UNIVERSIDAD CATOLICA DE HONDURAS
"NUESTRA SEÑORA REINA DE LA PAZ"
DIRECCIÓN DE POSTGRADO E INVESTIGACIÓN

"PLAN DE REDUCCIÓN DE AGUA POTABLE NO CONTABILIZADA EN LA ZONA BAJA DE SANTA ROSA DE COPÁN EN EL 2023"

POR

Yasilly Marilin Chinchilla Portillo

Director Técnico
MSc. Jose Alvarado

Asesor Metodológico
MSc. David Araujo

TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TITULO DE:
MASTER EN GESTIÓN DE PROYECTOS

Octubre de 2023
Santa Rosa de Copán, Honduras

Dedicatoria

- Dedicado a mi hija Hazel Domínguez quien ha sido la mayor motivación, uno de los pilares principales para nunca rendirme y poder llegar a ser una inspiración para ella.
- A mi querido esposo Jesús Domínguez por su apoyo incondicional y que me impulsa para seguir adelante con mis proyectos y en los momentos más difíciles.
- A mis abuelos María Del Transito Aguilar y Cesar Chinchilla, a mis padres María Julia Portillo y Manuel Adelmo Chinchilla por la transmisión de principios, valores cristianos y morales. Me enseñaron muchas cosas vitales para la vida, y me encaminaron por el buen sendero.

Agradecimientos

- Principalmente agradecer a Dios y a nuestra Virgen María por darme la vida, salud y la dicha de poder culminar la maestría, brindarme la sabiduría y el entendimiento, en el transcurso de la vida pues si no fueran por ellos todo esto no habría sido posible.
- A mi querido esposo Jesús Domínguez quien fue el soporte perfecto para poder lograr alcanzar esta dichosa y muy merecida victoria en la vida, el poder haber culminado este proceso con éxito, y poder disfrutar del privilegio juntos.
- A los Catedráticos de UNICAH por sus empeños en la transmisión de conocimientos, su apoyo y asesoría a cada inquietud presentada. Y desde luego por su amistad brindada.
- Expreso mi agradecimiento al Ing. David Enamorado, por su valiosa colaboración y a los colaboradores de Empresa Municipal Aguas por el apoyo en las actividades desarrolladas.
- A mis compañeros de maestría, por su amistad, compañerismo y trabajo en equipo en las investigaciones y asignaciones realizadas en el periodo académico.

Contenido

RESUMEN 10
CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
1.1 Situación Problemática 13
1.2 Preguntas de Investigación 17
1.3 Objetivos de Investigación 17
1.3.1 Objetivo General 18
1.3.2 Objetivos Específicos 18
1.4 Justificación 18
CAPITULO 2. MARCO CONTEXTUAL 21
2.1 Generalidades 22
2.2 Contexto 22
2.2.1 Fuente de agua superficial: rio Higuito 25
2.2.2 Fuente de agua superficial: quebrada La Hondura 26
2.2.3 Fuentes de agua subterráneas: Pozos 27
2.2.4 Alternativas de nuevas fuentes de agua 28
2.3 Localización y ubicación 29
CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO 31
3.1 Marco conceptual 32
3.1.1 Agua no contabilizada: 32
3.1.2 Pérdidas de agua: 32
3.1.3 Pérdidas reales: 32
3.1.4 Pérdidas aparentes: 33
3.1.5 Macromedición: 33
3.1.6 Micromedición: 33
3.1.7 Red de distribución: 34
3.1.8 Tanques de almacenamiento: 34
3.1.9 Acometida: 34
3.1.10 Válvula: 34
3.1.11 Medidor: 35
3.1.12 Usuario/abonado: 35
3.2 Antecedentes Investigativos 35
3.2.1 Antecedente de Detención de Fugas 35

3.2.2 Aspecto Ambiental 36
3.2.3 Recursos Hídricos 37
3.2.4 Marco Legal 38
3.3 Identificación y Evaluación del Estado Actual en el Sistema de Acueducto en las Colonias 39
3.3.1 Recopilación de Información 39
3.3.2 Identificación de Fugas 41
3.3.3 Tarifas de Agua Potable 43
3.3.4 Volumen de Agua Captada y Consumo de Agua 45
3.4 Plan de Reducción y Control de Pérdidas en la Red de Distribución 49
3.4.1 Plan de Reducción y Control de Pérdidas Reales 49
3.4.2 Plan de Reducción y Control de Pérdidas Aparentes 58
CAPITULO 4. METODOLOGÍA 63
4.1 Enfoque, Alcance y Diseño 64
4.1.1 Enfoque 64
4.1.2 Alcance 64
4.1.3 Diseño 65
4.2 Variables 65
4.3 Hipótesis 67
4.3.1 Hipótesis de la Investigación 67
4.3.2 Hipótesis Nula 68
4.4 Población y Muestra 68
4.4.1 Población 68
4.4.2 Muestra 70
4.5 Instrumento de Recolección de la Información 71
4.5.1 Naturaleza de los Datos 71
4.5.2 Instrumentos 71
4.6 Procedimiento 72
4.6.1 Identificar los Datos Necesarios. 72
4.6.2 Establecer el Tipo de Respuesta Correspondiente a Cada Pregunta. 72
4.6.3 Ordenar las Preguntas en una Secuencia Lógica. 74
4.6.4 Validez y Confiabilidad del Instrumento 74
CAPITULO 5. RESULTADOS 76

