

Facultad de Tecnología de la Construcción

**ESTUDIO A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD
DEL PROYECTO “CONSTRUCCIÓN DE UN
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA
POTABLE EN URBANIZACIÓN CAMINO DEL
RIO I ETAPA, UBICADO EN EL DISTRITO V
DEL MUNICIPIO DE MANAGUA”**

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Civil

Elaborado por:

Tutor:

Br. Hazel Tamara Robles Obando

Carnet: 2012-44142

Br. Juan Carlos Roque

Carnet: 2014-1319U

MSc. Yader Molina Lagos

Dedicatoria y agradecimiento

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que han contribuido de manera significativa a la realización de esta monografía. Sus apoyos, orientación y aliento fueron fundamentales en todo el proceso de investigación y redacción.

En primer lugar, deseo agradecer a mi familia y amigos por su constante apoyo y comprensión durante este arduo proceso, Destacando el apoyo a mi esposa Katherine Obregón quien siempre ha estado apoyándome, a mi madre Ana Mercedes Roque, mujer de lucha quien me motivase desde pequeño para llegar a ser un profesional, aliento moral y emocional de cada uno de los miembros de mi familia fueron un pilar fundamental para mantenerme motivado.

También quiero agradecer a mis profesores y compañeros de clase, quienes me brindaron valiosos comentarios y sugerencias que enriquecieron el contenido de este trabajo. Sus debates y discusiones fueron fundamentales para mi desarrollo académico. Mi gratitud se extiende a mi tutor de tesis, MSc. Yader Molina Lagos, por su invaluable guía y asesoramiento a lo largo de este proyecto. Su experiencia y dedicación fueron esenciales para dar forma a esta monografía y llevarla a buen puerto.

Por último, agradezco a todas las fuentes y bibliotecas que proporcionaron acceso a la información necesaria para este proyecto.

Este logro no habría sido posible sin la colaboración y el apoyo de todas estas personas e instituciones. Sus contribuciones han sido invaluable y han enriquecido significativamente esta monografía.

¡Gracias a todos!

Juan Carlos Roque

Universidad Nacional de Ingeniería, RUPAP, 11.07.2023

Dedicatoria y agradecimiento

Esta monografía se la dedico a DIOS y a mis padres por el deseo de superación y amor que me brindan cada día en que han sabido guiar mi vida por el sendero de la verdad a fin de poder honrar a mi familia con los conocimientos adquiridos, brindándome el futuro de su esfuerzo y sacrificio por ofrecerme un mañana mejor.

Agradezco primeramente a DIOS nuestro señor por darme la vida, la salud y la dirección para llegar hasta donde estoy.

A mis padres:

Johnny Antonio Robles Díaz, Eliett Gicela Obando Chávez y Meyling Suyen Obando Chávez por llenarme de mucho amor, educarme con todos los valores y enseñarme que el cielo es el límite, que todo se puede de la mano de DIOS, con dedicación y mucho esfuerzo los amo con mi vida.

A mi esposo y mi hija:

Edwin Joel Lopez y Keytlyn Nahari Lumbi Robles por ser el motor que me empuja cada día a seguir adelante, son mi inspiración todos los días los amo.

A mis hermanos:

Huquet Valentina Robles Obando, Johnny Cristopher Robles Obando, Eliett Yessenia Robles Obando, Alexa Gicela Robles Obando por todo el apoyo que me brindan los amo.

Agradezco a todas las personas que han sido parte de este camino y por la semillita de sabiduría que han dejado en mí.

Hazel Tamara Robles Obando

Índice de Contenido

I. Capitulo 1 Generalidades	1
1.1. Introduccion.....	3
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo general	5
1.3.2. Objetivos específicos.....	5
1.4. Marco teórico	6
1.5. Diseño metodologico.....	16
1.5.1. Tipo de estudio	16
1.5.2. Evaluación socioeconómica	16
1.5.3. Evaluación de la fuente	17
1.5.4. Levantamiento topográfico	17
1.5.5. Cálculo de población	17
1.5.6. Variaciones de consumo	19
1.5.7. Presiones máximas y mínimas	19
1.5.8. Estimación de costos.....	19
1.5.9. Estimacion del beneficio durante el ejercicio	19
II. Diagnóstico de situación actual	21

2.1.	Límite, localización y accesos	21
2.1.1.	Macro localización	22
2.1.2.	Micro localización	23
2.2.	Descripción de las características físicas y climatológicas	24
2.2.1.	Relieve.....	25
2.2.2.	Hidrografía.....	25
2.3.	Características socio-económicas.....	27
2.3.1.	Actividades económicas	28
2.3.2.	Equipamiento social	29
2.4.	Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional	31
2.4.1.	Método para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional.....	31
2.4.2.	Poblacion actual	33
III.	Estudio técnico	35
3.1.	Dotación y población a servir	35
3.1.1.	Períodos de diseño.....	36
3.1.2.	Variaciones de consumo	36
3.1.3.	Pérdidas en el sistema	37
3.1.4.	Fuentes de abastecimiento.....	39
3.1.5.	Aforo.....	39
3.1.6.	Calidad del agua.....	39

3.1.7.	Tratamiento	46
3.1.8.	Cloración	46
3.2.	Diseño	49
3.2.1.	Fundaciones	50
3.3.	Actividades de construcción	50
3.3.1.	Preliminares	51
3.3.2.	En la fuente	51
3.3.3.	Tanque de almacenamiento	51
3.3.4.	Fundaciones	52
3.3.5.	Estructuras metálicas	52
3.4.	Aspectos legales	54
IV.	Evaluación socioeconómica	55
4.1.	Generalidades	55
4.1.1.	Vida útil	55
4.1.2.	Tasa de cambio	56
4.2.	Inversión del proyecto	56
4.2.1.	Activos fijos	56
4.2.2.	Activos diferidos	59
4.2.1.	Costos de operabilidad	60
4.2.2.	Costos de mantenimiento	60

4.2.3.	Beneficios sociales	64
4.2.4.	Análisis de beneficio	67
4.2.5.	Tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA).....	72
4.2.6.	Flujo neto de efectivo (FNE)	75
4.2.7.	Valor actual neto económico (VANE)	77
4.2.8.	Tasa interna de retorno económico (TIRE).....	78
4.2.9.	Relación beneficio-costo (R B/C).....	79
V.	Conclusiones y recomendaciones	81
5.1.	Conclusiones.....	81
5.2.	Recomendaciones	82
	Bibliografía	83
	Anexos	I

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Cálculo de Crecimiento poblacional	18
Ecuación 2 Calculo de poblacion	32
Ecuación 3 Tasa de crecimiento geometrica.....	32
Ecuación 4 Consumo promedio diario.....	37
Ecuación 5 Perdidas en el sistema	37
Ecuación 6 Consumo máximo hora.....	37
Ecuación 7 Consumo maximo dia.....	37
Ecuación 8 Volumen de cloro.....	47
Ecuación 9 Hipoclorito.....	47
Ecuación 10 Concentración máxima de cloro	47
Ecuación 11 Hipoclorador por goteo	48
Ecuación 12 Numeros de casas.....	65
Ecuación 13 Consumo m ³ /mes	65
Ecuación 14 Consumo por vivienda mensual	65
Ecuación 15 Tarifa anual.....	65
Ecuación 16 Flujo neto de efectivo.....	75
Ecuación 17 Valor Actual Neto Económico (VANE).....	77
Ecuación 18 Tasa Interna de Retorno Económico	78
Ecuación 19 Relación Beneficio-Costo (R B/C)	80

Ecuación 20 Criterios de decisión de la R B/C.....	80
--	----

Índice de cuadros

Cuadro 1 Promedio de personas por viviendas	28
Cuadro 2 Centros Educativos Cercanos a Camino Del Rio	30
Cuadro 3 Centro de deportivos	30
Cuadro 4 Censo poblacionales y tasa de crecimiento, Managua.....	33
Cuadro 5 Proyeccion de poblacion a futuro	34
Cuadro 6 Dotaciones de agua para desarrollos habitacionales	35
Cuadro 7 Periodos de diseño.....	36
Cuadro 8 variaciones de consumo.....	38
Cuadro 9 Parámetros Organolépticos.....	40
Cuadro 10 Parámetros Bacteriológicos.....	41
Cuadro 11 Parámetros físico-químicos	42
Cuadro 12 Clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos	43
Cuadro 13 Actividades de construcción	53
Cuadro 14 Inversion de las edificaciones del proyecto	57
Cuadro 15 Resumen de activos fijos.....	59
Cuadro 16 Activos diferidos	59
Cuadro 17 Inversión total del proyecto.....	60
Cuadro 18 Costos de Funcionamiento y Mantenimiento.....	61
Cuadro 19 Costos de administración	61

Cuadro 20 Costo de operación	62
Cuadro 21 Costos totales de funcionamiento.....	62
Cuadro 22 Costos anuales.....	63
Cuadro 23 Tarifa de agua potable y alcantarillado sanitario en Managua.....	64
Cuadro 24 Ingresos.....	66
Cuadro 25 Ahorro en gastos de enfermedades	68
Cuadro 26 Tasas de participación de la población, por área de residencia y sexo.....	70
Cuadro 27 Incremento de actividades productivas	71
Cuadro 28 Beneficios sociales totales.....	72
Cuadro 29 Precios sociales de Nicaragua	73
Cuadro 30 Valores de inversión transformados a factor social	74
Cuadro 31 FNE y valor actual FNE	76
Cuadro 32 Criterios de decisión del VANE.....	78
Cuadro 33 Criterios de decisión de la TIRE	78
Cuadro 34 Resultados VANE y TIRE	79

Índice de figuras

Figura 1 Caja de Sistema de Cloración.....	10
Figura 2 Macro Localización (Distrito 5 Managua)	23
Figura 3 Micro localización Urbanización Camino Del Rio	24
Figura 4 Diseño de tanque de almacenamiento, vista de perfil.....	49
Figura 5 Tanque de agua, vista de planta	50

Índice de anexos

Anexo 1 Prueba de bombeo y aforo.....	I
Anexo 2 Pruebas de aforo y bombeo	I
Anexo 3 Plano topografico, Urbanizacion Camino del Rio	II
Anexo 4 Plano topografico, Urbanizacion Camino del Rio	II
Anexo 5 Diseno de tanque de almacenamiento:.....	III
Anexo 6 Diseno de tanque de almacenamiento	III
Anexo 7 Diseno de tanque de almacenamiento	IV

I. Capítulo 1 Generalidades

El agua es un recurso vital para la vida en la Tierra y su importancia es indiscutible. Constituye el elemento más importante del planeta y es esencial para el desarrollo de la vida y la supervivencia de las especies. El agua es necesaria para la agricultura, la industria, la energía, el turismo y la salud pública, entre otros aspectos clave de la sociedad actual. Sin embargo, el acceso al agua es limitado y muchas comunidades sufren de escasez de agua, lo que afecta su calidad de vida y su capacidad para desarrollarse. Por ello, la gestión y conservación del agua es un tema de vital importancia para la sostenibilidad del planeta y el bienestar de las sociedades actuales y futuras.

La Urbanización Camino del Río I Etapa es un complejo residencial ubicado en el Distrito V del municipio de Managua, capital de Nicaragua. La urbanización cuenta con casas y apartamentos de bienestar social en un área de aproximadamente 11.5 hectáreas. Fue construida en el año 2007 y se caracteriza por sus amplias áreas verdes y recreativas, seguridad privada. Camino del Río I Etapa está cerca de centros comerciales, hospitales, colegios y universidades, lo que la convierte en una opción atractiva para quienes buscan un lugar seguro y confortable para vivir. La urbanización es muy demandada por las familias que buscan un entorno seguro y de calidad.

Lamentablemente, los problemas de abastecimiento de agua potable son comunes en muchas partes del mundo, incluyendo áreas urbanas como la Urbanización Camino del Río I Etapa en el Distrito V del municipio de Managua. La falta de agua potable puede detonar diferentes problemas tales como:

Salud: Aumentar el riesgo de enfermedades transmitidas por el agua, como el cólera, la diarrea y la fiebre tifoidea. Estas enfermedades pueden propagarse rápidamente en áreas donde las condiciones sanitarias son deficientes, lo que puede poner en peligro la salud de la población.

Escasez de alimentos: La falta de agua potable también puede afectar la producción de alimentos en las zonas urbanas. La agricultura urbana es una fuente importante de alimentos en muchas ciudades en desarrollo, pero sin agua suficiente, los cultivos pueden morir y la producción de alimentos se ve afectada.

Conflictos: La falta de agua potable puede generar conflictos sociales entre los habitantes de una zona. Cuando el agua es escasa, puede haber competencia por los recursos hídricos disponibles, lo que puede generar tensiones y conflictos entre los vecinos

Economía: La escasez del agua puede tener un impacto económico negativo en las zonas urbanas. Por ejemplo, puede dificultar la creación de nuevos negocios y la atracción de inversiones, lo que a su vez puede afectar el crecimiento económico de la zona.

Para abordar esta situación, se propuso la construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable que permita mejorar el suministro y la calidad del agua en la Urbanización Camino del Río I Etapa. Sin embargo, antes de iniciar el proyecto, es necesario realizar un estudio de prefactibilidad que permita evaluar la viabilidad técnica, económica, social y ambiental del mismo.

El estudio de prefactibilidad se llevó a cabo considerando las normativas y regulaciones vigentes, así como los aspectos técnicos, sociales, ambientales y económicos involucrados en la construcción del tanque de almacenamiento de agua potable. Este estudio permitirá establecer una base sólida para la construcción del tanque de almacenamiento de agua, asegurando que se cumplan los estándares de calidad y sostenibilidad necesarios para satisfacer las necesidades de la comunidad de la Urbanización Camino del Río I Etapa.

1.1. Introduccion

La urbanización Camino del Río I Etapa, ubicada en el distrito V del municipio de Managua, tuvo su origen alrededor de 2007 como un asentamiento informal cerca de la Comarca Las Agüitas. Este fenómeno surge debido a necesidades universales y básicas, como la necesidad de vivienda, ya que muchas personas migran a las ciudades en busca de empleo y oportunidades económicas, careciendo de recursos para adquirir una vivienda formal en zonas urbanas establecidas.

Además, la accesibilidad a servicios públicos, incluyendo el suministro de agua potable, es un motivo clave para la formación de asentamientos informales. La especulación inmobiliaria también contribuye, ya que propietarios de terrenos cercanos a zonas urbanas pueden construir viviendas informales para aprovechar la demanda de vivienda, vendiéndolas a precios elevados.

Sin embargo, el crecimiento poblacional sin planificación previa genera tensiones en el suministro de servicios básicos, destacando la importancia del abastecimiento de agua potable. Esto lleva a que las personas en estos asentamientos informales busquen medios informales para satisfacer sus necesidades básicas, como la perforación de pozos, aunque esto conlleva riesgos, ya que la calidad del agua no está regulada y puede estar contaminada.

Además, se recurre a conexiones ilegales a la red de agua potable de la ciudad, una práctica peligrosa e ilegal. Otro método empleado es la compra de agua embotellada, aunque esta opción puede resultar costosa y no sostenible a largo plazo. Estos medios informales, aunque ofrecen soluciones inmediatas, plantean riesgos para la salud y la calidad de vida de quienes residen en estas comunidades. Es crucial abordar estas problemáticas de manera integral para mejorar las condiciones de vida en estos asentamientos informales.

1.2. Justificación

El estudio a nivel de prefactibilidad del proyecto “construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable en Urbanización Camino del Rio I Etapa, ubicado en el distrito V del municipio de Managua, será de gran importancia ya que permitirá identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios directos e indirectos que se generen del mismo en un determinado período de tiempo. Además, facilitar el proceso de identificación que sean posibles alternativas al proyecto, como la construcción de un tanque de menor capacidad o la mejora de la infraestructura, así mismo proporcionará una base sólida para el desarrollo del proyecto. Una vez que se haya evaluado la viabilidad del proyecto y se hayan identificado los costos y beneficios, se podrá desarrollar un plan detallado para la construcción del antes mencionado proyecto.

El proyecto consiste en la construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable que puede ayudar a garantizar un suministro constante y confiable de agua potable además de permitir que el agua se filtre y se limpie antes de ser distribuida a los hogares, lo que puede mejorar la calidad del agua y reducir el riesgo de enfermedades para los residentes de la urbanización previamente citada. Por otro lado, mejorara la eficiencia del suministro de agua, ya que el recurso almacenado puede ser utilizada para cubrir picos de demanda y reducir la presión sobre el sistema de distribución de agua

Es fundamental que se determine la viabilidad del proyecto, ya que permitirá que cualquier institución que desee invertir tenga la información necesaria para la correcta toma de decisiones.

Este proyecto en mención traería beneficios socioeconómicos para la comunidad, garantizará los servicios de agua potable en cantidades suficiente y de manera continua para todos los usos personales y domésticos y vendrá a beneficiar a la población.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar un estudio a nivel de prefactibilidad para el proyecto “Construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable en Urbanización Camino del Rio I Etapa, ubicado en el Distrito V del municipio de Managua”.

