas o filtros gruesos, preparando el agua para los procesos posteriores.

Coagulación y Floculación: Se añaden productos químicos que permiten que las partículas más pequeñas se aglomeren para formar flóculos que luego pueden ser removidos.

Filtración: A través de filtros de arena, carbón activado o membranas, se eliminan impurezas más finas, como partículas en suspensión y compuestos orgánicos.

Desinfección: En esta etapa, se eliminan microorganismos patógenos mediante el uso de cloro, ozono o radiación ultravioleta (UV), asegurando que el agua sea segura para el consumo humano.

5.4.3 Tanque de almacenamiento

Se deben satisfacer las máximas demandas que se presenten durante la vida útil del sistema y mantener las reservas que garanticen hacer frente, tanto a eventualidades y casos de interrupciones en el suministro de energía, como en los casos de daños que sufran las líneas de conducción o de cualquier otro elemento. Se deberá instalar medidores a la salida de los tanques de almacenamiento (MIFIC, 2020).

Las clases de tanque de acuerdo con los materiales de construcción se clasifican en: concreto armado, acero, mampostería, concreto ciclópeo, fibra de vidrio, plástico, acero vitrificado y ferrocemento (MIFIC, 2020).

5.4.4 Red de distribución

El sistema de distribución será a través de una malla abierta, que permite distribuir el agua bajo presión a los diversos puntos de consumo, que pueden ser conexiones domiciliares o puestos públicos, el sistema de distribución podría ser por red abierta, de malla cerrada o una combinación de ambos (MIFIC, 2020). De acuerdo con (MIFIC, 2020), en el diseño de la red de distribución se debe tomar en cuenta lo siguiente: Plan regulador del municipio, si es que existe, en el que se establecen los usos actuales y futuros de la tierra con sus densidades de población. Plano topográfico, con sus calles existentes, perfiles de las calles y las características topográficas de la localidad.

- Conexiones domiciliares

El diámetro mínimo de cada conexión será de ½ pulgada (12.5 mm). En toda conexión domiciliar debe instalarse un medidor de flujo de agua, válvula, caja protectora y una llave de chorro en caso de considerar conexión de patio (MIFIC, 2020, pág. 32).

5.5 Presupuesto

Un presupuesto es la expresión formal, detallada, organizando la presupuestación de obras que implica métodos de construcción, equipos, maquinarias y mano de obra diferentes.

6. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

La metodología empleada para el diseño de este sistema de abastecimiento de agua potable se fundamenta en el cumplimiento de la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, específicamente la NTON 09 007 – 19. La investigación es de tipo descriptiva y se enfoca en caracterizar fenómenos sociales e hidráulicos. Para ello se aplicaron métodos empíricos mediante entrevistas, encuestas, aforos, datos topográficos y cálculos hidráulicos, con el fin de identificar las características esenciales y las relaciones fundamentales de la población estudiada.

6.1 Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico se basó en la aplicación de encuestas adaptadas del formato FISE a los jefes de hogar, realizadas por un equipo capacitado y en horarios convenientes para asegurar la participación de la mayoría de la población. La información fue procesada mediante hoja de cálculo Excel con la cual se obtendrá tablas de frecuencia relativa y acumuladas que serán representadas en forma gráficas.

6.2 Estudio topográfico

El proceso de validación del estudio topográfico para el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se llevó a cabo en dos etapas principales: una de campo, donde se recopilaron datos in situ, y otra de gabinete, dedicada al procesamiento y verificación de la información obtenida. Tras esta validación, los datos fueron corroborados y procesados utilizando el software AutoCAD, lo que permitió la validación de los planos técnicos.

6.3 Calidad del agua

La caracterización de la calidad del agua se fundamentó en un análisis de laboratorio realizado por una empresa privada, cuyos resultados permitieron determinar los parámetros fisicoquímicos, bacteriológicos y de metales pesados, esenciales para definir el tratamiento adecuado del recurso, parámetros según conforme a los lineamientos establecidos en la Norma NTON 03004 “Calidad del agua. Agua potable. Valores máximos admisibles”.

La evaluación de las fuentes de abastecimiento incluyó la validación de caudales mediante métodos de aforo con flotador y caudalímetro de turbina, abarcando las tres fuentes principales de agua de las comunidades.

6.4 Diseño del Mini acueducto por bombeo eléctrico (MABE)

6.4.1 Población y consumo

Para calcular la población de diseño del sistema de abastecimiento de agua, se utiliza el método geométrico, el cual proyecta la población a futuro considerando una tasa de crecimiento y un periodo de diseño de 20 años. Este cálculo es esencial, ya que sirve como base para definir las dimensiones apropiadas de todos los componentes del sistema de agua potable.

- Dotación y consumo

Se adopta una dotación de 100 litros por persona por día (lppd), por tratarse de una población rural concentrada. Se calcula el consumo doméstico (CD) y se agregan factores de consumo: Público/institucional: 7% del CD, Comercial: 7% del CD, Industrial: 2% del CD. Se obtiene el Consumo Promedio Diario (CPD) sumando todos los factores.

- Pérdidas en el sistema

Se consideró fugas o pérdidas equivalentes al 20% del CPD, dado que la localidad tiene más de 500 viviendas. Estas pérdidas se sumaron al consumo promedio para obtener valores más realistas.

- Caudales de diseño

El cálculo del Consumo Máximo Diario (CMD) y Consumo Máximo Horario (CMH), fueron fundamentales para dimensionar la línea de conducción, la red de distribución y el bombeo. garantizando que el sistema pueda responder eficientemente a las demandas máximas y asegurar un servicio continuo y de calidad para toda la población.

6.4.2 Cárcamo de bombeo

El caudal de bombeo se calculó en función del CMD y el tiempo de operación de las bombas (12–16 horas/día). Se garantizó que el sistema pueda cubrir la demanda en condiciones críticas. En el diseño del sistema de bombeo se consideró las características del cárcamo, las dimensiones de la columna y sarta de bombeo, así como la selección adecuada del motor y la potencia requerida. El diámetro de la columna de bombeo se eligió para garantizar que las pérdidas por fricción no superen el 5% de su longitud, utilizando valores recomendados según el caudal. La longitud de la columna debe permitir que la bomba quede sumergida 6 m en pozos profundos o 1 m en cárcamos o pozos anchos.

La sarta de bombeo debe incluir elementos esenciales como macromedidor, manómetro, válvula check, derivación para pruebas, válvulas de aire/vacío y alivio, además de una unión flexible. Su diámetro también se seleccionó en función del rango de caudales establecidos en la normativa. Para la determinación de la potencia del motor se aplicó un factor de 1.15 sobre la potencia hidráulica de la bomba, compensando pérdidas mecánicas.

6.4.3 Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

El diseño del sistema hidráulico se desarrolló considerando el estudio topográfico y la demanda actual y futura de la población. Con base en estos parámetros se definieron y dimensionaron los componentes esenciales del sistema de abastecimiento de agua potable, incluyendo la fuente de abastecimiento, obra de captación, línea de aducción, estación de bombeo, línea de impulsión, tratamiento del agua, tanque de almacenamiento, redes de distribución y conexiones domiciliares. Todos los cálculos hidráulicos fueron realizados conforme a los lineamientos establecidos en la Norma NTON 09 007-19 (MIFIC, 2020).

6.5 Análisis EPANET

Para el análisis hidráulico de la red se utilizó el software EPANET, utilizando la fórmula de Hazen-Williams que dispone el programa, se detalla a continuación la fórmula de perdidas por fricción (hf):

$$\mathbf{h_f} = \frac{10.679 * \mathrm{L} * \mathrm{Q}^{1.85}}{\mathrm{C}^{1.85} * \mathrm{D}^{4.87}} \qquad Ecuacion\ 1$$

Se efectuó el análisis para CMH y cero horas de la red de distribución, CMD en la línea de conducción, A partir de estas simulaciones se determinaron las velocidades, presiones y diámetros óptimos de las tuberías, permitiendo seleccionar la alternativa técnica más adecuada.

6.6 Elaboración de presupuesto

La elaboración del presupuesto se realizó a partir del cálculo detallado de los volúmenes de obra correspondientes a cada etapa del proyecto. Para la determinación de los precios unitarios, se efectuaron cotizaciones en diversos puntos de distribución, incluyendo ferreterías y agro servicios de la zona. Además, se consultaron referencias técnicas y guías de costos comúnmente utilizadas en el sector, con el fin de asegurar que los valores estimados reflejen las condiciones reales del mercado y las particularidades de los proyectos de infraestructura hídrica.

7 RESULTADOS

7.1 Estudio socioeconómico

El estudio socioeconómico se realizó con base el censo realizado en las comunidades con el apoyo de líderes de la comunidad, empresa privada y la alcaldía, con el objetivo de evaluar las necesidades actuales y futuras de las comunidades beneficiadas para que el proyecto sea accesible optimizando inversiones y la aceptación social de las comunidades Riscos de Oro, El Black-Pueblo Santo, California y Barrio pobre del municipio de Rosita, Región Autónoma de la Costa Caribe Norte. Con la información obtenida se identifica la necesidades básicas y situación actual, en base a sus condiciones económicos y abastecimientos actuales de agua. En lo siguiente se describen los resultados del estudio socioeconómico:

7.1.1 Aspectos generales

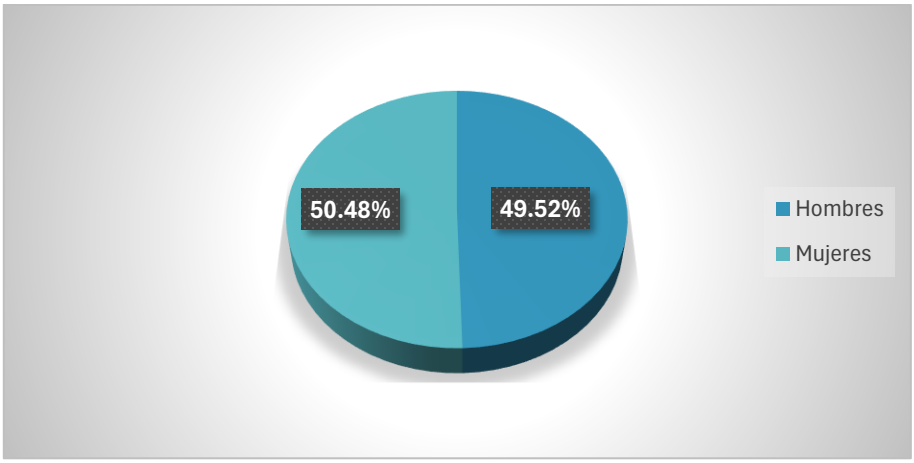
Las comunidades de Riscos de Oro, El Black, Pueblo Santo, California y Barrio pobre del municipio de Rosita, de la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte, cuenta con una población de 2,203 habitantes según censo realizado por la Empresa KVJ en coordinación con lideres comunitarios y Alcaldía de Rosita en el mes de mayo 2024. La mayor parte de la población se encuentra ubicada en viviendas concentradas y la minoría es semidispersas. El 49.52% hombres y 50.48% corresponde a las mujeres de la población.

Tabla 1 Total población

Población	Hombres	Mujeres	Total
Cantidad	1,091	1,112	2,203
Porcentaje	49.52%	50.48%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 1 Total población



Fuente: Elaboración propia

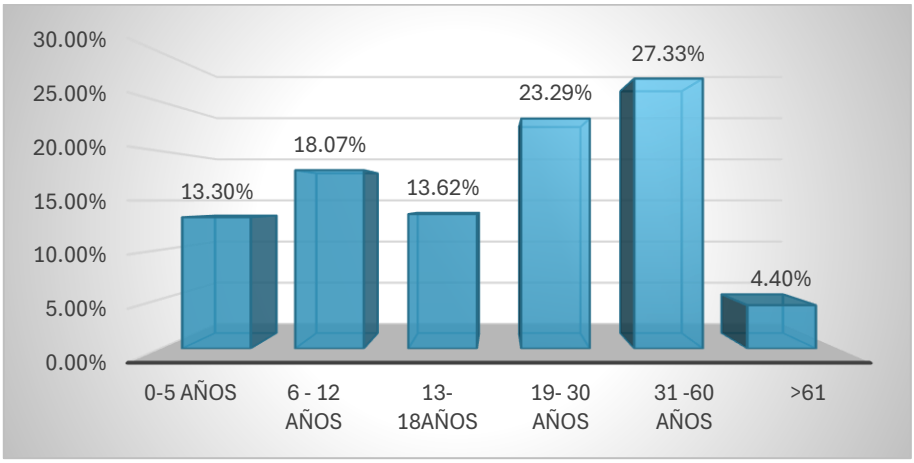
Tabla 2 Rango de edades de la población

Comunidades	0-5 años	6 - 12 años	13-18años	19- 30 años	31 -60 años	>61	población Total
Barrio Pobre	24	29	15	45	40	8	161
Black	46	70	58	85	99	15	373
California	42	47	42	70	86	7	294
Risco de Oro	113	129	116	166	227	33	784
Pueblo Santo	68	123	69	147	150	34	591
Total	**293**	**398**	**300**	**513**	**602**	**97**	**2,203**
Porcentaje	13.30%	18.07%	13.62%	23.29%	27.33%	4.40%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

En las comunidades Riscos de Oro, El Black, Pueblo Santo, California y Barrio pobre presentan un rango entre las edades de 0 a 5 años el 13.30% de la población, de 6 a 12 años 18.07% de la población, de 13 a 18 años 13.62% de la población, de 19 a 30 años 23.29% de la población, de 31 a 60 años 27.33% de la población y mayores de 61 años 4.40% de la población.

Figura 2 Rango de edades de la población



Fuente: Elaboración propia

7.1.2 Nivel académico

De los miembros de la familia y la cantidad que se ubica en cada nivel de escolaridad, se describen a continuación:

Existen 4 escuelas; de las cuales dos están en la comunidad El Black una llamada Sendero de Luz, cuenta con 75 estudiantes y la otra El Black cuenta con 289 estudiantes, una en la comunidad de Pueblo Santo llamada Pueblo Santo cuenta con 270 estudiantes y la última en la comunidad Risco de Oro llamada escuela Divino niño y cuenta con una comunidad estudiantil de 355 estudiantes.

Los turnos que brindan son matutinos, vespertinos y sabatinos, se abastecen de agua del pozo que tienen en los centros escolares. La infraestructura de la escuela se encuentra en buen estado.

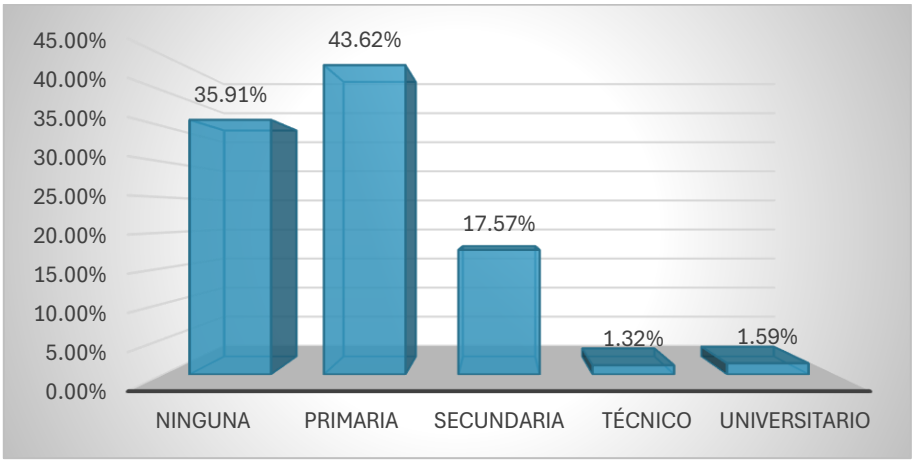
En la figura N° 3, nos muestra el grado de escolaridad en las comunidades, el 35.91% de los habitantes que no han cursado ningún nivel de escolaridad, el 43.62% de los miembros de la familia corresponde a las personas que han cursado y aprobado primaria, el 17.57% de las personas corresponde al grado escolaridad de secundaria, el 1.59% de los habitantes representan poseen un título universitario, y un 1.32% de las personas poseen un nivel técnico de educación. La suma adicional de estudiantes que aparecen en los resultados son los que estudian en centros escolares que no pertenecen a las comunidades en estudio.

Tabla 3 Nivel de educación

Escolaridad	Ninguna	Primaria	Secundaria	Técnico	Universitario	Total
Cantidad	791	961	387	29	35	2,203
Porcentaje	35.91%	43.62%	17.57%	1.32%	1.59%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Nivel de educación



Fuente: Elaboración propia

7.1.3 Aspectos económicos

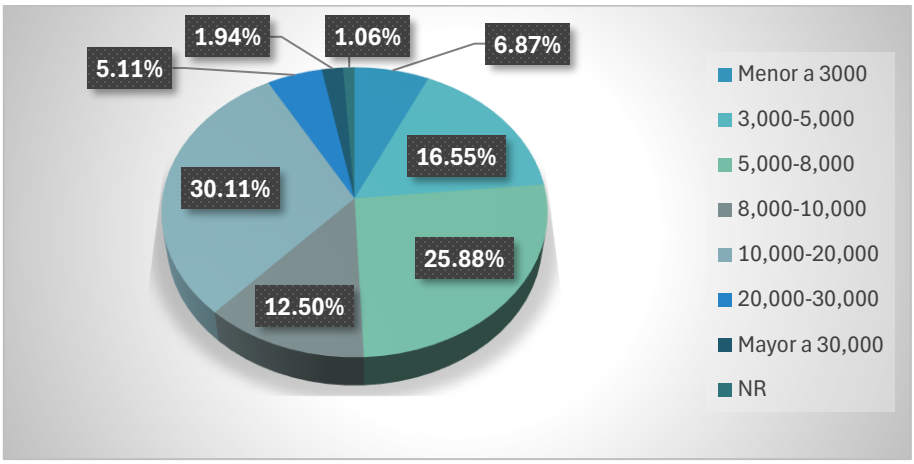
Se obtiene el 6.87% de las familias que tienen ingresos mensuales menor a 3,000 córdobas, está por debajo del salario mínimo (Acta Nº1 Comisión Nacional de Salario Mínimo 2024 para categoría agropecuario es de C$ 5,721.17).

Tabla 4 Ingresos mensuales de la población

Items	Rango de Ingresos Mensuales	Cantidad	Porcentaje
1	Menor a 3000	39	6.87%
2	3,000-5,000	94	16.55%
3	5,000-8,000	147	25.88%
4	8,000-10,000	71	12.50%
5	10,000-20,000	171	30.11%
6	20,000-30,000	29	5.11%
7	Mayor a 30,000	11	1.94%
8	NR	6	1.06%
Total		568	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 4 Ingresos mensuales de la población



Fuente: Elaboración propia

- Clasificación de trabajos

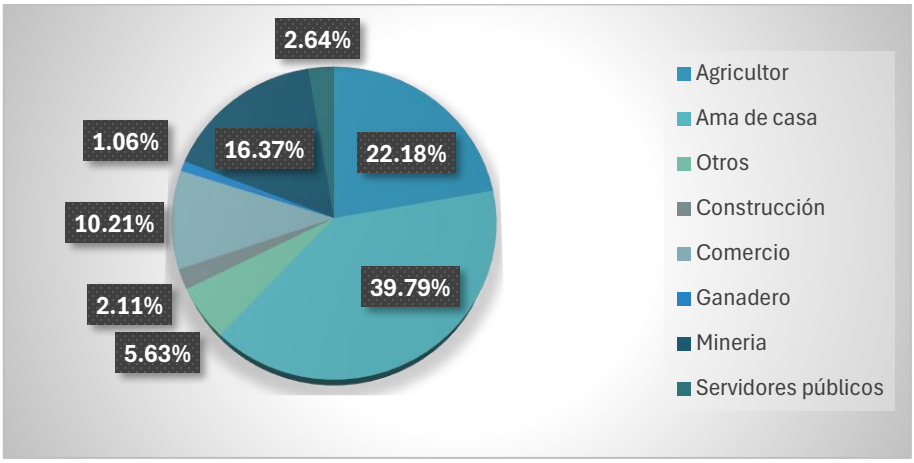
Con relación a los tipos de trabajo remunerados, el sector con mayor demanda es el de ama de casa con un 39.79%. En la actualidad las principales actividades económicas que se desarrollan son: la agricultura, ganadería, la minería en las modalidades artesanal y pequeña minería, forestal y comercio. Dentro del área rural se cuenta con 2 puntos de intercambio comercial ubicadas en la Comunidad de Risco de Oro.

Tabla 5 Clasificación de trabajo

ítems	Ocupación	Viviendas	Porcentajes
1	Agricultor	126	22.18%
2	Ama de casa	226	39.79%
3	Otros	32	5.63%
4	Construcción	12	2.11%
5	Comercio	58	10.21%
6	Ganadero	6	1.06%
7	Minería	93	16.37%
8	Servidores públicos	15	2.64%
TOTAL		568	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 5 Tipos de trabajo



Fuente: Elaboración propia

7.1.4 Viviendas

Los resultados muestran que la mayoría de las viviendas son de tenencia propia, representando el 84.86 % del total de hogares encuestados. Esto indica una alta estabilidad habitacional en el área del proyecto.

Un 10.21 % de los hogares habita viviendas prestadas o en cuido, lo que refleja una condición de vulnerabilidad moderada, al no contar con propiedad legal ni contratos formales. Por su parte, solo el 4.93 % vive en viviendas alquiladas, lo que evidencia una baja presión del mercado de alquiler en la zona.

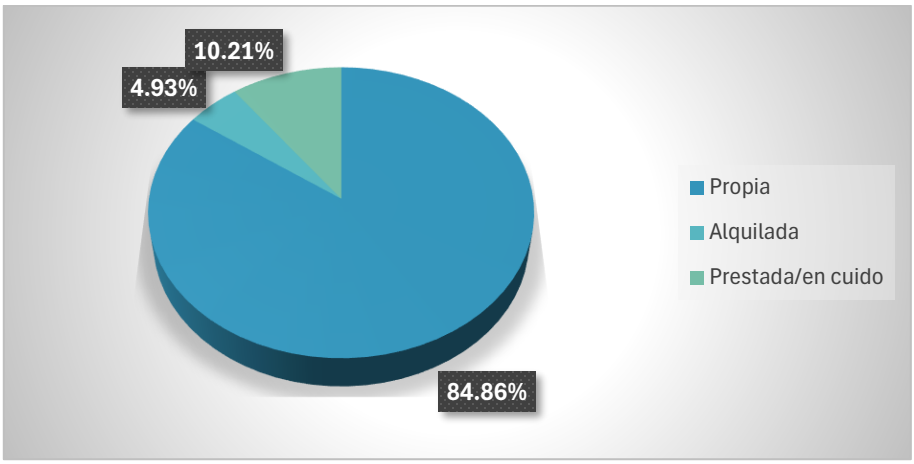
En conjunto, estos datos sugieren que la población beneficiaria presenta arraigo territorial, aspecto favorable para la sostenibilidad social y económica del Proyecto.

Tabla 6 Tenencia de viviendas

Tenencia	Cantidad	%
Propia	482	84.86%
Alquilada	28	4.93%
Prestada/en cuido	58	10.21%
Total	**568**	**100.00%**

Fuente: Elaboración propia

Figura 6 Tenencia de vivienda



Fuente: Elaboración propia

- Paredes de la vivienda

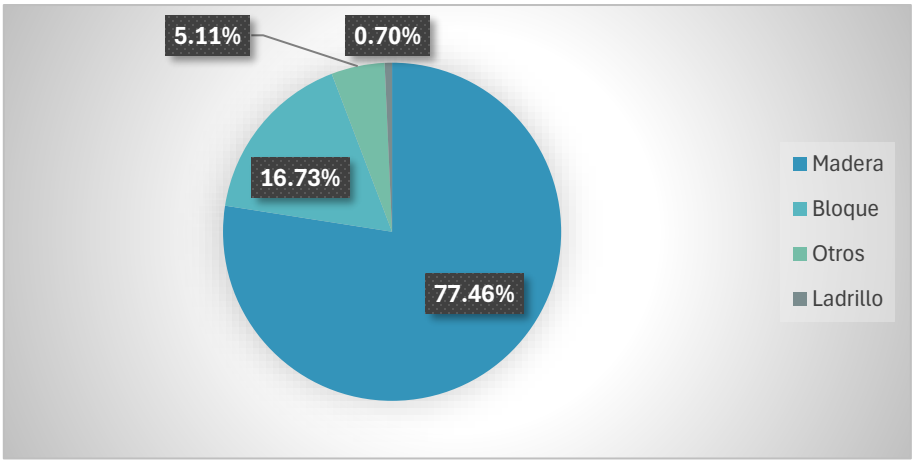
Del total de viviendas analizadas, el 77.46% presentan paredes construida de madera, el 16.73% son de bloque, 0.70% son de ladrillo y 5.11 % de las casas están construidas con otro tipo de paredes. Esto refleja una alta dependencia de materiales tradicionales, lo que puede estar asociado a factores económicos, disponibilidad de recursos y condiciones socioculturales de la población.

Tabla 7 Paredes de la vivienda

Paredes	Cantidad	%
Madera	440	77.46%
Bloque	95	16.73%
Otros	29	5.11%
Ladrillo	4	0.70%
Total	**568**	**100.00%**

Fuente: Elaboración propia

Figura 7 Paredes de vivienda



Fuente: Elaboración propia

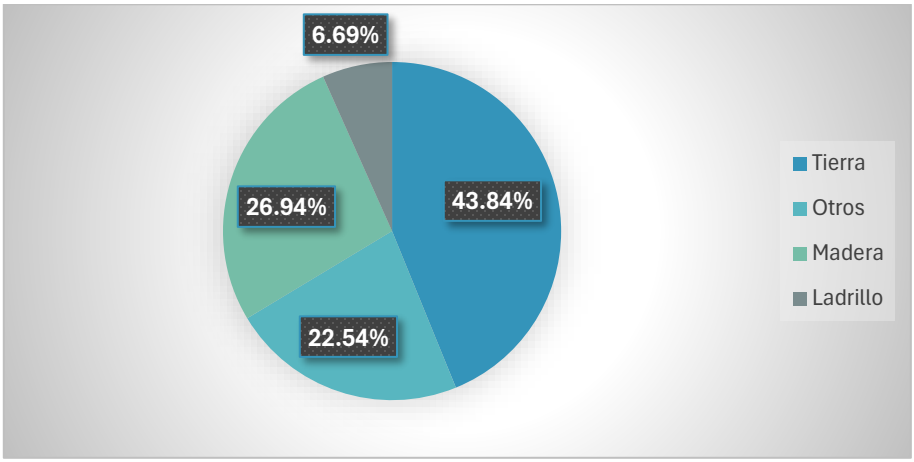
- Pisos de las viviendas

Tabla 8 Pisos de la vivienda

Pisos	Cantidad	%
Tierra	249	43.84%
Otros	128	22.54%
Madera	153	26.94%
Ladrillo	38	6.69%
Total	**568**	**100.00%**

Fuente: Elaboración propia

Figura 8 Pisos de la vivienda



Fuente: Elaboración propia

En relación con el tipo de piso de las viviendas, el 43.84 % cuenta con piso de tierra, lo que representa la mayor proporción. Le siguen las viviendas con piso de madera con 26.94 %, y aquellas clasificadas como otros tipos con 22.54 %. Finalmente, únicamente el 6.69 % de las viviendas dispone de piso de ladrillo, evidenciando un bajo nivel de infraestructura adecuada en la zona de estudio.

- Techos de las viviendas

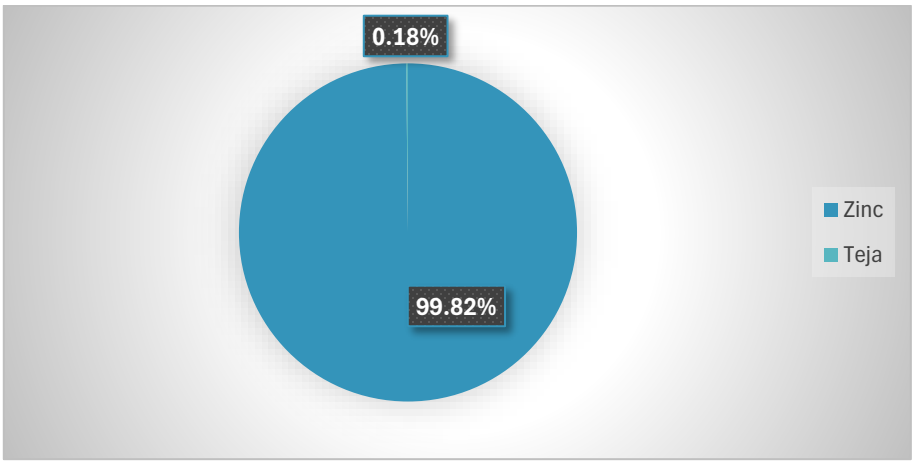
Del total de 568 viviendas evaluadas, el 99.82 % (567 viviendas) presenta techo de zinc, mientras que únicamente el 0.18 % (1 vivienda) cuenta con techo de teja, lo que evidencia un claro predominio del uso de zinc como material de cobertura en el área de estudio.