5.1 Descripción General de la Información Obtenida 77
5.1.1 Estadística Descriptiva 77
5.2 Resultados Obtenidos en Encuesta 77
5.3 Resultados Obtenidos en Entrevistas 90
CAPITULO 6. DISCUSIÓN 102
CAPITULO 7. LINEAMIENTOS DE INTERVENCIÓN 106
7.1 Acciones que Permiten Mejorar la Eficiencia de la Red de Agua 107
7.1.1 Acciones para Reducir las Pérdidas Reales 107
7.1.2 Acciones para Reducir las Pérdidas Aparentes 110
CONCLUSIONES 115
REFERENCIAS / REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 117
ANEXOS 121

Índice de Tablas

Tabla 1. Datos de pozos 28
Tabla 2. Zonificación de Pozos 28
Tabla 3. Valor catastral de la propiedad 44
Tabla 4. Tarifa de servicio medido 44
Tabla 5. Servicio a Industriales, Comercio y Servicios 45
Tabla 6. Volumen de agua captada y distribuida 45
Tabla 7. Estimación micromedición 46
Tabla 8. Volumen macromedidores 46
Tabla 9. Distribución de agua potable 47
Tabla 10. Consumo de Agua en M3 47
Tabla 11. Causas que generan las fugas de pérdidas reales 50
Tabla 12. Tipos de Variables 67
Tabla 13.Población 69
Tabla 14. Gestión de la infraestructura 107
Tabla 15. Control activo de fugas 108
Tabla 16. Velocidad y calidad en las reparaciones 109
Tabla 17. Gestión de presión 110
Tabla 18. Instalación de dispositivos 110
Tabla 19. Realizar inspecciones y revisiones regulares del conjunto de medidores del sistema 111
Tabla 20. Mejoramiento de la administración comercial 112
Tabla 21. Estrategias de prevención de fraude 112

Índice de Figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de la ciudad de Santa Rosa de Copán. 24
Figura 2. Fuentes de captación de agua 25
Figura 3. Ubicación del Sector 29
Figura 4. Ubicación de las Colonias 30
Figura 5. Tanque de distribución zona baja 40
Figura 6. Distribución de Agua del Sector Zona Baja 40
Figura 7. Identificación de Válvulas 41
Figura 8. Fuga detectada #1 42
Figura 9. Fuga detectada #2 42
Figura 10. Fuga detectada #3 43
Figura 11. Tipo de Micromedidor 48
Figura 12. Conexión Domiciliaria 49
Figura 13. Estrategias para la reducción de pérdidas reales 51
Figura 14. Geófonos 54
Figura 15. Varilla Acústica 55
Figura 16. Correlador 55
Figura 17. Gas Inyectado 56
Figura 18. Geo-radar 56
Figura 19. Esfera 57
Figura 20. Estrategias para reducir las pérdidas aparentes 60
Figura 21. Diseño de estudio 65
Figura 22. Datos de muestra 70
Figura 23. Red de distribución 93

Siglas y Abreviaturas

IANC: Índice de Agua No Contabilizada

AECID: Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo.

EMASAR: Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa.

COVID-19: Enfermedad respiratoria muy contagiosa causada por el virus SARS-CoV-2.

UNICEF: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia.

ETV: Enfermedades Transmitidas por Vectores.

ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible.

CAF: El banco de desarrollo de América Latina.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

EB: Estación de Bombeo.

UIES: Unidad de Investigación Estadística Social.

PTAP: Plantas de Tratamiento de Agua Potable.

MAAPYGIRH: Mejora al Acceso de Agua Potable y Gestión del Recurso Hídrico en la Ciudad de Santa Rosa de Copán, Fase I.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

AUA: Alianza Uruguaya por el Agua.

BID: Banco Interamericano de Desarrollo.

CONASA: Comisiones del Consejo Nacional de Salud.

ERSAPS: Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento.

MAPAS: Monitoreo de los Avances de País en Agua Potable y Saneamiento.

INE: Instituto Nacional de Estadísticas.

IWA: Asociación Internacional del Agua.

DMA: áreas de medición de distrito.

UMA: Unidad Municipal del Ambiente.

