

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA, MANAGUA**  
**UNAN – MANAGUA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS**  
**CENTRO UNIVERSITARIO DE DESARROLLO EMPRESARIAL - PROCOMIN**



**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE MÁSTER EN PROYECTOS DE  
INVERSIÓN**

**TEMA:**

EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE LA CONQUISTA, DEPARTAMENTO DE CARAZO, EN EL PERÍODO JUNIO 2020 A SEPTIEMBRE 2021.

**MAESTRANDO:**

ING. HENRY ANTONIO ABURTO RIVERA

**TUTOR:**

JUAN DE DIOS LOAISIGA

MANAGUA, SEPTIEMBRE 2021

## **i Dedicatoria**

La vida se resume en los hechos y acciones que el ser humano realiza, el aprendizaje es un camino donde se encuentran muchos obstáculos para culminar, mismos que muchas veces nos ayudan a tener mucha determinación en el proceso de formación, es por ello que dedico este logro primeramente a Dios, ya que siempre estuvo ahí, cuando el llegar al final del camino se veía lejos, su presencia me sostuvo en pie para continuar.

A ti Dios padre ser maravilloso que me diste este logro, al haberme dado las habilidades y destrezas que fueron necesarias para culminar con éxito este proceso de formación profesional.

A mis padres, que me han brindado su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, les dedico este logro, con mucho cariño.

## **ii Agradecimientos**

Infinitas gracias a Dios Padre Todo Poderoso por haberme permitido culminar con éxito una de mis metas propuestas en el ámbito profesional, porque sin su ayuda esto no hubiese sido posible ya que de Él depende todo lo que hago, Él es quien me dio la sabiduría y la fortaleza para llegar al final de este camino.

A mis padres Henry Aburto y Juana Rivera, ya que ellos fueron mi motor para lograr la culminación de este proceso formación profesional con éxito, me enseñaron a enfrentarme a la vida con determinación y confianza en mí mismo y que todo en la vida se consigue con mucho esfuerzo y dedicación, recordándome siempre que depositara en las manos de Dios todo en lo que emprendiera, porque sin su cobertura nada es posible y ante todo, ser una persona humilde siempre. Me guiaron por el buen camino, siempre creyeron en mí y en mis capacidades y competencias profesionales, he llegado hasta aquí, gracias siempre a sus excelentes y constantes consejos.

A mis compañeros de maestría, por haberme brindado su buena compañía en este proceso, que no solamente fue de formación, sino también de conocernos entre sí, y unir fuertes lazos de amistad, que seguramente van a perdurar en el tiempo.

Al excelente maestro Juan de Dios Loaísiga, por su buena disposición en brindarme sus valiosos conocimientos para concluir con éxitos esta tesis.

**Henry Aburto Rivera**

### iii. Carta Aval del tutor

Máster

**RAMFIS MUÑOZ TINOCO**

Director

CUDECE-PROCOMIN

UNAN-Managua

Su Despacho

Estimado Maestro Muñoz:

En cumplimiento del Artículo 97, 20 inciso a y b y 101 del Reglamento de sistema de estudios de posgrado y educación continua SEPEC-MANAGUA, aprobado por el Consejo Universitario en sesión No. 21-2011 del 07 de octubre del 2011.

Por este medio dictamino en informe final de investigación de tesis para su defensa titulada: **“EVALUACIÓN DE LA FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE DEL MUNICIPIO DE LA CONQUISTA, DEPARTAMENTO DE CARAZO, EN EL PERÍODO JUNIO 2020 A SEPTIEMBRE 2021”**. Realizada por el Ing.: **HENRRY ANTONIO ABURTO RIVERA**, como requisito para optar al título de Máster en Proyectos de Inversión, cumple con los requisitos establecidos en este reglamento.

Como tutor de tesis del Ing.: **HENRRY ANTONIO ABURTO RIVERA** considero que contiene los elementos científicos, técnicos, y metodológicos necesarios para ser sometidos a Defensa ante el Tribunal Examinador.

El trabajo del Ing.: **HENRRY ANTONIO ABURTO RIVERA**, se enmarca en las líneas de investigación del programa de Maestría referido a la solución de **“Viabilidad del proyecto”**.

Dado en la ciudad de Managua a los veinte días del mes de septiembre del dos mil veintiuno.

---

**MSc. Juan de Dios Loáisiga Arévalo**

**Tutor**

#### **iv. Resumen**

En el presente documento se evaluó la factibilidad técnica y económica del proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo; realizando diagnóstico del área de influencia, del servicio agua potable y de los involucrados, así mismo, el análisis de demanda y oferta, para efecto de estimación de la cobertura del proyecto; analizando el tamaño, localización, y tecnología a utilizar, para la toma decisiones en relación a los aspectos técnicos del proyecto, además se estimaron los costos de inversión, gastos de operación y mantenimiento del proyecto, para la evaluación en términos económicos y financieros el proyecto de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable.

La metodología empleada para llevar a cabo el presente estudio consistió en identificar el proyecto a través de: la identificación del problema, el diagnóstico de la situación actual, análisis del problema y de los objetivos del proyecto; por otro lado, se realizará la formulación del proyecto, analizando la demanda y la oferta, para realizar un balance de oferta y demanda, obteniendo alternativas de solución para poder estimar los costos del proyecto en base a ésta. Así mismo, se evaluará el proyecto, para conocer si es factible, desde el punto de vista técnico y económico.

Dentro de las principales conclusiones se determinó, que el período del sistema actual ya caducó, que por tanto presenta déficit y como consecuencias son las pérdidas de la cantidad producidas por las fuentes de abastecimiento actuales, por tanto, el municipio de La Conquista presenta las características óptimas para ejecutar la propuesta de proyecto, ya que al realizar la evaluación económica y financiera, se concluyó que el proyecto es socialmente rentable, por lo que se recomienda su ejecución.

## Índice

I. Introducción .....	1
1.1 Antecedentes.....	3
1.1.1 Antecedentes Históricos .....	3
1.1.2 Marco legal del sector agua potable y alcantarillado. ....	5
1.2 Justificación .....	8
1.3 Planteamiento del problema .....	8
1.4 Formulación del problema.....	9
II. Objetivos .....	10
2.1 Objetivo General.....	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
III. Marco Teórico .....	11
3.1 Marco legal. ....	11
3.2 Descripción técnica de los sistemas de agua potable y saneamiento.....	12
Antecedentes del agua. ....	12
3.4.1 Parámetros físicos-químicos del agua. ....	13
3.4.2 Cantidad. ....	14
3.4.3 Tecnologías. ....	15
3.4.4 Usos. ....	15
3.5 Finanzas .....	15
3.6 Proyectos.....	16
3.1 Sistema de abastecimiento de agua potable.....	17
3.1.1 Generalidades .....	17
3.1.2 Partes de un sistema de agua potable y características .....	18
3.1.3 Fuente de Abastecimiento .....	18
3.1.3.1 Tipos de fuentes.....	18
3.1.4 Obras de captación.....	18
3.1.4.1 Captación de aguas subterráneas .....	19
3.1.5 Estación de Bombeo .....	20
3.1.5.1 Partes que consta una estación de bombeo.....	21

3.1.5.2	Diseño de estaciones de bombeo de pozo tipo profundo.....	21
3.1.6	Líneas de conducción .....	22
3.1.6.1	Líneas de conducción por gravedad .....	23
3.1.6.2	Líneas de conducción por bombeo .....	24
3.1.6.3	Carga disponible o diferencia de elevación .....	24
3.1.6.4	Sobrepresión por golpe de Ariete .....	24
3.1.7	Redes de distribución.....	24
3.1.7.1	Definición y Generalidades .....	24
3.1.7.2	Tipos de redes.....	25
3.1.8	Almacenamiento.....	26
3.1.8.1	Funciones.....	26
3.1.9	Tratamiento.....	26
IV.	Preguntas directrices.....	26
V.	Operacionalización de variables .....	28
VI.	Diseño Metodológico .....	29
6.1	Tipo de Estudio.....	29
6.2	Tipo de Enfoque .....	29
6.3	Población .....	30
6.4	Muestra .....	31
6.5	Aspectos metodológicos.....	31
6.5.1	Instrumentos .....	31
VII.	Análisis de Resultados .....	32
7.1	Diagnóstico del área de influencia.....	32
7.1.1	Ubicación del municipio.....	32
7.1.2	Límites .....	32
7.1.3	Coordenadas .....	32
7.1.4	Longitud y Latitud .....	33
7.1.5	Extensión Territorial.....	33
7.1.6	Ubicación Respecto a Managua .....	34
7.1.7	Temperatura Media Anual.....	34
7.1.8	Zonas climáticas .....	34

7.1.9 Precipitaciones Anuales Promedio .....	34
7.1.10 Hidrogeología .....	34
7.1.11 Topografía .....	34
7.1.12 Suelos.....	35
7.2 Diagnóstico de los involucrados.....	36
7.3 Diagnóstico del servicio de agua potable .....	36
7.4 Análisis del problema (árbol de problemas).....	37
7.5 Análisis de objetivos del proyecto (árbol de objetivos) .....	38
7.6 Alternativas de solución .....	39
7.6.1 Identificación de las acciones.....	39
7.6.2 Alternativas de solución .....	39
7.7 Estudio socio-económico.....	40
7.7.1 Datos personales de los encuestados .....	40
7.7.2 Condiciones de la vivienda.....	42
7.7.3 Situación económica de la familia.....	46
7.8 Análisis final de la encuesta .....	48
7.9 Análisis de la demanda.....	48
7.9.1 Estudio de Población .....	48
7.9.2 Tasa de Crecimiento .....	49
7.5.3 Proyección de población.....	49
7.5.4 Dotación.....	50
7.5.5 Variaciones de consumo.....	51
7.10 Análisis de la oferta .....	52
7.10.1 Almacenamiento.....	52
7.10.2 Fuente de Abastecimiento .....	53
7.10.3 Estación de Bombeo .....	54
7.10.4 Línea de conducción.....	54
7.10.5 Red de Distribución.....	55
7.10.6 Tratamiento del agua .....	56
7.11 Balance oferta-demanda por elemento del sistema de agua existente.....	57
7.12 Sistema de Agua Potable proyectado .....	57

7.12.1	Conceptualización del Proyecto .....	57
7.12.2	Proyección de población y consumos.....	58
7.12.3	Fuente de abastecimiento.....	60
7.12.4	Estación de Bombeo .....	61
7.12.5	Línea de Conducción.....	62
7.12.6	Tanque de almacenamiento .....	65
7.12.7	Red de distribución.....	66
7.9	Evaluación del proyecto .....	68
7.9.1	Situación sin proyecto .....	68
7.9.2	Situación ‘con proyecto’ .....	71
7.9.3	Evaluación del proyecto .....	74
VIII.	Conclusiones.....	78
IX.	Recomendaciones.....	79
X.	Bibliografía .....	80
XI.	Anexos.....	83

## **I. Introducción**

Proveer una adecuada cantidad de agua ha sido un asunto que ha inquietado desde los principios de la civilización; aún en las antiguas ciudades los abastecimientos locales eran con frecuencia inadecuados. La dotación de una cantidad adecuada de agua respondía solo a una parte de la necesidad debido a que la mayoría de las fuentes no eran aptas para consumo.

El recurso agua es el vital líquido para la supervivencia de los seres humanos, actualmente existe una crisis mundial de escases de la sustancia, problema que se presenta en el municipio de La Conquista departamento de Carazo, por tanto, se evaluará la factibilidad técnica y económica del proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo, en el período junio 2020 a septiembre 2021.

El presente estudio consiste en conocer la viabilidad técnica y económica del proyecto, en el periodo determinado. Se plantea la metodología a utilizar para dar respuesta a la temática abordada, tomando en cuenta los criterios y parámetros de diseño establecidos en la Norma Técnica para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua, para el análisis de demanda y oferta; las características propias del municipio, para el análisis del tamaño, localización, y tecnología; así mismo, la metodología de cálculo para estimación de costos de inversión, gastos de operación y mantenimiento del proyecto.

Finalmente se evaluará en términos económicos y financieros el proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para conocer si es viable realizar la inversión, o si debe postergarse.

La presente tesis, está conformada por once acápites los cuales se indican a continuación:



Acápite I. Introducción, donde se describen los antecedentes históricos y de campo, la justificación del tema, el planteamiento y formulación del problema. Acápite II. Objetivos, se presentan los objetivos generales y específicos, mismos que dan respuestas al problema planteado en el acápite anterior. Acápite III. Marco teórico, donde se detalla toda la teoría relacionada con el tema en estudio. Acápite IV. Preguntas directrices, se enlistan una serie de preguntas dirigidas a dar respuestas a la problemática planteada, con base a los objetivos específicos. Acápite V. Operacionalización de variables, donde se muestran los indicadores que permitirán realizar la medición de las variables planteadas. Acápite VI. Diseño metodológico, se describe el proceso metodológico utilizado en la elaboración del documento y las técnicas de recopilación que permitieron cumplir con los objetivos. Acápite VII. Análisis de resultados. Según el planteamiento. Acápite VIII. Conclusiones. Puntualiza a los objetivos específicos. Acápite IX. Recomendaciones. Posterior al análisis y conclusiones de la investigación se realiza un proceso de recomendaciones. Acápite X. Bibliografía. Donde se muestra las diferentes fuentes de información, tanto de libros e internet. Acápite XI. Anexos.

## **1.1 Antecedentes**

Con el fin de obtener una perspectiva más amplia e insumos suficientes, para la elaboración de esta tesis, se procedió a consultar diferentes estudios realizados y casos relacionados a este tema.

### **1.1.1 Antecedentes Históricos**

Durante el estudio de evaluación socioeconómica de proyecto de agua potable se encontraron algunas investigaciones vinculadas al tema, entre los cuales se presentan:

Morales & Morales (2009) Argumenta que los proyectos son inversiones en renglones de capital que, de antemano, requieren un estudio cuidadoso de todas las áreas que afectará o que justifican el estudio. Y lo define como una idea que se tiene de algo que se piensa hacer y de cómo hacerlo, conjunto de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de arquitectura, ingeniería, entre otros. (p.8)

Según las Organizaciones de las Naciones Unidas para la educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2016) El agua y el empleo están intrínsecamente relacionados a varios niveles, económicos, ambientales o social. Esta edición del informe mundial del agua abre perspectivas nuevas, puesto que muestra la relación que existe entre el agua y el empleo de una manera inédita, declaró la directora general de la UNESCO, Irina Bokova.

Este análisis pone de relieve que el agua es empleo, debido a que para garantizar una gestión segura de este recurso se precisan trabajadores y, al mismo tiempo, el agua genera actividad y mejora las condiciones laborales. Desde su extracción hasta su retorno a la naturaleza, pasando por su uso, el agua es un factor clave para generar empleo.

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2013) Se denomina sistema de agua potable al conjunto de obras de aceptación, tratamiento, conducción, regulación, distribución y suministro intradomiciliar del mismo.

Según el Sistema de Inversión Pública (SNP, s. f) Los abastecimientos de agua y eliminación adecuada de aguas servidas son, sin duda, necesidades básicas y componentes esenciales de la atención primaria de la salud. Ellas pueden ayudar a reducir muchas de las enfermedades que afectan a las poblaciones menos privilegiadas, especialmente aquellas que viven en áreas rurales y urbanas marginales. (p13).

La evaluación socioeconómica de proyectos consiste en comparar los beneficios contra los costos que implican a la sociedad; es decir determinar el impacto del proyecto en el bienestar de la sociedad. La anterior definición es consistente con la contenida en los lineamientos de la unidad de inversiones de la SHCP, donde define a la evaluación socioeconómica como la evaluación del programa o proyecto desde el punto de vista de la sociedad en su conjunto, con el objeto de reconocer el efecto neto de los recursos utilizados en la producción de bienes y servicios sobre el bienestar de la sociedad. (p, 26).

Según García, V.M (2015) Proyecto es una idea de una cosa que se piensa hacer y para la cual se establece un modo determinado y un conjunto de medios necesarios. También se puede decir que es el plan de cualquier trabajo que se hace como prueba y análisis antes de darle la forma definitiva. La evaluación financiera de un proyecto de inversión es la estimación económica de una idea o plan en el cual una organización destinara recursos. (p.354).

Según León C, (2007) Un proyecto social sigue el único fin de generar un impacto en el bienestar social, generalmente en estos proyectos no se mide el retorno económico, es más importante medir la sostenibilidad futura del proyecto, es decir si los beneficiarios pueden seguir generando beneficios a la sociedad, aun cuando acabe el período de ejecución del proyecto. (p.25).

### **1.1.2 Marco legal del sector agua potable y alcantarillado.**

Ley General de Agua (2010) Define en le Arto. 19 Para los efectos de esta Ley el Poder Ejecutivo, a propuesta de la Autoridad Nacional del Agua, previa consulta con los Consejos

Regionales de las Regiones Autónomas de la Costa Atlántica y los Concejos Municipales, podrá declarar de utilidad pública:

- ✓ La adquisición o aprovechamiento de tierras, bienes inmuebles y vías de comunicación que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos;
- ✓ La protección integral de las zonas de captación de las fuentes de abastecimiento, priorizando la conservación de suelos y de los recursos forestales, mismos que deberán ser objetos de programas de reforestación. (p.19)

Ley General de Agua (2010) Argumenta en el Arto. 24 Que Se crea la Autoridad Nacional del Agua (ANA) que será el órgano descentralizado del Poder Ejecutivo en materia de agua, con personería jurídica propia, autonomía administrativa y financiera. Esta tendrá facultades técnicas- normativas, técnicas-operativas y de control y seguimiento, para ejercer la gestión, manejo y administración en el ámbito nacional de los recursos hídricos, de conformidad a la presente Ley y su Reglamento. (p.20).

Arto. 27 Las funciones técnico operativas de la ANA son, entre otras:

- ✓ Administrar y custodiar en forma integral y por cuenca las aguas nacionales que regula la presente Ley, así como preservar y controlar su cantidad y calidad. Igualmente elaborar en conjunto con MARENA y los Concejos Municipales correspondientes, los Planes de Manejo de los diferentes ecosistemas acuáticos;
- ✓ Administrar y custodiar los bienes de dominio público y las obras públicas hidráulicas del Estado, excepto las que están a cargo de otras entidades públicas o privadas y las

- de los usuarios concesionados;  Establecer, organizar y administrar el Registro Público Nacional de Derechos de Agua;
- ✓ Organizar y coordinar el Sistema de Información de los Recursos Hídricos que hagan posible determinar la disponibilidad de las aguas nacionales en cantidad y calidad, así como, el inventario de los usos y usuarios del recurso;
  - ✓ Construir, por sí o a través de contratos con terceros, las obras públicas hidráulicas a cargo del Estado;
  - ✓ Conciliar y, en su caso, servir a petición de los usuarios como árbitro en la solución de los conflictos relacionados con el agua; (p.21).
  - ✓ Formular y aplicar programas que tenga por objetivo el que todos los usuarios de aguas nacionales cuenten con medidores, dispositivos o métodos indirectos de medición volumétrica; (p.22).
  - ✓ Definir los requisitos y lineamientos para el establecimiento de Distritos y Unidades de Riego y de Drenaje. (p.23).

### **1.1.3 Antecedentes de Campo**

También se pueden mencionar trabajos de campos realizados por maestrantes en la evaluación de proyectos de inversión que han tenido un aporte significativo en la toma de decisiones para obtener una mejor evaluación técnica, económica y financiera de proyectos para la toma de decisión, a continuación, se cita:

Según Altamirano, M. C (2007) Realizar un estudio socioeconómico, biofísico y ambiental de la micro cuenca y diseñar un plan de acción participativo, que contribuya a potenciar la disponibilidad y calidad del agua en la comunidad Colonia Roque. Según las características del estudio presentan una visión científica con enfoque cuantitativo y por alcanzar el nivel de comprender la realidad de sus vivencias tiende a orientarse a la investigación cualitativa, su universo de estudio fueron las comunidades con problemas de abastecimientos de agua potable en el municipio de Tipitapa. La población fue la micro cuenca ubicada en la comunidad Colonia Roque. El agua del acuífero se considera de excelente calidad para consumo humano, al menos desde el punto de vista físico químico, no se detectó ningún plaguicida, ni metal pesado. Se recomienda la utilización de manuales de

proyectos rurales de agua y otros tipos de proyectos, como herramienta esencial que contribuya a lograr un cambio en la participación de los comunitarios.

Molina, G. R (2012) Elaborar un proyecto de mejoramiento del sistema de distribución de agua potable para el casco urbano de cucuyagua, copan. El estudio realizado tiene un enfoque mixto cualitativo y cuantitativo, con un diseño de investigación no experimental transaccional o transversal, sus instrumentos de estudios fue el recurso que se utilizó para registrar los datos solicitados a la población de Cucuyagua, Copan. La población de estudio son los habitantes del casco urbano de Cucuyagua que hacienden a más de 4500 personas de todas las edades. La investigación determino que es viable la elaboración de un proyecto de mejoramiento de sistema de distribución de agua en el casco urbano del municipio Cucuyagua, Copan. Capacitar a los usuarios del agua, proporcionándoles una cultura ambientalista, para mejorar el consumo y recolección, a fin de evitar fugas o pérdidas de agua.

De acuerdo a Hernández, M.V (2017) Formular una propuesta técnica, económica, financiera y social, para el diseño y construcción de una red de alcantarillado sanitario destinada a la recolección, evacuación y planta de tratamiento de aguas residuales del área urbana del Municipio de Mateare, que traiga como resultado el mejoramiento de las condiciones sanitarias de los habitantes del municipio en el año 2017. De acuerdo a los factores utilizados para la conversión de este flujo es notorio señalar que aquellos rubros que requieren equipamiento técnico tienen los valores más elevados debido a lo caro de los avances tecnológicos, no a si como es el caso de la mano de obra no calificada y agrícola tienen los valores porcentuales más bajos lo que resulta atractivo a los inversionistas para la apertura empresas en nuestro país.

La formulación de una propuesta técnica, económica, financiera y social, para el diseño y construcción de una red de alcantarillado sanitario destinada a la recolección, evacuación y planta de tratamiento de aguas residuales del área urbana del Municipio de Mateare, que traiga como resultado el mejoramiento de las condiciones sanitarias de los habitantes del municipio en el año 2017, nos demuestra de la necesidad de la población dada

las diferentes enfermedades provocadas por la falta de una red de alcantarillado, de igual manera la opinión positiva de la población con este tipo de proyecto soporta la gestión a seguir para el financiamiento del mismo. Según la presente investigación el estudio técnico, financiero y económico son herramientas de mucha importancia a la hora de hacer una valoración de proyectos.

## **1.2 Justificación**

El propósito de la investigación evaluación de la factibilidad técnica y económica del proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo, en el período junio 2020 a septiembre 2021, es valorar la inversión social, mediante la implementación de instrumentos que proporcionen las pautas necesarias para elaboración, y ejecución de proyectos de esta índole. La aplicación de este estudio facilita la toma de decisión, para aceptar o rechazar proyectos de gran impacto en la sociedad.

La implementación del proyecto pretende mejorar la calidad de vida de las personas, caracterizadas por el déficit del servicio de agua, la acumulación y el manejo inadecuado del vital líquido, problemas significativos con la infraestructura de saneamiento, la eliminación de las aguas grises y los hábitos de higiene. Esta situación afecta tanto a la población del municipio de La Conquista, departamento de Carazo.

Esta investigación es de vital importancia ya que permitirá saber, si el proyecto es viable económicamente, ya que se conocerán los beneficios que obtendrán los beneficiarios del proyecto al mejorar su calidad de vida.

Así mismo, será de utilidad para agentes de cooperación externa que deseen financiar este proyecto de inversión social, y como guía a futuros inversionistas, maestrandos y otras localidades que deseen realizar este tipo de proyecto.

## **1.3 Planteamiento del problema**

El servicio de agua potable y el saneamiento son las principales preocupaciones de desarrollo en las comunidades a beneficiar.

**Síntomas:** Disminución del nivel de vida de los pobladores del municipio de La Conquista, debido a enfermedades de origen hídrico, por inadecuadas formas de abastecerse del vital líquido.

**Causas:** El déficit en la entrega del servicio de agua potable, obedece a la caducidad del sistema de abastecimiento de agua potable, en otras palabras, el sistema actual ya superó el período de funcionamiento para el que fue diseñado.

**Pronóstico:** Alto índice de enfermedades de origen hídrico, bajo índice de asistencia escolar, poca práctica de higiene en los hogares y escuelas, bajos ingresos para asumir costos altos por el servicio.

**Control al pronóstico:** Analizar el beneficio que se brindará a la población del municipio de La Conquista, con el proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable.

#### **1.4 Formulación del problema**

¿Cuál sería el beneficio que genere el proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo una vez que se evalúe la factibilidad técnica y económica?