1.3.2. Objetivos específicos

- Realizar un estudio de demanda para determinar la cantidad de beneficiarios directos e indirectos del proyecto.
- Desarrollar el estudio técnico para determinar la factibilidad técnica en cuanto a su localización, tamaño e ingeniería del proyecto
- Determinar mediante las herramientas de análisis financiero los beneficios social y económico del proyecto con el objetivo de valorar su rentabilidad económica.

1.4. Marco teórico

Un tanque de almacenamiento es una estructura con dos funciones: almacenar la cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda de una población y regular la presión adecuada en el sistema de distribución dando así un servicio eficiente (AGUERO 2004; GIZ 2017; USAID 2016). Su diseño y construcción son variados y van a depender de las condiciones del terreno, del material disponible en el área, de la mano de obra existente, etc. (SAGARPA s.f.).

Se define como agua potable aquella que se puede consumir o beber sin que exista peligro para nuestra salud. El agua potable no debe contener sustancias o microorganismos que puedan provocar enfermedades o perjudicar nuestra salud. (ENACAL, 2006)

Se entiende como proyecto “la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema, la cual tiende a resolver una necesidad humana”. (Urbina, Formulación de Proyectos, 2013, pág. 2)

Estudio a nivel de perfil “es una descripción simplificada de un proyecto. Además de definir el propósito y la pertenencia del proyecto, presenta un primer estimado de las actividades requeridas y la inversión total que se necesitará, así como los costos operativos anuales”.

Alternativas de proyecto “se refiere al planteamiento de soluciones diferentes unas de otras y que, aparte de ser excluyentes, pueden tener poblaciones objetivas distintos como también planteamientos técnicos muy diferentes. Distinto es el caso de variaciones al interior de una alternativa de solución donde se pueden analizar diferentes “alternativas tecnológicas” y que se refiere a la variación de una o dos variables a lo más y que no modifican sustancialmente el proyecto planteado”. (SNIP, 2008)

Diagnóstico de situación actual “es una técnica para el análisis de alternativas y la valoración de sus consecuencias”. (Vilar, 1992). Este diagnóstico ha de ser

integral y está referido a conocer los grupos involucrados en el proyecto, cantidad y características, el área de influencia, las condiciones de entrega de los bienes y servicios en los que el proyecto intervendrá, medios sustitutos o alternativos empleados por la población beneficiaria. Debe aplicarse un enfoque sistémico para realizar un adecuado diagnóstico situacional (SNIP, 2008)

Estudio de la población “es aquel que nace con la estadística y la creación de censos regulares y universales. Para estudiar a la población es necesario contar con información relativamente reciente, por ello los censos constituyen la fuente fundamental de información y está definida la necesidad de levantarlos en períodos no superiores a los 10 años”. (Sauvy, 1991)

Método de proyección de la población se entiende como “La población a servir es el parámetro básico con el cual se diseñan los elementos de las obras de abastecimiento de agua; pudiéndose establecer diferentes criterios para la estimación de la misma dependiendo de las características de la población, objeto de estudio, el tipo y configuración de la localidad”.

La proyección de la población esperada a lo largo del período de diseño se calcula por medio de la fórmula del método geométrico. Esta técnica se basa en la hipótesis de un porcentaje de crecimiento geométrico, supone que la tasa de crecimiento es proporcional al tamaño de la población.

Se entiende por demanda “la cantidad de bienes o servicios que el mercado requiere o solicita para buscar la satisfacción de una necesidad específica o un precio determinado”. (Urbina, Formulación de Proyectos, 2013, pág. 28)

Dotación de agua y nivel de servicio se determina “la cantidad de agua que se asigna para cada habitante y que incluye el consumo de todos los servicios que realiza en un día medio anual, tomando en cuenta las pérdidas. Se expresa en litros/habitante día. Se denomina tarifa al sistema de precios que permite el cobro de los servicios públicos domiciliarios. Los dos conceptos principales integrantes del sistema tarifario son:

Tarifa Cargo Fijo: Es el valor unitario por suscriptor independiente del nivel de consumo, con la cual se cobran los gastos administrativos y de comercialización.

Tarifa Consumo/vertimiento: Es el valor unitario por metro cúbico que refleja los costos económicos de prestar el servicio, incluye los costos operativos, costos de inversión, los activos, las tasas ambientales. (Tarifas vigentes 2017).

“Los costos de operación o costos de funcionamiento del proyecto son aquellos que ocurren luego del inicio, construcción o instalación de la nueva capacidad productiva hasta la finalización de su vida útil.” (Guía de diseño de proyectos sociales, 2011)

Se entiende por estudio técnico a “la investigación que consta en presentar la determinación del tamaño óptimo del tanque de almacenamiento, determinación de la localización óptima del tanque, ingeniería del proyecto y análisis organizativo, administrativo y legal”. (Urbina, 2010)

Levantamiento topográfico consiste en hacer una topografía de un lugar, es decir, llevar a cabo la descripción de un terreno en concreto. Mediante el levantamiento topográfico, un topógrafo realiza un escrutinio de una superficie, incluyendo tanto las características naturales de esa superficie como las que haya hecho el ser humano. (Levantamiento topográfico, 2014)

El propósito de la localización “es seleccionar la ubicación más conveniente para el proyecto, es decir aquella que frente a otras alternativas posibles produzca el mayor nivel de beneficio para los usuarios y para la comunidad, con el menor costo social”. (SNIP, 2001)

La macro localización de un proyecto se refiere a la elección del país o región en la que se ubicará el proyecto, la cual se basa en factores como la disponibilidad de recursos, la infraestructura existente, la estabilidad política y económica, la cercanía a los mercados objetivo, entre otros.

La micro localización, por otro lado, se refiere a la elección específica del sitio dentro de la macro localización seleccionada. Esta decisión se basa en factores como el acceso a los proveedores y clientes, la disponibilidad de mano de obra, el costo del terreno, la facilidad de transporte y la calidad del entorno. Haugen, K. & Misra, K. (2016). Project Management for Business, Engineering, and Technology: Principles and Practice (5th ed.). Routledge.

Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. (Definición de diseño, 2008).

La capacidad del tanque de almacenamiento deberá de satisfacer las condiciones siguientes:

- a) Volumen compensador: El volumen necesario para compensar las variaciones horarias del consumo, se estimará en 15% del consumo promedio diario.
- b) Volumen de reserva El volumen de reserva para atender eventualidades en caso de emergencia, reparaciones en línea de conducción u obras de captación, se estimará igual al 20 % del consumo promedio diario.

De tal manera que la capacidad del tanque de almacenamiento se estimará igual al 35% del consumo promedio diario. (INAA, 1989)

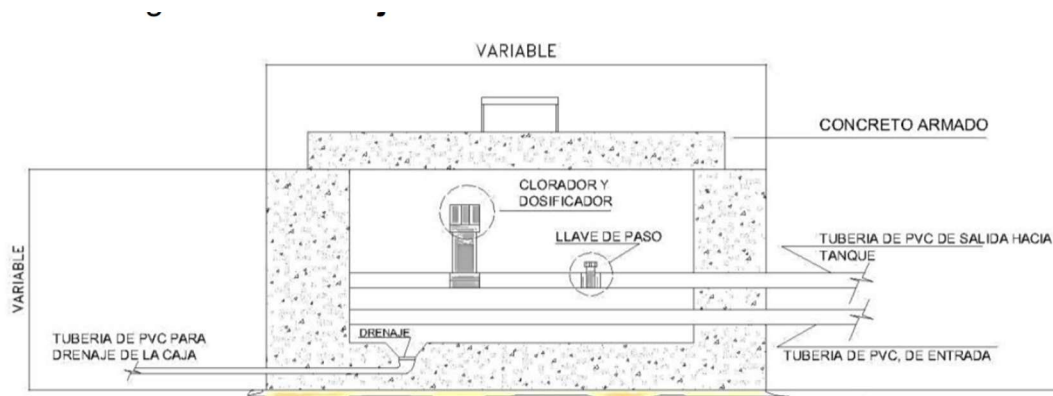
Para determinar los parámetros de diseño en los proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema. (INAA, 1989)

Se entiende por tomas de agua “aquellos elementos del servicio del sistema por donde sale el agua para ser utilizada por las personas usuarias. Las tomas de agua se le conocen también como puestos de agua”. Existen dos tipos de puestos de agua: a)- Puesto domiciliar b)- Puesto público. (FISE, 2008)

El Consumo Promedio Diario Anual (CPDA) se determina como el resultado de una estimación del consumo per cápita para la población futura del período de diseño, expresada en litros por segundo (l/s). (Población de diseño y demanda de agua, s.f.).

La cloración es un proceso químico que implica la adición de cloro a una sustancia o sistema para desinfectar o esterilizar. El cloro se utiliza comúnmente como agente de desinfección en el tratamiento del agua potable y las piscinas, ya que es efectivo para eliminar bacterias, virus y otros microorganismos

Figura 1 Caja de Sistema de Cloración.



Fuente: Hernández Choc, m. (2017). Diseño de tanque de captación y tratamiento de agua, Casillas, Santa Rosa. Universidad de San Carlos de Guatemala

Las pérdidas en el sistema se definen como parte del agua que se produce en un sistema de agua potable se pierde en cada uno de sus componentes. Esto se conoce con el nombre de fugas y/o desperdicio en el sistema. Dentro del proceso de diseño, esta cantidad de agua se puede expresar como un porcentaje del consumo del día promedio. En el caso de Nicaragua, el porcentaje se fijará en un 20 %.

En el caso del consumo máximo horario (Q_{mh}), se considerará como el 100% del promedio diario (Q_m). Para poblaciones concentradas o cercanas a las poblaciones urbanas se recomienda tomar valores no superiores a los 150%.

Los coeficientes recomendados y más utilizados son del 130% para el consumo máximo diario (Qmd) y del 150% para el consumo máximo horario

Se define como caudal máximo horario, el uso que cada individuo hace de la cantidad de agua que consume en el día no es constante a lo largo de las 24 horas del día, hay horarios en que se consume mucha agua, y otros en que no se consume casi. (Definiciones usuales en Hidráulica, 1987)

Los términos olor y sabor generalmente se confunden, aunque ni el olor ni el sabor pueden ser directamente correlacionados con la seguridad sanitaria de una fuente de abastecimiento. Su presencia puede causar rechazo por parte del consumidor. Las principales causas se deben a:

1. Descomposición de la materia orgánica.
2. Algas y otros organismos microscópicos.
3. Hierro manganeso y productos metálicos de la corrosión (Salud, 2000)

Las características químicas del agua son clasificadas según lo siguiente:

Potencial Hidrogeno, expresa la intensidad de las condiciones ácidas o básicas de una solución cualquiera mediante la concentración del ion hidrógeno. El Agua no tiene ácido ni álcali tiene un valor del pH igual a 7, al cual se le llama valor neutro del pH

Los valores del pH < de 7 indican acidez, 7 indica neutralidad y los valores de 7 hasta 14 indican alcalinidad. El pH se determina por el método del calorímetro y con el aparato llamado pHchímetro.

Alcalinidad, básicamente es la medida de la capacidad del agua para neutralizar acidez. La alcalinidad de las aguas naturales está dada en primer lugar por las sales de ácidos débiles, aunque pueden también contribuir las bases débiles o fuertes.

La presencia de nitrato no es extraña especialmente en agua de pozos que pueden recibir infiltraciones de tanques sépticos, ganadería, etc. (Salud, 2000)

El desarenador “es una estructura diseñada para retener la arena que traen las aguas servidas o las aguas superficiales a fin de evitar que ingresen al canal de aducción, a la central hidroeléctrica o al proceso de tratamiento y lo obstaculicen creando serios problemas”.

En la evaluación socio económica se “busca evaluar los costos y las ganancias de un proyecto desde la perspectiva de la sociedad como un todo, considerando la valoración de los costos y beneficios sociales del proyecto; así como el uso de métodos estimativos de precios-sombra cuando los costos y beneficios difieren de los precios de mercado; y la valoración fuera del mercado y la transferencia de beneficios, para precios de bienes y servicios que no tienen precios de mercado directos”. (Banco Mundial, 2016).

En el sentido económico, una inversión es interpretada “como una colocación de capital para obtener una ganancia futura. Esta colocación supone una elección que resigna un beneficio inmediato por un futuro, por lo general improbable”.

Una inversión contempla tres variables: el rendimiento esperado (cuánto se espera ganar), el riesgo aceptado (qué probabilidad hay de obtener la ganancia esperada) y el horizonte temporal (cuándo se obtendrá la ganancia). (Pérez, 2009)

Los activos fijos “son aquellos que no varían durante el ciclo de explotación de la empresa (o el año fiscal). Por ejemplo, el edificio donde una fábrica monta sus productos es un activo fijo porque permanece en la empresa durante todo el proceso de producción y venta de los productos” (Definición de activos fijos, 2016).

Los activos intangibles son bienes que posee la empresa y que no pueden ser percibidos físicamente. Sin embargo, se consideran activos porque ayudan a que la empresa produzca un rendimiento económico a través de ellos. Ejemplos de

activos intangibles pueden ser el valor de marca, el conocimiento de metodologías de trabajo, las patentes. (Activo intangible, 2016)

El capital de trabajo, como su nombre lo indica es el fondo económico que utiliza la empresa para seguir reinvertiendo y logrando utilidades para así mantener la operación corriente del negocio.

La tasa social de descuento (TSD), mide la tasa a la cual una sociedad está dispuesta a cambiar consumo presente por consumo futuro o, dicho de otra manera, el patrón de consumo ahorro de una sociedad en cada momento; lo cual no es otra cosa que el valor tiempo que le asigna la sociedad a la postergación. (Restrepo, 2006)

Se define al flujo neto efectivo (FNE), “como la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “Valor presente”.

Se entiende como flujo neto efectivo “la diferencia entre los ingresos netos y los desembolsos netos, descontados a la fecha de aprobación de un proyecto de inversión con la técnica de “valor presente”.

Se entiende por beneficiarios de un proyecto a las personas que obtendrán algún tipo de beneficio de la implementación del mismo. Se pueden identificar dos tipos de beneficiarios: Directos e indirectos.

Los beneficiarios directos son aquéllos que participarán directamente en el proyecto, y, por consiguiente, se beneficiarán de su implementación. Así, las personas que estarán empleadas en el proyecto, que los suplen con materia prima u otros bienes y servicios.

Los beneficiarios indirectos son, con frecuencia, pero no siempre, las personas que viven al interior de la zona de influencia del proyecto.

En la evaluación financiera “puede considerarse como aquel ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente”.

Tasa Interna de Retorno Económico (TIRE) se define “como la tasa de descuento o tasa de rentabilidad mínima atractiva, es la que sirve para comparar año por año el valor presente de los ingresos y egresos”.

La inversión se considera rentable cuando sea mayor que la rentabilidad mínima que le exijamos a la inversión, y la rechazaríamos cuando fuese inferior.

$Tire > trema$ – proyecto rentable económico

$Tire = trema$ –proyecto rentable mínimo económico $Tire < trema$ – proyecto no es rentable (Dumrauf, cálculo financiero, 2006)

El Valor Actual Neto Económico (VANE) “es un método de valoración de inversiones en la que partimos de la rentabilidad mínima que queremos obtener (i). Con esta rentabilidad mínima calcularemos el valor actualizado de los flujos de caja (diferencia entre cobros y pagos) de la operación. Si es mayor que el desembolso inicial la inversión es aceptable”.

La inversión se considera rentable cuando su VANE es mayor que cero. Si el VANE es menor que cero la inversión sería rechazada. Además, daremos preferencia a aquellas inversiones cuyo VANE sea más elevado.

$Van > 0$ el proyecto es aceptable.

$Van = 0$ es indiferente

$Van < 0$ el proyecto se rechaza. (Dumrauf, Cálculo Financiero, 2006)

Tasa Social de Descuento (TSD) en términos más simples, la tasa social de descuento es una medida de cuánto vale para la sociedad el dinero que se gasta

o se recibe en el futuro en comparación con el dinero que se gasta o se recibe hoy. Banco Interamericano de Desarrollo. (2010).

Las normas para presentación de iniciativas de inversión, PII 2011, dictaminadas por el SNIP de Nicaragua, indican que la TSD vigente es del 8% anual y constante en el tiempo. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Dirección General de Inversiones Públicas (2010). Tasa social de descuento Nicaragua.

1.5. Diseño metodológico

El diseño metodológico en una obra de ingeniería es un proceso esencial que involucra la definición de objetivos, la selección de tecnologías, el análisis de factibilidad, la planificación detallada, la gestión de riesgos, el cumplimiento de normativas, el control de calidad, la sostenibilidad, la gestión de costos, la comunicación y coordinación, así como la seguridad en la construcción. Este proceso integral garantiza la ejecución eficiente y efectiva del proyecto, cumpliendo con estándares técnicos y regulaciones como lo son el NTON 09 007-19, diseño de abastecimiento de agua potable, y promoviendo un entorno de trabajo seguro.

1.5.1. Tipo de estudio

Esta investigación será de tipo descriptiva, ya que se recopilaron y procesaron los datos a través de guías de observación, guías de análisis documental o revisión bibliográfica.

La investigación se realizó en la Urbanización Camino del Río, jurisdicción del municipio de Managua, tomando en cuenta el nuevo pozo ubicado dentro de la urbanización, mismo que abastecerá a la población.