RESUMEN

En este proyecto se presenta una propuesta en la mejora del sistema del acueducto en el sector piloto seleccionado y abastecido por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de las cuales se incluyen las siguientes colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Aldea SOS (llamada también Residencial Divina Providencia) de la ciudad de Santa Rosa de Copán, para reducir las pérdidas de agua potable; soportada en la cartografía del municipio, el manejo de la información catastral, los sistemas de medición hidráulicos y la modelación hidráulica del sistema.

De esta manera, que permita mejorar la eficiencia en el abastecimiento de agua potable no contabilizada del sector en específico de la ciudad con el fin de identificar y evaluar los mecanismos usados en el sistema de acueducto, diseñar un plan de reducción y control de pérdidas de agua para la disminución del índice de agua no contabilizada (IANC) y definir las acciones que permitan mejorar la eficiencia de la red de agua, utilizando herramientas que proporciona la ingeniería como estudio de tiempos y diagnósticos de condiciones.

Actualmente en Santa Rosa de Copán se ha observado una dificultad significativa en el que no se cuenta con un mecanismo sistemático para contabilizar el agua en la red de distribución de toda la ciudad y la parte que abastece el sector piloto seleccionado, que permita reducir y controlar las pérdidas a lo largo del acueducto. Este proyecto de investigación pretende adquirir un mayor conocimiento acerca de esta problemática social y su situación actual y al mismo tiempo presentar alternativas de solución, a partir de la revisión de publicaciones, encuestas, entrevistas, o información generada desde las autoridades correspondientes como resultado del levantamiento datos en campo y acercamientos directos con personas en el sector por esta situación.

Este trabajo es de gran importancia para la Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa (EMASAR), ya que con las recomendaciones emitidas se puede llegar a disminuir las pérdidas del acueducto, lo cual no solo representa beneficios en términos económicos para la empresa, sino a la vez beneficios intangibles como mejoramiento de imagen corporativa, incremento de la eficiencia del proceso, aumento de la productividad de los trabajadores e incremento de la satisfacción de los usuarios/abonados. Así como para llevar un control sobre las pérdidas. En la ejecución de la operación siempre se debe tener en cuenta que aparecen pérdidas inherentes al proceso, las que deben de tener un control y presupuesto según sea el caso.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Situación Problemática

El acceso al agua potable y al saneamiento es muy limitado en todo el mundo, especialmente en las zonas rurales, donde una de cada tres personas no tiene acceso a agua potable y dos de cada cinco tienen acceso a agua y jabón. En muchos casos no tienen lugares adecuados para lavarse las manos y millones de personas se ven obligadas a defecar al aire libre. La importancia del acceso a servicios adecuados de agua y saneamiento se ha vuelto aún más crítica en respuesta a la enfermedad respiratoria muy contagiosa causada por el COVID-19. La salud y el bienestar de millones de personas dependen de ello en la lucha contra el virus. Incluso, el Fondo de las Naciones Unidas para La Infancia (la UNICEF) hizo un llamado urgente para que los fondos designados lleguen a más niños y niñas, especialmente aquellos que viven en suburbios con poco acceso a agua salubre y sistemas de tratamiento de aguas contaminadas (Naciones Unidas, 2022).

La disponibilidad de agua limpia y adecuada es esencial para llevar a cabo buenas prácticas de higiene, las cuales son importantes para prevenir no solo enfermedades gastrointestinales, sino también infecciones respiratorias agudas y diversas enfermedades tropicales descuidadas. Actualmente, más de 2 mil millones de personas en todo el mundo viven en países con escasez de agua, una situación que podría agravarse en algunas regiones debido al cambio climático y al aumento de la población (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Los cambios ambientales, incluyendo el clima, son factores clave que pueden contribuir a la aparición o resurgimiento de enfermedades transmitidas por vectores (ETV). Estos cambios pueden ampliar la distribución geográfica y prolongar la temporada de transmisión, lo que puede aumentar la incidencia y mortalidad asociadas con estas enfermedades. En la región de las

Américas, la calidad del agua es un obstáculo para lograr un servicio de gestión de agua segura (Organización Panamericana de la Salud, s.f.).

El banco de desarrollo de América Latina (CAF), llevó a cabo una investigación sobre la seguridad hídrica en 26 ciudades de la región. Los resultados indicaron que en dichas ciudades se presentan pérdidas de agua que superan el 60%. El índice de agua no contabilizada se encuentra por encima del 40% para estas ciudades y el ingreso promedio de las familias, se observa que las tarifas de agua representan alrededor del 8% de ese ingreso. José Carrera, el vicepresidente de Desarrollo Social de CAF, enfatizó la importancia de mejorar la eficiencia y la flexibilidad de las redes de distribución de agua para optimizar la entrega de agua en la ciudad. Esto se lograría mediante la creación de incentivos regulatorios apropiados para reducir las pérdidas de agua en las redes (Banco de Desarrollo de América Latina, 2018).