¿Es factible desarrollar un proyecto de agua potable en el municipio de La Conquista?

## **II. Objetivos**

### **2.1 Objetivo General**

Evaluar la factibilidad técnica y económica del proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo, en el período junio 2020 a septiembre 2021.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar diagnóstico del área de influencia, del servicio agua potable y de los involucrados, para la identificación del problema que se pretende resolver con el proyecto.
- Realizar análisis de demanda y oferta, comparando la capacidad de los diferentes elementos del acueducto con los requerimientos de la demanda proyectada.
- Realizar análisis del tamaño, localización, y tecnología, para la toma decisiones en relación a los aspectos técnicos del proyecto.
- Realizar estimación de costos de inversión, gastos de operación y mantenimiento del proyecto.
- Evaluar en términos económicos y financieros el proyecto de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable.

### **III. Marco Teórico**

#### **3.1 Marco legal.**

Ley General de Agua (2010) Argumenta en el Arto. 24 Que Se crea la Autoridad Nacional del Agua (ANA) que será el órgano descentralizado del Poder Ejecutivo en materia de agua, con personería jurídica propia, autonomía administrativa y financiera. Esta tendrá facultades técnicas-normativas, técnicas-operativas y de control y seguimiento, para ejercer la gestión, manejo y administración en el ámbito nacional de los recursos hídricos, de conformidad a la presente Ley y su Reglamento. (p.20).

Arto. 27 Las funciones técnico operativas de la ANA son, entre otras:

- ✓ Administrar y custodiar en forma integral y por cuenca las aguas nacionales que regula la presente Ley, así como preservar y controlar su cantidad y calidad. Igualmente elaborar en conjunto con MARENA y los Concejos Municipales correspondientes, los Planes de Manejo de los diferentes ecosistemas acuáticos;
- ✓ Administrar y custodiar los bienes de dominio público y las obras públicas hidráulicas del Estado, excepto las que están a cargo de otras entidades públicas o privadas y las de los usuarios concesionados;
- ✓ Establecer, organizar y administrar el Registro Público Nacional de Derechos de Agua;
- ✓ Organizar y coordinar el Sistema de Información de los Recursos Hídricos que hagan posible determinar la disponibilidad de las aguas nacionales en cantidad y calidad, así como, el inventario de los usos y usuarios del recurso;
- ✓ Construir, por sí o a través de contratos con terceros, las obras públicas hidráulicas a cargo del Estado;
- ✓ Conciliar y, en su caso, servir a petición de los usuarios como árbitro en la solución de los conflictos relacionados con el agua; (p.21).
- ✓ Formular y aplicar programas que tenga por objetivo el que todos los usuarios de aguas nacionales cuenten con medidores, dispositivos o métodos indirectos de medición volumétrica; (p.22).
- ✓ Definir los requisitos y lineamientos para el establecimiento de Distritos y Unidades de Riego y de Drenaje. (p.23).

### **3.2 Descripción técnica de los sistemas de agua potable y saneamiento**

#### **Antecedentes del agua.**

El principal beneficio que reciben los habitantes de una comunidad al tener un marco legal en el tema del agua, es que la aplicación de estas leyes garantiza la protección del sistema de agua potable, así como, el derecho al consumo de un agua saludable que contribuya a mantener la salud de los niños, y niñas principalmente y de los hombres y mujeres de la comunidad, debido a que el agua es indispensable para la sobrevivencia humana 'el agua es vida'.

Calidad del agua-ecured (s. f) Argumenta que el agua es la Sustancia cuyo nombre proviene del latín aqua. Molecularmente está formada por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno (H<sub>2</sub>O). Es esencial para la supervivencia de todas las formas conocidas de vida. Su estado más común es líquido, pero también puede encontrarse en la naturaleza en estado Sólido (hielo) y en estado gaseoso (Vapor).

Desde la perspectiva de su gestión, la calidad del agua se define por su uso final. Así, el agua para el recreo, la pesca, la bebida o como hábitat para organismos acuáticos requiere de mayores niveles de pureza, mientras que, para obtener energía hidráulica, por ejemplo, las normas de calidad son mucho menos importantes. Sin embargo, debemos tener en cuenta que después de su uso el agua suele volver de nuevo al sistema hidrológico, de manera que si se deja sin tratamiento puede acabar afectando gravemente al medio.

Actualmente se considera el agua como un recurso esencial que requiere la máxima atención de los Estados por ser indispensable para la preservación de la vida y encontrarse expuesta al deterioro, en ocasiones irreversible, ocasionado por un uso irresponsable e intensivo del recurso. Valdes, Samboni y Carvajal [7] comentan que, en la valoración y evaluación de la calidad del agua, se han empleado diversas metodologías entre las que se incluyen: comparación de las variables con la normatividad vigente; los indicadores Ica donde, a partir de un grupo de variables medidas, se genera un valor que califica y cualifica la fuente, y metodologías más elaboradas como la modelación.

La calidad del agua se mide de acuerdo con distintos parámetros mediante los cuales se cuantifica el grado de alteración de las cualidades naturales y se la clasifica para un uso determinado. Según Guillén, Teck, Kohlmann y Yeomans [8], el Índice de Calidad del Agua (ica) indica el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado como porcentaje del agua pura; así, agua altamente contaminada tendrá un cercano o igual a 0%, en tanto que el agua en excelentes condiciones tendrá un valor de este índice cercano al 100%. (M. Castro, 2014)

En Nicaragua las normas de consumo de agua humano están regidas por las normas CAPRE que se aplican en toda América Central, El objetivo de esta Norma de Calidad del Agua de Consumo Humano es proteger la salud pública y por consiguiente, ajustar, eliminar o reducir al mínimo aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento del agua.

### **3.4.1 Parámetros físicos-químicos del agua.**

**PH:** Es la medida de la acidez del agua, expresada por una escala entre 1 y 14, de forma que el valor 1 indica condiciones de máxima acidez, y 14 de alcalinidad extrema.

**Temperatura:** Su influencia en la calidad del agua es debido a la relación que se establece entre temperatura y solubilidad de sales y gases: a mayor temperatura mayor solubilidad de iones, y menor en gases, factores ambos que degradan la calidad de las aguas, ya que disminuyen la capacidad de disolución de oxígeno.

**Oxígeno Disuelto:** Es importante por la respiración celular por el metabolismo. Las plantas, peces, microorganismos... necesitan oxígeno. Existen dos fuentes para la incorporación de éste a las aguas superficiales: a) la atmósfera; y b) la fotosíntesis.

**Dureza:** Hace referencia a la concentración de cationes (iones metálicos positivos). Los más abundantes son el Ca y Mg.

**Alcalinidad:** Hace referencia a la concentración de aniones (iones metálicos negativos). Es la capacidad de captar H<sup>+</sup>, los más abundantes son el CO<sub>3</sub><sup>--</sup> y HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

**DBO:** Demanda biológica de oxígeno. Es quien representa el requerimiento de oxígeno producido por la biodegradación de la materia orgánica contenida en el agua.

**DQO:** Demanda química de oxígeno. Es la cantidad de oxígeno (mg/l) necesaria para la oxidación de la materia mineral y orgánica, biodegradable o no, presente en las aguas. Es una medida más exacta de la cantidad de materia orgánica presente en el agua.

**Nitrógeno:** Es esencial para todos los organismos; porque es parte fundamental de moléculas como proteínas y ácidos nucleicos siendo por tanto un nutriente indispensable en el crecimiento de organismos fotosintéticos.

**Fósforo:** Es un nutriente de la vida acuática y limitante del crecimiento de las plantas. Generalmente su presencia está asociada con la eutrofización de las aguas, con problemas de crecimiento de algas indeseables en embalses y lagos con acumulación de sedimentos, entre otras.

### **3.4.2 Cantidad.**

Anbientum (s. f) Explica que se entiende por consumo doméstico de agua por habitante a la cantidad de agua que dispone una persona para sus necesidades diarias de consumo, aseo, limpieza, riego, entre otras. y se mide en litros por habitante y día (l/hab-día). Es un valor muy representativo de las necesidades y/o consumo real de agua dentro de una comunidad o población y, por consiguiente, refleja también de manera indirecta su nivel de desarrollo económico y social.

### **3.4.3 Tecnologías.**

Tecnologías para el uso sostenible del agua (2013) Expone que todas las prácticas y tecnologías que se promuevan para el uso eficiente del agua, deberían estar acompañadas por acciones dirigidas a la conservación y protección de las áreas de recarga o fuentes hídricas. Es decir que se debe trabajar con un enfoque integrado que considera todo el sistema y las variables que influyen en la cantidad y calidad del agua, y del suelo, las cuales son fundamentales para asegurar una buena producción. (p.47)

#### **Sistemas de Bombeos.**

Las bombas son dispositivos que permiten tener acceso al agua, tanto el agua superficial de ríos y quebradas como el agua subterránea sea transportada a través de tuberías o mangueras para ser almacenada temporalmente en estructuras como: pilas, tanques plásticos o barriles. (p.47).

### **3.4.4 Usos.**

El agua así se orienta a cubrir las necesidades de consumo humano, uso doméstico, riego a mayor y a pequeña escala y para el abrevadero del ganado.

### **3.5 Finanzas**

Según Padilla (2007) Las finanzas se definen como un conjunto de actividades mercantiles relacionadas con el dinero de los negocios, de la banca y de la bolsa; y como un grupo de mercados o instituciones financieras de ámbito nacional o internacional. (p.11)

La palabra finanzas se puede definir como, el conjunto de actividades que a través de la toma de decisiones, mueven, controlan, utilizan y administran el dinero y otros recursos de valor.

Gitman y Zutter (2012) Argumentan que las finanzas se definen como el arte y la ciencia de administrar el dinero. A nivel personal, las finanzas afectan las decisiones individuales de cuánto dinero gastar de los ingresos, cuánto ahorrar y cómo invertir los ahorros. En el contexto de una empresa, las finanzas implican el mismo tipo de decisiones: cómo incrementar el dinero de los inversionistas, cómo invertir el dinero para obtener una utilidad, y de qué modo conviene reinvertir las ganancias de la empresa o distribuirlas entre los inversionistas. Las claves para tomar buenas decisiones financieras son muy similares

tanto para las empresas como para los individuos; por ello, la mayoría de los estudiantes se beneficiarán a partir de la comprensión de las finanzas, sin importar la carrera que planeen seguir. El conocimiento de las técnicas de un buen análisis financiero no solo le ayudará a tomar mejores decisiones financieras como consumidor, sino que también le ayudará a comprender las consecuencias financieras de las decisiones importantes de negocios que tomará independientemente de la carrera que usted elija. (p.3).

### **3.6 Proyectos**

Medina H.C, (2009) Argumenta que un proyecto se define como un conjunto de actividades realizadas con sus respectivos recursos asignados, en un período determinado, para lograr ciertos objetivos. Entonces, un proyecto debe tener como mínimo: objetivos, actividades, recursos y un período establecido para realizarlo. En este contexto, un proyecto de inversión, además de lo anteriormente mencionado, genera beneficios en el transcurso del tiempo. (p.3).

Según León C, (2007) Definir un proyecto es una tarea sencilla, diversos autores han escrito sobre la materia, en general un proyecto es un esfuerzo llevado a su ejecución buscando beneficios, los mismos que pueden ser económicos financieros o sociales.

El Banco Mundial especifica la idea de proyecto, como una propuesta que se formula de manera adecuada, esto es siguiendo diversos criterios o estándares pre establecidos, relacionados a la definición del problema que resuelve el proyecto, el análisis comercial - financiero respectivo y las actividades señaladas para la ejecución del mismo; la ejecución de la propuesta se hace mediante una inversión de capital (desembolso de recursos financieros para poder ejecutar la propuesta), esta inversión tiene como fin el desarrollo de activos o instalaciones que permitan producir bienes o servicios. Para iniciar un proyecto hace falta detectar oportunidades en cada problema que se presenta en la organización, para ello se requieren procesos de gestación continua de ideas, las mismas que conducirán a plantearnos posibles inversiones sea para nuevos bienes o servicios o también para mejorar los que actualmente tenemos.

Los criterios, técnicas y metodologías para formular, preparar y evaluar proyectos de creación de nuevas empresas se formalizaron por primera vez en 1958, en el libro Manual de proyectos de desarrollo económico. Si bien en este medio siglo se han producido enormes cambios en la forma de estudiar los proyectos de inversión, el procedimiento general sigue centrándose en la recopilación, creación y sistematización de información que permita identificar ideas de negocios y medir cuantitativamente los costos y beneficios de un eventual emprendimiento comercial.

Además de los grandes avances observados en el desarrollo de modelos y técnicas de predicción y análisis, en la manera de sistematizar la información para que satisfaga los requerimientos de todos los agentes económicos que participan de la decisión y en los modelos complementarios de simulación y riesgo, se ha logrado introducir la preparación y la evaluación de proyectos en casi todos los sectores de actividad: la salud, la iglesia, la educación, la defensa nacional, la diversión, y en todos aquellos que han comprendido la importancia de asignar correctamente los recursos, generalmente escasos, de que se dispone. Tan importante como tener recursos para hacer cosas es poder asignarlos racionalmente.

### **3.1 Sistema de abastecimiento de agua potable**

Por ser el agua el elemento más necesario a la vida y a las actividades de la sociedad los sistemas de abastecimiento de agua son primordiales en consecuencia, para toda comunidad. El hombre en su progreso, ha ido estableciendo requisitos cada vez más elaborados para sus distintos usos, los cuales son componentes principales de la salud ambiental.

#### **3.1.1 Generalidades**

Un sistema de Abastecimiento de Agua Potable es el conjunto de obras de ingeniería, instalaciones y equipos interconectados entre sí para llevar el agua potable hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural.

### **3.1.2 Partes de un sistema de agua potable y características**

Se puede establecer que un sistema de Agua Potable. **Ver Anexo 1.**

### **3.1.3 Fuente de Abastecimiento**

La fuente de abastecimiento de agua constituye el elemento primordial de carácter condicionante para el diseño de los demás elementos de un sistema de Agua Potable, de forma tal, que para proceder a la secuencia de diseño de todos dichos elementos se requiere haber establecido previamente su localización, tipo, capacidad, y la caracterización cualitativa del agua a ser entregada.

#### **3.1.3.1 Tipos de fuentes**

De acuerdo a la forma de aprovechamiento, se consideran dos tipos principales:

Aguas Superficiales: Ríos, lagos, lagunas, lluvia, manantiales, etc. **Ver Anexo 2**

Aguas Subterráneas: Acuíferos Subterráneos o Sub superficiales. **Ver Anexo 3.**

#### **Aguas subterráneas**

Las aguas subterráneas son aquellas que se han filtrado desde la superficie de la tierra hacia abajo por los poros del suelo a través de la gravedad, hasta que alcanza un estrato impermeable.

#### **3.1.4 Obras de captación**

Las obras de captación son todas aquellas que se construyen para reunir adecuadamente aguas aprovechables, su finalidad básica es asegurar bajo cualquier condición de flujo y durante todo el año la captación de gastos previstos. El tipo de obra a emplearse es en función de las características de la fuente, de la calidad, de la localización y su magnitud. (**Ver Anexo 4**). Pueden hacerse por gravedad, aprovechando la diferencia de nivel del terreno o por impulsión (bombas). Las dimensiones y características de las obras de toma deben permitir la captación de los caudales necesarios para un suministro seguro a la población.

### **3.1.4.1 Captación de aguas subterráneas**

Una de las fuentes de agua más utilizada para el abastecimiento de agua potable son las aguas subterráneas. Se clasifican en primera instancia en profundos y poco profundos. Los primeros son pozos perforados y los segundos son excavados. Las obras de captación de las aguas subterráneas más utilizadas para sistemas de abastecimientos públicos son a través de pozos perforados profundos que a continuación se describe:

**Pozos profundos:** Son obras de captación empleadas en aquellos casos en los cuales la fuente de abastecimiento seleccionada para una localidad, es del tipo subterránea.

#### **Información necesaria para el diseño de pozos:**

- ✓ Hidrogeología
- ✓ Hidrológica
- ✓ Calidad del Agua
- ✓ Geológica

#### **De las perforaciones de pruebas se deben obtener:**

- ✓ Espesor de cada estrato
- ✓ Tiempo empleado en la perforación del estrato
- ✓ Muestra de agua de cada acuífero para verticalidad.

**Prueba de Bombeo:** La prueba de bombeo consiste en bombear de un pozo y registrar tanto el abatimiento en este, como el producido por el bombeo en otros pozos de observación por espacio como mínimo durante 24 horas.

#### **Objetivos de la prueba de Bombeo**

1. Comportamiento y eficiencia del pozo para determinar el equipo de bombeo.
2. Comportamiento del acuífero y sus características hidráulicas.

Cada diseño de un pozo puede seleccionarse de acuerdo a las condiciones hidráulicas pueden ser distintos en uno y otro caso. Para ello es conveniente definir:

- ✓ Diámetro
- ✓ Profundidad
- ✓ Tipo de pozo
- ✓ Longitud de la zona de captación
- ✓ Area libre de Captación y abertura
- ✓ Selección del material y tipo de rejilla

**Diámetro del Pozo:** La producción de un pozo varía muy poco con el diámetro. El diámetro depende esencialmente del equipo de bombeo a instalar.

**Profundidad del pozo:** A fin de aprovechar al máximo la capacidad del acuífero, la profundidad del pozo debe llegar hasta el límite inferior del acuífero.

**Profundidad y Localización de los pozos:** Los datos de la prueba de bombeo se utilizan para evaluar la interferencia entre los pozos. La depresión del cono de influencia en un sitio dado como resultado del bombeo simultáneo de diferentes pozos, es igual a la suma de las depresiones producidas en el mismo sitio para el bombeo individual de los pozos.

### **3.1.5 Estación de Bombeo**

Cuando por las condiciones topográficas del terreno y de localización no es posible utilizar la fuerza de la gravedad para distribuir el agua potable a una población, es necesario recurrir a medios artificiales para elevar el agua hasta la altura conveniente. Para este fin se dispone de equipos elevadores llamadas bombas y de equipos auxiliares que suministran el trabajo necesario para vencer la fuerza de gravedad denominados motores.

Sus funciones son las siguientes:

- ✓ Elevar el agua desde la fuente cuando está situada a elevaciones inferiores a las de la distribución.
- ✓ Para elevar el agua parcialmente en el sistema mismo, cuando las presiones mínimas no alcanzan las especificadas por las normas.
- ✓ Para elevar el agua hacia un tanque de almacenamiento, para luego distribuir el agua hacia la Red.

### **3.1.5.1 Partes que consta una estación de bombeo**

La estación de bombeo está compuesta por equipo de bombeo, llamado así a la Bomba y el Motor, fundaciones, caseta, conexión de bomba o sarta y conexiones eléctricas.

### **3.1.5.2 Diseño de estaciones de bombeo de pozo tipo profundo**

Para este caso, se emplean bomba centrífuga de eje vertical. Esta bomba tiene un impulsor de forma de turbina y por eso se le denomina bomba vertical de turbina.

Por tanto, para definir el Equipo de Bombeo, Bomba y Motor, se debe encontrar las características:

#### **Bomba**

✓ **Caudal de bombeo**

El CMD a los 15 años, o de acuerdo al número de horas de bombeo.

✓ **Número de unidades**

1 reserva + 1 servicio, mínimo de 2 unidades.

✓ **Carga Total Dinámica**

Para el diseño del equipo de bombeo y cálculo de la Carga total dinámica se debe tomar en cuenta los datos siguientes:

#### **Pozo**

✓ **Diámetro y Producción del pozo**

Lo definirá el diámetro nominal de la bomba y limitará el gasto que una bomba dada es capaz de bombear.

✓ **Nivel de Bombeo:** Es la suma del Nivel Estático del Agua más el rebajamiento del nivel al caudal de explotación, más la variación estacional y regional del nivel.

Nivel de Bombeo = NEA + Rebajamiento + Variación estacional y regional.

✓ **Carga estática:** Carga estática en la descarga = Diferencia de elevación (N. Rebose tanque - N. Suelo pozo)

✓ **Pérdida de carga en la línea de la bomba**

✓ **Pérdidas de carga en la columna** = 5 % longitud de columna.

✓ Longitud de la columna = N. bombeo + Sumergencia (igual a 20 pies, según Normas)

✓ **Pérdidas de carga en la línea de conducción.**

## **Motor**

El motor puede ser eléctrico o de combustión interna. La Potencia neta requerida está gobernada por:

- ✓ Potencia neta demandada por la bomba
- ✓ Pérdida por fricción mecánica de rotación del eje y pérdidas en el cabezal de descarga

- ✓ **Diámetro máximo del tazón**

El diámetro de la tubería del pozo menos dos pulgadas (2”).

- ✓ **Velocidad de operación de la bomba**

Entre menor sea la velocidad de rotación de la bomba, menor será el desgaste de sus piezas y mayor su duración. Por razones de fabricación la velocidad casi siempre solicitada es 1760 rpm y sólo cuando no es posible se usan entre 2900 a 3450 rpm.

- ✓ **Diámetro y longitud de columna**

La longitud se establece para que sumerja 20’ bajo el Nivel mínimo de bombeo. También se puede calcular como el 20% de la Longitud de profundidad del pozo menos el Nivel de Bombeo.

- ✓ **Velocidad de Operación**

Se acostumbra a usar la misma velocidad de operación de la bomba.

### **3.1.6 Líneas de conducción**

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

Se definirá como “Línea de conducción” a la parte del sistema constituida por el conjunto de ductos, obras de arte y accesorios destinados a transportar el agua procedente de la fuente de abastecimiento, desde el lugar de la captación, hasta un punto que bien puede ser un tanque de regulación, una planta potabilizadora, o la red de distribución. Su capacidad se calculará con el caudal del gasto máximo diario o con el que se considere más conveniente tomar de la fuente de abastecimiento de acuerdo a la naturaleza del problema que se tenga en estudio.

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

#### **3.1.6.1 Líneas de conducción por gravedad**

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

1. Si la conducción será a través de canales abiertos o en tuberías. Si la conducción será cerrada o abierta.
2. La capacidad deberá ser suficiente para transportar el gasto máximo del diseño.
3. La selección de la clase de los materiales y las dimensiones de los conductos a emplearse deberán ajustarse a la máxima economía.
4. La línea de conducción deberá dotarse de los accesorios y obras de arte necesarios para su correcto funcionamiento, conforme a las presiones de trabajo especificadas para las tuberías. Deberá tomarse en cuenta además su protección y su mantenimiento.

Una Línea de conducción por gravedad debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el gasto deseado, lo cual en la mayoría de los casos nos conducirá a la selección del diámetro mínimo, que satisfaciendo razones técnicas (Capacidad) permita presiones iguales o menores que la resistencia física del material que soportaría (**Ver Anexo 5**).

### **3.1.6.2 Líneas de conducción por bombeo**

A diferencia de una línea de conducción por gravedad donde la carga disponible es un criterio lógico de diseño que permite la máxima economía, al elegir diámetros cuyas pérdidas de cargas sean máximas, en el caso de líneas por bombeos la diferencia de elevación es carga a vencer, que va a verse incrementada en función de la selección de diámetro menores y consecuentemente ocasionará mayores costos de equipos y de energía, por tanto cuando se tiene que bombear agua mediante una línea directa al Tanque de Almacenamiento, existirá una relación inversa de costo entre potencia requerida y diámetro de la tubería (**Ver Anexo 6**).

### **3.1.6.3 Carga disponible o diferencia de elevación**

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

### **3.1.6.4 Sobrepresión por golpe de Ariete**

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

## **3.1.7 Redes de distribución**

### **3.1.7.1 Definición y Generalidades**

Se le llama sistema de distribución al conjunto de tuberías destinadas al suministro de agua a los usuarios. Para el diseño de la red de distribución es imprescindible definir la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del estanque de almacenamiento. Su

importancia radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presión adecuada durante todo el período de diseño.

Las cantidades de agua están definidas por los consumos, estimados en base a las dotaciones de agua. Sin embargo, el análisis de la red debe contemplar las condiciones más desfavorables, para las condiciones de consumo máximo horario y las estimaciones de la demanda de incendio, dependiendo de la ciudad y de la zonificación de la zona en estudio. Los sistemas de distribución deben cumplir con los siguientes requisitos principales:

- a) Suministrar agua potable al consumidor en la cantidad y calidad necesarias.
- b) Proveer suficiente agua para combatir incendios en cualquier punto del sistema.

### **3.1.7.2 Tipos de redes**

Dependiendo de la topografía, de la vialidad y de la ubicación de las fuentes de abastecimiento y del tanque de almacenamiento puede determinarse el tipo de red de distribución.

