



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de la Construcción

Monografía

**FORMULACIÓN Y DISEÑO DEL PROYECTO DE AMPLIACIÓN Y
MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE DEL CASCO URBANO DE ROSITA, REGIÓN AUTÓNOMA COSTA
CARIBE NORTE (RACCN)**

Para optar al título de ingeniero civil

Elaborado por

Br. Juan Gabriel Rodríguez Sandoval

Tutor

Ing. José Ángel Baltodano

Managua, Septiembre 2016

DEDICATORIA

A DIOS por brindarme la bendición de la salud y bienestar, permitiéndome alcanzar mis sueños y metas, además de su eterna bondad y amor.

A mi madre Ileana Sandoval por apoyarme en todo momento de mi vida con sus consejos y motivación constante, por todos los esfuerzos que ha hecho en darme una buena educación, formándome con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante en los momentos más difícil, pero más que nada, por su amor, siendo ella el pilar más importante de mi existencia.

A la memoria de mi padre Juan Ramón Rodríguez que aunque DIOS quiso llevárselo antes de que viera otro de mis triunfos, en honor a él he duplicado mis esfuerzos, por enseñarme que todas las cosas hay que apreciarlas, trabajarlas y luchar para lograr las metas de la vida.

A mis hermanos Ana Rodríguez Sandoval, Diana Rodríguez Hernández, Luisa Rodríguez Sandoval y Marlon Rodríguez Hernández, que con su amor me han enseñado a salir adelante, gracias por su paciencia, por preocuparse por mí y por compartir sus vidas, pero sobre todo, gracias por estar en otro momento tan significativo de mi vida.

A los docentes que me han acompañado durante el largo camino, brindándome siempre su orientación con profesionalismo ético en la adquisición de conocimientos y afianzando mi formación como estudiante universitario.

AGRADECIMIENTO

A DIOS todopoderoso por haberme dado la existencia y permitido llegar al final de la carrera.

A mi madre por todo su esfuerzo para darme un futuro mejor porque siempre me ha brindado su apoyo incondicional y ha estado presente en cada paso que he dado.

A mi padre por todos sus consejos y apoyo que me ha brindado para salir adelante estando presente en mi mente en esta etapa de mi vida.

A mis hermanos que siempre han estado a mi lado, brindándome su apoyo para la realización de esta monografía.

A nuestra casa de estudios por haberme dado la oportunidad de ingresar al sistema de Educación Superior y cumplir este gran sueño.

A mis maestros por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales, por haberme transmitido los conocimientos obtenidos y haberme llevado paso a paso en el aprendizaje.

Al Arq. Jairo Martínez Páramo por haberme apoyado en la realización de este trabajo monográfico.

A mi tutor el Ing. José Ángel Baltodano quien con su enseñanza y sabiduría supo guiarme en este trabajo monográfico.

A todas y todos quienes de una u otra forma han colocado un granito de arena para el logro de este Trabajo monográfico, agradezco de forma sincera su valiosa colaboración.

RESUMEN DEL TEMA

El siguiente documento monográfico presenta la formulación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el casco urbano del municipio de Rosita, Región Autónoma Costa Caribe Norte. Está dividido en siete capítulos, a la misma vez cada capítulo se sub divide en temas específicos, que a continuación se describen.

El primer capítulo describe la necesidad y la importancia de un sistema de abastecimiento de agua potable para el casco urbano de Rosita, se dan a conocer los intentos de solución y las necesidades más destacados que ha hecho la municipalidad para intentar resolver el problema de abastecimiento de agua potable en calidad y cantidad, se definen los objetivos de la formulación.

En el segundo capítulo se presentan los objetivos a desarrollar en este trabajo monográfico.

En el tercer capítulo se refiere a la ubicación del proyecto, el área de influencia directa e indirecta, la demografía social, cultural y económica, así como la caracterización del municipio de Rosita.

En el capítulo cuatro se presenta el marco teórico referente a los alcances y objetivos determinados anteriormente, se plantea los fundamentos teóricos en lo que se basó este trabajo, se define los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable a formular, así como las normas y criterios a usar para el correcto diseño del sistema.

En el capítulo cinco se describe la metodología a usar, dividiendo el trabajo en dos etapas fundamentales, la etapa de factibilidad en donde se evaluaron dos alternativas de solución y la etapa de diseño final, en donde se dimensionaron en base a cálculos, los componentes del proyecto definidos en el capítulo tres.

El capítulo seis contiene el análisis y los resultados del proyecto (Factibilidad y Diseño Final), se estudió una alternativas de solución, una vez dimensionada y descrita, se analizaron la factibilidad social, técnica, ambiental y económica concluyendo que es factible como alternativa de solución, Planta potabilizadora de filtración rápida a presión, tipo paquete, para un caudal 400 m³/h. se propone mantener la existente de 45 m³/h y adquirir dos módulos de 200 m³/h.

En el capítulo siete se presentan las conclusiones más importantes del trabajo monográfico, así como las recomendaciones para la correcta ejecución del proyecto.

Finalmente en el capítulo ocho se presenta toda la bibliografía utilizada en el tema.

INDICE GENERAL

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación.....	3
CAPÍTULO II: OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo General.....	4
2.2. Objetivos Específicos	4
CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA	5
3.1. Macro y Micro Localización del proyecto	5
3.2. Demografía.....	6
3.2.1. Demografía social.....	6
3.2.2. Demografía Económica	7
3.2.3. Demografía cultural.....	8
3.3. Caracterización del municipio.....	9
3.3.1. Características físicas y naturales	9
3.3.2. Educación.	10
3.3.3. Salud.....	10
3.3.4. Energía eléctrica.....	11
3.3.5. Telecomunicaciones.	11
3.3.6. Agua potable y alcantarillado sanitario.	11
3.3.7. Seguridad ciudadana.	12
3.3.8. Viabilidad.....	12
3.3.9. Servicios de transporte	12
3.3.10. Aspectos políticos administrativo.....	13
CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO	14
4.1. Generalidades.....	14
4.2. Elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable.....	14
4.2.1. Fuente de abastecimiento	14
4.2.2. Obra de captación.....	15

4.2.3. Línea de aducción	16
4.2.4. Estación de bombeo	16
4.2.5. Línea de conducción	17
4.2.6. Tratamiento (Proceso de potabilización del agua).....	17
4.2.7. Tanque de almacenamiento.....	18
4.2.8. Red de distribución.....	19
4.2.9. Conexiones domiciliarias.....	19
4.2.10. Obras complementarias.....	19
4.3. Periodo de diseño de componentes del sistema de abastecimiento de agua potable	20
4.4. Proyección de la población.....	20
4.5. Población a servir	21
4.6. Dotación de agua potable	21
4.7. Demanda de agua potable.....	22
4.7.1. Demanda Promedio Diario (DPD)	22
4.7.2. Demanda Promedio Diario Total (DPDT)	22
4.7.3. Demanda de Máximo Día (DMD).....	22
4.7.4. Demanda de Máxima Hora (DMH)	22
4.8. Distribución de demanda en los tramos	23
4.9. Análisis hidráulico	23
4.9.1. Coeficiente de fricción.....	23
4.9.2. Velocidades de flujo.....	23
4.9.3. Presiones máximas y mínimas	23
4.9.4. Condiciones de análisis hidráulico de la red.....	24
4.10. Evaluación de impacto ambiental	24
CAPITULO V: METODOLOGÍA DE TRABAJO	25
5.1. Etapas del proyecto.....	25
5.1.1. Etapa de estudio de factibilidad	26
5.1.2. Etapa de diseño final.....	30
CAPITULO VI: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	39
6.1. Diagnóstico de la situación actual del sistema de abastecimiento.....	39

6.1.1. Obra de fuente y toma	39
6.1.2. Estación de bombeo	39
6.1.3. Línea de conducción	40
6.1.4. Planta de purificación de agua.....	40
6.1.5. Tanque de almacenamiento.....	41
6.1.6. Red de distribución de agua potable.....	41
6.1.7. Red de distribución eléctrica	42
6.1.8. Gravedad de la situación	42
6.1.9. Intentos de solución	42
6.1.10. Participación de los actores	42
6.1.11. Diagnóstico de los involucrados	43
6.2. Identificación del problema	44
6.2.1. Definición del problema central.....	44
6.2.2. Definición de alcances.....	44
6.3. Estudio socioeconómico	45
6.3.1. Población y Vivienda.....	45
6.3.2. Salud y Educación:.....	47
6.3.3. Economía:	47
6.3.4. Participación comunitaria:	48
6.3.5. Abastecimiento de agua potable:	48
6.3.6. Saneamiento:.....	50
6.3.7. Aceptación y apoyo al proyecto:.....	50
6.4. Factibilidad técnica	50
6.4.1. Análisis de la demanda de agua potable	50
6.4.2. Análisis de oferta.....	53
6.4.3. Alternativa de solución.....	54
6.4.4. Cronograma de ejecución física	64
6.5. Factibilidad Ambiental	66
6.5.1. Aspectos ambientales del proyecto.....	66
6.5.2. Requisitos ambientales del proyecto.....	67
6.5.3. Evaluación de Emplazamiento.....	67

6.5.4. Resultados de la evaluación ambiental.....	68
6.6. Factibilidad Económica - Financiera.....	69
6.6.1. Costos Estimados de Inversión de Alternativa.....	69
6.6.2. Costos estimados de operación, mantenimiento y administración.	72
6.6.3. Análisis de tarifa	74
6.6.4. Análisis económico.....	77
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
7.1. Conclusiones.....	80
7.2. Recomendaciones.....	81
CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA.....	82

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE LOS POSIBLES INVOLUCRADOS EN EL PROYECTO.....	43
TABLA 2. DETERMINACIÓN DEL PROPÓSITO DEL PROYECTO (EML).....	44
TABLA 3. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL MUNICIPIO.....	51
TABLA 4. TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO....	51
TABLA 5. DATOS DEL CENSO REALIZADO EN MARZO 2016.	51
TABLA 6. TASA DE CRECIMIENTO AÑO 2005 – 2016.....	51
TABLA 7. PROYECCIÓN DE DEMANDA PROMEDIO DIARIA, CMD, CMH Y VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO REQUERIDO.....	52
TABLA 8. RESULTADO DE ENSAYOS DE AGUAS, RIO ZOPILOTE.	54
TABLA 9. DIMENSIONES DE ALTERNATIVA PROPUESTA.....	55
TABLA 10. PARÁMETROS PRINCIPALES DE TRATAMIENTO.....	60
TABLA 11. DIÁMETROS Y LONGITUDES DE RED DE DISTRIBUCIÓN.....	64
TABLA 12. CRONOGRAMA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.	65
TABLA 13. PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN.	69
TABLA 14. RESUMEN DE COSTO TOTAL DE ADMINISTRACIÓN.....	72
TABLA 15. COSTOS ESTIMADOS DE GASTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	73
TABLA 16. CALCULO DE TARIFA ESTIMADA - EGRESOS.....	75
TABLA 17. CALCULO DE TARIFA ESTIMADA – INGRESOS	76
TABLA 18. CALCULO DE AHORRO EN TIEMPO DE RECOLECCIÓN DE AGUA.....	77
TABLA 19. CALCULO DE MEJORAMIENTO EN LAS CONDICIONES DE SALUBRIDAD	78

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1. MACRO Y MICRO LOCALIZACIÓN	5
ILUSTRACIÓN 2. COMPONENTES DEL SISTEMA, ALTERNATIVA PROPUESTA	55
ILUSTRACIÓN 3. OBRA DE CAPTACIÓN A CONSTRUIR	56
ILUSTRACIÓN 4. LÍNEA DE ADUCCIÓN.....	57
ILUSTRACIÓN 5. CÁMARA DE POZO HÚMEDO A CONSTRUIR	58
ILUSTRACIÓN 6. SARTA DE ESTACIÓN DE BOMBEO A INSTALAR.	58
ILUSTRACIÓN 7. LÍNEA DE CONDUCCIÓN.....	59
ILUSTRACIÓN 8. PROCESOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	60
ILUSTRACIÓN 9. TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE 400,000 GALONES.....	63
ILUSTRACIÓN 10. RED DE DISTRIBUCIÓN PROPUESTA	64

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

El acceso al agua potable segura es un servicio básico clave que tiene un impacto directo y significativo sobre el desarrollo humano, en Nicaragua el impacto del servicio de agua deficiente recae principalmente sobre la población más pobre, al no tener acceso al agua, su pobreza se ve más agravada aun y su productividad afectada.

Según datos de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado (ENACAL), de un aproximado de 1, 089,000 nicaragüenses que carecen de acceso al agua potable, 77 por ciento (839,000 personas) viven en áreas rurales. De estos, más del 80 por ciento viven en la región central y atlántico (397,000 y 286,000 respectivamente), siendo la región del atlántico la que tiene mayores recursos hídricos del país, es también la que tiene mayor déficit de sistemas de abastecimiento de agua potable. Las zonas mineras del atlántico a pesar de haber generado altos ingresos económicos al país con la extracción de minerales, al presente tienen una falta de sistemas de abastecimiento de agua potable que garanticen el servicio constantemente, en particular la ciudad de Rosita que cuenta con un defectuoso servicio del vital líquido, dado la mala calidad y el incompleto suministro con que se atiende al casco urbano actualmente.

En el presente documento de investigación desarrollado se establece de manera clara cada uno de los procedimientos realizados en el diseño del proyecto de “Ampliación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del casco urbano del municipio de Rosita, Regio Autónoma Costa Caribe Norte (RACCN)”, el cual se realizó con el propósito de diseñar el proyecto definitivo, previa elaboración y selección de alternativas, desarrollando aquella que optimice el aprovechamiento de los recursos, garantice la operación y mantenimiento sin causar deterioro al medio ambiente.

1.2. Antecedentes

La primera fuente superficial para abastecimiento de agua del casco urbano de Rosita se inauguró en el año 1992, siendo esta la presa TIPISPAN de capacidad de 82 m³, construida con el apoyo de la Autoridad Noruega para el Desarrollo Internacional, la cual suministró agua por poco tiempo brindando el servicio a 300 usuarios, actualmente esta red en el casco urbano, se encuentra deteriorada.

La segunda fuente superficial y la que está en uso actualmente para el suministro de agua a la población se encuentra localizada en el río "Zopilote", en la comunidad de Fruta de Pan. Esta obra consiste en un dique construido transversalmente a la corriente del río con longitud aproximada de 30 mts. Con una planta de tratamiento de agua para un caudal de 45 m³/h. Este proyecto fue edificado a inicios del año 2005, pero estuvo varios años en constante abandono, desde el 2011 la Alcaldía Municipal de Rosita ha hecho constantes esfuerzos para la rehabilitación total de este proyecto. A pesar de estos esfuerzos actualmente la población solo puede contar con agua 45 minutos de forma sectorizada.

Dado a las condiciones de infraestructura, el sistema de abastecimiento actual carece de calidad aprobada por las normas de calidad de agua para consumo humano establecidas por el comité coordinador regional de instituciones de agua potable y saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana (CAPRE), la población para disminuir el impacto de la escasez de agua en el casco urbano cuentan con más de 400 pozos artesanales que ocupan para abastecerse, pero en época de verano el agua es escasa principalmente en los barrios 28 de Mayo, 19 de Julio y Ana María. Los pobladores que no cuentan con pozo artesanal propio, compran el agua para tomar y para uso doméstico a personas que sí disponen de pozos o se movilizan hacia los ríos más cercanos (Bambana, Bambanita, Tipispan, Zopilote y Peine de Mono).

1.3. Justificación

La población del casco urbano del municipio de Rosita tiene actualmente un deficiente suministro de agua potable, siendo esto una de las principales necesidades urbanas para el desarrollo económico y social de la ciudad, ante esta situación el trabajo monográfico a realizar tiene como propósito el diseño completo para el proyecto “Ampliación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable del casco urbano del municipio de Rosita, RACCN”, que plantea alternativas de solución del proyecto integral de construcción, enmarcando el contenido en los componentes estratégicos de las políticas en el sub sector agua potable.

Este proyecto además dará beneficios en el sector salud constituyendo invaluable logros para los habitantes, ya que reducirá el índice de enfermedades de origen hídrico.

Esto también se justifica al tener en cuenta que la ciudad en estudio se encuentra incluida en los planes de saneamiento del programa de agua y saneamiento de la Región Autónoma Costa Caribe Norte, siendo este proyecto de vital importancia para los habitantes, alcaldía municipal y Gobierno Regional.

La implementación del proyecto constituirá un salto cualitativo en la vida social y productiva de la población.

CAPÍTULO II: OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Realizar la Formulación y Diseño del Proyecto de Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Casco Urbano de Rosita.

2.2. Objetivos Específicos

1. Elaborar un estudio de factibilidad analizando las condiciones de la zona para identificar alternativas de solución de mediano y largo plazo del abastecimiento de agua en la ciudad de Rosita.
2. Realizar pruebas de aforo y estudios de calidad de agua para caracterizar las fuentes de agua existentes.
3. Efectuar levantamiento topográfico para conocer las características del terreno en estudio.
4. Realizar un estudio demográfico por medio de censo y encuestas socioeconómicas para determinar la proyección de la población y demanda de agua.
5. Proveen el diseño final del nuevo sistema de agua potable de la ciudad para dotar de la cobertura en dicho servicio y mejorar el nivel de vida de la población.
6. Cuantificar los plazos y costos de ejecución física del proyecto de construcción formulado y diseñado.

CAPITULO III: DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

3.1. Macro y Micro Localización del proyecto

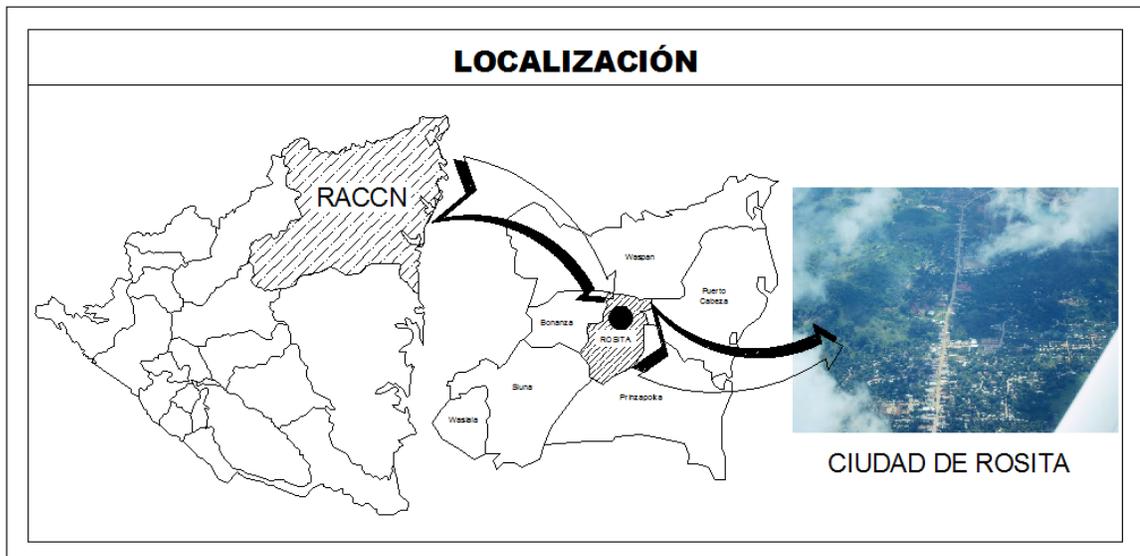
El municipio de Rosita se encuentra en el centro del territorio de la Región Autónoma Atlántico Norte (RAAN), a 386 Kilómetros de la capital (Managua) y a 144 Kilómetros de la cabecera regional (Bilwi). El proyecto se localiza en el casco urbano del municipio de Rosita.