En Brasil según experto Gesner Oliveira, la disminución de la cantidad de agua perdida es la manera más efectiva para que las empresas de agua y saneamiento aumenten sus ingresos y mejoren la oferta de agua potable. El intercambio de conocimientos entre los participantes se consideró fundamental para hallar soluciones prácticas que permitieran a los gobiernos locales y empresas de agua mejorar la eficiencia energética y reducir la pérdida de agua. Estas soluciones incluyen el seguimiento cercano del rendimiento mediante un sistema de información fiable, la formación del personal y el desarrollo de su capacidad de respuesta, la gestión de la infraestructura de la red de agua, el control de la distribución y uso de agua y la promoción de una cultura de distribución de agua al menor costo posible (Grupo Banco Mundial, 2013).

Sin embargo, algunos de los resultados de la búsqueda brindan información sobre esfuerzos anteriores para abordar los problemas relacionados con el agua en general. Por ejemplo, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha establecido planes de seguridad del agua para

garantizar agua potable segura a través de buenas prácticas de suministro de agua, que incluyen la prevención de la contaminación de las fuentes de agua, el tratamiento del agua para reducir o eliminar la contaminación y la prevención de la recontaminación durante el almacenamiento, distribución y manejo de agua potable (Organización Mundial de la Salud, 2023).

La AECID financió el proyecto "Fortalecimiento de la Gestión Municipal del Servicio de Agua de Santa Rosa" en junio de 2005, la Corporación Municipal terminó un proceso de desconcentración y posterior descentralización de los servicios de agua potable y alcantarillado. Como resultado, se estableció EMASAR en enero de 2009. Esta última, sería la entidad encargada de administrar los sistemas de agua y alcantarillado sanitario de la ciudad en virtud de un contrato de prestación de servicios, El objetivo de dicho proyecto es mejorar la capacidad de la UMA y EMASAR en la gestión sostenible del sistema de agua potable en Santa Rosa de Copán. Para lograr esto, se busca fortalecer la planificación, regulación, administración y operación de los servicios públicos a través de la capacitación de funcionarios nacionales y locales en la elaboración de planes de inversión que mejoren la eficiencia y la sostenibilidad. Con la dotación de dos instrumentos de regulación de dos usos importantes del agua en la ciudad: la captación de agua lluvia y la explotación de pozos (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

Debido a que la ciudad no cuenta con un mecanismo sistemático para contabilizar el agua en la red de distribución se ha vuelto un problema que ha ocasionado una serie de consecuencias negativas, tales como la disminución en la calidad del servicio de agua potable, la pérdida económica para la empresa suministradora de agua y la afectación al medio ambiente. Ante esta situación, se ha propuesto la implementación de un plan de reducción sistemático del agua potable no contabilizada en un sector piloto de la red de distribución, que involucre mejoras en la infraestructura, implementación de medidores de agua en caso que no cuente y un adecuado

mantenimiento, campañas de educación y concientización comunitaria, así como la consideración de tarifas de agua al por mayor para financiar proyectos de infraestructura y reducir los impactos ambientales negativos.

Si el suministro de agua se mejora y se hace más accesible, las personas no tendrían que dedicar tanto tiempo y esfuerzo para obtenerla, lo que les permitiría ser más productivas en otras áreas. Debido a que los niños son especialmente vulnerables a las enfermedades relacionadas con el agua, el acceso a fuentes mejoradas de suministro podría reducir el tiempo que pasan recolectando agua y mejorar su salud. Esto podría aumentar su asistencia escolar y tener beneficios a largo plazo en sus vidas (Organización Mundial de la Salud, 2023).

Además, la escasez de agua es un problema común y su gestión puede resultar costosa. La gestión del agua no está relacionada con el consumo o el valor de producción, lo que sugiere la necesidad de considerar el agua como un bien económico y social. El valor del agua depende de varios factores, incluyendo el costo de la electricidad, los productos químicos utilizados y el personal técnico. Por lo tanto, se necesita una nueva perspectiva que valore el agua como un recurso valioso y promueva su uso responsable (Naciones Unidas, 2022).

Más del 30% del agua producida se pierde durante la distribución debido a problemas de pérdidas de agua en el sistema[1]. Las posibles causas de esta situación son conexiones ilegales y fugas en la red de tuberías. En resumen, el sistema de abastecimiento de agua en Santa Rosa de Copán está compuesto por seis estaciones de bombeo de agua cruda, que incluyen pozos y fuentes de recuperación. En general, solo una bomba en cada una de las tres estaciones de bombeo de Higuito está en uso, lo cual se debe a las constantes fallas que experimentan las bombas debido a

[1] Este dato según EMASAR se estima con relación a la producción de agua tomando un consumo de 18.99 m3 al mes por 8131 viviendas.

la presencia de sólidos disueltos y arena en el agua cruda que fluye por el río (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2021).