#### **✓ Redes tipo ramificados**

Son redes de distribución constituidas por ramales, troncal y una serie de ramificaciones o ramales que pueda constituir pequeñas mallas o constituidas por ramales ciegos. Este tipo de red es usado cuando la topografía es tal que dificulta o no permite la interconexión entre ramales.

#### **✓ Redes tipo mallado**

Son aquellas redes constituidas por tuberías interconectadas formando mallas. Este tipo de red de distribución es el más conveniente y se tratará siempre de lograrse mediante la interconexión de las tuberías a fin de crear circuitos cerrados que permitan un servicio más eficiente y permanente.

### **3.1.8 Almacenamiento**

Los tanques de almacenamiento juegan un papel básico para el diseño del sistema de distribución de agua tanto desde el punto de vista económico así como su importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el mantenimiento de un servicio eficiente (**Ver Anexo 7**).

#### **3.1.8.1 Funciones**

Un tanque de almacenamiento cumple tres propósitos fundamentales:

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

### **3.1.9 Tratamiento**

La mayoría de las aguas seleccionadas requerirán en mayor o menor grado de algún tratamiento para cumplir con los requisitos de Potabilización y en consecuencia la mayoría de los Sistemas de Agua Potable poseen Plantas de Tratamiento (Como mínimo Cloración).

## **IV. Preguntas directrices**

¿Para qué sirve realizar el diagnóstico del área de influencia, del servicio agua potable y de los involucrados?

¿Para qué sirve realizar el análisis de demanda y oferta del proyecto?

¿Para qué sirve realizar el análisis del tamaño, localización y tecnología?

¿Para qué sirve realizar la estimación de costos de inversión, gastos de operación y mantenimiento del proyecto?

¿De qué manera se podrá evaluar en términos económicos y financieros el proyecto de mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable?

## V. Operacionalización de variables

Objetivo	Variable	Definición	Definición operacional	Indicadores	Instrumentos
Realizar diagnóstico del área de influencia, del servicio agua potable y de los involucrados, para la identificación del problema que se pretende resolver con el proyecto.	Identificación del proyecto	El punto de partida para solucionar un problema es identificarlo de forma adecuada, para esto existe una serie de enfoques e instrumentos en que apoyarse. En este sentido, la primera cuestión a resolver en el análisis es la de identificar el problema central, esto significa buscar la forma como se debe expresar comprensivamente la cuestión que deseamos resolver.	Se identificará el problema que se pretende resolver con el problema	Análisis del problema	- Matriz de marco lógico. - Árbol de problemas.
Realizar análisis de demanda y oferta, para efecto de estimación de la cobertura del proyecto.	Análisis de la oferta y la demanda	El análisis de la demanda tiene por objeto demostrar y cuantificar la existencia de individuos, dentro de una unidad geográfica, que consumen o tienen la necesidad de un bien o servicio. Se entenderá como oferta actual a la capacidad de entregar servicios que serán distintos para cada proyecto, de acuerdo a las normas y estándares determinados por la autoridad que corresponda.	Se determinará la cobertura del proyecto.	Cálculo de la cobertura y proyección del déficit.	- Censos. - Encuestas.
Realizar análisis del tamaño, localización, y tecnología, para la toma de decisiones en relación a los aspectos técnicos del proyecto	Estudio Técnico	A partir de la postulación de alternativas y del mayor conocimiento sobre la población objetivo y el nivel del déficit que debe ser cubierto, es necesario avanzar en la concepción y desarrollo básico de las alternativas propuestas. Ello implica el tratamiento general de los aspectos físico-técnicos, los que comprenden fundamentalmente tres componentes interdependientes: el tamaño, la localización y la tecnología.	Estudio técnico	Desarrollo conceptual y técnico de las alternativas formuladas en la etapa de identificación	- Fichas técnicas. - Otros documentos.
Realizar estimación de costos de inversión, gastos de operación y mantenimiento del proyecto	Estudio Económico	La valoración económica busca así revelar los verdaderos valores sociales, es decir, los costos sufridos, o beneficios recibidos, por el uso de esos recursos. Estos valores serán los relevantes para la sociedad, presente y futura, independientemente de quien los genere dentro de la misma. Si estamos evaluando un proyecto desde el punto de vista social, en consecuencia, nos interesará estimar esos valores verdaderos.	Estudio Económico	Cálculo de costos de inversión, gastos de operación y mantenimiento.	- Diseño metodológico.
Evaluar en términos económicos y financieros el proyecto	Evaluación económica	La viabilidad económica busca definir, mediante la comparación de los beneficios y costos estimados de un proyecto, si es rentable la inversión que demanda su implementación.	Se aplicará valoración económica.	Cálculo del VAN, TIR del proyecto.	- Diseño metodológico.

## **VI. Diseño Metodológico**

### **6.1 Tipo de Estudio**

El tipo de investigación es de carácter descriptivo y explicativo, para lo cual se realizará una recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos de los resultados. Por el tipo de estrategia metodológica, es un Diseño de Investigación Anidada Concurrente de Varios Niveles (DIACNIV), recolecta datos cualitativos y cuantitativos en diferentes niveles, los análisis varían en cada uno de estos. O bien, en un nivel se recolectan y analizan datos cualitativos, en otro se recolectan y analizan datos cuantitativos, así sucesivamente. Otro objetivo de este tipo de investigación es recolectar información en diferentes grupos y/o niveles de análisis.

Por el alcance de la investigación es aplicada, ya que con ella se espera responder a una problemática particular, en este caso relacionada directamente con el acceso al recurso de agua potable.

### **6.2 Tipo de Enfoque**

Las investigaciones con enfoque mixto consisten en la integración sistemática de los métodos cuantitativo y cualitativo en un solo estudio con el fin de obtener una “fotografía” más completa del fenómeno. Pueden ser conjuntados de tal manera que las aproximaciones cuantitativa y cualitativa conserven sus estructuras y procedimientos originales (“forma pura de los métodos mixtos”). Alternativamente, estos métodos pueden ser adaptados, alterados o sintetizados para efectuar la investigación y lidiar con los costos del estudio (“forma modificada de los métodos mixtos”). (Chen, 2006 citado por Sampieri, 2010). Por tanto, la presente investigación es de enfoque mixto, por abordar el objeto de estudio implementando métodos cuantitativos y cualitativos.

### 6.3 Población

El área de estudio es el municipio de La Conquista en el cual se concentran 1195 habitantes de ambos sexos.

La muestra cualitativa es inductiva, se realizaron entrevistas con expertos. Se aplicó cuando es necesaria la opinión de individuos expertos en un tema. Estas muestras son frecuentes en estudios cualitativos y exploratorios para generar hipótesis más precisas o la materia prima del diseño de cuestionarios (Sampieri, 2010). En el presente caso será fuente primaria de información para conocer el estado en que se encuentra el acceso al servicio de agua potable en el municipio de La Conquista, tecnologías y situación legal.

Muestra cuantitativa no probabilística, tales muestras son válidas y útiles cuando los objetivos del estudio así lo requieren. Se aplicaron 126 encuestas a una población de 423 habitantes mayor de 15 años, a través de un estudio social que se realizó para conocer las opiniones de la población del municipio. Este tipo de muestreo se le conoce como muestreo por cuotas, según Sampieri (2010), se sugiere este tipo de muestreo cuando se realizan estudios de marketing, tendencias políticas y actitud.

A continuación, se muestran los valores considerados para el cálculo de la muestra:

$$n = \frac{N \times Z_{\alpha}^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_{\alpha}^2 \times p \times q} = \frac{332 \times 1.96^2 \times 0.05 \times 0.95}{0.03^2 \times (332 - 1) + (1.96^2 \times 0.05 \times 0.95)} = 126$$

Dónde:

$N$	Número de viviendas	300 viviendas
$Z_{\alpha}^2$	Nivel de confianza deseado	Para un nivel de confianza de 95%, $Z_{\alpha}^2 = 1.96$
$p$	Proporción esperada	$p = 5\% = 0.05$
$q$	$q = 1 - p$	$q = 0.95$
$d$	Precisión	$d = 3\% = 0.03$

## **6.4 Muestra**

Se consideró realizar el estudio en el municipio de La Conquista, tomando como muestra a 126 personas de ambos sexos. Los principales encuestados fueron jefes y/o jefas de familias en edades comprendidas entre los 15 hasta más de 65 años, que estén económicamente activos procedentes del municipio.

## **6.5 Aspectos metodológicos.**

### **6.5.1 Instrumentos**

Los instrumentos que se utilizaron para llevar a cabo la implementación de técnicas como es la encuesta y la entrevista en la recopilación de información fueron, el cuestionario y el formato de encuesta.

- ✓ Documentación bibliográfica: aquí se realizarán análisis de toda la teoría que servirá de base para la interpretación de los resultados así también para la propuesta del proyecto de agua potable.
- ✓ Encuesta: Se aplicó a la población del municipio de La Conquista, entre las edades de 15 a más de 65 años.
- ✓ Entrevista: se llevó a cabo para conocer las principales opiniones de expertos en el tema.
- ✓ Presupuesto de costos y gastos: Se enlistaron los costos y gastos que incurrirán en la ejecución de la obra de beneficencia social.

Una vez que se adquirió la información se tabulo en el programa SPSS para su análisis e interpretación de datos. El programa SSPS es más propicio para tabular los datos estadísticos, cuantitativos.

Cabe señalar que la presente tesis, en todo su desarrollo se aplicaron las Normas APA Versión 6 actualizadas en el 2016.

## **VII. Análisis de Resultados**

### **7.1 Diagnóstico del área de influencia**

#### **7.1.1 Ubicación del municipio**

El municipio está situado en el sector central del Departamento de Carazo.

#### **7.1.2 Límites**

El municipio limita al Norte y al Oeste con el municipio de Jinotepe. Al sur y al este con el municipio de Santa Teresa.

#### **7.1.3 Coordenadas**

La Conquista – Jinotepe: El límite se inicia en un punto del camino que conduce a Santa Teresa, en un punto con coordenadas  $86^{\circ} 10' 19''$  W y  $11^{\circ} 48' 23''$  N, continúa en dirección suroeste sobre el camino, que conduce a la localidad San Juan hasta un punto con coordenadas  $86^{\circ} 10' 42''$  W y  $11^{\circ} 48' 06''$  N, sigue la misma dirección 0.1 km hasta interceptar el camino que une a Güisquiliapa con la localidad El Mojón, el que sigue en dirección sur hasta el intersección con el camino que conduce a la localidad El Recogedero, de este punto sigue en la misma dirección 2 km hasta llegar a un punto del camino que pasa por la localidad La Cabecera, con coordenadas  $86^{\circ} 11' 35''$  W y  $11^{\circ} 46' 37''$  N, continúa en dirección sur sobre dicho camino pasando por las localidades Buena Esperanza, Tierra Hueca hasta interceptar el camino que proviene de La Conquista, en la localidad de Las Latas, sigue sobre dicho camino en dirección sur pasando por las localidades El Caimito, La Esperanza, Los Cocos, El Socorro, Los Ángeles hasta llegar a San Felipe, en un punto con coordenadas  $86^{\circ} 13' 14''$  W y  $11^{\circ} 40' 18''$  N, sigue en dirección sureste 5.8 km pasando por Cerro Huiste hasta llegar a la confluencia de quebrada La Cuevas y del Río Acayo. Punto final de este límite.

La Conquista - Santa Teresa: El límite parte de un intersección de caminos que conduce a Santa Teresa, en un punto con coordenadas  $86^{\circ} 10' 19''$  W y  $11^{\circ} 48' 23''$  N, sigue en dirección sur sobre otro camino que conduce a la localidad El Pastor, hasta un punto con coordenadas  $86^{\circ} 09' 58''$  W y  $11^{\circ} 47' 02''$  N, gira en dirección este 0.4 km. hasta interceptar con el camino que une a los pueblos de Santa Teresa y La Conquista, sobre el cual sigue en dirección sur pasando por las localidades: El Ayotal, La Ceiba hasta un intersección de caminos que conduce

a Los Aragonés, sobre el cual sigue pasando por la localidad antes mencionada, San Rafael, El Brasil, Mata de Piñuela, Los Ángeles hasta intersectar con Río Ochomogo, el que sigue aguas arriba hasta interceptar el camino que une a las localidades Pata de Gallina y La Hormiga sigue sobre dicho camino pasando por La Hormiga y La Pitilla, donde toma dirección suroeste 1.5 km pasando por cerro La Pitilla (405 m) hasta la cabecera de quebrada Las Cuevas, sigue aguas abajo de ésta llegando a la confluencia con Río Acayo. Punto final del límite. **(Ver Anexos 8 y 9)**

#### **7.1.4 Longitud y Latitud**

La Conquista, se encuentra ubicada entre las coordenadas 11° 44' de latitud norte y 86° 11' de longitud oeste, en la margen centro oriental del Departamento de Carazo, el cual a su vez se encuentra en la porción centro oeste, en la Costa del Pacífico Sur de la República de Nicaragua, a una altitud es de 180 metros sobre el nivel del mar.

La Conquista - Santa Teresa: El límite parte de un intercepto de caminos que conduce a Santa Teresa, en un punto con coordenadas 86° 10' 19" W y 11° 48' 23" N, sigue en dirección sur sobre otro camino que conduce a la localidad El Pastor, hasta un punto con coordenadas 86° 09' 58" W y 11° 47' 02" N, gira en dirección este 0.4 km. hasta interceptar con el camino que une a los pueblos de Santa Teresa y La Conquista, sobre el cual sigue en dirección sur pasando por las localidades: El Ayotal, La Ceiba hasta un intersección de caminos que conduce a Los Aragonés, sobre el cual sigue pasando por la localidad antes mencionada, San Rafael, El Brasil, Mata de Piñuela, Los Ángeles hasta intersectar con Río Ochomogo, el que sigue aguas arriba hasta interceptar el camino que une a las localidades Pata de Gallina y La Hormiga sigue sobre dicho camino pasando por La Hormiga y La Pitilla, donde toma dirección suroeste 1.5 km pasando por cerro La Pitilla (405 m) hasta la cabecera de quebrada Las Cuevas, sigue aguas abajo de ésta llegando a la confluencia con Río Acayo. Punto

#### **7.1.5 Extensión Territorial**

Según las Reformas e incorporaciones a la Ley No.59 " Ley de División Política Administrativa", publicada en la gaceta diario oficial, No. 189 del 6 de octubre de 1989 la superficie territorial de este municipio es de 88.38 km<sup>2</sup>.

### **7.1.6 Ubicación Respecto a Managua**

La cabecera municipal está ubicada a 63 km al sur de la ciudad de Managua, el mojón que se encuentra en la entrada del casco urbano frente a la oficina de la municipalidad tiene establecido el número km 62 ½.

### **7.1.7 Temperatura Media Anual**

El régimen térmico varía entre 23 y 24°. Humedad relativa: En general se puede asumir que su promedio de humedad relativa es de 78%, por tener características similares al municipio de Jinotepe.

### **7.1.8 Zonas climáticas**

Las características climáticas del municipio La Conquista, similares a las de la zona del departamento de Carazo; basadas en la elevación, precipitación, temperatura y humedad es de Trópico seco, clima semi-húmedo. De acuerdo a las características del ecosistema (Zonas ecológica) es de Sabana Tropical. Las mayores temperaturas se presentan en los meses de abril y mayo y las menores se presentan en diciembre y enero.

### **7.1.9 Precipitaciones Anuales Promedio**

El rango de precipitación identificado para el municipio varía entre 1,200 y 1,400 mm, siendo el promedio de 1,300mm. Datos obtenidos del Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales INETER.

### **7.1.10 Hidrogeología**

El sistema de Abastecimiento de Agua Potable cuenta con 2 pozos los cuales están codificado de la siguiente manera C-1-69 y H-1-94, fueron construidos en el año de 1968. La profundidad del primer pozo es de 142 pies y la del segundo pozo es de 200 pies. El nivel estático del agua (NEA) del primer pozo es 75 pies y el del segundo es 67 pies.

### **7.1.11 Topografía**

La topografía se presenta desde moderadamente ondulada o escarpada hasta fuertemente ondulado y quebrado. En la parte alta (460 msnm), se presentan pendientes de 0 a 15 %, En la parte media del municipio (200 a 460 msnm), presentan el relieve desde fuertemente ondulado a quebrado con pendientes desde 15 a 30 %. En las partes más erosionadas las pendientes pueden sobrepasar el 75% de pendiente.

### **7.1.12 Suelos**

En la parte alta (460 msnm), son suelos profundos y moderadamente profundos, de 50 a 90 cm; de textura franca, franca arenosa y franca limosa en todo el perfil; presenta una capa de talpetate a mediana profundidad, 60 a 90 cm o a poca profundidad, 30 a 60 cm; son suelos con buena estructura, bien drenados, de alta fertilidad; con pendientes de 0 a 15 %.

En la parte media del municipio (200 a 460 msnm), presentan texturas francas a franca arcillosa en el horizonte superficial y franca arcillosa en el horizonte sub-superficial; el talpetate está presente a mediana, 60 a 90 cm y a poca profundidad, 30 a 60 cm; son suelos con drenaje interno bueno, buena estructura y alta fertilidad; su relieve fuertemente ondulado a quebrado, de 15 a 30 % de pendiente. En las partes más erosionadas se identifican suelos, asociados a relieves, escarpados de hasta más de 75% de pendiente. Estos suelos han sufrido transformaciones, provocadas por la erosión, el deslave y la sedimentación de grandes masas de tierra, las que anteriormente eran utilizadas para fines productivos.

En la parte baja del municipio (130 a 200 m s n m); son suelos originados a partir de rocas sedimentarias; con textura arcillosa en todo el perfil; de mediana a poca profundidad, de 25 a 50 cm.; se encuentran erosionados por sobre pastoreo y/o por el arrastre de las correntadas de agua en la época de lluvia.

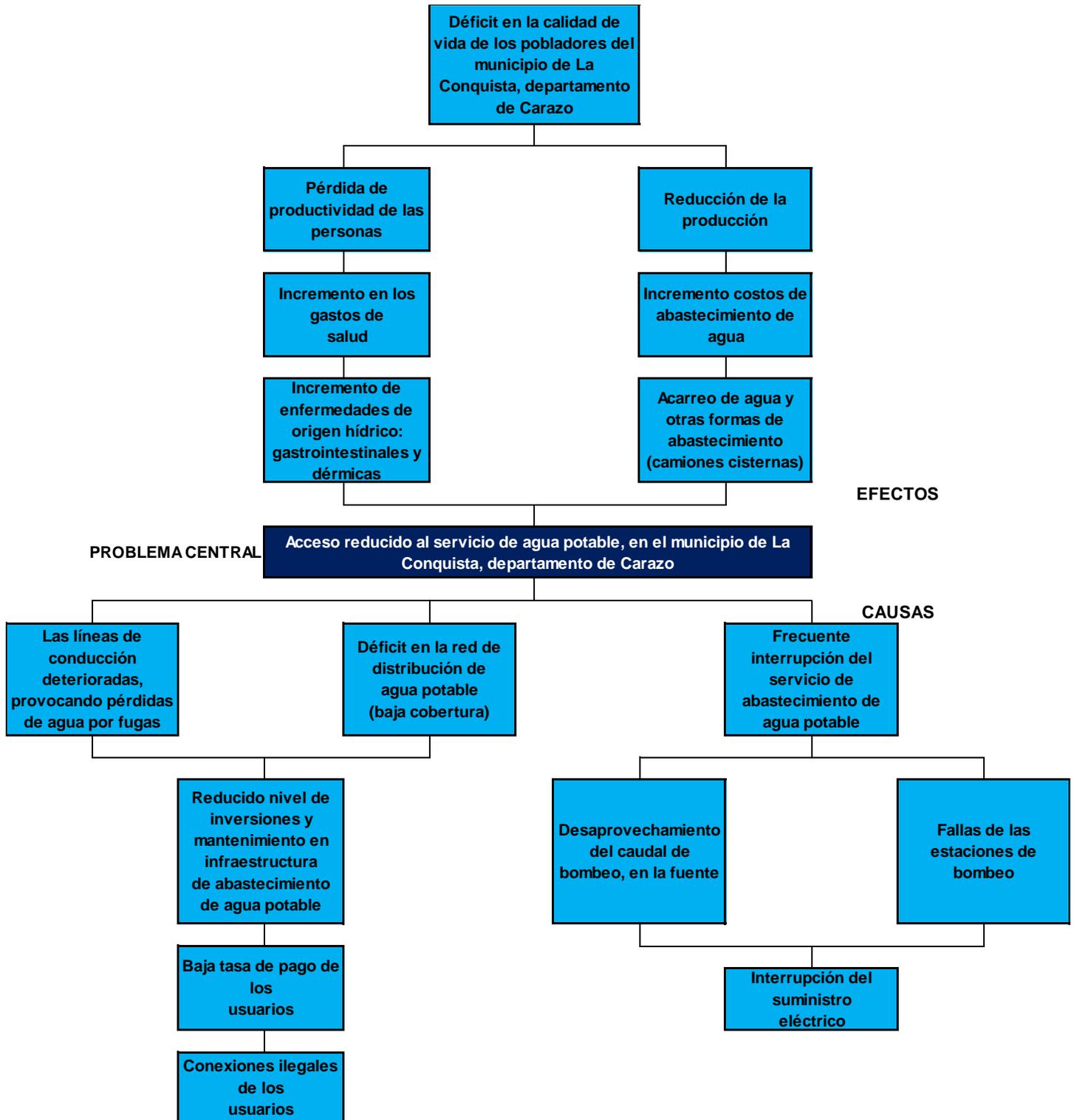
## 7.2 Diagnóstico de los involucrados

GRUPOS	INTERESES	PROBLEMAS PERCIBIDOS	RECURSOS Y MANDATOS
<b>Grupo 1:</b> Familias del casco urbano del municipio de La Conquista, Carazo.	Apoyo por mejorar su nivel de vida y prevenir enfermedades de origen hídrico.	Incremento de las enfermedades de origen hídrico.  Déficit en el nivel de vida de la localidad.	Mano de obra no calificada. Concejo de Liderazgo Sandinista CLS.
<b>Grupo 2:</b> Alcaldía Municipal de La Conquista, Carazo. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados ENACAL. Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados INAA. Ministerio de Salud MINSA. Organismos de cooperación externa.	Ejecutar un proyecto que dé respuesta a la problemática de la contaminación de las fuentes de agua.	Contaminación de las fuentes de agua, por el proceso inadecuado de disposición de excretas, en letrinas y sumideros, construidos por la población.	Unidad Municipal de Agua y Saneamiento UMAS Recursos Técnicos Recursos para movilización.
<b>Grupo 3:</b> Familias opositoras al partido de gobierno.	En desacuerdo total, no quieren colaborar con la comunidad, para la ejecución del proyecto.	Ninguno	Carta constitutiva.  Personería Jurídica debidamente autorizada por la asamblea nacional.  Junta Directiva.