Tabla 9 Techos de la vivienda

Techos	Cantidad	%
Zinc	567	99.82%
Teja	1	0.18%
Total	568	100.0%

Fuente: Elaboración propia

Figura 9 Techos de las viviendas



Fuente: Elaboración propia

7.1.5 Aspectos operacionales

- *Situación actual del suministro de agua*

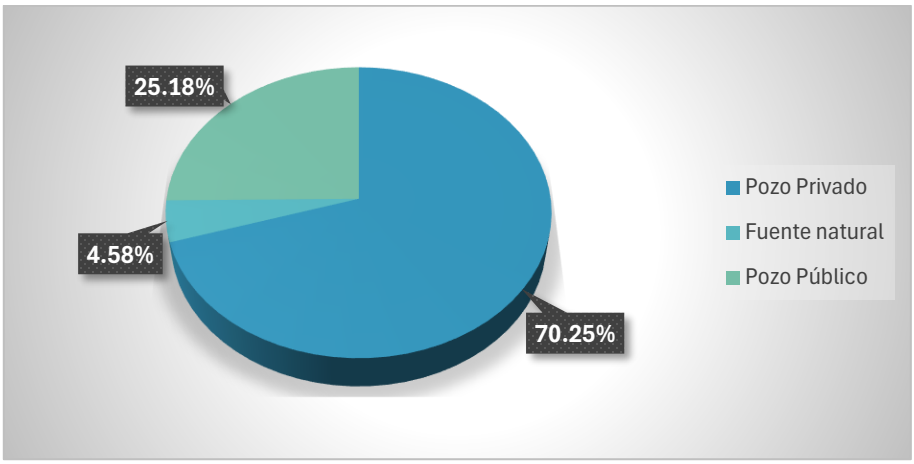
En cuanto al abastecimiento de agua en las comunidades, se abastecen de aguas no tratadas de las siguientes fuentes: de pozos privados el consumo es un 70.25%, agua que proviene de pozo públicos con un 25.18% y para un 4.58% se abastecen de agua de fuente natural.

Tabla 10 Tipos de abastecimiento

Items	Tipo de consumo	Cantidad	Porcentaje
1	Pozo Privado	399	70.25%
2	Fuente natural	26	4.58%
3	Pozo Público	143	25.18%
Totales		568	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 10 Tipos de abastecimiento



Fuente: Elaboración propia

- Disponibilidad de agua

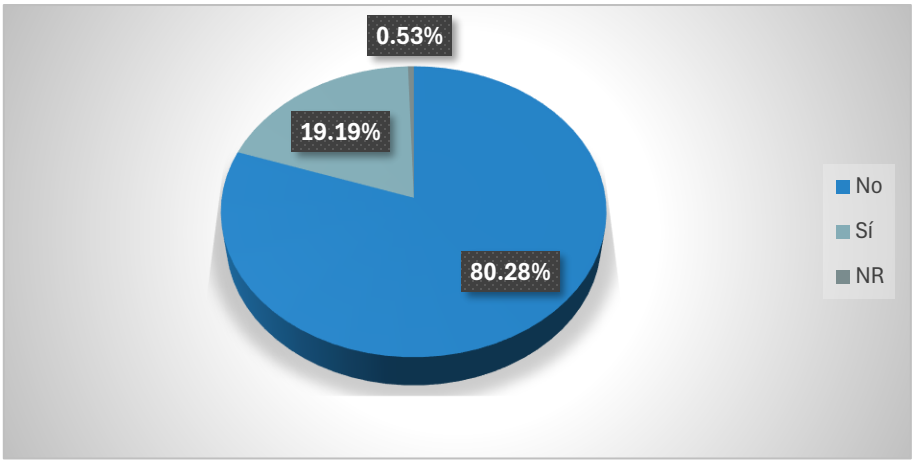
Las familias que cuentan con suficiente agua disponen de pozos privados y públicos corresponde a un 19.19%, el agua no tiene ningún tipo de tratamiento, el 80% no dispone del vital líquido, el 0.53% no respondió.

Tabla 11 Disposición del agua

Items	Disposición	Viviendas	Porcentaje
1	No	456	80.28%
2	Sí	109	19.19%
3	NR	3	0.53%
Total		568	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 11 Disposición del agua



Fuente: Elaboración propia

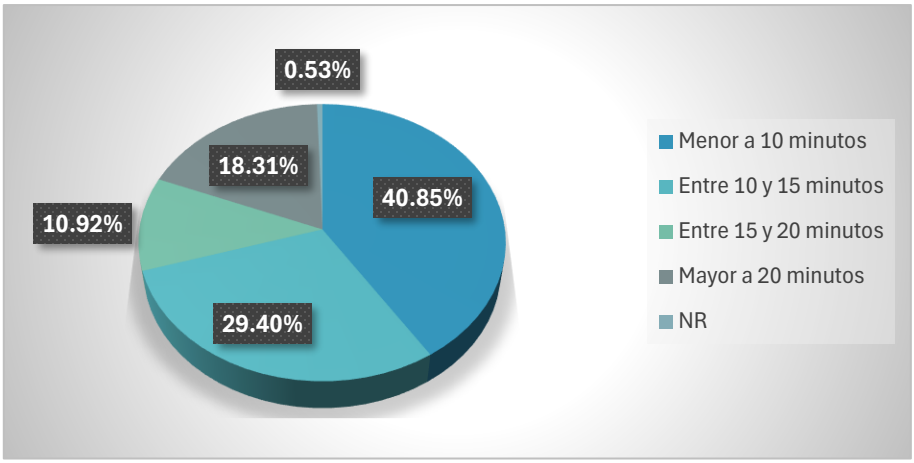
- Tiempo que recorren los comunitarios para la obtención del agua

Tabla 12 Tiempo que tardan para obtener el agua

Items	Tiempo	Viviendas	Porcentaje
1	Menor a 10 minutos	232	40.85%
2	Entre 10 y 15 minutos	167	29.40%
3	Entre 15 y 20 minutos	62	10.92%
4	Mayor a 20 minutos	104	18.31%
5	NR	3	0.53%
TOTAL		568	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 12 Tiempo que tardan para obtener el agua



Fuente: Elaboración propia

Para la obtención del agua el 40.85% de las viviendas tardan menos de 10 minutos corresponden a 232 hogares, mientras que 167 viviendas tardan entre 10 a 15 minutos cubriendo un 29.40%, 62 viviendas entre los 15 y 20 minutos corresponden a un 10.92%, 104 viviendas con el 18.31% mayor a 20 minutos, siendo este el tiempo más largo que deben recorrer las personas para la obtención del vital líquido y el 0.53% no respondió.

- Calidad de agua

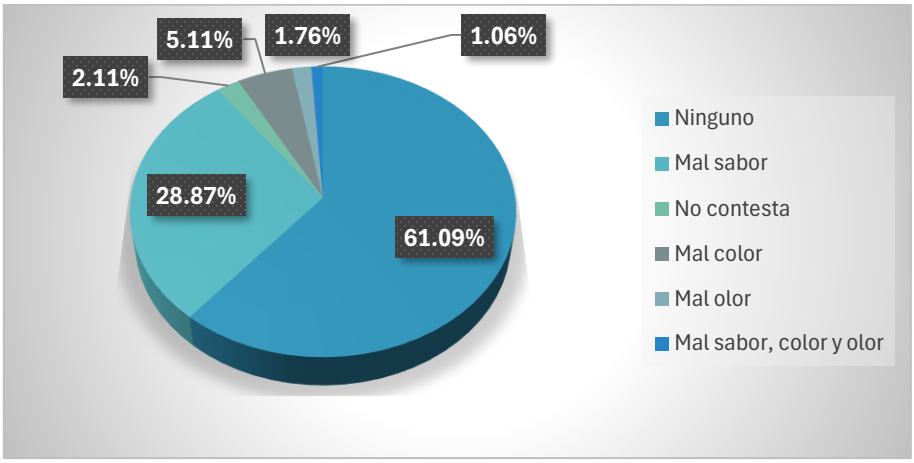
Respecto a los resultados de la calidad del agua el 28.67% tiene mal sabor, el 5.11% tiene mal color, el 1.76% tiene mal olor, el 61.09% no presenta ningún tipo, el 1.06% tiene mal sabor, color y olor, el 2.11%no contestó.

Tabla 13 Características físicas del agua

Items	Descripción	Viviendas	Porcentaje
1	Ninguno	347	61.09%
2	Mal sabor	164	28.87%
3	No contesta	12	2.11%
4	Mal color	29	5.11%
5	Mal olor	10	1.76%
6	Mal sabor, color y olor	6	1.06%
Total		568	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Figura 13 Características físicas del agua



Fuente: Elaboración propia

- Saneamiento

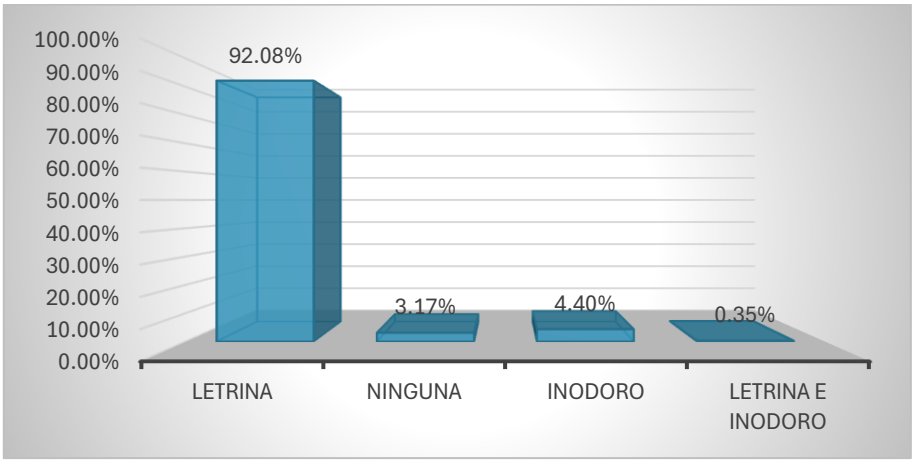
En los aspectos de saneamientos en las comunidades el 92.08% tienen letrina, el 3.17% no tienen ningún tipo de saneamiento, el 4.40% tienen instalados inodoros el 0.35% tienen letrina e inodoro.

Tabla 14 Opción de saneamiento

Saneamiento	Cantidad	Porcentaje
Letrina	523	92.08%
Ninguna	18	3.17%
Inodoro	25	4.40%
Letrina e inodoro	2	0.35%
Total	**568**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Figura 14 Opción de saneamiento



Fuente: Elaboración propia

7.2 Verificación topográfica

En los estudios topográficos, se realizó la verificación de planos existentes compartidos por la alcaldía municipal, se hizo visita de sitio para la validación de puntos utilizando GPS, fichas libreta de campo y brújula y con una estación total marca Leica modelo TS 09 PLUS, siguiendo el mismo detalle de plano.

La fuente de captación, El Río Waspado (fuente de agua superficial), se encuentra ubicado a 5.08 kilómetros de la Comunidad El Black en la dirección Nor-Oeste. Validando punto geodésico cercano al estacionamiento topográfico 0+000 y trasladarlo como BM-1 en el puente Wasminona.

Una vez conocido como GPS 1 el cual lo identificamos como el BM-1 nos dirigimos en sentido norte desde Waswinona Tramo 1 de 2.4km, siguiendo hacia Barrio Pobre tramo de 4.19km, seguido dos sub tramos uno con giro Oeste y otro con giro Este cada uno de 0.3km levantado, continuando de forma recta sobre el camino se sigue al tramo de Riscos de Oro tramo de 4km, se prosiguió a Pueblo Santo con 0.3km, siguiendo el tramo de El Black de 2.2km, para completar el tramo final de 5.4km hacia el Black 2, Cacao oro hasta puente Waspado, ver plano topográfico general.

7.3 Evaluación de calidad del agua

- Oferta de agua

Para cubrir la demanda de agua del proyecto se analizó la fuente superficial, siendo este el río Waspado. Los resultados de los dos aforos: aforo con flotador o aforo superficial y aforo con el caudalímetro de turbina, se muestran en la tabla N° 15.

El aforo con flotador se basó en medir una distancia conocida, dejando flotar una botella sobre el agua, registrando el tiempo que tarda en recorrer esa distancia para el cálculo de velocidad superficial, la cual se ajusta con un coeficiente para obtener la velocidad media del flujo.

En el aforo con caudalímetro de turbina se registró la velocidad del agua mediante una turbina que gira con el flujo. Se midió velocidades en varios puntos de la sección y al sumar se obtiene un caudal más representativo.

Tabla 15 Aforo del río Waspado

Nombre de la fuente	Caudal (m^3/s)		
Río Waspado	Aforo superficial	Caudalímetro turbina	Caudalímetro turbina
Aforo 1	0.061	0.046	0.052
Aforo 2	0.057	0.058	

Fuente: Elaboración propia

Los datos del aforo fueron realizados por el Ing. Martín Salomón Ruiz Borge, con licencia del MTI # 5994. Estos datos fueron tomados en campo en mayo de 2024, utilizando un caudalímetro de turbina, dio un valor promedio de 0.052 m^3/s (52 l/s), río Waspado.

- Balance de oferta y demanda de agua

En la tabla N°. 16 se presenta el balance de la oferta de la fuente y la demanda de agua. El río Waspado, tiene un valor promedio del caudal de 52 l/s, al no tener un historial del caudal de la fuente se tomó el 10% del caudal actual restándole el caudal ecológico de 5.2 l/s (10% del caudal del río), queda a disposición 46.8 l/s, es mayor al caudal máximo día que demanda la fuente (15.82 l/s).

Tabla 16 Balance de agua

Alternativa	Caudal (en estiaje) l/s	Caudal ecológico l/s	Oferta l/s	Demanda (CMD) l/s	Excedente l/s
Río Waspado	52	5.2	46.8	15.82	30.98

Fuente: Elaboración propia

- Calidad de agua

La calidad de agua del río no es suficiente para el consumo humano, por lo que requiere un tratamiento adecuado para reducir los valores de turbidez, color, contenido de hierro total y coliforme hasta un valor exigido por la Norma NTON 03004 "Calidad del agua. Agua potable. Valores máximos admisibles". Se realizó ensayos físicos – químicos y bacteriológicos por el laboratorio CIRA/UNAN-MANAGUA ver anexo 3 y anexo 4. Los parámetros en las fuentes son los mostrados en la tabla N°17.

Tabla 17 Calidad de la fuente río Waspado

Parámetros	Unidades	Río Waspado	Normas CAPRE		NTON 03004
			Recomendado	Máximo	Valor admisible Máximo
Turbidez	NTU	56.57	1	5	5
Color verdadero	mg/l Pt-Co	69	1	15	15
Hierro total	mg/l	0.48	-	0.3	0.3
Amonio	mg/l	0.205	0.05	0.5	0.5
Org. Coliformes totales	UFC/100 ml	49000	Negativo	4	Ausentes
E. Coli	UFC/100 ml	1700	Negativo	Negativo	<1
Coliformes termotolerantes	UFC/100 ml	220	Negativo	Negativo	<1

Fuente: Elaboración propia

7.4 Diseño del MABE

Se adopta un período de diseño de 20 años, la vida útil para obras superficiales y manantiales según la norma NTON 09 007-19, lo que comprende un período que inicia en el año 2026 y concluye el año 2046, en el cual se proyectará la demanda de la población.

7.4.1 Estudio de población y consumo

Para determinar la población actual de las cinco comunidades que son: Risco de Oro, El Black, Pueblo Santo, California, Barrio Pobre, se analizaron diferentes censos, tales como:

Los censos del INIDE del 2005, censo de la alcaldía municipal en el 2012 y los datos del MINSA de los años 2018, 2019, 2020, 2021 y 2022, finalmente el censo de alfabetización realizado en el 2023.

Tabla 18 Tasa de crecimiento poblacional

Tasa de Crecimiento			
Censos	Año	Población	Tasa de crecimiento
		habitantes	%
Censo 2005	2005	671	-
Censo Alcaldía 2012	2012	2005	16.93
Dato MINSA 2018	2018	2249	1.93
Dato MINSA 2019	2019	2476	10.09
Dato MINSA 2020	2020	2498	0.89
Dato MINSA 2021	2021	2518	0.80
Dato MINSA 2022	2022	2653	5.36
Censo Alfabetización 2023	2023	2671	0.68
PROMEDIO			5.24

Fuente: Elaboración propia

- Población de diseño

Para la determinación de la población proyectada para el diseño del sistema de abastecimiento de agua, se utilizó el método geométrico que es el que representa mejor crecimiento de estas comunidades. Este método debe aplicarse a ciudades que no han alcanzado su desarrollo y que se mantienen creciendo a una tasa fija y es el de mayor uso en Nicaragua.

Tras analizar la evolución demográfica de las comunidades de Risco de Oro, El Black-Pueblo Santo, California y Barrio Pobre, se estableció una tasa de crecimiento poblacional del 5.24% anual, la cual se utilizó para proyectar la población futura y garantizar que el sistema propuesto responda adecuadamente a las necesidades previstas a lo largo del tiempo.

A partir de estos datos se procedió a realizar las proyecciones de la población a lo largo de un período de 20 años, partiendo como año cero el año 2026 por lo tanto, el primer año es el 2027 y el final del período es el año 2046, dando como resultado 6,777 habitantes.

$$\mathbf{P_n} = \mathrm{P_o}(1 + \mathrm{r})^{\mathrm{n}} \qquad Ecuación\ 2$$

Tabla 19 Proyección poblacional

Período	Año	Población (habitantes)
	2024	2,203
	2025	2,318
0	2026	2,440
1	2027	2,568
2	2028	2,702
3	2029	2,844
4	2030	2,993
5	2031	3,150
6	2032	3,315
7	2033	3,489
8	2034	3,671
9	2035	3,864
10	2036	4,066
11	2037	4,279
12	2038	4,504
13	2039	4,740
14	2040	4,988
15	2041	5,249
16	2041	5,524
17	2043	5,814
18	2044	6,119
19	2045	6,439
20	2046	6,777

Fuente: Elaboración propia

- Dotación y consumo

Para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable en poblaciones rurales concentradas, se establece una dotación de 100 litros por persona por día, conforme lo estipula la norma (MIFIC, 2020).

En el caso de las dotaciones especiales, como el caudal institucional, se toma en cuenta la demanda generada por establecimientos como el puesto de salud, iglesias, el edificio de la policía, entre otros espacios públicos relevantes. Asimismo, se incluyen las escuelas, para las cuales las normativas vigentes permiten calcular su consumo de agua de manera independiente y luego sumar estos valores al total institucional, garantizando una estimación precisa y acorde a las necesidades específicas de cada tipo de local.

Para el cálculo de la dotación en las escuelas, se siguen los lineamientos establecidos por el Ministerio de Educación, que asignan un valor de 28 l/p-d para estudiantes de primaria y 32 l/p-d para estudiantes de secundaria.

Cuando una escuela atiende ambos niveles educativos, como ocurre en las comunidades de este proyecto, resulta más apropiado aplicar la dotación de 32 l/p-d, garantizando así una estimación adecuada y suficiente para cubrir las necesidades de toda la población estudiantil.
Para las otras instituciones se trabaja con el 7% del consumo doméstico (CD).
Para locales comerciales se trabaja con el 7% del consumo doméstico (CD).

- Consumo doméstico (CD)

Para determinar el consumo doméstico se consideró una población futura de 6,777 habitantes y tomando en cuenta una dotación de 100 lppd, dando como resultado un consumo doméstico de 7.84 l/s, calculado con la siguiente ecuación.

$$\mathbf{CD} = \mathrm{P_f}\left(\frac{\text{Dotación}}{86400}\right) \qquad Ecuación\ 3$$

- Consumo público o institucional

Debido a la presencia de escuelas en las comunidades se calculó su consumo de manera independiente y luego se sumó al valor institucional obteniéndose un consumo para las escuelas de 0.37 l/s y para otras instituciones de 0.55 l/s obteniendo un total de consumo institucional de 0.92 l/s, se realizó con la siguiente formula.

- Para Escuela

$$\mathbf{C.\,Esc} = \left(\frac{\text{Dot. escuela} * \text{NºEstudiante.}}{86400}\right) \qquad Ecuación\ 4$$

- Para otras instituciones

$$\mathbf{CP\ Otras} = \mathrm{CD} * 7\% \qquad \text{Ecuación 5}$$

- Consumo público total

$$\mathbf{CPI} = \mathrm{CP\ Otras} + \mathrm{C.\,Esc} \qquad \text{Ecuación 6}$$

- Consumo comercial

Tomando en cuenta el desarrollo comercial futuro se calculó con la siguiente formula obteniendo como resultado 0.55 l/s.

$$\mathbf{CC} = \mathrm{CD} * 7\% \qquad \text{Ecuación 7}$$

- Consumo promedio diario

Se determinó el consumo promedio diario (CPD), obteniéndose un valor de 9.31 l/s. Cabe destacar que no se consideró el consumo industrial en este cálculo, ya que las comunidades no poseen actualmente un sector industrial ni se proyecta su desarrollo en el futuro.

$$\mathbf{CPD} = \mathrm{CD} + \mathrm{CPI} + \mathrm{CC} \qquad \text{Ecuación 8}$$

- Fugas o pérdidas en el sistema

De acuerdo con la norma NTON 09 007-19 (p.19), para ciudades y localidades que cuentan con más de 500 viviendas, el porcentaje de pérdidas de agua debe estimarse en un 20% del consumo promedio diario (CPD), lo que en este caso corresponde a 1.86 l/s.

$$\mathbf{P_{fugas}} = \mathrm{CPD} * 20\% \qquad \text{Ecuación 9}$$

- Caudales de diseño

Consumo máximo diario

Se obtuvo un valor de consumo máximo diario de 15.82 l/s se calculó con la siguiente formula:

$$\mathbf{CMD} = 1.5\ \mathrm{CPD} + \mathrm{P_{fugas}} \qquad Ecuación\ 10$$

Consumo máximo horario

El CMH representa la demanda de consumo por hora de la población, el cual es necesario en el diseño de la red de distribución, dando como resultado a 25.13 l/s, ver anexo 5, se calculó con la formula siguiente:

$$\mathbf{CMH} = 2.5\ \mathrm{CPD} + \mathrm{P_{fugas}} \qquad Ecuación\ 11$$

7.4.2 Diseño de la obra de captación

- Captación Indirecta-prefiltro Vertical.

El prefiltro vertical está conformado por material granular de acuerdo con las características señaladas en la tabla.

Tabla 20 Especificaciones de grava de prefiltros verticales

Capa	Espesor m	Diámetro mm
1.00	0.1	15-25
2.00	0.2	10-15
3.00	0.5	5-10

Fuente: (Normas Rurales, p. 42)

Siendo que la capa 1 de espesor 0.10m partícula con diámetro de 15-25mm, siguiendo la capa 2 en la parte céntrica con un espesor de 0.20m, partícula con diámetro 10-15mm, en la capa 3 se detalla un espesor de 0.50 con diámetro de la partícula de 5-10mm, ver anexo Planos de prefiltro vertical.

- Criterios de diseño

Velocidad de filtración de 6 m^3/m^2-d (0.25m/h)

Caudal de diseño CMD=15.82 l/s

Area transversal del prefiltro

$$\mathbf{A} = \mathrm{Q.V} \qquad \text{Ecuación } 12$$

Se propone un ancho de 10m para el prefiltro conforme al área calculada con ello se procede a encontrar la longitud del prefiltro.

$$\boldsymbol{L} = \frac{\mathrm{A}}{\mathrm{B}} \qquad Ecuación\ 13$$

Tabla 21 Dimensionamiento del prefiltro vertical

Q	=	15.82	l/s
Prefiltro Vertical			
Q	=	15.82	l/s
Q	=	1367.11	m^3/d
$V_{filtración}$	=	6.00	m^3/m^2-d
Área F vertical	=	227.85	m^2
B	=	10.00	m
L	=	22.80	m

Fuente: Elaboración propia

- Vertedero rectangular

Se mantiene el caudal en estudio, se propone una base de 0.50 m, con una rugosidad del material del vertedero de concreto de 0.013 y pendiente de 0.001, realizamos el cálculo con la fórmula de Manning, resultando en una expresión iterativa para el cálculo del tirante del vertedero según la formula.

$$\mathbf{Q} = \frac{\mathrm{K}}{\mathrm{n}} \mathrm{A} \mathrm{R}^{2/3} \mathrm{S}^{1/2} \qquad Ecuación\ 14$$

Sustituyendo en Manning

$$\mathbf{A(y)} = (\mathrm{b.y}), \qquad \mathbf{P(y)} = \mathrm{b} + 2\mathrm{y} \qquad \text{Ecuación } 15$$

$$\mathbf{Q(y)} = \frac{1}{\mathrm{n}} (\mathrm{b.y}). \left(\frac{\mathrm{b.y}}{\mathrm{b} + 2\mathrm{y}}\right)^{2/3} \mathrm{S}^{1/2} \qquad Ecuación\ 16$$

Valor inicial, elegir un valor de y, calcular Qcal con la fórmula de Manning y comparar el Qdeseado. Si $\mathrm{Q_{calc}} < \mathrm{Q_{deseado}} \mathbf{Aumentar\ y}$, Si $\mathrm{Q_{calc}} > \mathrm{Q_{deseado}} \mathbf{Disminuir\ y}$, Iterar hasta que se obtenga una igualación de Qcal=Qdeseado encontrando nuestro tirante.

Tabla 22 Vertedero rectangular

Q	=	15.823	L/s
B	=	0.500	m
Rugosidad Concreto	=	0.013	m
Pendiente	=	0.001	m
Tirante	=	0.083	m
Velocidad	=	0.382	m/s

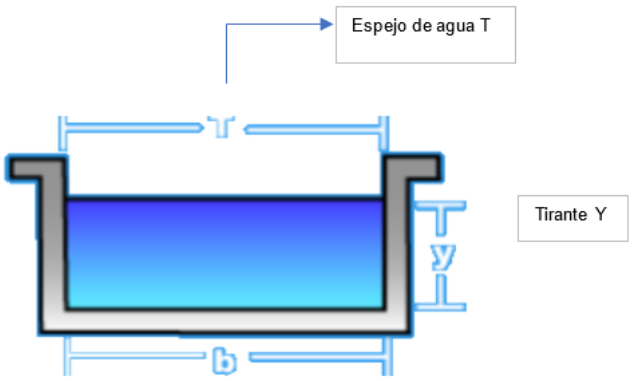
Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Iteración para el cálculo del tirante del vertedero rectangular

Q	=	0.016	m^3/s
B	=	0.500	m
Rugosidad	=	0.013	m
Pendiente	=	0.001	adimensional
y (tirante)	=	0.083	m
Formula Q iterando	=	0.016	m^3/s

Fuente: Elaboración propia

Figura 15 Vertedero rectangular simulación



Fuente: Figura HCANALES

- Tubería secundaria del prefiltro

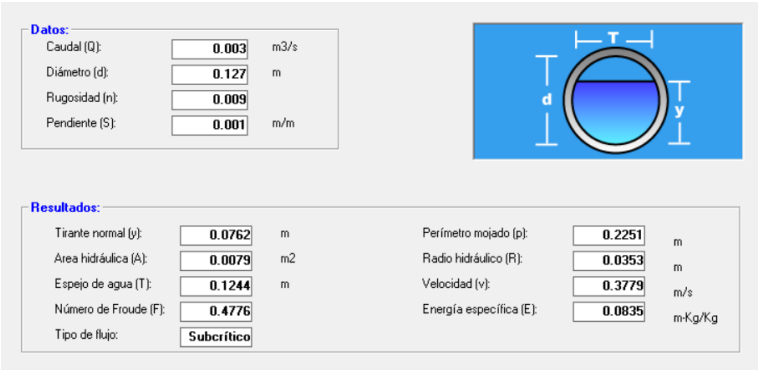
La seccion transversal del prefiltro tiene un largo de 22.80m y ancho de 10 m por lo distribuimos el caudal de 0.016 m^3 /s por la cantidad de tuberia perforada a proponer. Se propone 6 tuberia a cada 3.8 m de longitud, tenemos un Q=0.003 m3/s, para tuberia de PVC la rugosidad es de 0.009, manteniendo la misma pendiente de 0.001. Realizando el ejercicio en HCANALES obtenemos los siguientes resultados tirante de 0.076 m y velocidad de 0.378 m/s, ver figura 16.