Frente a esta problemática planteada, es importante destacar según EMASAR que un porcentaje significativo de la población (47,01%) no cuenta con el servicio de agua potable. Esto se debe a la insatisfacción con el servicio o a la falta de recursos económicos, lo que los obliga a obtener el recurso de otras fuentes que no siempre son seguras, como pozos artesanales contaminados o cisternas móviles. Además, estas alternativas no son viables para personas con bajos ingresos debido a sus altos costos de inversión. (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018)

1.2 Preguntas de Investigación

¿Cuál es el estado actual del sistema de acueducto de agua potable en las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Residencial Divina Providencia abastecidas por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de S.R.C. en el 2023?

¿Existe algún plan de reducción y control de pérdidas de agua potable no contabilizada por medio de entidades en la ciudad de Santa Rosa de Copán para la zona baja en el 2023?

¿Cuáles son las acciones correspondientes que se deben tomar para evitar las pérdidas de agua potable en las colonias de estudio de la zona baja de Santa Rosa de Copán en el 2023?

1.3 Objetivos de Investigación

1.3.1 Objetivo General

Generar un plan de reducción de pérdidas de agua potable en la red que permita mejorar la eficiencia de agua potable no contabilizada en las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Residencial Divina Providencia abastecidas por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de la ciudad de Santa Rosa de Copán en el 2023.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar y evaluar el estado actual del sistema de acueducto en las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Residencial Divina Providencia abastecidas por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de S.R.C. en el 2023.
- Diseñar un plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada para las condiciones de la red para la zona baja en la ciudad de Santa Rosa de Copán en el 2023.
- Definir las acciones correspondientes que se deben tomar para evitar las pérdidas de agua en las colonias de estudio de la zona baja de Santa Rosa de Copán en el 2023.

1.4 Justificación

El plan de reducción del agua potable no contabilizada en el sector piloto seleccionado y abastecido por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de la ciudad de Santa Rosa de Copán es necesario debido a los efectos negativos que este problema ha causado, por lo que es fundamental la recopilación de información para identificar el origen. De las cuales se considera

las siguientes colonias: Lomas de Santa Rosa y Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Aldea SOS (esta última también es llamada Residencial Divina Providencia) debido que se requiere sectorizar la zona baja y porque estas son abastecidas al mismo tiempo.

Es crucial para EMASAR que se realice un análisis exhaustivo del estado actual de las redes de suministro de agua potable para determinar las acciones específicas necesarias para mejorar la eficiencia del sistema actual de dichas colonias.

La falta de control sobre el suministro de agua ha llevado a una disminución en la calidad del agua, pérdidas económicas y daños ambientales. Además, el acceso inadecuado al agua potable puede tener consecuencias graves para la salud de los residentes de estas colonias. La implementación de mejoras en la infraestructura del sistema de agua, la instalación y mantenimiento de micromedidores de agua y la educación de la comunidad sobre el uso responsable del agua son medidas efectivas para reducir la cantidad de agua no contabilizada. Este plan también puede financiarse a través de tarifas mayoristas de agua para proyectos de infraestructura y reducir los impactos negativos en el medio ambiente. En resumen, el plan de reducción sistemático del agua no contabilizada es una solución necesaria y efectiva para mejorar la calidad de vida de los residentes de estas colonias y proteger el medio ambiente. Se puede realizar un análisis de agua no contabilizada en el sistema de la ciudad de Santa Rosa de Copán para determinar las posibles causas y acciones para mejorar la eficiencia de agua no contabilizada.

Cabe mencionar que la problemática de las tarifas del suministro de agua en Santa Rosa de Copán no es algo reciente, ya que data de 1999. Por lo tanto, es necesario implementar un nuevo sistema tarifario en la ciudad que considere el consumo de agua como un bien social y económico, fomente el uso responsable del líquido vital y promueva una nueva cultura de consumo estableciendo un precio por unidad de agua. En este momento, existe una creencia generalizada de

que cambios significativos pueden tener un impacto positivo en el suministro de agua para la población (Bautista Perdomo & Martínez Villegas, 2016).

Por lo que se enfoca en investigar a fondo la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos en los alrededores de la ciudad. Además, aumentar la eficiencia del agua potable para la población urbana del municipio, ya que uno de los mayores desafíos actuales que enfrenta Santa Rosa de Copán es la producción de agua potable (Bautista Perdomo & Empresa Municipal de Aguas de Santa Rosa, 2018).