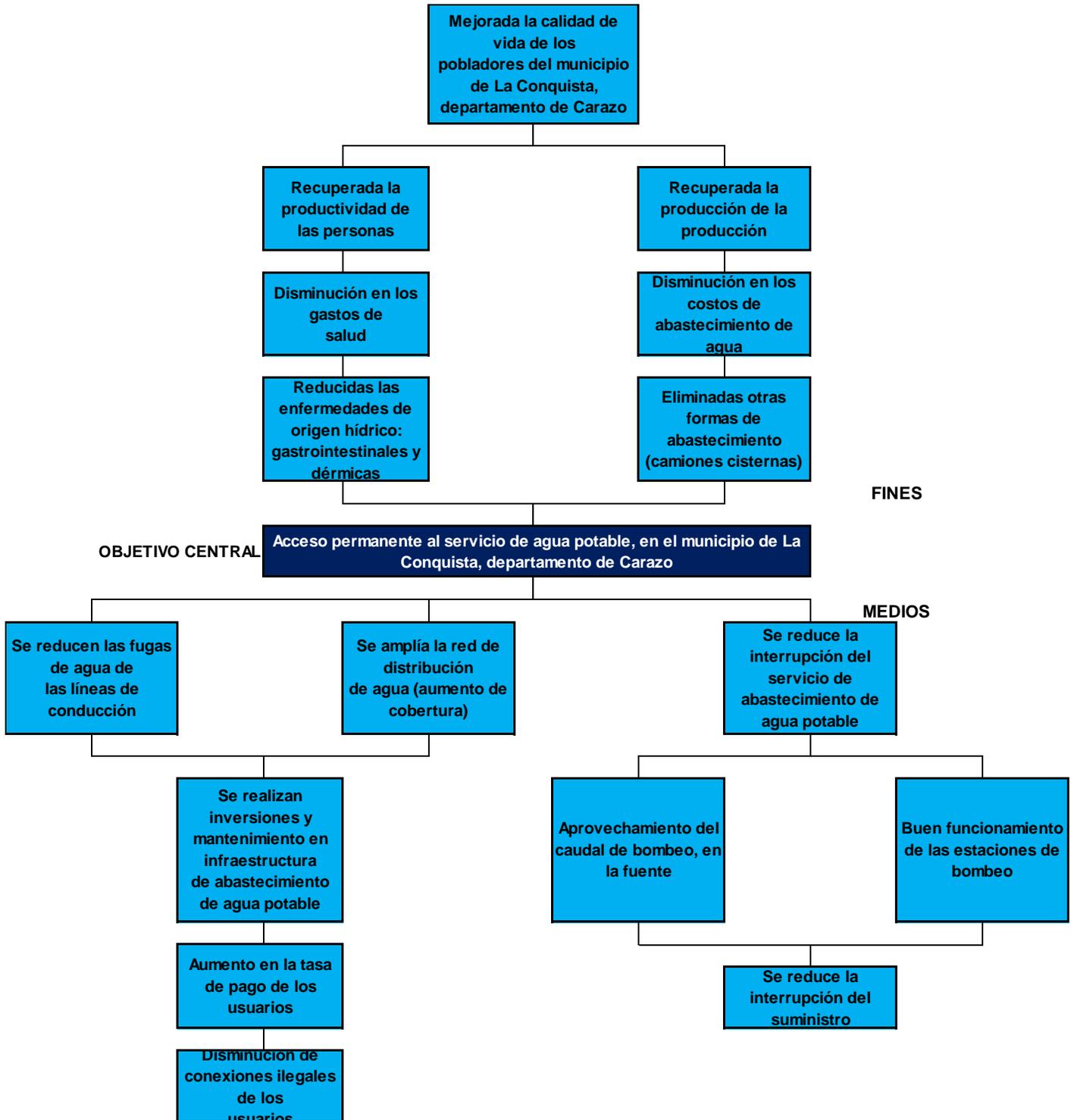
## 7.3 Diagnóstico del servicio de agua potable

El acueducto del municipio de la Conquista que brinda servicio de agua potable, pertenece a la delegación departamental ENACAL Carazo, ubicado en la ciudad de Jinotepe, la cual brinda asistencia técnica a problemas mayores que se presenten en el acueducto. El sistema es administrado por la misma delegación de Jinotepe la cual designa un técnico que realiza sus labores de facturación y recolección mensual de ingresos, otro técnico se encarga de las reparaciones mínimas que el sistema presente por daños y alteraciones, cuenta con dos bomberos quienes operan los equipos las 24 horas del día.

### 7.4 Análisis del problema (árbol de problemas)



### 7.5 Análisis de objetivos del proyecto (árbol de objetivos)



## 7.6 Alternativas de solución

Hasta este punto, se ha establecido con objetividad y claridad el árbol de problemas: causas y efectos, y el árbol de objetivos: medios y fines; que han puesto en una perspectiva ordenada y jerarquizada el problema y los objetivos del proyecto. La identificación del proyecto ha de concluir con la definición de alternativas de solución, mismas que son derivadas de los medios identificados en el árbol de objetivos.

### 7.6.1 Identificación de las acciones

<b>Medio fundamental de primer nivel (MF1)</b>	
Se realizan inversiones y mantenimiento en infraestructura de abastecimiento de agua	
<b>Acciones</b>	
	Reemplazo de las líneas de conducción con fugas Reparaciones a las líneas de conducción con fugas Construcción de nuevas líneas de conducción en reemplazo de todo el sistema de acueductos actual. Ampliación de la línea de conducción a zonas fuera de cobertura
<b>Medio fundamental de segundo nivel (MF2.1)</b>	
Aumenta la tasa de pago de los usuarios	
<b>Acciones</b>	
	Campaña de cultura de pago Medidas de cobro dirigidas con acción legal Acuerdos grupales de pago
<b>Medio fundamental de segundo nivel (MF2.2)</b>	
Se reduce la interrupción de suministro eléctrico a las estaciones de bombeo	
<b>Acciones</b>	
	Instalar un generador eléctrico dedicado en las estaciones de bombeo Construir línea de transmisión eléctrica en las estaciones de bombeo con aseguramiento del suministro eléctrico
<b>Medio fundamental de segundo nivel (MF2.3)</b>	
Disminuyen las conexiones ilegales de usuarios	
<b>Acciones</b>	
	Instalar medidores en las viviendas conectadas ilegalmente Crear grupos de consumidores (viviendas) e instalar medidores grupales

### 7.6.2 Alternativas de solución

<b>Alternativa 1</b>	Reemplazo de las líneas de conducción con fugas
	Campaña de cultura de pago
	Acuerdos grupales de pago
	Instalar un generador eléctrico dedicado en las estaciones de bombeo
	Instalar medidores en las viviendas conectadas ilegalmente
<b>Alternativa 2</b>	Reparaciones a las líneas de conducción con fugas
	Campaña de cultura de pago
	Medidas de cobro dirigidas con acción legal
	Construir línea de transmisión eléctrica dedica a las estaciones de bombeo
	Crear grupos de consumidores (viviendas) e instalar medidores grupales

## 7.7 Estudio socio-económico

A continuación, se plantean los cálculos y resultados de la encuesta realizada a la población:

**Tabla 7.1 Distribución de habitantes encuestados**

No.	Barrios	Habitantes
1	Calle central	42
2	El Calvario	42
3	Rigoberto López Pérez	42
<b>Total (Tamaño de la muestra)</b>		126

### 7.7.1 Datos personales de los encuestados

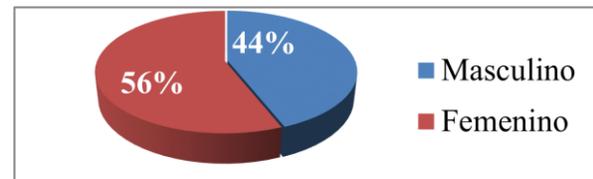
Los resultados de la encuesta a 126 viviendas ubicadas en el casco urbano del municipio, se describen a continuación:

#### ✓ Población y Sexo de la Población encuestada

Se obtuvo obteniendo un total de 423 habitantes de ambos sexos, predominando el sexo femenino (Ver Tabla 7.2 y Gráfica 7.1).

**Tabla 7.2 Encuestados según sexo**

Sexo		
Masculino	Femenino	Total
186	237	423



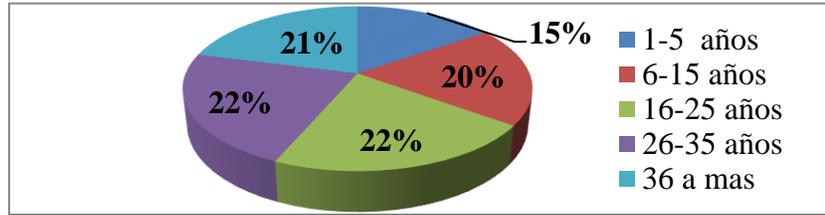
**Gráfica 7.1 Encuestados según sexo**

#### ✓ Edades de la Población Encuestada

El 44% de los pobladores poseen edades entre los 16 y 35 años, el 21% más de 36 años, un 20% entre 6 y 15 años y el restante, menores de 5 años (Ver Tabla 7.3 y Gráfica 7.2).

**Tabla 7.3 Edad de personas encuestadas**

Edad de personas encuestadas					
1-5 años	6-15 años	16-25 años	26-35 años	36 a mas	Total
65	83	91	95	89	423



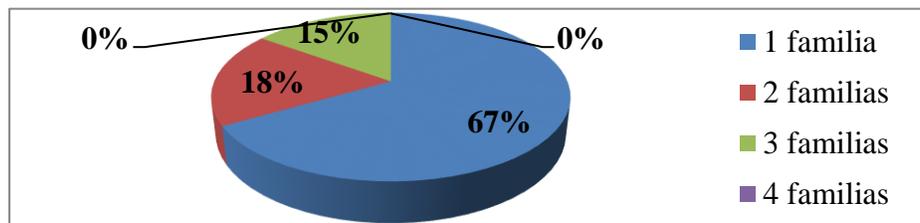
**Gráfica 7.2 Edad de los encuestados**

✓ **Viviendas**

Un 67% de las viviendas está habitado solo por una familia, el 18% por dos y solo un 15% por tres, el 44% de ellos pertenece al sexo masculino y el 56% al sexo femenino (Ver Tabla 7.4 y Gráfica 7.3).

**Tabla 7.4 Número de familias por vivienda**

Número de familias por vivienda					
1 familia	2 familias	3 familias	4 familias	5+ familias	Total
84	23	19	0	0	126



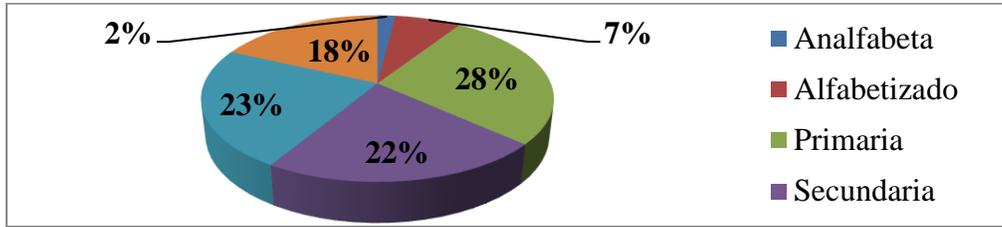
**Gráfica 7.3 Número de familias por vivienda**

✓ **Nivel de escolaridad**

Los niveles de educación secundaria y técnica reflejan los porcentajes más altos, después de la educación primaria y en un 18% la educación universitaria el resto de los pobladores se encuentran entre alfabetizados y analfabetas números que suman la minoría (Ver Tabla 7.5 y Gráfico 7.4).

**Tabla 7.5 Nivel de escolaridad**

Nivel de Escolaridad						
Analfabeta	Alfabetizado	Primaria	Secundaria	Técnico Medio	Universidad	Total
7	26	98	79	83	65	358



**Gráfica 7.4 Nivel de escolaridad**

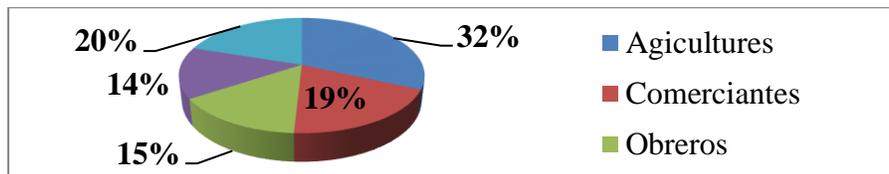
✓ **Ocupación de los encuestados**

En ocupación el 32% se dedica a la agricultura, el 19% son comerciantes, un 15% obreros, el 14% trabajan profesionalmente y el 20% faltante en otras ocupaciones (Ver Tabla 7.6 y Gráfica 7.5).

**Tabla 7.6 Ocupación de los encuestados**

Ocupación					
Agricultores	Comerciantes	Obreros	Trabajo profesional	Otros	Total
75	45	35	34	47	236

Fuente: Elaboración propia



**Gráfica 7.5 Ocupación de los encuestados**

Se observa que la población es bastante joven, la educación no representa una problemática debido a que es bajo el número de personas que no poseen educación, lo que ofrece habitantes aptos para trabajar lo que se figura en las ocupaciones de cada uno de ellos, un municipio con habitantes preparados genera mejores niveles económicos.

**7.7.2 Condiciones de la vivienda**

Se realizaron una serie de preguntas enfocadas en las condiciones de la vivienda, datos que muestran a continuación.

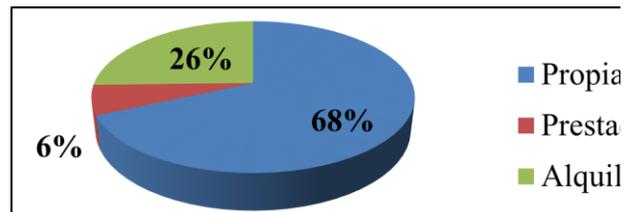
✓ **Propiedad de vivienda**

El 68% posee vivienda propia, el 26% es alquilada y solo un 6% es prestada (Ver Tabla 7.7 y Gráfica 7.6).

**Tabla 7.7 La vivienda es**

La vivienda es			
Propia	Prestada	Alquilada	Total
86	8	32	126

**Gráfica 7.6 Propiedad de vivienda**

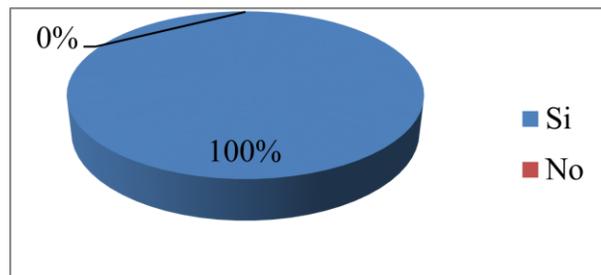


✓ **Servicio de energía eléctrica**

El total de las casas encuestadas consta con el servicio de energía eléctrica, el 53% de la población paga entre C\$101 a C\$200 córdobas por la energía, el 19% entre C\$201 y C\$300, el 14% más de C\$300, el 10% entre C\$51 y C\$100 y el restante C\$50, los montos no indican cantidades elevadas de consumo de energía, se mantienen en costos promedios de pagos mensuales, lo que indica que la población tiene un estilo de vida moderado, propio de un municipio en desarrollo (Ver Tabla 7.8 y 7.7 y Gráfica 7.9 y 7.8).

**Tabla 7.8 Poseen servicio de energía**

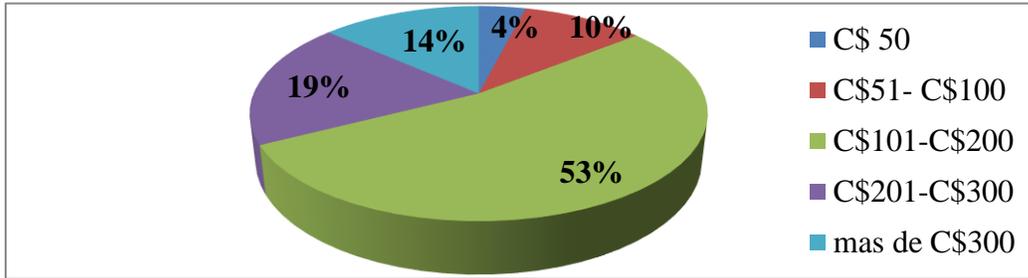
Poseen servicio de energía		
Si	No	Total
126	0	126



**Gráfica 7.7 Poseen servicio de energía**

**Tabla 7.9 Montos aproximados de pago de energía**

Montos aproximados de pago					
C\$ 50	C\$51- C\$100	C\$101-C\$200	C\$201-C\$300	más de C\$300	Total
5	13	67	24	17	126

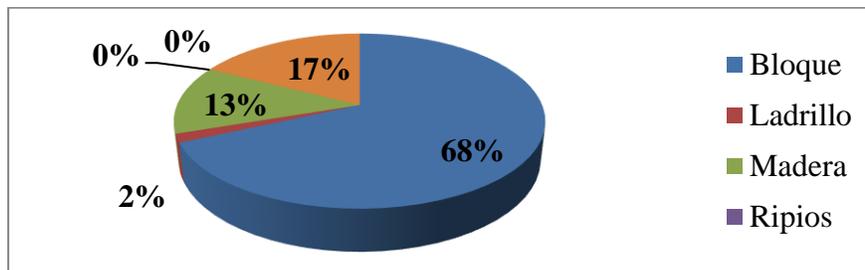


Gráfica 7.8 Montos de pago de energía

✓ Tipo de Construcción de las Viviendas

Tabla 7.10 Material de las paredes de la vivienda

Material de las paredes						
Bloque	Ladrillo	Madera	Ripios	Adobe	Otros	Total
86	2	16	0	0	22	126



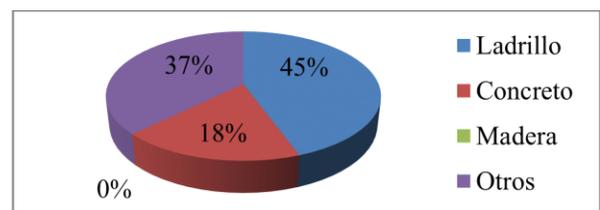
Gráfica 7.9 Material de las paredes de la vivienda

✓ Tipo de piso en las viviendas

El 45% es de piso de ladrillo rojo, el 37% se encuentra representado por pisos de cerámica y suelo y el 18% de pisos de concreto.

Tabla 7.11 Tipo de piso en las viviendas

Material del piso de la vivienda				
Ladrillo	Concreto	Madera	Otros	Total
56	23	0	47	126



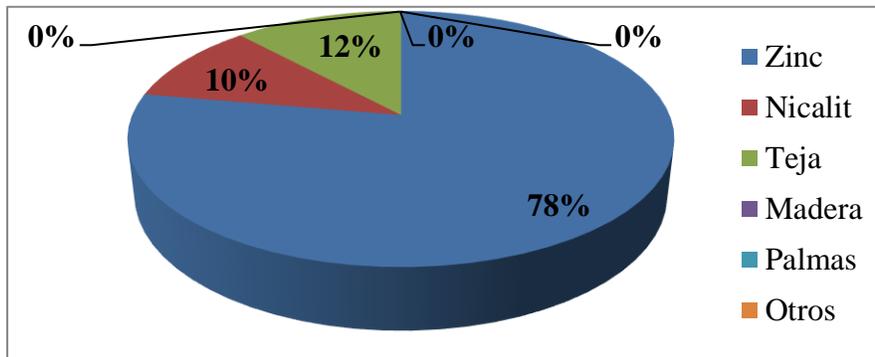
Gráfica 7.10 Material del piso de la vivienda

✓ Tipo de techo en las viviendas

El techo en un 78% es de zinc y los otros dos tipos son la teja y el micant,

**Tabla 7.12 Tipo de techo en las viviendas**

Material del techo de la vivienda						
Zinc	Nicalit	Teja	Madera	Palmas	Otros	Total
98	13	15	0	0	0	126

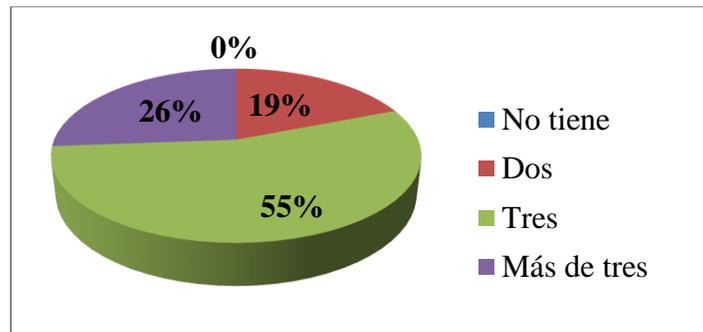


**Gráfica 7.11 Material del techo de la vivienda**

✓ **Número de divisiones que tiene la vivienda**

**Tabla 7.13 Numero de divisiones en las viviendas**

Divisiones en la vivienda				
No tiene	Dos	Tres	Más de tres	Total
0	24	69	33	126



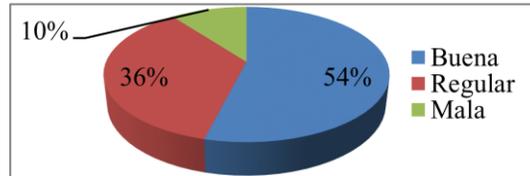
**Gráfica 7.12 Numero de divisiones en las viviendas**

✓ **Estado de las viviendas**

Realizando un resumen del estado en el que se encuentran es regular, ya que cuentan con estructuras adecuadas y las que no se encuentran en un 10% de lo encuestado.

**Tabla 7.14 Estado de las viviendas**

Resumen del estado de la vivienda			
Buena	Regular	Mala	Total
68	45	13	126



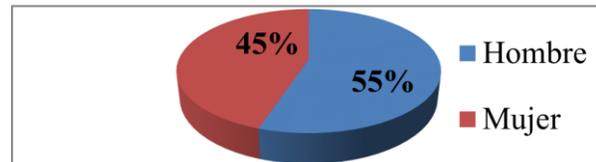
**Gráfica 7.13 Estado de las viviendas**

**7.7.3 Situación económica de la familia**

De las personas encuestadas sólo 236 trabajan, 45% de las mujeres trabajan en el municipio, el 55% de las personas que trabajan fuera son hombres, el 26% de mujeres trabaja fuera municipio y el restante representa a los hombres que de igual forman trabajan fuera,

**Tabla 7.15 Encuestados que trabajan según sexo**

Cantidad de personas que trabajan			
Dentro del municipio		Fuera del municipio	
Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
91	74	53	19

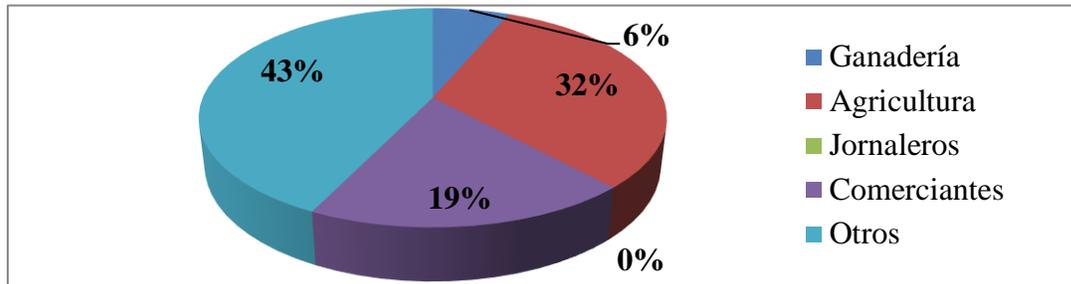


**Grafica No. 7.14 Encuestados que trabajan según sexo**

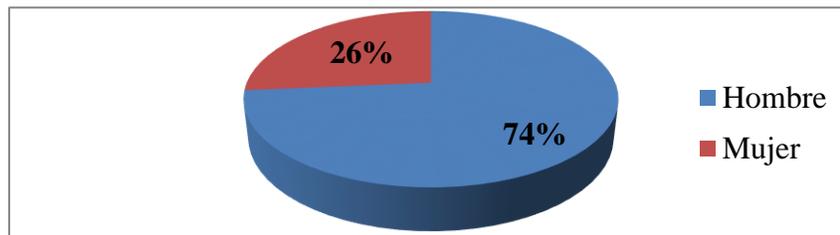
El 43% de la población se dedica a trabajos de diferentes índoles, el 32% son agricultores, seguidos de los trabajos de comercio y ganadería, se puede ver que es un pueblo de características agrícolas y comerciantes ya que los productos que cultivan son luego exportados a los otros municipios para ser comercializados, el 88% no posee ganado de ningún tipo.

**Tabla 7.16 Tipos de trabajos que desempeñan los encuestados**

Actividad económica					
Ganadería	Agricultura	Jornaleros	Comerciantes	Otros	Total
15	75	0	45	101	236



**Gráfica 7.15 Tipos de trabajos que desempeñan los encuestados**

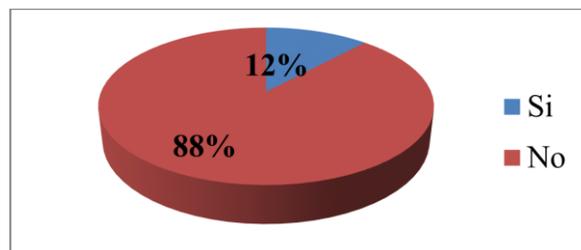


**Gráfica 7.16 Encuestados que trabajan según sexo**

El 22% si entre los que se mencionan caballos y vacas, los animales domésticos representan un 69% el 31% no posee ningún tipo de animal en la vivienda.

**Tabla 7.17 Tienen ganado**

Tienen Ganado		
Si	No	Total
15	111	126

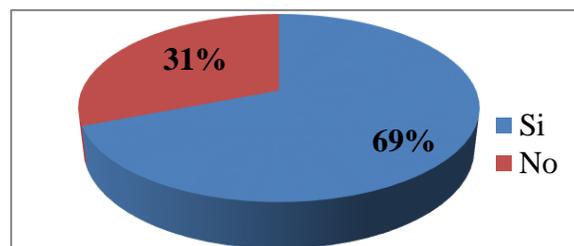


**Gráfica 7.17 Tienen ganado**

**Tabla 7.18 Animales domésticos**

Tienen Animales Domésticos		
Si	No	Total
87	39	126

**Gráfica 7.18 Animales Domésticos**



## 7.8 Análisis final de la encuesta

La necesidad del mejoramiento y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable es de total prioridad debido a que los pobladores plantearon que el servicio en cantidad es deficiente, el agua que se consume es de excelente calidad, pero no existe consistencia en la cantidad de agua que les llega, hay días en que sí, hay servicio y otros no, no todos los pobladores consumen agua de forma permanente.