Tabla 24 Tubería secundaria del prefiltro vertical

Q	=	0.003	m^3/s
D 6" SDR 17	=	0.152	m
Rugosidad	=	0.009	m
Pendiente	=	0.001	adimensional
Tirante	=	0.076	m
Velocidad	=	0.378	m/s

Fuente: Elaboracion propia

Figura 16 Tubería secundaria del prefiltro



Fuente: Elaboracion propia en HCANALES

- Tuberia primaria del prefiltro

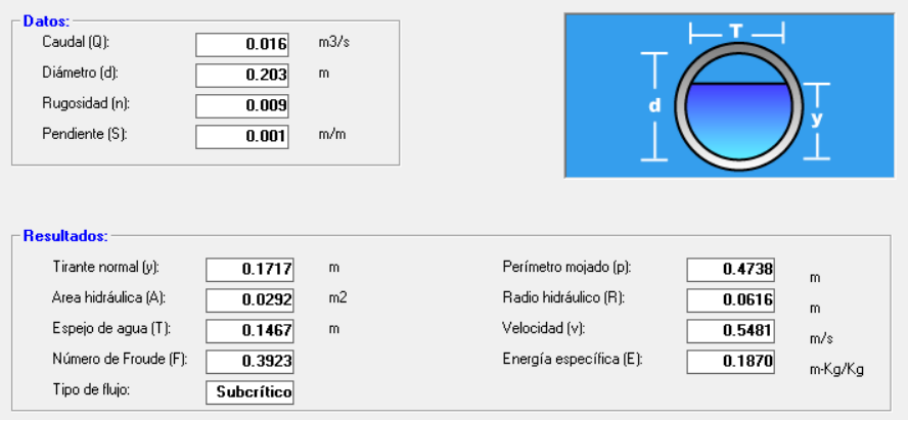
Tenemos un Qtotal=0.016 m^3/s, para tuberia de PVC la rugosidad es de 0.009, manteniendo la misma pendiente de 0.001 realizando el ejercicio en HCANALES obtenemos los siguientes resultados tirante de 0.172 m y velocidad de 0.548 m/s.

Tabla 25 Tubería Primaria del prefiltro vertical

Q	=	0.016	m^3/s
D 8" SDR 17	=	0.203	m
Rugosidad	=	0.009	m
Pendiente	=	0.001	adimensional
Tirante	=	0.172	m
Velocidad	=	0.548	m/s

Fuente: Elaboracion propia

Figura 17 Tubería primaria del prefiltro



Fuente: Elaboración propia en HCANALES

- Dique toma.

El diseño se ha desarrollado para un período de 20 años, considerando una población de diseño de 6,777 habitantes, lo que genera un caudal de diseño de 0.02 m^3/s. Dicho caudal es menor que el caudal disponible en la fuente (0.05 m^3/s), la captación asegura la disponibilidad de agua.

El ancho disponible, igual a 10.00 m, permite la adecuada implantación de la estructura de toma sin interferir significativamente con el régimen natural del río. Para el dimensionamiento hidráulico del dique se ha considerado una lámina de agua (H) de 0.01 m sobre la estructura, generando una velocidad del flujo de 0.58 m/s.

Los muros de contención laterales han sido diseñados con una altura de 1.00 m. Estos muros trabajan conjuntamente con los aletes laterales, los cuales presentan una longitud de 3.50 m.

Tabla 24 Datos de dique toma

Periodo de diseño	=	20.00	Años
Población de diseño	=	6,777	habitantes
Caudal de diseño	=	0.02	m^3/s
Caudal de la fuente	=	0.05	m^3/s
Ancho disponible	=	10.00	m
Lámina de agua H	=	0.01	m
Velocidad del rio sobre el DT	=	0.58	m/s
Corrección por laterales	=	10.00	m
H muros de contención	=	1.00	m
Aletones de DT	=	3.33	3.5 m
Ancho de DT	=	1.00	1 m

Fuente: Elaboración propia

- Cámara de recolección

El volumen de 1.00 m^3 proporciona el amortiguamiento necesario, el uso de tuberías de 8" en la entrada y salida garantiza continuidad hidráulica con pérdidas mínimas. El rebose de 4" funciona como medida de seguridad ante incrementos inesperados de caudal, y las dimensiones generales facilitan las labores de operación, mantenimiento y limpieza.

Tabla 25 Dimensionamiento de la cámara de recolección

Q	=	0.016	m^3/s
B	=	1.000	m
L	=	1.000	m
A	=	1.000	m^2
Q Cámara	=	1.000	m^3
D tub entrada 8"	=	0.203	m
D tub a cárcamo de 8"	=	0.203	m
Diámetro para rebose de 4"	=	0.102	m

Fuente: Elaboración propia

7.4.3 Cárcamo de bombeo

- Longitud de la columna

La longitud de la columna de bombeo es la diferencia de altura que hay entre el nivel de terreno del pozo y el nivel de la bomba, dando como resultado una longitud de columna de bombeo de 4.95 m.

- Caudal de bombeo

Se obtuvo un valor de 23.73 l/s para los últimos 10 años y los primeros 10 años 14.61 l/s, utilizando un tiempo de bombeo de 16 horas al día, aplicando la formula siguiente:

$$\mathbf{Q_{bombeo}} = \mathrm{CMD\ x} \left(\frac{24}{\mathrm{N}}\right) \qquad Ecuación\ 17$$

- Diámetro de la columna de bombeo

Se determinó el diámetro de la columna de bombeo basado en la norma NTON 09 007-19 y considerando un caudal de bombeo de 23.74 l/s, dando como resultado un diámetro nominal de 6", por lo que se seleccionó tubería H° G° cedula 40 con un diámetro interno de 154.1 mm.

- Velocidad en la columna de bombeo

Se calculó la velocidad de flujo en la columna de bombeo obteniendo como resultado un valor de 1.27 m/s para los últimos 10 años y 0.78 m/s primeros 10 años el cual se encuentra dentro de los rangos establecidos por la norma NTON 09 007-19 p.39.

$$\mathbf{V} = \frac{\mathrm{Q_{Bombeo}}}{\pi\left(\frac{(\varphi\mathrm{columna})^2}{4}\right)} \qquad Ecuación\ 18$$

- Pérdidas por fricción en la columna de bombeo

Se calculó la pérdida por fricción, obteniendo un resultado de 0.09 m para los últimos 10 años y los primeros 10 años 0.04 m por medio de la ecuación aplicada a continuación:

$$\mathbf{h_f} = \frac{10.679 * \mathrm{L} * \mathrm{Q}^{1.85}}{\mathrm{C}^{1.85} * \mathrm{D}^{4.87}} \qquad Ecuación\ 19$$

En la columna de bombeo las pérdidas por fricción no deben ser mayor al 5% de su longitud, según la norma NTON 09 007 -19 p.32, en este caso resulta que el 5% de la longitud de la columna es de 0.25 m, por lo tanto, se cumple el criterio ya que la pérdida por fricción es menor (0.09m).

7.4.4 Sarta

- Diámetro de la sarta

Se determinó el diámetro es de 154.1 mm H°G° cedula 40, equivalente a 6 pulgadas, en base al caudal de bombeo de los últimos 10 años 23.74 m/s.

- Velocidad de la sarta

Se calculó la velocidad de flujo en la sarta, dando como resultado 1.27 m/s de los últimos 10 años y 0.78 m/s primeros 10 años, es decir que la velocidad cumple de acuerdo con el valor recomendado por la norma NTON 09 007-19.

$$\mathbf{V} = \frac{\mathrm{Q_{Bombeo}}}{\pi\left(\frac{(\mathrm{D})^2}{4}\right)} \qquad Ecuación\ 20$$

- Pérdidas por fricción

Se calculó la perdida por fricción, obteniendo un valor de 0.046 m y 0.019 los primeros 10 años utilizando la ecuación siguiente, como se muestra a continuación:

$$\mathbf{h_f} = \frac{10.679 * \mathrm{L} * \mathrm{Q}^{1.85}}{\mathrm{C}^{1.85} * \mathrm{D}^{4.87}} \qquad Ecuación\ 21$$

- Pérdidas locales

Las pérdidas de carga por accesorios en la sarta se pueden observar en la tabla 26 lo valores de K. La pérdida total en la sarta es el resultado de la sumatoria de la perdida por fricción y la perdida local, por lo tanto, es de 0.707 m en los últimos 10 años y los primeros 10 años 0.269.

Tabla 26 Perdidas de accesorios en la sarta

Cant	Accesorios	Últimos 10 años	Primeros 10 años
1	Codo de 90°	0.90	0.90
1	Tee pase directo	0.60	0.60
1	Controlador de caudal	2.50	2.50
1	Valv. compuerta abierta	0.20	0.20
1	Valv. de retención	2.50	2.50
2	Codo de 45°	0.80	0.80
1	Entrada normal en tubo	0.50	0.50
	Σ K	**8.00**	**8.00**
Total, pérdidas accesorias en la sarta:		**0.660**	**0.250**
Perd. Sarta (hf por tub + hf accesorios)		**0.707 m**	**0.269 m**

Fuente: Elaboración propia

7.4.5 Línea de conducción

- Diámetro de la línea de conducción

El diámetro en la línea de conducción se determinó mediante la ecuación de Bresse, resultando un diámetro teórico de 167.158 mm, por lo tanto, en la tabla 27 se presentan los diámetros seleccionados en el catálogo:

$$\mathbf{D} = 0.9\ (\mathrm{Q})^{0.45} \qquad Ecuación\ 22$$

Tabla 27 Diámetro de prueba según catálogo

PVC	DN (pulg)	Di (mm)	Di (m)	S (mm)	E (10^9 kg/m ^{2})	Presión (mca)
D_1 SDR-26	6	155.32	0.155	6.5	2.81×10^8	112.5

Fuente: Elaboración propia

En base al resultado se adoptó un diámetro comercial óptimo equivalente a 6 pulgadas de tubería PVC SDR-26 ASTM 2241 ver anexo 6 en el cual muestra ser la alternativa más conveniente desde el punto de vista técnico-económico, que corresponde a un diámetro interno de 155.32 mm y resiste presiones de 112.5 mca.

- Velocidad

La velocidad de flujo fue de 1.25 m/s para los últimos 10 años y los primeros 10 años 0.77m/s calculándose con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{V} = \frac{\mathrm{Q_{Bombeo}}}{\pi\left(\frac{(\mathrm{D})^2}{4}\right)} \qquad Ecuación\ 23$$

- Pérdidas por fricción en la línea de conducción

Se calculó la pérdida por fricción en la línea de conducción siendo el valor calculado de 47.43 para los últimos 10 años y los primeros 10 años 19.34m, del análisis de pérdidas de carga y velocidades se concluye que el diámetro de 6 pulgadas cumple satisfactoriamente con los criterios hidráulicos, presentando una velocidad adecuada de 1.25 m/s. La aplicación de la fórmula de Hazen-Williams permitió evaluar eficientemente la eficacia y la capacidad de la red de conducción, este se calculó con la ecuación siguiente:

$$\mathbf{h_f} = \frac{10.679 * \mathrm{L} * \mathrm{Q}^{1.85}}{\mathrm{C}^{1.85} * \mathrm{D}^{4.87}} \qquad Ecuación\ 24$$

7.4.6 Carga total dinámica

Para determinar la carga total dinámica se sumó todas las pérdidas (hf) incluyendo la PTAP.

Tabla 28 Pérdidas totales

Pérdidas Totales	Últimos 10 años	Primeros 10 años
hf columna de bombeo	0.09 m	0.04 m
hf linea de conducción	47.43 m	19.34 m
hf sarta de bombeo	0.707 m	0.269 m
hf Total	**48.23 m**	**19.64 m**
CTD (diámetro 6")	**64.88 m**	**36.29 m**
hf Planta tratamiento (Según proveedor)	**15.00 m**	**15.00 m**
CTD+ CTD PTAP	**79.88 m**	**51.29 m**

Fuente: Elaboración propia

En este cálculo abarcó la evaluación de todas las fuerzas que inciden en el sistema, incluyendo la presión, la velocidad y la altura, con el objetivo de determinar la carga total dinámica que experimenta la red de conducción. Este análisis integral proporciona información crucial para garantizar un diseño hidráulico efectivo, considerando factores esenciales que afectan el rendimiento y la eficiencia del sistema en su conjunto, ver anexo 7.

7.4.7 Golpe de Ariete

En el diseño se analizó la sobrepresión para una tubería de 6 pulgadas PVC SDR 26, Norma 2241, la cual es causada por el fenómeno conocido como golpe de ariete. El cálculo detallado permitirá identificar y mitigar posibles riesgos, asegurando un diseño robusto que minimice las fluctuaciones de presión y garantice la estabilidad operativa de la red de conducción, a continuación, se observan las ecuaciones aplicadas en los cálculos:

- Coeficiente en función del módulo de elasticidad

Para el cálculo del coeficiente en todo el tramo, se tomó el módulo de elasticidad del PVC. El resultado es de 35.59, se calculó con la ecuación siguiente:

$$\mathbf{K} = \frac{10^{10}}{\varepsilon} \qquad Ecuación\ 25$$

- Celeridad de la onda de presión

Considerando una línea de conducción de PVC SDR-26 de 6", el espesor del tubo es 0.0065 m, el diámetro interno es de 0.1553 m, obteniendo un valor de 330.25 m/s a continuación se presenta la ecuación:

$$\mathbf{a} = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + \mathrm{K} * \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{e}}}} \qquad Ecuación\ 26$$

- Tiempo de Parada

Para este cálculo fue necesaria la fórmula de Mendiluce, debido a que el gradiente hidráulico 0.012 es menor que la gradiente 0.20 de la tabla 29, se adopta C=1 y un valor K de 1 según análisis realizado mediante el informe de la Escuela Universitaria de ingeniería Técnica Agrícola de Ciudad Real (2012, p. 7), obteniéndose un valo de 11.818 s de tiempo de parada.

$$\mathbf{T} = \mathrm{C} + \left(\frac{(\mathrm{K} * \mathrm{L} * \mathrm{V})}{(\mathrm{g} * \mathrm{Hm})}\right) \qquad Ecuación\ 27$$

Tabla 29 Valores de C, según Mendiluce

Condición Si	C
Hm/L < 0.2	1
Hm/L ≥ 0.4	0
Hm/L ≈ 0.3	0.6

Fuente: Escuela universitaria de ciudad real

Tabla 30 Valores de K, según Mendiluce

Condición Si	K
L < 500	2
L ≈ 500	1.75
500 < L < 1500	1.5
L ≈ 1500	1.25
L > 1500	1

Fuente: Escuela universitaria de ciudad real

- Tiempo del recorrido de la onda de presión

Se calculo el tiempo que recorre la onda de presión obteniendo un resultado de 33.286 s.

$$\mathbf{t} = \frac{2\mathrm{L}}{\mathrm{a}} \qquad Ecuación\ 28$$

- Evaluación del tiempo de cierre y tiempo de la onda de presión

Se evaluó el tiempo de parada con relación al tiempo de ciclo de onda de presión, lo cual indica que es un cierre rápido:

$$\mathrm{T} < \frac{2\mathrm{L}}{\mathrm{a}}, \text{Cierre Rapido} \qquad Ecuación\ 29$$

$$11.818 < 33.286, \text{Cierre Rapido}$$

- Longitud crítica

Se determinó la longitud critica obteniendo como resultado 1951.39 m; y se calculó con la siguiente expresión.

$$\boldsymbol{LC} = \frac{a * T}{2} \qquad Ecuación\ 30$$

- Tipo de impulsión

Para conocer el tipo de impulsión se tomaron como referencia los siguientes criterios:

$$L < L_C\ Impulsión\ Corta \qquad Ecuación\ 31$$

$$L > L_C\ Impulsión\ Larga \qquad Ecuación\ 32$$

Se evaluó la longitud de la línea de conducción en relación con la longitud critica, obteniendo como resultado que la impulsión es larga:

$$5{,}956.20\ m > 1951.39\ m\ Impulsión\ Larga$$

- Longitud de máxima presión

Se obtuvo que la tubería soportará las máximas presiones a lo largo de los primeros 3,544.81 m, aplicando la ecuación siguiente.

$$\mathbf{L_m} = \mathrm{L} - \mathrm{L_C} \qquad Ecuación\ 33$$

- Sobrepresión

Se determino la sobrepresión causada por el fenómeno golpe de ariete se aplicó la ecuación siguiente, debido a que se determinó impulsión larga y cierre rápido. Por lo tanto, se obtuvo una sobrepresión de 42.17 m.

$$\Delta \boldsymbol{H} = \frac{V * a}{g} \qquad Ecuación\ 34$$

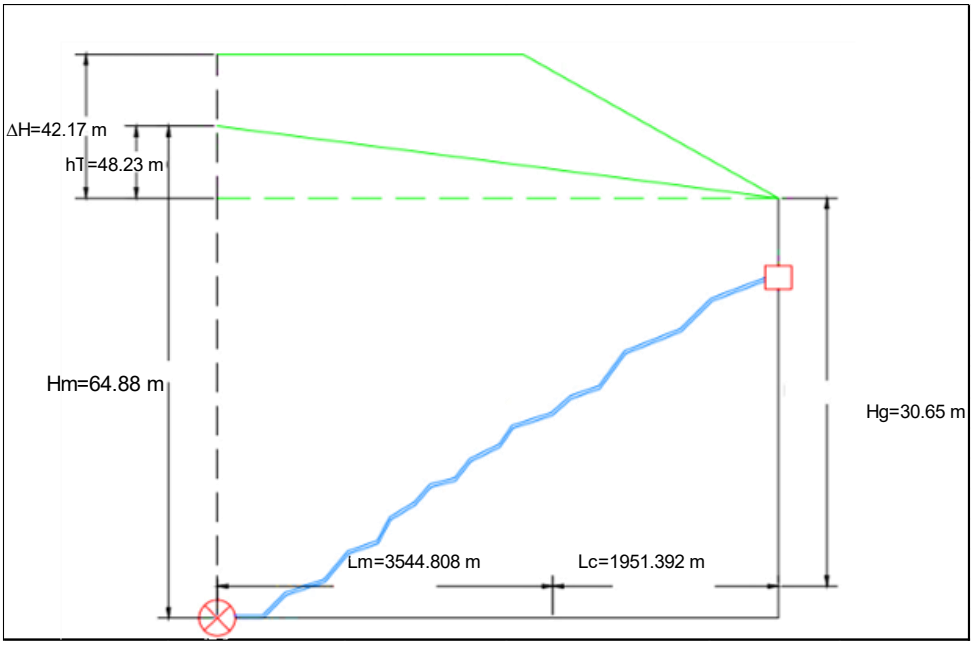
- Presión total en el sistema

La presión que genera el golpe de ariete en la línea de conducción es la sumatoria de la altura geométrica 30.65 m y la sobrepresión 42.17 m, estos datos se pueden ver reflejados en la figura 6, donde el resultado fue de 72.82 m.

La presión de diseño debe ser menor a la presión nominal de tubería, la presión nominal para la línea de conducción de PVC SDR-26 de 6", es 112.5 mca por lo que se considera adecuada:

Pdiseño< Presión nominal de tubería → 72.82 mca < 112.5 mca. Cumple con una diferencia de 39.68 mca.

Figura 18 Valores de presión en el sistema



Fuente: Elaboración propia

7.4.8 Potencia Hidráulica de la bomba

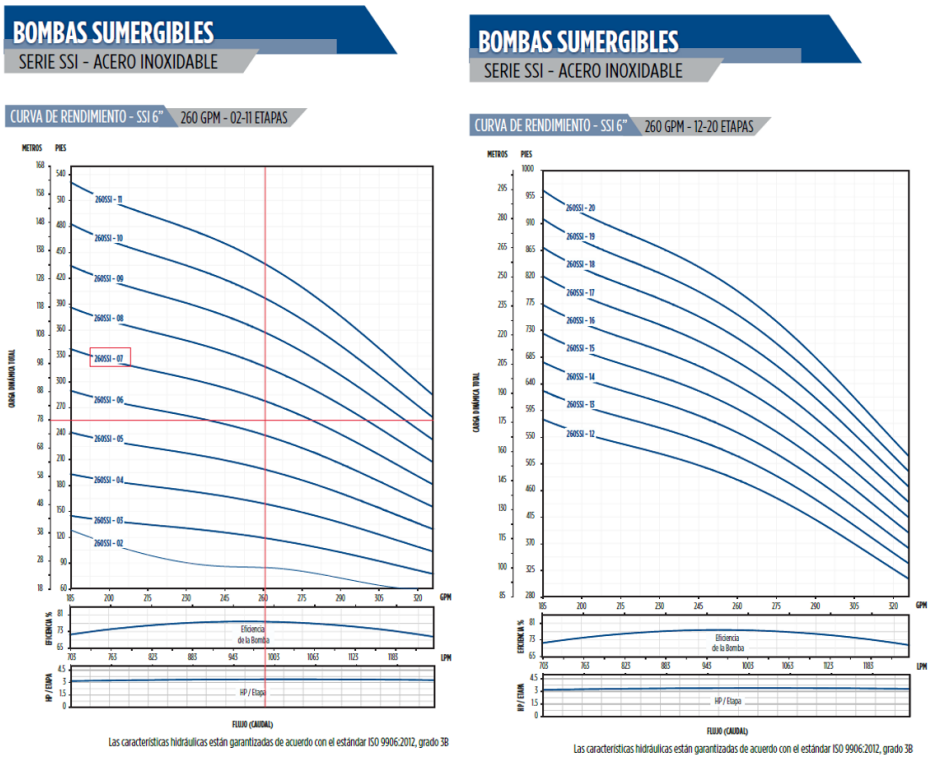
Para conocer la potencia teórica de las bombas se calculó con la siguiente ecuación, base a la vida útil de una bomba, se calculó la potencia de una bomba para los primeros 10 años y otra para el final del período de diseño. Para los primeros 10 años se consideró un caudal de bombeo de 14.61 l/s, dando como resultado 9.85 hp y para los últimos 10 años de diseño se tomó en consideración un caudal de bombeo de 23.73 l/s, dando como resultado 24.90 hp.

$$\boldsymbol{Potencia\ de\ la\ Bomba} = \frac{Q(GPM) * CTD(ft)}{3960} \qquad Ecuación\ 35$$

7.4.9 Selección de la bomba comercial

Se seleccionaron dos bombas con curva de rendimiento del catálogo de Válvulas y Filtración S.A considerando la carga dinámica total de 64.88 m y carga dinámica de la PTAP compacta 15 m obteniendo un total de carga dinámica total de 79.88 y un caudal de bombeo proyectado para los primeros 10 años y para el fin del período en GPM, teniendo como resultado una bomba de 10 HP, para los primeros 10 años y una bomba 260 GPM 260SSI6" con potencia de 25 hp, para el fin del período, como se observa en la figura 18.

Figura 19 Curva de rendimiento de la bomba inicio y fin de periodo

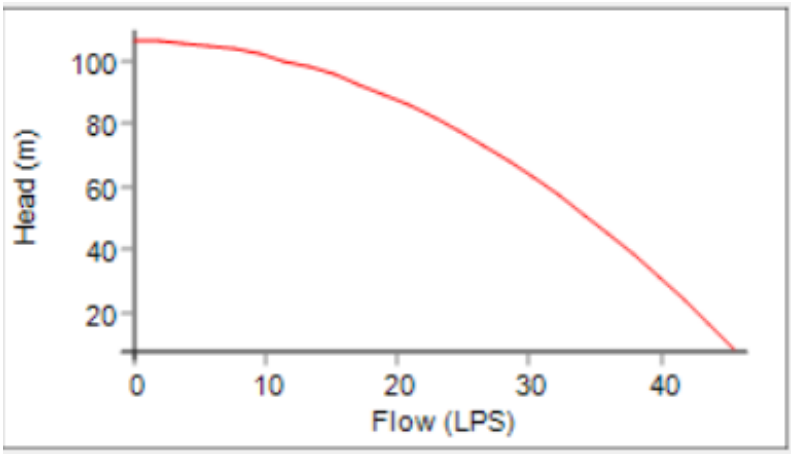


Fuente: Ficha técnica de empresa Válvulas y Filtración S.A

- Curva de la bomba de diseño

Al conectar la bomba desde el embalse hasta el tanque de almacenamiento de agua potable, se tuvo en cuenta el diseño de una curva que considera la carga dinámica total (79.88 m) en relación con la demanda de bombeo (23.73 l/s) del proyecto, como se ilustra en la figura siguiente:

Figura 20 Curva de la bomba



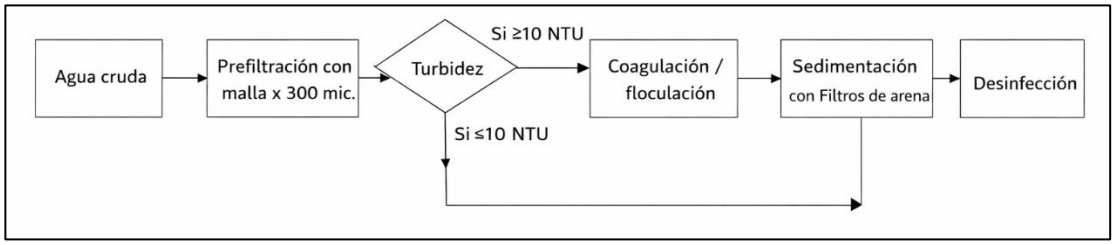
Fuente: Elaboración propia

7.4.10 Tratamiento

Se optó por la adquisición de una planta compacta la cual tiene todos los componentes integrados según los parámetros de diseño. El Agua a la salida de la Planta cumplirá con las normas de calidad según los Estándares Internacionales OMS y los establecidos por el Comité Técnico Nacional de Calidad de Agua, del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua, Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE) [1990].

Esta planta al tener todos sus componentes integrados facilita su instalación de manera rápida pensado especialmente para instalación en zonas rurales de difícil acceso, siempre y cuando se cumpla con los tiempos de entrega establecidos por el proveedor y una buena programación del dueño del proyecto. La proforma de la PTAP presentada por el proveedor Válvulas y Filtración S.A, presentando el siguiente diagrama del proceso, ver Anexo 8.

Figura 21 Diagrama de proceso de PTAP compacta



Fuente: Cotización Válvulas y Conexiones S.A

El proceso se basa en la recepción de agua cruda pasando por prefiltración con malla de 300 micrones, que su función será retener pequeñas partículas sólidas que haya pasado el primer prefiltro, en dependencia de la turbidez llevará el proceso de coagulación y floculación o solamente sedimentación con filtro de arena y por último la desinfección con hipoclorito de calcio. Al momento de realizar el diseño, se contó con algunos parámetros físico-químicos del agua cruda procedente de la fuente Río Waspado ver tabla de 17 Calidad de la fuente río Waspado.

7.4.11 Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento debe cumplir con la cantidad de agua requerida para compensar las máximas demandas en las comunidades y brindar presiones adecuadas a la red de distribución, así como disponer de reservas para emergencias. Para el diseño se seleccionó un tanque sobre estructura, ya que la topografía del terreno no lo permite sobre el terreno. La capacidad del tanque es de 361.88 m3 de almacenamiento para 20 años de operación. Este estará ubicado en un cerro en el Barrio El Black.

- Volumen total

Volumen de reserva= (25% CPD + Pérdidas) + Volumen de emergencia (15 % CPD).

Volumen total = 25% CPD + Pérdidas+ 15% CPD

Tabla 31 Resultados del cálculo de almacenamiento

Periodo	Año	CPD (l/s)	Pfugas (l/s)	ALMAC (l/d)	ALMAC (m3/d)
0	2026	3.59	0.72	139,410.15	139.41
1	2027	3.75	0.75	145,969.24	145.97
2	2028	3.93	0.79	152,872.04	152.87
3	2029	4.12	0.82	160,136.55	160.14
4	2030	4.32	0.86	167,781.75	167.78
5	2031	4.52	0.90	175,827.56	175.83
6	2032	4.74	0.95	184,295.00	184.29
7	2033	4.97	0.99	193,206.14	193.21
8	2034	5.21	1.04	202,584.25	202.58
9	2035	5.46	1.09	212,453.79	212.45
10	2036	5.73	1.15	222,840.51	222.84
11	2037	6.01	1.20	233,771.52	233.77
12	2038	6.31	1.26	245,275.34	245.28
13	2039	6.62	1.32	257,381.98	257.38
14	2040	6.95	1.39	270,123.03	270.12
15	2041	7.29	1.46	283,531.74	283.53
16	2041	7.66	1.53	297,643.09	297.64
17	2043	8.04	1.61	312,493.91	312.49
18	2044	8.44	1.69	328,122.94	328.12
19	2045	8.86	1.77	344,570.96	344.57
20	2046	9.31	1.86	361,880.89	361.88

Fuente: Elaboración propia

- Dimensiones para reservorio de sección circular

$$\mathbf{D} = \sqrt[3]{(4 * \mathrm{Q})/\pi} \qquad Ecuación\ 36$$

Tabla 32 Cálculo de las dimensiones del tanque

Cálculo de las dimensiones		
Volumen	361.90	m^3
Diámetro	7.72	m
Altura útil	7.72	m
Rebose	0.30	m
Altura total	8.02	m

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 33 Dimensiones del tanque

Dimensiones		
Diámetro	8.00	m
Altura útil	8.00	m
Altura total	8.30	m
Altura de torre	6.00	m

Fuente: Elaboración Propia

7.5 Análisis hidráulico en EPANET

El análisis hidráulico del sistema se realizó con el software EPANET este fue configurado para el cálculo de pérdidas por fricción con la ecuación de Hazen Williams, con unidades de caudal en (l/s), pérdidas de carga en (m), PVC C=150 y H°G° C=130. La tubería de la línea de impulsión y distribución es de PVC, la columna de bombeo y sarta es de acero. Así mismo se aseguró que las presiones y velocidades cumplan con las condiciones máximas y mínimas para garantizar que el agua llegue a cada punto de la red y evitar problemas de sedimentación, deterioro de los accesorios, pérdidas por fuga y golpes de ariete.