El municipio de Rosita cuenta con una extensión territorial de 4,418 Km², su posición geográfica es entre las coordenadas 13^o 53' 00" Latitud Norte y 84^o 24' 00" Longitud Oeste.

Los Límites del municipio de Rosita son:

- Al Norte: Municipio de Waspam
- Al Sur: Municipio de Prinzapolka
- Al Este: Municipio de Puerto Cabezas y Prinzapolka.
- Al Oeste: Los Municipios de Siuna y Bonanza.

Ilustración 1. Macro Y Micro localización



Fuente: Elaboración Propia

3.2. Demografía

3.2.1. Demografía social

La población total del municipio de Rosita según censo realizado por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) en el año 2005 fue de 19,302 habitantes distribuida de la siguiente manera: en el área rural 11,029 habitantes y 8,273 habitantes en el área urbana, los cuales el 47.99 % son mujeres y el 52.01 % son varones.

La población está distribuida según rango de edades de la siguiente manera: De 0 a 5 años se cuenta con 3,571 personas, representa el 18.50 %. De 6 a 15 años contamos con 5,953 personas y representa el 30.84 %. De 16 a 24 años existen 3,747 habitantes, representa el 19.41 %. De 25 a 30 años hay 1,783 personas y representan el 9.24 %. De 31 a 60 años se tiene 3,644 para un 18.88 % y de 61 a más años se cuenta con 604 personas para un 3.12 %.

La distribución por etnia en términos porcentuales es la siguiente: 90.65 % mestizos, 5.55 % Sumu - Mayangna ,3.72 % Miskitos y 0.07 % Creoles.

El municipio de Rosita para el periodo inter-censal 71-95 creció a una tasa anual del 4.54%, mientras que para el periodo 95-2000 creció a un ritmo del 4.44%, ambas tasas de crecimiento son superiores que el promedio nacional para ambos periodos, e incluso a un ritmo más alto que el promedio de la tasa de crecimiento de la región atlántica norte.

La morbilidad en el municipio se debe a las enfermedades siguientes: Infección de vías urinarias, Diagnóstico embarazo, Nasofaringitis, Enfermedades diarreicas agudas, Infección intestinal, Neumonía, presión arterial, gastritis, artritis y malaria.

3.2.2. Demografía Económica

Según datos del INIDE (2005) 7,548 personas son económicamente activa, que representan el 39.10 % de la población del municipio y 11, 754 personas son económicamente inactiva que representan el 60.90 % de la población

Según datos del INIDE la distribución del sector económico del municipio es la siguiente: Sector primario laboran 4,658 Personas (61.70%), en el sector secundario laboran 747 personas (9.90%), en el sector terciario laboran 2,113 personas (28%) y el sector económico de ignorantes laboran 30 personas (0.4%).

En el municipio no existen datos reales sobre el tema de desempleo, por lo tanto la situación del empleo directo e indirecto no ha sido medida con instrumentos estadísticos confiables, especialmente dirigida al municipio, razón por la cual las estimaciones fluctúan en función de los intereses que se quiera dar a la información. Los organismos y las instituciones de gobierno y no gubernamentales mencionan indistintamente cifras que van desde el 70 - 80 % el nivel de desempleo efectivo. Según la encuesta de IPADE (2005), en la RAAN el 30 % de la población de vive de la Agricultura, seguido del sector de servicio con el 22.30 %, la pesca y el comercio con 12.5 y 11.70 % respectivamente.

La inmigración poblacional que se moviliza del centro y norte de nuestro país es alta y se debe a que en el municipio de Rosita las tierras son más baratas. Existen recursos naturales (agua, bosque, suelo) en mejores condiciones que los municipios del pacifico, por lo tanto venden sus propiedades y vienen a adquirir grandes cantidades de tierras a bajos costos, a lo que se suma el fenómeno de trafico de tierras por personas que vienen del pacifico compran la tierra sin importarle si es territorio indígena o no y luego la venden en otro precio a personas que también se están movilizando a la región, provocando la expansión de la frontera agrícola y la invasión de los territorios indígenas.

3.2.3. Demografía cultural

Las fiestas patronales se celebran en honor a Santa Rosa de Lima (25 al 30 de agosto), patrona del municipio y a San Jerónimo (28 al 30 de septiembre). Ambas fiestas son celebradas con el desborde de alegría y entusiasmo que caracteriza a los pobladores, dichas fiestas están revestidas de alto colorido y actividades especiales (actos religiosos, folklore, carnavales), que finalizan con desfiles y bailes en las diferentes localidades del municipio.

Es un municipio multiétnico integrado por Sumus, Mayangnas, Miskitus, creoles y mestizos y cada etnia tiene sus propias particularidades en cuanto a su cultura, manteniendo las costumbres de nuestros antepasados.

La distribución poblacional por etnia es la siguiente: 17,497 (90.65 %) mestizos, 1,071 (5.55 %) Sumu - Mayangna ,718 (3.72 %) Miskitos y 16 (0.07 %) Creoles.

Entre las festividades tradicionales de los pueblos indígenas se tiene la navidad y año nuevo, el día de las madres al igual que la cultura mestiza. El 11 de noviembre es la celebración del aniversario la organización Sukawala que es la organización indígena más antigua y reconocida a nivel internacional. El 09 de agosto es el día internacional de los pueblos indígenas celebrado a nivel de la costa Caribe de Nicaragua.

Las bebidas tradicionales son: el wasbul de banano, buña de yuca, pejibaye y una bebida típica de los ancestrales que se conoce con el nombre de wasbul que aún lo conservan en algunas comunidades, el wasbul se hace de yuca, maíz, queqisque y pijibay cocido. Las comidas típicas son: dikuruhna se hace de banano y carne cocido sin ingredientes que solo se conservan en algunas comunidades indígenas, wannipuna (Luk – Luk), es sopa hecha con carne y bastimento.

3.3. Caracterización del municipio

3.3.1. Características físicas y naturales

2.3.1.1. Clima

El clima predominante se clasifica como caliente Sub húmedo con lluvias en verano. La temperatura media histórica del municipio es de 26.6 °C, siendo el mes más frío Enero con una temperatura de 22.90 °C y el mes más caliente Mayo con 29.30 °C

2.3.1.2. Precipitación.

La precipitación promedio anual es de 2,948 mm/año, presentado eventos de máximas precipitaciones por encima de los 3.808 mm/año, con una recurrencia aproximada entre 5 y 8 años. Históricamente los meses más húmedos han sido julio y octubre, incluso cuando se han presentado años secos o húmedos, y los más secos han sido marzo y abril.

2.3.1.3. Evaporación

La evaporación media anual se analizó considerando los registros de la estación de Bilwi (Puerto Cabezas), que registra esta variable, ya que las demás estaciones meteorológicas de la región no monitorean este dato, determinándose un valor promedio de 842 mm/año, sin embargo durante el mes de Julio históricamente se presentan valores mínimos de 72.5 mm/año, y los mayores valores de evaporación media en el mes de Abril con 137.6 mm/año

2.3.1.4. Topografía

En general la topografía del municipio es irregular compuesta de terrenos ondulados con pendientes de 0 - 15% y la zona montañosa con alturas que van de 100-600 msnm, relieve accidentado y con pendientes que varían de 15 - 75%. En esta última, la cordillera Isabelia penetra entre los ríos Waspuk y

Prinzapolka, formando las montañas de Pís - Pís, zona donde se localiza el municipio minero de Rosita.

3.3.2. Educación.

En el tema de educación se puede expresar que la mayor parte de la infraestructura educativa es destinada a educación primaria. La educación secundaria con infraestructura propia está en el área urbana, y en la comunidad Wasaking. La educación secundaria bajo la modalidad sabatina en el área rural desarrollada en las comunidades de El Empalme, Banacruz Central, El Zopilote, Susun Central, Risco de Oro y las Breñas hace uso de los centros de educación primaria.

El INATEC promueve carreras técnicas como técnico agropecuario, contabilidad, operadores de microcomputadoras, manejo de caja, administración del bono productivo, sastrería, huertos familiares, cocina e inglés en las modalidades regular y encuentros semanales. Es el único centro de carreras técnicas en el municipio.

En el municipio hay dos Universidades: La universidad de las regiones autónomas de la costa Caribe de Nicaragua (URACCAN) y la universidad Martin Lutero (UML), ambas son extensiones del recinto de Siuna.

3.3.3. Salud.

El hospital del casco urbano tiene la categoría de primario. Se atiende en las especialidades de ginecología, pediatría, radiología, y cirugía general. Cuenta con 31 camas censables (quirófano, radio x, laboratorio, área de ultrasonido, farmacia y central de equipos. En el municipio se cuenta con puestos de salud y que con el hospital primario conforman la red de servicio de salud.

Además se encuentran tres clínicas privadas de atención en medicina general, no brindan atención especializada y la población para poder recibir tratamiento

en algunos casos debe movilizarse a otros municipios de la Región o a la ciudad capital.

3.3.4. Energía eléctrica.

Desde el año 2009 el municipio de Rosita cuenta con servicio de energía eléctrica a través del sistema de interconectado nacional beneficiando a 2,900 usuarios de ellos 2,500 urbanos y 400 rurales, este servicio es administrado por la Empresa Nacional de Electricidad (ENEL). Actualmente la energía eléctrica cubre todas las comunidades que están ubicadas a lo largo de la red vial que comunica con los municipios vecinos

3.3.5. Telecomunicaciones.

En el municipio existe servicios de telefonía fija y móvil a si mismo internet fijo y móvil y televisión por antena y cable, sin embargo no todo el territorio municipal cuenta con estos servicios.

Otras empresas de comunicación que brindan servicio son: Caribe Net con servicio de Internet por cable e inalámbrico y Rosita Visión con TV por cable con servicio únicamente en el área urbana.

3.3.6. Agua potable y alcantarillado sanitario.

El servicio de agua potable se está brindando de manera limitada, la población del área urbana consume y hace uso de este líquido a través de pozos individuales. En época de verano el agua es escasa en tres barrios de la ciudad (28 de mayo, 19 de julio y Ana María) y los pobladores compran el agua para tomar a personas que cuentan con pozos privados y para el uso doméstico (bañar y lavar ropa etc.) se movilizan hacia los ríos más cercanos (Bambana, Bambanita, Tipispan, zopilote y peine mono). Actualmente en el municipio no

existe sistema de alcantarillado sanitario, la mayoría de las casas cuentan con letrinas, de tipo sencilla, construidas de madera.

3.3.7. Seguridad ciudadana.

Se cuenta con una Delegación de la Policía Nacional con 17 efectivos que atienden generalmente denuncias de los pobladores por delitos comunes, accidentes de tránsito y violencia intrafamiliar, debido a que no hay Oficina de la Comisaría de la Mujer, Niñez y Adolescencia los casos son remitidos a la Delegación Policial de Siuna, además de los casos que requieren encarcelamiento mayor de un mes porque en Rosita no hay condiciones ya que las celdas son preventivas.

3.3.8. Viabilidad

Actualmente el municipio cuenta con una red vial de 217.15 kilómetros de los cuales 87.33 kilómetros corresponden a caminos troncales secundarios, 97.04 kilómetros a caminos vecinales y 32.78 kilómetros a las calles urbanas, esta red vial ha crecido en función de las necesidades o demandas de la población.

3.3.9. Servicios de transporte

El transporte urbano local es el taxi y el transporte interurbano e intermunicipal se brinda a través de 30 buses y 2 camiones. También cuentan con transporte Aéreo, Rosita forma parte del itinerario de vuelos nacionales que realiza la Empresa La Costeña, cuenta con una pista de aterrizaje la que se encuentra a 5.5 kilómetros desde el centro de la ciudad, la cual no presta condiciones de seguridad para los pasajeros, se brinda el servicio de transporte en vuelos con capacidad de 12 pasajeros, diariamente se realiza un vuelo que cubre la ruta de Managua – Rosita – Managua, no se brinda servicio para vuelos internos entre los municipios cercanos.

3.3.10. Aspectos políticos administrativo

En el Municipio se distinguen tres agrupaciones Institucionales:

- i) Instituciones del Estado, Alcaldía Municipal y Gobierno Regional.
- ii) Estructuras comunitarias indígenas existentes en cada una de las comunidades y territorios y
- iii) Sociedad civil conformada por las asociaciones u organizaciones sin fines de lucro.

CAPITULO IV: MARCO TEÓRICO

4.1. Generalidades

A continuación se pone en consideración los fundamentos científicos necesarios que se emplearon como base para el desarrollo del estudio, los mismos que han sido extraídos de libros, investigaciones afines, revistas científicas y publicaciones en internet. De tal manera que aquellos lectores e investigadores interesados tengan una percepción clara de los términos que se manejarán como iconos en el proceso investigativo.

4.2. Elementos que componen un sistema de abastecimiento de agua potable

En términos generales se puede considerar los elementos característicos de diseño y construcción de un sistema de abastecimiento de agua como:

- a) Fuente de abastecimiento
- b) Obra de captación
- c) Línea de aducción
- d) Estación de Bombeo
- e) Línea de conducción por bombeo (impulsión)
- f) Tanque de almacenamiento
- g) Plantas de tratamiento de agua potable
- h) Redes de distribución
- i) Conexiones domiciliarias
- j) Obras complementarias: Rompe cargas, válvulas, etc.

4.2.1. Fuente de abastecimiento

Constituye la parte más importante del acueducto y no debe ni puede concebirse un buen proyecto si previamente no se define y garantiza fuentes capaces para abastecer a la población futura de diseño en cantidad y calidad. En la selección

de la fuente juega un papel importante los datos o registros hidrológicos, pero es evidente que para poder garantizar un servicio continuo y eficiente es necesario que el proyecto contemple una fuente capaz de suplir el agua para el día más crítico (Día de Máximo Consumo).

De acuerdo a la forma de aprovechamiento, se consideran dos tipos principales: subterráneas o superficiales, a continuación se describe cada una de ellas.

Fuentes subterráneas: La captación de aguas subterráneas se puede realizar a través de manantiales, galerías filtrantes y pozos, excavados y tubulares. Las fuentes subterráneas protegidas generalmente están libres de microorganismos patógenos y presentan una calidad compatible con los requisitos para consumo humano. Sin embargo, previamente a su utilización es fundamental conocer las características del agua, para lo cual se requiere realizar los análisis físico-químicos y bacteriológicos correspondientes.

Fuentes superficiales: Las aguas superficiales están constituidas por los ríos, lagos, embalses, arroyos, etc. La calidad del agua superficial puede estar comprometida por contaminaciones provenientes de la descarga de desagües domésticos, residuos de actividades mineras o industriales, uso de defensivos agrícolas, presencia de animales, residuos sólidos, y otros.

En caso de la utilización de aguas superficiales para abastecimiento, además de conocer las características físico químicas y bacteriológicas de la fuente, será preciso definir el tratamiento requerido en caso que no atiendan a los requerimientos de calidad para consumo humano.

4.2.2. Obra de captación

La obra de captación consiste de una estructura colocada directamente en la fuente de abastecimiento a fin de captar el caudal deseado. Su diseño depende del tipo de fuente de abastecimiento seleccionado y sus características. Para

fuentes superficiales con o sin regulación de caudales se diseñan represas, diques tomas, bocatomas laterales, bocatomas de fondo, captaciones de agua de lluvia.

Para fuentes subterráneas la obra de captación la constituyen el pozo perforado y sus estructuras o el pozo excavado a mano y galerías de infiltración en el caso de las aguas sub superficiales.

4.2.3. Línea de aducción

Definida como la tubería que conduce el agua desde la obra de fuente y toma (Obra de captación) hasta la estación de bombeo, debe satisfacer condiciones para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. El tipo de línea de conducción a diseñar depende de las condiciones topográficas del área de captación con respecto a la ubicación de la estación de bombeo.

4.2.4. Estación de bombeo

En los sistemas de abastecimiento de agua puede requerirse del diseño de estaciones de bombeo o de rebombeo, lo cual precisa del conocimiento de ciertos datos específicos para la mejor selección de los equipos necesarios.

Se consideran como estaciones de bombeo aquellas que toman el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la elevan al tanque de almacenamiento, a una estación de rebombeo o a la red de distribución. Para el diseño de la una estación de bombeo se consideran los siguientes aspectos:

- ✓ El equipo de bombeo.
- ✓ Los accesorios complementarios.
- ✓ Las edificaciones y las fundaciones.

4.2.5. Línea de conducción

Definida como la tubería que conduce el agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, debe satisfacer condiciones para el día de máximo consumo, garantizando de esta manera la eficiencia del sistema. El tipo de línea de conducción a diseñar depende de las condiciones topográficas del área de captación con respecto a la ubicación del tanque de almacenamiento.

4.2.6. Tratamiento (Proceso de potabilización del agua)

Pre – Tratamiento: Para este proceso existen dos formas de hacerlo: Físico o químico, a continuación se describe ambos procesos.

Proceso físico: Es la separación de cuerpos gruesos en una rejilla de 1 pulgada de abertura. Y separación de cuerpos sólidos menores a 1 pulgada de tamaño en unidades hidráulicas llamados desarenadores.

Proceso químico: Es la aplicación de insumos químicos como cloro, coagulantes y floculantes.

Captación en planta: La captación en planta se lleva a cabo en una unidad hidráulica llamada rompe-presión. Además sirve para aplicar coagulantes y distribuir el caudal a las diferentes unidades de tratamiento.

Coagulación / Floculación: La coagulación es el proceso de desestabilización química de las partículas coloidales que se producen al neutralizar las fuerzas que los mantienen separados, por medio de la adición de los coagulantes químicos y la aplicación de la energía de mezclado que puede ser hidráulica o mecánica.

La floculación es el proceso que sigue a la coagulación, que consiste en la agitación de la masa coagulada que sirve para permitir el crecimiento y aglomeración de los flóculos recién formados con la finalidad de aumentar el tamaño y peso necesarios para sedimentar con facilidad. Estos flóculos

inicialmente pequeños, crean al juntarse aglomerados mayores que son capaces de sedimentar con facilidad.

Decantación: Es la separación de los sólidos con mayor peso específico que el agua y que tienen una velocidad de caída tal que pueden llegar al fondo del decantador en un tiempo económicamente aceptable. Las partículas en suspensión decantan en diferente forma, dependiendo de las características, así como de su concentración.

Filtración: Es la separación de partículas coloidales y microorganismos objetables que no han quedado retenidos en los procesos anteriores (coagulación y decantación) a través de un medio poroso llamado lecho filtrante. La filtración depende directamente de la mayor o menor eficiencia de los procesos anteriores y es responsable principal de la producción de agua de calidad coincidente con los patrones de potabilidad. Una buena filtración reducirá considerablemente la demanda de desinfectante (cloro) en la etapa posterior y permitirá una dotación de agua de calidad con buenas propiedades organolépticas a la población.

Desinfección: Es un proceso unitario de tratamiento que tiene como objetivo garantizar la potabilidad de la misma desde el punto de vista microbiológico, asegurando la ausencia de microorganismos patógenos. Este proceso se considera fundamental dentro de la tecnología del tratamiento del agua, debido a que es conocido el hecho de que los procesos anteriores como la decantación y la filtración, no remueven el 100% de los microorganismos.

4.2.7. Tanque de almacenamiento

Generalmente es el elemento intermedio entre la fuente y la red de distribución. De su funcionamiento depende en gran parte el que pueda proyectarse un servicio continuo a la ciudad.

El tanque tiene funciones de almacenaje y de compensador de variaciones de los consumos. Existiendo variaciones de consumo para las diferentes horas de un día cualquiera, la tubería que suministra agua a las edificaciones (red) debe ser capaz de conducir el máximo consumo que una determinada zona demande en cualquier instante. Ello se transmitirá a toda la red y llegaría al tanque, el cual actuará como amortiguador (compensador) de estas variaciones horarias.