Determinados los objetivos de conocimiento de los aspectos socioeconómicos más importantes de una población en estudio y definida la aceptación del proyecto para un futuro, se puede decir que el municipio de La Conquista presenta las características óptimas para ejecutar la presente propuesta de proyecto.

## 7.9 Análisis de la demanda

La demanda del servicio de agua potable se determinó mediante las proyecciones demográficas, dotaciones, niveles de cobertura y pérdidas esperadas para el período 2021-2041 (20 años). El proyecto tendrá un tamaño determinado por la demanda estimada hacia el final del periodo de diseño de las obras que se adopten. La proyección de la demanda del servicio de agua potable, considera los aspectos descritos a continuación

### 7.9.1 Estudio de Población

El municipio de la Conquista a través de su documento ‘Caracterización de la Conquista’ define que la población hasta el año 2005 es de 872 habitantes, dato que difiere un poco con el documento ‘La Conquista en Cifras’ elaborado por el Instituto Nicaragüense de Información y Desarrollo por sus siglas INIDE siendo de 822 pobladores en su último censo.

Según encuesta realizada para este estudio la población al año 2020 era de 1,116 habitantes.

$Viviendas\ encuestadas = 126$  (Tamaño de la muestra)

$Habitantes\ encuestados = 423$

$$Ind.habitacional = \frac{Hab_{Encuestados}}{Viv_{Encuestadas}} = \frac{423Hab}{126Viv} = 3.36Hab/Viv$$

$$Población = 332Viv \times 3.36Hab/Viv = 1,116Hab$$

### 7.9.2 Tasa de Crecimiento

La determinación de la población esperada a lo largo del periodo de diseño se basó en la proyección del crecimiento geométrico y el dato del INIDE, en los años comprendidos de 1971, 1995, y 2005. Tabla 8.1

**Tabla 7.19 Censos**

Años	Jinotepe - Carazo			La Conquista		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
<b>Censo 1971</b>	71134	32619	38515	2860	537	2323
<b>Censo 1995</b>	149407	85620	63787	3922	773	3149
<b>Censo 2005</b>	166073	-	-	3777	822	2955

Fuente: INIDE

Las tasas de crecimiento calculas a lo largo de todos los períodos intercensales se muestran en la Tabla 7.19

**Tabla 7.20 Tasas de crecimiento poblacional**

Periodo censal	Jinotepe - Carazo			La Conquista		
	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural
<b>1971-1995</b>	3.14	4.10	2.12	1.32	1.53	1.28
<b>1995-2005</b>	1.06	-	-	-0.38	0.62	-0.63
<b>2005-2021</b>	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>	2.10	4.10	2.12	0.47	1.07	0.32

### 7.5.3 Proyección de población

Según la norma de INAA en su acápite 1.3.2, inciso 2, si el promedio de la proyección de población por los métodos adoptados presenta una tasa menor a 2.5%, la proyección final se hará basada en una tasa de crecimiento del 2.5%.

Para el caso de la población de La Conquista, si se proyecta la del censo del 2005 al 2020, la población resulta de 1191, valor que difiere muy poco con la población encontrada, por lo que se utiliza como población inicial la de la encuesta realizada para el presente estudio de **1116 habitantes. (Ver Tabla 7.21)**

**Tabla 7.21 Proyección de población**

Proyección de población	
Año	Población (Hab)
2021	1195
2022	1225
2023	1256
2024	1287
2025	1319
2026	1352
2027	1386
2028	1421
2029	1456
2030	1492
2031	1530
2032	1568
2033	1607
2034	1647
2035	1689
2036	1731
2037	1774
2038	1818
2039	1864
2040	1910
2041	1958
2042	2007

#### 7.5.4 Dotación

Según ENACAL para los años 2019 y 2020 el volumen promedio anual total producido por ambos pozos fue de 100,869.60 m<sup>3</sup> para un caudal promedio de 50.70 gpm (3.20 l/s). El consumo real de la población registró una facturación de 3,076.89 m<sup>3</sup>/mes (1.19 l/s) de promedio para ambos años.

La dotación está fundamentada en los datos de producción y registros de consumo de la ciudad de La Conquista, brindados por ENACAL. Al evaluar la dotación histórica producto de los consumos se puede observar que es mayor, a la establecida por las normas de INAA (75 lppd), por lo tanto, se decidió realizar la evaluación del sistema actual con 102.43 lppd, dotación que garantiza el consumo real de los pobladores hasta la fecha. A continuación, se muestra el cálculo de la dotación histórica y la cobertura. (Ver Tabla 7.22).

**Tabla 7.22 Dotaciones y cobertura**

$P_c$	Población conectada	$P_c = Viv_{Conectadas} \times Ind_{Habitacional}$
$P_{nc}$	Población no conectada	$P_{nc} = P_d - P_c$
$P_d$	Población de diseño	
$Dot_{Hist}$	Dotación histórica	$Dot_{Hist} = \frac{Consumo_{Hist}}{P_c}$
$Consumo_{Hist}$	Consumo histórico	102,563 litros/día
$C$	Cobertura	$Cobertura = \frac{P_c}{P_d}$
$Dot_{Pnc}$	Dotación de la población no conectada	38 litros/hab/día

$$Dot_{Hist} = \frac{102563 \text{ litros/día}}{867 \text{ hab}} = 118.35 \text{ litros/hab/día}$$

$$Cobertura = \frac{P_{Conectada}}{P_{Diseño}} = \frac{867}{1,116} = 70.35\%$$

### 7.5.5 Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo actual y proyectado se muestran a continuación. (Ver Tablas 7.23y 7.24)

**Tabla 7.23 Variaciones de consumo.**

Símbolo	Concepto	Ecuación
$CPD$	Consumo Promedio Diario	$CPD = (P_c \times Dot_{Hist}) + (P_{nc} \times Dot_{Pnc})$
$hf$	Perdidas en el sistema	$hf = 20\% CPD$
$CPD_{Total}$	Consumo Promedio Diario Total	$CPD_{Total} = CPD + hf$
$CMD$	Consumo de Máximo Día	$CMD = 1.5CPD + hf$
$CMH$	Consumo de Máxima Hora	$CMH = 2.5CPD + hf$

**Tabla 7.24 Proyección de Población y Consumos.**

Año	Población (Hab)	Dotación		CPD		hf		CPDT		CMD		CMH	
		Lppd	Gppd	LPS	GPM	LPS	GPM	LPS	GPM	LPS	GPM	LPS	GPM
2020	1166	103.70	27.398	1.17	18.57	0.23	3.71	1.41	22.28	1.99	31.57	3.16	50.14
2021	1195	103.70	27.398	1.43	22.74	0.29	4.55	1.72	27.29	2.44	38.65	3.87	61.39

## 7.10 Análisis de la oferta

### 7.10.1 Almacenamiento

El sistema de distribución de agua potable del municipio cuenta con un tanque de mampostería sobre el suelo localizado al noreste del mismo, con una capacidad de almacenamiento de 25000 Galones (94.625 m<sup>3</sup>) tiene un nivel de fondo de 1,005.419 msnm y una altura de 4 metros, encontrándose en buenas condiciones físicas. (Ver Tabla 7.23).

**Tabla 7.25 Características principales del tanque de almacenamiento**

Tanque No.	Nivel de fondo (msnm)	Altura de agua (m)	Nivel de rebose (msnm)	Volumen (gal)	Volumen (m <sup>3</sup> )
1	1005.419	4	1009.419	25000	94.625

Fuente: ENACAL – Carazo

### Revisión de la capacidad actual del almacenamiento

A fin de evaluar este volumen de almacenamiento; es preciso observar que la capacidad mínima de almacenamiento de un sistema de abastecimiento urbano, debe según norma; considerarse con base a tres factores:

- ✓ El volumen de compensación equivalente al 25% del consumo promedio diario (CPD).
- ✓ Volumen de reserva para eventualidad o emergencia. Este volumen es equivalente al 15% del CPD.
- ✓ Volumen de incendio, para poblaciones menores a 5,000 habitantes (según normas de INAA), no es recomendable y resulta antieconómico el proyectar sistema contra incendio. Se deberá justificar en los casos en que dicha protección sea necesaria. En este caso no se consideró debido a que la población es menor de 5000 habitantes

Donde:

$$V_{Total} = V_{Compensador} + V_{Reserva} + V_{incendio}$$

$$V_{Compensador} + V_{Reserva} = 40\% CPD$$

$$40\% CPD = 0.40(1.25lps) \times 86400s = 43,200litros$$

$$V_{Total} = 43.20m^3$$

$$V_{Total} = 11,413.47 \text{ galones}$$

Con lo que se concluye que la capacidad de almacenamiento instalada del acueducto de La Conquista de 25000 galones (94.62 m<sup>3</sup>) sobrepasa en un 54% el volumen requerido.

### 7.10.2 Fuente de Abastecimiento

La actual fuente de abastecimiento de agua del acueducto de la localidad de La Conquista, está constituida por el depósito de aguas subterráneas que pertenecen a la Provincia hidrogeológica Rivas-Tamarindo, de rocas sedimentarias terciarias (formación Brito), esto constituye un conjunto hidrogeológico de permeabilidad regular a impermeable y transmisibilidad baja a nula sin importancia acuífera, lo que le confiere poca capacidad de almacenamiento de aguas subterránea.

Consiste en dos pozos perforados a percusión denominados pozo N°1 C-1-69 y pozo N°2 H-1-94. Las características se muestran en la Tabla 7.26 y en el Anexo 10.

**Tabla 7.26 Características de los pozos existentes**

<b>Características</b>	<b>pozo N°1 C-1-69</b>	<b>pozo N°2 H-1-94</b>
Fecha de perforación (años)	1969(52 años)	1994 (27 años)
Diámetro de pozo (pulg)	15	15
Diámetro de ademe (pulg)	8	8
Material de ademe	PVC	PVC
Profundidad (pie)	142	200
caudal de producción (m <sup>3</sup> /hrs)	15-16	23-24

### 7.10.3 Estación de Bombeo

**Tabla 7.27 Características de los equipos de bombeo actuales**

Características	2021	
	Pozo N° C-1-69	Pozo N° H-1-94
Caudal de Bombeo (l/s)	2.10	2.10
Caudal de Bombeo (gpm)	33.29	33.29
Nivel del terreno del pozo (msnm)	1005.12	1002.65
Nivel de terreno del tanque (msnm)	1005.12	1005.12
Nivel de rebose del tanque (msnm)	1009.12	1009.12
Carga estática de descarga (m)	4.00	6.47
Nivel estático del agua (m)	22.87	20.42
Variación estacionaria (m)	3.57	3.57
Descenso regional (0.09 m/año) m	0.90	0.90
Abatimiento por bombeo (m)	5.00	4.64
Nivel dinámico (m)	32.34	29.53
Sumergencia de la bomba (m)	6.10	6.10
Longitud de columna (m)	38.43	36.63
Pérdidas en la línea de succión. 5% de la LCB (m)	1.92	1.78
Pérdidas en la descarga (m)	0.07	0.37
Carga total dinámica (m)	36.41	36.38
Eficiencia asumida	0.75	0.75
Potencia hidráulica de la bomba calculada (HP)	1.34	1.34
Potencia neta de la bomba calculada (HP)	1.61	1.61
Potencia neta de la bomba propuesta (HP)	2.00	2.00

Fuente: ENACAL CARAZO

### 7.10.4 Línea de conducción

#### Línea de conducción por bombeo (Fuente-Tanque)

Según análisis hidráulico realizado de la línea de conducción las velocidades del flujo se encuentran fuera de los rangos permitidos por las normas técnicas del INAA.

**Tabla 7.28 Velocidad y pérdida de Carga en la línea de conducción**

Tramos		Diámetro (mm)	Caudal (LPS)	Longitud (m)	Velocidad (m/s)	Perdidas	
De	A					m	m/Km
<b>Línea de Conducción No. 1 (Pozo No.1 - Tanque de Almacenamiento)</b>							
C-1-69	Tanque	75	2.10	20	0.48	0.09	4.50
<b>Línea de Conducción No. 1 (Pozo No.2 - Tanque de Almacenamiento)</b>							
H-1-94	Tanque	75	2.10	109.84	0.48	0.48	4.00

### **Análisis de la línea de conducción por gravedad (Tanque-Red)**

El análisis de la línea de conducción por gravedad del sistema de agua potable correspondiente al 2021 se hizo utilizando el software EPANET. La línea tiene una longitud de 407.991 m, el diámetro encontrado es de 3” de material asbesto cemento, con una velocidad de 0.10 m/s.

#### **7.10.5 Red de Distribución**

La red está configurada como una red cerrada, con nodos establecidos a distancias que oscilan entre 41.278 m y 178.729 m de longitud. Se encuentra distribuida con respecto a la planimetría cubriendo el 100% de las calles principales y donde no se encontró tubería principal los pobladores se conectaron con tubería de ½” PVC como una solución a la problemática de no rehabilitación del sistema en los últimos años.

La red de distribución cuenta con 2925.53 m de tuberías de diferentes diámetros y dos tipos de materiales asbesto cemento y PVC.

**Tabla 7.29 Características principales de la red de distribución**

<b>Diámetro de Tubería (pulg)</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Material</b>
3	806.1286	Asbesto cemento
2	1,005.915	PVC
1 ½	1,014.118	PVC
1	99.372	PVC
Total	2,925.5336	

Fuente: ENACAL – Carazo

### **Resultado del Análisis Hidráulico**

A través del software EPANET se ha efectuado el análisis hidráulico para la verificación de la capacidad de la red de distribución frente a los caudales existentes requeridos por la demanda actual; para dicho análisis se tomaron a continuación los siguientes criterios:

- ✓ La fuente de abastecimiento corresponde al pozo N°1 C-1-69 y pozo N°2 H-1-94.
- ✓ Los consumos en los nodos corresponden a la demanda de consumo de máxima hora.
- ✓ Se utilizaron los diámetros, longitudes y material de tubería de la red actual.
- ✓ Para el almacenamiento se utilizaron las dimensiones del tanque en operación.

## **Tipos de Análisis Realizados**

### **Caso I: Consumo de máximo horario para el año 2022**

Para el cálculo de pérdidas se utilizó la fórmula de Hazen William. La rugosidad para la tubería PVC es de 130 para tuberías de edades inciertas según las Normas del INAA y 130 para tuberías de asbesto cemento.

- ✓ **Presiones:** De la modelación se obtuvo que algunas presiones actualmente no cumplen con los parámetros de presiones mínimas establecidas que son de 14 m.
- ✓ **Velocidades:** Se puede observar que las velocidades son menores de 0.30 m/s, por lo tanto, no cumple con las presiones y velocidades.

### **Medición de Presiones Residuales**

Además del análisis hidráulico, también se hicieron pruebas en el sitio, de las presiones residuales en la red de distribución, encontrándose presiones de 5 m, 7m y 20 m en el punto más alto, medio y bajo de la localidad.

**Nodo 5:** La presión residual calculada en este nodo es de 4.16 m, a las 6:00 am, esto se debe a que el nodo pertenece a la cota 1000 con una diferencia de elevación desde la fuente al nodo de 5.12m en 729.54 m de recorrido del flujo.

**Nodo 14:** La presión residual en este nodo es de 17.16 m, a las 6.00pm, presión que se encuentra en el límite del rango establecido que es entre 0 y 14m, esto se debe a que las diferencias de elevación con respecto a la distancia ofrecen las condiciones para el recorrido del agua.

#### **7.10.6 Tratamiento del agua**

La cloración se da en la sarta de descarga, tubería que sale del pozo hacia el almacenamiento. El cloro se suministra con la siguiente proporción a 1 barril de 12 latas se le suministra 1 galón de hipoclorito de sodio. De acuerdo al análisis de calidad de agua proporcionado por el laboratorio de ENACAL para ambos pozos, todos los parámetros están dentro de los parámetros permisibles según normas CAPRE.

## 7.11 Balance oferta-demanda por elemento del sistema de agua existente

A continuación, en la tabla 8.10 se presenta un balance preliminar entre la capacidad instalada de los elementos del sistema y la demanda estimada para los mismos.

**Tabla 7.28 Balance oferta y demanda por elemento del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista**

Elemento del sistema	Oferta	Demanda actual	Variación
Pozos en explotación	2	2	0
Producción Fuente de abastecimiento	3.20 lps	2.33 lps	+0.87 lps
Equipos de bombeo	2.21 lps	2.33 lps	-0.12 lps
Almacenamiento	94.62 m <sup>3</sup>	43.20 m <sup>3</sup>	+51.42 m <sup>3</sup>
Red de distribución	5.97 lps	3.71 lps	2.26lps
Conexiones domiciliarias	298	332	-34

Como resultado de la comparación efectuada en la Tabla 7.28, se observa lo siguiente:

- 1) La capacidad instalada de oferta de agua supera la demanda máximo día de la población, pero los pozos ya cumplieron la vida útil.
- 2) La capacidad instalada de los equipos de bombeo es menor que la requerida, y además, ya han cumplido su vida útil tienen 52 y 27 años respectivamente.
- 3) La capacidad de almacenamiento de agua existente es mayor en un 54% del volumen demandado por la población.
- 4) Se requiere el reemplazo y/o refuerzo de algunos diámetros en tuberías de la red de distribución ya que aún existen tuberías de asbesto cemento, además para distribuir el agua en las cantidades y presiones requeridas de acuerdo a las demandas de la población.
- 5) Se precisa completar la cantidad de conexiones activas al 100% de la población de La Conquista.

## 7.12 Sistema de Agua Potable proyectado

### 7.12.1 Conceptualización del Proyecto

El sistema propuesto estará conformado del tipo fuente- tanque –red y se ha diseñado con un 100% de cobertura, el haber realizado el análisis del sistema de agua potable existente se pudo verificar que la producción de los pozos actuales C-1-69 Y H-1-94 es mayor que la demanda de agua que la población necesita para el final del periodo de diseño, año 2042.

Se propone la perforación de un nuevo pozo equipado con su estación de bombeo, ubicado en la misma área donde está el pozo C-1-69.

### **7.12.2 Proyección de población y consumos**

#### **✓ Población de Diseño**

La población de diseño de La Conquista (Tabla 7.29), fue realizada a partir de una tasa de crecimiento del 2.5%, según la norma de INAA en su acápite 1.3.2, inciso 2.

#### **✓ Variaciones de Consumo**

Las variaciones de consumo corresponden al 100% de la cobertura a través de conexiones domiciliarias, utilizando durante todo el periodo de diseño la dotación histórica de 118.35 lppd, mayor que la correspondiente según las normas de INAA.

**Tabla 7.29 Proyección de Población y Consumo**

Año	Población (Hab)	Población conectada (Hab)	Pob no/c (Hab)	Dotación		Dotación de Pob. no conectada		CPD		hf		CPDT		CMD		CMH	
				Lppd	Gppd	Lppd	Gppd	LPS	GPM	LPS	GPM	LPS	GPM	LPS	GPM	LPS	GPM
2020	1166	867	299	103.70	27.398	38	10	1.17	18.57	0.23	3.71	1.41	22.28	1.99	31.57	3.16	50.14
2021	1195	1195	0	103.70	27.398	38	10	1.43	22.74	0.29	4.55	1.72	27.29	2.44	38.65	3.87	61.39
2022	1225	1225	0	103.70	27.398	38	10	1.47	23.31	0.29	4.66	1.76	27.97	2.50	39.62	3.97	62.93
2023	1256	1256	0	103.70	27.398	38	10	1.51	23.89	0.30	4.78	1.81	28.67	2.56	40.61	4.07	64.50
2024	1287	1287	0	103.70	27.398	38	10	1.54	24.49	0.31	4.90	1.85	29.38	2.63	41.63	4.17	66.11
2025	1319	1319	0	103.70	27.398	38	10	1.58	25.10	0.32	5.02	1.90	30.12	2.69	42.67	4.27	67.76
2026	1352	1352	0	103.70	27.398	38	10	1.62	25.73	0.32	5.15	1.95	30.87	2.76	43.73	4.38	69.46
2027	1386	1386	0	103.70	27.398	38	10	1.66	26.37	0.33	5.27	2.00	31.64	2.83	44.83	4.49	71.20
2028	1421	1421	0	103.70	27.398	38	10	1.71	27.03	0.34	5.41	2.05	32.43	2.90	45.95	4.60	72.97
2029	1456	1456	0	103.70	27.398	38	10	1.75	27.70	0.35	5.54	2.10	33.24	2.97	47.10	4.72	74.80
2030	1492	1492	0	103.70	27.398	38	10	1.79	28.40	0.36	5.68	2.15	34.08	3.05	48.27	4.84	76.67
2031	1530	1530	0	103.70	27.398	38	10	1.84	29.11	0.37	5.82	2.20	34.93	3.12	49.48	4.96	78.59
2032	1568	1568	0	103.70	27.398	38	10	1.88	29.83	0.38	5.97	2.26	35.80	3.20	50.72	5.08	80.55
2033	1607	1607	0	103.70	27.398	38	10	1.93	30.58	0.39	6.12	2.31	36.70	3.28	51.99	5.21	82.56
2034	1647	1647	0	103.70	27.398	38	10	1.98	31.34	0.40	6.27	2.37	37.61	3.36	53.28	5.34	84.63
2035	1689	1689	0	103.70	27.398	38	10	2.03	32.13	0.41	6.43	2.43	38.55	3.45	54.62	5.47	86.74
2036	1731	1731	0	103.70	27.398	38	10	2.08	32.93	0.42	6.59	2.49	39.52	3.53	55.98	5.61	88.91
2037	1774	1774	0	103.70	27.398	38	10	2.13	33.75	0.43	6.75	2.56	40.50	3.62	57.38	5.75	91.14
2038	1818	1818	0	103.70	27.398	38	10	2.18	34.60	0.44	6.92	2.62	41.52	3.71	58.82	5.89	93.41
2039	1864	1864	0	103.70	27.398	38	10	2.24	35.46	0.45	7.09	2.68	42.56	3.80	60.29	6.04	95.75
2040	1910	1910	0	103.70	27.398	38	10	2.29	36.35	0.46	7.27	2.75	43.62	3.90	61.79	6.19	98.14
2041	1958	1958	0	103.70	27.398	38	10	2.35	37.26	0.47	7.45	2.82	44.71	4.00	63.34	6.35	100.60
2042	2007	2007	0	103.70	27.398	38	10	2.41	38.19	0.48	7.64	2.89	45.83	4.10	64.92	6.50	103.11

### 7.12.3 Fuente de abastecimiento

La actual fuente de abastecimiento de agua del acueducto de la localidad de La Conquista está constituida por el depósito de aguas subterráneas que pertenecen a la Provincia hidrogeológica Rivas-Tamarindo, de rocas sedimentarias terciarias (formación Brito), esto constituye un conjunto hidrogeológico de permeabilidad regular a impermeable y transmisibilidad baja a nula sin importancia acuífera, lo que le confiere poca capacidad de almacenamiento de aguas subterránea.

Esta puede continuar siendo aprovechada para satisfacer la demanda durante el periodo de diseño del presente proyecto. Para tales fines se cuenta con el pozo H-I-94 que puede continuar funcionando unos 5 años o más y se perforará un nuevo pozo que pueden ser incorporados en el 2026. A partir de estos pozos se bombearán directamente a los tanques de almacenamiento, el actual y el propuesto para el 2026 (**Ver Anexo 11 Ubicación de pozos propuestos**)

#### ✓ Datos Constructivos del pozo

Con el propósito de mantener el caudal de diseño de los pozos propuestos proyectados a 20 años, que satisfaga la demanda de agua para La Conquista, se recomienda construir un pozo con una capacidad de producción de 3.50 l/s (55.48gpm) con una profundidad entre 150 y 200 pies, el que será perforado con agujero de 15 plg. Y se revestirán con tuberías ciegas y rejillas tipo puente ambas de 8 plg de diámetro. Este pozo se perforará con el método de rotación directa acompañado con la tecnología de martillo al fondo, según el orden que se muestra en la tabla 8.12.

**Tabla 7.30 Características del Pozo Propuesto**

<b>Características</b>	<b>Pozos N° C-2-21</b>
Diámetro de Perforación	15 pulgadas
Diámetro Tubería de Revestimiento	8 pulgadas
Rejilla tipo puente	Diámetro= 8plg, AB=1/8", Cantidad = 40 pies.
Rejilla Johnson n° 60	Diámetro=8plg, AB=1/8", Cantidad=40 pies.
Empaque de grava	5/16", Cantidad = 4.97 m <sup>3</sup>
Tubo engrave	2 pies
Sello sanitario	Profundidad=20ft, Volumen=0.43 m <sup>3</sup>
Base de Concreto	(0.50x0.50x1.30) m
Caudal esperado	3.50lps
Profundidad total	150-200 pies

**Tabla 7.31 Programa de pozo a construirse en el periodo de diseño**

Año	Demanda	Capacidad total de Producción	Capacidad de Pozos a const.	Número de pozos a construirse	Tiempos de bombeo
	l/s	l/s	l/s	unid	Horas
2021	2.10	-		-	
2026	2.38	3.50	3.50	1	16
2031	2.69	-	-	-	-
2036	3.04	-	-	-	-
2042	3.44	-	-	-	-

Calculado con caudales actuales y regímenes de bombeo de 16 horas.