En la red de distribución, la presión mínima alcanzada es de 5 m y la máxima de 50 m, mientras que la presión estática máxima es de 70 m. Para la línea de conducción, las presiones oscilan entre un mínimo de 5 m y un máximo de 70 m. La velocidad máxima es de 2 m/s en la línea de conducción y 5 m/s en la red de distribución, con una velocidad mínima de 0.60 m/s. El diámetro comercial mínimo permitido es de 50 mm (2”), aunque se puede emplear un diámetro de 38 mm (1 ½”) en tramos cortos, menores de 100 m y sin previsión de futuras extensiones (MIFIC, 2020).

7.5.1 Distribución de caudales en nodos y longitudes

Tabla 33 Datos base de la red de diseño

Ítem	Valor	Unidad
Población total	6777	habitantes
Dotación	100	l/p-d
CPD	9.31	l/s
Pérdidas fuga (20%)	1.86	l/s
Factor Máximo Día	1.5	adimensional
CMD	15.82	l/s
Factor Máxima Hora	2.5	adimensional
CMH	25.13	l/s
Viviendas	568.00	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34 Distribución de caudal unitario

Sitio	Código	Longitud	Población diseño	CPD (l/s)	CMD (l/s)	CMH (l/s)	Caudal unitario
Barrio Pobre	BP	2,363.99	495	0.65	1.11	1.76	0.0007460
Black	B Y BF	6,251.12	1148	1.88	3.20	5.08	0.0008125
California	C	1,788.05	904	1.19	2.03	3.22	0.0018019
Risco de Oro	RO	4,218.35	2412	3.18	5.41	8.59	0.0020367
Pueblo Santo	PS	1,012.56	1818	2.40	4.08	6.48	0.0063961
Total		15,634.07	6,777	9.31	15.82	25.13	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35 Característica en los nodos

Nodo inicial	Elevación	Longitud tributaria (m)	Caudal unitario	Caudal concentrado
	m		l/s-m	l/s
Bombeo				
B1	498.99	25.63	0.0008125	0.021
B2	500.84	35.63	0.0008125	0.029
B3	500.10	21.77	0.0008125	0.018
B4	499.81	24.44	0.0008125	0.020
B5	498.96	69.92	0.0008125	0.057
B6	498.67	68.96	0.0008125	0.056
B7	498.53	36.39	0.0008125	0.030
B8	498.20	84.58	0.0008125	0.069
B9	497.64	112.60	0.0008125	0.091
B10	498.55	141.65	0.0008125	0.115
B11	494.98	139.37	0.0008125	0.113
B12	496.44	95.97	0.0008125	0.078
B13	495.00	72.58	0.0008125	0.059
B14	495.82	63.98	0.0008125	0.052
B15	495.73	102.83	0.0008125	0.084
B16	498.14	106.84	0.0008125	0.087
B17	493.34	94.13	0.0008125	0.076
B18	495.75	91.98	0.0008125	0.075
B19	495.90	64.54	0.0008125	0.052
B20	498.12	78.66	0.0008125	0.064
B21	501.93	65.55	0.0008125	0.053

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36 Característica en los nodos

Nodo inicial	Elevación	Longitud tributaria (m)	Caudal unitario	Caudal concentrado
	m		l/s-m	l/s
B22	501.63	41.74	0.0008125	0.034
B23	500.33	40.80	0.0008125	0.033
B24	499.99	27.32	0.0008125	0.022
B25	502.44	48.24	0.0008125	0.039
B26	500.10	48.30	0.0008125	0.039
B27	500.90	27.19	0.0008125	0.022
B28	500.57	36.88	0.0008125	0.030
B29	498.60	61.08	0.0008125	0.050
B30	500.15	50.36	0.0008125	0.041
B31	500.06	26.17	0.0008125	0.021
B32	499.45	27.11	0.0008125	0.022
B33	498.98	22.01	0.0008125	0.018
B34	498.05	37.81	0.0008125	0.031
B35	498.05	47.28	0.0008125	0.038
BF 36	497.90	39.90	0.0008125	0.032
PS37	498.77	31.74	0.0063961	0.203
PS38	498.34	20.97	0.0063961	0.134
PS39	498.54	19.01	0.0063961	0.122
PS40	498.82	25.36	0.0063961	0.162
PS41	498.48	183.55	0.0063961	1.174
PS42	498.50	55.79	0.0063961	0.357
PS43	495.63	43.91	0.0063961	0.281
PS44	497.79	47.96	0.0063961	0.307
PS45	500.01	85.49	0.0063961	0.547
PS46	502.33	92.93	0.0063961	0.594
PS47	497.40	40.81	0.0063961	0.261
PS48	495.25	33.61	0.0063961	0.215
PS49	494.50	34.16	0.0063961	0.218
PS50	500.49	22.09	0.0063961	0.141
PS51	498.98	22.04	0.0063961	0.141
PS52	498.21	34.70	0.0063961	0.222
PS 53	498.43	50.93	0.0063961	0.326
C 54	498.96	72.84	0.0018019	0.131
C 55	501.74	85.21	0.0018019	0.154
C 56	503.16	71.97	0.0018019	0.130
C 57	502.96	40.96	0.0018019	0.074
PS48	495.25	33.61	0.0063961	0.215

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37 Característica en los nodos

Nodo inicial	Elevación	Longitud tributaria (m)	Caudal unitario	Caudal concentrado
	m		l/s-m	l/s
PS49	494.50	34.16	0.0063961	0.218
PS50	500.49	22.09	0.0063961	0.141
PS51	498.98	22.04	0.0063961	0.141
PS52	498.21	34.70	0.0063961	0.222
PS 53	498.43	50.93	0.0063961	0.326
C 54	498.96	72.84	0.0018019	0.131
C 55	501.74	85.21	0.0018019	0.154
C 56	503.16	71.97	0.0018019	0.130
C 57	502.96	40.96	0.0018019	0.074
C 58	499.58	55.05	0.0018019	0.099
C 59	499.55	58.56	0.0018019	0.106
C 60	499.20	65.25	0.0018019	0.118
C 61	498.76	100.42	0.0018019	0.181
C 62	497.40	94.31	0.0018019	0.170
C 63	497.04	66.75	0.0018019	0.120
C 64	497.46	40.90	0.0018019	0.074
C 65	497.05	34.96	0.0018019	0.063
C 66	497.51	87.58	0.0018019	0.158
C 67	497.10	126.05	0.0018019	0.227
C 68	498.67	89.85	0.0018019	0.162
C 69	502.12	61.46	0.0018019	0.111
C 70	496.00	52.66	0.0018019	0.095
C 71	497.53	54.69	0.0018019	0.099
C 72	499.84	84.73	0.0018019	0.153
C 73	499.32	108.70	0.0018019	0.196
C 74	496.55	77.97	0.0018019	0.140
C 75	499.68	40.43	0.0018019	0.073
C 76	499.22	30.73	0.0018019	0.055
C 77	499.37	66.68	0.0018019	0.120
C 78	499.72	76.69	0.0018019	0.138
C 79	498.91	42.65	0.0018019	0.077
RO 80	497.83	68.17	0.0020367	0.139
RO 81	497.50	66.26	0.0020367	0.135
RO 82	497.12	44.93	0.0020367	0.092
RO 83	499.46	66.17	0.0020367	0.135
RO 84	497.00	101.85	0.0020367	0.207
RO 85	498.75	86.79	0.0020367	0.177

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38 Característica en los nodos

Nodo inicial	Elevación	Longitud tributaria (m)	Caudal unitario	Caudal concentrado
	m		l/s-m	l/s
RO 86	501.49	69.39	0.0020367	0.141
RO 87	499.96	108.65	0.0020367	0.221
RO 88	503.28	108.30	0.0020367	0.221
RO 89	499.60	69.10	0.0020367	0.141
RO 90	498.45	51.55	0.0020367	0.105
RO 91	502.50	93.99	0.0020367	0.191
RO 92	499.56	67.51	0.0020367	0.137
RO 93	500.00	35.79	0.0020367	0.073
RO 94	498.24	53.37	0.0020367	0.109
RO 95	500.25	42.31	0.0020367	0.086
RO 96	500.55	43.24	0.0020367	0.088
RO 97	501.50	40.36	0.0020367	0.082
RO 98	500.40	51.69	0.0020367	0.105
RO 99	500.92	87.90	0.0020367	0.179
RO 100	501.07	28.24	0.0020367	0.058
RO 101	500.83	68.92	0.0020367	0.140
RO 102	497.75	132.00	0.0020367	0.269
RO 103	500.00	103.08	0.0020367	0.210
RO 104	498.76	56.95	0.0020367	0.116
RO 105	496.53	108.09	0.0020367	0.220
RO 106	497.70	81.99	0.0020367	0.167
RO 107	499.20	63.72	0.0020367	0.130
RO 108	499.25	79.55	0.0020367	0.162
RO 109	497.43	86.27	0.0020367	0.176
RO 110	498.31	56.25	0.0020367	0.115
RO 111	498.05	36.79	0.0020367	0.075
RO 112	497.90	51.58	0.0020367	0.105
RO 113	497.68	88.02	0.0020367	0.179
RO 114	498.70	72.13	0.0020367	0.147
RO 115	498.46	78.29	0.0020367	0.159
RO 116	497.94	90.82	0.0020367	0.185
RO 117	497.58	455.39	0.0020367	0.927
RO 118	499.75	74.38	0.0020367	0.151
RO 119	498.52	109.36	0.0020367	0.223
RO 120	499.44	107.11	0.0020367	0.218
RO 121	498.19	96.86	0.0020367	0.197
RO 122	498.85	101.91	0.0020367	0.208

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39 Característica en los nodos

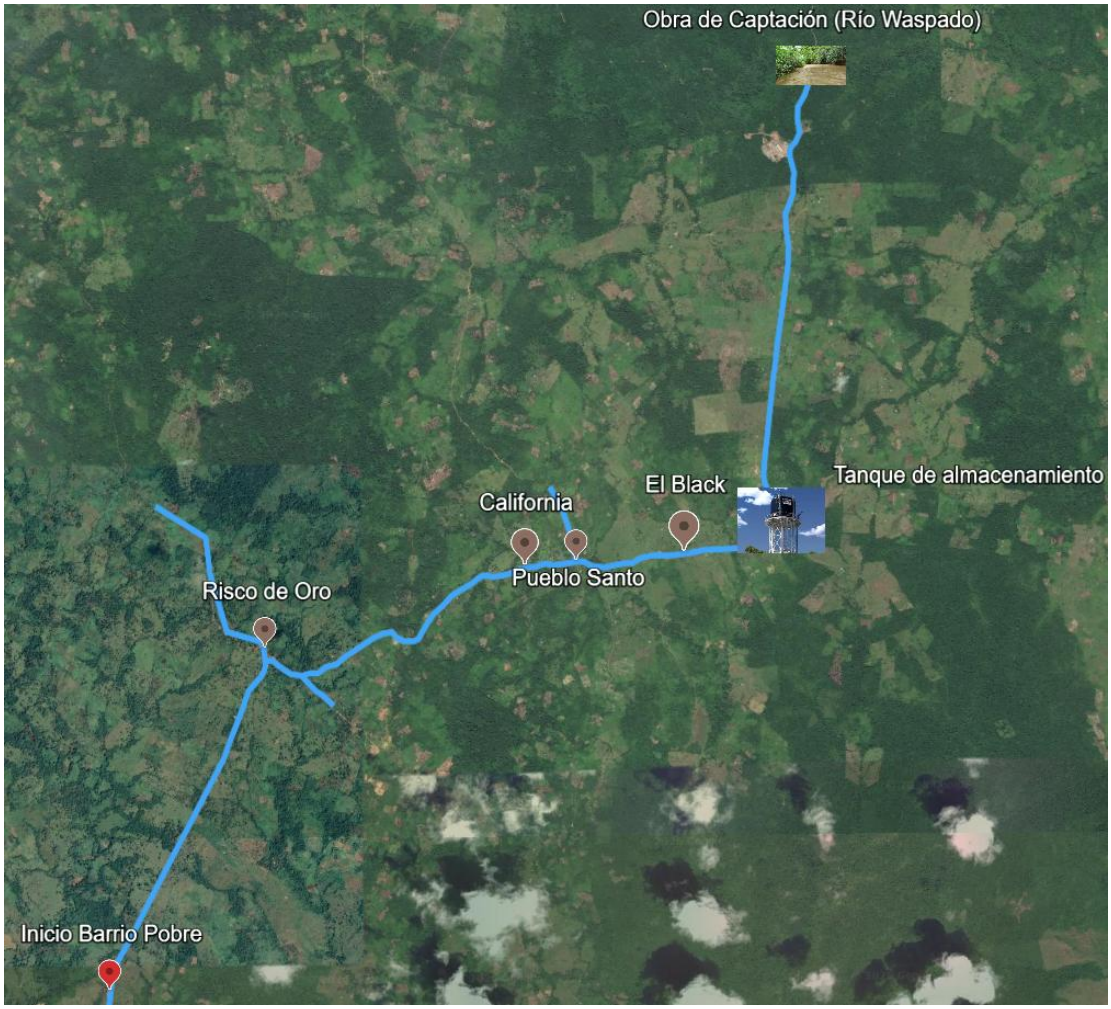
Nodo inicial	Elevación	Longitud tributaria (m)	Caudal unitario	Caudal concentrado
	m		l/s-m	l/s
ROF 123	497.14	200.65	0.0020367	0.409
BP 124	498.98	602.44	0.0007460	0.449
BP 125	496.97	668.1	0.0007460	0.498
BP 126	500.80	540.95	0.0007460	0.404
BP 127	500.28	366.7	0.0007460	0.274
BP 128	498.13	121.15	0.0007460	0.090
BP 129	499.97	64.65	0.0007460	0.048
1ROR 130	498.4	88.73	0.0020367	0.181
1ROR 131	497.62	10.28	0.0020367	0.021
1ROR 132	499.85	58.02	0.0020367	0.118
2PSR 133	497.26	107.90	0.0063961	0.690
1PSR 134	499.00	36.99	0.0063961	0.237
1PSR 135	499.88	22.62	0.0063961	0.145
2B 136	496.08	405.00	0.0008125	0.329
2B 137	497.98	355.00	0.0008125	0.288
2B 138	500.50	373.00	0.0008125	0.303
2B 139	500.11	389.00	0.0008125	0.316
2B 140	496.25	464.00	0.0008125	0.377
2B 141	498.00	513	0.0008125	0.417
2B 142	499.90	566	0.0008125	0.460
2B 143	500.03	416	0.0008125	0.338
2Bf 144	500.74	590	0.0008125	0.479
2ROR 145	499.55	62.83	0.0020367	0.128
2ROR 146	496.75	64.53	0.0020367	0.131
2ROR 147	496.96	61.99	0.0020367	0.126
2ROR 148	499.20	43.79	0.0020367	0.089
2ROR 149	497.75	27.21	0.0020367	0.055
2ROR 150	498.00	15.30	0.0020367	0.031
		15,634.07		25.13

Fuente: Elaboración propia

- Mini acueducto por bombeo eléctrico

La figura muestra la topología general del sistema, indicando la conexión entre la obra de captación del Río Waspado, el tanque de almacenamiento y las comunidades Barrio Pobre, Risco de Oro, California, Pueblo Santo y El Black, que conforman la red abierta del mini acueducto por bombeo eléctrico. Este croquis permite visualizar la estructura general del sistema, los tramos de conducción, y la relación espacial entre los puntos clave del proyecto, sirviendo como base para el análisis hidráulico y el diseño técnico del mini acueducto

Figura 22 Topología de la red del mini acueducto por bombeo eléctrico



Fuente: Elaboración propia

Presiones del sistema

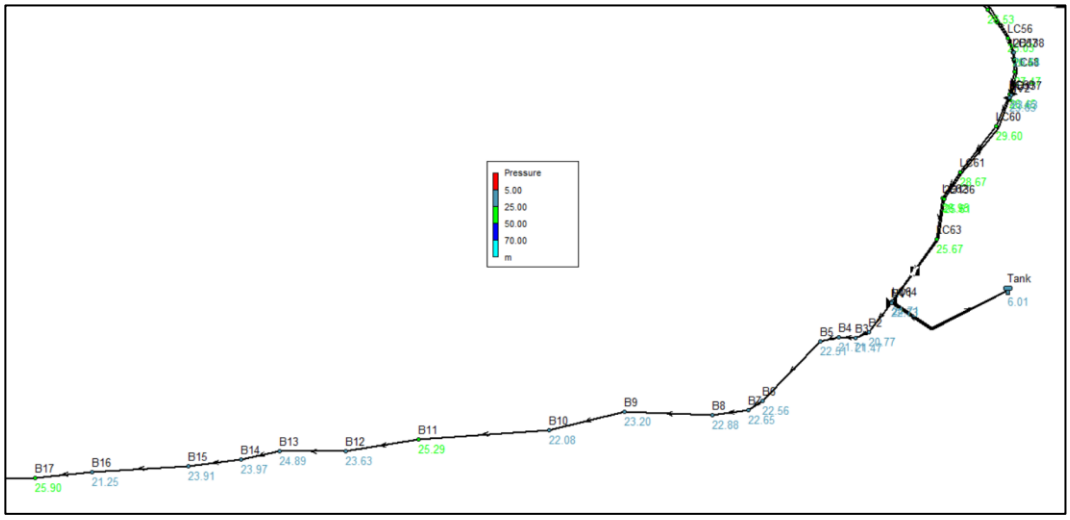
- Demanda máxima hora

En la condición de máxima hora se presenta la presión máxima en el nodo de la línea de impulsión en el nodo LC2, con un valor de 67.81 m y la presión mínima en el nodo LC64 con un valor de 24.71 m, estando dentro del rango (5 a 70 m).

En la red de distribución la presión máxima es de 25.90 m, se presenta en el nodo B17 y la presión mínima de 5.31 m en el nodo BP126. Los valores están dentro de los rangos exigidos por las normas nacionales (5 a 50 m).

En la condición de consumo máxima hora se presenta un tramo de la red, figura 22. Se toma el nivel mínimo de agua en el tanque, que es la condición más crítica, ver anexo 9.

Figura 23 Presiones demanda máxima hora



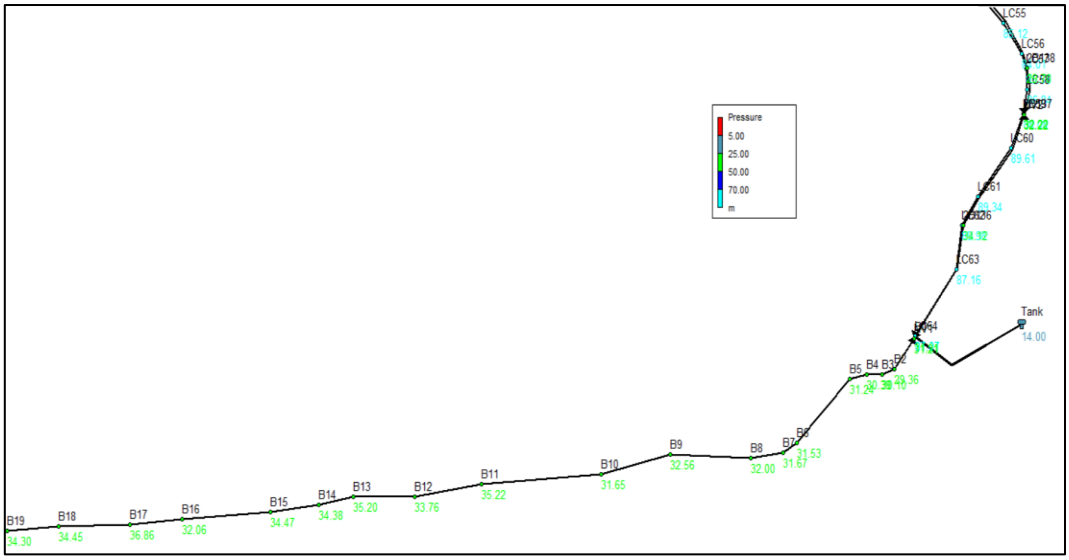
Fuente: Elaboración propia

- Demanda cero

En la condición demanda cero se presenta la presión máxima en el nodo de la línea de impulsión en el nodo LC47, con un valor de 93.06 m y la presión mínima en el nodo LC16 con un valor de 75.96 m. La presión en la línea de conducción es superior a los 70 m, pero como no hay movimiento de agua en esa condición, no se presentan fenómenos como el golpe de ariete, y la tubería PVC SDR-26 tiene una resistencia de 112.5 m de presión interna, por lo tanto, se puede trabajar.

En la red de distribución la presión máxima es de 36.86 m, se presenta en el nodo B17 y la presión mínima de 26.92 m en el nodo RO88. En la condición sin consumo se presentan las presiones estáticas máximas en la red de distribución. Se toma el nivel máximo de agua en el tanque, que es la condición más crítica. Los valores están dentro de los rangos exigidos por las normas nacionales (5 a 50 m), ver anexo 10 y anexo 11. Los valores de presiones en los nodos se muestran en la siguiente figura.

Figura 24 Presiones, condición demanda cero



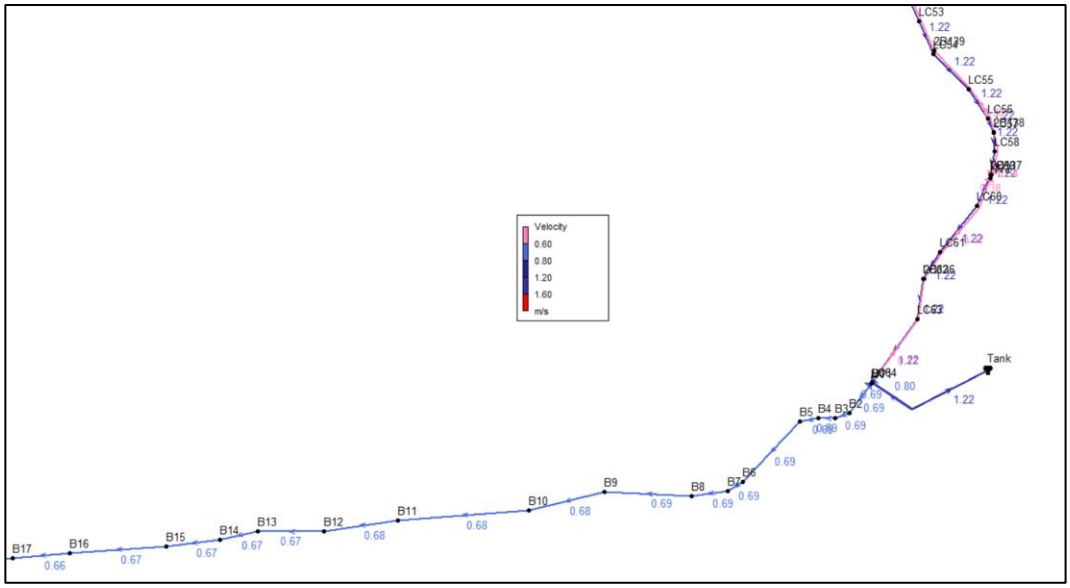
Fuente: Elaboración propia

Velocidades del sistema

Las velocidades del sistema propuesto están entre 0.85 m/s y 0.02 m/s. Esto se da a que las velocidades registradas en los tramos finales de la red son inferiores al rango recomendado debido a la disminución natural del caudal hacia los extremos del sistema y al uso del diámetro mínimo constructivo permitido ya que por orden prioritario se deben regular las presiones máximas y mínimas y posteriormente las velocidades. En base a esto, se permiten tener velocidades bajas por debajo de la norma gracias a la regulación correcta de las presiones del sistema.

Según la norma NTON 09-007-19 en el índice "a" del acápite "6.9.1.1. Parámetros de diseños" dice que "Se permitirán velocidades de flujo de 0.60m/s a 5.00m/s, de ser necesario se deben instalar válvulas de limpieza" (MIFIC, 2020), dado el caso, se incluirán en el diseño suficientes válvulas de limpieza para evacuar la sedimentación en las tuberías, se presentan detalles de velocidades de tramo de la red en la figura 25, ver anexo 12.

Figura 25 Velocidades en el sistema



Fuente: Elaboración propia

7.6 Presupuesto estimado de la obra

La elaboración del presupuesto con proformas presentadas por medio de proveedores e investigaciones de precios en la zona se dividió en etapas. Cada etapa incluye subetapas detalladas y actividades. El precio de las actividades se tomó de la guía maestros del FISE del año 2024. El costo total del proyecto estimado es de $2,154,074.82 un resumen del presupuesto de la tabla 40 y el detalle del presupuesto en el anexo 13.

Tabla 40 Etapas del presupuesto

Descripción	U/m	Costo total C$
Preliminares	Global	1,068,690.87
Relleno y compactación	Global	32,035,076.02
Red de distribución	Global	19,223,926.97
Tanque de almacenamiento	Global	2,046,237.71
Fuente y obras de toma	Global	751,713.05
Obras de protección (cárcamo de bombeo)	Global	202,212.74
Obras varias (descarga de lodos)	Global	39,896.00
Análisis de calidad del agua	Global	10,328.77
Estacion bombeo-agua potable	Global	2,440,576.95
Conexiones (568 intradomiciliarias + 8 institucionales)	Global	5,593,427.49
Planta de tratamiento de agua potable compacta (PTAPC)	Global	5,181,148.26
Sub total	**C$**	**68,593,234.82**
Iva C$	**C$**	**10,288,985.22**
Total NIO	**C$**	**78,882,220.04**
Total USD	**$**	**2,154,074.82**

Fuente: Elaboración propia

8.CONCLUSIONES

1. El estudio socioeconómico permitió identificar que las comunidades Riscos de Oro, El Black, Pueblo Santo, California y Barrio Pobre presentan condiciones de vulnerabilidad relacionadas con bajos ingresos, limitado acceso a servicios básicos y un abastecimiento deficiente de agua.

2. La verificación del levantamiento topográfico confirmó la precisión de los datos proporcionados por la alcaldía, permitiendo establecer el trazado óptimo de la línea de conducción y la ubicación adecuada de los componentes del sistema.

3. El caudal de la fuente de abastecimiento del rio Waspado cumple con la demanda, lo cual confirma la sostenibilidad del aprovechamiento. Sin embargo, los parámetros de calidad evidencian turbidez elevada, razón por la cual se implementó por la adjudicación una PTAP que cumple con todos los parámetros de tratamiento.

4. El diseño de los componentes del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico se realizó conforme a lo establecido en la normativa NTON 09 007-19, garantizando el cumplimiento de los criterios técnicos y de seguridad requeridos para este tipo de sistemas. El diseño contempla adecuadamente los elementos de captación, conducción, almacenamiento, bombeo y distribución, asegurando un funcionamiento eficiente, confiable del sistema de abastecimiento de agua potable.

5. El análisis hidráulico efectuado mediante el software EPANET permitió verificar el correcto comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones de operación, asegurando presiones y velocidades adecuadas en todos los puntos de la red.

6. La elaboración del presupuesto permitió estimar de manera detallada los costos asociados a materiales, equipos, mano de obra necesarios para la ejecución del proyecto.

9. RECOMENDACIONES

- Es importante fortalecer un CAPS (Comité de Agua Potable y Saneamiento) en las comunidades, asegurando capacitación continua en operación, mantenimiento, administración y cobro de tarifas para garantizar la sostenibilidad económica del sistema.

- Se sugiere desarrollar jornadas periódicas de sensibilización sobre higiene, consumo responsable del agua, protección de la fuente y manejo adecuado de residuos que puedan contaminar el río Waspado.

- En un momento de ejecución del proyecto se debe realizar nuevamente el estudio de agua para actualización de análisis de datos.

- Realizar el diseño estructural de la torre para el tanque de almacenamiento, ya que en este proyecto solamente se contempla dimensiones requerida.

- Debido a variaciones estacionales y posibles intervenciones humanas (agricultura, minería), es importante garantizar un monitoreo anual de la fuente.

- Promover acciones de reforestación en la cuenca del río Waspado

- Se recomienda actualizar el presupuesto del proyecto antes de su ejecución, considerando posibles variaciones en los costos de materiales, equipos y mano de obra. Además, es conveniente incluir un fondo para imprevistos y mantenimiento inicial del sistema, lo que permitirá una mejor planificación financiera y contribuirá a la sostenibilidad operativa del Mini Acueducto por Bombeo Eléctrico.

10 REFERENCIAS

Ana Lillian Réyes. Sara Ramírez, F. T. (Octubre de 2012). *Manual de ejecución de proyectos de agua, saneamiento e higiene Costa Caribe.* Obtenido de https://www.sdgfund.org/sites/default/files/EDG_MANUAL_Nica_%20Ejecucion%20de%20proyectos%20de%20A%20and%20S.pdf

Basán Nickisch, M. (2008). *Curso de aforadores de corriente de agua.* Santiago del Estero: INTA-EEA Santiago del Estero.

CAPRE. (1994). *Normas de calidad del agua para consumo humano.* San Jose: CAPRE.