4.2.8. Red de distribución

La red de distribución tiene como objetivo repartir el agua en los volúmenes y presiones adecuadas a los distintos sectores de la comunidad. Para el diseño de la red fue necesario definir la fuente de abastecimiento y la ubicación tentativa del tanque del almacenamiento. La importancia en esta determinación radica en poder asegurar a la población el suministro eficiente y continuo de agua en cantidad y presiones adecuadas durante todo el período de diseño.

4.2.9. Conexiones domiciliarias

Para el proyecto, la conexión domiciliar comprende desde el empalme de la tubería matriz o red de distribución hasta el punto de entrega al usuario que corresponde al medidor domiciliar instalado fuera o dentro de la línea de la propiedad del beneficiario.

4.2.10. Obras complementarias

Las obras complementarias de un sistema de agua potable se concretizan en conectores instalados en la línea de conducción y red de distribución, con el objetivo de una mayor eficiencia operativa del acueducto que comprenden: válvulas reguladoras de presión, válvulas de aire, válvulas de limpieza, válvulas de pase, hidrantes, etc.

4.3. Periodo de diseño de componentes del sistema de abastecimiento de agua potable

En todo diseño de abastecimiento de agua potable, es necesario fijar la vida útil de los elementos del sistema. Se fija el periodo de tiempo en años, en que cada uno de los componentes ha de servir a la población a través del periodo de diseño. Para este proyecto se contemplará un periodo de diseño de 20 años.

4.4. Proyección de la población

En los Estudios y Diseños de proyectos de infraestructuras, la población es el componente principal para proyectar, cuantificar y determinar los tamaños de las obras. Para el caso de los Sistemas de Agua Potable, el estudio de población determina, además del dimensionamiento de sus componentes, las características de operación del mismo, por tanto la escogencia del método para proyectar el crecimiento poblacional a través del periodo de diseño de determinado proyecto es muy importante.

La población de inicio del periodo de diseño, demanda menor cantidad de agua y fatiga menos a las infraestructuras, que la población al final del periodo. Esto trae ventajas y desventajas a un sistema de abastecimiento, debido a que las infraestructuras son las mismas durante todo el periodo de diseño, en consecuencia al inicio, las tuberías y almacenamiento están sobradas en capacidad y presentan mayores presiones residuales de operación y al final del periodo el almacenamiento y las tuberías estarán demandadas a su completa capacidad.

La fuente de información para predecir la población futura, fue obtenida a través de la Alcaldía municipal de Rosita, el Censo y Encuesta Socioeconómica realizadas en el presente estudio.

El método a utilizar en la determinación de la población de diseño, será el de mayor uso en la República de Nicaragua, o sea el Método Geométrico. Para

determinar el año en que la comunidad llegue a alcanzar la saturación se utiliza un índice no mayor de 6 habitantes por viviendas, según el INIDE. La tasa geométrica de crecimiento a utilizar será conforme el estudio de población efectuada para esta ciudad.

4.5. Población a servir

El diseño se realizó en base a la población proyectada en el último año del periodo de diseño. No se ejecutó en base a la población de saturación del área del proyecto, ya que actualmente existen suficientes áreas para crecimiento futuro.

4.6. Dotación de agua potable

Para definir la dotación a utilizar en cada una de las alternativas planeadas se tomó en cuenta los criterios establecidos en las Normas Técnicas para el Diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (NTOON 09003 – 99) elaboradas por INAA. Las cuales expresan de forma textual: La dotación de agua, expresada como la cantidad de agua por persona por día está en dependencia de:

1. Nivel de servicio adaptado.
2. Uso del Agua.
3. Las dotaciones especiales para escuelas y centros públicos considerarán de 7 % y para uso comercial será de 7 %.
4. Se considera un 20 % por pérdidas que se presentan en cada uno de los componentes del sistema.

La norma NTON 09003 – 99 establece lo siguiente: las variaciones de consumo estarán expresadas como factores de la demanda promedio diario y sirve de base para el dimensionamiento de la capacidad de: obras de captación, línea de conducción y red de distribución, etc.

4.7. Demanda de agua potable

La demanda de Agua Potable se refiere a la cantidad de agua que se requiere para satisfacer las necesidades de consumo de la población en el suministro del vital líquido.

4.7.1. Demanda Promedio Diario (DPD)

No es más que el producto de la dotación de demanda y consumo adoptada como la cantidad de agua por persona por día multiplicado por el número de habitantes de la ciudad.

4.7.2. Demanda Promedio Diario Total (DPDT)

La Demanda Promedio Diario Total, es la suma de la Demanda Promedio Diario más las pérdidas por operación en el sistema.

4.7.3. Demanda de Máximo Día (DMD)

Las condiciones y variaciones en el clima inciden directamente en el consumo de agua potable, a través de los meses, semanas y días dentro de un año y con respecto a la Demanda Promedio Diario. En uno o más días del año se dará un máximo consumo por encima del promedio diario, al que se conoce como Demanda de Máximo Día.

La Demanda de Máximo Día (DMD), corresponde entre el 130% a 150% de la Demanda Promedio Diario (DPD) más las pérdidas por operación en el sistema, según Normas Técnicas de INAA, para el sector Urbano.

4.7.4. Demanda de Máxima Hora (DMH)

Durante el transcurso del día de máxima demanda, también se presentan fluctuaciones horarias en el consumo de agua, estas pueden ser máximas y mínimas; el exceso máximo horario que se presenta en el día de máxima demanda sobre el consumo promedio diario, se conoce como Demanda de Máxima Hora.

La Demanda de Máxima Hora (DMH), corresponde al 250% de la Demanda Promedio Diario (DPD) y será igual a 2.50 multiplicado por el valor de la Demanda Promedio Diario (DPD) Mas las pérdidas por operación en el sistema, Según Normas Técnicas de INAA.

4.8. Distribución de demanda en los tramos

Con los datos de la población proyectada, número de casas en cada tramo de nodos, dotación y factores de variación de demanda, se determinan los caudales tributarios de cada tramo en que está compuesta la red de distribución.

4.9. Análisis hidráulico

4.9.1. Coeficiente de fricción.

El coeficiente de fricción (C), a utilizar para la capacidad hidráulica de las tuberías de la fórmula de Hazen- Williams será de 150 para las tuberías de Cloruro de Polivinilo (PVC).

4.9.2. Velocidades de flujo.

En la red de distribución se permitirán velocidades de flujo de 0.6 metros por segundo como mínima y 2.0 metros por segundo como máxima.

4.9.3. Presiones máximas y mínimas

Para brindar presiones adecuadas en el funcionamiento del sistema de agua potable se recomienda que éstas se cumplan dentro de un rango permisible en los valores siguientes:

Presión mínima	14.0 m
Presión máxima	50.0 m

4.9.4. Condiciones de análisis hidráulico de la red

Las condiciones de análisis hidráulico para el diseño de la Red de Distribución, se hará para la condición de Demanda de Máxima Hora (DMH), para analizar la presión residual máxima y mínima en cada nodo, así como también se efectuará para la condición de consumo cero en la red, para analizar la presión máxima.

4.10. Evaluación de impacto ambiental

Una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) es una actividad cuyo propósito es identificar y pronosticar el impacto en el ambiente biogeofísico y en la salud y bienestar humanos, de las propuestas legislativas, las políticas, los programas, los proyectos y los procedimientos operativos, e interpretar y comunicar información acerca de los impactos (Munn, Robert Edward, 1979).

Un Inventario Ambiental es una descripción del ambiente tal como existe en un área donde se está considerando llevar a cabo una acción específica propuesta (Munn, Robert Edward, 1979).

CAPITULO V: METODOLOGÍA DE TRABAJO

A continuación se describe la metodología empleada para el desarrollo de la formulación del proyecto integral de construcción, que contempla el sistema de abastecimiento de agua para la ciudad de Rosita, así como acciones para la protección de los recursos hídricos, enmarcando el contenido en los componentes estratégicos de las políticas en el sub sector agua potable.

5.1. Etapas del proyecto

La formulación y diseño del proyecto se realizó en dos etapas: la primera comprende el estudio de factibilidad y la segunda el diseño final, brindando la cobertura posible a la demanda de la población para un periodo de diseño proyectado a 20 años (2037).

Una vez realizado el estudio de factibilidad, donde se seleccionó y definió la alternativa de solución para el desabastecimiento de agua de la ciudad, se realizó el dimensionamiento final de los elementos del sistema, de tal manera que cumpliera con los requerimientos y normativas para el diseño de abastecimiento y potabilización del agua, adheridos a las siguientes normas técnicas de diseño y documentos:

- NTON 09003 – 99: Normativas para el Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización de las Aguas.

Los trabajos de la formulación consistieron en diseñar el proyecto definitivo, previa elaboración y selección de alternativas, desarrollando aquella que optimizará el aprovechamiento de los recursos, garantizará la operación y mantenimiento sin causar deterioro al medio ambiente. En el desarrollo del proyecto se aplicaron los enfoques de demanda, participación comunitaria, equidad de género, inclusión social y ambiental.

5.1.1. Etapa de estudio de factibilidad

En esta primera etapa se realizó todas las visitas necesarias, para identificar las potencialidades, debilidades, condiciones y características del sitio donde se emplazará el proyecto y su entorno inmediato, además se identificó los posibles impactos en la zona de influencia directa y riesgos ambientales que generará el emplazamiento del proyecto en la zona a estudiar; esto con el propósito de incorporar en la formulación del proyecto las respectivas medidas de mitigación y prevención, tanto para la fase de construcción como para la fase de operación del mismo.

También se realizó los estudios necesarios para la selección y desarrollo de la alternativa más factible tanto técnica como económicamente, enfocado en la sostenibilidad del mismo.

Fundamentado lo anterior en la metodología a implementarse para la realización de esta etapa de factibilidad en las siguientes actividades:

5.1.1.1. Recopilación de información en campo

Reconocimiento de fuentes de abastecimiento: En esta actividad se realizó un inventario completo de la fuente de abastecimiento que se encuentran en explotación o de nuevas fuentes a explotar, además de reconocer otras fuentes (explotadas o no) en el área del proyecto o en su zona de influencia.

Elaboración de pruebas de aforo en aguas superficiales: Para determinar el caudal de explotación del cuerpo de agua en estudio, se emplearon los métodos de Área – Velocidad, particularmente el método del flotador o en su defecto el método de aforo directo (método volumétrico). Midiendo el volumen de agua de la fuente existente en un tiempo determinado, para conocer la oferta del servicio y así dimensionar el sistema de abastecimiento de agua que supondrá dotar a la ciudad.

Recolección de muestras para análisis de calidad de agua de las fuentes: Esta actividad contempló la recopilación de muestras de agua de las fuentes estudiadas y posteriormente la realización de análisis de calidad de agua físico – químico, bacteriológico, arsénico y metales pesados; siendo de vital importancia para establecer los parámetros de tratamiento en el sistema en la etapa de Diseño Final.

Reconocimiento “In Situ” del planteamiento esquemático del proyecto: Se elaboró la trayectoria de las tuberías y ubicación de las obras de captación y almacenamiento, presentando un esquema del proyecto, indicando distancias y rutas preliminares que serán definidas en reconocimiento en campo estableciendo distancias estimadas. En él se ubicaran puntos de referencias importantes como escuelas, iglesias, centros de salud, pozos existentes, viviendas beneficiadas y otra que sean necesario para lograr una buena comprensión de la situación actual de la comunidad.

El proceso de reconocimiento de las rutas se realizó en campo con ayuda de planos preliminares elaborados con los programas de dibujo asistido por computadora, además de verificarse con dispositivos GPS.

5.1.1.2. Elaboración del diagnóstico situacional

En esta fase se recopiló datos necesarios para conocer sobre antecedentes relacionados con los intentos de solución de la problemática en la zona en estudio, población objetivo y área de influencia, así como gravedad de la situación actual e intereses de los involucrados en el proyecto, además de elaborar la caracterización municipal, abarcando aspectos generales como lo son: climatológicos, geográficos, políticos, administrativos, ambientales y demográficos.

5.1.1.3. Realización del diagnóstico socioeconómico

Esta actividad incluyó el levantamiento de datos (con una muestra significativa) mediante la aplicación de encuesta a los hogares que se ubican en el sitio del proyecto y además de levantamiento catastral que fijan la relación entre la ubicación de las viviendas. Una vez desarrolladas las actividades aquí mencionadas se sostuvieron reuniones comunitarias con los dirigentes de cada barrio y miembros de la alcaldía quienes validaron y enriquecieron con sus aportes la investigación desarrollada.

5.1.1.4. Elaboración del marco referencial

En esta fase es donde se planteó la problemática, identificando los conceptos y términos relacionado con la misma en estudio, es decir, se referenciaron todos los aspectos que un proyecto de la tipología de infraestructura de agua y saneamiento debe involucrar, entre ellos: consideraciones generales para sistemas de abastecimientos agua potable, normas y reglamentos de diseño y construcción, enfoque ambiental para mitigar los impactos negativos, aspectos sociales que permitan la orientación para el desarrollo del proyecto.

5.1.1.5. Aplicación de metodología de enfoque de marco lógico (EML)

Análisis de los involucrados: Identificando a todos los individuos, grupos y organizaciones con alguna pertinencia en el proyecto y haciendo partícipe durante todo el proceso del proyecto a la alcaldía municipal de Rosita y a los líderes comunitarios para crear sinergias entre los implicados en un ambiente de retroalimentación.

Identificación de la problemática a resolver: Como parte de la metodología EML existe el análisis del “árbol de problemas”, en el cual, se presentó el problema central de la situación existente en forma negativa, señalando los efectos que

genera, así como las causas que lo ocasionan, una clara definición del problema (Situación “Sin Proyecto”) fue la clave del éxito para una mejor solución.

Análisis e identificación de alternativas: La identificación de las alternativas surgen de la valoración de la problemática, los involucrados, los objetivos factibles de alcanzar, disponibilidad de recursos, criterios ambientales, riesgos de sostenibilidad del proyecto, lo que permite un análisis comparativo entre las alternativas que admitan una solución factible para para la ciudad.

Selección y desarrollo de alternativa: En este punto las variables aportadas por el análisis son más certeras, la selección se realiza en función de parámetros ligados a las ventajas y desventajas de una alternativa con relación a la otra. Esto permite justificar porque se escoge específicamente dicha alternativa de solución, siendo la más viable, la técnicamente mejor planteada y económicamente factible para su inversión. Seleccionada la alternativa se realizó:

- Balance de Oferta – Demanda de Agua: Una vez realizado el diagnóstico socioeconómico, establecida la cantidad de familias beneficiadas por el proyecto y realizadas las pruebas definidas anteriormente, se procederá al análisis de Oferta y Demanda plantee satisfacer por un periodo de 20 años a los pobladores de estos barrios, considerando en ella las condiciones socioeconómicas de la ciudad y la demanda de la población.
- Cálculo preliminar de Tarifa: Con base en el balance Oferta – Demanda de Agua, se calcularon los costos de las alternativas propuestas y un análisis de la tarifa básica correspondiente, que asumirá cada familia beneficiada, para mantener operando el sistema durante su vida útil.

5.1.2. Etapa de diseño final

Una vez se aprobó la alternativa seleccionada en el Estudio de factibilidad, y definido todos los criterios y la base de cálculo para el diseño, se procedió a la elaboración de cada uno de los componentes por especialidad, los cuales están compuestos por los juegos de planos constructivos y las memorias de cálculo que materializaron los resultados de este proyecto en forma gráfica. Para el diseño de los sistemas de cada especialidad, se elaboró los cálculos correspondientes y se utilizó programas especializados para este propósito, cumpliendo con las normas y legislaciones vigentes específicas orientadas hacia cada uno de ellos.

Culminada esta fase, se procedió a la elaboración de las especificaciones técnicas constructivas, cronograma de ejecución física y presupuesto del proyecto.

La metodología empleada en cada uno de los estudios y diseño por especialidad se describe a continuación.

5.1.2.1. Realización de estudios especializados.

Entre los estudios realizados para la recopilación de datos y muestras Están:

- Estudio Topográfico.
- Estudio Geotécnico (Suelos y Bancos).
- Estudio Hidrológico.
- Evaluación de impacto ambiental.

Estudio Topográfico:

Trabajo de campo: El levantamiento se realizó por un equipo técnico conformado por un profesional con experiencia en levantamientos topográficos facilitado por la alcaldía municipal de Rosita.

En el levantamiento topográfico se hizo uso de un equipo precisión denominado Estación Total, en este caso Estación Total. Se Georeferenció con GPS, trabajando en conjunto con los técnicos municipales.

Análisis e interpretación de datos: El levantamiento de la planimetría con la altimetría es simultáneo y así mismo, se registraron las coordenadas (x, y, z) de cada punto observado. Además de esta versatilidad, se transfirió directamente del equipo a la computadora todos los datos tomados en campo para que luego estos se procesan por software especializado que automatiza el trabajo de modular digitalmente el terreno. El procesamiento de datos consistió en:

- Depuración de los puntos del levantamiento.
- Cálculos de precisiones
- Ajustes de cierre en poligonales
- Utilización del programa AutoCAD Civil 3d para realizar la superficie topográfica para establecer plano base, secciones, perfiles, movimiento de tierra.
- Elaboración final del documento

Estudio geotécnico.

Los estudios geotécnicos que corresponden a Proyectos de Agua Potable se ejecutó con el personal calificado del Laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería, estos estudios se dividen en sondeos sobre la línea de la tubería y para fuentes de materiales.

Identificación de Banco de material: Se analizó las Fuentes de materiales ubicados por la alcaldía municipal de Rosita para ser investigadas a fin de determinar su calidad para su posible uso en el proyecto.

Sondeos Manuales y Calicatas en Red de distribución y Líneas: Se efectuaron sondeos manuales a 1.20 metros de profundidad, en longitudes entre 250.00 a

500.00 metros, según aprecie el técnico en el terreno. De encontrarse problemas de filtraciones o nivel freático alto se registró. Además se tomaron muestras de los estratos encontrados en cada sondeo, las que fueron trasladadas al laboratorio para su análisis correspondiente.

Sondeos a Percusión: Se realizó tres sondeos a percusión (SPT) distribuidos donde se ubicarán las obras de almacenamiento y de captación, para la determinación de la capacidad de soporte del suelo, para el posterior diseño de cimentaciones.

Métodos de cálculo:

Las muestras obtenidas en el campo se reagruparon en el laboratorio para realizarle los ensayos básicos necesarios, para tal efecto se utilizaron los procedimientos establecidos por las Normas de la A.S.T.M¹.

Los suelos en estudio se clasificaron por el sistema S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), según la A.S.T.M., en su designación D 2487, para los sondeos a percusión y según la AASHTO² en su designación M 145 87 para los sondeos manuales.

Estudio hidrológico.

Debido a que la fuente en estudio es superficial, el análisis Hidrológico se basó en datos meteorológicos e Hidrométricos actualizados de las estaciones de INETER más cercanas al sitio (Estación 47002: Puerto cabezas II).

- Se efectuó la recopilación y procesamiento de los datos hidrometeorológicos existente, tanto de las estaciones hidrológicas como de las estaciones meteorológicas, representativas de la zona en estudio.

¹ ASTM (Siglas en Inglés). Asociación Americana para la prueba de los materiales (Traducción en Español).

² AASHTO (Siglas en Inglés). Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (Traducción en Español).

- Se determinaron las condiciones climatológicas, mediante la definición de los parámetros meteorológicos más relevantes.
- Se establecieron la caracterización hidro – física de la cuenca. Este análisis nos permitirá obtener los parámetros físicos que nos permiten determinar el comportamiento hidrológico de la cuenca, así como las características físicas en función de mapas temáticos que incluyen: cobertura vegetal, tipo de suelo, topografía, entre otros.
- Se elaboró el Balance hídrico de la Microcuenca tomando como base las condiciones físico-naturales e hidroclimáticas de la zona.