Es importante crear planes de manejo que incluyan prácticas para reducir la sedimentación, aumentar la infiltración y disminuir la escorrentía, con el fin de garantizar la gestión efectiva del recurso hídrico en términos de calidad y cantidad en fuentes de agua como el río Higuito y La Hondura, así como el reservorio freático que consta de 17 pozos municipales perforados. Estas medidas ayudarán a prevenir las consecuencias erosivas del exceso de agua y asegurar un suministro sostenible de agua de alta calidad. (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018)

Finalmente, se debe considerar la implementación de campañas y estrategias destinadas a fomentar el uso responsable de agua. Esto incluirá la implementación de programas educativos sobre el uso del agua, así como la adopción de leyes que incentiven el uso sostenible del recurso. Además, se deben adoptar soluciones tecnológicas que permitan un control estricto del uso del agua y una mayor eficiencia en la distribución del recurso.

CAPITULO 2. MARCO CONTEXTUAL

2.1 Generalidades

Este plan marcará algunas directrices que deberá implementar EMASAR para mejorar la eficiencia de las redes de agua potable en toda la ciudad, a través de la disminución en las pérdidas de agua en el sector piloto seleccionado redes en las colonias Lomas de Santa Rosa y Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Aldea SOS (llamada también Residencial Divina Providencia) de la zona baja de la ciudad de Santa Rosa de Copán en 2023.

La disponibilidad y calidad del recurso hídrico en el reservorio acuífero de Santa Rosa están siendo seriamente afectadas debido a la presión humana. Esto se debe principalmente a la sobreexplotación de acuíferos, la creación de conos de abatimiento y la gran cantidad de pozos perforados. Además, los cambios en el uso del suelo, como la deforestación y la urbanización en zonas de producción hídrica, también contribuyen a esta problemática (Bautista Perdomo & Empresa Municipal de Aguas de Santa Rosa, 2018).

2.2 Contexto

El Municipio de Santa Rosa de Copán es una ciudad importante en el Occidente de Honduras, ubicada en el Departamento de Copán. Se encuentra en una meseta extensa con una altitud entre los 1,080 a 1,175 msnm., rodeada de bosques de coníferas y pinares. La ciudad tiene una superficie de 293.1 Km^2 y está ubicada en el área de la subcuenca del Rio Higuito. El clima que se presenta en la zona es subtropical húmedo, con lluvias moderadas a lo largo del año. Los períodos más lluviosos se dan en los meses de agosto a octubre, mientras que los meses de febrero a abril son los más secos (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

La ciudad es considerada la cabecera del departamento de Copán y, según la Unidad de Investigación Estadística Social (UIES) de la Municipalidad, su población total en 2021 fue de 72,122 habitantes, del total de la población urbana, el 50.9% son mujeres y el 49.1% son hombres, la ciudad se divide en 15 barrios, 41 colonias, 41 Residencias, 25 aldeas, 67 caserío y 15 haciendas.

Se establece mediante un acuerdo en la sesión de la Corporación Municipal la creación de la Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa (EMASAR) en la ciudad de Santa Rosa de Copán. Esta empresa será la responsable de brindar servicios de agua potable en la zona. El suministro de agua potable en Santa Rosa de Copán comenzó en los años 70 con la construcción del sistema de abastecimiento. La fuente inicial fue La Quebrada La Hondura, seguida por la incorporación del Sistema Higuito y la explotación de 14 pozos. Actualmente, solo 8 pozos están en uso y se siguen requiriendo para satisfacer la demanda de la ciudad. Los pozos subterráneos son la principal fuente de abastecimiento de agua, ya que proporcionan más del 60% del caudal de extracción de agua (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2021).

El municipio de Santa Rosa de Copán Colinda al norte con los municipios de Concepción, Dulce Nombre, Dolores, Veracruz y San José del departamento de Copán; al sur con el municipio de Cucuyagua del departamento de Copán y el municipio de Talgua del departamento de Lempira; al oeste con los municipios de San Agustín y La Unión del departamento de Copán; y al este con el municipio de San Juan de Opoa del departamento de Copán y los municipios de Las Flores y Lepaera del departamento de Lempira (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

En cuanto al clima actualmente la temperatura promedio anual para el Departamento de Copán es de 21.5 °C, con una humedad de 77.1% y los principales riesgos climáticos son movimiento de ladera, sismos, sequias e incendios forestales (Hernández, 2016).