Se realizaron visitas de campo al sitio, así como una recopilación de información secundaria de registros de datos económicos, datos sobre salud e higiene, y características topográficas de la localidad misma para proponer la ubicación idónea del sistema de agua.

1.5.2. Evaluación socioeconómica

Se realizó un estudio socioeconómico, el cual permite un mejor desarrollo del proyecto ya que así nos hemos enterado de las necesidades básicas, así como la situación real de la población donde se llevará a cabo la obra.

Esta información está acorde a la encuesta del manual de administración del ciclo del proyecto (MACPM) publicado por el FISE (Fondo de inversión Social de Emergencia)-Alcaldía.

La metodología por emplear consiste en estimar la rentabilidad social de un proyecto a partir de la comparación de los beneficios sociales contra los costos sociales. El análisis se hace a nivel de cada alternativa de solución.

Para estimar dicha rentabilidad social se recurre al Valor Actual Neto Social (VANS), y según lo establecido por el SNIP (El Sistema Nacional de Inversiones Públicas) el cual es el 8%

1.5.3. Evaluación de la fuente

En el sitio se encuentra un pozo recién inaugurado por la alcaldía de Managua, el cual tiene las capacidades técnicas para bombear agua directamente al tanque. Es decir, que los parámetros de la calidad del agua han sido previamente analizados por la alcaldía y que estos cumplen con las normas de INAA. (Instituto Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados)

1.5.4. Levantamiento topográfico

El estudio topográfico se realizó con la estación total para conocer las distancias, elevaciones y ángulos de dibujo, aplicando los principios básicos obtenidos en clase para elaborar el diseño y altura óptima del tanque, y así proceder al cálculo de dimensiones pertinentes.

1.5.5. Cálculo de población

La población a servir es el parámetro básico para dimensionar los elementos que constituyen el sistema.

La metodología generalmente aplicada, requiere la investigación de las tasas de crecimiento histórico, las que sirven de base para efectuar la proyección de la población.

El método utilizado para la proyección poblacional es el método geométrico, ya que este presenta mejores representaciones de crecimiento en países en desarrollo el cual es el caso de Nicaragua.

Con la siguiente fórmula se calcula la población futura a través del método geométrico:

Ecuación 1 Cálculo de Crecimiento poblacional

$$P_n = P_o(1+r)^n$$

Donde:

P_n = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del período de diseño

r = Tasa de crecimiento en el período de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

Si no se dispone de datos de población al inicio del período de diseño, deberá efectuarse un censo poblacional por medio de los representantes comunitarios previamente entrenados. Conviene conocer la tasa de crecimiento histórico nacional, para compararla con la obtenida en cada caso particular. Los valores anuales varían de 2.5% a 4%. El proyectista deberá justificar la adopción de tasas de crecimiento diferente a los valores indicados. INIDE -Instituto Nacional de Información de Desarrollo- (2005).

1.5.6. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo se expresarán como factores de demanda promedio diaria, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad, tasa de recarga y diseño de tanque de almacenamiento de agua.

Estos valores son los siguientes:

Consumo máximo día (CMD)=1,5CPD (Consumo promedio diario)

Consumo máximo hora (CMH)=2.5CPD (Consumo promedio diario)

1.5.7. Presiones máximas y mínimas

La presión adecuada para un tanque de almacenamiento de agua potable depende de varios factores, como la ubicación, el uso previsto, el caudal de agua y la altura de la construcción, por lo que estos rangos son solo una referencia general. American Water Works Association. (2017). M42 Sizing Water Service Lines and Meters, 4th Edition. Denver, CO: American Water Works Association.

- Presión mínima: 20 psi (1.4 kg/cm²)
- Presión óptima: 30-50 psi (2.1-3.5 kg/cm²)
- Presión máxima: 80 psi (5.6 kg/cm²)

1.5.8. Estimación de costos

Se estimarán los costos del proyecto construcción del sistema de agua potable para su posterior análisis de factibilidad.

1.5.9. Estimación del beneficio durante el ejercicio

Se procedió a realizar una evaluación de los beneficios inherentes al proyecto, tanto directos como indirectos, fundamentada en el análisis del costo del suministro de agua potable proporcionado por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados (ENACAL). Se utilizó dicho análisis como base para la estimación de los beneficios directos, considerando la demanda proyectada.

Paralelamente, se llevó a cabo un análisis del impacto financiero que conlleva, en términos promedio, la atención médica de una persona enferma en el sector de la salud. Estos datos fueron extraídos de fuentes proporcionadas por el Ministerio de Salud (MINSA). Este enfoque permitió cuantificar y determinar de manera precisa los beneficios indirectos del proyecto, proporcionando una evaluación exhaustiva de sus impactos tanto en términos económicos como sanitarios.

II. Diagnóstico de situación actual

Durante los últimos años, el Gobierno de Nicaragua, en colaboración con la Alcaldía de Managua, ha estado llevando a cabo obras de beneficio social para satisfacer las necesidades de una población en constante crecimiento, como lo es Managua.

Dentro de estas obras sociales, queremos destacar La Urbanización Camino Del Río, que contempla la construcción de más de dos mil viviendas para fines del año 2024. Para lograr que estos proyectos alcancen su máximo potencial, es esencial proporcionar a la población todos los servicios requeridos en asentamientos modernos, incluyendo el suministro de agua.

Estas más de dos mil familias que se verán beneficiadas representan casi trece mil personas, solo en el inicio del periodo de diseño de dicho proyecto. El rápido crecimiento poblacional en el Distrito V de Managua ha llevado a una demanda crítica de recursos hídricos, incluso teniendo en cuenta los periodos de sequía que un clima tropical prolongado puede presentar. Esto demuestra la necesidad de sistemas de almacenamiento altamente demandados, ya que pueden satisfacer eficientemente la demanda y reducir costos. Además, esto garantiza que la población no carezca del vital líquido durante las obras de mantenimiento.

Es por esta razón que se ha considerado este proyecto social como una forma de amortiguar costos y satisfacer necesidades.

2.1. Límite, localización y accesos

Es de vital importancia llevar a cabo un análisis geoespacial y geotécnico exhaustivo que incluya la delimitación de los polígonos de operación, la evaluación de la topografía y las características geológicas, y la identificación de los puntos de acceso estratégicos en la fase preliminar de planificación de un proyecto de ingeniería. Esta información geotécnica y topográfica es crucial para la definición precisa del alcance, permitiendo una planificación más precisa y la mitigación de

riesgos de cimentación y deslizamientos de tierra. Además, el conocimiento detallado de las regulaciones ambientales locales es esencial para el cumplimiento normativo y la realización de evaluaciones de impacto ambiental que guíen el diseño y la ejecución del proyecto. La gestión de recursos, la optimización logística y el control de costos se basan en el entendimiento de la disponibilidad y accesibilidad de recursos hídricos, energéticos y materiales en el entorno del proyecto. En resumen, esta información técnica y geoespacial es crítica para garantizar la viabilidad, sostenibilidad y eficiencia de los proyectos de ingeniería.

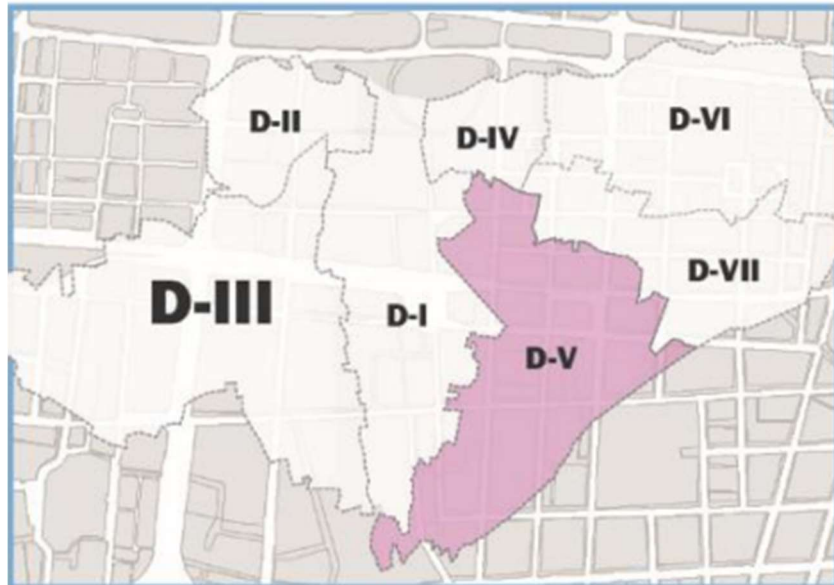
2.1.1. Macro localización

La Urbanización Camino del Río I Etapa se encuentra en el Distrito V de Managua. Managua; capital de Nicaragua, además de ser el centro político, económico y cultural del país, está ubicada en la costa suroeste del mismo, a orillas del lago Xolotlán. Dado a su estratégica ubicación ofrece diversas ventajas para los residentes de la urbanización, además de su cercanía a importantes vías de acceso y transporte. Esto es especialmente conveniente para aquellos que trabajan o estudian en áreas cercanas.

Otro aspecto para destacar de la macro localización es la proximidad a áreas verdes y espacios naturales. Managua cuenta con parques, reservas naturales y el hermoso lago Xolotlán, lo que brinda a los residentes de la urbanización la oportunidad de disfrutar de entornos naturales y actividades al aire libre.

El Distrito V de Managua, limita al norte con el Distrito IV, al sur sureste y suroeste limita con la carretera a Masaya, al este con el Distrito VII de Managua y al oeste con el Distrito I de Managua.

Figura 2 Macro Localización (Distrito 5 Managua)

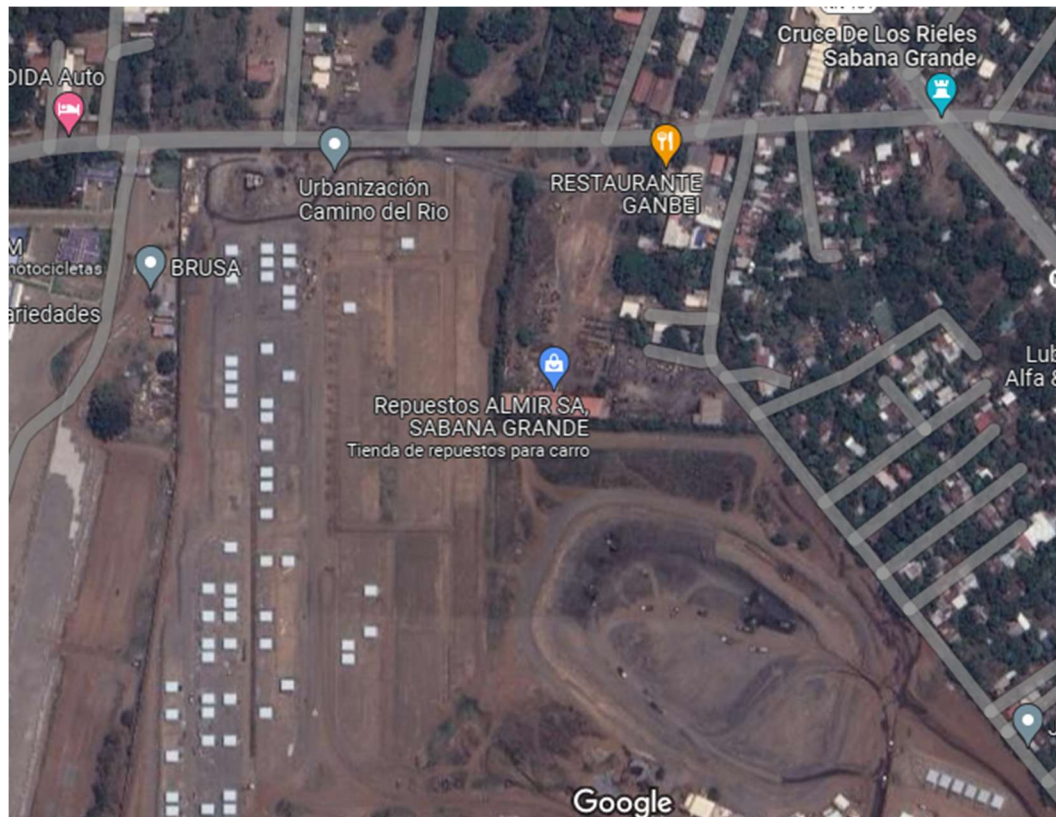


Fuente: (MINSA: Ministerio de la Salud)

2.1.2. Micro localización

La Urbanización Camino del Río, destinada a albergar a más de dos mil familias, está situada en la dirección suroeste de la antigua intersección de las vías férreas en Sabana Grande. Al norte, limita con la Carretera a Sabana Grande, mientras que al sur se extiende un amplio terreno de carácter público, actualmente sin desarrollo o construcciones, aunque se espera que en un futuro cercano se lleven a cabo proyectos de inversión social en esta área. Las coordenadas geográficas precisas de la Urbanización Camino del Río son la latitud es 12.124890545669224 y la longitud es -86.17715375514896.

Figura 3 Micro localización Urbanización Camino Del Rio



Fuente: Google earth

2.2. Descripción de las características físicas y climatológicas

Comprender el clima y las condiciones geográficas de la zona es esencial para adaptar el proyecto social a las necesidades específicas del entorno, por otro lado, el conocimiento sobre geografía y los recursos naturales de la zona permite una mejor planificación de los recursos necesarios para el proyecto. Esto incluye la identificación de fuentes de agua, áreas adecuadas para la construcción de infraestructuras y la disponibilidad de recursos naturales que puedan ser aprovechados.

De igual manera las características físicas y climatológicas también pueden ayudar a identificar comunidades o grupos de población particularmente vulnerables a ciertos desafíos, como inundaciones, sequías o cambios climáticos.

No obviando que el conocimiento de estos parámetros es crucial en la evaluación de impacto ambiental y social de un proyecto. Ayuda a identificar los posibles efectos del proyecto en el medio ambiente y en las comunidades locales, lo que es esencial para cumplir con regulaciones y estándares ambientales.

2.2.1. Relieve

El municipio de Managua, ubicado en el departamento de Managua en Nicaragua, tiene un relieve predominantemente llano. Se encuentra en la costa suroeste del lago Xolotlán (también conocido como lago de Managua), por lo que gran parte del terreno es relativamente plano y está situado a una altitud baja.

Sin embargo, en el extremo norte del municipio se encuentra una cadena de colinas conocida como "La Sierra de Managua". Estas colinas, aunque no son muy elevadas, ofrecen un cambio en el relieve generalmente plano de la zona y proporcionan vistas panorámicas del lago y la ciudad.

Además, el municipio de Managua está atravesado por varios ríos, causes y lagunas, como la laguna Tiscapa y el río Tipitapa, que fluyen hacia el lago Xolotlán. Estos ríos y cauces pueden generar áreas con relieves más suaves y ondulados a lo largo de sus cursos.

2.2.2. Hidrografía

El municipio de Managua, ubicado en el departamento de Managua en Nicaragua, cuenta con una red hidrográfica significativa debido a su ubicación en la costa suroeste del lago Xolotlán (lago de Managua) y su proximidad a varios ríos y cauces.

El lago Xolotlán es el elemento más prominente de la hidrografía del municipio de Managua. Es el segundo lago más grande de Nicaragua y uno de los principales cuerpos de agua dulce del país. El lago Xolotlán tiene una superficie de aproximadamente 1,042 kilómetros cuadrados y está conectado con el océano

Pacífico a través del río Tipitapa. El lago desempeña un papel importante en el suministro de agua para la ciudad de Managua y sus alrededores.

Además del lago Xolotlán, el municipio de Managua es atravesado por varios ríos, causes y lagunas. La laguna Tiscapa, por ejemplo, fluye hacia el lago Xolotlán y atraviesa parte de la ciudad de Managua. Otro río importante es el río Tipitapa, que también desemboca en el lago Xolotlán y es una importante vía fluvial para el transporte de carga.

Es importante destacar que la hidrografía del municipio de Managua ha experimentado desafíos y problemas relacionados con la contaminación y la gestión del agua debido al crecimiento urbano, la industrialización y otros factores. Se han llevado a cabo esfuerzos para abordar estos problemas y mejorar la calidad del agua en la zona.

En resumen, la hidrografía del municipio de Managua está dominada por el lago Xolotlán y sus afluentes, como la laguna Tiscapa y el río Tipitapa. Estos cuerpos de agua desempeñan un papel vital en el suministro de agua y la infraestructura fluvial de la ciudad de Managua.

2.2.2.1. Precipitación

La precipitación anual promedio en Managua es de aproximadamente 1,400 a 1,600 mm. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las variaciones en la cantidad de precipitación pueden ocurrir de un año a otro debido a los patrones climáticos, como los fenómenos de El Niño y La Niña.

2.2.2.2. Humedad

La humedad relativa en Managua tiende a ser alta durante todo el año, con niveles que a menudo superan el 70% y pueden alcanzar el 90% durante la estación lluviosa.

Estas características climáticas influyen en la vegetación y la biodiversidad de la zona, así como en las actividades económicas y el estilo de vida de las personas en el municipio de Managua.