Métodos de cálculo:

Para el cálculo de caudales se realizó un aforo con el método Área - Velocidad, se utiliza en corrientes de agua que de acuerdo a sus características nos permitieron analizar el flujo de agua hacia un mismo punto para su recepción y medición. Este es un método sencillo, el cual exige poco equipo y es muy preciso si se aplica con mucho cuidado.

El Balance hídrico se calculó a través de la metodología de Sochinski³ modificado, el cual es muy utilizado a nivel de América Latina, en muchos estudios hidrológicos, y por muchas ONG's como CARE internacional quien ha trabajado por décadas en proyecto de Aguas y Saneamiento, ya que se adapta a las condiciones nuestras, además es la que recomienda por ANA (Autoridad Nacional del Agua), facilitando el análisis de las variables climáticas, como la evapotranspiración potencial y las precipitaciones medidas directamente en algunas estaciones meteorológicas.

³ Cálculo de la Recarga Potencial de Acuíferos Mediante un Balance Hídrico de Suelos". Gunther Schosinsky N. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica. 2007.

Para la determinación del Balance hídrico en la microcuenca se consideró información climática para un período de 25 años, siendo estas estaciones las más influyentes en la zona de estudio, considerando que no todas las estaciones registran las variables climáticas utilizadas para el cálculo del balance, la estación considerada fue la Estación 47002: Puerto cabezas II, debido a que las demás estaciones climáticas se encuentra muy dispersas y distantes de la microcuenca. Las variables utilizadas fueron Precipitación, temperatura, Evaporación, Evapotranspiración potencial y real del suelo y retención de humedad del suelo.

Los Resultados obtenidos en el Cálculo del Balance hídrico son: Evapotranspiración real, Déficit de humedad en el suelo, reserva de humedad disponible, y Excedentes de agua en la microcuenca. La evapotranspiración potencial resultante del balance hídrico fue estimada según Thornwait.

El estudio de la Oferta y Demanda de agua permitió analizar la capacidad de la microcuenca para el abastecimiento de las necesidades de agua demandadas por la población inmersa en la microcuenca.

Evaluación de impacto ambiental.

Se utilizó como base el sistema de gestión ambiental establecido por Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE) en la forma del Sistema de Gestión Ambiental (SISGA), se realizó el análisis ambiental del proyecto, para conocer su incidencia en el medio ambiente e incorporar medidas preventivas o de mitigación que sean necesarias para atenuar los efectos adversos de los impactos negativos, también en el análisis se determinó el responsable de las medidas de mitigación.

Métodos de cálculo:

- Se analizó el marco legal vigente para proyectos de abastecimiento de agua potable.

- Se determinó el área de influencia del proyecto (Área de influencia directa e indirecta)
- Se valoró la situación ambiental del área de influencia del proyecto (Medio biótico, abiótico y Socioeconómico)
- Se identificó y evaluó los impactos sin considerar el proyecto y que generen el proyecto por medio del método de matriz Causa y Efecto.
- Se elaboró un plan de mitigación de los impactos ambientales generados por el proyecto

5.1.2.2. Realización de diseños especializados.

El diseño integral del proyecto convoca a desarrollar distintas especialidades bajo una estrategia de sinérgica entre las cuales se mencionan:

- Diseño Hidráulico.
- Diseño Estructural.

Diseño Hidráulico.

Se efectuó análisis y simulaciones hidráulicas de la red de distribución del sistema con programas computarizados (WaterGEMS V8i), además de elaborar las memorias de cálculo e informe de especialidad para realizar la representación gráfica del proyecto, y así garantizar la argumentación, comprensión de todos los documentos y planos, empleando la NTON 09003 – 99⁴.

⁴ Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense: Normas de Diseño de Sistemas de Abastecimiento y Potabilización del Agua

A la misma vez se dimensionaron las obras físicas que conforman el proyecto para proseguir a los cálculos Estructurales.

Métodos de cálculo:

La fórmula usada para la proyección de las poblaciones futuras es la que corresponde al método geométrico. Este método es el que se utiliza en Nicaragua, ya que es el que mejor representa el ritmo de crecimiento de países en subdesarrollo donde hay un mayor porcentaje de población joven menor de 30 años. La fórmula se expresa como sigue:

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

Donde;

P_n = Población al final del período de diseño.

P_o = Población al inicio del período de diseño.

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

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

Las dotaciones utilizadas en la formulación y diseño del sistema de abastecimiento estuvieron de acuerdo a las normas de INAA.

A estas dotaciones se le sumaron las dotaciones especiales y el factor de pérdida. Las Variaciones de consumo de agua potable de la ciudad se obtuvieron de las siguientes expresiones:

$$\text{Consumo Promedio diario (CPD)} = D * P$$

Dónde:

D= Dotación de agua en l/hab/día

P= Población

CPD= Consumo Promedio Diario en l/día

$$\text{Consumo Promedio Diario Total (CPDT)} = \text{CPD} + \text{PA}$$

Donde:

CPD = Consumo Promedio Diario en l/día

PA = Pérdidas de agua (20% del CPD) en l/día

CPDT = Consumo Promedio Diario Total en l/día

$$\text{Consumo de Máximo Día (CMD)} = 1.5 * \text{CPD}$$

Donde:

CPD= Consumo Promedio Diario en l/día

CMD = Consumo de Máximo Día en l/día

$$\text{Consumo Máxima Hora} = 2.5 * \text{CPD}$$

Donde:

CPD= Consumo Promedio Diario en l/día

CMD = Consumo de Máxima Hora en l/día

Cobertura del Sistema: Para el diseño de Rosita se propone una cobertura de un 100% con conexiones domiciliarias determinándose en base a las necesidades identificadas por los usuarios del sistema, logrando de esta manera dar cumplimiento a unos de los objetivos principales del proyecto.

Diseño Estructural.

Se elaborará las memorias de cálculo y planos constructivos, para el tanque de almacenamiento y obras de captación.

Métodos de cálculo:

Se modelará la estructura del tanque de almacenamiento metálico en el programa de análisis y diseño estructural SAP 2000 v.17.1 siguiendo las normas

AWWA 2005 ⁵ y se diseñara las fundaciones del tanque según la capacidad admisible del suelo.

Costos y presupuestos del proyecto.

Para la determinación del costo de construcción total del proyecto, se requirió determinar los volúmenes de obras, costos unitarios, Take off y presupuesto del proyecto.

⁵ AWWA: (Siglas en Inglés) American Water Works Association

CAPITULO VI: ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

6.1. Diagnóstico de la situación actual del sistema de abastecimiento

6.1.1. Obra de fuente y toma

La fuente que se utiliza actualmente para el suministro de agua es Superficial sin regulación de caudal, ubicada en el río Zopilote en la comunidad Fruta de Pan, la obra de toma consiste en un dique transversal a la corriente del río con longitud aproximada de 17.60 metros y tubo recolector que contiene una rejilla de tipo Jhonson, la adopción de esta rejilla permitió evitar la construcción de un desarenador convencional a sedimentación hidráulica, lo que hubiese implicado infraestructura más compleja y una mayor altura del vertedero.

En base a los diagramas del fabricante de la rejilla, la pérdida de carga de la misma es insignificante, esta misma está conectada a una tubería de PVC de 8" de diámetro con longitud aproximada de 40 metros hacia la cámara de captación y bombeo. Según aforos realizados en el mes de octubre del año 2015 la producción de la fuente es de 1.357.45 l/s, lo cual es suficiente para abastecer al casco urbano. **(Ver Anexo I, Foto 6).**

6.1.2. Estación de bombeo

La estación de bombeo consiste en una cámara de succión de 12 m. de Profundidad, donde normalmente 6 metros de la misma son de columna de agua, por la cual bombean hacia un tanque de almacenamiento de 200,000 Galones por medio de dos bombas sumergibles, una de 40 Hp y otra de 50 Hp, las cuales trabajan alternamente y están conectadas en paralelo.

El lugar de emplazamiento de la estación de bombeo es vulnerable a crecidas del río Zopilote, lo que ha provocado daños en la infraestructura y provoca que el

sistema no esté en funcionamiento durante algunos días en el año en eventos especiales.

La cámara de succión fue diseñada para un periodo de vida útil de 20 años en el 2005, lo que significa que ya está al 50% de su vida útil y amerita un mantenimiento preventivo o correctivo. Las mejoras que se le han dado a esta son para protección para las crecidas del río, pero la sarta de bombeo queda expuesta. **(Ver Anexo I, Foto 5 y 12).**

6.1.3. Línea de conducción

La línea de conducción está compuesta por tuberías PVC de 6" de diámetro, cedulas SDR – 26 y SDR - 17, así como válvulas de aire y vacío en los puntos más altos y válvulas de limpieza en los puntos bajos.

6.1.4. Planta de purificación de agua

La planta de purificación existente es compacta tipo paquete de filtración rápida a presión de fabricación Israelí marca AMAID, suministrada por la empresa Válvulas y Filtraciones, está compuesta de un sistema de pre filtro diámetro de 4", seis cilindros de filtración gruesa y multimedia, un dosificador de sulfato de aluminio y un dosificador de cloro.

Posee un panel de retro lavado automático y con sistema integrado manual hidráulico, actualmente solo se está usando el integrado manual por falta de mantenimiento preventivo de las válvulas.

El caudal máximo de operación de la planta es de 220 GPM, esto restringe la capacidad de bombeo, por lo tanto para disminuir el tiempo de llenado de un nuevo tanque de almacenamiento se tendría que instalar un nuevo módulo de tratamiento. **(Ver Anexo I, Foto 2 y 3)**

6.1.5. Tanque de almacenamiento

El tanque de almacenamiento se encuentra en las cercanías a la entrada a la comunidad “Fruta de Pan”, en el cerro “El Tigre”. El tanque es de tipo superficial (Sobre el suelo), Clase: Acero.

El tiempo de vida útil es de 20 años, dado que se construyó en el 2005, ya cumple más del 50%, a este componente del sistema nunca se la ha dado mantenimiento correctivo, ni preventivo.

Actualmente el tiempo en llenar este tanque es de 16 Horas aproximadamente y el tiempo de vaciado es de 150 min. Dado el crecimiento poblacional acelerado del municipio y que el consumo por parte de la población no es constante, si no que varía según la hora del día y dado que el suministro es un caudal teóricamente constante el tanque de almacenamiento actual de 200,000 Galones no cubre la demanda actual de la población. **(Ver Anexo I, Foto 4).**

6.1.6. Red de distribución de agua potable

La actual red de distribución tiene una extensión total de 14,203.00 ml distribuida en tuberías diámetros de 8”, 6”, 4”, 3”, 2” y principalmente de 1”. Así como en la salida del tanque dos válvulas reguladoras y sostenedoras de presión con rangos de trabajo de 20 PSI, válvulas de aire y vacío en los puntos más altos y válvulas de limpieza en los puntos bajos, así como válvulas de pase para sectorizar.

Los usuarios carecen actualmente de medidores domiciliarios, lo que no facilita el buen uso racional del agua, ya que lo que pagan es una cuota mensual. Actualmente hay menos de 1,500 usuarios conectados al sistema.

6.1.7. Red de distribución eléctrica

Desde el año 2009 el municipio de Rosita cuenta con servicio de energía eléctrica a través del sistema de interconectado nacional, este servicio es administrado por la Empresa Nacional de Electricidad (ENEL), el proyecto existente de agua potable cuenta con transformadores y un tendido eléctrico que abarca la estación de bombeo y la planta de purificación.

6.1.8. Gravedad de la situación

El servicio de agua se está brindando en la mayoría de los barrios del casco urbano, pero dado a las condiciones de infraestructura del sistema, carece de calidad aprobada por las normas CAPRE (Normas de calidad del agua para consumo humano), además de contar con el servicio del vital líquido por solo horas al día.

6.1.9. Intentos de solución

Desde el año 2010 la alcaldía municipal ha hecho innumerables intentos para la rehabilitación completa del sistema de agua potable, con la compra de una bomba de 50 HP, Rehabilitación de una bomba de 40 HP, Rehabilitación de la sarta de bombeo, Rehabilitación de la Planta de Purificación, Instalación de Válvulas de aire y vacío en la línea de conducción y red de distribución, Ampliación de tanque de almacenamiento y construcción de obras de mitigación en la estación de bombeo, lo que ha permitido que el sistema funcione, pero esto aún no resuelve el problema de abastecimiento de agua a toda la población del casco urbano.

6.1.10. Participación de los actores

La comunidad se encuentra organizada mediante CLS, clubes deportivos, comité de iglesia, a través del comité de CLS se gestiona ayuda para la

comunidad y permite la participación de los comunitarios en la toma de decisiones.

Actualmente la mujer tiene participación en las diferentes formas de organización existentes en la comunidad.

6.1.11. Diagnóstico de los involucrados

Se define involucrados a todas las personas o grupos que tienen intereses a favor o en contra de este proyecto y que, a través de sus actitudes y acciones pueden influir para el éxito o fracaso del mismo, es por tal razón la importancia de reconocerlos para el correcto planteamiento de alternativas.

Tabla 1. Clasificación de los Posibles Involucrados en el proyecto.

N°	INVOLUCRADO	POSICION	PODER	INTENSIDAD
1	Consejo Regional	+	5	5
2	Alcaldía Municipal	+	4	5
3	INAA	+	3	4
4	Comunidad	+	4	5
5	MINSA	+	2	3
6	MINED	+	2	3
7	Otras Instituciones del estado	+	2	2

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la tabla anterior que el consejo regional tiene mayor poder e intensidad, seguido por la alcaldía municipal, como garantes de gestionar la financiación de este proyecto ante el gobierno central.

6.2. Identificación del problema

6.2.1. Definición del problema central

Una vez descrita la problemática y con ayuda del diagnóstico situacional, aplicando la herramienta de Enfoque de Marco Lógico, se realizó el árbol de problema, para definir el problema central como “**Deficiente servicio de agua potable**”, dado la mala calidad y el incompleto suministro de agua con que se atiende al casco urbano actualmente.

6.2.2. Definición de alcances

A continuación se el propósito o fin a resolver para el análisis de alternativas de solución de este proyecto.

Tabla 2. Determinación del propósito del proyecto (EML)

ALCANCE DE DESARROLLO	ALCANCES ESPECÍFICOS	MEDIOS	PROPÓSITO (FIN) DEL PROYECTO
Formular un eficiente sistema de abastecimiento de agua potable para el casco urbano del municipio de Rosita, RAAN	✓ Considerar un sistema de agua potable con capacidad suficiente para abastecer a la población beneficiada por un periodo de 20 años.	✓ Estadísticas poblacionales de los últimos 10 años por parte del MINSA, Alcaldía Municipal e INIDE.	✓ Satisfacción generalizada por parte de los usuarios.
	✓ Determinar un sistema de agua que sea rentable económicamente.	✓ Estimación de costos de ejecución, operación y mantenimiento, así como un análisis Financiero.	✓ Erradicación de enfermedades por consumo de agua.
	✓ Definir un sistema que cumpla con los parámetros de calidad del agua en todos sus componentes.	✓ Análisis de calidad de agua actual, para definir medidas de tratamiento.	✓ Población motivada a pagar el servicio de agua potable.

Fuente: Elaboración Propia

6.3. Estudio socioeconómico

6.3.1. Población y Vivienda

En general dentro de la población del área de estudio se aprecia un predominio del sexo femenino, cuyos resultados son producto del análisis realizado sobre el número total de miembros de familia que habitan en una misma vivienda.

La información proveniente de las encuestas indica que en el área de estudio el 54 % de los hogares son encabezados por mujeres y un 46 % por varones, las familias están conformadas por un mínimo de 2 personas y un máximo de 17 personas. Los casos de hacinamiento son pocos (considérese cuando en una vivienda habitan dos o más familias por cuarto).

Otro dato extraído de los instrumentos, es el predominio de las familias nucleares compuestas por una sola familia (64.42 %), aunque también existen viviendas donde conviven 2 ó 3 familias (12.50 % y 11.54 % respectivamente) y en menor grado hasta 4 (8.65 %) o más de 5 familias.

En relación al estado de las viviendas en el área de análisis en este Ítem se obtuvo información trascendental que nos permita conocer el uso, propiedad, material de construcción y existencia de servicios básicos en los hogares encuestados, esto nos dará una idea general sobre la situación actual de las viviendas. Según los resultados obtenidos el 92 % de la población encuestada manifestaron ser propietaria de su vivienda, el inquilinato ocupa un 5 % y otros habitantes indicaron que la vivienda es prestada.

Cabe mencionar que por razones culturales de la región aunque los habitantes afirmen que sean propietarios de sus viviendas, una parte de ellos no poseen títulos de propiedad de la misma.

La mayor parte de la población, 82.76 % manifestó usar la vivienda únicamente para vivencia. En cambio el 17.24 % de los encuestados manifiesta usar la vivienda para realizar alguna actividad económica referida a: Agricultura 16 %, Ganadería 8 %, Comercio 32%, Prestación de Servicio 16 %, Otra 28 %.

Con respecto a los materiales de las viviendas se analizaron 3 elementos principales de su estructura: cubierta de techo, paredes y piso. Según los datos obtenidos a través de las encuestas los materiales predominantes utilizados para la construcción de sus viviendas son:

Cubierta de techo: el material más utilizado es el Zinc (98.62 %), casi el total de la muestra hacen uso de este material como cerramiento de cubierta.

Paredes: Los porcentajes más altos en el elemento pared se manifiestan en el uso de materiales como bloques 49.66 % y madera 51.72 %, utilizados de manera individual o combinados y originando lo que conocemos comúnmente como sistema constructivo tipo minifalda (muro inferior de bloques con madera en la parte superior de la vivienda).

Piso: según la muestra el 34.48 % de las viviendas utiliza madera como piso siendo esta una característica constructiva de la zona. Un porcentaje similar se manifiesta en el uso de embaldosado de concreto 33.79 %.

En relación a los servicios que poseen los habitantes, el 95.17 % de los encuestados manifestó tener energía eléctrica de forma definitiva, de igual manera el 60 % manifestó poseer Agua Potable. El acceso a la telefonía fija es escasa, pero es solventada con telefonía móvil a la cual tiene acceso el 36.55 % de la muestra. Otros servicios con que cuentan los encuestados es cable tv (71.03 %) distribuido por la misma compañía de telefonía móvil y en lo que respecta al acceso a internet, este servicio es más limitado en la zona apenas el 5.52 % de la población muestra lo posee. **(Ver gráficos en Anexo A).**

6.3.2. Salud y Educación:

La proliferación de enfermedades está condicionada por el entorno inmediato y especialmente por las circunstancias de vida de las personas o la sociedad en su conjunto. Entendido por conjunto a los valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y un momento determinado, y que influyen en la vida del hombre y en las generaciones venideras. En lo referente a la aplicación del instrumento socioeconómico el acápite de salud se enfoca en la búsqueda de enfermedades relacionadas con la presencia de animales domésticos, eliminación de basura generada en los hogares y producto de la calidad del agua que consumen los pobladores del casco urbano de Rosita.

Las encuestas evidencian que la mayor parte de la población (64.14 %) poseen animales domésticos, principalmente perros y gallinas (68.97 %). Así mismo el análisis determina que el 59.31 % de esta población entierra o quema la basura generada dentro de su vivienda esto a pesar de la alcaldía brinda servicio de recolección de basura del cual hace uso solo un 40.69 % debido a la poca frecuencia del mismo.

En cuanto al nivel de escolaridad se refleja un alto índice de habitantes sin escolaridad (18 %) y escolaridad incompleta que van desde primaria (27 %) hasta secundaria (18 %) aunque es rescatable mencionar que el 16 % de la población recibió educación superior. **(Ver gráficos en Anexo A).**

6.3.3. Economía:

Es evidente que la ocupación principal de población encuestada es ama de casa (53.24 %). La principal ocupación generadora de ingresos está definida entre profesionales y comerciantes (ambos con 11.51 %) y otras actividades propias de la región como güirisería (10.07 %).