#### 7.12.4 Estación de Bombeo

##### ✓ Determinación de las características de los Equipos de Bombeo

En los primeros cinco años el pozo No.2 H-1-94 estará funcionando, ya que, de acuerdo con el Consumo de Máximo Día, el caudal que aporta es suficiente para satisfacer la demanda de la población de **2.38 l/s** para el año 2026, este dejará de funcionar debido a su periodo de caducidad.

**Tabla 7.32 Características de los Equipos de Bombeo periodo 2021-2041**

Características	2022-2026	2026-2042
	Pozo N° H-1-94	Pozo N° C-2-21
Caudal de Bombeo (l/s)	2.38	3.44
Caudal de Bombeo (gpm.)	37.60	54.60
Nivel del terreno del Pozo (msnm)	1002.65	1005.12
Nivel de terreno del Tanque (msnm)	1005.12	1005.12
Nivel de rebose del Tanque (msnm)	1023.12	1023.12
Carga estática de descarga (m)	6.47	4.00
Nivel estático del agua (m)	20.42	22.87
Variación estacionaria (m)	3.57	3.57
Descenso Regional (0.09 m/año) m	0.90	0.90
Abatimiento por bombeo (m)	4.64	5.00
Nivel Dinámico (m)	29.53	32.34
Sugerencia de la bomba (m)	6.10	6.10
Longitud de Columna (m)	35.63	38.44
Pérdidas en la línea de succión. 5% de la LCB (m)	1.78	1.92
Longitud de descarga(m)	109.84	20.00
Pérdidas en la descarga (m)	0.47	0.22
Carga total dinámica (m)	48.00	50.51
Eficiencia asumida	0.75	0.75
Potencia hidráulica de la Bomba (calculada)	2.00	3.05
Potencia neta de la Bomba (calculada)	2.40	3.70
Potencia neta de la Bomba propuesta	3.00	5.00

### 7.12.5 Línea de Conducción

#### ✓ Línea de conducción por Bombeo 2042

El diámetro de la línea de conducción está diseñado para transportar el flujo desde la fuente de abastecimiento (Pozos) hasta el tanque de almacenamiento, este diámetro será capaz de llevar el caudal bombeado, desde el inicio de funcionamiento del sistema hasta el final del periodo de diseño.

Con el propósito de reducir las pérdidas en la línea de descarga, para el cálculo de la Carga Total Dinámica, y los costos de operación y mantenimiento se realizó el Análisis Técnico Económico para tres diámetros los que se muestran en Tablas 7.33, 7.34 y 7.35.

**Tabla 7.33 Cálculo de diámetros de Línea de Conducción.**

Caudal (Lps)	Fórmula	Diámetro Económico(mm)	Diámetro Comercial (mm)	Velocidad (mm)
3.44	$\phi = 1.5Q^{1/2}$	3.46	3	0.75
			4	0.42
3.44	$\phi = 0.9Q^{0.45}$	2.76	2	1.70
			3	0.75
3.44	$\phi = \sqrt{\frac{4Q}{\pi V}}$	2.75	2	1.70
			3	0.75

**Tabla 7.34 Características de los equipos de estaciones de bombeo**

CÁLCULO	SÍMBOLO	ECUACIÓN	VALOR			VALOR			UNIDAD
			Línea de Conducción (2021-2026)			Línea de Conducción (2026-4201)			
Diámetros Propuestos	$\phi$		2	3	4	2	3	4	Pulg
Caudal de Bombeo (Capacidad de la bomba)	$CMD$	$CMD = 1.5CPD + hf$	2.38			3.44			LPS
			37.70			54.60			GPM
Nivel de rebose del Tanque	$NRT$		1023.119			1023.119			msnm
Elevación del Terreno	$NPS$		1002.645			1005.12			msnm
Nivel Estático del Agua	$NEA$		20.43			22.87			m
Rebajamiento	$Reb$		4.64			5.00			m
Variación estacional	$Var.Est.$		3.57			3.57			m
Descenso regional	$Desc.Re g.$		0.90			0.90			m
Nivel de Bombeo	$NB$	$NEA + Reb + Var.Est. + Desc.Re g$	29.54			32.34			m
Nivel Mínimo de Bombeo	$NMB$	$NPS - NB$	973.11			972.78			m
Carga Estática	$H_{Est}$	$NRT - NMB$	50.01			50.34			m
Sumergencia	$Sumerg.$	20 Pies (Según Normas)	6.10			6.10			m
Longitud de Succión	$L_{Succ}$	$NB + Sumergencia$	35.64			38.44			m
Perdidas en la Succión	$hf_{Succ} \leq 5\% L_{Succ}$	$hf_{Succ} = 10.67 \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.85} \frac{L_{Succ}}{D^{4.87}}$	5% $L_{Succ}$			1.78			m
			0.15			0.32			m
Longitud de descarga	$L_{Desc}$		109.84			20			m
Perdidas en la Descarga	$hf_{Desc}$	$hf_{Succ} = 10.67 \left( \frac{Q}{C} \right)^{1.85} \frac{L_{Desc}}{D^{4.87}}$	3.35	0.47	0.11	1.21	0.17	0.04	m
Carga Total Dinámica	$CTD$	$H_{Est} + hf_{Succ} + hf_{Desc}$	53.52	50.63	50.28	51.87	50.83	50.70	m
Potencia hidráulica	$P_{Hidraulica}$	$\gamma \times Q \times CTD$	128	121	120	179	175	175	H.P
Potencia al freno	$P_{Freno}$	$P_{Hidraulica} / Eb$	246	232	231	344	337	336	H.P
Potencia eléctrica	$P_{Electrica}$	$P_{Freno} / Em$	273	258	256	382	374	373	H.P

**Tabla 7.35 Análisis Técnico-Económico de Líneas de Conducción**

✓ **Línea de conducción 1 (2022-2026)**

Diámetro (pulgadas)	Longitud descarga (m)	N° tubos	Costo unitario (C\$)	Costo Total (C\$)	Anualidad (C\$/año)	Pot. Eléctrica Comercial	C. A. energía (C\$/año)	Costo Anual Equivalente (C\$)
<b>Línea de Conducción</b>								
2	109.84	19	410.93	7807.67	209.43	300	2,675,134.93	2,675,344.36
3	109.84	19	547.91	10410.29	279.25	300	2,531,338.01	2,531,617.26
4	109.84	19	684.88	13012.72	349.06	300	2,513,869.35	2,514,218.41

✓ **Línea de conducción 2 (2026-2042)**

Diámetro (pulgadas)	Longitud descarga (m)	N° tubos	Costo unitario (C\$)	Costo Total (C\$)	Anualidad (C\$/año)	Pot. Eléctrica Comercial	C. A. energía (C\$/año)	Costo Anual Equivalente (C\$)
<b>Línea de Conducción</b>								
2	20	4	410.93	1643.72	44.09	400	3,743,387.24	3,743,431.33
3	20	4	547.91	2191.64	58.79	400	3,668,144.55	3,668,203.34
4	20	4	684.88	2739.52	73.49	400	3,659,003.96	3,659,077.45

**Tabla 7.36 Sobrepresión por Golpe de Ariete en líneas de conducción**

Datos	LC-1	LC-2
Valor de k	18	18
Espesor mínimo de Pared (e) en mm, según ASTM D-2244	2.31	3.56
Diámetro interior (D) en mm, según ASTM D-2244	55.71	53.21
Velocidad de la onda a presión (m/s)	450.74	555.74
Velocidad de la tubería seleccionada 2" (m/s)	1.17	1.70
Sobrepresión Máximo por Golpe de Ariete ( $\Delta H$ )	53.76	96.31
Altura Estática (m)	50.01	50.34
Presión Máxima Calculada (m.c.a)	103.77	146.64

El diámetro seleccionado corresponde al de 2'' para ambas líneas de conducción ya que este cumple con las velocidades y gradiente. La clase de Tubería SDR-26 seleccionada cumple para el periodo 2021-2026 ya que la sobre presión por Golpe de Ariete es menor que 112 m.c.a, presión de trabajo de la tubería y para el periodo 2026-2041 la clase de tubería seleccionada es SDR-17 para una presión de trabajo de 176 m.c.a mayor que la presión a la que se encuentra sometida la tubería (146 m.c.a).

#### ✓ Línea de conducción por gravedad (Tanque-Red)

El análisis de la línea de conducción por gravedad se hizo utilizando el software EPANET. La línea tiene una longitud de 407.991 m, el diámetro encontrado es de 50 mm (2'') para toda la línea de conducción en material PVC, con velocidades de 0.37m/s.

#### 7.12.6 Tanque de almacenamiento

$$V_{Total} = V_{Compensador} + V_{Reserva} + V_{incendio}$$

$$V_{Compensador} + V_{Reserva} = 40\%CPD$$

$$40\%CPD = 0.40(2.25lps) = 0.90lps$$

$$V_{Total} = 0.90 \frac{\text{litros}}{s} \times \frac{1m^3}{1000litros} \times \frac{86400s}{dia} \times 1dia = 77.76m^3$$

$$V_{Total} = 0.90 \frac{\text{litros}}{s} \times \frac{1galón}{3.785litros} \times \frac{86400s}{dia} \times 1dia = 20,544.25galones < 25,000.00galones$$

Al evaluar el tanque de almacenamiento este cumple con la capacidad requerida para el año 2041.

Se ha propuesto un tanque de 50 m<sup>3</sup> colocado con una torre de 6 m de altura este con el objetivo de aumentar presiones menores a los 14 m.c.a el cual abastecerá a los pobladores en las horas en la que se dan los mayores problemas de escases de agua.

El tanque de almacenamiento actual seguirá funcionando y se construirá un tanque de 50 m<sup>3</sup> de acero donde la base y la mitad del tanque serán de ¼” sobre una torre de 6.00 m de altura de perfil H de 8’x4’x¼” y el resto del tanque de 8’x4’x1/8””, este será colocado en el predio donde está el pozo C-1-69 y se encontrará entre el pozo C-1-21 y el tanque de almacenamiento actual para aumentar las presiones en la red.

De los tanques de almacenamiento se conectará la línea de conducción por gravedad la cual será de 2” de diámetro hasta conectarse a la red en material PVC.

La red constará de tubería de 1 ½” como tuberías mínimas en material PVC para resolver los problemas de velocidad debido a que no cumple con los parámetros mínimos de velocidad, se colocarán tres válvulas de limpieza para evitar la acumulación de sedimentos o pequeñas partículas en las tuberías.

#### **7.12.7 Red de distribución**

##### **✓ Trazado de la red**

La red está configurada como una red cerrada, con nodos establecidos a distancias que oscilan entre 57.91m y 271.04m de longitud. Se encuentra distribuida con respecto a la planimetría cubriendo el 100% de las calles.

##### **✓ Análisis de la red de distribución**

##### **Caso I: Consumo de máximo horario**

Para el cálculo de pérdidas se utilizó la fórmula de Hazen William. La rugosidad para la tubería PVC es de 150 para tuberías PVC Según las Normas del INAA.

- ✓ Análisis 1 Presiones CMH:** al realizar el análisis para el año 2027 se pudo observar que las presiones eran menores al rango estipulado por las normas, por lo tanto se realizó la colocación de un tanque de 50 m<sup>3</sup>, sobre una torre de 6 m de alto con el objetivo de elevar las antes mencionadas, se puede decir que el problema era de diferencia de niveles de la red con respecto a la fuente y al almacenamiento, por ende al elevar la cota del nuevo almacenamiento se estará dando solución a las horas críticas del día donde la población necesita un mayor consumo.

✓ **Análisis 2 Velocidades CMH:** Se puede observar que las velocidades son menores de 0.30 m/s después de haber utilizado como mínimo 1 ½” de diámetro, por lo tanto, se propone colocar válvulas de limpieza en los puntos más bajos para evitar la acumulación de sedimentos en un futuro.

Las longitudes de tubería a aprovecharse y a instalar nuevas se detallan a continuación:

**Tabla 7.37 Tuberías de red de Distribución propuesta**

DIAMETRO		LONGITUD (m).		MATERIAL
Pulgadas	mm	Existente	Propuesta	
1 ½”	38	-	11,68.62	PVC SDR-26
2	50	-	-	-
3	75	-	-	-
4	100	-	-	-
6	150	-	-	-
<b>TOTAL</b>		-	<b>11,68.62</b>	-

En total, la nueva red de distribución de La Conquista, constará con 1168.62 m de tubería de PVC SDR-26 de diámetro 1 ½” totalmente nueva.

## 7.9 Evaluación del proyecto

Desde una perspectiva de evaluación, el proyecto de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable, del municipio de La Conquista, departamento de Carazo, se realizará con criterios de beneficio-costos.

La ampliación del servicio de agua potable se debe a que se quiere aumentar la cobertura de la población servida. Con el fin de evaluar la conveniencia, se estableció la situación “sin proyecto”, determinando el costo del metro cúbico (m<sup>3</sup>) de agua potable y la cantidad de m<sup>3</sup> consumidos por las familias, de manera mensual.

Una vez establecida la situación “sin proyecto”, de los aspectos técnicos abordados anteriormente se derivan las inversiones requeridas, la cobertura incremental en términos de los usuarios, y la demanda de m<sup>3</sup> de agua potable por periodo. Por lo tanto, se analizó el proyecto de desde una perspectiva incremental: inversión y gastos de operación (adicionales a los existentes) y beneficios (por liberación de recursos y aumento de consumo) de los nuevos usuarios.

### 7.9.1 Situación sin proyecto

En el año 2020 la producción de agua ascendió a 120,600 de m<sup>3</sup> y el consumo facturado a 36,922.68 de m<sup>3</sup>. El índice de cobertura del sistema de abastecimiento de agua potable en el 2010 se estimó cercano al 74.35%, calculado como la fracción de la población conectada legalmente (867 habitantes) del total de la población en el municipio de La Conquista estimada en 1,116 habitantes en ese año. La Tabla 7.38 muestra el total conexiones según categoría y tipo, el consumo factura y la población servida.

**Tabla 7.38 Conexiones, consumo facturado y población servida**

Categoría	Cantidad	%	Consumo Facturado (m <sup>3</sup> )	Población servida
<b>Conectados legalmente</b>	<b>258</b>	<b>86.00%</b>	<b>36,922.68</b>	<b>867</b>
Domiciliar medido	171	57.00%	24,453.89	574
Domiciliar no medido	87	29.00%	12468.79	293
<b>Conectados ilegalmente</b>	<b>89</b>	<b>14.00%</b>		<b>299</b>
<b>Total</b>	<b>347</b>	<b>100.00%</b>		<b>1,166</b>

La diferencia entre la producción y el consumo es el Agua No Contabilizada (ANC), estimada en 83,677.32 de m<sup>3</sup>, lo que significa el 69.38% de la producción. El ANC incorpora pérdidas técnicas (fugas, estimadas en 20%) y pérdidas comerciales (conexiones ilegales, déficit de micro medición y morosos, estimadas en 49.38%). Las pérdidas comerciales se estiman restando de la producción total a la pérdida técnica, y luego el consumo facturado, tal y como se muestra en la Tabla 7.39.

**Tabla 7.39 Estimación de la pérdida comercial**

A	Producción total (m3/año)	120,600.00
B=A*20%	Pérdida técnica (20%)	24,120.00
C=A-B	Producción disponible a consumo	96,480.00
D	Consumo domiciliario facturado	36,922.68
E=C-D	Pérdida comercial (consumo no facturado)	59,557.32
F=E/A	(%) <b>Pérdida comercial</b>	<b>49.38%</b>

El índice de hacinamiento (cantidad de personas por conexión-vivienda) en el municipio de La Conquista se estima en 3.36, con lo cual el consumo por conexión domiciliar es de 11.93 m<sup>3</sup> por mes. Esto se obtiene de dividir la suma del consumo domiciliar por dicho índice de hacinamiento.

Como puede observarse el consumo actual por conexión domiciliar, que equivale a 118.35 litros-persona por día (lpd), este déficit en el consumo está explicado en parte por las pérdidas técnicas, pero también por la capacidad de producción del sistema de abastecimiento de agua, condicionado especialmente por la capacidad de los pozos que tienen un caudal conjunto de 3.88 litros por segundo (lps), con un régimen de bombeo, entre 7 y 17 horas; que significa una producción diaria de 335 m<sup>3</sup>.

De los 2 pozos, los 2 han vencido su vida útil. **Ver Tabla 7.40**

**Tabla 7.40 Capacidad de producción de los pozos**

Pozo	Edad (años)	Caudal (m <sup>3</sup> /d)	Equipo de bombeo(HP)
Pozo N° C-1-69	52	105.00	5
Pozo N° H-1-94	27	230.00	5
<b>Total</b>		335.00	

En resumen, la operación del sistema de agua potable en el municipio de La Conquista presenta las siguientes problemáticas:

- ✓ El 14% de las viviendas conectadas al sistema, lo está ilegalmente.
- ✓ El 29 % del total de conexiones no tiene medidor.
- ✓ Las pérdidas técnicas son del 20%, y las comerciales del 49.38%, para un nivel de ANC del 69.38%.
- ✓ La capacidad de producción de los pozos permite una dotación de 3.88 lpd,
- ✓ Los dos únicos pozos que operan, están con sus vidas útiles vencidas.

La proyección de la situación actual implica un incremento de la cantidad demandada de agua, frente a una oferta fija, con tendencia a decrecer por la obsolescencia de los pozos. De acuerdo al análisis técnico del estado de los pozos, el pozo C-1-69 podría continuar operando hasta 2026, luego, deberá ser reemplazados para mantener la misma capacidad de producción actual. Con una tasa de crecimiento de la población del 2.5 % anual, la dotación per cápita y la cobertura disminuirían como se muestra en la Tabla 7.41.

**Tabla 7.41 Proyección de las dotaciones (consumos) domiciliarias ‘sin proyecto’**

<b>Año</b>	<b>Población total</b>	<b>Población servida (legales)</b>	<b>Cobertura (%)</b>	<b>Conexiones domiciliarias</b>	<b>Dotación conexiones domiciliarias (lpd)</b>
2020	1,166	867	74.35%	258	118.31
2021	1,195	917	73.56%	273	111.81
2022	1,225	968	72.77%	288	105.99
2023	1,256	1,018	71.98%	303	100.74
2024	1,287	1,068	71.19%	318	95.99
2025	1,319	1,119	70.40%	333	91.67
2026	1,352	1,169	69.61%	348	87.71
2027	1,386	1,220	68.82%	363	84.09
2028	1,421	1,270	68.03%	378	80.75
2029	1,456	1,320	67.24%	393	77.67
2030	1,492	1,371	66.45%	408	74.82
2031	1,530	1,421	65.66%	423	72.16
2032	1,568	1,472	64.87%	438	69.69
2033	1,607	1,522	64.08%	453	67.38
2034	1,647	1,572	63.29%	468	65.22
2035	1,689	1,623	62.50%	483	63.20
2036	1,731	1,673	61.71%	498	61.29
2037	1,774	1,724	60.92%	513	59.50
2038	1,818	1,774	60.13%	528	57.81
2039	1,864	1,824	59.34%	543	56.21
2040	1,910	1,875	58.55%	558	54.70
2041	1,958	1,925	57.76%	573	53.27
2042	2,007	1,976	56.97%	588	51.91

El costo social de producir cada m<sup>3</sup> de agua en La Conquista se acerca a US\$ 0.35. La situación ‘sin proyecto’ viene dada por el par consumo-costos. La tarifa cobrada por ENACAL en el municipio de La Conquista es cercana a US\$ 0.60 por m<sup>3</sup>, por encima al costo social de producción, por tanto, es ineficiente desde el punto de vista social.

La situación ‘sin proyecto’, será mantener operando los dos pozos hasta 2026, y reemplazar el más ‘viejo’ en el 2025. La meta es mantener el mismo nivel de producción que el actual. El costo económico del reemplazo del pozo más viejo asciende a US\$ 60,000.00, incluyendo ingeniería y diseño.

### **7.9.2 Situación ‘con proyecto’**

El proyecto tiene el fin de aumentar la cobertura del servicio de abastecimiento de agua potable, pasando del 74.35% al 100% a partir del 2022; y la dotación (consumo), de 111 lpd a 150 lpd (litros por persona al día), a partir del 2022. Ver Tabla 7.42.

**Tabla 7.42 Cobertura, dotación y producción ‘con proyecto’**

<b>Año</b>	<b>Población total</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Población servida</b>	<b>Conexiones domiciliarias</b>	<b>Dotación domiciliar (lpd)</b>	<b>Consumo domiciliar (m<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Pérdida (%)</b>	<b>Producción (m<sup>3</sup>/año)</b>
2020	1,166	74.35%	867	258	118.31	36,922.68	69.38%	120,600.00
2021	1,195	73.56%	879	273	111.81	36,922.68	69.38%	120,600.00
2022	1,225	100%	1,225	365	150	67,065.72	40.00%	167,664.31
2023	1,256	100%	1,256	374	150	67,800.69	35.00%	150,668.20
2024	1,287	100%	1,287	383	150	69,495.71	30.00%	138,991.41
2025	1,319	100%	1,319	393	150	71,233.10	25.00%	129,514.73
2026	1,352	100%	1,352	402	150	73,013.93	25.00%	132,752.59
2027	1,386	100%	1,386	412	150	74,839.27	25.00%	136,071.41
2028	1,421	100%	1,421	423	150	76,710.26	25.00%	139,473.19
2029	1,456	100%	1,456	433	150	78,628.01	25.00%	142,960.02
2030	1,492	100%	1,492	444	150	80,593.71	25.00%	146,534.02
2031	1,530	100%	1,530	455	150	82,608.56	25.00%	150,197.37
2032	1,568	100%	1,568	467	150	84,673.77	25.00%	153,952.31
2033	1,607	100%	1,607	478	150	86,790.61	25.00%	157,801.12
2034	1,647	100%	1,647	490	150	88,960.38	25.00%	161,746.14
2035	1,689	100%	1,689	503	150	91,184.39	25.00%	165,789.80
2036	1,731	100%	1,731	515	150	93,464.00	25.00%	169,934.54
2037	1,774	100%	1,774	528	150	95,800.60	25.00%	174,182.91
2038	1,818	100%	1,818	541	150	98,195.61	25.00%	178,537.48
2039	1,864	100%	1,864	555	150	100,650.50	25.00%	183,000.92
2040	1,910	100%	1,910	569	150	103,166.77	25.00%	187,575.94
2041	1,958	100%	1,958	583	150	105,745.94	25.00%	192,265.34
2042	2,007	100%	2,007	597	150	108,389.58	25.00%	197,071.97

Como puede apreciarse en la Tabla 7.42, hasta el 2022 se da el aumento en cobertura y en dotación per cápita, esto es porque la inversión se ha planificado entre el 2021 y 2023. Luego, el segundo momento de inversiones ocurrirá en el 2024. Los rubros de inversión y su costo económico se presentan en la Tabla 7.43.

**Tabla 7.43 Inversiones ‘con proyecto’ –Dólares-**

Rubro	Costo económico	
	2022-2025	2026
<b>Ingeniería y administración</b>	<b>9,413.00</b>	<b>18,142.00</b>
Diseño final	3,750.00	
Administración de contratos	2,380.00	5,728.00
Supervisión de obras	2,533.00	7,414.00
Auditoría	750.00	5,000.00
<b>Construcción de obras</b>	<b>59,650.41</b>	<b>266,447.16</b>
<b>PRODUCCION DE AGUA</b>		<b>126,898.56</b>
Sustitución de Pozo N° C-1-69		126,898.56
<b>LINEA DE CONDUCCIÓN</b>	<b>0.00</b>	<b>58,528.72</b>
Trazo y nivelación		2,944.53
Excavación en suelo normal		18,417.70
Relleno y compactación con material de la excavación (70%)		13,997.51
Relleno y compactación con material selecto (30%)		13,589.83
Instalación Tubería de Ø50mm PVC SDR-17		9,579.15
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<b>0.00</b>	<b>25,415.84</b>
Preliminares		5,337.37
Movimiento de Tierras		8,861.15
Materiales Para Tanque y Torre		8,137.68
Acabado y accesorios		1,376.71
Estructuras de Acero		1,702.93
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>55,936.95</b>	<b>55,482.21</b>
Red de tuberías	30,471.77	27,471.77
Conexiones domiciliarias	25,465.18	28,010.44
<b>SUMINISTROS PARA RED DE DISTRIBUCION</b>	<b>450.00</b>	<b>121.83</b>
Accesorios	450.00	121.83
<b>LIMPIEZA Y ENTREGA</b>	<b>3,263.46</b>	
<b>Total</b>	<b>69,063.41</b>	<b>284,589.16</b>

De acuerdo al análisis de los costos de producción ‘con proyecto’, el costo social de producir cada m<sup>3</sup> de agua potable será de US\$ 0.12, entre el 2022 y 2025, y de US\$ 0.10 entre 2026 y 2042.