2.3. Características socio-económicas

La Urbanización Camino del Rio se espera que esté terminada a finales del año 2024, este proyecto de beneficio social tiene un alcance de 1875 viviendas.

Gracias a los datos brindados por el INIDE en el censo poblacional de 2005 y años anteriores sabemos que el promedio de personas por vivienda ocupada en el distrito 5 es de 5.4, por lo tanto, usaremos 6, como el número de personas que habitan una vivienda en Managua, esto significaría un total de personas 10,800 personas formaran parte de Urbanización Camino del Rio al inicio del periodo de diseño. Tendremos de esta manera la final del periodo de diseño una población de 20,204 habitantes En La Urbanización Camino Del Rio Para El Final Del Periodo De Diseño.

A continuación, se puede observar en el siguiente cuadro que para el municipio de Managua se redondea 6 habitantes por hogar.

Cuadro 1 Promedio de personas por viviendas

Total, de viviendas, viviendas ocupadas, población y promedio de personas por vivienda ocupada, en Managua y sus municipios. Censos 2005				
Departamento	Viviendas		Población	Promedio de personas por vivienda ocupada
	Total	Ocupadas		
Managua	271,534	243,295	1,262,563	5.6
San francisco libre	2,481	1,961	9,416	4.8
Tipitapa	22,143	19,153	101,675	5.3
Mateare	6,523	5,711	28,775	5
Villa el Carmen	6,814	5,872	27,449	4.7
Ciudad sandino	15,251	14,052	75,082	5.3
Managua	197,739	179,322	977,085	5.4
Ticuantepé	6,229	5,392	27,008	5
El crucero	3,641	2,744	13,656	5
San Rafael del sur	10,713	9,088	42,417	4.7

Fuente: INIDE

2.3.1. Actividades económicas

En general, la actividad económica en Managua es diversa y dinámica. La ciudad es el centro económico y político del país y alberga una amplia gama de sectores económicos. Tales como:

Comercio y servicios: El comercio minorista y mayorista, así como los servicios como restaurantes, hoteles, transporte y telecomunicaciones, son actividades económicas destacadas en Managua.

Industria manufacturera: Managua tiene una presencia significativa de industrias manufactureras, especialmente en los sectores de textiles y confección, alimentos y bebidas, productos de plástico y productos químicos.

Construcción: El sector de la construcción es activo en Managua debido al crecimiento urbano y la demanda de infraestructura, incluyendo viviendas, edificios comerciales y proyectos de desarrollo.

Turismo: Managua es un destino turístico en sí mismo y sirve como punto de partida para visitar otros lugares de interés en Nicaragua. La ciudad cuenta con atracciones turísticas y es una puerta de entrada a destinos populares como Granada, León y las playas del Pacífico.

Sector financiero: Managua alberga una gran cantidad de instituciones financieras, incluyendo bancos y otras entidades financieras que brindan servicios bancarios, préstamos, inversiones y seguros.

Agricultura y agroindustria: Aunque la actividad agrícola no es predominante en la ciudad, en las áreas rurales cercanas a Managua se practica la agricultura y la agroindustria, con la producción de cultivos como maíz, frijoles, hortalizas, frutas y lácteos.

En general, Managua es un centro económico diverso con una combinación de actividades económicas que impulsan el crecimiento y el desarrollo en la región.

2.3.2. Equipamiento social

Educación: La Urbanización Camino del Río primera etapa, está ubicada en el corazón del municipio de Managua, por lo cual cuenta con una amplia infraestructura educativa que incluye escuelas primarias, secundarias y universidades. Además, hay instituciones de educación técnica y centros de formación profesional que ofrecen capacitación en diversas áreas.

Cuadro 2 Centros Educativos Cercanos a Camino Del Rio

Centros educativos cercanas a la Urbanización Camino del Rio	
Nombre	Ubicación
Nueva España (Escuela Ernesto Corea T)	Sabana Grande, donde fue la pulpería nena 1c al lago.
Centro Educativo bella Sonrisa	De donde fue el cruce de los rieles 200m abajo.
Liceo Benito Pititto La bella (Carlos Fonseca)	Contiguo al centro de salud de Sabana Grande
Instituto Nacional Isaías Fillippi	Del tanque de INAA 200 mts al sur.

Fuente: MINED

Salud: Así mismo se beneficia con hospitales, clínicas, centros de salud y consultorios médicos del distrito seis y siete que se encuentran en su cercanía y que brindan servicios de atención médica a la población. Además, hay centros especializados en áreas como maternidad, odontología y salud mental.

Deporte y recreación: Managua tiene parques, canchas deportivas, gimnasios y centros recreativos que fomentan la actividad física y el bienestar. Estos espacios ofrecen instalaciones para practicar deportes, realizar ejercicios y disfrutar de actividades recreativas.

Cuadro 3 Centro de deportivos

Centros recreativos y de deportes cercanos a Urbanización Camino del Rio	
Parque 4 de noviembre	
Escuela de boxeo Luis León	
Cancha de básquet 4 de noviembre	
Cancha Villa dignidad, tercera etapa	
Campo de futbol los mangos	
Parque barrio la curva	

Fuente: Alcaldía de Managua

Cultura y arte: La ciudad cuenta con teatros, museos, galerías de arte y centros culturales que promueven el desarrollo artístico y cultural. Estos lugares ofrecen exposiciones, presentaciones teatrales, conciertos y otras actividades relacionadas con la cultura. En las cercanías destaca el museo héroes y mártires Colinas 110.

Bibliotecas y centros de información: Managua cuenta con bibliotecas y centros de información que brindan acceso a libros, recursos educativos y servicios de investigación. Estos espacios promueven el aprendizaje, la lectura y la difusión del conocimiento. Se puede acceder con mayor facilidad a la biblioteca Luis Abraham Delgadillo.

Infraestructura comunitaria: El municipio de Managua también cuenta con equipamiento social adicional, como centros comunitarios, centros de atención a la niñez, hogares de ancianos y albergues, que ofrecen apoyo a diferentes grupos de la población.

2.4. Cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Para la determinación de la tasa de crecimiento, se debe analizar la información de datos poblacionales que se pueden obtener de las siguientes fuentes de información, tales como: Censos Nacionales de 1950, 1963 y 1995, INIDE y el MINSA.

2.4.1. Método para el cálculo de la tasa de crecimiento poblacional

Las normas nacionales para el diseño de sistemas de agua potable definen que para el cálculo de las poblaciones futuras se usará el método geométrico expresado por la fórmula siguiente:

Ecuación 2 Calculo de población

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dónde:

P_N = Población del año “n”

P_o = Población al inicio del período de diseño

r = Tasa de crecimiento en el periodo de diseño expresado en notación decimal.

n = Número de años que comprende el período de diseño.

A partir de la ecuación dada, llevamos a cabo el proceso de despeje para la variable r , con el propósito de obtener la tasa de crecimiento:

Ecuación 3 Tasa de crecimiento geométrica

$$r = \left(\sqrt[n]{\frac{P_n}{P_o}} \right) - 1$$

De igual manera para la determinación de la tasa de crecimiento poblacional de esta localidad se hizo en base a un análisis de los datos de crecimiento poblacional total del departamento Managua, basado en censos de los años 1906, 1920, 1940, 1950, 1963, 1971, 1995 y 2005 así como los datos censales de la población realizados por el formulador, igualmente tomaremos en cuenta la tasa proyectada según el INIDE.

2.4.2 Crecimiento Poblacional a nivel de departamento

Los datos brindados a continuación son recopilados del INIDE en censos realizados desde el año 1906; estos datos se presentan como referencia a los datos utilizados para determinar la tasa de crecimiento. Es importante resaltar que los datos posguerra, se consideran de menor error.

Cuadro 4 Censo poblacionales y tasa de crecimiento, Managua

Años	Población	Tasa de Crecimiento %						
		1920	1940	1950	1963	1971	1995	2005
1906	48,204	3.18	2.72	2.79	3.77	3.62	3.57	3.35
1920	74,696		2.41	2.6	3.42	3.74	3.64	3.38
1940	120,202			3	4.33	4.61	4.1	3.68
1950	161,513				5.37	5.38	4.34	3.81
1963	318,826					3.57	3.93	3.33
1971	485,850						3.44	2.85
1995	1,093,760							1.45
2005	1,262,978							

Fuente: INIDE (Instituto Nacional de Información de Desarrollo)

Aplicando la ecuación 3, se obtuvieron las tasas de crecimiento en cada periodo de censos. Dado que la tasa de crecimiento del último periodo se encuentra por debajo del mínimo establecido por norma, se tomará 2.5% como la tasa de crecimiento para determinar la población a futuro.

2.4.2. Población actual

Podemos encontrar en "El 19 Digital", que el gobierno creará viviendas para 1,875 familias inicialmente en la Urbanización Camino del Río. Además, según los datos del INIDE en el Cuadro 1 sobre el promedio de personas por vivienda, se tomará en cuenta que cada hogar albergará a 6 ciudadanos, obteniendo en este caso la población al inicio de periodo de diseño como 11,250 personas.

Conociendo la población al inicio del periodo del diseño y la tasa de crecimiento, se procedió a aplicar la ecuación 1, para cada uno de los 20 años del periodo de diseño, establecido en la Norma NTON-09 007-19, obteniendo los siguientes datos.

Cuadro 5 Proyección de población a futuro

Año	Pn
0	11,250
1	11,531
2	11,820
3	12,115
4	12,418
5	12,728
6	13,047
7	13,373
8	13,707
9	14,050
10	14,401
11	14,761
12	15,130
13	15,508
14	15,896
15	16,293
16	16,701
17	17,118
18	17,546
19	17,985
20	18,434

Fuente: Elaboración Propia.

III. Estudio técnico

Nuestro estudio técnico como en cualquier proyecto de ingeniería desempeña un papel crucial al evaluar la viabilidad, optimizar recursos, planificar detalladamente, gestionar riesgos, cumplir con regulaciones, diseñar, establecer presupuestos, evaluar impacto ambiental, tecnologías y metodologías, y proporcionar una base para la toma de decisiones.

El estudio se ha trabajado bajo diseños establecidos por el FISE, se está utilizando documentación disponible, por lo cual nuestra visión del proyecto se limita a la prefactibilidad de la inversión, el impacto social y los beneficios sociales que brindan, por lo tanto, se omite estudios hidrológicos y de suelos.

Se puede encontrar en los anexos 3 y 4 los planos topográficos del sitio.

3.1. Dotación y población a servir

La dotación de agua para los habitantes de Urbanización Camino del Rio se tomará de lo establecido en la norma técnica NTON-09 007-19. La zona bajo estudio se clasifica como zona urbana de alta densidad, dado que se encuentra dentro del casco urbano de la capital.

Cuadro 6 Dotaciones de agua para desarrollos habitacionales

clasificación de barrios	Dotación	
	g/Hab/día	L/Hab/día
Asentamientos progresivos	10	38
Zonas de máxima densidad y de actividades mixtas	45	170
Zonas de alta densidad	40	150
Zonas de media densidad	100	378
Zonas de baja densidad	150	568

Fuente: NTON-09 007-19

Basados en el cuadro 6, se entiende que se calculara una dotación de 150 litros por habitante o persona por día, para Urbanización Camino del Rio.

3.1.1. Períodos de diseño

En los diseños de proyectos de abastecimiento de agua se recomienda fijar la vida útil de cada uno de los componentes del sistema, con el propósito de determinar que períodos de estos componentes del sistema deberán satisfacer.

Además de estimar las demandas futuras de la comunidad y cuáles serán las previsiones que deben de considerarse para incorporar los nuevos elementos al sistema.

A continuación, se indican los períodos de diseños económicos de los elementos componentes de un sistema de abastecimiento de agua potable.

Cuadro 7 Periodos de diseño

Tipos de componentes	Períodos de Diseño
Pozos excavados	10 años
Pozos perforados	15 años
Captaciones superficiales y manantiales	20 años
Desarenador	20 años
Filtro lento	20 años
Líneas de conducción	15 años
Tanque de almacenamiento	20 años
Red de distribución	15 años

Fuente: NTON-09 007-19

Para el presente proyecto, de un tanque de almacenamiento de agua potable, la vida útil a poseer será de 20 años.

3.1.2. Variaciones de consumo

Las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario, y sirven de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución. Teniendo una

dotación de agua y población de diseño se realiza en cálculo para determinar estas variaciones haciendo uso de la siguiente ecuación.

Ecuación 4 Consumo promedio diario.

$$\text{Consumo Promedio Diario (CPD)} = \frac{\text{Dotación} * \text{Población de diseño}}{86400} (\text{lps})$$

3.1.3. Pérdidas en el sistema

Cuando se proyectan sistemas de abastecimiento de agua potable, es necesario considerar las pérdidas que se presentan en cada uno de sus componentes, la cantidad total de agua perdida se fija como un porcentaje del consumo promedio diario cuyo valor no deberá ser mayor del 20%.

Ecuación 5 Perdidas en el sistema

$$H_f = 20\% * CPD$$

Ecuación 6 Consumo máximo hora

$$\text{Consumo Máximo hora (CMH)} = 1.5 * CPD (\text{Consumo Promedio Diario}) + H$$

Ecuación 7 Consumo máximo día

$$\text{Consumo Máximo día (CMD)} = 1.3 * CPD (\text{Consumo Promedio Diario}) + H$$

Tomando en cuenta nuestra población a inicio del periodo de diseño, la tasa de crecimiento, el periodo de diseño de la obra, las variaciones de consumo diario y perdidas en el sistema, se puede calcular las variaciones de consumo durante los 20 años de diseño, a continuación:

Cuadro 8 variaciones de consumo

Año	Pn	dotación de diseño	Consumo promedio diario	Hf	CPD Total	Consumo máximo hora	Consumo máximo día	Volumen de almacenamiento 35%	
		lppd	lpd	lpd	lpd		lpd	lpd	m ³
0	11,250	150	1,687,500	337500	2025000	2868750	2531250	885938	886
1	11,531	150	1,729,688	345938	2075625	2940469	2594531	908086	908
2	11,820	150	1,772,930	354586	2127516	3013980	2659395	930788	931
3	12,115	150	1,817,253	363451	2180704	3089330	2725879	954058	954
4	12,418	150	1,862,684	372537	2235221	3166563	2794026	977909	978
5	12,728	150	1,909,251	381850	2291102	3245727	2863877	1002357	1002
6	13,047	150	1,956,983	391397	2348379	3326870	2935474	1027416	1027
7	13,373	150	2,005,907	401181	2407089	3410042	3008861	1053101	1053
8	13,707	150	2,056,055	411211	2467266	3495293	3084082	1079429	1079
9	14,050	150	2,107,456	421491	2528948	3582676	3161184	1106415	1106
10	14,401	150	2,160,143	432029	2592171	3672243	3240214	1134075	1134
11	14,761	150	2,214,146	442829	2656975	3764049	3321219	1162427	1162
12	15,130	150	2,269,500	453900	2723400	3858150	3404250	1191487	1191
13	15,508	150	2,326,237	465247	2791485	3954604	3489356	1221275	1221
14	15,896	150	2,384,393	476879	2861272	4053469	3576590	1251806	1252
15	16,293	150	2,444,003	488801	2932804	4154805	3666005	1283102	1283
16	16,701	150	2,505,103	501021	3006124	4258675	3757655	1315179	1315
17	17,118	150	2,567,731	513546	3081277	4365142	3851596	1348059	1348
18	17,546	150	2,631,924	526385	3158309	4474271	3947886	1381760	1382
19	17,985	150	2,697,722	539544	3237267	4586128	4046583	1416304	1416
20	18,434	150	2,765,165	553033	3318198	4700781	4147748	1451712	1452

Fuente: Elaboración Propia

3.1.4. Fuentes de abastecimiento

Las fuentes por utilizar será mayoritariamente el pozo Caminos del Rio, en Urbanización Camino del Rio Km 2 Carretera a Sabana Grande, Managua Nicaragua, Geo-referenciado con las siguientes coordenadas latitud: 12°6'54.23" N, Longitud: 86°10'52.98" O.

3.1.5. Aforo

Bajo alcance se establecieron 36 horas de bombeo, los cuales fueron distribuidas en 12 horas de caudales variables para tener una idea del comportamiento del pozo desde cuales bajo hasta el más alto posible sin llegar a niveles que puedan llegar a bajar el primer tramo de rejilla.

Durante la prueba de bombeo escalonada se observan niveles de abatimiento de nivel de manera brusca a partir de los 700 gpm y una baja de valores de capacidad específica del pozo, lo cual puede iniciar que su punto óptimo de operación puede rondar los 700 gpm, sin embargo, se evaluó un mayor caudal en la prueba de bombeo, 743gpm. Brindando así un caudal óptimo para la demanda.

3.1.6. Calidad del agua

Se refiere a las características químicas, físicas, biológicas y radiológicas del agua. Es una medida de la condición del agua en relación con los requisitos de una necesidad humana.