CENEPRED. (2016). *Guía metodológica para elaborar el estudio socioeconómico, cultural y ambiental para el reasentamiento poblacional en zonas de muy alto riesgo no mitigable.* Lima: Centro Nacional de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres.

CONAGUA. (2015). *Manual de agua potable alcantarillado y saneamiento.* Mexico: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Boulevard Adolfo Ruiz Cortines No. 4209 Col. Jardines en la Montaña C.P. 14210, Tlalpan, México, D.F.

Corea, B. I. (octubre de 2020). *https://ribuni.uni.edu.ni/4069/1/95321.pdf.* Obtenido de Repositorio Institucional Biblioteca UNI: https://ribuni.uni.edu.ni/4069/1/95321.pdf

Dávila, G. (14 de Agosto de 2025). *Planta de tratamiento de agua potable compactas y móviles*. Obtenido de https://innova-acqua.com/: https://innova-acqua.com/plantas-de-tratamiento-de-agua-potable-ptap-compactas-y-moviles/

ENACAL. (28 de Abril de 2023). *Inaguración de agua potable en Kamla, Bilwi.* Obtenido de https://www.enacal.com.ni/Noticias/nuevas-np/NP28-04-2023.html

Escuela universitaria tecnica agricola de ciudad real. (2016). *Catedra ingenieria rural el golpe de ariete.* Ciudad real: Ingenieria rural. Obtenido de www.ingenieriarural.com

Gámez Morales, W. (2015). *Texto básico autoformativo de topografia general.* Managua: UNA.

Garth, J. (5 de Diciembre de 2024). *TN8*. Obtenido de https://www.tn8.ni: https://www.tn8.ni/departamentos/innovacion-y-sostenibilidad-en-proyecto-hidrico-que-cambiara-vidas-en-riscos-de-oro/

INAA. (1999). *Normas técnicas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua.* Managua: ANA.

INEGI. (2013). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares.* Mexico: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

INIFOM. (2006). *Manual de presupuestos de obras municipales.* Managua: Departamento de inversion y servicios municipales.

LA PRENSA. (15 de Abril de 2009). *Escasez de agua en siuna.* Obtenido de https://www.laprensani.com/2009/04/15/departamentales/1359761-continua-escasez-de-agua-en-siuna

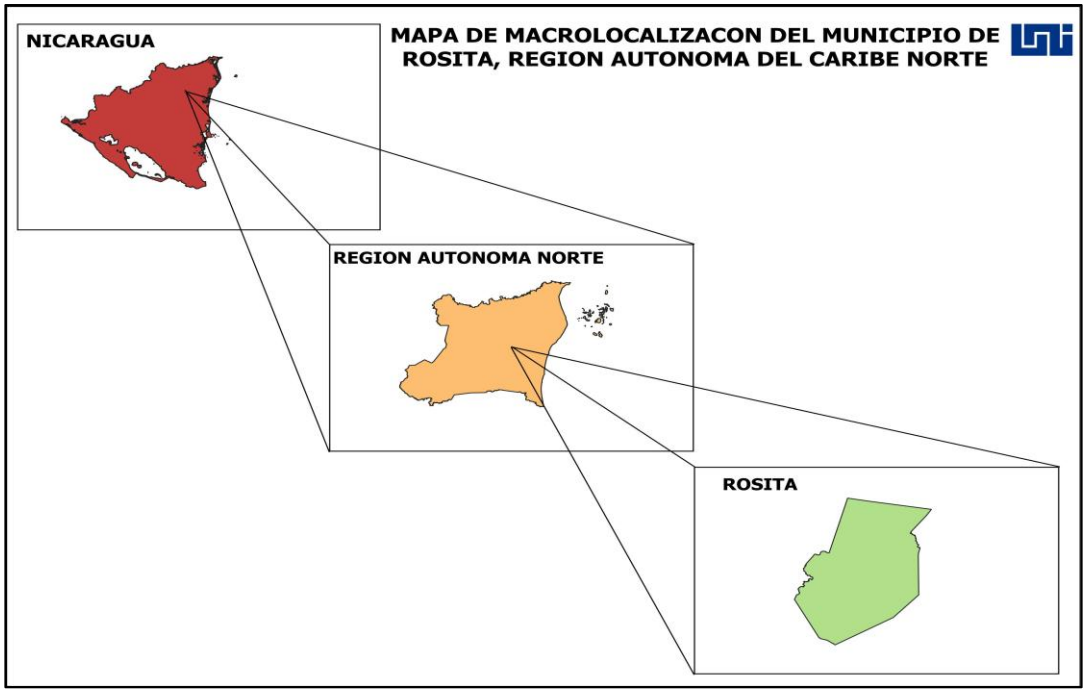
MIFIC. (2020). *Diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable NTON 09 007 - 19.* Managua: ANA.

OMS/UNICEF. (2020). *Naciones Unidas*. Obtenido de El ACNUDH y los derechos al agua y al saneamiento: https://www.who.int/publications/i/item

OPS/CEPIS/06.174. (2005). *Guia para el diseño de sistemas de tratamiento de filtración multiples etapas.* Obtenido de

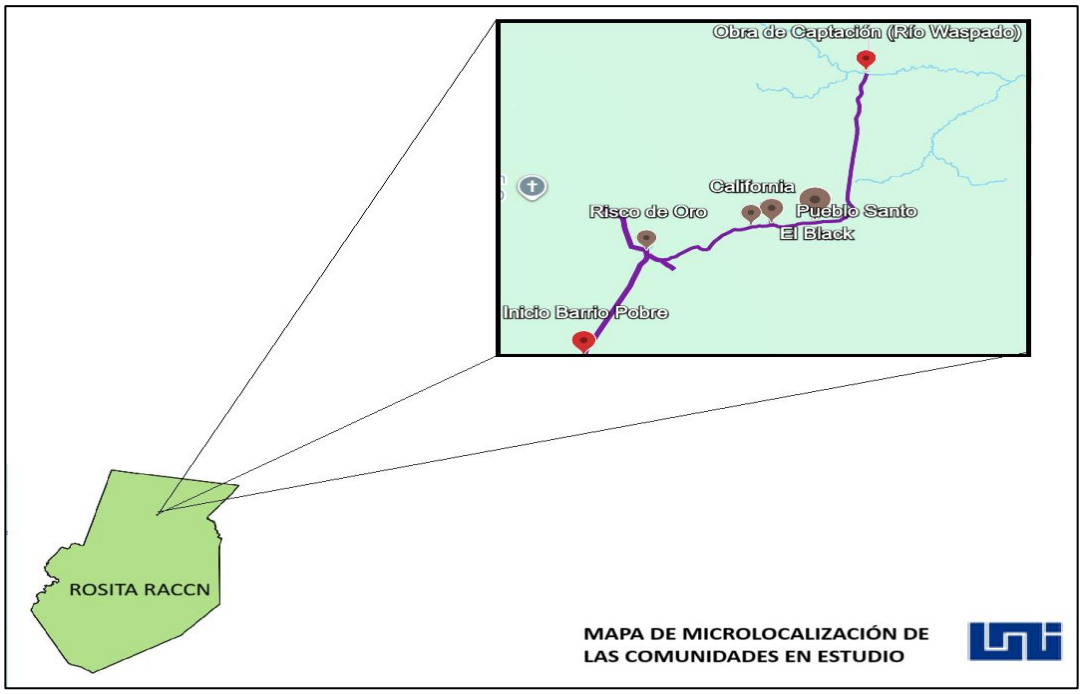
https://www.elaguapotable.com/Guia%20dise%C3%B1o%20filtraci%C3%B3n%20en%20multiples%20etapas.pdf
SIASAR NICARAGUA. (21 de Enero de 2023). *Sistema de información de agua y saneamiento rural.* Obtenido de http://data.globalsiasar.org/download-excels
Zamarripa Medina, M. (2010). *Apuntes de topografia.* Acatlán: Facultad de estudios superiores de Acatlán.

Anexo 1 Macro localización



Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Ubicación del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Ensayo microbiológico de calidad de agua

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN - MANAGUA

INFORME DE ENSAYOS

CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA
CIRA/UNAN-MANAGUA

Hospital Monte España 300 m al norte
Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6982
Telefax (505) 2267 8169
Apartado postal 4598
Correo: ape@cira.unan.edu.ni

FOR-CIRA-ATACC-38
Elaborado por: Grupo de expertos
Vigente desde: 2022-11-28
Versión: 4
Página 1 de 1

Resultados de Ensayos Microbiológicos

Código de Referencia: 2024-MB-0567 **Orden de Servicio: 15531**

USUARIO

KVJ CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS
Sr. Rafael Rizo
Tel. 8382 0027
Correo: rrizo_bucardo@hotmail.com
Barrio Unión Soviética, Rotonda Rubenia
2 c al oeste, 20 vrs al norte
Managua, Managua

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL USUARIO

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua natural
FUENTE	Río
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	1
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Río Waspado
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Rosita, RACCN
COORDENADAS	1560119 N; 802145 E
ELEVACIÓN	72,22 msnm
FECHA DE MUESTREO	2024-06-05
HORA DE MUESTREO	08 h 41
TIPO DE MUESTREO	Puntual

DATOS DE CAMPO
No reportados

CÓDIGO DEL LABORATORIO	MB-0567
FECHA DE RECEPCIÓN	2024-06-05
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	2024-06-05
FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ENSAYO	2024-06-08
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	INO-TM-APE-07
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura entre 20ºC y 30ºC Humedad Relativa entre 20% y 79%
CONDICIONES DEL ITEM DE ENSAYO	Conforme a los criterios establecidos en el PROC-MB-06

La incertidumbre de las mediciones se obtuvo multiplicando la incertidumbre típica combinada por un factor de cobertura K = 2, correspondiente a un nivel de confianza del 95,45%, suponiendo una distribución normal. La incertidumbre estándar de la medición se estimó conforme a la Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM). 1ª Ed. Sept. 2008. EDICIÓN DIGITAL 1 en español, Centro Español de Metrología.

Ensayos	Método	Límite de Cuantificación	Resultados	Incertidumbre, U (K=2; 95,45%)	Unidades
COLIFORMES TOTALES	9221 B[1]	1,8	$4{,}9 \times 10^4$	± 2,81	NMP/100 ml
COLIFORMES TERMOTOLERANTES	9221 E[1]	1,8	$2{,}2 \times 10^3$	± 3,29	NMP/100 ml
Escherichia coli	9221 F[1]	1,8	$1{,}7 \times 10^3$	± 3,30	NMP/100 ml

Clave:
NMP/100 ml: Número más probable en cien mililitros de muestra analizada

Observaciones: Ninguna

Lic. Sindulfo Sadiel Gómez Rojas
Especialista en análisis de laboratorio

Lic. Francisco José Rugama Rosales
Jefe de laboratorio de Microbiología

Referencias:
[1] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. In: Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24th ed. Washington DC: APHA Press; 2023.

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN ISO/IEC 17025 Tercera edición 2017-11), el CIRA/UNAN-Managua hace constar que el ítem de ensayo fue captado, preservado, transportado por el Usuario y ha sido procesado en el laboratorio de Microbiología utilizando los Procedimientos Operativos Normalizados que conllevan a la generación de este informe. El CIRA/UNAN-Managua no se responsabiliza por la información proporcionada por el Usuario. Los resultados emitidos se refieren únicamente al ítem sometido a ensayo, tal y como se recibió. No se debe reproducir parcialmente este informe de ensayos sin la aprobación de la Dirección del CIRA/UNAN-Managua, excepto si el Usuario lo reproduce en su totalidad, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al CIRA/UNAN-Managua bajo expresa y formal autorización de su Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua mantendrá copia de los registros generados durante el ensayo por un tiempo de 5 años y se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de ensayos, salvo expreso y formal consentimiento del Usuario.

Se emite este informe de ensayos a los trece días del mes de junio del año dos mil veinticuatro.

ÁREA ANALÍTICA
CIRA UNAN

ÁREA ANALÍTICA

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD
CIRA UNAN

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

FIN DEL INFORME DE ENSAYOS

Anexo 4 Ensayo físico químicos

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA
UNAN - MANAGUA

INFORME DE ENSAYOS

CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN RECURSOS ACUÁTICOS DE NICARAGUA
CIRA/UNAN-MANAGUA

Hospital Monte España 300 m al norte
Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6982
Telefax (505) 2267 8169
Apartado postal 4598
Correo: ape@cira.unan.edu.ni

FOR-CIRA-ATACC-38
Elaborado por: Grupo de expertos
Vigente desde: 2022-11-28
Versión: 4
Página 1 de 1

Resultados de Ensayos Físico Químicos

Código de Referencia: 2024-AN-0337 Orden de Servicio: 15531

USUARIO

KVJ CONSTRUCCIONES Y DISEÑOS
Sr. Rafael Rizo
Tel. 8382 0027
rrizo_bucardo@hotmail.com
Barrio Unión Soviética, rotonda Rubenia
2c al oeste, 20 vrs al norte
Managua, Managua

INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL USUARIO

MATRIZ DE LA MUESTRA	Agua natural
FUENTE	Río
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	1
LUGAR Y/O COMUNIDAD	Río Waspado
MUNICIPIO, DEPARTAMENTO	Rosita, RACCN
COORDENADAS	1560119 N; 802145 E
ELEVACIÓN	72,22 msnm
FECHA DE MUESTREO	2024-06-05
HORA DE MUESTREO	08 h 41
TIPO DE MUESTREO	Puntual

DATOS DE CAMPO
No reportados

CÓDIGO DEL LABORATORIO	AN-0337
FECHA DE RECEPCIÓN	2024-06-05
FECHA DE INICIO DEL ENSAYO	2024-06-06
FECHA DE FINALIZACIÓN DEL ENSAYO	2024-06-24
PLAN DE MUESTREO	NO APLICA
MÉTODO DE MUESTREO	INO-TM-APE-01
CONDICIONES AMBIENTALES	Temperatura entre 20ºC y 30ºC Humedad Relativa entre 20% y 79%
CONDICIONES DEL ITEM DE ENSAYO	Conforme a los criterios establecidos en el PROC-AN-07

La incertidumbre de las mediciones se obtuvo multiplicando la incertidumbre típica combinada por un factor de cobertura K = 2, correspondiente a un nivel de confianza del 95,45%, suponiendo una distribución normal. La incertidumbre estándar de la medición se estimó conforme a la Guía para la expresión de la incertidumbre de medida (GUM). 1ª Ed. Sept. 2008. EDICIÓN DIGITAL 1 en español, Centro Español de Metrología.

Ensayos	Método	Límite o Rango de Cuantificación	Resultados	Incertidumbre, U (K=2; 95,45%)	Unidades	meq·l^{-1}
TURBIDEZ	2130 B. [1]	0,10 a 800	56,57	-----	UNT	-----
pH A 25,0 °C	4500-H B. [1]	4,00 a 10,00	7,43	± 0,07	Unidades de pH	-----
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA A 25,0 °C	2510 B. [1]	100,00 a 1 413,00	108,80	± 15,65	µS·cm^{-1}	-----
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS A 180 °C	2540 C [2]	Hasta 20 000,00	69,00	-----	mg.l^{-1}	-----
COLOR VERDADERO	2120 B. [1]	5,0 a 100,0	60,0	-----	mg.l^{-1} Pt-Co	-----
SODIO	3500-Na B. [1]	0,22	4,30	-----	mg·l^{-1}	0,187
POTASIO	3500-K B. [1]	0,37	2,50	-----	mg·l^{-1}	0,064
MAGNESIO	3500-Mg B. [1]	0,15	3,04	± 0,30	mg·l^{-1}	0,250
CALCIO	3500-Ca B. [1]	0,12	15,03	± 0,21	mg·l^{-1}	0,750
CLORURO	4110 B. [1]	0,25	6,33	-----	mg·l^{-1}	0,179
NITRATO	4110 B. [1]	0,25	2,83	-----	mg·l^{-1}	0,046
SULFATO	4110 B. [1]	0,25	6,98	-----	mg·l^{-1}	0,145
CARBONATO	2320 B. [1]	6,00	< 6,00	-----	mg·l^{-1}	-----
BICARBONATO	2320 B. [1]	2,25	51,26	-----	mg·l^{-1}	0,840
DUREZA CÁLCICA Como $CaCO_3$	3500-Ca B. [1]	0,29	37,50	± 0,52	mg·l^{-1}	0,750
NITRITO	4500-NO_2 B. [1]	0,023	0,048	NR	mg·l^{-1}	-----
HIERRO TOTAL	3500-Fe B. [1]	0,03	0,48	0,08	mg·l^{-1}	-----
FLUORURO	4110 B. [1]	0,25	< 0,25	-----	mg·l^{-1}	-----
AMONIO	4500-NH_3 F. [1]	0,021	0,205	± 0,045	mg·l^{-1}	-----

Clave:
NR: No se reporta porque la incertidumbre de la medición excede el 30% de la concentración del analito.

Observaciones: Ninguna

MSc. Silvia Castillo Ordóñez
Docente Investigador

MSc. Jonathan Herrera Merlo
Jefe de laboratorio de aguas naturales

Referencias:
[1] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. In: Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE,eds. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24th ed. Washington DC: APHA Press; 2023.
[2] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. (2017). Standard methods for the examination of water and wastewater. 23rd ed. Washington: APHA, AWWA, WEF. (Edición no corresponde a la última versión publicada).

DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DE LOS RESULTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYOS

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN ISO/IEC 17025 Tercera edición 2017-11), el CIRA/UNAN-Managua hace constar que el ítem de ensayo fue captado, preservado, transportado por el Usuario y ha sido procesado en el laboratorio de Aguas Naturales utilizando los Procedimientos Operativos Normalizados que conllevan a la generación de este informe. El CIRA/UNAN-Managua no se responsabiliza por la información proporcionada por el Usuario. Los resultados emitidos se refieren únicamente al ítem sometido a ensayo, tal y como se recibió. No se debe reproducir parcialmente este informe de ensayos sin la aprobación de la Dirección del CIRA/UNAN-Managua, excepto si el Usuario lo reproduce en su totalidad, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al CIRA/UNAN-Managua bajo expresa y formal autorización de su Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua mantendrá copia de los registros generados durante el ensayo por un tiempo de 5 años y se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de ensayos, salvo expreso y formal consentimiento del Usuario.

Se emite este informe de ensayos a los veinticinco días del mes de junio del año dos mil veinticuatro.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos
AREA ANALÍTICA
CIRA UNAN

ÁREA ANALÍTICA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA
Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos
ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD
CIRA UNAN

ÁREA TÉCNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD

FIN DEL INFORME DE ENSAYOS

Anexo 5 Proyección de población

Periodo	Año	Población (Habitantes)	CD (l/s)	CPI Escuela (l/s)	CPI Otras (l/s)	Total, CPI (l/s)	CC (l/s)	CPD (l/s)	Pfugas (l/s)	CMD (l/s)	CMH (l/s)	ALMAC (l/d)	ALMAC (m3/d)
0	2026	2,440	2.82	0.37	0.20	0.56	0.20	3.59	0.72	6.10	9.68	139,413.60	139.41
1	2027	2,568	2.97	0.37	0.21	0.57	0.21	3.75	0.75	6.38	10.14	145,980.00	145.98
2	2028	2,702	3.13	0.37	0.22	0.59	0.22	3.93	0.79	6.68	10.61	152,854.20	152.85
3	2029	2,844	3.29	0.37	0.23	0.60	0.23	4.12	0.82	7.00	11.12	160,138.80	160.14
4	2030	2,993	3.46	0.37	0.24	0.61	0.24	4.32	0.86	7.34	11.65	167,782.50	167.78
5	**2031**	**3,150**	**3.65**	**0.37**	**0.26**	**0.62**	**0.26**	**4.52**	**0.90**	**7.69**	**12.21**	**175,836.60**	**175.84**
6	2032	3,315	3.84	0.37	0.27	0.63	0.27	4.74	0.95	8.06	12.80	184,301.10	184.30
7	2033	3,489	4.04	0.37	0.28	0.65	0.28	4.97	0.99	8.45	13.42	193,227.30	193.23
8	2034	3,671	4.25	0.37	0.30	0.66	0.30	5.21	1.04	8.86	14.07	202,563.90	202.56
9	2035	3,864	4.47	0.37	0.31	0.68	0.31	5.46	1.09	9.29	14.75	212,464.80	212.46
10	**2036**	**4,066**	**4.71**	**0.37**	**0.33**	**0.70**	**0.33**	**5.73**	**1.15**	**9.74**	**15.47**	**222,827.40**	**222.83**
11	2037	4,279	4.95	0.37	0.35	0.71	0.35	6.01	1.20	10.22	16.23	233,754.30	233.75
12	2038	4,504	5.21	0.37	0.36	0.73	0.36	6.31	1.26	10.73	17.03	245,296.80	245.30
13	2039	4,740	5.49	0.37	0.38	0.75	0.38	6.62	1.32	11.25	17.88	257,403.60	257.40
14	2040	4,988	5.77	0.37	0.40	0.77	0.40	6.95	1.39	11.81	18.76	270,126.00	270.13
15	**2041**	**5,249**	**6.08**	0.37	0.43	**0.79**	**0.43**	**7.29**	**1.46**	**12.40**	**19.69**	**283,515.30**	**283.52**
16	2041	5,524	6.39	0.37	0.45	0.81	0.45	7.65	1.53	13.01	20.67	297,622.80	297.62
17	2043	5,814	6.73	0.37	0.47	0.84	0.47	8.04	1.61	13.66	21.70	312,499.80	312.50
18	2044	6,119	7.08	0.37	0.50	0.86	0.50	8.44	1.69	14.35	22.79	328,146.30	328.15
19	2045	6,439	7.45	0.37	0.52	0.89	0.52	8.86	1.77	15.07	23.93	344,562.30	344.56
20	**2046**	**6,777**	**7.84**	0.37	**0.55**	**0.92**	**0.55**	**9.31**	**1.86**	**15.82**	**25.13**	361,901.70	**361.90**

Fuente: Elaboración propia

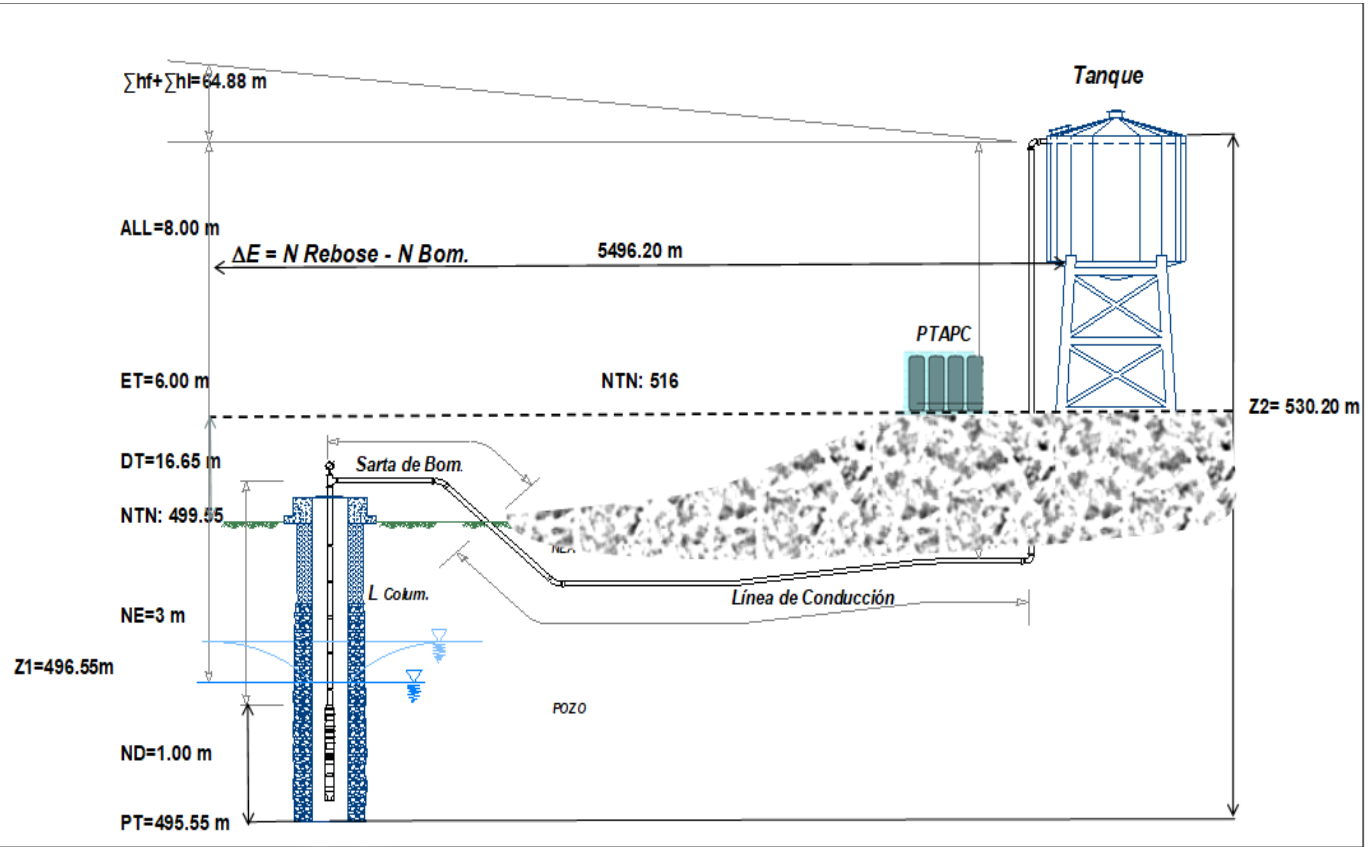
Anexo 6 Tabla de análisis de pérdidas en diámetro

Diámetros para análisis técnico-económico (análisis de pérdidas)					
Para diámetro de	**3.00 pulg**		**Para diámetro de**	**6.00 pulg**	
Φ	3.00 pulg		**Φ**	6.00 pulg	
Velocidad	5.20 m/s		**Velocidad**	1.30 m/s	
Hf accesorios sarta	12.15 m		**Hf accesorios sarta**	0.76 m	
Hf tubería sarta	1.44 m	**Revisar velocidad**	**Hf tubería sarta**	0.05 m	**Ok**
Hf total sarta	13.59 m		**Hf total sarta**	0.81 m	
Hf línea de conducción	1521.25 m		**Hf línea de conducción**	52.02 m	
Hf total	**1534.94 m**		**Hf total**	**52.92 m**	
Para diámetro de	**8.00 pulg**		**Para diámetro de**	**10.00 pulg**	
Φ	8.00 pulg		**Φ**	10.00 pulg	
Velocidad	0.73 m/s		**Velocidad**	0.47 m/s	
Hf accesorios sarta	0.24 m		**Hf accesorios sarta**	0.10 m	
Hf tubería sarta	0.01 m	**Ok**	**Hf tubería sarta**	0.00 m	**Revisar velocidad**
Hf total sarta	0.25 m		**Hf total sarta**	0.10 m	
Hf línea de conducción	12.82 m		**Hf línea de conducción**	4.32 m	
Hf total	**13.16 m**		**Hf total**	**4.52 m**	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 7 Figura equipo de bombeo

Tiempo de bombeo	16.0 hrs
Qmaxd= (20 años)	15.82 lps
Qmaxd= (10 años)	9.74 lps
Qbombeo (20 años)=	23.74 lps
Qbombeo (10 años)=	14.61 lps
n=	75%
Lcolumna pozo=	4.00 m
NE=	3.00 m
ND=	1.00 m
PT	4.00 m
NTN=	499.55 m
NTN=	516.20 m
Lred=	5496.20 m
DT=	16.65 m
ET=	6.00 m
ALL=	8.00 m
NE=	495.55 m
ND=	496.55 m
D=	167.2 mm
Potencia Necesaria para el año 10 de diseño	10.00 HP
Potencia Necesaria para el año 20 de	25.00 HP
Espesor de tuberia	6.5 mm
Presion nominal de tuberia	112.5 mca
Especificar SDR	SDR26
Golpe de Ariete	**42.17**



Con una diferencia de 39.68 mca

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8 Proforma de PTAP compacta

HIDRÁULICA

Residencial Bolonia,
Embajada Alemana
1c. Oeste, # 1416
Managua – Nicaragua
Tel: (505) 2254 8106
(505) 2268 1154
info@valvulas.com.ni
RUC # J0310000097275

1. Descripción del Proyecto

Este proyecto consiste en diseñar, suministrar, instalar, calibrar, capacitar y poner en marcha una Planta de Potabilización en la comunidad de Riscos de Oro, en el Municipio de Rosita, RACCN; para un caudal de 58 m3ph, con agua procedente del Río Waspado.

El Agua a la salida de la Planta cumplirá con las normas de calidad según los Estándares Internacionales OMS y los establecidos por el Comité Técnico Nacional de Calidad de Agua, del Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua, Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE) [1990].

2. Parámetros de diseño

Al momento de realizar el diseño, se contó con algunos parámetros físico-químicos del agua cruda procedente de la fuente Río Waspado. Sin embargo, para que esta propuesta cumpla con las normas de agua potable, el agua cruda no deberá sobrepasarse en los siguientes parámetros:

- Turbidez de hasta 100 NTU por períodos breves.
- Color Verdadero de hasta 30 UC
- Hierro máximo de 1 mg / litro
- pH en valores de 6.5 a 8.5
- Dureza total no superior a 120 mg / litro
- Nitrato máximo de 25 mg / litro
- Nitrito máximo de 0.1 mg / litro

No se tratarán metales pesados.
No se reducirán sales.
No se contempla tatar olor/sabor.