En cuanto a las jornadas laborales la principal fuente de ingreso es producto de empleos tiempo completo (66 % de los encuestados) aunque también existen

otro tipo de jornadas (17 %) donde los encuestados manifestaron definir el periodo de trabajo, como es el caso de las personas que se dedican a la güiriseria. De los gastos pagados dentro la vivienda el análisis proyecta que el 48 % de las familias pagan sus gastos una sola persona mientras que el 29 % sufragan los gastos entre 2 individuos. En el caso de los ingresos económicos parte de las familias (25.37 %) reciben ingresos mensuales mayor a 6,000 mil córdobas esto es producto posiblemente del desarrollo económico que presenta la ciudad de Rosita en comparación con el resto de la Costa Caribe, a pesar de esto el mayor porcentaje está representado por familias de ingresos de menos de 3,000 córdobas 50 %, dato del que forman parte las familias que tienen un ingreso menor de 500 y máximo 3,000.

En cuanto a la distribución mensual del gasto familiar en el instrumento aplicado se analizó los gastos que difieren de alimentación. Los resultados obtenidos se observan en el Gráfico 15: el cual nos indica que en primer lugar los ingresos cubren los servicios básicos como: luz, agua y cable tv. En segundo lugar los ingresos son distribuidos en servicios secundarios como: pago de basura, telefonía fija o móvil, salud y educación. **(Ver gráficos en Anexo A).**

6.3.4. Participación comunitaria:

El 59.33 % de la población manifiesta no participar en actividades comunitarias. Con respecto a la temática religiosa esta representa la principal actividad de la que son partícipes los encuestados (12 %). **(Ver gráficos en Anexo A).**

6.3.5. Abastecimiento de agua potable:

En esta sección se presenta los resultados referentes al sistema de agua potable con que cuenta el casco urbano del municipio, en donde se analizan la cobertura del sistema, las fuentes de abastecimiento y la calidad del servicio. Es importante mencionar que el sistema de Agua Potable actual de la ciudad no

está diseñado para cubrir el rango de población existente, como consecuencia de esto la población no tiene acceso al servicio las 24 horas del día y está limitada a ser servida del líquido dos veces a la semana en la mayoría de los barrios.

Es importante mencionar que el muestreo determinó la presencia de habitantes que a pesar de estar conectados a la red pública siguen haciendo uso de pozos artesanales para lavado o consumo, debido al servicio inadecuado de agua potable brindado. Según las encuestas realizadas el 93.84 % de la población está conectada al sistema de agua potable de la ciudad, sin embargo únicamente el 29 % de esta población utiliza el sistema actual como único medio de abastecimiento de agua potable.

El resto de los encuestados utilizan sistemas alternos para satisfacer sus necesidades, siendo los pozos artesanales los más utilizados (59.62 %) para consumo o lavado. Los pozos comunales o perforados representan el segundo sistema más utilizado (24.04 %) por los usuarios y otras fuentes de consumo como la compra de agua envasada representa el 8.65 % de los encuestados.

Con respecto a los problemas de abastecimiento de agua potable los principales son: sequía (44.06 %) referido a que en lapsos de tiempo los habitantes carecen de agua en la mayoría de los barrios y en segundo lugar la falta de infraestructura adecuada (32.87 %) debido a que el sistema de agua potable actual no está diseñado para cubrir el rango de población existente en la ciudad, por último la población manifiesta la mala calidad del líquido potable especialmente en épocas de invierno.

En cuanto al pago por este servicio el 40 % de la población manifestó pagar entre 50 a 100 córdobas, el 20 % entre 0 a 50 córdobas, el 17 % entre 100 a 200 córdobas y apenas un 14 % paga más de 200 córdobas. **(Ver gráficos en Anexo A).**

6.3.6. Saneamiento:

En el casco urbano de Rosita no cuentan con sistema de alcantarillado sanitario. La mayoría de los casos de estudios utilizan sistemas alternativos para la disposición de sus excretas siendo el más usado las letrinas (81 %) de tipo sencillas (77.31 %) construidas con materiales de madera y zinc (82.29 %), aunque también existen pocos casos que utilizan inodoros con sumideros 9 % y otros en los que no poseen ninguna de las alternativas anteriores (10 %) sino que recurren al sistema utilizado por el vecino. **(Ver gráficos en Anexo A).**

6.3.7. Aceptación y apoyo al proyecto:

Basado en las condiciones antes mencionadas, la mayoría de la población encuestada (96 %) considera entre muy necesario y necesario la construcción de un acueducto para la ciudad. Es importante mencionar la aceptación de la población para este proyecto, la cual manifiesta que el 100 % de ella estaría dispuesta a pagar por el servicio. Según la encuestas el 61.28 % sugieren una tarifa entre 100 a 200 córdobas. **(Ver gráficos en Anexo A).**

6.4. Factibilidad técnica

6.4.1. Análisis de la demanda de agua potable

Para realizar la proyección de demanda de agua potable, fue necesario considerar los datos históricos de crecimiento obtenidos de los resultados oficiales publicados por el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE) y el censo que se realizó como parte de este trabajo monográfico en el año 2016, a continuación se presentan los resultados del análisis de crecimiento histórico del casco urbano del municipio de Rosita.

Tabla 3. Tasa de crecimiento poblacional del municipio.

Grupo Poblacional :	Población Nacional	Dato histórico		Dato Reciente		Tasa de crecimiento calculada
		Año:	1995	Año:	2005	
Datos demográficos nacionales						
País :	Nicaragua	4,357,099.00 Hab.		5,142,098.00 Hab.		1.67%
Región :	R.A.C.C.N.	192,716.00 Hab.		314,130.00 Hab.		5.01%
Municipio :	Rosita	14,599.00 Hab.		22,723.00 Hab.		4.52%
Tasa media del territorio						3.73%

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

Tabla 4. Tasa de crecimiento poblacional del casco urbano del municipio.

Grupo Poblacional :	Población Nacional	Dato histórico		Dato Reciente		Tasa de crecimiento calculada
		Año:	1995	Año:	2005	
Datos demográficos nacionales						
País :	Nicaragua	2,370,810.00 Hab.		2,875,550.00 Hab.		1.95%
Región :	R.A.C.C.N.	51,224.00 Hab.		88,065.00 Hab.		5.57%
Municipio :	Rosita	5,930.00 Hab.		8,535.00 Hab.		3.71%
Tasa media del territorio						3.74%

Fuente: Instituto Nacional de Información de Desarrollo.

A continuación se presentan los datos del censo realizado en marzo del año 2016

Tabla 5. Datos del Censo realizado en marzo 2016.

Comunidad :	Casco Urbano	TOTAL
Cantidad de Habitantes :	11,864 Hab.	12,122 Hab.
Cantidad de Viviendas :	2,907 Viv.	2,907 Viv.
Hab. / Viv. :	4.08 Hab./Viv.	4.08 Hab./Viv.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6. Tasa de crecimiento Año 2005 – 2016.

	Año	Población de las Comunidades	Tasa de Crecimiento Comunal	
Dato histórico:	2005	8,535 Hab.	3.35 %	TCA_Calculada
Dato presente:	2016	11,864 Hab.	3.35 %	
Dato beneficiar:	2016	11,864 Hab.		TCA_Adaptada
Dato año base:	2017	13,003 Hab.		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7. Proyección de Demanda Promedio Diaria, CMD, CMH y Volumen de almacenamiento requerido.

AÑO	POBLACIÓN	Cobertura (%)	DOTACIÓN		CONSUMO PROMEDIO DIARIO					Hf Perdida a 20% CPD	CPDT	CMD	CMH	ALMAC.	
					DOMÉSTICO		ESPECIALES		l/s					GAL	m³
	HAB.		(g/hab/d)	(l/hab/d)	(g/d)	(l/d)	14 % (g/d)	14 % (l/d)		(l/s)	(lps)	(lps)			
2,017	12,672	100.00	30.00	113.00	380,160.00	1,431,936.00	53,222.40	200,471.04	18.89	3.78	22.67	32.12	51.01	238,513.29	902.78
2,018	13,097	100.00	30.00	113.00	392,910.00	1,479,961.00	55,007.40	207,194.54	19.53	3.91	23.43	33.20	52.72	244,299.13	924.67
2,019	13,535	100.00	30.00	113.00	406,050.00	1,529,455.00	56,847.00	214,123.70	20.18	4.04	24.22	34.31	54.49	250,261.95	947.24
2,020	13,989	100.00	30.00	113.00	419,670.00	1,580,757.00	58,753.80	221,305.98	20.86	4.17	25.03	35.46	56.31	256,442.59	970.64
2,021	14,458	100.00	30.00	113.00	433,740.00	1,633,754.00	60,723.60	228,725.56	21.56	4.31	25.87	36.65	58.20	262,827.43	994.80
2,022	14,942	100.00	30.00	113.00	448,260.00	1,688,446.00	62,756.40	236,382.44	22.28	4.46	26.73	37.87	60.15	269,416.48	1019.74
2,023	15,442	100.00	35.00	132.00	540,470.00	2,038,344.00	75,665.80	285,368.16	26.89	5.38	32.27	45.72	72.62	311,570.64	1179.30
2,024	15,960	100.00	35.00	132.00	558,600.00	2,106,720.00	78,204.00	294,940.80	27.80	5.56	33.36	47.25	75.05	319,808.27	1210.48
2,025	16,494	100.00	35.00	132.00	577,290.00	2,177,208.00	80,820.60	304,809.12	28.73	5.75	34.47	48.84	77.56	328,300.36	1242.62
2,026	17,047	100.00	35.00	132.00	596,645.00	2,250,204.00	83,530.30	315,028.56	29.69	5.94	35.63	50.47	80.16	337,094.59	1275.91
2,027	17,618	100.00	35.00	132.00	616,630.00	2,325,576.00	86,328.20	325,580.64	30.68	6.14	36.82	52.16	82.85	346,175.07	1310.28
2,028	18,208	100.00	35.00	132.00	637,280.00	2,403,456.00	89,219.20	336,483.84	31.71	6.34	38.05	53.91	85.62	355,557.71	1345.79
2,029	18,818	100.00	35.00	132.00	658,630.00	2,483,976.00	92,208.20	347,756.64	32.77	6.55	39.33	55.72	88.49	365,258.40	1382.51
2,030	19,449	100.00	35.00	132.00	680,715.00	2,567,268.00	95,300.10	359,417.52	33.87	6.77	40.65	57.59	91.46	375,293.05	1420.49
2,031	20,100	100.00	40.00	151.00	804,000.00	3,035,100.00	112,560.00	424,914.00	40.05	8.01	48.06	68.08	108.13	431,655.38	1633.82
2,032	20,773	100.00	40.00	151.00	830,920.00	3,136,723.00	116,328.80	439,141.22	41.39	8.28	49.66	70.36	111.75	443,898.46	1680.16
2,033	21,469	100.00	40.00	151.00	858,760.00	3,241,819.00	120,226.40	453,854.66	42.77	8.55	51.33	72.72	115.49	456,559.96	1728.08
2,034	22,189	100.00	40.00	151.00	887,560.00	3,350,539.00	124,258.40	469,075.46	44.21	8.84	53.05	75.15	119.36	469,658.07	1777.66
2,035	22,932	100.00	40.00	151.00	917,280.00	3,462,732.00	128,419.20	484,782.48	45.69	9.14	54.83	77.67	123.36	483,174.58	1828.82
2,036	23,700	100.00	40.00	151.00	948,000.00	3,578,700.00	132,720.00	501,018.00	47.22	9.44	56.66	80.27	127.49	497,145.89	1881.70
2,037	24,494	100.00	40.00	151.00	979,760.00	3,698,594.00	137,166.40	517,803.16	48.80	9.76	58.56	82.96	131.76	511,590.19	1936.37

Fuente: Elaboración Propia

6.4.2. Análisis de oferta

6.4.2.1. Inventario hídrico de fuentes existentes

Dado que la producción de la fuente de abastecimiento es de 1,357.45 l/s y no está contaminada por metales pesados ni residuos de plaguicidas organoclorados u órganos fosforados, se considera utilizar la misma fuente para abastecer a la población.

6.4.2.2. Calidad del agua

Para conocer la calidad de agua de las fuentes se recopilaron muestras y se realizaron ensayos de laboratorios, entre ellos físico-químico, micro bacteriológico y determinación de Arsénico y Mercurio (**Ver anexos B**).

Resumiendo los resultados, se puede apreciar que la fuente en estudio sobrepasan los valores recomendados por las normas CAPRE, en respecto a la presencia de coliformes fecales y totales (ver tabla No. 8), por lo que conlleva que todas deben pasar por un proceso de desinfección como mínimo; en relación a las pruebas físico-químico, con respecto al color verdadero, el Río Zopilote sobrepasa el valor recomendado, nada que no pueda ser tratado en el proceso de potabilización.

Cabe destacar que ninguna de las muestra de las fuentes presenta el contenido de Arsénico, Cianuro o Mercurio, pero si presentan contenido de Hierro Total.

La turbiedad presentada en el rio es baja considerando que es una fuente superficial y que el muestreo se realizó en octubre, se encontraron resultados de análisis de turbiedad históricos en el rio, no sobrepasando valores mayores a 50 NTU.

Tabla 8. Resultado de Ensayos de aguas, Rio Zopilote.

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO		
Parámetro	Valor máximo permisible	Rio Zopilote
Aspecto	NE	Turbia, amarillenta
Potencial de Hidrogeno	6.5 - 8.5 PH	7.38 PH
Conductividad Eléctrica	400 μ s/cm	90.70 μ s/cm
Turbiedad	5 NTU	39.00 NTU
Color Verdadero	15 UC	218
Alcalinidad	NE (mg/l)	33.60 mg/l
Carbonatos	NE (mg/l)	< 0.10 mg/l
Bicarbonatos	NE (mg/l)	33.60 mg/l
Nitratos	50 (mg/l)	44.60 mg/l
Nitritos	0.10 (mg/l)	< 0.009 mg/l
Cloruro	250 (mg/l)	9.43 mg/l
Hierro Total	0.30 (mg/l)	1.312 mg/l
Sulfatos	250 (mg/l)	< 1.00 mg/l
Dureza Total	400 (mg/l)	29.79 mg/l
Dureza Cálctica	NE (mg/l)	18.97 mg/l
Calcio	100 (mg/l)	7.60 mg/l
Magnesio	50 (mg/l)	2.63 mg/l
Manganeso	0.50 (mg/l)	< 0.02 mg/l
Sodio	200 (mg/l)	7.40 mg/l
Potasio	10 (mg/l)	1.83 mg/l
Flúor	0.70 (mg/l)	0.08 mg/l
Cianuro	0.05 (mg/l)	< 0.02 mg/l
Arsénico	0.01 (mg/l)	< 0.001 mg/l
Mercurio	0.001 (mg/l)	< 0.001 mg/l
Coliforme Total	Neg.	5.4 x 10 ³
Coliforme Fecal	Neg.	4.9 x 10 ²

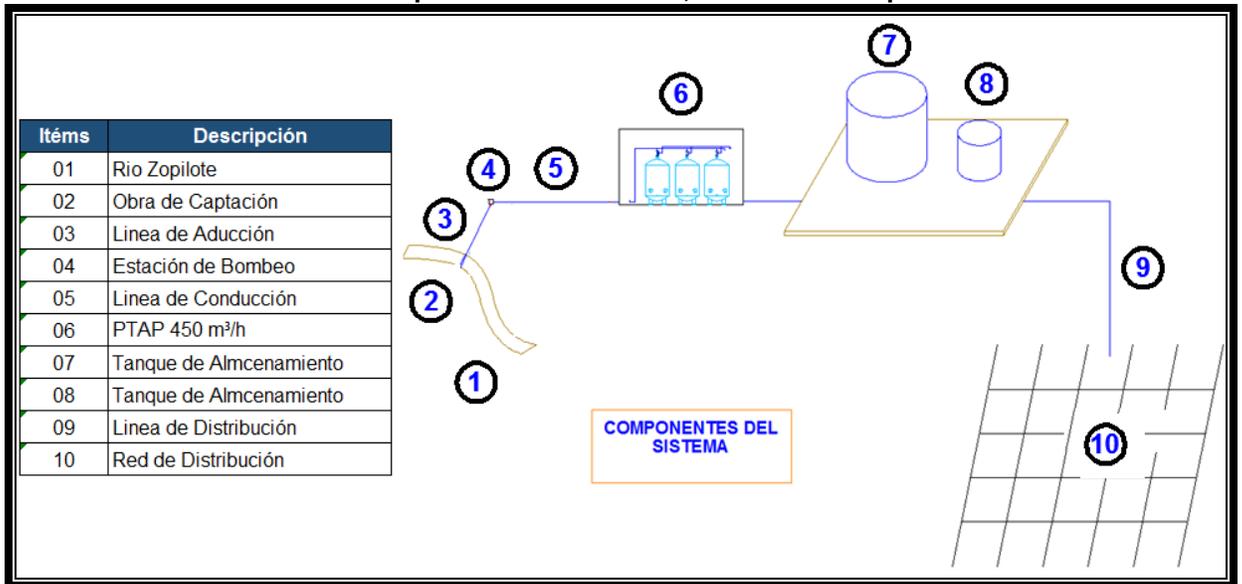
Fuente: Análisis de agua en el rio zopilote PIENSA/UNI

6.4.3. Alternativa de solución

Se plantea como alternativas para solucionar el problema cumpliendo con los objetivos establecidos la Ampliación de Estación de Bombeo + Ampliación de Línea de Conducción + Reutilización de planta de tratamiento compacta Existente + Nueva Planta de Tratamiento Compacta (Capacidad 400 m³/h) +

Nuevo Tanque de Almacenamiento (Capacidad 400,000 Gln.) + Ampliación de Red de Distribución.

Ilustración 2. Componentes del sistema, Alternativa Propuesta



Fuente: Elaboración Propia

Las dimensiones de esta alternativa serán las siguientes:

Tabla 9. Dimensiones de Alternativa propuesta

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDADES APROXIMADA A USAR
01	Nueva Estación de Bombeo	120.00 m ²
02	Nueva Planta de Tratamiento de filtración de múltiple etapa.	400 m ²
03	Nuevo tanque de almacenamiento	650 m ²
04	Ampliación de Red de distribución	30,497.16 ml

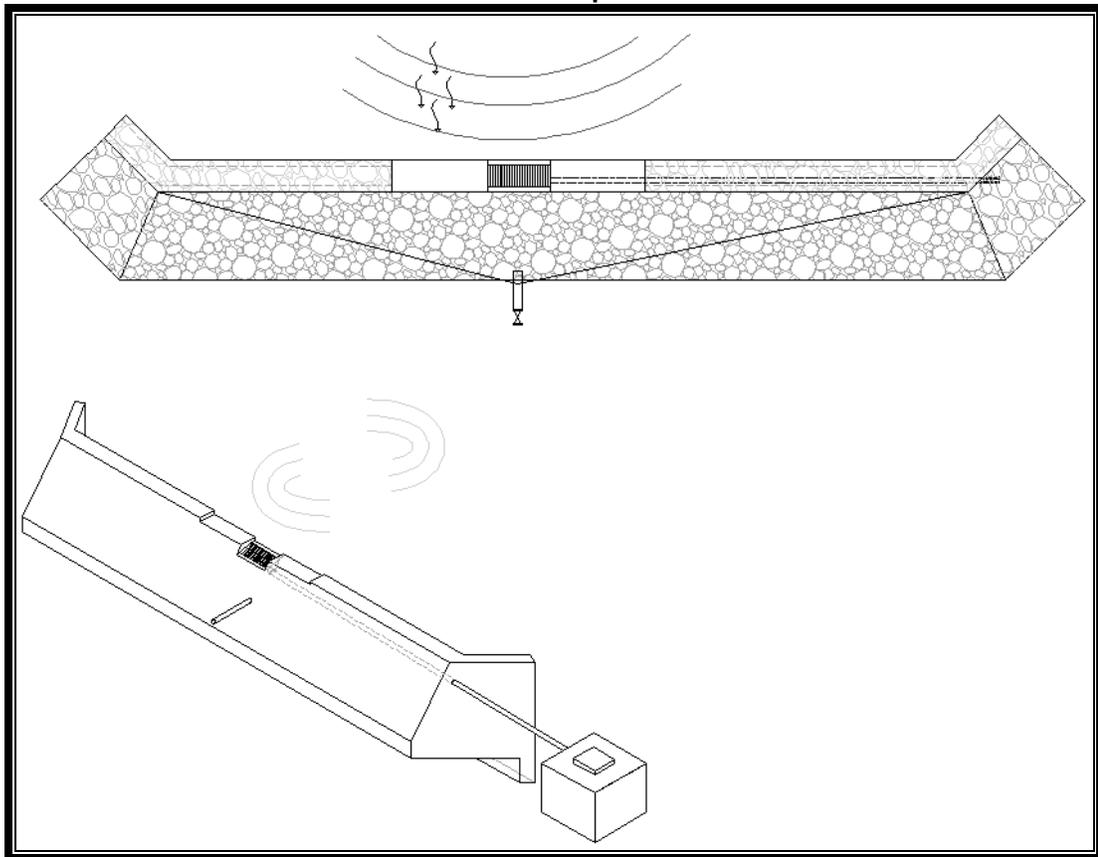
Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la memoria técnica del diseño de los elementos del sistema de abastecimiento de agua potable.