Para que el agua sea potable, es decir para que se pueda consumir, según INAA debe ser: limpia, pulcra, inodora, insípida, sin partículas que la hagan turbia; además debe tener minerales, tales como sodio, yodo, cloro, en las cantidades adecuadas y cumplir con los siguientes parámetros:

Parámetros organolépticos

Los parámetros organolépticos se refieren a las características sensoriales y perceptibles de un producto o sustancia, que pueden ser evaluadas a través de los sentidos humanos, como la vista, el olfato, el gusto, la textura y el sonido. Estos parámetros son fundamentales para determinar la calidad, el sabor, el aroma, la apariencia y la experiencia general de un alimento, bebida o cualquier otra sustancia, y son utilizados en la industria alimentaria y en la evaluación de productos para asegurar que cumplan con los estándares de sabor y calidad deseados.

Cuadro 9 Parámetros Organolépticos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máx. Admisible
Color Verdadero	mg/l (pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor Dilución	0	2 a 12° C
			3 a 25° C
Sabor	Factor Dilución	0	2 a 12° C
			3 a 25° C

NTON 09 007 19

Parámetros bacteriológicos

Los parámetros bacteriológicos son medidas y estándares utilizados para evaluar la presencia, concentración y características de bacterias en un determinado medio o sustancia. Estos parámetros son esenciales en campos como la microbiología, la seguridad alimentaria y el saneamiento ambiental, ya que permiten determinar la calidad microbiológica de alimentos, agua, aire y otros entornos. Las pruebas bacteriológicas incluyen la detección de microorganismos patógenos y la evaluación de la higiene, lo que es fundamental para garantizar la seguridad de los consumidores y la salud pública.

Cuadro 10 Parámetros Bacteriológicos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máx. Admisible
Agua distribuida por tuberías			
Aguas sometidas a tratamiento que entra en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	0	Turbiedad UTN para la desinfección con el cloro es preferible un pH igual a 8.0 con 0.2 a 0.5 mg/l de cloro residual libre después del contacto durante 30 min (tiempo mínimo)
Bacterias coliformes	NMP/100ml	0	
Agua no sometida a tratamiento que entra en el sistema de distribución			
Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	0	En el 98% de las muestras examinadas durante el año, cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinan suficientes muestras.
Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	0	
Bacterias coliformes fecales	NMP/100ml	3	Ocasionalmente en alguna muestra, pero no en muestras consecutivas.

Fuente: INAA

Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos son medidas y propiedades que combinan aspectos de la física y la química para evaluar las características de una sustancia o sistema. Estos factores incluyen temperatura, pH, conductividad eléctrica, turbidez, densidad, viscosidad y concentración de sustancias químicas, entre otros, que ofrecen información sobre la composición, reactividad y comportamiento de una sustancia. Son esenciales en campos como la química, la ingeniería, la ciencia ambiental, la industria alimentaria y la investigación para comprender y controlar procesos, evaluar la calidad de productos y garantizar la seguridad y el cumplimiento de estándares en diversas aplicaciones.

Cuadro 11 Parámetros fisicoquímicos

Parámetro	Unidad	Valor Recomendado	Valor Máx. Admisible
Temperatura	°C	18 a 30	
Iones hidrógeno	Valor pH	6.5-8.5 (a)	
Cloro residual	mg/l	0.5-1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	us/cm	400	-
Dureza	mg/l CaCO ₃	400	-
Sulfato	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l	-	0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	-
Cobre	mg/l	1	2
Magnesio	mg/l CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l		10
Sólidos Totales. Disueltos.	mg/l		1000
Zinc	mg/l		3

Fuente: INAA

a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en las tuberías.

b) Cloro residual libre

c) 5 mg/L en casos especiales para proteger a la población de brotes epidémicos.

Los cuerpos de agua se clasifican según sus usos para facilitar la gestión y protección de estos recursos naturales. Esta clasificación se basa en la necesidad de garantizar la calidad del agua y la adecuación de su uso para satisfacer las demandas humanas y la preservación del ecosistema. Al categorizar los cuerpos de agua en función de su uso previsto, como agua potable, recreación, agricultura,

industrial, o conservación ecológica, es posible establecer estándares de calidad y regulaciones específicas para cada categoría. Esto permite monitorear y controlar la contaminación, regular la extracción de agua y promover la sostenibilidad, asegurando que los cuerpos de agua se utilicen de manera responsable y en beneficio de las comunidades y el medio ambiente.

Cuadro 12 Clasificación de los cuerpos de agua de acuerdo a sus usos

Parámetro	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Oxígeno disuelto (OD)	> 4.0 mg/l (*)	> 4.0 mg/l (*)
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)	2.0 mg/l	5.0 mg/l
pH	mín. 6.0 y máx. 8.5	mín. 6.0 y máx. 8.5
Color real	< 15 U Pt-Co	< 150 U Pt-Co
Turbiedad	< 5 UNT	< 250 UNT
Fluoruros	mín 0.7 y máx. 1.5	< 1.7 mg/l
Hierro Total	0.3 mg/l	3 mg/l
Mercurio Total	0.001 mg/l	0.01 mg/l

Parámetro	Categoría 1 A	Categoría 1 B
Plomo Total	0.01 mg/l	0.05 mg/l
Sólidos Totales disueltos	1000 mg/l	1,500 mg/l
Sulfatos	250 mg/l	400 mg/l
Zinc	3 mg/l	5 mg/l
Cloruros	250 mg/l	600 mg/l
Totales		
Coliformes totales	-	
Cianuro total	0.1 mg/l	
Cobre total	2.0 mg/l	
Cromo total	0.05 mg/l	
Detergentes	1.0 mg/l	
Dispersantes	1.0 mg/l	

Totales	
Dureza como CaCO ₃	400 mg/l
Extracto de carbono al cloroformo	0.15 mg/l
Fenoles	0.002 mg/l
Magnesio total	0.5 mg/l
Nitritos + Nitratos (N)	10.0 mg/l
Plata total	0.05 mg/l
Selenio	0.01 mg/l
Sodio	200 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	0.1 mg/l
Organoclorados	0.2 mg/l
Actividad α	max. 0.1 becquerelio por litro (Bq/l)

Totales	
Actividad β	max. 1.0 becquerelio por litro (Bq/l)

Fuente: NTON 09 007-19

3.1.7. Tratamiento

Managua cuenta una de las mejores condiciones de la calidad del agua en la región. Basado en los datos de anteriores investigaciones se puede determinar que Managua cuenta con agua aptas para el consumo humano, únicamente requiere de apropiada cloración.

Managua tiene muchos estudios de calidad de agua en los pozos creados a inicios del siglo XXI, una referencia firme se encuentra en el trabajo que realizó Padilla Díaz (2005) para optar maestría.

3.1.8. Cloración

La desinfección por cloración es el sistema más empleado para la desinfección primaria y secundaria del suministro de agua a nivel mundial debido al hecho de que el cloro forma un residual en el agua desinfectada. Este residual es necesario para asegurar la calidad del agua potable que recibe el consumidor a través de la red de distribución.

Los sistemas de cloración son situados al final del tren de tratamiento para minimizar la formación de subproductos de la cloración. La presencia de materia orgánica natural medida como: color, turbiedad y carbono orgánico total (TOC) son los precursores de la formación de DBP (Disinfectant By Product) en el agua.

Para determinar el volumen de cloro que se aplicará en la desinfección se hará uso de la siguiente formula:

Ecuación 8 Volumen de cloro

$$V_c = CMD * \frac{d}{100}$$

$$V_c = 5,455,118 \text{ lpd} * \frac{1.3 \frac{\text{mg}}{\text{lt}}}{100} = 70,916.534 \text{ mg}$$

Donde:

V_c=Volumen de cloro a agregar para la desinfección en gr/día

CMD= consumo de máximo día en lts/día.

d= dosis de cloro (1.3) mg/lt

Hipoclorito de calcio

Para calcular el volumen adecuado para la desinfección del agua, se toma una concentración comercial estimada de 70% de cloro en hipoclorito de calcio.

Ecuación 9 Hipoclorito

$$V_{\text{hipoclorito}} = \frac{V_c}{70\%} = \frac{70,916.534 \text{ mg}}{70\%} = 101,309.334 \text{ mg}$$

Volumen de solución

Para el volumen de solución de cloro que se debe agregar al agua apoyada de la norma la concentración mínima de solución es de 1% de cloro, por lo tanto:

Ecuación 10 Concentración máxima de cloro

$$V_{\text{solución}} = \frac{V_c * 1000}{1000 * (1\% * 100)} = \frac{70,916.534 \text{ mg} * 1000}{1000 * (1\% * 100)} =$$

Gastos por goteo del hipo clorador

El hipo clorador funciona por sistema de goteo; por tanto, el gasto se calcula en gotas por minuto, usando un gotero de 20gtt por CC.

Ecuación 11 Hipo clorador por goteo

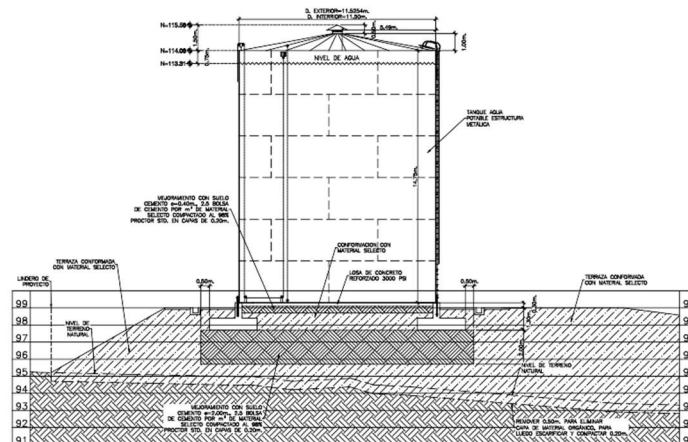
$$Gastos = \frac{V_{solución} * 20000}{1440} = \frac{70,916.534 * 20000}{1440} = 98,495.186 \text{ gotas por minuto}$$

3.2. Diseño

En el diseño de esta obra de ingeniería está basado en el diseño desarrollado por el FISE con el apoyo del gobierno suizo, por lo cual no se requiere cálculos estructurales.

Según la proyección para el tanque de almacenamiento que corresponde al 35% del Consumo Promedio Diario Total (CPDT) en el año 2043 se requiere un tanque de almacenamiento con una capacidad de 1450.00m³ equivalente 4,680 galones. Ubicado en las coordenadas UTM (X=589071.2818, Y= 1339380.5226). Los planos constructivos presentados son de referencia a los planos típicos del Nuevo FISE, aprobados por la Cooperación Suiza para el Desarrollo COSUDE y como tal no requiere adjuntarse la memoria de cálculo estructural; Se propone un tanque típico con un volumen de capacidad inmediata que corresponde a un tanque con volumen previamente indicado, a base de estructuras metálicas instalándose válvulas de dispositivos de inspección para su correcta operación y labores de mantenimiento.

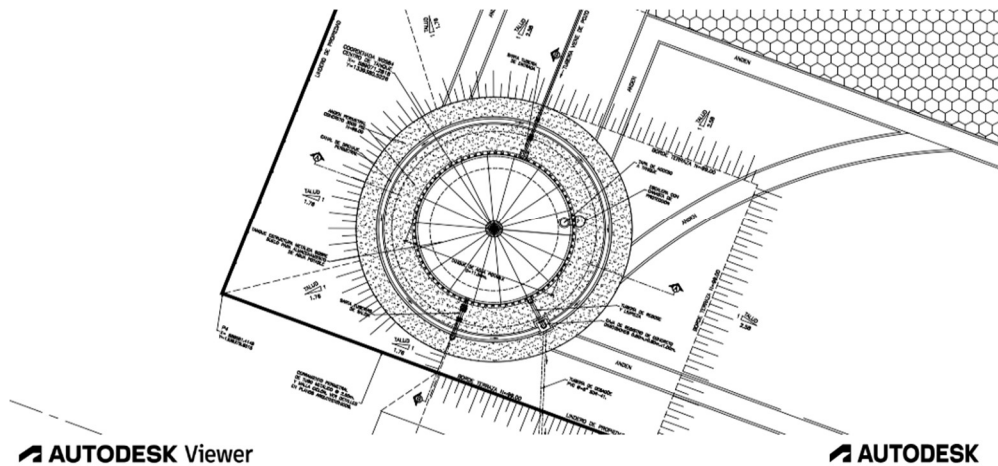
Figura 4 Diseño de tanque de almacenamiento, vista de perfil



Fuente: Elaboración propia

Figura 5 Tanque de agua, vista de planta

EST_ TANQUE AP CAMINO DEL RIO.dwg.png



Fuente: Elaboración propia

Puede encontrarse más elementos del tanque de almacenamiento en los anexos.

3.2.1. Fundaciones

Estructuras metálicas

Se diseña el tanque de almacenamiento de agua potable con estructuras metálicas tomando en cuenta su resistencia y durabilidad, también por su gran resistencia a la corrosión, especialmente cuando es tratado y recubierto de manera adecuada, lo cual es esencial para prevenir fugas y garantizar la integridad a largo plazo, además de esto el acero ofrece versatilidad y una gran resistencia estructural para la carga que constituye esta gran masa de agua que contendrá en su interior.

3.3. Actividades de construcción

Detallar las actividades de construcción en un proyecto de ingeniería es esencial para una serie de razones clave. Estas incluyen permitir una planificación eficiente, una coordinación efectiva entre equipos y subcontratistas, el control de calidad de las tareas, la garantía de seguridad en el sitio y la asignación eficiente de recursos. Además, facilita el cumplimiento de plazos y presupuestos, mejora la

comunicación entre equipos de trabajo y partes interesadas, impulsa la eficiencia y la productividad, y asegura una transparencia y rendición de cuentas a lo largo del proyecto, contribuyendo significativamente al éxito y la eficiencia general de la obra de ingeniería.

3.3.1. Preliminares

Se incluye en esta etapa las actividades de limpieza inicial, trazo y nivelación, colocación de rótulos.

En el terreno donde se instalará el tanque de almacenamiento es uno en el cual ya se ha realizado el debido estudio de suelo, movimiento de tierras y así mismo mejoramiento de suelos, dado que está dentro del perímetro de las obras de la Urbanización Camino del Río I etapa.

3.3.2. En la fuente

Se diseñó la obra de captación para obtener el caudal en las condiciones requeridas y reducir al mínimo los costos de operación y mantenimiento, para esto se seleccionó materiales que garantizan su vida útil, así mismo se dimensionaron los elementos estructurales, con el fin de obtener su costo y eficiencia más razonable. Incluye construcción de prefiltros vertical y cercos perimetrales.

3.3.3. Tanque de almacenamiento

La construcción del tanque de almacenamiento de agua potable metálico de 14 metros de altura para la Urbanización Camino del Río fue un proyecto crucial para garantizar un suministro de agua confiable y seguro para esta comunidad. El proceso involucró la cuidadosa selección de acero inoxidable de alta calidad para garantizar la durabilidad y la resistencia a la corrosión del tanque. La ubicación estratégica y el diseño del tanque se planearon meticulosamente para asegurar un suministro eficiente de agua a la urbanización. Se implementaron sistemas de revestimiento interno y externo para mantener la calidad del agua y proteger la

estructura del tanque. Además, se siguieron rigurosamente todas las normativas y estándares de seguridad y calidad del agua para cumplir con los requisitos legales y garantizar la satisfacción de los residentes de Caminos del Río con un suministro de agua confiable y de alta calidad.

3.3.4. Fundaciones

La ejecución de las fundaciones del tanque de almacenamiento de agua potable en el proyecto Caminos del Río involucra un conjunto de actividades esenciales desde una perspectiva ingenieril. Inicialmente, se procede con la fase de relleno y compactación del terreno, seguida de la instalación de acero de refuerzo que conferirá la resistencia estructural requerida. Luego, se utilizan formaletas para delinear y moldear la estructura, y se lleva a cabo la colada de concreto, asegurando la cohesión y durabilidad del sistema.

Además, se implementa una estrategia de mejora de fundaciones mediante la introducción de suelo cemento, lo que contribuye a la formación de una base sólida y estable capaz de soportar los aproximadamente 1500 metros cúbicos de agua que serán contenidos en el tanque. Este enfoque técnico y minucioso garantiza la integridad estructural del tanque y su capacidad de proporcionar un suministro de agua potable confiable para la comunidad de Caminos del Río.

3.3.5. Estructuras metálicas

La ejecución de las estructuras metálicas del tanque de almacenamiento de agua potable comprende una serie de componentes y sistemas fundamentales desde la perspectiva de la ingeniería. Esto engloba la implementación de un indicador de nivel para la monitorización precisa del volumen de agua, la construcción de las paredes y el fondo del tanque mediante el uso de materiales y técnicas que aseguran la impermeabilidad y resistencia estructural, la incorporación de un techo metálico destinado a salvaguardar el contenido del tanque de la exposición a contaminantes ambientales, la instalación de escaleras metálicas para garantizar la accesibilidad y facilitar las operaciones de mantenimiento, la

inclusión de un sistema de tuberías y accesorios, incluyendo dispositivos de rebose y limpieza, para un funcionamiento eficiente, la implementación de cercas perimetrales y portones para el control de acceso y la seguridad, y la realización de obras adicionales, como la construcción de un andén y un canal de concreto, para optimizar la operación y la infraestructura circundante del tanque.