Importante: la Planta de Potabilización requiere una presión mínima de 35 PSI en la entrada y el caudal de diseño de 58 m3ph, esto para que se realicen satisfactoriamente los procesos y aperturas y cierres de válvulas.

HIDRÁULICA

Residencial Bolonia,
Embajada Alemana
1c. Oeste, # 1416
Managua – Nicaragua
Tel: (505) 2254 8106
(505) 2268 1154
info@valvulas.com.ni
RUC # J0310000097275

3. Oferta General:

COT. 069-2026 / 05-Marzo-2026

Suministro + Instalación + Puesta en Marcha
PTAP - Riscos de Oro - Rosita, RACCN - 58.00 m3ph / 5 - Febrero - 2026

No.	Cant.	Descripción	UM	P. UNIT	P. TOTAL
1	1	GLOBAL : SUMINISTRO + INSTALACION DE PTAP ODIS Configurada como 05-4363A-05-45036DW / - 58.00 m3ph - 100 NTU	GLOBAL	5,181,148.26	5,181,148.26
		FILTRACION AUTOMATICA	GLOBAL		
	1	Filtro Automático ODIS Mod. 851-4F 4" - 300 mic. Con su by-pass y válvulas mariposa 4"			
		ACONDICIONAMIENTO DEL AGUA CRUDA	GLOBAL		
	1	Bomba dosificadora EMEC Mod. AMS-0720 PARA SULFATO ALUMINIO			
	1	Tanque para mezcla			
	1	Mezclador estático Hidrociclon ODIS Mod. 51660-6"			
	1	Bomba dosificadora EMEC Mod. VCO-1010 PARA PRECLORACION			
		FILTRACION GRUESA	GLOBAL		
	5	Filtro de Media ODIS 36"			
	5	Válvula de 3 vías de retro lavado, marca DOROT, modelo 58P-L-3X3-L-VO-DW 3" X 3" X 3"			
	1	Media Filtrante GRUESA 0.8 - 1.2 mm SILICE.			
	1	Válvula LIMITADORA DE CAUDAL 3"			
	1	Manifold : ENTRADA / SALIDA / RETROLAVADO / ACERO según diámetro			
	1	Válvula Aire - Vacío 2" PN10 + Abrazadera + Niple + Válvula Bola			
		FILTRACION FINA	GLOBAL		
	5	Filtro de Media ODIS 36" DW - altos.			
	5	Válvula de 3 vías de retro lavado, marca DOROT, modelo 58P-L-3X3-L-VO-DW 3" X 3" X 3"			
	1	Media Filtrante GRUESA 0.8 - 1.2 mm SILICE RED FLINT.			
	1	Media Filtrante FINA 0.6-0.8 mm ZEOLITA MICRO-Z o TURBIDEX			
	1	Katalox Light para oxidar y retener hierro - manganeso			
	1	Válvula LIMITADORA DE CAUDAL 3"			
	1	Manifold : ENTRADA / SALIDA / RETROLAVADO / ACERO según diámetro			
	1	Válvula Aire - Vacío 2" PN10 + Abrazadera + Niple + Válvula Bola			
		DESINFECCIÓN:			
	1	Bomba dosificadora EMEC Mod. VCO-1010 PARA CLORO			
	1	Tanque para mezcla			
		OTROS EQUIPOS	GLOBAL		
	1	Medidor BAR METERS 4" + Válvula Hidráulica de Control 4" + Accesorios			
	1	LOGO SIEMENS + Regleta de 8 estaciones BACCARA - 24 volt.+ Presostatos (2) Diferencial para Activación Automática			
	1	Turbidimetro Portatil TPI F20008 y kit de Calibración			
	1	Kit de Pruebas básicas CLORO + PH			
		REPUESTOS BASICOS Y CONSUMIBLES	GLOBAL		
	8	Bobinas 24V BACCARA - PARA REPUESTO			
	1	Bomba dosificadora EMEC Mod. VCO-1010 PARA CLORO			
	1	Prueba de Calidad de Agua en Laboratorio UNI			
	400	Sulfato de Aluminio estimado para 6 meses / en kilogramos			
	300	Hipoclorito de calcio 60-70% estimado para 6 meses / en kilogramos			
		Sub-Total C$			5,181,148.26
		IVA C$			777,172.24
		Total C$			5,958,320.50

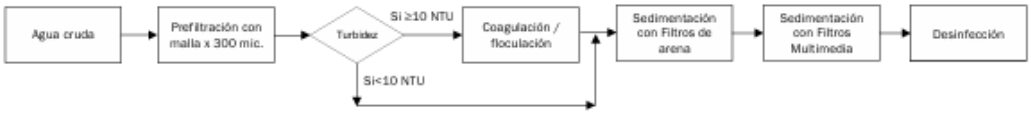
Cinco millones, ciento ochenta y un mil, ciento cuarenta y ocho córdobas, con 26/100 más IVA.

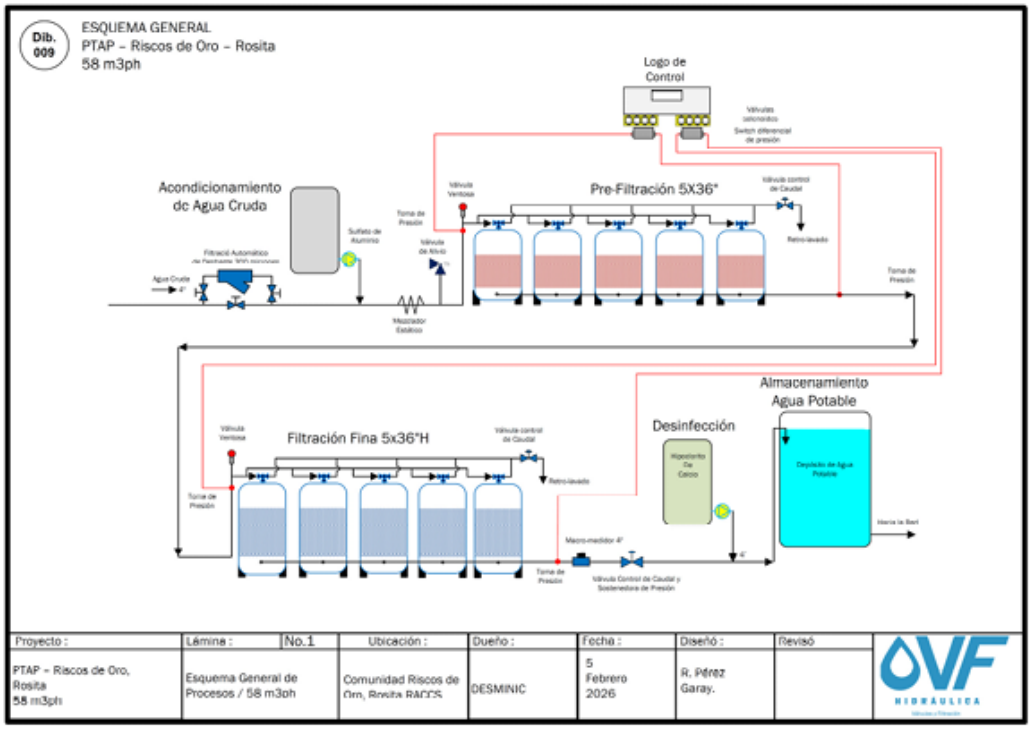
Residencial Bolonia,
Embajada Alemana
1c. Oeste, # 1416
Managua – Nicaragua
Tel: (505) 2254 8106
(505) 2268 1154
info@valvulas.com.ni
RUC # J0310000097275

4. Diagrama de Procesos

La PTAP Riscos de Oro cumplirá con el siguiente esquema de procesos:

DIAGRAMA DE PROCESO / SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA REMOCION DE MÁXIMOS DE 100 NTU Y 30 UC





HIDRÁULICA

Residencial Bolonia,
Embajada Alemana
1c. Oeste, # 1416
Managua – Nicaragua
Tel: (505) 2254 8106
(505) 2268 1154
info@valvulas.com.ni
RUC # J0310000097275

5. Alcances de la Oferta

a. Diseño, Suministro, Traslado e Instalación de los equipos.
b. Calibración, Operación y puesta en marcha.
c. Capacitación de operadores.
d. Al finalizar el proyecto se entregará un Análisis Físico-Químico y Bacteriológico por parte de Laboratorio Competente.

6. Adicionales

Nuestra propuesta incluye de forma adicional:

- Suministro de kit de pruebas en campo Cloro - pH.
- Suministro de Turbidímetro Portátil TPI F20008 con su set de calibración
- Suministro de 8 bobinas Baccara 24 volt. Para recambios.
- Suministro de 1 bomba dosificadora EMEC 1010 para emergencia / repuestos.
- Suministro de 300 kg Hipoclorito de calcio estimado para 6 meses.
- Suministro de 400 kg de Sulfato de Aluminio estimado para 6 meses.

7. Esta oferta NO CONSIDERA

a. Ninguna Obra Civil: No excavación, cierre y compactación de zanjas. No bloques de reacción. No estructura de cobertizo de protección.
b. No se contemplan obras de drenaje ni de conducción del agua de descarga de los retro-lavados.
c. No Acometidas Eléctricas.
d. No se incluyen Pago y Trámites de permisos de ningún tipo, incluyendo Bomberos.
e. Suministro de hipoclorito de calcio.
f. Suministro de sulfato de aluminio.

8. Forma de pago

a. Anticipo por proceso de importación.....50%
b. Con Instalación de la PTAP y entrega Sustancial de equipos...40%
c. Acta de Recepción Final y resultados de análisis de agua 10%

9. Validez de Oferta

Nuestra Oferta tiene una validez de 30 días calendarios a partir de la fecha de presentación.

10. Tiempo de Entrega

140-160 días a partir de la entrega del **Anticipo**.

Los tiempos de entrega pueden verse seriamente afectados por efectos del conflicto Israel – Estados Unidos - Irán y/o logística de transporte internacional. Estos retrasos caen fuera de la

HIDRÁULICA

Residencial Bolonia,
Embajada Alemana
1c. Oeste, # 1416
Managua – Nicaragua
Tel: (505) 2254 8106
(505) 2268 1154
info@valvulas.com.ni
RUC # J0310000097275

responsabilidad de VF HIDRAULICA y serán debidamente Notificados al Cliente para su debida justificación. "

11. Garantía

Se entregará al cliente una Carta de Garantía Limitada:

En términos generales, los equipos cuentan con una garantía limitada a desperfectos y fallos en los materiales de fabricación, y fallos en temas de instalación, por un período de dos años, a partir de la fecha de entrega sustancial. Entendiéndose que la entrega final se hace con los resultados de laboratorio.

Las partes eléctricas son susceptibles a daños por transiente eléctrico, que caen totalmente fuera del control y responsabilidad de Válvulas y Filtración, y dependen más bien, de la calidad del circuito eléctrico que abastece a la PTAP.

12. NOTA IMPORTANTE:

Dada la situación actual del Conflicto Israel-E.U.-Irán, los temas de precio y tiempos de entrega estarán sujetos a revisión al momento de una eventual confirmación de compra.

13. Anexos:

Catálogos.

Anexo 9 Presiones en demanda máxima hora

Nodo	Elevación (m)	Demanda	Presión (m)	Nodo	Elevación (m)	Demanda	Presión (m)
Junc B1	498.99	0.02	22.73	Junc LC37	503.48	0.00	38.35
Junc LC64	498.99	0.00	24.71	Junc LC38	499.97	0.00	40.79
Junc carcamo	499.55	0.00	-0.11	Junc LC39	499.32	0.00	40.77
Junc LC2	500.18	0.00	67.81	Junc LC40	500.00	0.00	37.24
Junc LC3	502.61	0.00	63.46	Junc LC41	501.50	0.00	34.47
Junc LC4	502.18	0.00	62.66	Junc LC42	496.09	0.00	39.48
Junc LC5	502.00	0.00	62.61	Junc LC43	496.75	0.00	38.43
Junc LC6	502.28	0.00	61.62	Junc LC44	497.76	0.00	37.14
Junc LC7	502.36	0.00	61.31	Junc LC45	499.80	0.00	33.74
Junc LC8	502.45	0.00	60.77	Junc LC46	494.25	0.00	38.18
Junc LC9	503.20	0.00	59.53	Junc LC47	493.00	0.00	38.53
Junc LC10	503.00	0.00	59.47	Junc LC48	496.25	0.00	34.39
Junc LC11	502.85	0.00	58.91	Junc LC49	497.20	0.00	32.98
Junc LC12	501.51	0.00	60.01	Junc LC50	501.98	0.00	28.01
Junc LC13	498.88	0.00	62.24	Junc LC51	502.70	0.00	27.09
Junc LC14	501.03	0.00	59.85	Junc LC52	501.30	0.00	28.27
Junc LC15	502.10	0.00	58.52	Junc LC53	499.98	0.00	28.46
Junc LC16	510.10	0.00	49.89	Junc LC54	500.11	0.00	27.92
Junc LC17	501.02	0.00	57.77	Junc LC55	500.94	0.00	26.53
Junc LC18	502.00	0.00	56.49	Junc LC56	502.05	0.00	25.03
Junc LC19	501.01	0.00	56.61	Junc LC57	500.50	0.00	26.41
Junc LC20	500.32	0.00	55.96	Junc LC58	499.22	0.00	27.47
Junc LC21	500.28	0.00	55.15	Junc LC59	497.98	0.00	28.45
Junc LC22	501.48	0.00	53.44	Junc LC60	496.45	0.00	29.60
Junc LC23	501.75	0.00	52.86	Junc LC61	496.72	0.00	28.67
Junc LC24	502.54	0.00	51.61	Junc LC62	496.08	0.00	28.95
Junc LC25	502.41	0.00	51.32	Junc LC63	498.90	0.00	25.67
Junc LC26	502.07	0.00	50.94	Junc B2	500.84	0.03	20.77
Junc LC27	500.50	0.00	52.20	Junc B3	500.10	0.02	21.47
Junc LC28	500.95	0.00	51.38	Junc B4	499.81	0.02	21.71
Junc LC29	501.50	0.00	50.40	Junc B5	498.96	0.06	22.51
Junc LC30	501.68	0.00	49.98	Junc B6	498.67	0.06	22.56
Junc LC31	502.04	0.00	48.20	Junc B7	498.53	0.03	22.65
Junc LC32	501.82	0.00	47.09	Junc B8	498.20	0.07	22.88
Junc LC33	502.40	0.00	45.63	Junc B9	497.64	0.09	23.20
Junc LC34	498.48	0.00	48.61	Junc B10	498.55	0.12	22.08
Junc LC35	501.03	0.00	43.97	Junc B11	494.98	0.11	25.29
Junc LC36	501.38	0.00	42.09	Junc B12	496.44	0.08	23.63

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9 Presiones en demanda máxima hora

Nodo	Elevación (m)	Demanda	Presión (m)	Nodos	Elevación (m)	Demanda	Presión (m)
Junc B13	495.00	0.06	24.89	Junc PS51	498.98	0.14	17.21
Junc B14	495.82	0.05	23.97	Junc PS52	498.21	0.22	17.91
Junc B15	495.73	0.08	23.91	Junc PSF53	498.43	0.33	17.50
Junc B16	498.14	0.09	21.25	Junc C54	498.96	0.13	16.77
Junc B17	493.34	0.08	25.90	Junc C55	501.74	0.15	13.68
Junc B18	495.75	0.08	23.29	Junc C56	503.16	0.13	12.00
Junc B19	495.90	0.05	22.99	Junc C57	502.96	0.07	11.99
Junc B20	498.12	0.06	20.67	Junc C58	499.58	0.10	15.31
Junc B21	501.93	0.05	16.67	Junc C59	499.55	0.11	15.05
Junc B22	501.63	0.03	16.92	Junc C60	499.20	0.12	15.33
Junc B23	500.33	0.03	18.12	Junc C61	498.76	0.18	15.43
Junc B24	499.99	0.02	18.41	Junc C62	497.40	0.17	16.51
Junc B25	502.44	0.04	15.91	Junc C63	497.04	0.12	16.59
Junc B26	500.10	0.04	18.12	Junc C64	497.46	0.07	16.06
Junc B27	500.90	0.02	17.27	Junc C65	497.05	0.06	16.35
Junc B28	500.57	0.03	17.56	Junc C66	497.51	0.16	15.82
Junc B29	498.60	0.05	19.44	Junc C67	497.10	0.23	15.81
Junc B30	500.15	0.04	17.75	Junc C68	498.67	0.16	13.96
Junc B31	500.06	0.02	17.80	Junc C69	502.12	0.11	10.32
Junc B32	499.45	0.02	18.36	Junc C70	496.00	0.10	16.32
Junc B33	498.98	0.02	18.78	Junc C71	497.53	0.10	14.64
Junc B34	498.05	0.03	19.68	Junc C72	499.84	0.15	12.21
Junc B35	498.05	0.04	19.58	Junc C73	499.32	0.20	12.44
Junc BF36	497.90	0.03	19.66	Junc C74	496.55	0.14	14.98
Junc PS37	498.77	0.20	18.71	Junc C75	499.68	0.07	11.72
Junc PS38	498.34	0.13	19.11	Junc C76	499.22	0.06	12.13
Junc PS39	498.54	0.12	18.87	Junc C77	499.37	0.12	11.90
Junc PS40	498.82	0.16	18.56	Junc C78	499.72	0.14	11.33
Junc PS41	498.48	1.17	18.89	Junc C79	498.91	0.08	12.03
Junc PS42	498.50	0.36	18.77	Junc RO80	497.83	0.14	13.04
Junc PS43	495.63	0.28	21.58	Junc RO81	497.50	0.14	13.15
Junc PS44	497.79	0.31	19.36	Junc RO82	497.12	0.09	13.48
Junc PS45	500.01	0.55	17.08	Junc RO83	499.46	0.14	11.01
Junc PS46	502.33	0.59	14.62	Junc RO84	497.00	0.21	13.35
Junc PS47	497.40	0.26	19.26	Junc RO85	498.75	0.18	11.33
Junc PS48	495.25	0.22	21.33	Junc RO86	501.49	0.14	8.53
Junc PS49	494.50	0.22	21.88	Junc RO87	499.96	0.22	9.88
Junc PS50	500.49	0.14	15.81	Junc RO88	503.28	0.22	6.37

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9 Presiones en demanda máxima hora

Nodos	Elevación (m)	Demanda	Presión (m)	Nodo	Elevación (m)	Demanda	Presión (m)
Junc RO89	499.60	0.14	9.88	Junc BP124	498.58	0.45	7.90
Junc RO90	498.45	0.11	10.98	Junc BP125	496.97	0.50	9.22
Junc RO91	502.50	0.19	6.82	Junc BP126	500.80	0.40	5.31
Junc RO92	499.56	0.14	9.59	Junc BP127	500.28	0.27	5.80
Junc RO93	500.00	0.07	9.13	Junc BP128	498.13	0.09	7.95
Junc RO94	498.24	0.11	10.81	Junc BP129	499.97	0.05	6.11
Junc RO95	500.25	0.09	8.73	Junc LC1	503.50	0.00	64.70
Junc RO96	500.55	0.09	8.39	Junc 2RORL145	499.55	0.13	8.64
Junc RO97	501.50	0.08	7.37	Junc 2ROR146	496.75	0.13	11.36
Junc RO98	500.40	0.11	8.44	Junc 2ROR147	496.96	0.13	11.11
Junc RO99	500.92	0.18	7.83	Junc 2ROR148	499.20	0.09	8.81
Junc RO100	501.07	0.06	7.65	Junc 2ROR149	497.75	0.06	10.25
Junc RO101	500.83	0.14	7.86	Junc 2ROR150	498.00	0.03	10.00
Junc RO102	497.75	0.27	10.83	Junc 1ROR130	498.40	0.18	10.29
Junc RO103	500.00	0.21	8.42	Junc 1ROR131	497.62	0.02	11.01
Junc RO104	498.76	0.12	9.62	Junc 1ROR132	499.85	0.12	8.73
Junc RO105	496.53	0.22	11.79	Junc 2PSR133	497.26	0.69	19.22
Junc RO106	497.70	0.17	10.55	Junc 1PSR134	499.00	0.24	18.35
Junc RO107	499.20	0.13	9.01	Junc 1PSR135	499.88	0.15	17.44
Junc RO108	499.25	0.16	8.92	Junc 2B138	500.50	0.30	20.64
Junc RO109	497.43	0.18	10.68	Junc 2B136	496.08	0.33	25.61
Junc RO110	498.31	0.12	9.76	Junc 2B137	497.98	0.29	23.63
Junc RO111	498.05	0.08	10.00	Junc 2B139	500.11	0.32	20.63
Junc RO112	497.90	0.11	10.13	Junc 2B140	496.25	0.38	24.13
Junc RO113	497.68	0.18	10.32	Junc 2B141	498.00	0.42	22.10
Junc RO114	498.70	0.15	9.25	Junc 2B142	499.90	0.46	14.89
Junc RO115	498.46	0.16	9.47	Junc 2B143	500.03	0.34	13.05
Junc RO116	497.94	0.19	9.65	Junc 2B144	500.74	0.48	11.44
Junc RO117	497.58	0.93	9.83	Junc NV1	498.99	0.00	22.73
Junc RO118	499.75	0.15	7.62	Junc NV2	497.98	0.00	23.63
Junc RO119	498.52	0.22	8.65	Junc NV3	497.12	0.00	13.48
Junc RO120	499.44	0.22	7.60	Junc NV4	499.55	0.00	8.64
Junc RO121	498.19	0.20	8.71	Resvr Captacion	499.55	#N/A	0.00
Junc RO122	498.85	0.21	7.98	Tank Tank	516.20	#N/A	6.01
Junc ROF123	497.14	0.41	9.58				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10 Presiones demanda cero

Nodo	Elevación (m)	Presión (m)	Nodo	Elevación (m)	Presión (m)
Junc B1	498.99	31.21	Junc LC37	503.48	82.58
Junc LC64	498.99	87.07	Junc LC38	499.97	86.09
Junc carcamo	499.55	0	Junc LC39	499.32	86.74
Junc LC2	500.18	85.88	Junc LC40	500	86.06
Junc LC3	502.61	83.45	Junc LC41	501.5	84.56
Junc LC4	502.18	83.88	Junc LC42	496.09	89.97
Junc LC5	502	84.06	Junc LC43	496.75	89.31
Junc LC6	502.28	83.78	Junc LC44	497.76	88.3
Junc LC7	502.36	83.7	Junc LC45	499.8	86.26
Junc LC8	502.45	83.61	Junc LC46	494.25	91.81
Junc LC9	503.2	82.86	Junc LC47	493	93.06
Junc LC10	503	83.06	Junc LC48	496.25	89.81
Junc LC11	502.85	83.21	Junc LC49	497.2	88.86
Junc LC12	501.51	84.55	Junc LC50	501.98	84.08
Junc LC13	498.88	87.18	Junc LC51	502.7	83.36
Junc LC14	501.03	85.03	Junc LC52	501.3	84.76
Junc LC15	502.1	83.96	Junc LC53	499.98	86.08
Junc LC16	510.1	75.96	Junc LC54	500.11	85.95
Junc LC17	501.02	85.04	Junc LC55	500.94	85.12
Junc LC18	502	84.06	Junc LC56	502.05	84.01
Junc LC19	501.01	85.05	Junc LC57	500.5	85.56
Junc LC20	500.32	85.74	Junc LC58	499.22	86.84
Junc LC21	500.28	85.78	Junc LC59	497.98	88.08
Junc LC22	501.48	84.58	Junc LC60	496.45	89.61
Junc LC23	501.75	84.31	Junc LC61	496.72	89.34
Junc LC24	502.54	83.52	Junc LC62	496.08	89.98
Junc LC25	502.41	83.65	Junc LC63	498.9	87.16
Junc LC26	502.07	83.99	Junc B2	500.84	29.36
Junc LC27	500.5	85.56	Junc B3	500.1	30.1
Junc LC28	500.95	85.11	Junc B4	499.81	30.39
Junc LC29	501.5	84.56	Junc B5	498.96	31.24
Junc LC30	501.68	84.38	Junc B6	498.67	31.53
Junc LC31	502.04	84.02	Junc B7	498.53	31.67
Junc LC32	501.82	84.24	Junc B8	498.2	32
Junc LC33	502.4	83.66	Junc B9	497.64	32.56
Junc LC34	498.48	87.58	Junc B10	498.55	31.65
Junc LC35	501.03	85.03	Junc B11	494.98	35.22
Junc LC36	501.38	84.68	Junc B12	496.44	33.76

Fuente: Elaboración propia

Anexo 10 Presiones demanda cero

Nodo	Elevación (m)	Presión (m)	Nodo	Elevación (m)	Presión (m)
Junc B13	495	35.2	Junc PS51	498.98	31.22
Junc B14	495.82	34.38	Junc PS52	498.21	31.99
Junc B15	495.73	34.47	Junc PSF53	498.43	31.77
Junc B16	498.14	32.06	Junc C54	498.96	31.24
Junc B17	493.34	36.86	Junc C55	501.74	28.46
Junc B18	495.75	34.45	Junc C56	503.16	27.04
Junc B19	495.9	34.3	Junc C57	502.96	27.24
Junc B20	498.12	32.08	Junc C58	499.58	30.62
Junc B21	501.93	28.27	Junc C59	499.55	30.65
Junc B22	501.63	28.57	Junc C60	499.2	31
Junc B23	500.33	29.87	Junc C61	498.76	31.44
Junc B24	499.99	30.21	Junc C62	497.4	32.8
Junc B25	502.44	27.76	Junc C63	497.04	33.16
Junc B26	500.1	30.1	Junc C64	497.46	32.74
Junc B27	500.9	29.3	Junc C65	497.05	33.15
Junc B28	500.57	29.63	Junc C66	497.51	32.69
Junc B29	498.6	31.6	Junc C67	497.1	33.1
Junc B30	500.15	30.05	Junc C68	498.67	31.53
Junc B31	500.06	30.14	Junc C69	502.12	28.08
Junc B32	499.45	30.75	Junc C70	496	34.2
Junc B33	498.98	31.22	Junc C71	497.53	32.67
Junc B34	498.05	32.15	Junc C72	499.84	30.36
Junc B35	498.05	32.15	Junc C73	499.32	30.88
Junc BF36	497.9	32.3	Junc C74	496.55	33.65
Junc PS37	498.77	31.43	Junc C75	499.68	30.52
Junc PS38	498.34	31.86	Junc C76	499.22	30.98
Junc PS39	498.54	31.66	Junc C77	499.37	30.83
Junc PS40	498.82	31.38	Junc C78	499.72	30.48
Junc PS41	498.48	31.72	Junc C79	498.91	31.29
Junc PS42	498.5	31.7	Junc RO80	497.83	32.37
Junc PS43	495.63	34.57	Junc RO81	497.5	32.7
Junc PS44	497.79	32.41	Junc RO82	497.12	33.08
Junc PS45	500.01	30.19	Junc RO83	499.46	30.74
Junc PS46	502.33	27.87	Junc RO84	497	33.2
Junc PS47	497.4	32.8	Junc RO85	498.75	31.45
Junc PS48	495.25	34.95	Junc RO86	501.49	28.71
Junc PS49	494.5	35.7	Junc RO87	499.96	30.24
Junc PS50	500.49	29.71	Junc RO88	503.28	26.92