### 7.9.3 Evaluación del proyecto

Identificada la situación ‘sin proyecto’, y comparada con la situación ‘con proyecto’, en términos del consumo, tarifa y costos sociales de producción. El **Anexo 12**, muestra ambas situaciones para el año 2022, primer año, en que opera el proyecto. Puede observarse que la cantidad consumida (dotación por conexión), es mayor ‘con proyecto’ (Ccp) que ‘sin proyecto’ (Csp), también se aprecia que la tarifa vigente (US\$ 0.64 por m<sup>3</sup>), está por encima que el costo social de producción ‘sin proyecto’ (CMgSP(sp): US\$ 0.35 por m<sup>3</sup>), el cual es a su vez mayor que el costo ‘con proyecto’ (CMgSP(cp): US\$ 0.12 por m<sup>3</sup>).

El hecho que la tarifa sea mayor que el costo de producción ‘sin proyecto’ ocasiona una ineficiencia, puesto que el consumo está por debajo que lo socialmente óptimo, tarifando a costo marginal. También se representa en el **Anexo 12**, una oferta restringida, que es la oferta a la que acceden los consumidores conectados legalmente, debido a la ineficiencia operativa del sistema, dada por las pérdidas técnicas y las pérdidas comerciales. Es así que la valoración marginal de los m<sup>3</sup> de agua consumida ‘sin proyecto’, denominada pr, es mayor que la tarifa (Tar) pagada por los consumidores legales.

Para estimar pr se calculó el incremento porcentual entre la cantidad consumida ‘sin proyecto’ versus ‘con proyecto’, haciendo uso la elasticidad-precio de la demanda ( $\eta$ ) en La Conquista, estimada -0.10. Según la ecuación:

$$pr = \left( 1 + \frac{\Delta C\%}{\eta} \right) \times CMgSP_{(cp)}$$

La Tabla 7.44 muestra las conexiones y dotaciones ‘sin proyecto’ y ‘con proyecto’, además de los valores incrementales de ambas variables. Asimismo, se estimó el incremento porcentual del consumo ( $\Delta C\%$ ) y pr.

El beneficio social neto mensual por conexión, se deduce del **Anexo 12**. En el que se puede observar que el primer beneficio, es el beneficio bruto por aumento de consumo y corresponde al área bajo la curva de demanda, comprendida entre el consumo ‘sin proyecto’ y ‘con proyecto’. Ese consumo tiene un costo de producción, que es el producto del costo marginal de producción ‘con proyecto’ por el incremento de consumo. La diferencia entre el beneficio bruto y el costo de producir ese consumo adicional, es el beneficio neto por aumento de consumo. El segundo beneficio es el beneficio por ahorro de recursos, se observa que producir los mismos m<sup>3</sup> consumidos en la situación ‘sin proyecto’, resulta menos costoso, hay un ahorro por cada m<sup>3</sup> producido, que corresponde a la diferencia entre el costo ‘sin proyecto’ y el costo ‘con proyecto. La expresión siguiente sintetiza el cálculo del beneficio.

$$\text{Beneficio} = \left( \frac{pr + CMgSP_{(cp)}}{2} \right) \times (C_{cp} - C_{sp}) - CMgSP_{(cp)} \times (C_{cp} - C_{sp}) + (CMgSP_{(sp)} - CMgSP_{(cp)}) \times C_{sp}$$

Sustituyendo los valores de la Tabla 7.44, para el año 2022, se tiene:

$$\text{Beneficio} = \left( \frac{0.64 + 0.12}{2} \right) \times (15.33 - 10.68) - 0.12 \times (15.33 - 10.68) + (0.35 - 0.12) \times 10.68$$

$$\text{Beneficio} = \text{US\$}3.67 / \text{conexiones} - \text{mes}$$

**Tabla 7.44 Incremento de consumo y valoración marginal del consumo ‘sin proyecto’**

Año	Sin proyecto		Con proyecto		Incremento conexiones	Incremento consumo por conexión	ΔC%	pr
	Conexiones	Dotación por conexión (m <sup>3</sup> /mes)	Conexiones	Dotación por conexión (m <sup>3</sup> /mes)				
2020	258	11.93	258	11.93	0	0	0.00%	
2021	273	11.27	273	11.27	0	0	0.00%	
2022	288	10.68	365	15.33	77	4.65	43.54%	0.64
2023	303	10.15	374	15.12	71	4.97	48.97%	0.71
2024	318	9.68	383	15.12	65	5.44	56.20%	0.79
2025	333	9.24	393	15.12	60	5.88	63.64%	0.88
2026	348	8.84	402	15.12	54	6.28	71.04%	0.97
2027	363	8.48	412	15.12	49	6.64	78.30%	1.06
2028	378	8.14	423	15.12	45	6.98	85.75%	1.15
2029	393	7.83	433	15.12	40	7.29	93.10%	1.24
2030	408	7.54	444	15.12	36	7.58	100.53%	1.33
2031	423	7.27	455	15.12	32	7.85	107.98%	1.42
2032	438	7.02	467	15.12	29	8.1	115.38%	1.50
2033	453	6.79	478	15.12	25	8.33	122.68%	1.59
2034	468	6.57	490	15.12	22	8.55	130.14%	1.68
2035	483	6.37	503	15.12	20	8.75	137.36%	1.77
2036	498	6.18	515	15.12	17	8.94	144.66%	1.86
2037	513	6	528	15.12	15	9.12	152.00%	1.94
2038	528	5.83	541	15.12	13	9.29	159.35%	2.03
2039	543	5.67	555	15.12	12	9.45	166.67%	2.12
2040	558	5.51	569	15.12	11	9.61	174.41%	2.21
2041	573	5.37	583	15.12	10	9.75	181.56%	2.30
2042	588	5.23	597	15.12	9	9.89	189.10%	2.39

Replicando el cálculo para cada una de los años se obtiene el beneficio por conexión-mes. Ese beneficio se lleva a un valor anual, multiplicándolo por el número de conexiones con proyecto, y luego por doce. La Tabla 7.45 muestra los beneficios anuales, por conexiones domiciliarias y para los otros usuarios, así como las inversiones ‘sin y con proyecto’. El flujo neto económico es la diferencia entre el beneficio total anual y el diferencial de las inversiones (‘con proyecto’ menos ‘sin proyecto’).

**Tabla 7.45 Flujo neto económico del proyecto –Dólares-**

Año	Beneficio (US\$/conex-mes)	A	B	C	D=C-B	E=A-D
		Beneficio anual conexiones	Inversión 'sin proyecto'	Inversión 'con proyecto'	Diferencial de inversiones	Flujo Neto Económico (US\$)
2020				9,413.00	9,413.00	-9,413.00
2021				59,650.41	59,650.41	-59,650.41
2022	3.67	16,055.53				16,055.53
2023	3.80	17,039.86				17,039.86
2024	4.05	18,614.92	60,000.00	284,589.16	224,589.16	-205,974.24
2025	4.36	20,540.76				20,540.76
2026	4.70	22,696.13				22,696.13
2027	5.07	25,094.92				25,094.92
2028	5.47	27,751.66				27,751.66
2029	5.88	30,577.56				30,577.56
2030	6.32	33,687.32				33,687.32
2031	6.77	36,988.09				36,988.09
2032	7.20	40,320.84				40,320.84
2033	7.68	44,084.12				44,084.12
2034	8.18	48,128.04				48,128.04
2035	8.68	52,346.59				52,346.59
2036	9.20	56,869.63				56,869.63
2037	9.68	61,332.66				61,332.66
2038	10.21	66,308.02				66,308.02
2039	10.75	71,560.38				71,560.38
2040	11.31	77,170.38				77,170.38
2041	11.86	82,946.22				82,946.22
2041	12.43	89,105.99				89,105.99
				<b>TASA</b>	<b>VAN</b>	89,644.76
				8.00%	<b>TIR</b>	12.51%

## **VIII. Conclusiones**

- Al realizar el diagnóstico del área de influencia, del servicio agua potable y de los involucrados, se planteó e identificó el problema a resolver con el proyecto, siendo éste el acceso reducido al servicio de agua potable, en el municipio de La Conquista, departamento de Carazo, debido a la caducidad del período para el cual sistema de abastecimiento de agua potable actual fue diseñado.
- Al realizar el análisis de demanda y oferta, determinando el déficit de infraestructura por cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable (captación, conducción, equipos de bombeo, red de distribución y almacenamiento). De esta manera se propone el reemplazo de Pozo N° C-1-69, ejecutando su construcción en el año 2025, para satisfacer la demanda, así mismo, cambiar la tubería de la red de distribución, ya que la tubería existente es de asbesto cemento y no cumple con los diámetros requeridos, que permitan obtener la presión necesaria en cada tramo de la red.
- Se realizó el análisis del tamaño, localización, y tecnología, determinando que el municipio de La Conquista presenta las características óptimas para ejecutar la presente propuesta de proyecto.
- Se estimaron los costos de inversión, gastos de operación y mantenimiento del proyecto, determinando que se requiere de una inversión de US\$ 413,652.57, para la ejecución del proyecto de mejoramiento y rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable en el municipio de La Conquista, Carazo.
- En la evaluación económica y financiera del proyecto de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable, se realizó el flujo neto económico, descontando los flujos a la TSD del 8%, se obtuvo un VAN de US\$ 89,644.76 y una TIR de 12.51%; concluyendo que el proyecto es socialmente rentable, por lo que se recomienda su ejecución.

## **IX. Recomendaciones**

- Presentar el presente estudio del proyecto de agua potable en el municipio de La Conquista, departamento de Carazo, a las autoridades municipales, de manera que beneficie a los pobladores de esa localidad, para que se valore su ejecución y de esta forma mejorar la calidad de vida de sus habitantes.
- Dar prioridad a los proyectos de inversión, en pro del beneficio de la población, cumpliendo con los objetivos de desarrollo sostenible, implementados por el Gobierno de Unidad y Reconciliación Nacional GRUN.
- Aprovechar la organización política del municipio, para la recolección de información necesaria para llevar a cabo el proyecto, así mismo, la mano de obra calificada y no calificada de la localidad, de tal forma que se puedan generar empleos, a través de la ejecución de este proyecto.
- Capacitar a los usuarios del agua, proporcionándoles una cultura ambientalista para mejorar el consumo y la recolección a fin de evitar fugas o pérdidas de agua.
- Promover a través del movimiento ambientalista guardabarranco, la reforestación alrededor de las fuentes de agua potable, para la preservación de las mismas.

## **X. Bibliografía**

Altamirano, M. C (2007) *Estudio de la microcuenca de plan de acción participativo para potenciar la disponibilidad y calidad del el agua en la comunidad de la colonia Roque, Municipio de Tipitapa. Managua, Nicaragua.* Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua.

Ambientum (s .f) *Consumo de agua en porcentajes.* Recuperado de <http://www.ambientum.com>

Calidad del agua-ecured (s. f) Recuperado de <http://www.ecured.cu>

Córdoba, M.P (s. f) *Formulación y Evaluación de Proyectos, (2da.ed).*

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2013) de *Metodología y preparación de proyectos agua potable.* Recuperado de <http://www.cepal.org>

Curso de Diseños de Proyectos Sociales (2007), Bogotá:

García, V. M (2007) *Introducción a las finanzas (1ra.ed)* Tlhuaca, Mexico: Grupo Editorial Patria S.A DEC.V. Recuperado de <http://www.docplayer.es>

García, V. M (2015) *Análisis Financiero un enfoque integral (1ra.ed)* Tlhuaca, Mexico: Grupo Editorial Patria S.A DE C.V.

Gitman & Zutter (2012) *Principios de Administración Financieras (12da.ed)* Juarez, Mexico: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Hernández, M.V (2017) *Formulación, Técnica, Financiera y Social, para el Diseño y construcción de una red de alcantarillado Sanitario destinando a la*

*recolección, evacuación y plan de tratamiento de agua residual del área urbana del municipio de Mateares para el año 2017, Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua.*

La Energía del cambio (2015) *Distribución del agua en el planeta.* Recuperado de <https://energiadecambio.com>

León, C (2007) *Evaluación de Inversiones, un Enfoque Privado y Social,* Chiclayo, Perú: USAT- Escuela de Economía. Recuperado de <https://gestionempredora.files.wordpress.com>

Ley general de aguas nacionales ley No 620 (2010) *Reglamento de la ley general de aguas nacionales decreto No 44-2010.* Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://www.legislacion.asamblea.gob.ni>

Ley No 722 (2010) *Ley especial de comités de agua potable y saneamiento.* Managua, Nicaragua. Recuperado de <http://www.legislacion.asamblea.gob.ni>

Medina, H.C (2009) *Diseños de Proyectos de Inversión, con el enfoque de marco lógico (Ira.ed)*

San José, Costa Rica: M'ks Comunicación. Recuperado de <http://www.iica.int>.

Molina, G. R (2012) *Proyecto De Mejoramiento Del Sistema De Distribución De Agua Potable Para El Casco Urbano De Cucuyagua, Copan.* Universidad Nacional Autónoma De Honduras.

Morales & Morales (2009) *Proyectos de Inversión, Evaluación y Formulación, (Ira.ed)* Mexico, D.F: McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A DE C.V. Recuperado de <http://www.librosenpdf.org>



*Evaluación de la factibilidad técnica y económica del proyecto de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo, en el período junio 2020 a septiembre 2021.*



Organizaciones de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (UNESCO, 2016) *El agua fuente de Empleo y Crecimiento Económico* Recuperado de <http://www.es.unesco.org>

*Propiedades del agua* Recuperada de: <http://www.agua.org.mx>

Sapang, N.CH (2da.ed) (2011) *Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación*, Macul, Santiago de Chile: Pearson Educación de Chile S.A. Recuperado de <http://www.libros-gratis.com>

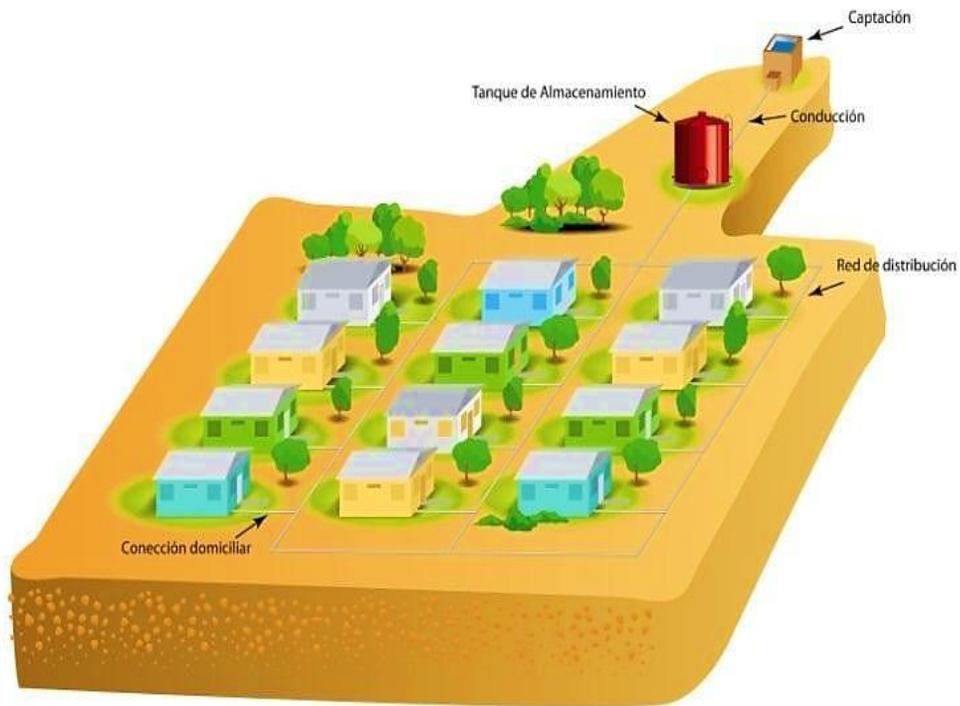
San Lorenzo, (s. f) *Caracterización Municipal de San Lorenzo*. Recuperado de <http://biblioteca.enacal.com.ni>

Sistema de Inversión Pública (SNIP,) *Metodología de pre inversión para proyectos de agua y saneamiento*. Recuperado de <http://www.snip.gob.ni>

Tecnología Para el Uso Sostenible del Agua (2013) *Una contribución a la seguridad alimentaria y a la adaptación del cambio climático*: Tegucigalpa Honduras. Recuperado de <http://www.gwp.org>

## XI. Anexos

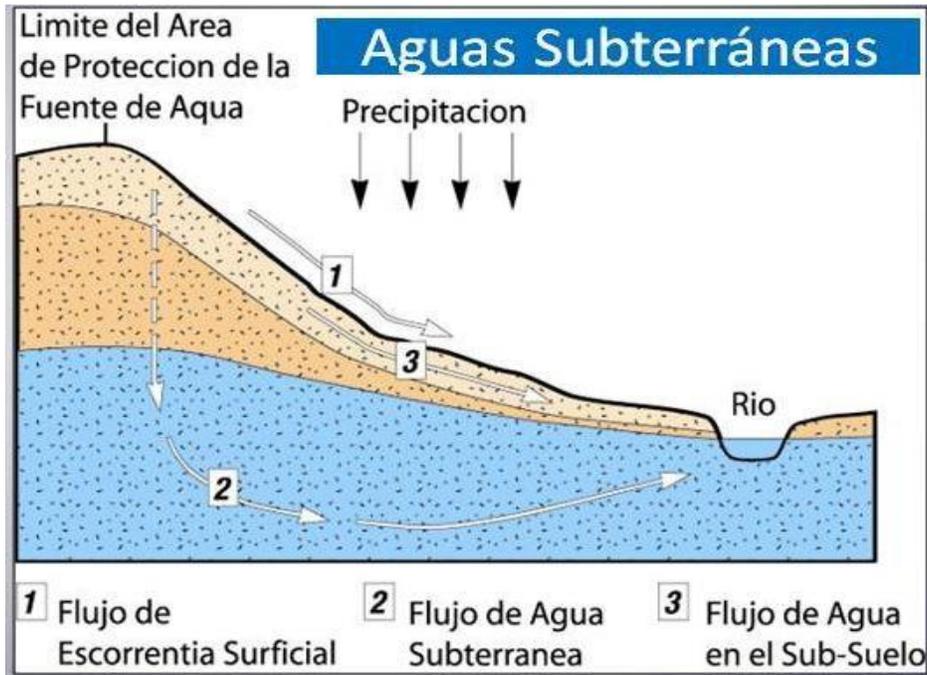
### Anexo 1 Partes de un Sistema de abastecimiento de agua Potable



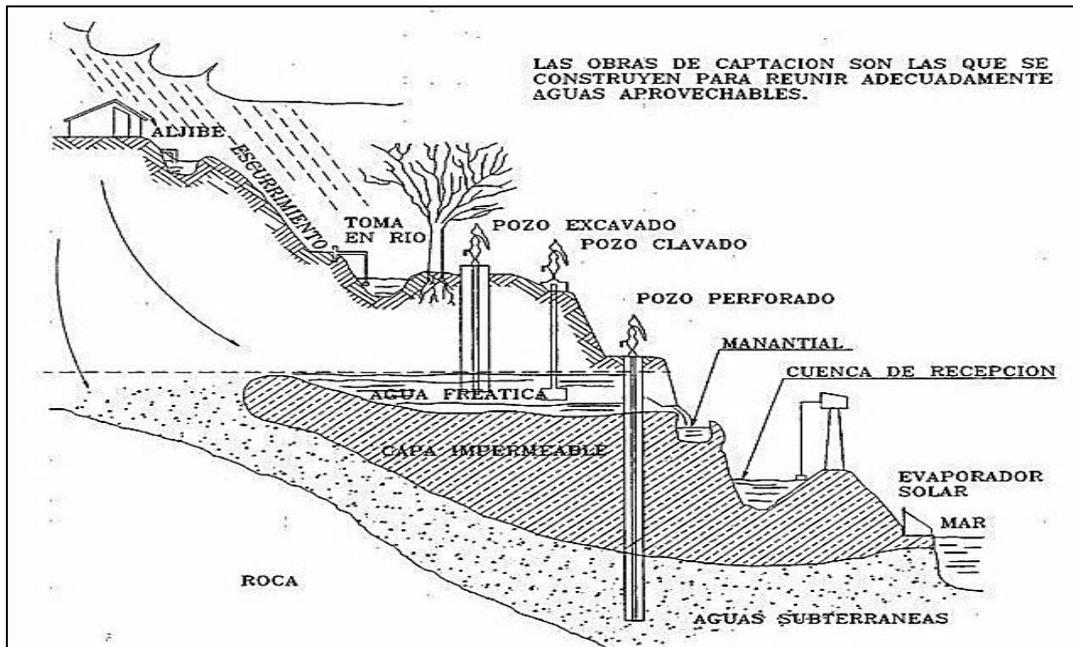
### Anexo 2 Aguas superficiales



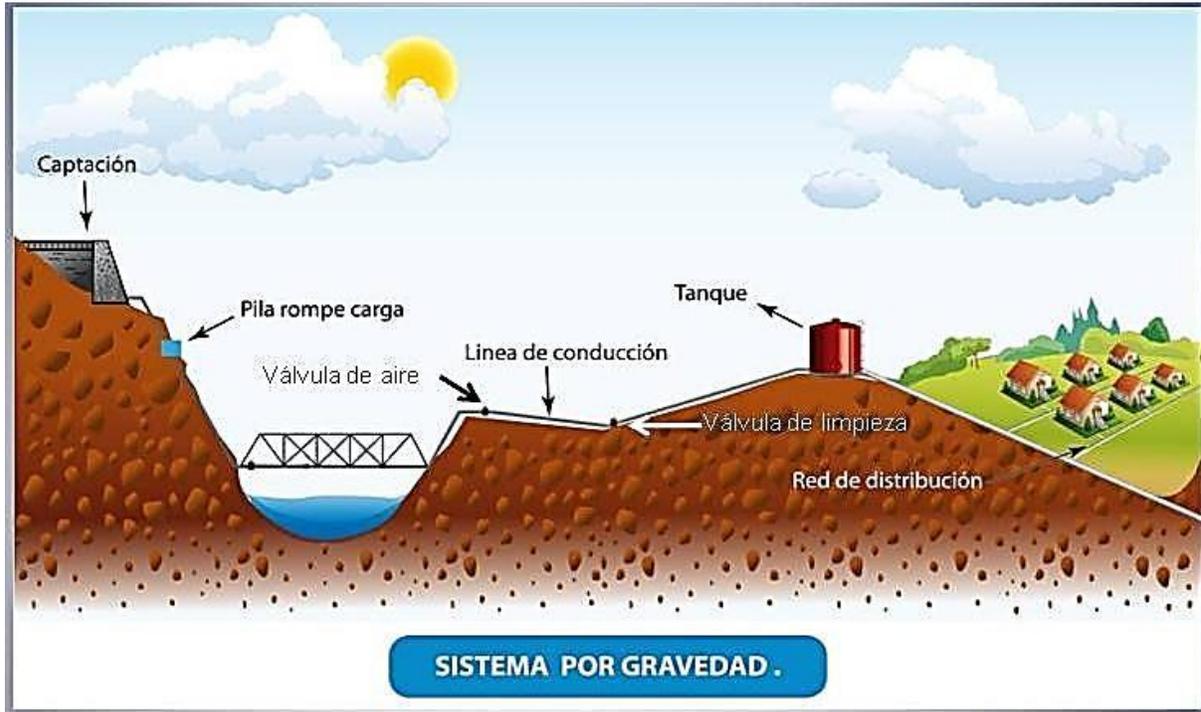
### Anexo 3 Aguas Subterráneas



### Anexo 4 Obras de Captación



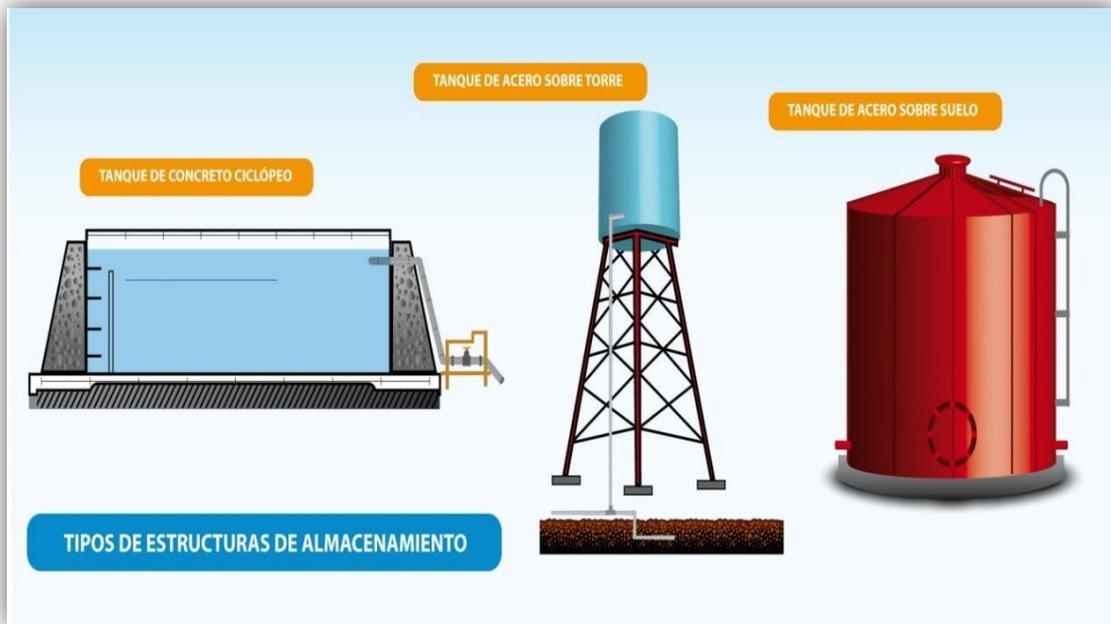
### Anexo 5 Esquema de sistema de Agua por Gravedad