Cuadro 13 Actividades de construcción

FUNDACIONES
RELLENO Y COMPACTACIÓN
ACERO DE REFUERZO
FORMALETAS
CONCRETO
MEJORAMIENTO DE FUNDACIONES
ESTRUCTURAS METALICAS
INDICADOR DE NIVEL
PAREDES Y FONDO DEL TANQUE
TECHO DEL TANQUE
ESCALERA METALICAS
TUBERIAS Y ACCESORIOS DE REBOSE & LIMPIEZA DEL TANQUE
CERCAS PERIMETRALES Y PORTONES
OTRO TIPOS DE OBRAS

Fuente: Elaboración Propia

3.4. Aspectos legales

Todo proyecto requiere de una conformación legal, siendo este el caso en que los componentes que requieren legalidad a favor de la comunidad son el terreno de la fuente de captación y el predio donde se encontrará el filtro presurizado y el tanque de almacenamiento.

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor Urbanización Camino del Rio etapa I, tanto para el terreno de la fuente como para el terreno del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

En dependencia de la modalidad del proyecto se realizarán capacitaciones a la población, en los temas sobre el uso sostenible del agua.

IV. Evaluación socioeconómica

La evaluación socioeconómica de este y cualquier proyecto social de ingeniería es fundamental, ya que permite medir y valorar sus impactos sociales y económicos, identificar posibles efectos adversos y desarrollar estrategias de mitigación. Además, proporciona información clave para la toma de decisiones, priorizando proyectos en función de su rentabilidad social y económica, promoviendo la transparencia y la rendición de cuentas, y comunicando beneficios y costos a las partes interesadas. En resumen, esta evaluación asegura que los proyectos sean socialmente beneficiosos, económicamente viables y sostenibles, contribuyendo al bienestar de las comunidades y la sociedad en general.

4.1. Generalidades

Esta evaluación se realizó con el fin de comprobar la rentabilidad económica del proyecto, de igual manera, se encuentra plasmado un análisis de todos los flujos financieros del proyecto con el objetivo de determinar la capacidad y la rentabilidad del proyecto, además, se calcularon todos los costos, los cuales se obtienen en base al análisis técnico.

Las inversiones por realizar para la ejecución del proyecto social pueden dividirse en áreas tales como: terrenos, infraestructura, prevención y mitigación ambiental, maquinarias y equipos, desarrollo de recursos humanos y planificación de la operación.

4.1.1. Vida útil

El proyecto está destinado a poseer una vida útil de 20 años, en los cuales se le dará completa satisfacción a las necesidades de la población, de igual modo contribuir al desarrollo de la comunidad ya que se eliminarán factores de enfermedades, ciclos de recolección de agua y otros factores que aquejan a la comunidad.

4.1.2. Tasa de cambio

Los valores monetarios están estimados en córdobas y dólares, con una tasa de cambio por el Banco Central con fecha 10 de octubre del 2023 \$1(Un dólar americano) = C\$ 36.5376(córdobas).

La moneda por utilizar será el córdoba, porque los gastos fueron estimados en córdobas y todo lo referente al presupuesto es en córdobas.

4.2. Inversión del proyecto

A continuación, se detalla cada uno de los montos de inversión mostrados en la tabla anterior

4.2.1. Activos fijos

Terrenos

Se cuenta con escrituras de legalidad a favor de la municipalidad de Urbanización Camino Del Rio I etapa, para el predio del tanque de almacenamiento, por tanto, la inversión en terrenos es cero.

Edificaciones

Se incluyen todas las actividades de construcción para cada una de las etapas que comprende el proyecto, se detallan cada una de ellas con sus respectivos conceptos y costos a continuación:

Cuadro 14 inversión de las edificaciones del proyecto

inversión de edificaciones del tanque de almacenamiento	
Fundaciones	
Relleno y compactación	C\$68,406.44
Acero de refuerzo	C\$1,431,635.40
Formaletas	C\$57,668.15
Concreto	C\$1,265,977.93
Mejoramiento de fundaciones	C\$1,098,610.53
Total, fundaciones	C\$3,922,298.45
Estructuras metálicas	
Indicador de nivel	C\$95,175.00
Paredes y fondo del tanque	C\$8,930,647.90
Techo del tanque	C\$1,291,313.90
Escaleras metálicas	C\$45,933.25
inversión del tanque de almacenamiento	
Tuberías y accesorios de rebose + limpieza del tanque	C\$403,624.45
Cercas perimetrales y portones	C\$864,071.55
Otros tipos de obras	
Anden de concreto (con mezcladora) sin ref. Espesor=0.10m	C\$99,024.32
Canal de concreto ref. De 0.5m x 0.3m. Inc. Todo	C\$84,240.00
Total, estructuras metálicas	C\$11,814,030.37
Total, Tanque de agua	C\$15,736,328.82

Fuente: Elaboración Propia

La inversión total en edificaciones es de C\$15,736,328.50 siendo este el rubro de inversión más alto

Estos valores se calcularon en base a la guía de costos del nuevo FISE, 19 abril 2013.

Vehículos

Visto que solo será una persona que estará a cargo de la operación y mantenimiento de todo el sistema no se ha adquirido ningún vehículo para las labores de la obra.

Maquinaria

Este proyecto no tendrá necesidad de comprar maquinaria para la realización de las diferentes actividades de excavación, mejoramiento ni traslado de materiales ya que los equipos a utilizar serán suministrados por el contratista encargado del desarrollo de la obra.

Equipos

En este proyecto será utilizada una bomba de impulsión de agua desde el cárcamo de bombeo hacia el tanque de almacenamiento, la bomba es de 5 HP, mayor a los 4.486 HP que se requieren para superar la CTD, con un caudal de 400 litros por minuto, el cual satisface la demanda de 345.6 litros por minuto, con un diámetro de salida de 2 pulgadas. Este equipo tiene un costo de C\$ 50,575.68 córdobas netos.

El costo de la bomba se determinó por medio de la cotización de Aquacatec SA, quienes brindan servicios en Nicaragua.

A continuación, presentamos los activos fijos dentro del proyecto:

Cuadro 15 Resumen de activos fijos

Activo	Costo
Tanque de almacenamiento	C\$15,736,328.82
Bomba de 5 HP	C\$50,575.68
Total	C\$15,786,904.50

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Activos diferidos

Para el arranque del proyecto es necesario la gestión legal de los terrenos, así como la elaboración de los estudios correspondientes, el costo total de inversión en activos diferidos es de C\$5,404,741.15.

Este monto se determinó en base a una cotización de una prueba de bombeo y aforo durante 36 horas consecutivas, por parte de la empresa Daho Pozos.

A continuación, los activos diferidos del proyecto:

Cuadro 16 Activos diferidos

Descripción	Costo
Estudios previos	C\$ 5,404,741.15
Total	C\$ 5,404,741.15

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se logró obtener los costos totales para iniciar operaciones, presentados a continuación:

Cuadro 17 Inversión total del proyecto

Descripción	Monto en C\$
Activos Fijos	C\$14,131,223.28
Activos Diferidos	C\$5,404,741.15
TOTAL	C\$19,535,964.43

Fuente: Elaboración Propia

Es importante señalar que siendo el FISE y la alcaldía las instituciones dueñas del proyecto y dado que esta es una institución exenta del pago de impuestos, no se estiman depreciaciones ni amortizaciones para los activos fijos y diferidos calculados respectivamente.

4.2.1. Costos de operabilidad

Se consideran en los costos de funcionamiento y operación, los gastos de administración, personal de operación, fondo para reposición, reparaciones en el sistema y recuperación de la inversión, los cuales se calcularon costos menores al 5% del costo de la inversión inicial y se describen a continuación.

Un tanque de almacenamiento es una estructura que requiere menos actividades de mantenimiento en comparación con otras obras de ingeniería.

4.2.2. Costos de mantenimiento

Los costos de mantenimiento comprenden los gastos en reparaciones menores en paredes y piso de los módulos construidos, de los filtros y sustitución de accesorios que se dañen en el tanque, y los gastos de las restantes instalaciones.

Los costos se calcularon en base al acta de salario mínimo emitido por el Ministerio de trabajo (MITRAB) durante este año 2023.

Cuadro 18 Costos de Funcionamiento y Mantenimiento

Actividad	Personas	Salario por mes	Salario por día	Días por actividad	Costo por actividad	Frecuencia de actividad	Costo anual
Limpieza	5	C\$7,757.44	\$258.58	5	\$6,464.53	Semestral	C\$12,929
desinfección	5	C\$7,757.44	\$258.58	1	\$1,292.91	Trimestral	C\$5,172
Control de nivel	3	C\$7,757.44	\$258.58	1	\$775.74	Semestral	C\$1,551
Mantenimiento de la tapa	4	C\$7,757.44	\$258.58	3	\$3,102.98	Mensual	C\$37,236
							C\$56,888

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19 Costos de administración

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Encargado/Responsable	Mensual	C\$7,757	C\$93,089
Papelería	Mensual	C\$125	C\$1,500
Electric., Transp., Comunic. y Otros	Mensual	C\$400	C\$4,800
Total		C\$8,282	C\$99,389

Fuente: Elaboración propia

El control de costos de operación es esencial en varios sectores, ya que permite una gestión eficiente de recursos, garantiza la rentabilidad y sostenibilidad a largo plazo, respalda la toma de decisiones estratégicas, mejora la competitividad ofreciendo calidad a precios competitivos, contribuye a la rentabilidad, sostenibilidad y estabilidad financiera, y es vital para evaluar proyectos a largo plazo y mantenerse dentro del presupuesto. En resumen, es fundamental para el éxito sostenible en diversas industrias y organizaciones.

Cuadro 20 Costo de operación

Descripción	Frecuencia	C\$ Mensual	C\$ Anual
Químicos para potabilizar el agua	Mensual	C\$160.42	C\$1,925.00
Total		C\$160.42	C\$1,925.00

Fuente: Elaboración propia

Los costos totales de funcionamiento son de suma importancia en la gestión de cualquier empresa u organización, ya que representan el monto global de gastos involucrados en la operación continua de un negocio. Estos costos incluyen no solo los gastos directos, como mano de obra, materias primas y servicios, sino también costos indirectos como mantenimiento, energía, depreciación de activos y otros. La comprensión y control de los costos totales de funcionamiento permiten a las empresas evaluar la rentabilidad de sus operaciones, identificar áreas donde se pueden realizar ahorros y tomar decisiones informadas para optimizar recursos y garantizar la sostenibilidad y el éxito a largo plazo.

Cuadro 21 Costos totales de funcionamiento

Descripción	C\$ Mensual	C\$ Anual
Gastos de funcionamiento y mantenimiento	\$4,740.66	C\$56,888
Costos de administración	\$8,282.44	C\$99,389
Costos de operación	C\$160.42	C\$1,925
Total	\$13,023.10	C\$158,202.17

Fuente: Elaboración propia

Los costos totales de operación anualmente se pueden ver en la siguiente tabla.

Cuadro 22 Costos anuales

Año	Costo		Año	Costo
	Anual (C\$)			Anual (C\$)
0	C\$158,202		11	C\$158,202
1	C\$158,202		12	C\$158,202
2	C\$158,202		13	C\$158,202
3	C\$158,202		14	C\$158,202
4	C\$158,202		15	C\$158,202
5	C\$158,202		16	C\$158,202
6	C\$158,202		17	C\$158,202
7	C\$158,202		18	C\$158,202
8	C\$158,202		19	C\$158,202
9	C\$158,202		20	C\$158,202
10	C\$158,202			

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Beneficios sociales

Para determinar los ingresos que proporcionara la obra, es necesario conocer la tarifa por agua potable y alcantarillado sanitario en la ciudad de Managua.

Cuadro 23 Tarifa de agua potable y alcantarillado sanitario en Managua

Tipo de usuario	Cargo fijo por cliente	Cargo Variable	
Rangos de consumo			
m3	C\$/mes/Conex		
		Agua Potable (C\$/m3)	Alcantarillado (C\$/m3)
Grupos Subsidiados	1.00	1.85	0.72
0-20 +	1.00	2.33	0.93
Domiciliares	4.00	3.30	0.99
0-20	4.00	5.48	1.37
21-50 +	4.00	9.76	3.23
Generadores de subsidios			
0-50	8.08	6.30	1.58
51-58 +	8.08	13.50	4.00
Instituciones			
Generadores de subsidios	8.08	6.3	1.58
0-50 +	8.08	13.5	4.00

Fuente: La Gaceta

Se tomaron en cuenta diversas variables para calcular el promedio de volumen que consumirá y pagará cada una de la casa dentro de la urbanización.

Ecuación 12 Número de casas

$$\text{Numero de casas} = \frac{Pn}{6}$$

El numero 6 representa el promedio de personas por viviendas Cuadro 1:
Promedio de personas por viviendas.

Ecuación 13 Consumo m³/mes

$$\text{Consumo} \frac{m^3}{mes} = \frac{CPD * 30 \text{ dias}}{1000l}$$

Ecuación 14 Consumo por vivienda mensual

$$\text{Consumo promedio, por vivienda mensual} = \frac{\text{Consumo m}^3/\text{mes}}{\text{Casas}}$$

El precio por m³/mes se obtiene del Cuadro 23: Tarifa de agua potable y alcantarillado sanitario en Managua.

Ecuación 15 Tarifa anual

$$\text{Tarifa anual} = \text{Numero de casas} * \text{Tarifa por vivienda} * 12 \text{ meses}$$

De esta manera obtenemos un ponderado de los ingresos por el servicio de agua potable. La tabla no incluye los costos por tratamiento de aguas residuales lo que garantiza un mayor beneficio por el servicio de abastecimiento de agua potable.

Cuadro 24 Ingresos

Año	Pn	Casas	Consumo (LPD)	Consumo (m³/mes)	Costos totales mensuales (C\$)	Consumo vivienda mensual (m³)	Precio (m³/mes)	Tarifa C\$/vivienda	Tarifa C\$/anual
0	11,250	1875	1,687,500	50,625	13,184	27.00	C\$9.76	263.52	5,929,200
1	11,531	1922	1,729,688	51,891	14,283	27.00	C\$9.76	263.52	6,077,430
2	11,820	1970	1,772,930	53,188	15,474	27.00	C\$9.76	263.52	6,229,366
3	12,115	2019	1,817,253	54,518	16,765	27.00	C\$9.76	263.52	6,385,100
4	12,418	2070	1,862,684	55,881	18,163	27.00	C\$9.76	263.52	6,544,727
5	12,728	2121	1,909,251	57,278	19,678	27.00	C\$9.76	263.52	6,708,346
6	13,047	2174	1,956,983	58,709	21,319	27.00	C\$9.76	263.52	6,876,054
7	13,373	2229	2,005,907	60,177	23,097	27.00	C\$9.76	263.52	7,047,956
8	13,707	2285	2,056,055	61,682	25,023	27.00	C\$9.76	263.52	7,224,154
9	14,050	2342	2,107,456	63,224	27,110	27.00	C\$9.76	263.52	7,404,758
10	14,401	2400	2,160,143	64,804	29,371	27.00	C\$9.76	263.52	7,589,877
11	14,761	2460	2,214,146	66,424	31,821	27.00	C\$9.76	263.52	7,779,624
12	15,130	2522	2,269,500	68,085	34,474	27.00	C\$9.76	263.52	7,974,115
13	15,508	2585	2,326,237	69,787	37,350	27.00	C\$9.76	263.52	8,173,468
14	15,896	2649	2,384,393	71,532	40,465	27.00	C\$9.76	263.52	8,377,804
15	16,293	2716	2,444,003	73,320	43,839	27.00	C\$9.76	263.52	8,587,249
16	16,701	2783	2,505,103	75,153	47,496	27.00	C\$9.76	263.52	8,801,931
17	17,118	2853	2,567,731	77,032	51,457	27.00	C\$9.76	263.52	9,021,979
18	17,546	2924	2,631,924	78,958	55,748	27.00	C\$9.76	263.52	9,247,528
19	17,985	2997	2,697,722	80,932	60,398	27.00	C\$9.76	263.52	9,478,717
20	18,434	3072	2,765,165	82,955	65,435	27.00	C\$9.76	263.52	9,715,685

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Análisis de beneficio

El análisis de beneficio de nuestra obra social de ingeniería examina minuciosamente los impactos positivos del proyecto en aspectos sociales, económicos y ambientales, tales como mejoras en la calidad de vida, generación de empleo, estimulación de la economía local, reducción de costos operativos y la mitigación de impactos ambientales negativos.

Ingreso en concepto de beneficios sociales

Dentro de los principales beneficios generados por el proyecto se ha establecido la reducción de enfermedades de tipo infeccioso, entre ellas: la diarrea, tos y refriados. Dado que el proyecto alcance el objetivo de mejorar las condiciones salubres, se espera una reducción en porcentaje en el gasto que tienen las familias a la hora de enfermarse, según datos del ministerio de Salud (MINSA) en promedio una familia gasta aproximadamente C\$4800 anuales por persona que se enferma, en general al año se enferma 3 de 5 miembros de una familia. Por otro lado, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) cuando un sistema de abastecimiento de este tipo se establece, los beneficios pueden variar desde un 10% a un 40% si se asume el rango mayor de 40% se puede establecer el siguiente ahorro como beneficio cualitativo.