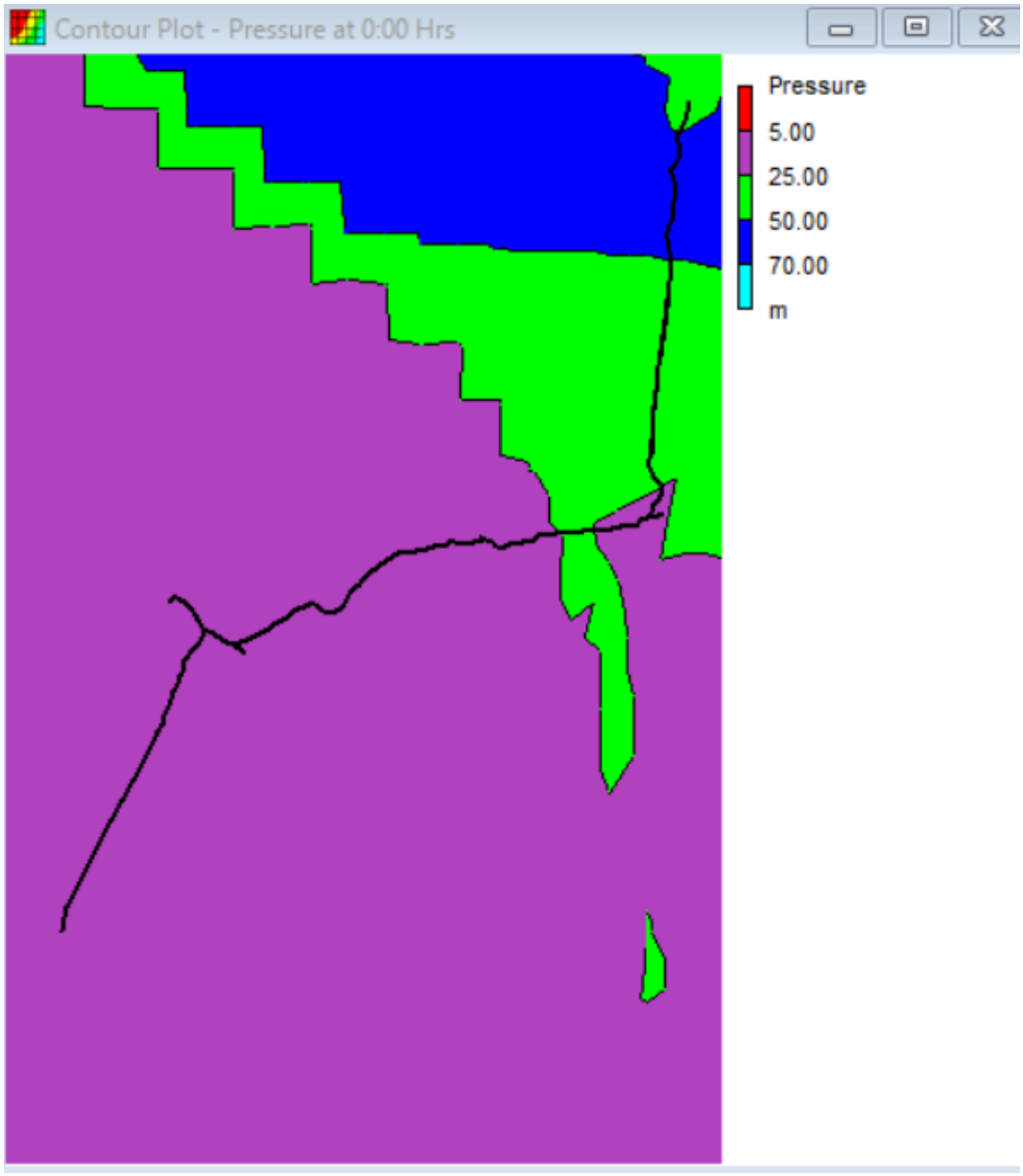
Fuente: Elaboración propia

Anexo 10 Presiones demanda cero

Nodo	Elevación (m)	Presión (m)	Nodo	Elevación (m)	Presión (m)
Junc RO89	499.6	30.6	Junc BP124	498.58	31.62
Junc RO90	498.45	31.75	Junc BP125	496.97	33.23
Junc RO91	502.5	27.7	Junc BP126	500.8	29.4
Junc RO92	499.56	30.64	Junc BP127	500.28	29.92
Junc RO93	500	30.2	Junc BP128	498.13	32.07
Junc RO94	498.24	31.96	Junc BP129	499.97	30.23
Junc RO95	500.25	29.95	Junc LC1	503.5	82.56
Junc RO96	500.55	29.65	Junc 2RORL145	499.55	30.65
Junc RO97	501.5	28.7	Junc 2ROR146	496.75	33.45
Junc RO98	500.4	29.8	Junc 2ROR147	496.96	33.24
Junc RO99	500.92	29.28	Junc 2ROR148	499.2	31
Junc RO100	501.07	29.13	Junc 2ROR149	497.75	32.45
Junc RO101	500.83	29.37	Junc 2ROR150	498	32.2
Junc RO102	497.75	32.45	Junc 1ROR130	498.4	31.8
Junc RO103	500	30.2	Junc 1ROR131	497.62	32.58
Junc RO104	498.76	31.44	Junc 1ROR132	499.85	30.35
Junc RO105	496.53	33.67	Junc 2PSR133	497.26	32.94
Junc RO106	497.7	32.5	Junc 1PSR134	499	31.2
Junc RO107	499.2	31	Junc 1PSR135	499.88	30.32
Junc RO108	499.25	30.95	Junc 2B138	500.5	29.7
Junc RO109	497.43	32.77	Junc 2B136	496.08	34.12
Junc RO110	498.31	31.89	Junc 2B137	497.98	32.22
Junc RO111	498.05	32.15	Junc 2B139	500.11	30.09
Junc RO112	497.9	32.3	Junc 2B140	496.25	33.95
Junc RO113	497.68	32.52	Junc 2B141	498	32.2
Junc RO114	498.7	31.5	Junc 2B142	499.9	30.3
Junc RO115	498.46	31.74	Junc 2B143	500.3	29.9
Junc RO116	497.94	32.26	Junc 2B144	500.74	29.46
Junc RO117	497.58	32.62	Junc NV1	498.99	31.21
Junc RO118	499.75	30.45	Junc NV2	497.98	32.22
Junc RO119	498.52	31.68	Junc NV3	497.12	33.08
Junc RO120	499.44	30.76	Junc NV4	499.55	30.65
Junc RO121	498.19	32.01	Resvr Captacion	499.55	0
Junc RO122	498.85	31.35	Tank Tank	516.2	14
Junc ROF123	497.14	33.06			

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11 Mapa contorno de presiones



Anexo 12 Velocidades demanda máxima hora

Tubería	Longitud (m)	Diametro(mm)	Velocidad(m/s)	Tubería	Longitud (m)	Diametro (mm)	Velocidad(m/s)
Pipe p1	179.60	200.00	0.80	Pipe p39	128.80	150.00	1.22
Pipe p2	178.60	150.00	1.22	Pipe p40	79.85	150.00	1.22
Pipe p3	25.31	150.00	1.22	Pipe p41	340.10	150.00	1.22
Pipe p4	229.80	150.00	1.22	Pipe p42	151.70	150.00	1.22
Pipe p5	146.60	150.00	1.22	Pipe p43	48.46	150.00	1.22
Pipe p6	27.54	150.00	1.22	Pipe p44	46.05	150.00	1.22
Pipe p7	84.76	150.00	1.22	Pipe p45	34.08	150.00	1.22
Pipe p8	27.67	150.00	1.22	Pipe p46	161.50	150.00	1.22
Pipe p9	54.33	150.00	1.22	Pipe p47	133.30	150.00	1.22
Pipe p10	58.00	150.00	1.22	Pipe p48	107.90	150.00	1.22
Pipe p11	31.25	150.00	1.22	Pipe p49	106.10	150.00	1.22
Pipe p12	85.12	150.00	1.22	Pipe p50	55.07	150.00	1.22
Pipe p13	28.74	150.00	1.22	Pipe p51	22.06	150.00	1.22
Pipe p14	47.23	150.00	1.22	Pipe p52	24.43	150.00	1.22
Pipe p15	29.22	150.00	1.22	Pipe p53	26.27	150.00	1.22
Pipe p16	30.52	150.00	1.22	Pipe p54	135.00	150.00	1.22
Pipe p17	75.74	150.00	1.22	Pipe p55	48.44	150.00	1.22
Pipe p18	143.00	150.00	1.22	Pipe p56	67.03	150.00	1.22
Pipe p19	35.55	150.00	1.22	Pipe p57	46.76	150.00	1.22
Pipe p20	105.00	150.00	1.22	Pipe p58	20.58	150.00	1.22
Pipe p21	160.00	150.00	1.22	Pipe p59	25.55	150.00	1.22
Pipe p22	101.70	150.00	1.22	Pipe p60	31.13	150.00	1.22
Pipe p23	60.20	150.00	1.22	Pipe p61	46.33	150.00	1.22
Pipe p24	37.77	150.00	1.22	Pipe p62	78.41	150.00	1.22
Pipe p25	54.85	150.00	1.22	Pipe p63	42.54	150.00	1.22
Pipe p26	50.33	150.00	1.22	Pipe p64	55.22	150.00	1.22
Pipe p27	85.98	150.00	1.22	Pipe p65	103.60	150.00	1.22
Pipe p28	36.42	150.00	1.22	Pipe p68	19.99	200.00	0.69
Pipe p29	43.88	150.00	1.22	Pipe p69	22.54	200.00	0.69
Pipe p30	51.83	150.00	1.22	Pipe p70	25.34	200.00	0.69
Pipe p31	28.50	150.00	1.22	Pipe p71	111.50	200.00	0.69
Pipe p32	170.40	150.00	1.22	Pipe p72	23.42	200.00	0.69
Pipe p33	157.90	150.00	1.22	Pipe p73	48.35	200.00	0.69
Pipe p34	105.50	150.00	1.22	Pipe p74	117.80	200.00	0.69
Pipe p35	112.30	150.00	1.22	Pipe p75	104.40	200.00	0.68
Pipe p36	249.60	150.00	1.22	Pipe p76	175.90	200.00	0.68
Pipe p37	182.80	150.00	1.22	Pipe p77	99.84	200.00	0.68
Pipe p38	196.00	150.00	1.22	Pipe p78	89.10	200.00	0.67

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12 Velocidades demanda máxima hora

Tubería	Longitud (m)	Diametro (mm)	Velocidad (m/s)	Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
Pipe p79	52.06	200.00	0.67	Pipe p117	19.81	150.00	0.80
Pipe p80	71.99	200.00	0.67	Pipe p118	51.59	150.00	0.79
Pipe p81	129.70	200.00	0.67	Pipe p119	53.26	150.00	0.77
Pipe p82	76.96	200.00	0.66	Pipe p120	88.42	150.00	0.76
Pipe p83	104.30	200.00	0.66	Pipe p121	78.00	150.00	0.75
Pipe p84	75.65	200.00	0.66	Pipe p122	61.94	150.00	0.74
Pipe p85	51.42	200.00	0.66	Pipe p123	15.97	150.00	0.74
Pipe p86	101.90	200.00	0.66	Pipe p124	90.12	150.00	0.74
Pipe p87	27.19	200.00	0.65	Pipe p125	20.99	150.00	0.73
Pipe p88	54.29	200.00	0.65	Pipe p126	105.50	150.00	0.72
Pipe p89	25.30	200.00	0.65	Pipe p127	91.34	150.00	0.71
Pipe p90	27.34	200.00	0.65	Pipe p128	93.28	150.00	0.70
Pipe p91	67.14	200.00	0.65	Pipe p129	36.22	150.00	0.70
Pipe p92	27.45	200.00	0.65	Pipe p130	41.57	150.00	0.69
Pipe p93	24.92	200.00	0.65	Pipe p131	24.35	150.00	0.69
Pipe p94	46.84	200.00	0.65	Pipe p132	146.80	150.00	0.68
Pipe p95	73.31	200.00	0.64	Pipe p133	101.30	150.00	0.67
Pipe p96	25.41	200.00	0.64	Pipe p134	72.40	150.00	0.66
Pipe p97	24.92	200.00	0.64	Pipe p135	46.51	150.00	0.65
Pipe p98	27.30	200.00	0.64	Pipe p136	54.81	150.00	0.65
Pipe p99	14.72	200.00	0.64	Pipe p137	48.56	150.00	0.64
Pipe p100	58.90	200.00	0.64	Pipe p138	116.90	150.00	0.63
Pipe p101	33.65	200.00	0.64	Pipe p139	96.49	150.00	0.62
Pipe p102	44.15	200.00	0.64	Pipe p140	53.45	150.00	0.61
Pipe p103	21.33	200.00	0.63	Pipe p141	23.41	150.00	0.61
Pipe p104	22.61	200.00	0.63	Pipe p142	34.04	150.00	0.60
Pipe p105	17.40	200.00	0.62	Pipe p143	97.32	150.00	0.60
Pipe p106	6.58	200.00	0.61	Pipe p144	52.06	150.00	0.59
Pipe p107	72.71	200.00	0.55	Pipe p145	29.24	150.00	0.59
Pipe p108	41.87	200.00	0.54	Pipe p146	105.10	150.00	0.58
Pipe p109	48.95	200.00	0.53	Pipe p148	62.44	150.00	0.57
Pipe p110	49.97	200.00	0.52	Pipe p149	63.89	150.00	0.56
Pipe p111	124.90	200.00	0.50	Pipe p150	139.80	150.00	0.55
Pipe p112	64.95	150.00	0.85	Pipe p151	31.77	150.00	0.54
Pipe p113	18.82	150.00	0.84	Pipe p152	105.00	150.00	0.53
Pipe p114	50.40	150.00	0.83	Pipe p153	112.30	150.00	0.52
Pipe p115	19.92	150.00	0.82	Pipe p154	104.30	150.00	0.50
Pipe p116	26.26	150.00	0.81	Pipe p155	31.72	150.00	0.49

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12 Velocidades demanda máxima hora

Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)	Tubería	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Velocidad (m/s)
Pipe p156	67.37	150.00	0.49	Pipe p190	864.70	100.00	0.17
Pipe p157	116.60	150.00	0.48	Pipe p191	555.50	100.00	0.10
Pipe p158	14.41	150.00	0.47	Pipe p192	668.40	100.00	0.05
Pipe p159	53.17	150.00	0.47	Pipe p193	145.00	100.00	0.02
Pipe p160	49.56	150.00	0.46	Pipe p194	157.30	50.00	0.02
Pipe p161	31.06	150.00	0.46	Pipe 1	40.00	200.00	0.68
Pipe p162	51.41	150.00	0.45	Pipe 4	64.86	50.00	0.22
Pipe p163	24.71	150.00	0.45	Pipe 5	64.20	50.00	0.15
Pipe p164	74.66	150.00	0.44	Pipe 6	59.77	37.50	0.16
Pipe p165	22.20	150.00	0.41	Pipe 7	23.81	37.50	0.08
Pipe p166	30.73	150.00	0.41	Pipe 8	26.60	37.50	0.03
Pipe p167	103.10	150.00	0.40	Pipe 9	74.94	50.00	0.16
Pipe p168	158.90	150.00	0.38	Pipe 10	98.52	37.50	0.13
Pipe p169	45.26	150.00	0.37	Pipe 11	110.04	37.50	0.11
Pipe p170	64.55	150.00	0.37	Pipe 12	291.80	50.00	0.35
Pipe p171	88.83	150.00	0.32	Pipe 13	28.74	50.00	0.19
Pipe p172	71.15	150.00	0.31	Pipe 14	47.23	37.50	0.13
Pipe p173	52.29	150.00	0.31	Pipe 15	401.00	200.00	0.11
Pipe p174	102.80	150.00	0.30	Pipe 16	369.00	100.00	0.34
Pipe p175	65.73	150.00	0.29	Pipe 18	385.00	100.00	0.30
Pipe p176	42.77	150.00	0.28	Pipe 19	460.00	100.00	0.26
Pipe p177	26.81	150.00	0.28	Pipe 20	509.00	100.00	0.22
Pipe p178	72.35	150.00	0.27	Pipe 21	562.00	50.00	0.65
Pipe p179	99.68	150.00	0.26	Pipe 22	412.00	50.00	0.42
Pipe p180	40.57	150.00	0.25	Pipe 23	586.00	50.00	0.24
Pipe p181	112.00	100.00	0.55	Pipe p67	50.26	200.00	0.69
Pipe p182	65.63	100.00	0.52	Pipe 17	351.00	150.00	0.17
Pipe p183	21.15	100.00	0.40	Pipe p147	25.41	150.00	0.57
Pipe p184	123.60	100.00	0.38	Pipe 3	60.79	50.00	0.29
Pipe p185	93.11	100.00	0.36	Pump 2	#N/A	#N/A	0.00
Pipe p186	119.10	100.00	0.33	Valve V1	#N/A	200.00	0.69
Pipe p187	70.61	100.00	0.30	Valve v2	#N/A	100.00	0.38
Pipe p188	131.20	100.00	0.28	Valve v3	#N/A	150.00	0.57
Pipe p189	401.30	100.00	0.22	Valve v4	#N/A	50.00	0.29

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13 Tabla de presupuesto

Descripción	U/m	cant.	Costo unitario C$	costo total C$
Preliminares	**Global**	**cant.**	**C$**	**1,068,690.87**
Limpieza manual inicial	m^2	16,600.00	22.03	365,698.00
Trazo y nivelación para tuberías (incl. Estacas de madera + mano de obra topografía)	ml	30,320.00	22.53	683,109.60
Excavación manual en terreno cascajo o balastro	m^3	39.25	506.58	19,883.27
Relleno y compactación	**Global**	**cant.**	**C$**	**32,035,076.02**
Relleno y compactación manual	m^3	39.25	104.35	4,095.74
Tubería de pvc diám.=8" (sdr-26) (astm d2241) (junta cementada) (no incl. Excavación)	ml	2,526.76	3,917.46	9,898,481.23
Tubería de pvc diám.=6" (sdr-26) (astm d2241) (junta cementada) (no incl. Excavación)	ml	11,862.76	1,859.34	22,056,904.18
Bloque de reacción de concreto para accesorios menores a 6"	c/u	96	177.52	17,041.92
Prueba hidrostática (de presión y de estanqueidad) (con bomba manual) en tubería y accesorios pvc diám.=6" l=hasta 300 m para proyectos de agua potable	c/u	40	1,232.24	49,289.60
Codo liso de pvc diám.=6", 45° (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	2	2,152.00	4,304.00
Union dresser de hierro fundido diám.= 6"	c/u	1	4,426.79	4,426.79
Bloque de reacción de concreto para accesorios menores a 6"	c/u	3	177.52	532.56
Red de distribución	**Global**	**cant.**	**C$**	**19,223,926.97**
Codo liso de pvc diám.=3", 90° (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	1	576.72	576.72
Codo liso de pvc diám.=6", 90° (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	4	2,290.96	9,163.84
Codo liso de pvc diám.=2", 45° (s40)	c/u	1	158.16	158.16
Codo liso de pvc diám.=3", 45° (s40)	c/u	3	460.13	1,380.39
Codo liso de pvc diám.=4", 45° (s40)	c/u	3	786.10	2,358.30
Tee lisa de pvc diám.=2" (s40)	c/u	54	227.75	12,298.50
Tee lisa de pvc diám.=3" (s40)	c/u	6	737.82	4,426.92
Tee lisa de pvc diám.=4" (s40)	c/u	2	998.61	1,997.22
Tee lisa de pvc diám.=6" (s40)	c/u	2	1,514.07	3,028.14

Red de distribución	Global	cant.	C$	…
Tee reductora lisa de pvc de 3" a 2" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	1	856.00	856.00
Tee reductora lisa de pvc de 4" a 2" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	20	1,187.72	23,754.40
Tee reductora lisa de pvc de 6" a 2" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	4	1,566.47	6,265.88
Reductor liso de pvc de 3" x 2" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	3	349.96	1,049.88
Reductor liso de pvc de 4" x 3" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	1	572.91	572.91
Reductor liso de pvc de 4" x 2" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	4	565.97	2,263.88
Reductor liso de pvc de 6" x 4" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	2	1,614.42	3,228.84
Reductor liso de pvc de 6" x 2" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	4	565.97	2,263.88
Cruz lisa de pvc diám.=2"x2" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	8	694.03	5,552.24
Cruz lisa de pvc diám.=3"x3" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	1	1,296.33	1,296.33
Cruz lisa de pvc diám.=4"x4" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	1	1,955.08	1,955.08
Cruz lisa de pvc diám.=6"x6" (sch 40) (astm d2466) junta cementada	c/u	1	63,958.47	63,958.47
Válvula reguladora de presión de hierro fundido diám.=2"	c/u	7	66,440.38	465,082.66
Válvula reguladora de presión de hierro fundido diám.=3"	c/u	3	98,850.10	296,550.30
Válvula de pase de gaveta de bronce diám.=2" con protector de tubo de hierro galva(incl. Excavación)	c/u	27	6,082.33	164,222.91
Válvula de pase de gaveta de bronce diám.=3" con protector de tubo de hierro galva(incl. Excavación)	c/u	3	14,606.33	43,818.99
Válvula de pase de gaveta de bronce diám.=4" con protector de tubo de hierro galva (incl. Excavación)	c/u	4	19,200.00	76,800.00
Válvula de limpieza de bronce diám.=2"	c/u	12	2,919.74	35,036.88
Bloque de reacción de concreto para accesorios menores a 6"	c/u	256	177.52	45,445.12
Caja para protección de válvula hecha de tubo de pvc diám.= 6"(sdr-41) (no incl. E)	c/u	46	1,964.74	90,378.04
Caja de registro de concreto de 2500 psi ref. Concreto de 3000 psi de ancho=1.00m, largo=2.00m,alt.=0.50m con repello y fino corriente (incl. Exc	c/u	10	9,590.54	95,905.40
Carpeta de mezcla de piedrín y asfalto ac-20 (tendido con motoniveladora (incl.vibrocompactadora+cargador frontal+volquete)	m^3	21.6	3,576.44	77,251.10

Tanque de almacenamiento	Global	cant.	C$	2,046,237.71
Corte manual de terreno	m^3	50.7	178.62	9,056.03
Relleno y compactación manual	m^3	12.68	104.35	1,323.16
Excavación manual en terreno material mixto (arcillas, limos y bolones)	m^3	15.21	352.40	5,360.00
Mezcla manual de suelo cemento	m^3	8.45	1,496.95	12,649.23
Relleno manual de material selecto debajo de fundaciones (incl. Costo de material)	m^3	15.21	265.99	4,045.71
Compactación (con vibro compactadora manual)	m^2	169	69.63	11,767.47
Explotación o corte (manual) en banco de préstamo	m^3	14.58	148.62	2,166.88
Acarreo (con camión volquete) de mat.selecto a 1 km,carga manual (incl.derecho de explotación)	m^3	25.35	175.87	4,458.30
Cerco (a) de postes de concreto pretensado alt.=2.55m con 6 hiladas de alambre de púas cal.#13½ (incl. Bases de concreto de 2,500 psi)	ml	80	1,106.68	88,534.40
Portón de alambre de púas l=3, h= 1.40 m y poste de madera pino diám. = 0.12 m, h = 2.00 m	c/u	1	3,534.25	3,534.25
Medidor maestro de hierro fundido diám.=4" para agua potable (incl. Bridas)	c/u	1	10,506.32	10,506.32
Tanque de acero (a-36) sobre estructura cap.=106,197 glns (incl. Grúa camión) (no incl. Fundaciones, ni pintura)	c/u	1	1,873,650.00	1,873,650.00
Elaboración de pruebas de control de compactación usando método del cono	c/u	1	1,750.00	1,750.00
Elaboración de pruebas de resistencia a a la ruptura de cilindro de concreto	c/u	1	264.36	264.36
Caja de distribución de concreto de 2500 psi ref. +pared de ladrillo cuartero de1.30mx0.90mh=0.60m	c/u	1	8,270.68	8,270.68
Caja de registro de concreto de 2500 psi ref+concreto de 3000psi+pared ladrcuart 0.75x0.75, h=0.65	c/u	1	4,058.75	4,058.75
Respiradero de tubo de ho. Go. Diám. = 3"	c/u	1	2,095.49	2,095.49
Union dresser de hierro fundido diám.=3"	c/u	1	2,746.67	2,746.67

Fuente y obras de toma	Global	cant.	C$	751,713.05
Niveleta sencilla l=1.10 m	c/u	6	100.00	600.00
Excavación manual en terreno natural	m^3	182.4	21.00	3,830.40
Arena de rio cribada para filtro 0.50mm	m^3	114	500.00	57,000.00
Arena de rio cribada para filtro 0.20mm	m^3	45.6	500.00	22,800.00
Arena de rio cribada para filtro 0.10mm	m^3	22.8	500.00	11,400.00
Tubería de pvc diám.=6" (sdr-17) (no incl. Excavación)	ml	12	4,065.00	48,780.00
Tubería de pvc diám.=8" (sdr-17) (no incl. Excavación)	ml	4	7,275.00	29,100.00
Tee reductora lisa de pvc de 8"x8"x6"(s40)	ml	7	2,350.00	16,450.00
Tapón hembra liso de pvc diám.=4"	m^3	70	195.00	13,650.00
Válvula de hierro fundido diám. = 6" (incl. Excavación y bloque de reacción)	c/u	1	10,150.00	10,150.00
Tubería de hierro galvanizado diám.=6" (no incl. Excavación) (incl. Bloque de	ml	6	2,780.00	16,680.00
Codo de hierro galvanizado de 6" x 90°	c/u	2	1,550.00	3,100.00
Adaptador hembra de pvc diám.=6"	c/u	1	405.00	405.00
Niveleta sencilla l=1.10 m	c/u	30	100.00	3,000.00
Excavación manual en terreno natural	m^3	75	105.47	7,910.25
Relleno y compactación (con vibro compactadora manual)	m^3	45	283.24	12,745.80
Mezcla manual de suelo cemento proporción 1:8 (c:s) (1 de cemento y 8 de suelo)	m^3	38	1,344.00	51,072.00
Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) diám. <= al no. 4	Lbs	45.9	24.00	1,101.60
Concreto ciclópeo	m^3	12	2,226.00	26,712.00
Fundir concreto en cualquier elemento	m^3	12	324.00	3,888.00
Formaleta para muros	m^2	18	245.00	4,410.00
Piqueteo total en concreto fresco	m^2	22	32.00	704.00
Repello corriente	m^3	12	120.00	1,440.00
Fino corriente	m^2	12	157.00	1,884.00
Empedrado (manualmente) con piedra bolon clasificada más junta de concreto	m^3	15	900.00	13,500.00

Obras de protección (cárcamo de bombeo)	Global	cant.	C$	202,212.74
Niveleta sencilla l=1.10 m	c/u	25	100.00	2,500.00
Excavación manual en terreno natural	m^3	32	105.47	3,375.04
Mezcla manual de suelo cemento proporción 1:8 (c:s) (1 de cemento y 8 de suelo)	m^3	13	1,344.00	17,472.00
Relleno y compactación manual	m^3	13	84.90	1,103.70
Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) diám. <= al no. 4	Lbs	2,700.00	24.00	64,800.00
Concreto de 3,000 psi (mezclado a mano)	m^3	25	2,226.00	55,650.00
Fundir concreto en cualquier elemento	m^3	23	324.00	7,452.00
Formaleta para muros	m^2	90	245.00	22,050.00
Piqueteo total en concreto fresco	m^2	90	32.00	2,880.00
Repello corriente	m^3	90	120.00	10,800.00
Fino corriente	m^3	90	157.00	14,130.00
Obras varias (descarga de lodos)	Global	cant.	C$	39,896.00
Tubería de hierro galvanizado diámetro=4" (no incl. Excavación) (incl. Bloque)	ml	18	1,714.00	30,852.00
Bloque de concreto de 3000 psi sin ref.de ancho=0.45m, largo=0.65m, alto=0.55m,(noincl.exc.)	c/u	1	7,800.00	7,800.00
Codo de hierro galvanizado de 4" x 90°	c/u	1	1,244.00	1,244.00
Análisis de calidad del agua	Global	cant.	C$	10,328.77
Análisis físico químico (inl. Nitrógeno y compuesto) amoniaco y cianuros) de 1(una) muestra de agua para agua potable	c/u	1	6,493.65	6,493.65
Análisis bacteriológico completo (bacterias coliformes y e coli) de 1 muestra de agua para agua potable	c/u	1	1,816.64	1,816.64
Análisis de arsénico de 1(una) muestra de agua	c/u	1	2,018.48	2,018.48
Estacion bombeo-agua potable	Global	cant	C$	2,440,576.95
Excavación manual en terreno natural	m^3	28.25	116.29	3,285.19
Concreto de 3,000 psi (con mezcladora)	m^3	11.47	4,780.83	54,836.12
Fundir concreto en cualquier elemento	m^3	356.81	290.30	103,581.94
Hierro (en varillas) corrugado (grado 40) diám. <= al no. 4	Lbs	2,383.74	33.24	79,235.52
Formaleta para muros	m^2	37.84	397.55	15,043.29
Botar (con camión plataforma) tierra sobrante de excavación a 1 km (carga manual)	m^3	28.25	85.79	2,423.57

Estacion bombeo-agua potable	Global	cant.	C$	
Repello y fino corriente	m²	37.84	343.23	12,987.82
Tapa de acero (a-36) para boca de visita (incluye 2 candados mediano) (sin. Pintura)	c/u	1	14,137.59	14,137.59
Bomba sumergible de 10 hp	c/u	2	185,000.00	370,000.00
Bomba sumergible de 25 hp	c/u	2	377,610.00	755,220.00
Arrancador suave con sus protecciones	c/u	1	235,477.00	235,477.00
Tubería sección circular de hierro galvanizado diám.=6" (no incl. Excavación)	ml	8.5	3,506.41	29,804.49
Tee de hierro galvanizado diám.=6" x 6" x 6"	c/u	1	8,577.42	8,577.42
Sarta de tubería de hierro fundido dúctil diám.=6"(incl.1 válvula de alivio de ho.fo.diám.=4"+1 válvula de compuerta ho.fodiám.=6"+medidor de ho.diá6"	c/u	1	389,475.00	389,475.00
Instalaciones eléctricas	Global	1	5,000.00	5,000.00
Caseta del operador	m²	3	1,200.00	3,600.00
Caseta de mampostería confinada +cubierta techo zinc,a= 3.95 mx2.85m	c/u	1	357,892.00	357,892.00
Conexiones (568 intradomiciliarias + 8 institucionales)	**Global**			**5,593,427.49**
Medidor de agua potable diám.=½" con 2 adaptadores (no incl. Caja) domiciliar	c/u	576	1,572.25	905,616.00
Conexión domiciliar de patio con tubo de pvc diám.= ½" (sdr-13.5) (no incluye medidor) (incl. Exc)	c/u	576	5,308.68	3,057,799.68
Caja prefabricada de concreto para medidor de agua potable para uso domiciliar	c/u	576	958.89	552,320.64
Válvula de compuerta de bronce diám.=½"	c/u	576	1,162.76	669,749.76
Limpieza manual final	m²	18,517.54	22.03	407,941.41
Planta de tratamiento de agua potable compacta (PTAPC)	**Global**			**5,181,148.26**
Planta de tratamiento de agua potable compacta suministro e instalación y puesta en macha	Global	1	5,181,148.26	5,181,148.26
Subtotal	**C$**			**68,593,234.82**
Iva C$	**C$**			**10,288,985.22**
Total, NIO	**C$**			**78,882,220.04**
Total, USD	**$**			**2,154,074.82**