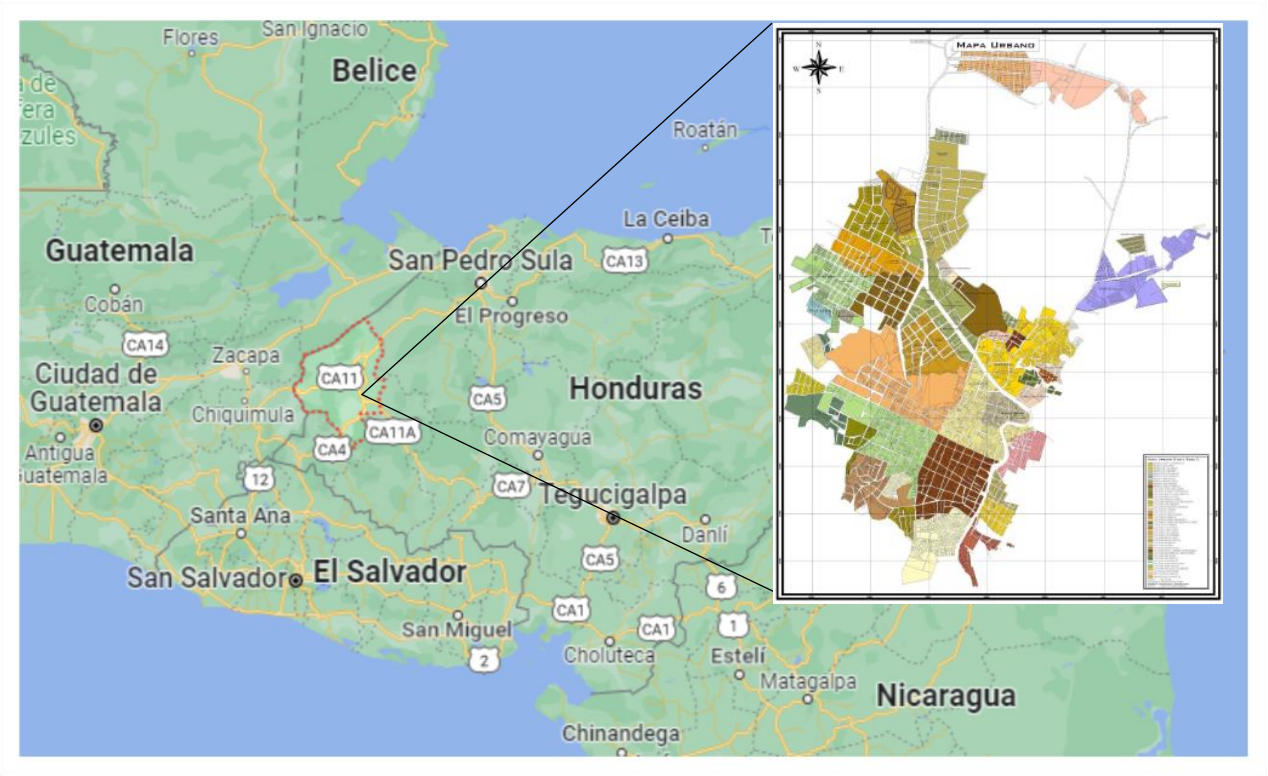


Figura 1. Mapa de ubicación de la ciudad de Santa Rosa de Copán.

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018)

Frente a esta situación, es importante mencionar que casi la mitad de la población de la ciudad (47.01%) no tiene acceso al servicio de agua potable proporcionado por EMASAR, ya sea por insatisfacción con el servicio o por limitaciones económicas. En consecuencia, estas personas obtienen agua de otras fuentes que a menudo no son seguras, como pozos artesanales contaminados o cisternas móviles. Sin embargo, estas alternativas tampoco son accesibles para las personas de bajos ingresos debido a los altos costos de inversión que implican. El suministro de agua es a través de la extracción de las fuentes superficiales del Río Higuito y la quebrada La Hondura mediante el uso de bombas para su abastecimiento, además cuenta con 17 pozos municipales perforados (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