6.4.3.1. Fuente y obra de toma

La fuente de agua propuesta para el abastecimiento del casco urbano del municipio de Rosita, consistirá en un dique toma ubicado transversalmente al río Zopilote, ubicado aguas abajo de la actual obras de captación, en terreno propiedad de la alcaldía municipal, el criterio más importante utilizado es que se cumpla la siguiente condición: Relación $(Q_{\text{estiaje}} / Q_{\text{med}}) \geq 1.5 = 250.12 \text{ lps} / 58.56 \text{ lps} = 4.28$ “Cumple con la condición”. En **anexo B**, se presenta el estudio hidrológico realizado.

Ilustración 3. Obra de Captación a construir

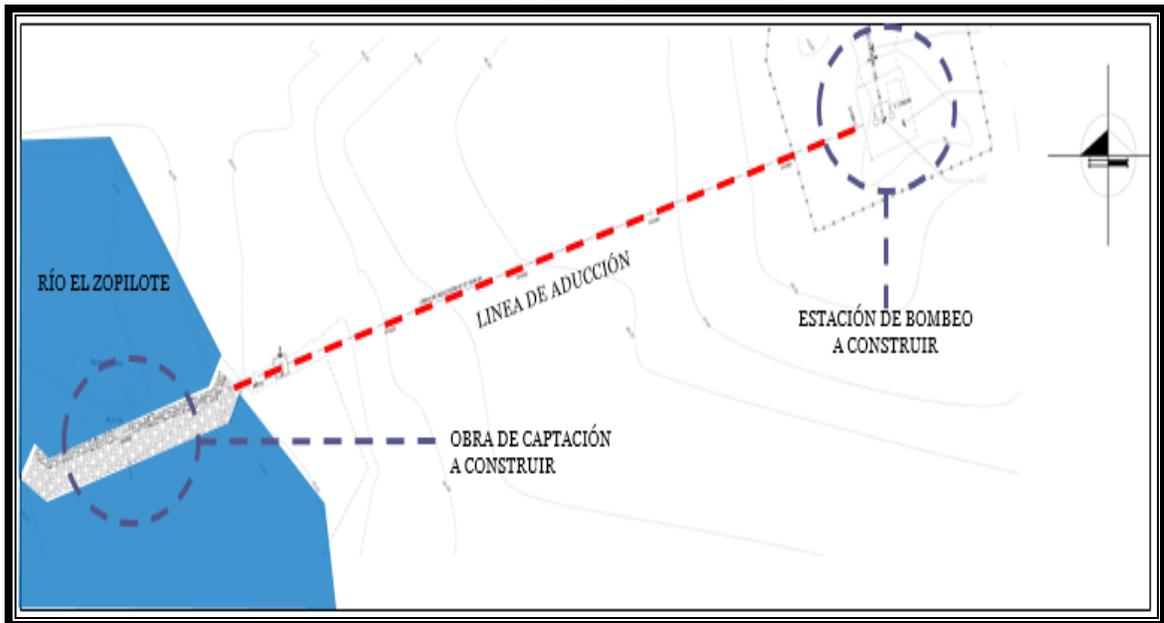


Fuente: Elaboración Propia

6.4.3.2. Línea de aducción

Entre la obra de captación y la cámara de pozo húmedo estará la línea de aducción, esta será de una longitud de 56.00 ml de tubería PVC, SDR – 26, diámetro de 15”. A continuación se esquematiza la línea de aducción.

Ilustración 4. Línea de Aducción



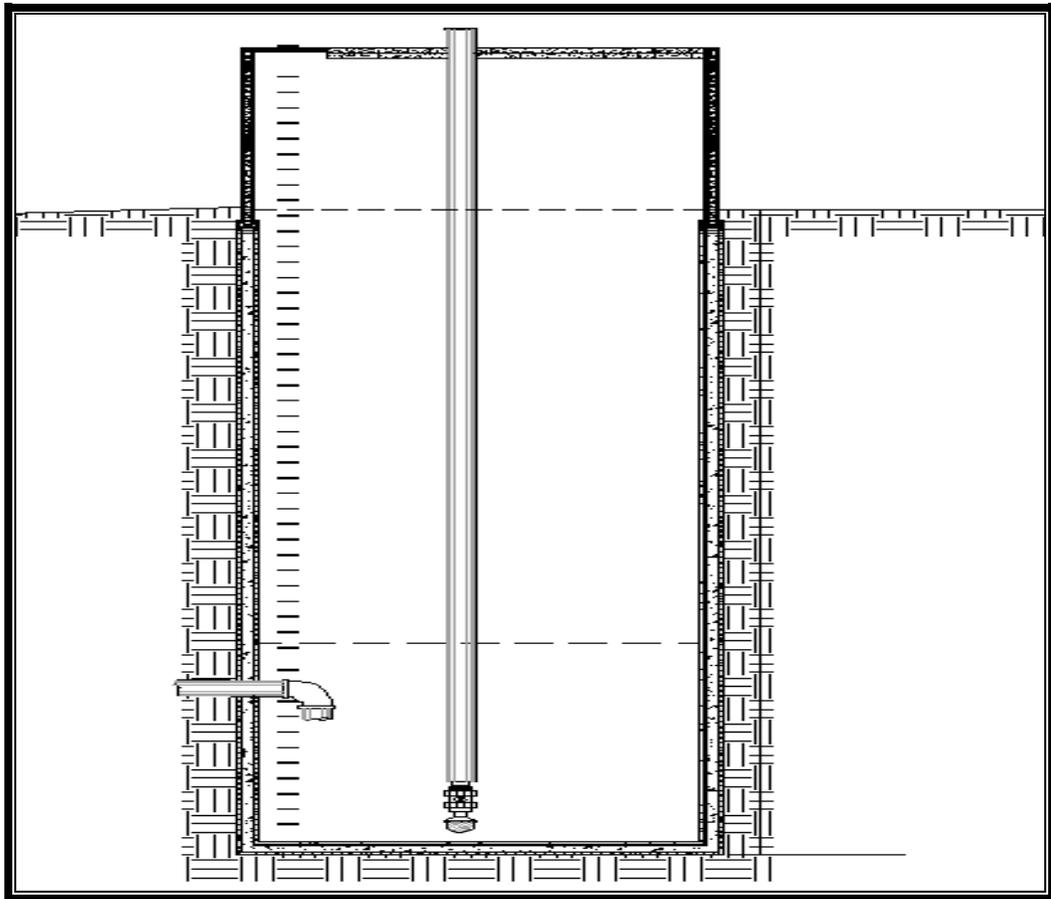
Fuente: Elaboración Propia

6.4.3.3. Estación de Bombeo

La estación de bombeo estará compuesta de una cámara de pozo húmedo de concreto reforzado de 3,000 PSI cubriendo un área de 24.70 m², equipada con tres bombas sumergibles de 175 HP (130.50 KW – H) 3/60/460 voltios, caudal de bombeo de 1,970 GPM y 630 Pie de Carga Total Dinámica), dos bombas trabajarán en paralelo y la tercera será de emergencia en casos de mantenimiento del sistema de Bombeo, contará también con un sarta de bombeo de tubería de Hierro Fundido con diámetro de 8” y una cámara de elevación de Sarta que cubrirá un área de 17.25 m² (Esta para proteger la sarta en caso de un desborde del río Zopilote). Ver Ilustración No. 4 y 5, Ver cálculos hidráulicos en **Anexo “E”** y planos constructivos del proyecto en **Anexo “K”**

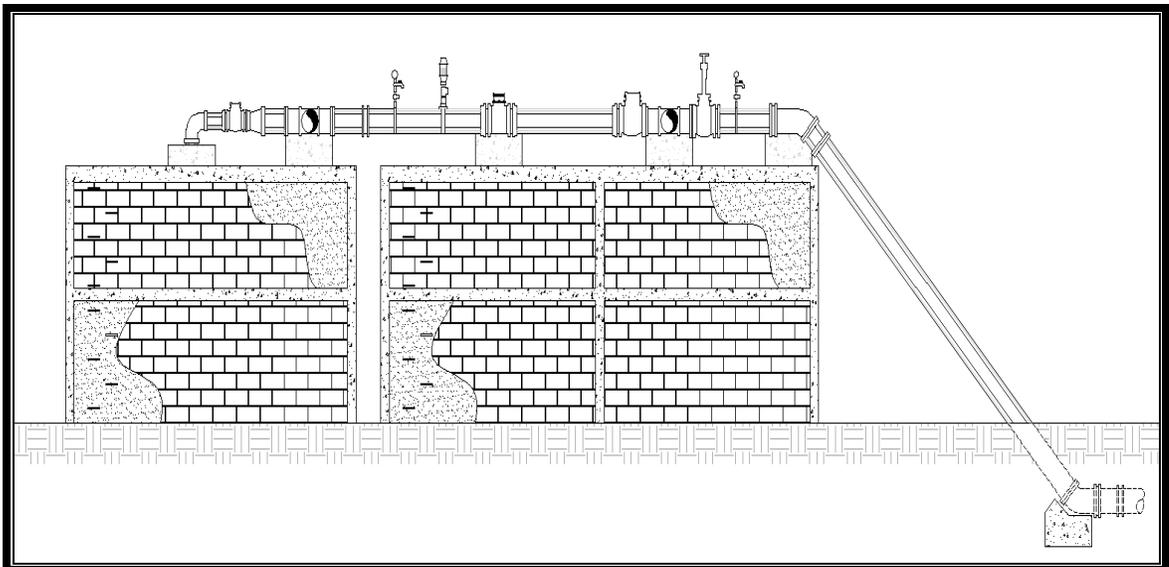
La estación de bombeo llevará su sarta de bombeo, esta incluirá: Medidor de Flujo, válvula check, válvula de alivio, válvula de aire, válvulas de compuerta y manómetro.

Ilustración 5. Cámara de Pozo Húmedo a Construir



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 6. Sarta de Estación de Bombeo a Instalar.

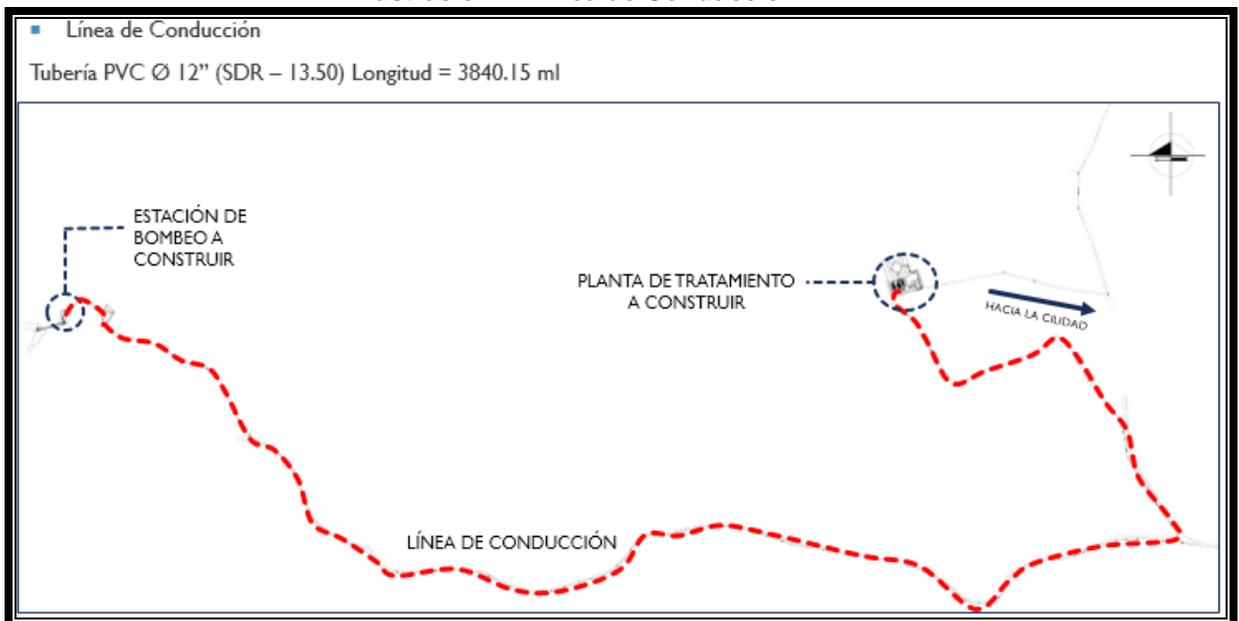


Fuente: Elaboración Propia

6.4.3.4. Línea de conducción

La línea de conducción a requerir en el proyecto tendrá una longitud de 3,840 metros de tubería PVC (Policloruro de vinilo) con un diámetro de 12" SDR – 13.5. Para evitar el daño por golpes de ariete o sobre presiones tendrá dieciséis válvulas de aire y vacío, además para garantizar el buen funcionamiento contará con nueve válvulas de Limpieza. La velocidad del flujo de agua en la tubería se calculó para 1.8 m/s. Ver memoria de cálculo en **Anexo "E"**.

Ilustración 7. Línea de Conducción



Fuente: Elaboración Propia

Para identificar los tipos de suelo se realizaron los estudios geotécnicos (**Ver anexo "D"**).

6.4.3.5. Planta de Tratamiento de Agua Potable

Se instalarán dos plantas de tratamiento compacta, filtración rápida tipo paquete, para un caudal de 200 m³/h cada una y se rehabilitará la existente de un caudal de 45 m³/h. El agua procesada cumplirá con las normas de calidad establecidas por las Normas de Calidad CAPRE y OMS.

Tabla 10. Parámetros Principales de Tratamiento.

Determinación	U/M	Valor Base	Rango máximo admisible puntualmente en la entrada de PTAP
Temperatura	°C	25.00	20.00 - 35.00
Color Verdadero	UC	20.00	50.00 - 220.00
Turbiedad	UNT	50.00	5.00 - 100.00
Hierro Total	mg/l	0.10	0.10 - 1.50

Fuente: Válvulas y Filtraciones S.A.

El sistema se configurará en un área de 180 m² (18.00 m x 10.00 m), se contempla componente por cloración gaseosa para desinfección para eliminar Coliformes Fecales y Totales, de tal manera que se garantiza el suministro de agua con la calidad establecida por las Normas de Calidad CAPRE y OMS.

La presión manométrica mínima requerida será de 2.5 bar, la Presión de trabajo máximo será de 8.0 bar. La pérdida de presión en el sistema integral de filtración no excederá los 5 m.c.a. en condiciones extremas.

La planta de Tratamiento de Agua Potable trabajará presurizada y estará compuesta por los siguientes procesos:

Ilustración 8. Procesos de la Planta de Tratamiento.



Fuente: Válvulas y Filtraciones S.A.

Los datos de diseño son:

- ✓ Caudal Nominal: 200 m³/h
- ✓ Área efectiva de filtración: 15.70 m²
- ✓ Velocidad de filtrado: 10.31 m/h

Los componentes principales de la planta de tratamiento serán los siguientes:

Pre filtración: Para reducir los sólidos suspendidos totales, se propone instalar un sistema de pre filtración automática, sistema de auto limpieza funciona con energía eléctrica y contiene un sistema de aspiración para la limpieza de pantalla, un motor eléctrico con un engranaje de tornillo sinfín para accionar el sistema de aspiración en un movimiento helicoidal, y un PLC (Controlador Lógico Programable) para realizar el proceso de limpieza.

Bomba dosificadora de sulfato de aluminio: La aplicación de Sulfato de Aluminio $AL_2(SO_4)_3$ tiene la finalidad de bajar la turbiedad del agua cruda, para este propósito se requiere de una bomba dosificadora electromagnética de membrana y un mezclador Ciclón, la determinación de la concentración de $AL_2(SO_4)_3$ se determina en el campo, nuestro proceso es filtración directa y pasamos a filtros sedimentadores los cuales se define su diseño y propósito para retener los flocs en su medio filtrante.

Mezclador estático centrífugo: Para una buena coagulación y Floculación el sulfato de aluminio pasa por el mezclador para una correcta distribución y obtener una excelente formación de flocs antes de llegar a los filtros sedimentadores en línea.

Unidades de Filtración: Luego de la etapa de Mezcla en línea, los flocs formados se removerán a través de una batería de Filtros sedimentadores, utilizando como medio filtrante, Grava. El objetivo es reducir el nivel de turbidez, Hierro Total y color.

Filtros Sedimentadores Presurizados: Una de las etapas fundamentales en la potabilización del agua se denomina “clarificación”, o de otra manera: eliminación completa de los sólidos totales presentes y que actúan como contaminantes, ya que por un lado, su sola presencia provoca repulsión entre los consumidores, y por otro, ocasionan interferencias con el proceso de desinfección.

Filtros sedimentadores: Estos serán baterías de filtro a presión con grava como medio filtrante, estos tendrán como características: Diámetro de 1,500 mm, altura cilíndrica de 830 mm, área efectiva de filtrado 1.77 m², caudal de retro lavado requerido de 150 m³/h, 2 bar de presión manométrica requerida para retro lavado, velocidad de filtrado de 22.4 m/h.

Filtración Multimedia: El objetivo de la filtración Multimedia es bajar la turbiedad, Hierro Total y Color según las Normas de Calidad CAPRE. Con este fin se diseña con velocidad de filtrado más bajo y tiempo de contacto hidráulico mayor. La velocidad de filtración requerida será de 10.31 m/h. el medio filtrante será de arena de cuarzo y basalto, el diámetro de estos filtros serán de 2,000 mm, la altura cilíndrica será de 2,000 mm y área efectiva de filtrado de 3.14 m², el caudal de retro lavado requerido será de 125 m³/h y la presión manométrica requerida será de 2 bar.

Cloro Gas – Desinfección: La desinfección de la red de distribución se efectuara por medio de un equipo de Cloración Gaseosa, en la salida de los filtros multimedia estará el punto de inyección, se efectuara la calibración de cloro residual en la red de distribución en base criterio de potabilización para Agua Potable 0.5mg/l a 1.0 mg/l en la casa más alejada de la red respecto al punto de inyección en la PTAP.