Foto 1 Escuela de riscos de oro



Foto 2 Escuela el Black 1



Foto 3 Escuela Pueblo Santo



Foto 4 Comunidad Riscos de Oros



Foto 5 Parte de las 5 comunidades








XXX

Foto 6 Fuente de obra de Captación



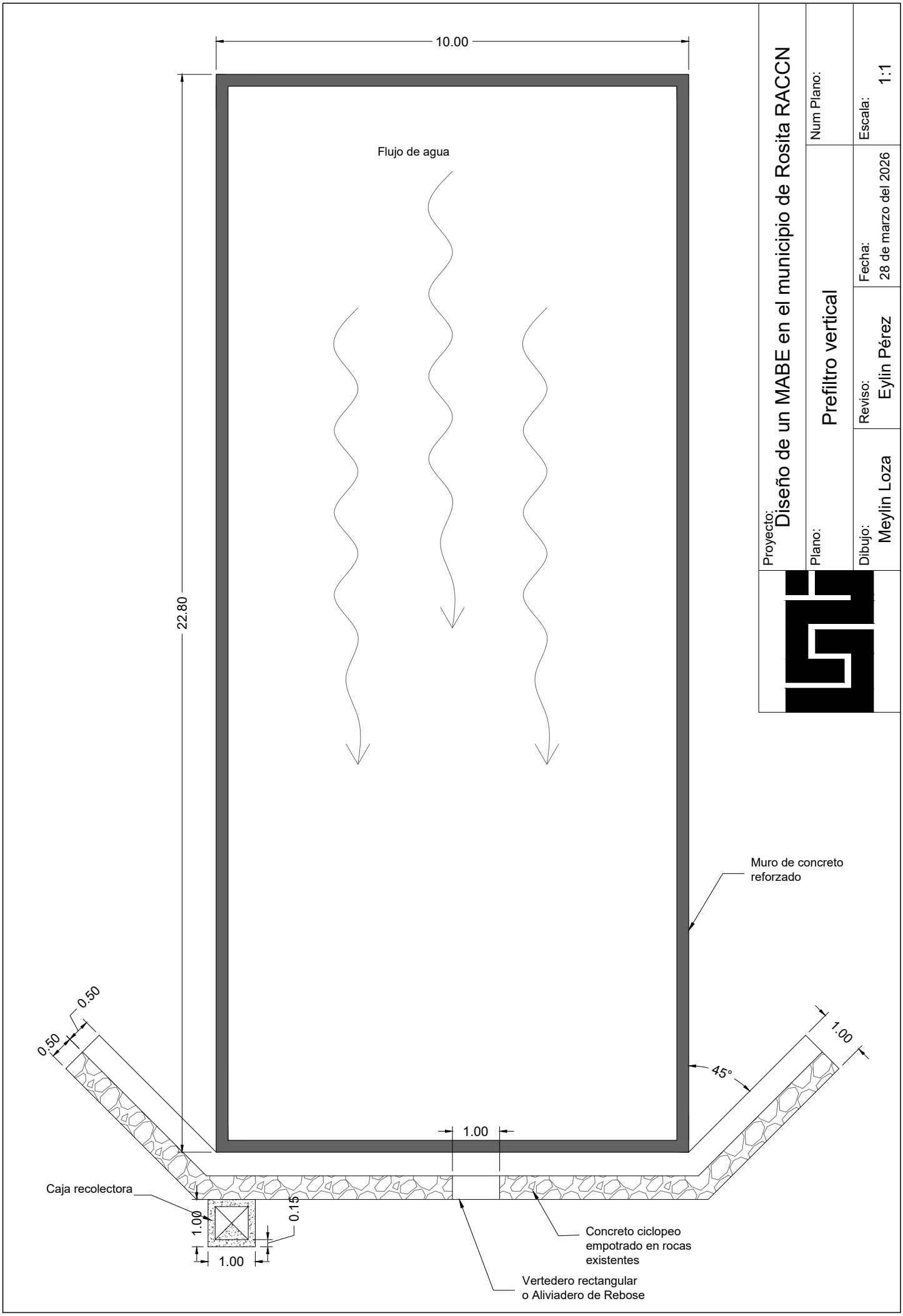


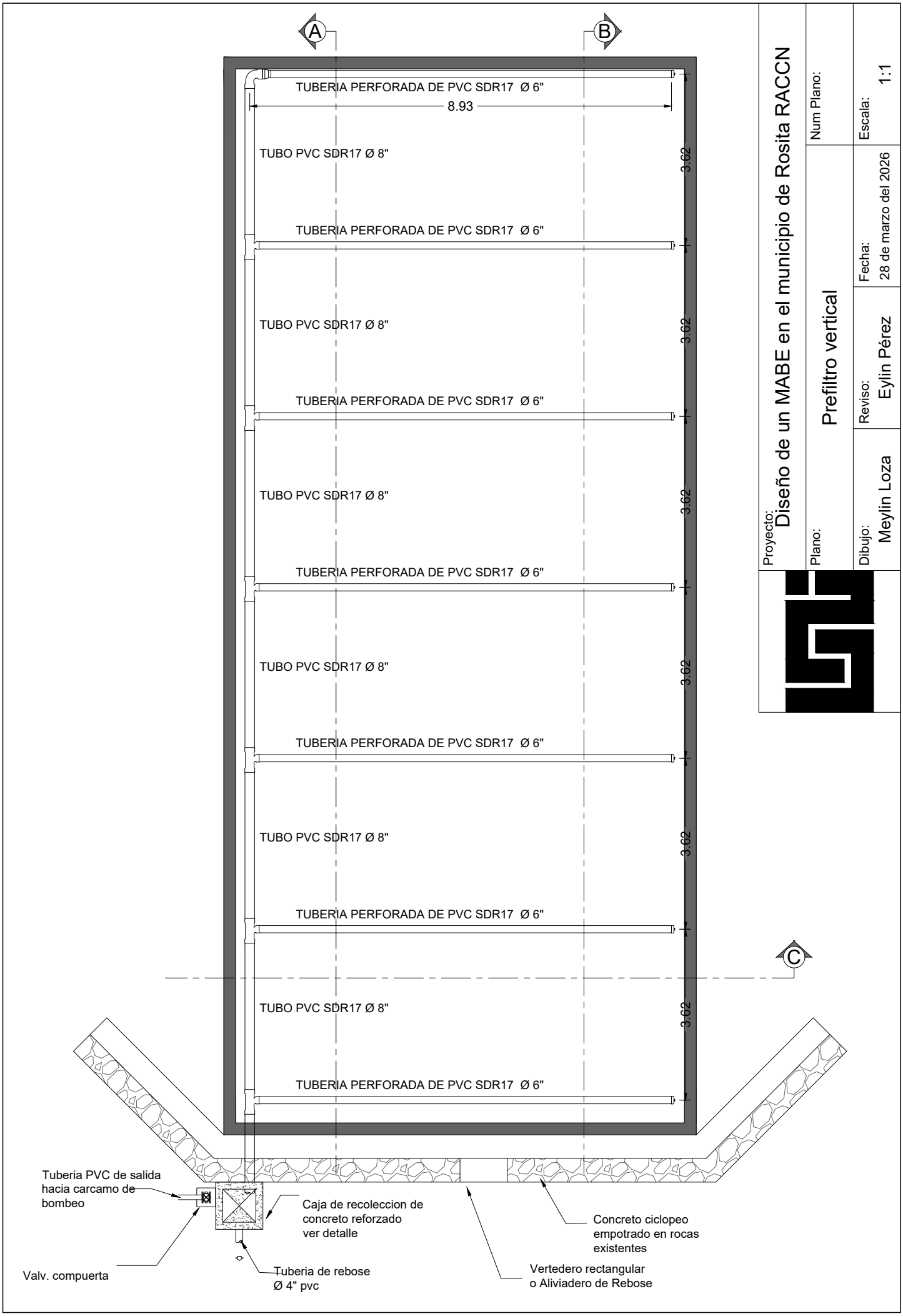


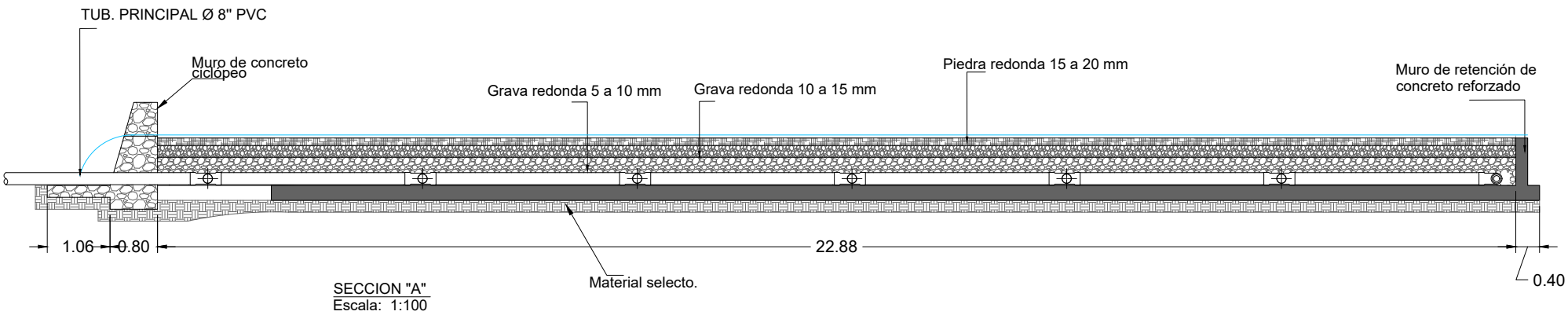




Anexo 14 Planos del proyecto

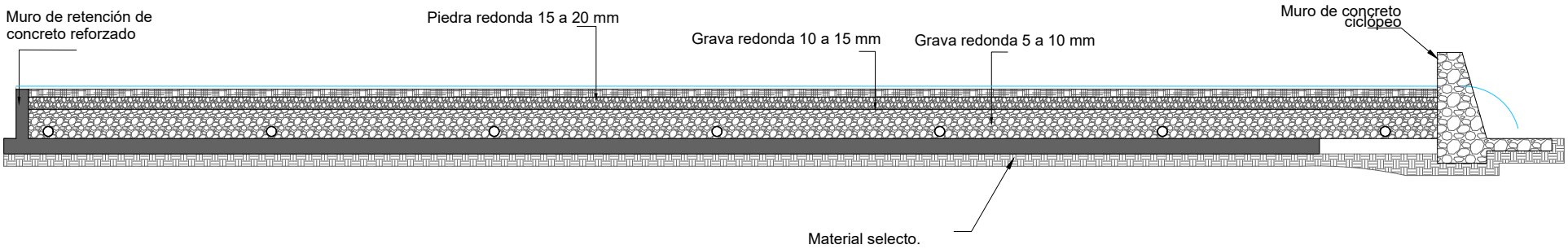

10.00
22.80
Flujo de agua
Muro de concreto reforzado
0.50
0.50
1.00
45°
1.00
Caja recolectora
1.00
0.15
1.00
Concreto ciclopeo empotrado en rocas existentes
Vertedero rectangular o Aliviadero de Rebose
Proyecto:
Diseño de un MABE en el municipio de Rosita RACCN
Plano:
Prefiltro vertical
Num Plano:
Escala:
1:1
Fecha:
28 de marzo del 2026
Reviso:
Eylin Pérez
Dibujo:
Meylin Loza


A
B
C
TUBERIA PERFORADA DE PVC SDR17 Ø 6"
8.93
TUBO PVC SDR17 Ø 8"
3.02
TUBERIA PERFORADA DE PVC SDR17 Ø 6"
TUBO PVC SDR17 Ø 8"
3.02
TUBERIA PERFORADA DE PVC SDR17 Ø 6"
TUBO PVC SDR17 Ø 8"
3.02
TUBERIA PERFORADA DE PVC SDR17 Ø 6"
TUBO PVC SDR17 Ø 8"
3.02
TUBERIA PERFORADA DE PVC SDR17 Ø 6"
TUBO PVC SDR17 Ø 8"
3.02
TUBERIA PERFORADA DE PVC SDR17 Ø 6"
TUBO PVC SDR17 Ø 8"
3.02
TUBERIA PERFORADA DE PVC SDR17 Ø 6"
Tuberia PVC de salida hacia carcamo de bombeo
Caja de recoleccion de concreto reforzado ver detalle
Concreto ciclopeo empotrado en rocas existentes
Valv. compuerta
Tuberia de rebose Ø 4" pvc
Vertedero rectangular o Aliviadero de Rebose
Proyecto:
Diseño de un MABE en el municipio de Rosita RACCN
Plano:
Prefiltro vertical
Num Plano:
Escala:
1:1
Fecha:
28 de marzo del 2026
Reviso:
Eylin Pérez
Dibujo:
Meylin Loza



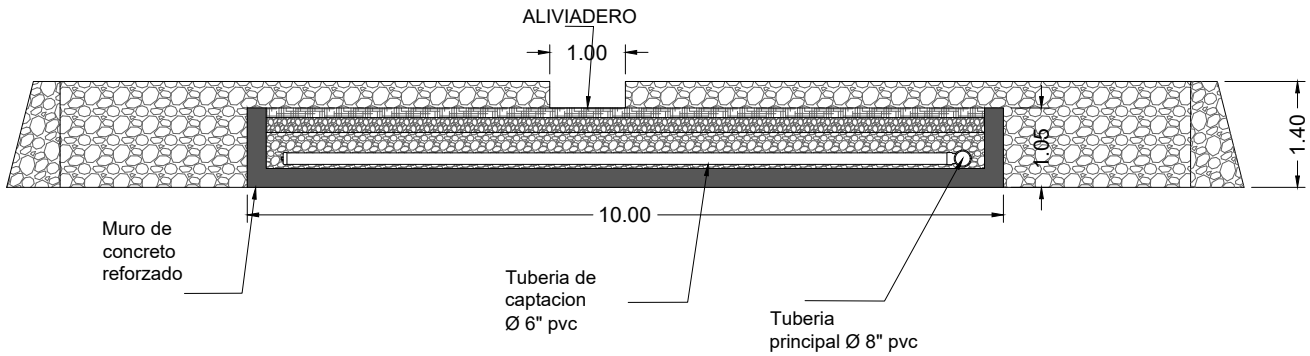
SECCION "A"
Escala: 1:100

	Proyecto: Diseño de un MABE en el municipio de Rosita RACCN			
	Plano: Prefiltro vertical			Num Plano:
	Dibujo: Meylin Loza	Reviso: Eylin Pérez	Fecha: 28 de marzo del 2026	Escala: 1:1



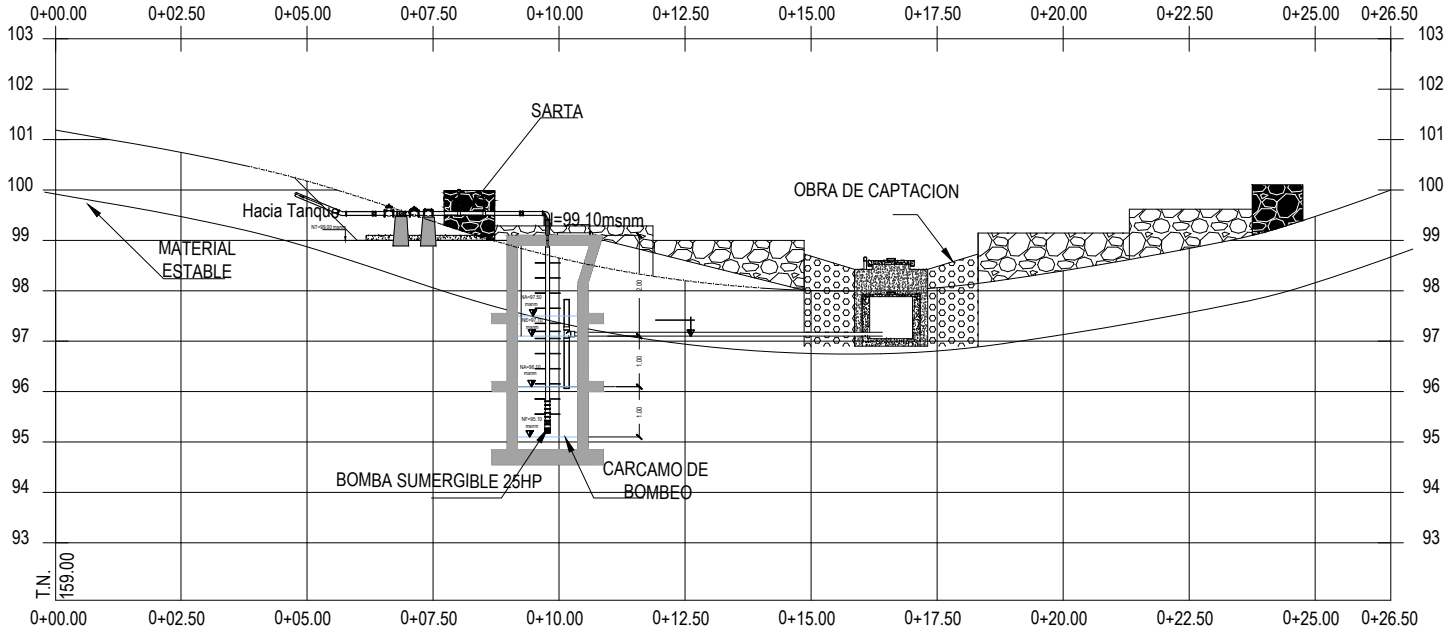
SECCION "B"
Escala: 1:100

	Proyecto: Diseño de un MABE en el municipio de Rosita RACCN			
	Plano: Prefiltro vertical			Num Plano:
	Dibujo: Meylin Loza	Reviso: Eylin Pérez	Fecha: 28 de marzo del 2026	Escala: 1:1

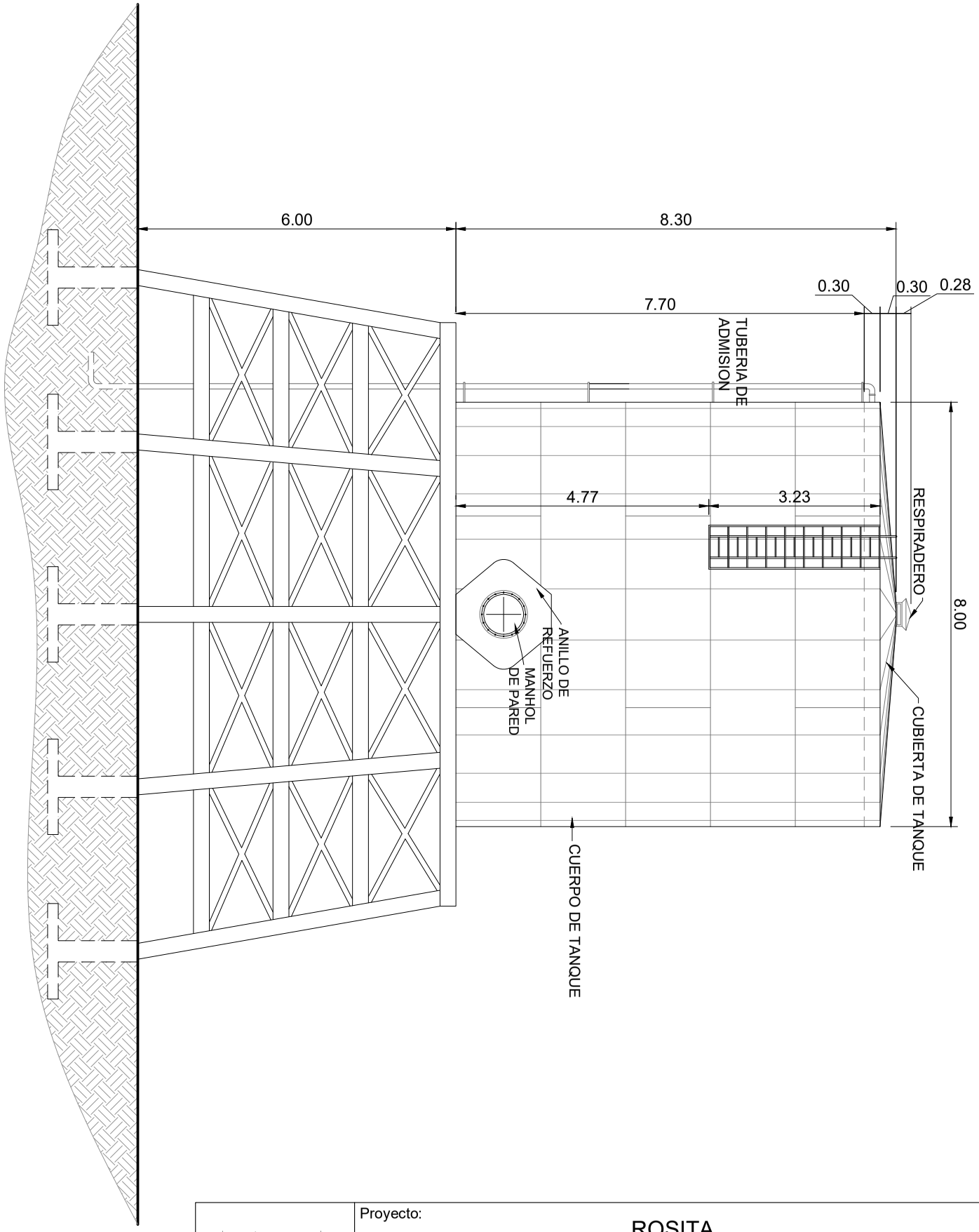


SECCION "C"
Escala 1:100

	Proyecto: Diseño de un MABE en el municipio de Rosita RACCN			
	Plano: Prefiltro vertical			Num Plano:
	Dibujo: Meylin Loza	Reviso: Eylin Pérez	Fecha: 28 de marzo del 2026	Escala: 1:1



	Proyecto: Diseño de un MABE en el municipio de Rosita RACCN			
	Plano: Cárcamo de bombeo			Num Plano:
	Dibujo: Eylin Pérez	Reviso: Meylin Loza	Fecha: 28 de marzo del 2026	Escala: 1:150



	Proyecto: ROSITA			
	Plano: TANQUE DE ALMACENAMIENTO			Num Plano:
	Dibujo: Scarleth Cerda	Reviso: Meylin Loza	Fecha: 24 de marzo del 2026	Escala: 1:100

Universidad Nacional de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
UNI
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	6A9DA075		
NOMBRE	LOZA CALDERÓN MEYLIN MARÍA		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	**SEXO**	F
AÑO MATRICULADO	6	**GRUPO**	D1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	**AÑO ING. EDUC. SUP**	17

AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
6	D1FCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en https://singu.setec.edu.ni/

Correo:
Clave:

FECHA: 19/03/2026 10:54:59

Creado Por: ETORRES
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:
-- NUEVO INGRESO 2026:
--PRESENCIAL: LUNES 2 DE FEBRERO
--SABATINO: SÁBADO 31 DE ENERO
--DOMINICAL: DOMINGO 1 DE FEBRERO
--REINGRESO 2026:
-- CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD (II AÑO - VI AÑO): LUNES 26 DE ENERO.
--PRESENCIAL: 9 DE MARZO
--SABATINO: 7 DE MARZO
--DOMINICAL: 8 DE MARZO

Universidad Nacional de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
UNI
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	6B5298E0		
NOMBRE	PÉREZ DÍAZ EYLIN JOHANA		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Matutino	**SEXO**	F
AÑO MATRICULADO	6	**GRUPO**	D1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	**AÑO ING. EDUC. SUP**	17

AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
6	D1FCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en https://singu.setec.edu.ni/

Correo:
Clave:

FECHA: 19/03/2026 11:05:00

Creado Por: ETORRES
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:
-- NUEVO INGRESO 2026:
--PRESENCIAL: LUNES 2 DE FEBRERO
--SABATINO: SÁBADO 31 DE ENERO
--DOMINICAL: DOMINGO 1 DE FEBRERO
--REINGRESO 2026:
-- CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD (II AÑO - VI AÑO): LUNES 26 DE ENERO.
--PRESENCIAL: 9 DE MARZO
--SABATINO: 7 DE MARZO
--DOMINICAL: 8 DE MARZO

Universidad Nacional de Ingeniería

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
UNI
RECINTO UNIVERSITARIO SIMÓN BOLÍVAR

MATRICULA ORDINARIA CURSO 2026 SEMESTRE 1

CÓDIGO DE ESTUDIANTE	6A065BD1		
NOMBRE	CERDA ALEMAN SCARLETH NINOSKA		
ÁREA/CUR	DIRECCIÓN ÁREA DE CONOCIMIENTO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN		
CARRERA	Ingeniería Civil		
TURNO	Diurno	**SEXO**	F
AÑO MATRICULADO	6	**GRUPO**	D1FCE-CIV-S
SIT. ESC	REINGRESO	**AÑO ING. EDUC. SUP**	15

AÑO	GRUPO	ASIGNATURA
6	D1FCE-CI	FORMA DE CULMINACIÓN DE ESTUDIOS

LAS ASIGNATURAS MARCADAS CON (*) SON LLEVADAS POR TERCERA VEZ.
Para Consultar Informe de Calificaciones en https://singu.setec.edu.ni/

Correo:
Clave:

FECHA: 20/03/2026 01:16:01

Creado Por: BTORREZ1
Actualizado Por:

INICIO DE CLASES:
-- NUEVO INGRESO 2026:
--PRESENCIAL: LUNES 2 DE FEBRERO
--SABATINO: SÁBADO 31 DE ENERO
--DOMINICAL: DOMINGO 1 DE FEBRERO
--REINGRESO 2026:
-- CARRERAS DE CIENCIAS DE LA SALUD (II AÑO - VI AÑO): LUNES 26 DE ENERO.
--PRESENCIAL: 9 DE MARZO
--SABATINO: 7 DE MARZO
--DOMINICAL: 8 DE MARZO

Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaria Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

MEYLIN MARIA LOZA CALDERON

Carnet: **2017-1263U**, Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del **Programa Académico de Ingeniería Civil** en el **I Semestre del 2022,** quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como **INGENIERO CIVIL.**

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los doce días del mes de marzo del año dos mil veintiséis.

Atentamente

Secretaría Académica
REPÚBLICA DE NICARAGUA

MSc. Beatriz de los Ángeles Torrez Rodríguez
Secretaria Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

Teléfono (505) 8379 8901

Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua. Apdo.5595

beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni

Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaria Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

EYLIN JOHANA PEREZ DIAZ

Carnet: **2017-1264U**, Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del **Programa Académico de Ingeniería Civil** en el **I Semestre del 2022,** quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como **INGENIERO CIVIL.**

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los doce días del mes de marzo del año dos mil veintiséis.

Atentamente,

Secretaría Académica
REPÚBLICA DE NICARAGUA
SA - DACAC - UNI

MSc. Beatriz de los Ángeles Tórrez Rodríguez
Secretaria Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

Teléfono (505) 8379 8901

Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua. Apdo.5595

beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni

Secretaría Académica de
Área de Conocimiento
Arquitectura y Construcción

CONSTANCIA DE CULMINACION DE ESTUDIOS

La suscrita Secretaria Académica del Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción, de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), hace constar que:

SCARLETH NINOSKA CERDA ALEMAN

Carnet: **2015-0854U**, Con plan de Estudios **2015**, de conformidad con el Reglamento Académico vigente, ha aprobado las asignaturas del **Programa Académico de Ingeniería Civil** en el **I Semestre del 2021,** quedando pendiente la realización de una de las formas de culminación de estudio que lo acredite como **INGENIERO CIVIL.**

Se extiende la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

Dado en la ciudad de Managua, a los doce días del mes de marzo del año dos mil veintiséis.

Atentamente,

Secretaría Académica · REPÚBLICA DE NICARAGUA · SA · DACAC · UNI

MSc. Beatriz de los Ángeles Torrez Rodríguez
Secretaria Académica
Área de Conocimiento Arquitectura y Construcción

CC: Archivo

Teléfono (505) 8379 8901

Recinto Universitario Simón Bolívar RUSB
Avenida Universitaria.
Managua, Nicaragua. Apdo.5595

beatriz.torrez@uni.edu.ni
www.registro.uni.edu.ni