### Anexo 6 Esquema de Sistema de Agua potable por bombeo



### Anexo 7 Tipos de tanques de almacenamiento



### Anexo 8 Macro localización del Municipio



### Anexo 9 Micro localización del Municipio



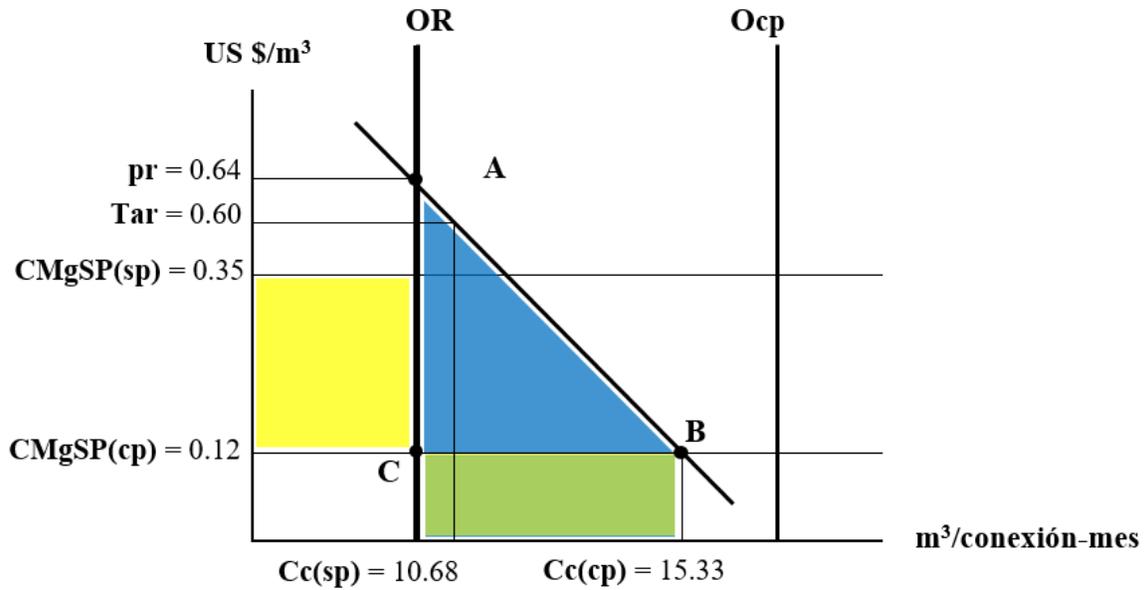
### Anexo 10 Ubicación de pozos 2021



### Anexo 11 Ubicación de pozos propuestos



### Anexo 12 Equilibrio 'sin proyecto' vs 'con proyecto'





### Anexo 13 Formato de encuesta

#### ENCUESTA SOCIOECONOMICA DE AGUA Y SANEAMIENTO

**Proyecto:** \_\_\_\_\_ **Departamento:** \_\_\_\_\_ **Municipio:** \_\_\_\_\_

**Sector:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Quien es responsable del hogar: Padre** \_\_\_\_\_ **Madre** \_\_\_\_\_

**Nombre del encuestado(a):** \_\_\_\_\_ **Casa No.:** \_\_\_\_\_

#### 1. DATOS PERSONALES (Iniciar con el jefe(a) de familia)

No. de familias que habitan la casa: \_\_\_\_\_

Nombres y Apellidos	Parentesco	Sexo		Edad					Nivel de Escolaridad	Ocupación
		M	F	1-5	6-15	16-25	26-35	+36		

En parentesco se puede completar con: Padre, Madre, Hermano, Hijo, Hija, Sobrino, Nieto, Nieta, Abuelo, Abuela, Tío, Tía, Cuñado, etc.

En nivel de escolaridad puede ser: Analfabeta o Iltrado, Alfabetizado, Primaria, Secundaria, Técnico Medio, Técnico Superior, Universidad, otro conforme responda el entrevistado.

En ocupación se puede contestar: Agricultor, Mecánico, Carpintero/Ebanista, Docente de Primaria, Docente de Secundaria, Jornalero Agrícola, Ayudante, Albañil, Ama de casa, Estudiante, Conductor, Promotor social, otro conforme responda el entrevistado.

#### 2. CONDICIONES DE LA VIVIENDA (Anotar, Observar)

- La vivienda es: a) Propia \_\_\_\_\_ b) Prestada \_\_\_\_\_ c) Alquilada \_\_\_\_\_
- Tiene servicio de energía eléctrica instalada: Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Valor del último recibo cancelado C\$ \_\_\_\_\_



*Evaluación de la factibilidad técnica y económica del proyecto de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo, en el período junio 2020 a septiembre 2021.*



3. Las paredes son: a) Bloque\_\_\_\_ b) Ladrillo\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_ d) Ripios\_\_\_\_ e) Adobe\_\_\_\_ f) Otros (Describalo)\_\_\_\_
4. El piso es: a) Ladrillo\_\_\_\_ b) Concreto\_\_\_\_ c) Madera\_\_\_\_ d) Otros (Describalo)\_\_\_\_
5. El techo es: a) Zinc\_\_\_\_ b) Nicalit\_\_\_\_ c) Teja\_\_\_\_ d) Madera\_\_\_\_ e) Palmas\_\_\_\_ f) Otros (Describalo)\_\_\_\_
6. Cuantas divisiones tiene la vivienda: a) No tiene b) Dos\_\_\_\_ c) Tres\_\_\_\_ d) Mas de tres\_\_\_\_
7. Resumen del estado de la vivienda: a) Buena\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_

### 3. SITUACION ECONOMICA DE LA FAMILIA

8. ¿Cuántas personas trabajan? \_\_\_\_ Dentro del Municipio: H \_\_\_\_ M \_\_\_\_  
Fuera del Municipio: H \_\_\_\_ M \_\_\_\_  
¿Cuál es el ingreso económico mensual del hogar? C\$\_\_\_\_\_
9. ¿En que trabajan? a) Ganadería\_\_\_\_ b) Agricultura\_\_\_\_ c) Jornaleros\_\_\_\_ d) Comerciantes\_\_\_\_ e) Otros (Describalo)\_\_\_\_
10. ¿Qué cultivos realizan? a) Arroz\_\_\_\_ b) Frijoles\_\_\_\_ c) Maiz\_\_\_\_ d) Millón\_\_\_\_ e) Otros (Describalo)\_\_\_\_
11. ¿Tienen ganado? Si\_\_\_\_ No\_\_\_\_ a) Vacas\_\_\_\_ b) Caballos\_\_\_\_  
c) Otros (Describalo)\_\_\_\_
12. ¿Tienen animales domésticos? Si\_\_\_\_ No\_\_\_\_ a) Cerdos\_\_\_\_ b) Gallinas\_\_\_\_  
c) Otros (Describalo)\_\_\_\_

### 4. SANEAMIENTO E HIGIENE AMBIENTAL DE LA VIVIENDA (Observar, Verificar)

13. ¿Tienen letrina? Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_  
¿En qué estado se encuentra? a) Buena\_\_\_\_ b) Regular\_\_\_\_ c) Mala\_\_\_\_  
¿El foso está lleno? Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_ ¿Se llena en invierno? Sí\_\_\_\_ No\_\_\_\_  
Tipo de letrina: Estándar sin ventilación\_\_ Semielevada ventilada\_\_\_\_  
Elevada ventilada\_\_\_\_  
Material con que está construida la caseta: Madera\_\_ Zinc\_\_ Ladrillo cuarterón\_\_ Adobe\_\_ Ripios\_\_  
Plástico\_\_ Otros (Describalo)\_\_\_\_  
Material del banco: Concreto\_\_ Madera\_\_ Fibra de vidrio\_\_ Plastico\_\_
-



*Evaluación de la factibilidad técnica y económica del proyecto de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo, en el período junio 2020 a septiembre 2021.*



Otros (Describalo)\_\_\_\_\_

Material de la plancha: Concreto\_\_ Madera\_\_ Fibra de vidrio\_\_ Plastico\_\_

Otros (Describalo)\_\_\_\_\_

Si la respuesta es No, estaría dispuesto a construir su letrina Si\_\_ No\_\_

14. ¿Quiénes usan la letrina? a) Adultos\_\_ b) Niños/as

15. ¿El tipo de suelo donde esta construida es? a) Arenoso\_\_ b) Rocoso c) Arcilloso\_\_

16. ¿Qué hacen con las aguas servidas de la casa? a) Tienen pila y la riegan\_\_

b) La dejan correr por zanja de drenaje\_\_ c) Tienen pozo de absorción o filtro de drenaje\_\_

17. ¿Existen charcas en el patio producto de las aguas grises? Sí\_\_ No\_\_

18. ¿Dónde tienen los animales domésticos? a) Encerrados\_\_ b) Amarrados\_\_

c) Suetos

19. ¿Se observan animales domésticos en el interior de la casa? Sí\_\_ No\_\_

## **5. RECURSOS Y SERVICIOS DE AGUA**

20. ¿Cuenta con servicio de agua? Sí\_\_ Que tipo: a) Conexión domiciliar\_\_

b) Pozo\_\_ c) Puesto público\_\_ d) otro\_\_

Sino tiene como se abastece: a) Rio\_\_ b) Quebrada\_\_ c) Otro\_\_\_\_\_

21. ¿Quién busca o acarrea el agua? a) La mujer\_\_ b) El hombre

c) Los niños/as\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_

22. ¿A qué distancia acarrean el agua? a) Menos de 100 m\_\_

b) Menos de 500 m\_\_ c) Menos de 1km\_\_ d) Mas de 1km\_\_

23. ¿Cuánto tiempo dedica a acarrear el agua? a) Menos de 30 min\_\_ b) 1 hrs\_\_ c) 2hr\_\_ d) Mas de 2

hrs\_\_

24. ¿Cuántos viajes realizan para buscar el agua que utilizan diario?\_\_

25. ¿Cuantos Galones de agua acarrean al día? a) 30\_\_ b) 40\_\_ c) 50\_\_

d) 60 o más\_\_

26. ¿En que almacena el agua? a) Barriles\_\_ b) Bidones\_\_ c) Pilas\_\_

27. ¿Los recipientes en que se almacena el agua son seguros para la salud? a) Si\_\_ b) No

28. Los recipientes en que se almacena el agua los mantienen: a) Tapados\_\_ b) Destapados\_\_

---

29. La calidad del agua que consume la considera:  
 a) Buena\_\_ b) Regular\_\_ c) Mala\_\_
30. ¿Qué condiciones tiene el agua que consume?  
 a) Mal sabor\_\_ b) Mal olor\_\_ c) Salobre\_\_ d) Otros\_\_\_\_\_
31. ¿Usted considera que el municipio necesita mejorar el sistema de agua? a) Si\_\_ b) No\_\_
32. ¿Su familia quiere participar en mejorar el sistema de agua? a) Si\_\_ b) No\_\_ c) No sabe\_\_
33. ¿Su familia estaría dispuesta a aportar mano de obra para la construcción de las obras de mejoramiento del sistema de agua potable? a) Si\_\_ b) No\_\_
34. ¿Cuánto paga mensualmente por el servicio de agua que tiene instalado?  
 C\$\_\_\_\_\_
35. ¿Estaría dispuesto/a a pagar por el servicio de agua mensual? Sí\_\_ No\_\_  
 Cuánto: a) de C\$20 a C\$ 30\_\_ b) de C\$31 a C\$ 40\_\_ c) de C\$41 a C\$ 50\_\_  
 d) de C\$51 a mas\_\_

## 6. ORGANIZACIÓN Y PARTICIPACION COMUNITARIA

36. ¿Los miembros de este hogar pertenecen a alguna organización comunitaria?  
 Si\_\_ ¿Qué tipo? a) Productiva\_\_ b) Social\_\_ c) Religiosa\_\_ d) Otra\_\_  
 No\_\_ ¿Por qué? \_\_\_\_\_
37. ¿Cuántos miembros del hogar participan en la organización comunitaria?  
 a) Hombres\_\_ b) Mujeres\_\_ c) Total\_\_

## 7. SITUACION DE SALUD DE LA FAMILIA

Enfermedades padecidas por los miembros del hogar en el año 2014(Cuantos).

Enfermedades	-5	Grupo Etareo			Observaciones
		6-15	16-25	+26	
Diarrea					
Tos					
Resfriados					
Malaria					
Dengue					
Parasitosis					
Infección Renal					
Tifoidea					
Hepatitis					
Infecciones dérmicas (Piel)					
Otras					



*Evaluación de la factibilidad técnica y económica del proyecto de rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de La Conquista, departamento de Carazo, en el período junio 2020 a septiembre 2021.*



38. Algun miembro de la familia ha recibido capacitación sobre prácticas de higiene en el hogar?

Sí\_\_ No\_\_

¿En qué temas? Lavado de manos: \_\_ Uso de letrinas: \_\_ Uso adecuado del agua de beber: \_\_ Basuras \_\_

¿Están vacunados los niños y niñas? a) Si\_\_ b) No\_\_ c) Porque \_\_\_\_\_

¿Cuántos niños y niñas nacieron en el hogar durante el 2014, cuantos fallecieron?

Vivos/as: Niños\_\_ Niñas\_\_

Fallecidos/as: Niños\_\_ Niñas\_\_

\_\_\_\_\_  
**Nombre y firma del encuestado**

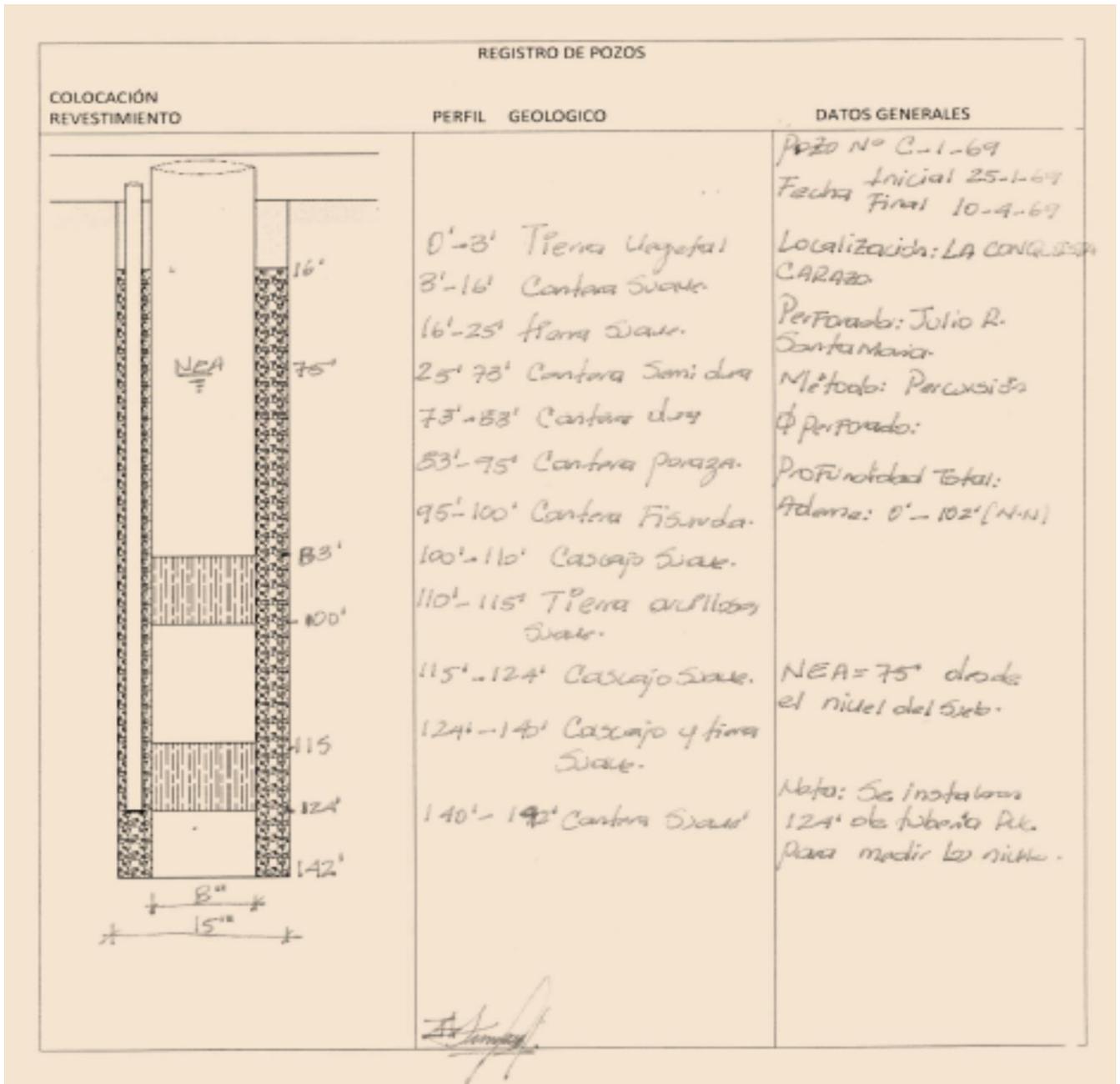
\_\_\_\_\_  
**Nombre y firma del supervisor(a)**

### Anexo 14 Descripción del perfil de suelo

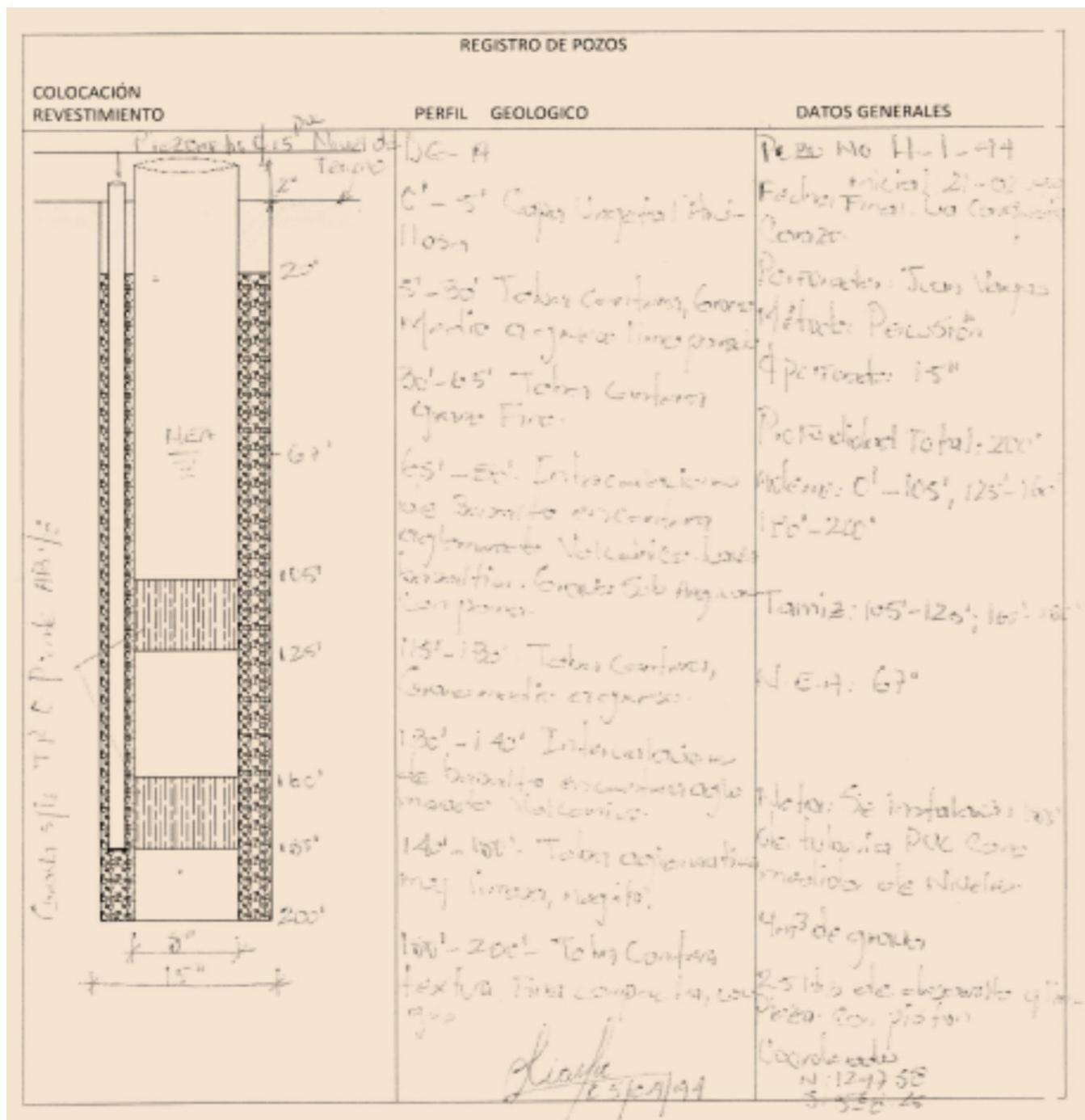
Horizonte	Características
A 0 a 13 cm	Color 7.5 YR 2.5/2, textura arcillosa, estructura en bloques sub-angulares, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes microporos y frecuentes mesoporos, límite neto y ondulado. Con pH medianamente ácido (5.7), contenido medio de materia orgánica (2.61%), pobre en fósforo (n.d.) y medio en potasio disponible (2.37meq/100 gr), CIC muy alta (44.6 meq/100 gr de suelo) y saturación de bases de 59.6%.
B 13 a 39 cm	Color 5 YR 3/4, textura arcillosa, estructura en bloques angulares y sub-angulares, consistencia friable en húmedo, plástica y adhesiva en mojado, abundantes microporos y frecuentes mesoporos, límite neto y ondulado. Con pH medianamente ácido (6.19), contenido pobre de materia orgánica (1.19%), pobre en fósforo (n.d.) y alto en potasio disponible (0.68 meq/100 gr), CIC muy alta (41.9 meq/100 gr de suelo) y saturación de bases de 44.5%.
c 39 a 60 cm	Color 5 YR 4/6, textura arcillosa, estructura en bloques angulares y sub-angulares, consistencia ligeramente firme en húmedo y plástica y adhesiva en mojado, abundantes microporos y frecuente mesoporos, límite neto y ondulado. Con pH muy ligeramente ácido (6.7), contenido pobre de materia orgánica (0.68%), pobre en fósforo (n.d.) y medio en potasio disponible (0.23 meq/100 gr), CIC muy alta (44.2 meq/100 gr de suelo) y saturación de bases de 60.2%.
D 39 a 60 cm	Color 10 YR 5/6, textura franco arcillosa, estructura en bloques angulares y sub-angulares, consistencia friable en húmedo, ligeramente plástica y adhesiva en mojado, abundantes microporos y mesoporos, límite neto y ondulado.
E 72 a 97 cm	Color 10 YR 4/6, textura franca, estructura masiva, consistencia ligeramente plástica y adhesiva en mojado, abundantes microporos y mesoporos, límite neto y ondulado.
F (97+)	Toba

Fuente: Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales.

Anexo 15 Perfil de Pozo C-1-69



Anexo 16 Perfil de Pozo H-I-14



### Anexo 17 Línea de Conducción por Gravedad Actual