A continuación, presentamos una tabla con datos de ahorro en gastos por enfermedades:

Cuadro 25 Ahorro en gastos de enfermedades

AÑO	POB.	POB. QUE SE ENFERMA %	POB. QUE SE ENFERMA	GASTOS POR ENFERMEDAD POR PERSONA ANUAL (C\$)	AHORRO GENERADO POR EL PROYECTO %	AHORRO (C\$)
0	11,250	60%	6750	4,800.00	10%	3,240,000.00
1	11,531	60%	6919	5,094.24	10%	3,524,577.30
2	11,820	60%	7092	5,406.52	10%	3,834,151.93
3	12,115	60%	7269	5,737.94	10%	4,170,915.31
4	12,418	60%	7451	6,089.67	10%	4,537,252.97
5	12,728	60%	7637	6,462.97	10%	4,935,773.70
6	13,047	60%	7828	6,859.15	10%	5,369,295.00
7	13,373	60%	8024	7,279.61	10%	5,840,888.87
8	13,707	60%	8224	7,725.85	10%	6,353,908.67
9	14,050	60%	8430	8,199.45	10%	6,911,992.90
10	14,401	60%	8641	8,702.08	10%	7,519,093.72
11	14,761	60%	8857	9,235.51	10%	8,179,507.88
12	15,130	60%	9078	9,801.65	10%	8,897,937.44
13	15,508	60%	9305	10,402.49	10%	9,679,464.47
14	15,896	60%	9538	11,040.16	10%	10,529,633.52
15	16,293	60%	9776	11,716.93	10%	11,454,485.56
16	16,701	60%	10020	12,435.17	10%	12,460,553.84
17	17,118	60%	10271	13,197.45	10%	13,554,999.62
18	17,546	60%	10528	14,006.45	10%	14,745,565.25
19	17,985	60%	10791	14,865.05	10%	16,040,710.09
20	18,434	60%	11061	15,776.28	10%	17,449,608.45

Fuente: Elaboración Propia

Incremento de actividades productivas

El tiempo ahorrado en el traslado de agua por la población es utilizado para las actividades económicas, se produciría un incremento en los ingresos económicos de las familias beneficiadas. A continuación, se presenta un cálculo de los ingresos que generaría el proyecto en concepto del aumento de las actividades productivas.

Podemos observar en el siguiente cuadro informático el porcentaje de horas que hombres y mujeres invierten a diferentes actividades productivas, entre ellas recolectar agua, ya sea en el área rural o en el casco urbano.

Se toma este dato para estimar el beneficio indirecto de la obra. Una vez que las familias no requieran invertir ese tiempo en la búsqueda del recurso hídrico, sino que podrá invertirse en actividades que generen ingresos y promuevan el flujo de efectivo.

Cuadro 26 Tasas de participación de la población, por área de residencia y sexo

Actividades realizadas	Porcentajes								
	Total			Urbano			Rural		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Trabajo reproductivo	66.9	51.3	82.2	63.4	45.1	79.5	70.8	57.5	85.7
Cocinar	47.0	10.2	69.6	49.8	13.7	67.9	44.1	7.6	71.5
Limpieza del hogar	60.4	23.9	82.9	68.1	36.5	84.0	52.7	14.1	81.7
Reparación de casa	18.8	33.4	9.9	16.4	31.6	8.7	21.3	34.8	11.2
Acarrear agua	29.4	29.0	29.6	14.4	15.7	13.8	44.3	39.3	48.1
Acarrear leña	18.4	34.3	8.5	6.8	12.5	3.9	29.9	51.3	13.9
Compra de bienes	25.2	26.4	24.5	34.3	40.0	31.5	16.1	15.8	16.4
Cuido de niños	23.2	10.5	31.0	24.9	14.0	30.4	21.4	7.8	31.7
Cuido de enfermos	4.2	3.0	4.9	5.0	4.6	5.2	3.3	1.8	4.5
Trabajo comunitario	5.2	4.3	6.2	5.4	4.5	6.2	5.1	4.1	6.2
Cuido personal	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Estudio	22.9	22.4	23.4	27.3	27.7	26.9	18.0	17.2	19.0
Recreación	94.7	95.2	94.2	95.0	95.8	94.2	94.4	94.6	94.2
Otras actividades	4.4	4.7	4.1	4.3	0.0	3.8	4.6	4.6	4.5

Fuente: Instituto Nacional De Estadísticas y Censos INEC

Se consideran 160 horas como la suma de las 4 semanas laborales al mes, de las cuales el 29.4% son invertidas en coleccionar el vital líquido, las cuales se transforman en 47 horas laborales al mes.

Cuadro 27 Incremento de actividades productivas

Incremento de actividades productivas	
Horas perdidas en acarreo de agua (mes)	47
Costo de una hora laboral (C\$/hora)	C\$41.67
Si se considera que el 60% de este tiempo es invertido en actividades económicas se tiene (C\$/mes)	C\$1,175.09
Ahorro anual por habitante (C\$/habit-Anual)	14,101.12
Ahorro anual comunidad al final del periodo de diseño será de (C\$/comunidad-anual)	C\$97,521,758.88
Ahorro anual comunidad al final del periodo de diseño será de (C\$/comunidad-anual) Transformado, aplicando el factor del descuento a mano de obra no calificada con desempleo involuntario. Cuadro 20	C\$52,661,749.80

Fuente: Acta salario mínimo 2023 MITRAB

A continuación, se muestran la suma de todos los beneficios sociales que presenta el proyecto.

Cuadro 28 Beneficios sociales totales

Año	Tarifa C\$/anual	Ahorro en gastos de enfermedades	Incremento por actividades productivas	Beneficios sociales totales
0	5,929,200	3,240,000.00	C\$52,661,749.80	C\$61,830,949.80
1	6,077,430	3,524,577.30	C\$52,661,749.80	C\$62,263,757.10
2	6,229,366	3,834,151.93	C\$52,661,749.80	C\$62,725,267.48
3	6,385,100	4,170,915.31	C\$52,661,749.80	C\$63,217,765.00
4	6,544,727	4,537,252.97	C\$52,661,749.80	C\$63,743,730.16
5	6,708,346	4,935,773.70	C\$52,661,749.80	C\$64,305,869.08
6	6,876,054	5,369,295.00	C\$52,661,749.80	C\$64,907,099.01
7	7,047,956	5,840,888.87	C\$52,661,749.80	C\$65,550,594.24
8	7,224,154	6,353,908.67	C\$52,661,749.80	C\$66,239,812.93
9	7,404,758	6,911,992.90	C\$52,661,749.80	C\$66,978,501.02
10	7,589,877	7,519,093.72	C\$52,661,749.80	C\$67,770,720.80
11	7,779,624	8,179,507.88	C\$52,661,749.80	C\$68,620,881.89
12	7,974,115	8,897,937.44	C\$52,661,749.80	C\$69,533,802.06
13	8,173,468	9,679,464.47	C\$52,661,749.80	C\$70,514,681.95
14	8,377,804	10,529,633.52	C\$52,661,749.80	C\$71,569,187.69
15	8,587,249	11,454,485.56	C\$52,661,749.80	C\$72,703,484.85
16	8,801,931	12,460,553.84	C\$52,661,749.80	C\$73,924,234.36
17	9,021,979	13,554,999.62	C\$52,661,749.80	C\$75,238,728.42
18	9,247,528	14,745,565.25	C\$52,661,749.80	C\$76,654,843.52
19	9,478,717	16,040,710.09	C\$52,661,749.80	C\$78,181,176.57
20	9,715,685	17,449,608.45	C\$52,661,749.80	C\$79,827,042.85

Fuente: Elaboración propia

4.2.5. Tasa de rendimiento mínima aceptada (TREMA)

Los precios sociales deben ser usados por los proponentes en la evaluación socioeconómica del proyecto, representa valores oficiales que reflejan el costo real para la sociedad de usar unidades adicionales de los factores de producción en la generación de unidades de bienes y servicios. La siguiente tabla muestra los factores de conversión para convertir a precios sociales los costos totales:

Cuadro 29 Precios sociales de Nicaragua

Ítem	Factor de conversión
Tasa social de descuento	8%
Precio social de la divisa	1.015
Mano de obra	
Calificada con desempleo involuntario	0.82
Calificada con pleno empleo	1
No calificada con desempleo involuntario	0.54
No calificada con pleno empleo	0.83

Fuente: Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP-2011)

Dado que este proyecto se encuentra dentro del área de proyectos sociales, la TREMA que se usará será la Tasa Social de Descuento para Nicaragua, la cual está estimada en 8%.

Al transformar los montos de la inversión a los precios sociales, se toman en cuenta que en base al FISE, la mano de obra no calificada representa el 60% de las obras de inversión social. Como consecuencia los valores de la inversión del cuadro 14 deben ser transformados con los factores previamente mencionados:

Cuadro 30 Valores de inversión transformados a factor social

Tanque de almacenamiento				
Etapas	inversión	Mano de obra		Valores de inversión transformados
		Calificada	No calificada	
Relleno y compactación	C\$68,406.44	40%	60%	\$61,428.98
Acero de refuerzo	C\$1,431,635.40	40%	60%	\$1,285,608.59
Formaletas	C\$57,668.15	40%	60%	\$51,786.00
Concreto	C\$1,265,977.93	40%	60%	\$1,136,848.18
Mejoramiento de fundaciones	C\$1,098,610.53	40%	60%	\$986,552.26
Total, fundaciones	C\$3,922,298.45			\$3,522,224.01
Estructuras metálicas				
Indicador de nivel	C\$95,175.00	40%	60%	\$85,467.15
Paredes y fondo del tanque	C\$8,930,647.90	40%	60%	\$8,019,721.81
Techo del tanque	C\$1,291,313.90	40%	60%	\$1,159,599.88
Escalera metálicas	C\$45,933.25	40%	60%	\$41,248.06
Tuberías y accesorios de rebose + limpieza del tanque	C\$403,624.45	40%	60%	\$362,454.76
Cercas perimetrales y portones	C\$864,071.55	40%	60%	\$775,936.25
Otro tipo de obras				

Etapas	inversión	Calificada	No calificada	Valores de inversión transformados
Anden de concreto (con mezcladora) sin ref. Espesor=0.10m	C\$99,024.32	40%	60%	C\$775,936.25
Canal de concreto ref. De 0.5m x 0.3m. Inc. Todo	C\$84,240.00	40%	60%	C\$75,647.52
Total estructuras metálicas	C\$11,814,030.37			C\$10,608,999.27
Total tanque de agua	C\$15,736,328.82			C\$14,131,223.28

Fuente: FISE

4.2.6. Flujo neto de efectivo (FNE)

El flujo neto de efectivo muestra la diferencia entre los ingresos y egresos futuros a un valor actual, utilizando la tasa de descuento proporcionado por el banco nacional, en este caso 8%

Ecuación 16 Flujo neto de efectivo

$$FNE = \sum_{t=1}^n \left(\frac{I_t - E_t}{(1 + k)^t} \right)$$

Donde:

- I_t : Representa los ingresos en cada periodo t.
- E_t : Representa los egresos en cada periodo t.
- n: Número de periodos considerados.
- k: Es el tipo de interés
-

Cuadro 31 FNE y valor actual FNE

Año	Ingresos	Egresos	Tasa de actualización	Ingresos actualizados	Egresos actualizados
0		(\$19,535,964)	1.000	C\$0	(\$19,535,964)
1	C\$61,830,950	C\$157,875	0.926	C\$57,250,879	C\$146,180
2	C\$62,263,757	C\$157,875	0.857	C\$53,381,136	C\$135,352
3	C\$62,725,267	C\$157,875	0.794	C\$49,793,340	C\$125,326
4	C\$63,217,765	C\$157,875	0.735	C\$46,466,945	C\$116,043
5	C\$63,743,730	C\$157,875	0.681	C\$43,382,912	C\$107,447
6	C\$64,305,869	C\$157,875	0.630	C\$40,523,606	C\$99,488
7	C\$64,907,099	C\$157,875	0.583	C\$37,872,669	C\$92,119
8	C\$65,550,594	C\$157,875	0.540	C\$35,414,946	C\$85,295
9	C\$66,239,813	C\$157,875	0.500	C\$33,136,398	C\$78,977
10	C\$66,978,501	C\$157,875	0.463	C\$31,024,006	C\$73,127
11	C\$67,770,721	C\$157,875	0.429	C\$29,065,701	C\$67,710
12	C\$68,620,882	C\$157,875	0.397	C\$27,250,296	C\$62,694
13	C\$69,533,802	C\$157,875	0.368	C\$25,567,435	C\$58,050
14	C\$70,514,682	C\$157,875	0.340	C\$24,007,502	C\$53,750
15	C\$71,569,188	C\$157,875	0.315	C\$22,561,593	C\$49,769
16	C\$72,703,485	C\$157,875	0.292	C\$21,221,454	C\$46,082
17	C\$73,924,234	C\$157,875	0.270	C\$19,979,425	C\$42,669
18	C\$75,238,728	C\$157,875	0.250	C\$18,828,419	C\$39,508
19	C\$76,654,844	C\$157,875	0.232	C\$17,761,852	C\$36,582
20	C\$78,181,177	C\$157,875	0.215	C\$16,773,631	C\$33,872
			Σ	C\$651,264,143.53	(\$17,985,925.16)

Fuente: Elaboración propia

El valor de la VANE será la diferencia de la sumatoria de los ingresos menos la sumatoria de los egresos en valor presente, es decir que a partir de las sumatorias del cuadro anterior se puede determinar el valor actual neto efectivo del proyecto

4.2.7. Valor actual neto económico (VANE)

Indica la ganancia o la rentabilidad neta generada por el proyecto. Se puede describir como la diferencia entre lo que el inversor da a la inversión (K) y lo que la inversión devuelve al inversor (R_j)

Ecuación 17 Valor Actual Neto Económico (VANE)

$$VANE = \sum_{t=1}^n \left(\frac{V_t}{(1+k)^t} \right) - I_0$$

Donde:

- V_t : Representa los flujos de caja en cada periodo t .
- I_0 : Valor del desembolso de la inversión.
- n : Número de periodos considerados.
- k : Es el tipo de interés

Por lo tanto

$$VANE = \sum_{t=1}^{20} \left(\frac{C\$9,320,841.86_{20}}{(1+0.08)^{20}} \right) - C\$19,535,964.43$$

El valor actual neto económico, como antes mencionamos, será la diferencia entre las sumatorias de los ingresos actualizados, menos la sumatoria de los egresos actualizados, obteniendo el valor de VAN C\$633,278,218.37; esto incluye todos los beneficios sociales que derivan del proyecto

Cuadro 32 Criterios de decisión del VANE

Resultado	Decisión
Positivo (VANE > 0)	Se acepta
Nulo (VANE = 0)	Indiferente
Negativo (VANE < 0)	Se rechaza

Fuente: Cálculo financiero, Damrauf 2006.

4.2.8. Tasa interna de retorno económico (TIRE)

Se define como aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos sociales.

Ecuación 18 Tasa Interna de Retorno Económico

$$TIRE = \sum_{i=0}^n -I_0 + \left(\frac{F_t}{(1 + TREMA)^t} \right) = 0$$

Donde:

- F_t : Representa los flujos de caja en el tiempo t .
- n : Número de periodos considerados.
- I_0 : Inversion inicial

Cuadro 33 Criterios de decisión de la TIRE

Resultado	Decisión
Mayor (TIRE > TREMA)	Se acepta
Igual (TIRE = TREMA)	Indiferente
Menor (TIRE < TREMA)	Se rechaza

Fuente: Cálculo financiero, Damrauf 2006

Cuadro 34 Resultados VANE y TIRE

TARIFA	TREMA	VANE	TIRE
C\$9.5	8%	C\$633,278,218.37	397%

Fuente: Elaboración propia

Todos los indicadores muestran que usando una tarifa social de C\$9.50 por metro cúbico el proyecto es socialmente rentable y se podrán realizar reinversiones en el futuro. (VANE > 0 y la TIRE > TREMA)

En conclusiones el análisis de todos los beneficios brindados por la obra se obtiene lo siguiente:

4.2.9. Relación beneficio-costos (R B/C)

Representa cuanto se gana por encima de la inversión efectuada. Igual que el VANE y la TIRE, el análisis de beneficio-costos se reduce a una sola cifra, fácil de comunicar en la cual se basa la decisión. Solo se diferencia del VANE en el resultado, que es expresado en forma relativa.

Se determina al traer del futuro al presente los valores de ingresos y egresos, esto demuestra que el proyecto es atractivo, ya que los beneficios exceden a los costos.

Ecuación 19 Relación Beneficio-Costo (R B/C)

$$R^{B/C} = \frac{VAB}{VAC + I_0}$$

Donde:

- VAB: Valor actual de los beneficios
- VAC: Valor actual de los costos
- I_0 : Valor del desembolso de la inversión.

Por lo tanto, se obtuvo una relación costo beneficio de 2.45. Lo cual nos indica que, por cada Córdoba invertido en la obra, se obtendrán 2.45 de ganancia.

La siguiente tabla muestra los criterios de decisión de la R B/C:

Ecuación 20 Criterios de decisión de la R B/C

Resultado	Decisión
Mayor ($R^{B/C} > 1$)	Se acepta
Igual ($R^{B/C} = 1$)	Indiferente
Menor ($R^{B/C} < 1$)	Se rechaza

Fuente: Cálculo financiero, Damrauf 2006.