Ver perspectivas de la planta de tratamiento de agua potable en: **Anexo “J”**

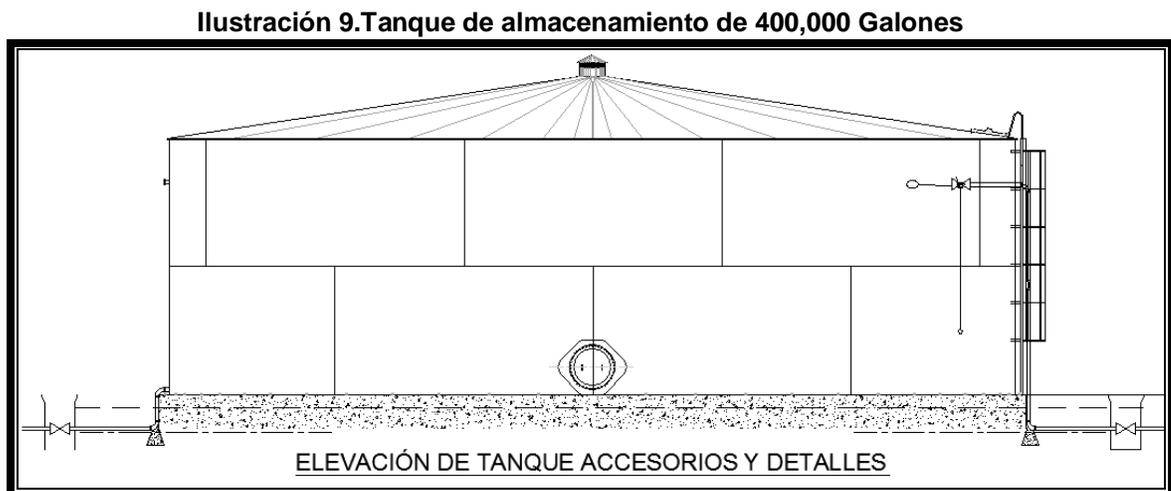
6.4.3.6. Tanque de almacenamiento

Se diseñó un tanque de almacenamiento para un periodo de 20 años, este será metálico sobre el suelo con capacidad de 400,000 Galones (**Ver cálculos del dimensionamiento del tanque en el Anexo “E”**).

Para determinar la capacidad de soporte del suelo y las recomendaciones de terraza se realizaron los estudios geotécnicos (**Ver anexo “D”**).

El Programa de Fomento al Desarrollo Municipal (FODMU – UNI), facilito el diseño estructural del tanque de almacenamiento (**Ver Anexo “F”**).

A continuación se presenta el esquema del tanque de almacenamiento propuesto.



Fuente: Elaboración Propia

6.4.3.7. Red de distribución

Se diseñó la red de distribución cumpliendo con las normas del INAA en cuanto a las presiones, velocidades y diámetros de tubería, el diseño de la red contempla todo el casco urbano del municipio de Rosita (30,497.16). (**Ver memoria de cálculo en Anexo “E”**).

Para identificar los tipo de suelo se realizaron los estudios geotécnicos (**Ver anexo “D”**).

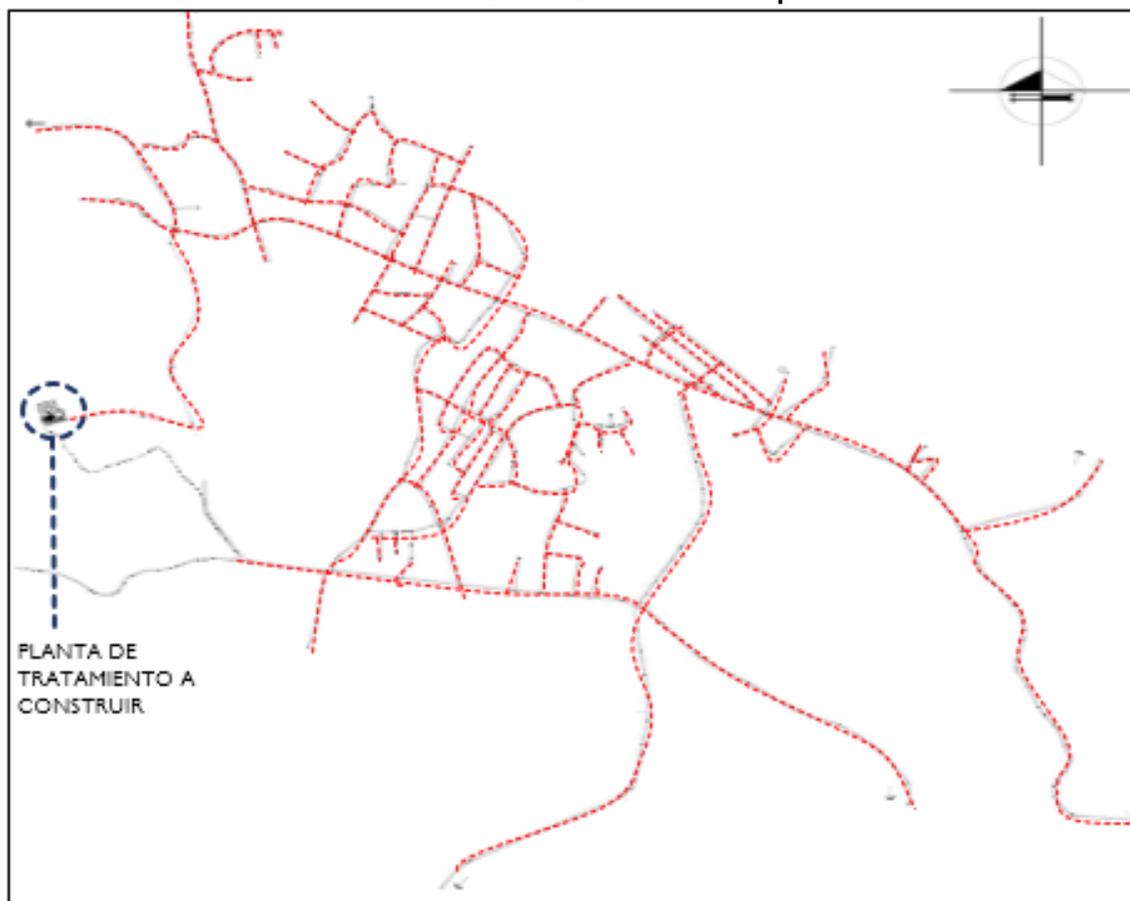
A continuación se presenta los diámetros, longitudes y el esquema de la red de distribución del casco urbano de Rosita

Tabla 11. Diámetros y Longitudes de Red de Distribución.

Diámetro (mm)	Material	Longitud (m)	%
25	PVC-SDR-26	11,776.27	38.61
38	PVC-SDR-26	2,217.54	7.27
50	PVC-SDR-26	5,654.07	18.54
62	PVC-SDR-26	1,843.85	6.05
75	PVC-SDR-26	2,649.85	8.69
100	PVC-SDR-26	2,346.81	7.70
150	PVC-SDR-26	1,180.92	3.87
200	PVC-SDR-26	413.54	1.36
250	PVC-SDR-26	2,414.31	7.92
TOTAL		30,497.16	100.00

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 10. Red de Distribución Propuesta



Fuente: Elaboración Propia

6.4.4. Cronograma de ejecución física

A continuación se presenta el cronograma de ejecución física del proyecto.

Tabla 12. Cronograma de construcción del Proyecto.

ETAPA	DESCRIPCIÓN	MESES																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
010	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	■																	
020	PRELIMINARES	■																	
030	MOVIMIENTOS DE TIERRA	■	■																
040	LÍNEA DE CONDUCCIÓN		■	■	■	■													
050	RED DE DISTRIBUCIÓN					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
060	TANQUE DE ALMACENAMIENTO METALICO, CAPACIDAD = 400,000 GLN.										■	■	■	■	■	■			
070	TANQUE DE ALMACENAMIENTO METALICO, CAPACIDAD = 200,000 GLN.																■	■	
080	FUENTE Y OBRA DE TOMA			■	■	■	■												
090	PLANTA DE PURIFICACIÓN				■	■	■	■	■	■	■	■	■						
100	CONEXIONES						■	■		■	■		■	■		■			
110	OBRAS DE REPARACIÓN																■	■	
120	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA																		■

Fuente: Elaboración Propia

6.5. Factibilidad Ambiental

6.5.1. Aspectos ambientales del proyecto

La clasificación ambiental de los proyectos es un instrumento de Gestión Ambiental que permite identificar las acciones a seguir según las incidencias que éstos pudieran tener en el medio ambiente. Los proyectos de Agua y Saneamiento la mayor parte se aglutina en la categoría IV del Cuadro de Clasificación Ambiental según decreto 76-2006, y de la lista de proyectos contemplados en el SNIP (Sistema Nacional de Inversión Pública)

El Decreto 76-2006 establece 5 categorías ambientales que rigen el Sistema de Evaluación Ambiental en el país, de acuerdo a las incidencias que tienen los proyectos. De estas categorías hay que mencionar que solamente la primeras 3 categorías son las que tienen alto impacto ambiental y que necesitan para su realización la autorización de la Secretaria de recursos naturales y del ambiente, Costa Caribe Norte (SERENA).

Los proyectos de Agua potable con poblaciones menores a cien mil habitantes, se encuentra en la categoría IV que son proyectos de Bajo Impacto Ambiental Potencial, no requieren de Estudio de Impacto Ambiental, ni de Autorización Ambiental del SERENA.

La Categoría IV establece que "Agrupa algunos tipos de proyectos del SNIP que no están sujetos a los procedimientos ambientales de Ley y que por su incidencia ambiental deberían llevar durante su ciclo de vida un conjunto de instrumentos ambientales que incluyen: evaluación del emplazamiento, análisis ambiental, evaluación ambiental, seguimiento y monitoreo".

6.5.2. Requisitos ambientales del proyecto

Para garantizar que el proyecto de agua potable que se ejecutará en el casco urbano sea ambientalmente sostenible, es necesario cumplir con el marco legal ambiental del país, coordinar acciones participativas y exigencias que en materia ambiental se deberán cumplir basadas en la prevención de impactos negativos al ambiente y precaución en caso que exista duda acerca de las consecuencias ambientales de una acción determinada y mitigación de daños ocasionados a la infraestructura. El sitio seleccionado para el emplazamiento de proyectos de agua, tanto rural como urbano, no deben estar expuestos a peligros naturales tales como:

- Zonas de deslizamientos
- Zonas inundables
- Topografía con pendientes superiores al 15% (salvo casos excepcionales)
- Los proyectos de agua y Saneamiento rural deberán retirarse de taludes inclinados
- Se deben mantener planes de reforestación en las zonas de captación
- Deben realizarse las obras necesarias para la protección de las fuentes de captación
- Mantener adecuados drenajes de los proyectos de agua y letrinas
- Elevar la topografía en los sitios con potencial de inundación

6.5.3. Evaluación de Emplazamiento

La evaluación del emplazamiento se encuentra dentro de los criterios de elegibilidad de los proyectos del SNIP y este procedimiento se aplica para los proyectos contemplados en la categoría ambiental IV, tanto para nuevas construcciones, como reemplazos y ampliaciones, cuando éstas últimas conlleven a inversiones cuyo alcance físico sobrepase el 50% del volumen de la

infraestructura que se va a ampliar. **Ver Anexo G: Evaluación de Emplazamiento.**

6.5.4. Resultados de la evaluación ambiental

Realizados la valoración de los impactos del proyecto y el plan de mitigación de los impactos generados por el proyecto (**Ver Anexo G**).

Como resultados de la evaluación ambiental tenemos los siguientes puntos:

- El lugar en el cual se emplazará el proyecto es apto para su desarrollo, debido a que presenta una buena y aceptable calidad ambiental y los factores ambientales no se verán afectados significativamente por las diferentes actividades que se realicen en la comunidad.
- Uno de los objetivos de este proyecto será la de mejorar las condiciones de vida de los pobladores, de igual manera contribuir a mantener y/o crear mejor calidad ambiental del sitio.
- La entidad edilicia en unión con la comunidad y diferentes organizaciones deberán impulsar acciones de manejo integrado de micro cuencas, utilizando buenas prácticas agrícolas y en el tema de reforestación en las zonas de recarga por medio de proyectos los cuales estén contemplados en los planes de inversión municipal. De igual forma se debe fomentar en los beneficiarios el uso y manejo adecuado del vital líquido por medio de campañas de comunicación y educación, y de esta manera evitar el uso insostenible de nuestros recursos hídrico

6.6. Factibilidad Económica - Financiera

6.6.1. Costos Estimados de Inversión de Alternativa

Se realizó el presupuesto de obras propuestas de la alternativa de solución, el monto total de inversión para la construcción de esta alternativa es de C\$ 112,535, 367.06. A continuación se presenta en la tabla No. 13. El desglose de los costos de Inversión para la ejecución de la obra.

Tabla 13. Presupuesto de Construcción.

FECHA: JUNIO 2016				T/C:	28.55
Etapas / Sub Etapas	Descripción	U/M	Cantidad	TOTAL	
				Costo Unit. C\$	Costo total C\$
010	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN				279,823.65
01001	Movilización y Desmovilización de Personal	GLB	1.00	44,600.00	44,600.00
01002	Movilización y Desmovilización de Equipos	GLB	1.00	235,223.65	235,223.65
020	PRELIMINARES				1,658,798.26
02001	Limpieza Inicial	M ²	6,956.51	0.37	2,595.23
02002	Trazo y Nivelación	M ²	37,792.86	7.44	281,123.06
02003	Construcciones Temporales	M ²	65.00	2,347.10	152,561.23
02004	Demoliciones	GLB	1.00	1,214,486.77	1,214,486.77
02005	Rotulo	C/U	1.00	8,031.97	8,031.97
030	MOVIMIENTOS DE TIERRA				2,624,497.01
03001	Desbroce y Limpieza	M ³	449.63	25.33	11,387.79
03002	Corte y Relleno	M ³	11,557.14	44.49	514,209.43
03003	Conformación y Compactación	M ³	1,119.43	161.05	180,283.98
03004	Desalojo de material sobrante de excavación	M ³	14,118.74	135.89	1,918,615.82
040	LÍNEA DE CONDUCCIÓN				10,028,643.15
04001	Excavación manual en Terreno de Material Mixto(arcillas, limos y bolones)	M ³	3,053.12	137.23	418,993.78
04002	Prueba Hidrostática	M	3,834.15	16.76	64,254.85
04003	Tubería de 12" de diámetro	M	3,834.15	2,207.83	8,465,140.36
04004	Válvulas y Accesorios	C/U	17.00	34,880.01	592,960.16
04005	Acarreo de Tierra	M ³	635.01	563.99	358,138.99
04006	Relleno y Compactación	M ³	2,773.53	46.57	129,155.02

FECHA: JUNIO 2016				T/C:	28.55
Etapa / Sub Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	TOTAL	
				Costo Unit. C\$	Costo total C\$
050	RED DE DISTRIBUCIÓN				14,835,384.07
05001	Excavación manual en Terreno de Material Mixto(arcillas, limos y bolones)	M³	29,585.73	137.23	4,060,186.56
05002	Prueba Hidrostática	M	30,497.16	8.48	258,615.92
05003	Tubería de PVC Diam. =1" a 1 ½" (SDR - 26) (no incluye excavación)	M	13,993.81	56.04	784,213.11
05004	Tubería de PVC Diam. =2" a 2 ½" (SDR - 26) (no incluye excavación)	M	7,497.92	86.36	647,520.37
05005	Tubería de PVC Diam. =3" (SDR - 26) (no incluye excavación)	M	2,649.85	154.64	409,772.80
05006	Tubería de PVC Diám. =4" (SDR - 26) (no incluye excavación)	M	2,346.81	241.41	566,543.40
05007	Tubería de PVC Diám. =6" (SDR - 26) (no incluye excavación)	M	1,180.92	495.65	585,323.00
05008	Tubería de PVC Diám. =8" (SDR - 26) (no incluye excavación)	M	413.54	769.66	318,285.20
05009	Tubería de PVC Diám. =10" (SDR - 26) (no incluye excavación)	M	2414.31	938.48	2,265,781.65
05010	Válvulas y Accesorios	GLB	50.00	17,304.35	865,217.44
05011	Acarreo de Tierra	M³	5,596.30	483.41	2,705,303.70
05012	Relleno y Compactación	M³	29,390.35	46.57	1,368,620.92
060	TANQUE DE ALMACENAMIENTO METALICO, CAPACIDAD = 400,000 GLN.				14,971,049.99
06001	Fundaciones	M³	20.61	22,992.40	473,873.42
06002	Construcción del fondo y erección del cilindro tanque	KG.	39,035.39	98.02	3,826,298.03
06003	Construcción de Manhole para tanque	C/U	2.00	9,453.46	18,906.92
06004	Construcción de Respiradero para tanque	C/U	1.00	1,556.13	1,556.13
06005	Construcción de Escalera para tanque	M	14.58	1,058.62	15,434.65
06006	Preparación de superficie y revestimiento	M2	1,737.43	509.53	885,277.26
06007	Pruebas y desinfección	GLN	400,000.00	0.28	112,000.00
06008	Acoples e instalación de tuberías y válvulas	GLB	1.00	313,650.00	313,650.00
06009	Cercas perimetrales y portones	M	304.67	4,241.56	1,292,274.79
06010	Muros de protección / Contención	M³	2,181.78	3,592.01	7,836,977.87
06011	Otras obras exteriores		191.46	1,017.45	194,800.93

Continuación Tabla No. 13

FECHA: JUNIO 2016				T/C:	28.55
Etapa / Sub Etapa	Descripción	U/M	Cantidad	TOTAL	
				Costo Unit. C\$	Costo total C\$
070	TANQUE DE ALMACENAMIENTO METALICO, CAPACIDAD = 200,000 GLN.				702,903.59
07001	Preparación de superficie y revestimiento	M2	367.70	591.52	652,503.59
07002	Pruebas y desinfección	GLN	200,000.00	0.25	50,400.00
080	FUENTE Y OBRA DE TOMA				7,572,514.33
08001	Obra de captación	C/U	1.00	418,715.55	418,715.55
08002	Estación de Bombeo	C/U	1.00	3,767,509.01	3,767,509.01
08003	Instalaciones Eléctricas	C/U	1.00	2,224,061.62	2,224,061.62
08004	Otro tipo de obras de captación	C/U	1.00	919,226.12	919,226.12
08005	Obras civiles	GLB	1.00	239,419.41	239,419.41
08006	Cercas perimetrales y portones	M	180.48	19.85	3,582.62
090	PLANTA DE PURIFICACIÓN				18,269,201.18
09001	Planta de tratamiento compacta, filtración rápida Q = 200 m³/h. suministro e instalación (Incluye laboratorio portátil para control de turbiedad, color y cloro)	C/U	2.00	6,987,213.09	13,974,426.18
09002	Cobertizo de estructura metálica con cubierta de zinc corrugado	M2	360.00	10,034.86	3,612,550.59
09003	Instalaciones Eléctricas	C/U	1.00	682,224.41	682,224.41
100	CONEXIONES				8,109,977.34
10001	Conexiones Intradomiciliars	C/U	3,209.00	557.08	1,787,669.72
10002	Medidores de agua potable	C/U	3,209.00	1,970.18	6,322,307.62
110	OBRAS DE REPARACIÓN				4,468,081.58
11001	Otras obras de reparación	M2	6,108.21	731.49	4,468,081.58
120	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA				96,673.85
12001	Pedestal de Concreto de 2,500 PSI Ref. para placa conmemorativa	C/U	1.00	2,439.81	2,439.81
12002	Placa conmemorativa de Aluminio de 0.65m x 0.42 m	C/U	1.00	2,895.06	2,895.06
12003	Limpieza y Entrega Final	M2	6,956.51	13.13	91,338.98
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS:					83,617,548.00
TOTAL DE COSTOS DIRECTOS + INDIRECTOS + IMPUESTOS					112,535,367.06

Continuación Tabla No. 13

6.6.2. Costos estimados de operación, mantenimiento y administración.

A continuación se presentan los costos estimados de administración y operación para la alternativa.

Tabla 14. Resumen de Costo Total de Administración.