En base a la premisa se obtuvo una relación de costo beneficio de 51.769, lo cual significa que el proyecto se acepta.

V. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Al finalizar el presente Estudio de Prefactibilidad: “construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable en Urbanización Camino Del Rio I etapa, ubicado en el distrito V del municipio de Managua” se concluye que:

Se realizó el diagnóstico de la situación actual de abastecimiento de las familias que habitaran Urbanización Camino del rio I etapa, encontrándose que total de 1875 familias habitaran viviendas de interés social sin un adecuado suministro de agua potable, por lo que hay afectación en su desarrollo integral, en la calidad de vida y en la economía familiar y comunitaria.

De acuerdo a los estudios técnicos que fundamentan la alternativa de sistema de agua potable, se obtuvo que la inversión prevista para el proyecto es de C\$ C\$19,535,964.43 con costos anuales de funcionamiento y mantenimiento que ascienden a C\$ 157,875.17 anuales.

Se analizó la rentabilidad económica del proyecto resultando los flujos de efectivos anualizados positivos, determinando los siguientes indicadores: VAN C\$633,278,218.37

TIRE (286%), TREMA (8%), índice B/C (36.20) determinando la prefactibilidad económica y social desde la perspectiva del Estado.

Por lo tanto, se concluye que el proyecto: “construcción de un tanque de almacenamiento de agua potable en Urbanización Camino del rio I etapa, ubicado en el distrito V del municipio de Managua” puede continuar su estudio y diseño a nivel de factibilidad, para ser analizado dentro del Plan Nacional de Inversión Pública.

5.2. Recomendaciones

Para lograr mantener una calidad de agua óptima para el consumo de la población se debe de capacitar al personal encargado de la operación y mantenimiento del sistema (Fontanero y Operador de Estación de Bombeo).

Monitorear la calidad del agua que se le brindará a la población a través de la realización de un análisis fisicoquímico, bacteriológico de la fuente por lo menos una vez al año esto con el objetivo de evitar posibles enfermedades en la población.

Se deberá garantizar el cumplimiento mensual, semestral o anual de los planes y recursos financieros necesarios para la sostenibilidad técnica del proyecto, de modo que se asegure el mantenimiento efectivo de los componentes del sistema de agua potable, y cumplir con el período de diseño establecido.

Se deberán realizar capacitaciones y/o charlas de concientización a la urbanización sobre el adecuado uso del recurso natural del agua, así como de la protección en su conjunto del sistema de agua potable.

En conclusión, nos complace compartir que el proyecto es viable.

Bibliografía

SNIP. (2001). *Guía de formulación y Evaluación de Proyectos de inversión*.

(Abril de 2014). Obtenido de Levantamiento Topográfico.

Acometida de agua potable. (s.f.). Obtenido de Diseños Mecánicos, S.A.

Activo intangible. (2016). Obtenido de [www.economiasimple.net](http://www.economiasimple.net/glosario/activo-intangible):
<http://www.economiasimple.net/glosario/activo-intangible>

Angarita, R. (s.f.). Obtenido de Fuentes Abastecimiento.

BANCO MUNDIAL. (2012). *Trabajos Técnicos del departamento de Medio Ambiente*. Obtenido de Banco Mundial.

Banco Mundial. (2016). *Guía para la Evaluación Económica y Financiera*.

Definición de Activos fijos. (2016). Obtenido de [www.wikipedia.org](http://es.wikipedia.org/activofijo):
<https://es.wikipedia.org/activofijo>

Definición de Diseño. (2008). Obtenido de [www.definiciones.com](http://conceptodefinicion.de/diseño/):
<http://conceptodefinicion.de/diseño/>

Definiciones usuales en Hidráulica. (1987). Obtenido de Wikipedia.com:
https://es.wikipedia.org/wiki/anexo:definiciones_usuales_en_hidr%C3%A1ulica.#Dotaci.c3.B3n.

Dumrauf. (2006). *Cálculo Financiero*. Obtenido de Dumrauf.

ENACAL. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Obtenido de ENACAL.

ENACAL. (2001). *NTON*. Obtenido de www.enacal.com.ni.

- ENACAL. (Marzo de 2006). *ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua*. Obtenido de www.enacal.com.ni:www.enacal.com.ni/media/imgs/información/ABCdelagua2.pdf
- FISE. (2007). *Operación y Mantenimiento del Mini Acueducto por Gravedad*. Obtenido de FISE.
- FISE. (2008). *Operación y Mantenimiento del MAG*. Obtenido de FISE.
- Guía de diseño de proyectos sociales*. (2011). Obtenido de cempreplanes y proyectos:
<https://sites.google.com/site/disenodeproyectossociales/capitulo-xii>
- INAA. (1989). *Diseño de Abastecimiento de Agua en el Medio Rural*. Obtenido de INAA:
<http://www.inaa.gob.ni/documentos/Normativas/seccion-1/5.NORMAS%20RURALES.pdf/view>
- Perez, J. (2009). *Definición de Inversión*. Obtenido de <http://definicion.de/inversion/>
- Población de Diseño y Demanda de Agua*. (s.f.).
- Restrepo, F. C. (2006). *Tasa social de descuento*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/>
- Salud. (2000). *Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano*. Obtenido de Salud.
- Sauvy, A. (1991). *Estudio de la Población*.
- SNIP. (2008). *Metodología Agua*. Obtenido de SNIP:
<http://www.snip.gob.ni/Docs/metodologias/MetodologiaAgua.pdf>
- Tarifas Vigentes*. (2017). Obtenido de www.tarifasvigentes.com:www.tarifasvigentes.com

Urbina, G. B. (2010).

Urbina, G. B. (2013). *Formulación de Proyectos*. México DF: McGraw-Hill.

Vilar, J. (1992). *Diagnóstico de situación*. Obtenido de Dialnet.

Anexos

Anexo 1 Prueba de bombeo y aforo



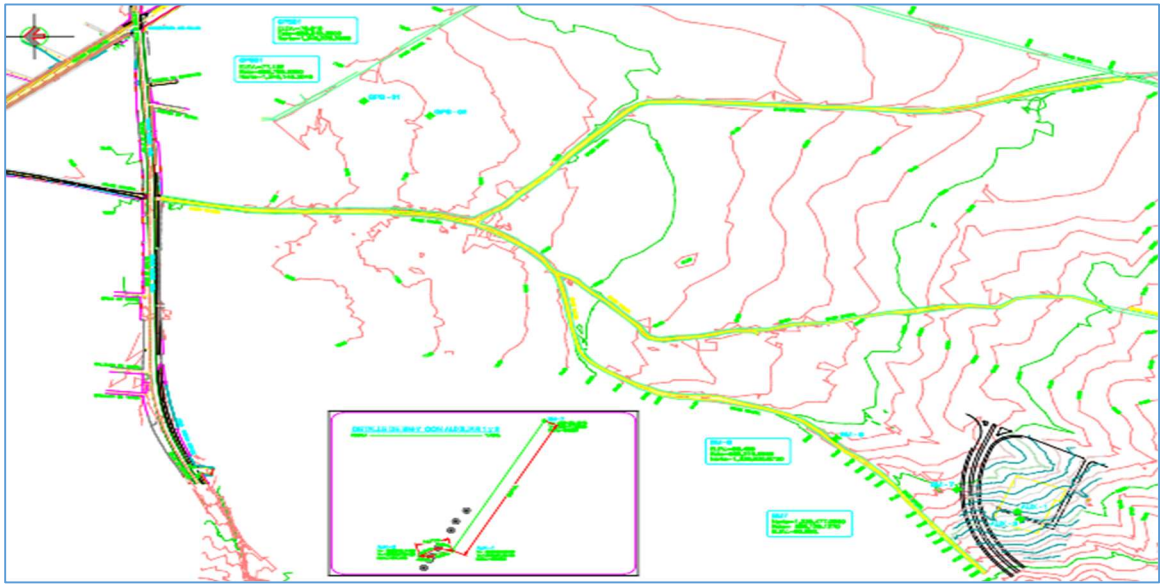
Fuente: Elaboración propia

Anexo 2 Pruebas de aforo y bombeo



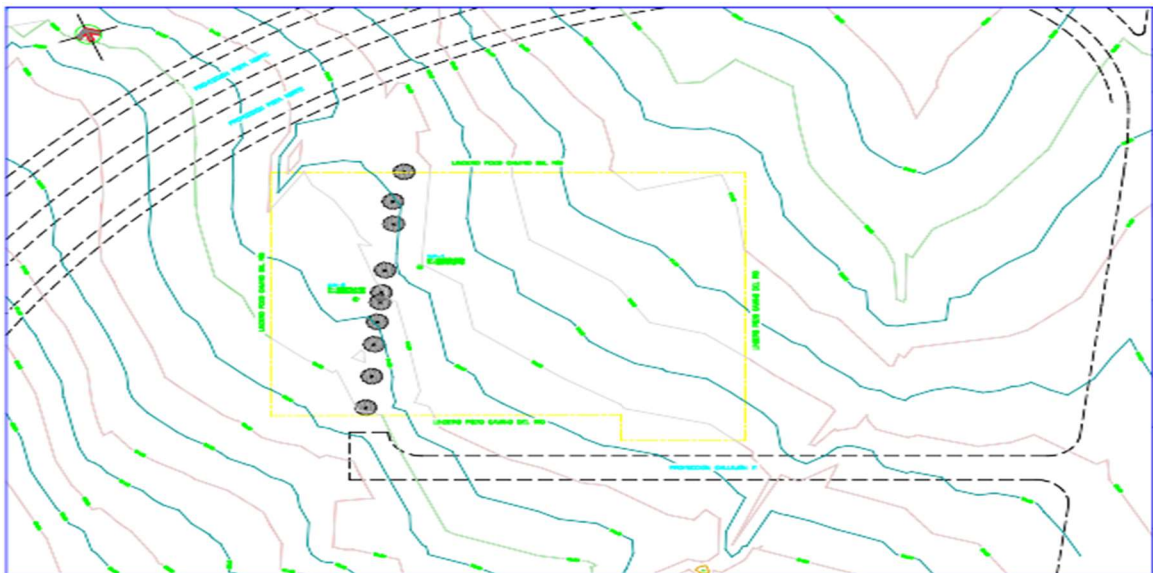
Fuente: Elaboración propia

Anexo 3 Plano topográfico, Urbanización Camino del Rio



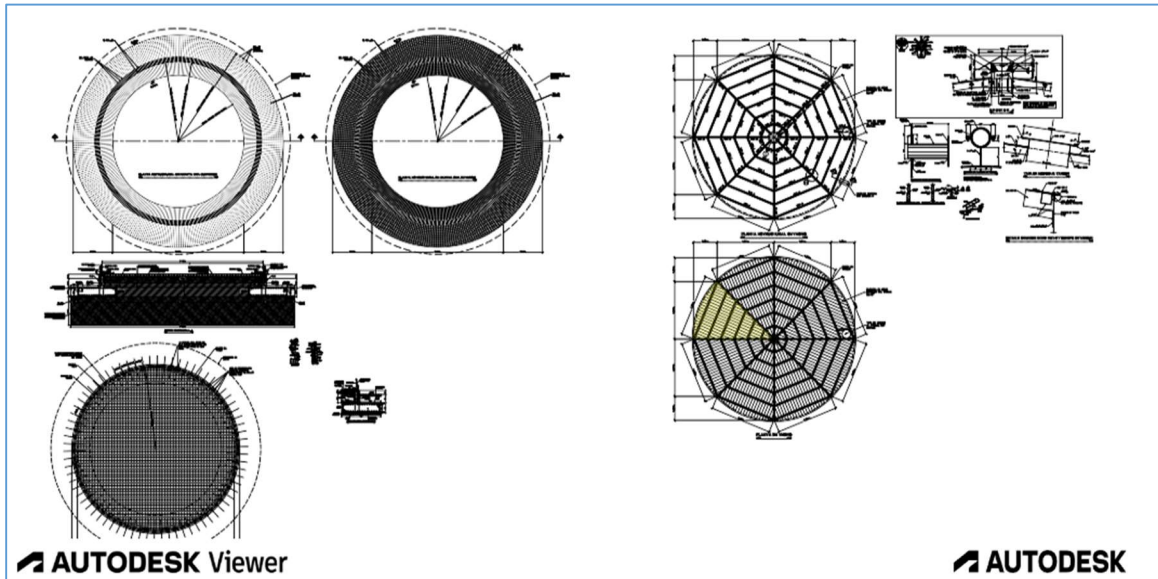
Fuente: elaboración Propia

Anexo 4 Plano topográfico, Urbanización Camino del Rio



Fuente: elaboración Propia

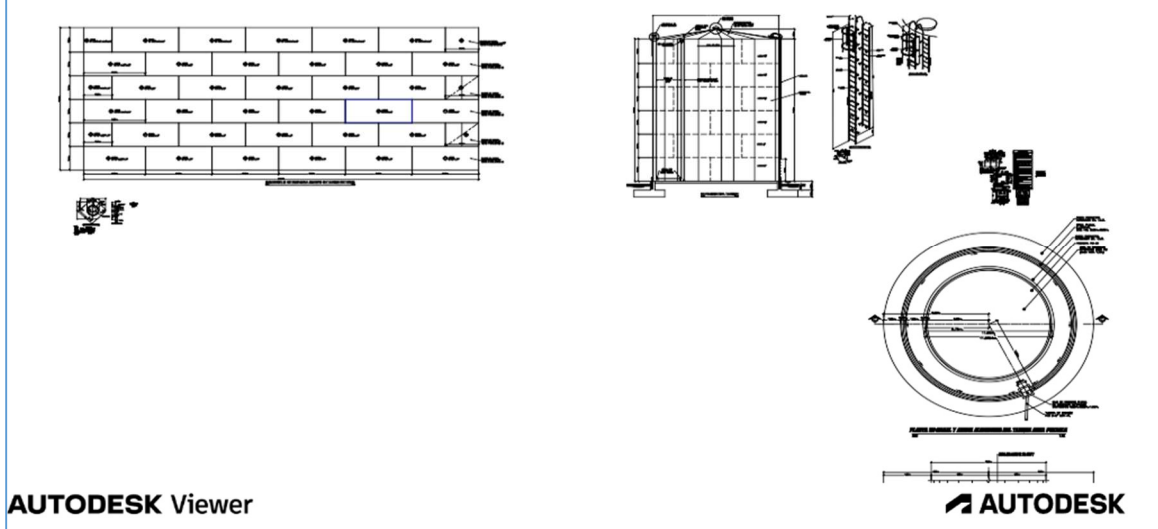
Anexo 5 diseño de tanque de almacenamiento:



Fuente: FISE

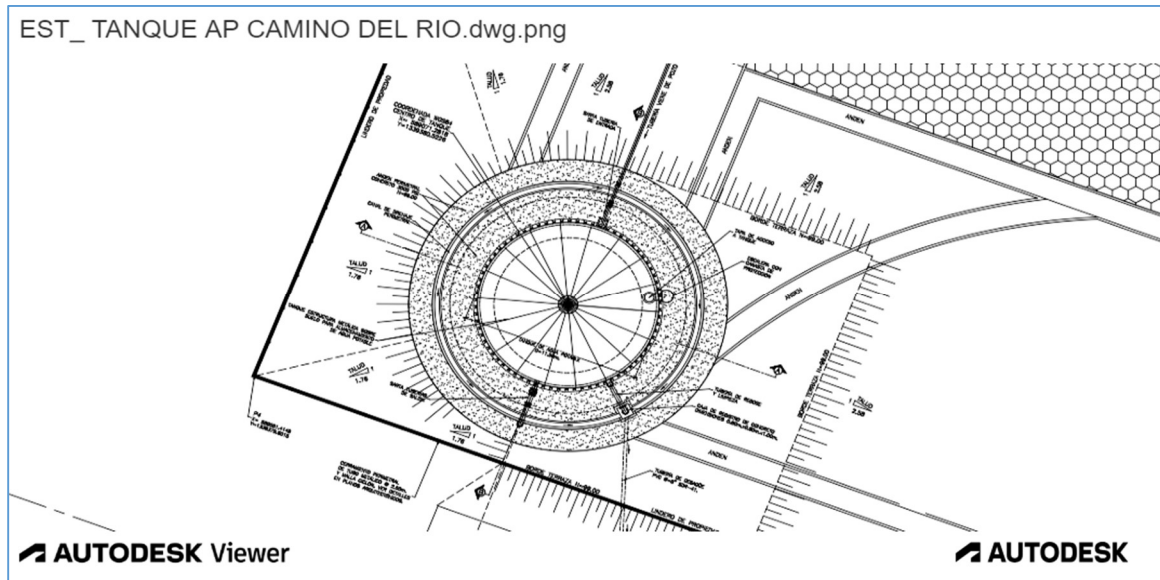
Anexo 6 diseño de tanque de almacenamiento

T_TANQUE AP CAMINO DEL RIO.dwg.png



Fuente: FISE

Anexo 7 diseño de tanque de almacenamiento



Fuente: FISE