RESUMEN COSTO TOTAL DE ADMINISTRACIÓN				
AÑO	COSTO SALARIAL	PULPERÍA Y ÚTILES	SERVICIOS Y VIÁTICOS	TOTAL
2018	C\$ 620,882.83	C\$ 266,050.00	C\$ 57,400.00	C\$ 944,332.83
2019	C\$ 620,882.83	C\$ 271,371.00	C\$ 58,548.00	C\$ 950,801.83
2020	C\$ 620,882.83	C\$ 276,798.42	C\$ 59,718.96	C\$ 957,400.21
2021	C\$ 620,882.83	C\$ 282,334.39	C\$ 60,913.34	C\$ 964,130.56
2022	C\$ 620,882.83	C\$ 287,981.08	C\$ 62,131.61	C\$ 970,995.51
2023	C\$ 651,926.97	C\$ 293,740.70	C\$ 63,374.24	C\$ 1,009,041.91
2024	C\$ 651,926.97	C\$ 299,615.51	C\$ 64,641.72	C\$ 1,016,184.20
2025	C\$ 651,926.97	C\$ 305,607.82	C\$ 65,934.56	C\$ 1,023,469.35
2026	C\$ 651,926.97	C\$ 311,719.98	C\$ 67,253.25	C\$ 1,030,900.20
2027	C\$ 651,926.97	C\$ 317,954.38	C\$ 68,598.31	C\$ 1,038,479.66
2028	C\$ 684,523.32	C\$ 324,313.47	C\$ 69,970.28	C\$ 1,078,807.06
2029	C\$ 684,523.32	C\$ 330,799.73	C\$ 71,369.69	C\$ 1,086,692.74
2030	C\$ 684,523.32	C\$ 337,415.73	C\$ 72,797.08	C\$ 1,094,736.13
2031	C\$ 684,523.32	C\$ 344,164.04	C\$ 74,253.02	C\$ 1,102,940.38
2032	C\$ 684,523.32	C\$ 351,047.32	C\$ 75,738.08	C\$ 1,111,308.72
2033	C\$ 718,749.48	C\$ 358,068.27	C\$ 77,252.84	C\$ 1,154,070.60
2034	C\$ 718,749.48	C\$ 365,229.64	C\$ 78,797.90	C\$ 1,162,777.02
2035	C\$ 718,749.48	C\$ 372,534.23	C\$ 80,373.86	C\$ 1,171,657.57
2036	C\$ 718,749.48	C\$ 379,984.91	C\$ 81,981.33	C\$ 1,180,715.73
2037	C\$ 718,749.48	C\$ 387,584.61	C\$ 83,620.96	C\$ 1,189,955.06

Fuente: Elaboración Propia

En el cuadro siguiente se muestran los costos estimados de gastos de operación y mantenimiento, considerando un incremento salarial del 5% cada 5 años, al resto de los gastos un incremento anual del 2% y a energía, cloro y mantenimiento la tasa oficial de devaluación. Los montos salen en Córdoba.

Tabla 15. Costos estimados de Gastos de Operación y Mantenimiento

AÑO	COSTO OPERATIVOS				COSTOS DE MANTENIMIENTO						COSTOS DE OPERACIÓN	
	Energía	Cloración	COAGULANTE	Personal	Bombeo, Planta y Válvs.		Casetas y Cercos	Tanque	Predios y Toma	Tubería	ANUAL	MENSUAL
					Preventivo	Correctivo						
2018	1,498,924.31	85,032.64	241,526.59	775,741.24	432,003.44				223,200.00	152,592.65	3,409,020.87	284,085.07
2019	1,626,655.80	92,270.18	263,159.13	775,741.24	453,603.61				234,360.00	160,222.28	3,606,012.25	300,501.02
2020	1,765,108.47	100,133.43	286,676.10	775,741.24	476,283.79				246,078.00	168,233.39	3,818,254.42	318,187.87
2021	1,915,530.66	108,665.07	312,355.01	775,741.24	500,097.98				258,381.90	176,645.06	4,047,416.92	337,284.74
2022	2,078,738.96	117,917.91	340,323.35	775,741.24	525,102.88	1,844,981.43	19,587.96	149,710.50	271,301.00	185,477.32	6,308,882.54	525,740.21
2023	2,255,743.77	149,471.83	370,760.06	814,528.30	551,358.03				284,866.04	194,751.18	4,621,479.22	385,123.27
2024	2,859,363.51	162,210.14	551,154.96	814,528.30	578,925.93				299,109.35	204,488.74	5,469,780.92	455,815.08
2025	3,103,044.53	176,019.35	600,527.04	814,528.30	607,872.22				314,064.81	214,713.18	5,830,769.44	485,897.45
2026	3,367,211.61	191,016.85	654,212.66	814,528.30	638,265.83				329,768.06	225,448.84	6,220,452.15	518,371.01
2027	3,654,110.54	207,285.83	712,792.40	814,528.30	670,179.13	2,361,576.24	25,072.59	191,629.44	346,256.46	236,721.28	9,220,152.19	768,346.02
2028	3,965,332.63	224,938.89	776,569.84	855,254.72	703,688.08				363,569.28	248,557.34	7,137,910.79	594,825.90
2029	4,303,031.87	244,098.48	846,042.09	855,254.72	738,872.49				381,747.74	260,985.21	7,630,032.59	635,836.05
2030	4,669,550.54	264,897.70	921,753.05	855,254.72	775,816.11				400,835.13	274,034.47	8,162,141.72	680,178.48
2031	5,067,435.06	328,828.37	1,004,297.49	855,254.72	814,606.92				420,876.89	287,736.19	8,779,035.64	731,586.30
2032	6,290,414.85	356,830.31	1,431,746.55	855,254.72	855,337.26	3,022,817.58	32,092.91	245,285.68	441,920.73	302,123.00	13,833,823.61	1,152,818.63
2033	6,826,085.93	387,225.22	1,559,813.39	898,017.45	898,104.13				464,016.77	317,229.15	11,350,492.04	945,874.34
2034	7,407,533.85	420,222.06	1,699,409.36	898,017.45	943,009.33				487,217.61	333,090.61	12,188,500.27	1,015,708.36
2035	8,038,756.21	456,007.89	1,851,612.08	898,017.45	990,159.80				511,578.49	349,745.14	13,095,877.05	1,091,323.09
2036	8,723,331.17	494,843.72	2,017,244.70	898,017.45	1,039,667.79				537,157.41	367,232.40	14,077,494.64	1,173,124.55
2037	9,466,252.23	536,993.13	2,197,716.05	898,017.45	1,091,651.18	3,869,206.50	41,078.93	313,965.67	564,015.28	385,594.02	19,364,490.45	1,613,707.54

Fuente: Elaboración Propia

6.6.3. Análisis de tarifa

Las tarifas por el servicio establecidas por la alcaldía oscilan entre los C\$ 50.00 y C\$ 200.00 al mes. Se cobra por la regularidad del servicio, por ejemplo, los barrios de la parte alta pagan C\$50.00 al mes; los de la calle central (que es más plana y el agua llega todos los días) se les cobra C\$ 200.00.

La tarifa antes mencionada no hace diferencia en los consumos de agua, a pesar que existen usuarios que hacen mal uso del sistema y derrochan cantidades incuantificables y que apenas pagan C\$ 50.00 mensuales

En base a los costos de operación y mantenimiento del sistema se estimó el costo de la tarifa promedio, para estimar los ingresos del sistema, los egresos se calcularon también en base a los costos de operación y mantenimiento, costos de inversión inicial.

La metodología usada para el análisis financiero de la alternativa es muy sencilla y se basa en el cálculo del valor actual neto del sistema de agua potable proyectado, en base a consumos de aguas esperados, tarifas de agua, costos de energía, costos de químicos, costos de personal, costos de mantenimiento del sistema así como los egresos por inversión del sistema. Dentro de los costos de operación a utilizarse en los análisis de sensibilidad se definió el rubro "Personal Administrativo".

Para ver el comportamiento de la inversión a lo largo del sistema, según el cuadro de análisis de costo de tarifa el cobro inicial puede ser de C\$ 7.20 por m³.

A continuación se presenta los cuadros de análisis de costo de tarifa estimada.

Tabla 16. Calculo de Tarifa Estimada - Egresos

AÑO	EGRESOS			No. Viv.	Cuota Mensual (C\$)	
	Operación	Admón.	Total		REAL	RENTABLE
2017	3,409,020.87	865,512.73	4,274,533.60	3,210.00	110.97	105.68
2018	3,606,012.25	870,754.78	4,476,767.03	3,317.00	112.47	107.11
2019	3,818,254.42	876,101.67	4,694,356.09	3,429.00	114.08	108.65
2020	4,047,416.92	881,555.50	4,928,972.41	3,544.00	115.90	110.38
2021	6,308,882.54	887,118.40	7,196,000.94	3,662.00	163.75	155.96
2022	4,621,479.22	922,963.08	5,544,442.29	3,784.00	122.10	116.29
2023	5,469,780.92	928,750.72	6,398,531.64	3,912.00	136.30	129.81
2024	5,830,769.44	934,654.12	6,765,423.55	4,043.00	139.45	132.81
2025	6,220,452.15	940,675.58	7,161,127.73	4,179.00	142.80	136.00
2026	9,220,152.19	946,817.48	10,166,969.67	4,318.00	196.21	186.87
2027	7,137,910.79	984,761.25	8,122,672.04	4,463.00	151.67	144.44
2028	7,630,032.59	991,151.28	8,621,183.88	4,612.00	155.77	148.36
2029	8,162,141.72	997,669.11	9,159,810.83	4,767.00	160.13	152.50
2030	8,779,035.64	1,004,317.29	9,783,352.93	4,926.00	165.51	157.62
2031	13,833,823.61	1,011,098.44	14,844,922.05	5,091.00	242.99	231.42
2032	11,350,492.04	1,051,278.21	12,401,770.24	5,262.00	196.40	187.05
2033	12,188,500.27	1,058,333.31	13,246,833.59	5,438.00	203.00	193.33
2034	13,095,877.05	1,065,529.52	14,161,406.57	5,621.00	209.95	199.95
2035	14,077,494.64	1,072,869.65	15,150,364.29	5,809.00	217.34	206.99
2036	19,364,490.45	1,080,356.59	20,444,847.04	6,003.00	283.81	270.30

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17. Calculo de Tarifa Estimada – Ingresos

AÑO	COSTOS			INGRESOS			INGRESOS - EGRESOS
	PRODUCCIÓN		Costo/m ³	PRODUCCIÓN ANUAL	TARIFA/ M ³	INGRESO ANUAL	
	Mensual	Anual					
2017	50,614.67	607,375.99	7.04	607,375.99	7.20	4,373,107.16	98,573.56
2018	52,307.36	627,688.33	7.13	627,688.33	7.56	4,745,323.79	268,556.76
2019	54,061.89	648,742.67	7.24	648,742.67	7.94	5,149,719.34	455,363.25
2020	55,874.39	670,492.64	7.35	670,492.64	8.33	5,588,489.12	659,516.71
2021	57,744.85	692,938.24	10.38	692,938.24	10.50	7,275,851.50	79,850.56
2022	69,711.36	836,536.38	6.63	836,536.38	9.19	7,687,122.88	2,142,680.58
2023	72,049.82	864,597.89	7.40	864,597.89	9.65	8,342,235.80	1,943,704.15
2024	74,460.51	893,526.16	7.57	893,526.16	10.13	9,052,423.50	2,286,999.95
2025	76,956.98	923,483.72	7.75	923,483.72	10.64	9,823,723.57	2,662,595.84
2026	79,534.70	954,416.39	10.65	954,416.39	11.17	10,660,414.15	493,444.48
2027	82,198.20	986,378.34	8.23	986,378.34	11.73	11,568,285.95	3,445,613.91
2028	84,951.98	1,019,423.75	8.46	1,019,423.75	12.31	12,553,636.05	3,932,452.18
2029	87,800.57	1,053,606.79	8.69	1,053,606.79	12.93	13,623,310.18	4,463,499.35
2030	103,800.42	1,245,605.04	7.85	1,245,605.04	13.58	16,911,173.34	7,127,820.41
2031	107,275.93	1,287,311.12	11.53	1,287,311.12	14.26	18,351,273.34	3,506,351.29
2032	110,870.21	1,330,442.52	9.32	1,330,442.52	14.97	19,914,439.97	7,512,669.73
2033	114,588.43	1,375,061.21	9.63	1,375,061.21	15.72	21,611,420.37	8,364,586.79
2034	118,425.43	1,421,105.21	9.97	1,421,105.21	16.50	23,451,834.09	9,290,427.52
2035	122,391.54	1,468,698.48	10.32	1,468,698.48	17.33	25,449,105.68	10,298,741.38
2036	126,491.91	1,517,902.98	13.47	1,517,902.98	18.19	27,616,789.63	7,171,942.58

Fuente: Elaboración Propia

6.6.4. Análisis económico

Para realizar el análisis económico del proyecto se hicieron una serie de estimaciones de ahorros sociales que a la hora del análisis cuentan como ingresos:

6.6.4.1. Cálculo de Ingresos Beneficios por:

Tiempo invertido en recolección de agua: Se calculó que en cada vivienda del casco urbano habitan 4.08 personas, considerando que una persona de cada vivienda recoge el agua diariamente para consumo de toda la familia invirtiendo al menos una hora diaria de su tiempo en esa tarea, se considera que con el proyecto estas personas se ahorrarán ese tiempo para invertirlo en sus labores propias. Para calcular los beneficios monetarios obtenidos se consideró el salario mínimo mensual rural (C\$ 960).

Tabla 18. Calculo de ahorro en tiempo de recolección de agua

CALCULO AHORRO EN TIEMPO DE RECOLECCION DE AGUA	
Población Urbana	13,097
No. De Viviendas	3.210
Personas - Viviendas	4.08
Promedio de Recolección de Agua (Horas diarias)	1.00
Promedio de Recolección de Agua (Horas al Año)	365.00
Salarios Promedio (Mensual)	C\$ 960.00
Horas Trabajadas (Mensual)	160.00
Salarios Promedio (Hora)	C\$ 6.00
Total Tiempo al Año	1,171,668
Horas Ahorradas por día	1.00
Horas Ahorradas al Año	1,171,668
Salario Promedio por Hora	6.00
AHORRO TOTAL AL AÑO	C\$ 7,030,007.35

Fuente: Elaboración Propia

6.6.4.2. Mejoramiento de las condiciones de salubridad:

Se consideró que para un promedio de 30 personas atendidas en el centro de salud por día, el 30% eran atendidos por problemas gastrointestinales provocados por mal uso del agua. El costo promedio por paciente para atender estas enfermedades es de C\$ 150.

Se considera que el impacto en el mejoramiento de las condiciones de salubridad del casco urbano del municipio de Rosita disminuirán en un 50% los casos de pacientes afectados por este tipo de enfermedades.

Tabla 19. Calculo de mejoramiento en las condiciones de salubridad

MEJORAMIENTO EN LAS CONDICIONES DE SALUBRIDAD	
Personas Atendidas por Día	30
Personas Atendidas por Año	10,950
30% Atendidos por Contaminación y Salubridad	3,285
Costos por Paciente en el Centro de Salud	C\$ 150.00
No. de Pacientes que no se Enfermarán (50%)	1,643
Costos por Paciente en el Centro de Salud	C\$ 150.00
TOTAL AHORROS POR SALUBRIDAD	C\$ 246,450.00

Fuente: Elaboración Propia (Datos recopilados del centro de salud de Rosita)

6.6.4.3. Flujo corriente proyectado

Se determinó el Valor Actual Neto (VAN) consistiendo en encontrar la diferencia entre el valor actualizado (descontado) de los flujos de beneficios y el valor de las inversiones. La tasa utilizada para descontar los flujos es del 12% para el análisis económico y cómo podemos observar (**Ver Anexo H**), el VAN del proyecto es de C\$ - **29, 898,039.81** lo cual es negativo, esto indica que las ganancias a lo largo de los 20 años de vida útil del proyecto no cubre la inversión y por ende **No es económicamente viable**.

La relación beneficio / costo nos indica cuantas veces los beneficios netos del proyecto (traídos al valor presente con la tasa de descuento del 15%) cubren los costos, el resultado de este flujo es de 0.82.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

1. Se elaboró el estudio de factibilidad, planteando el análisis de una alternativas de solución, siendo esta técnicamente viables y brindando menor costo de inversión, de operación y de mantenimiento. Aunque la alternativa estudiada no es económicamente viable si consideramos la recuperación de la inversión, es socialmente social y ambientalmente factible.
2. Se realizaron las pruebas de aforo en el rio Zopilote, presentando un caudal de 1,357.45 l/s, suficiente para seguir abasteciendo al casco urbano de Rosita por 20 años más.
3. Se logró realizar los análisis de calidad de agua del rio zopilote, caracterizando la fuente existente, esta contiene a escala mínima Hierro Total, la planta de tratamiento de agua potable propuesta está diseñada para eliminar este parámetro.
4. Fue posible la realización de los levantamientos topográficos en las áreas donde se requerían, para dar cobertura al 100 % del casco urbano del municipio de Rosita, cumpliendo con las normas técnicas de INAA para esta tipología de proyecto.
5. Para el dimensionamiento de los diámetros de esta red y su simulación, se utilizó el programa WaterGEMS V8.01.
6. Se realizó el presupuesto de construcción de la alternativa a estudiar, se considera que este trabajo monográfico contiene los documentos técnicos necesario para la construcción del proyecto.

7.2.Recomendaciones

1. Se recomienda el replanteo del levantamiento topográfico de la ciudad al momento de la construcción. Esto es debido a que las condiciones topográficas pueden variar entre el período de aprobación del proyecto y la ejecución del mismo.
2. La planta de tratamiento se recomienda que se adquiriera en dos módulos del mismo caudal, esto facilitará el mantenimiento de la misma, sin que se deje de suministrar agua potable a la ciudad, en caso de un mantenimiento prolongado.
3. Las bombas sumergibles a adquirir se considera en este proyecto la adquisición de tres, dos funcionarán en paralelo y la tercera estará de emergencia, también se pueden alternar.
4. Se debe de dar una capacitación previa a los operadores por parte de la empresa que suministre la planta compacta tipo paquete y el sistema de bombeo.
5. Se debe de dar una concientización sobre el uso del agua a la población, la asistencia social se recomienda que este en todas las etapas del proyecto.
6. Se recomienda que se elabore y ejecute un plan de protección de la microcuenca el zopilote, para mantener el caudal del rio y no afecte en un futuro el suministro del vital líquido a la población del casco urbano de Rosita.

CAPITULO VIII: BIBLIOGRAFÍA

- 1. Azevedo Netto, Guillermo Acosta. Manual de Hidráulica.** Editorial Harla, 1976.
- 2. Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana. “Normas de Calidad del Agua para consumo Humano”.** Centroamérica. 1994.
- 3. Edgard Ortegón, Juan Francisco Pacheco, Horacio Roura. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica Social. “Metodología general de identificación, preparación y evaluación de proyectos de inversión pública”.** Santiago de Chile. Agosto 2005.
- 4. Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados. “ABC sobre el recurso agua y su situación en Nicaragua”.** Segunda Edición. Managua, Nicaragua. 2007.
- 5. Francisco Javier Aparicio Mijares. “Fundamentos de hidrología de superficie”.** Editorial LIMUSA. México, 1992
- 6. Ministerio de Hacienda y Crédito Público – Dirección General de Inversiones Públicas (DGIP). “Metodología de Pre inversión de Proyectos de Agua y Saneamiento”.** Managua, Nicaragua. Abril, 2012.
- 7. Ministerio de Fomento Industria y Comercio – Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad. “NTON 09 003-99 Normas técnicas para el diseño de Abastecimiento y Potabilización del Agua (Urbano)”.** Managua, Nicaragua. Junio, 2000.