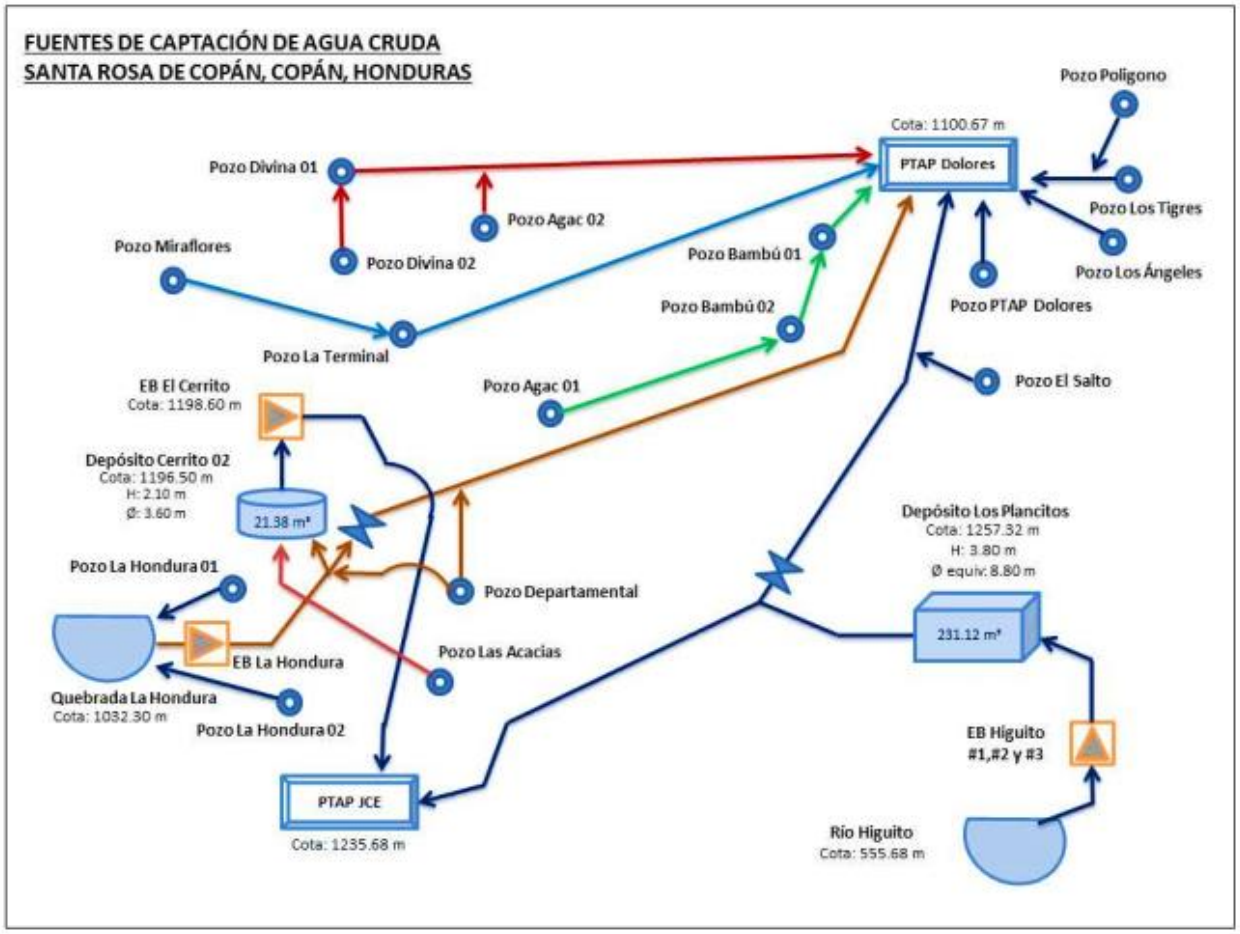


Figura 2. Fuentes de captación de agua

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018)

2.2.1 Fuente de agua superficial: rio Higuito

En el sur de Santa Rosa de Copán se encuentra una fuente de agua superficial cruda que comenzó a ser extraída en el año 2005 mediante un proyecto que inicialmente consistió en la construcción de una galería de infiltración de tubería de 48 pulgadas de diámetro. Es necesario superar un desnivel de alrededor de 700 metros para la captación del Río Higuito. A causa de la gran cantidad de sedimentos que arrastra el Río Higuito, las bombas sufren continuamente daños y desgaste, lo que reduce su vida útil. (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2021)

Esta galería fue perforada y ubicada dentro y a un costado del río Higuito, y el agua captada fue transportada hasta un depósito de aspiración enterrado situado en la Estación de Bombeo Higuito #1. En el inicio del proyecto de captación del Río Higuito, se construyó una galería de infiltración en una ribera del río para recolectar el agua cruda y llevarla a la cisterna de captación en la Estación de Bombeo Higuito #1. Sin embargo, las galerías se llenaron rápidamente debido al arrastre de sólidos por el río. Además, la inestabilidad del voltaje de la corriente eléctrica causa daños constantes en las bombas (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

2.2.2 Fuente de agua superficial: quebrada La Hondura

La bomba impulsa una parte del excedente de agua cruda de la quebrada La Hondura hacia el depósito de succión, lo que ayuda a aumentar el caudal de producción. Tiene una longitud aproximada de 2,093.63 metros lineales que llega hasta El Cerrito 02, consiste de 1.608.87 metros lineales de hierro galvanizado (HG) de 6" de diámetro y 484.76 metros lineales de policloruro de vinilo (PVC) de 6" de diámetro. (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2021)

El nivel del depósito se encuentra a una altitud de 1,033.46 metros sobre el nivel del mar. A una distancia aproximada de 600 metros aguas abajo de este depósito de succión, hay una fuente de recuperación que consta de una pequeña estación de bombeo. Además, se han perforado dos pozos cerca del depósito de succión para aumentar aún más la producción de esta fuente. La captación de agua es impulsada por medio de la Estación de Bombeo La Hondura, que está compuesta por tres bombas. El agua puede llegar a las dos plantas de tratamiento de agua potable (PTAP) de la ciudad de dos formas diferentes. En la primera, el agua cruda llega al depósito intermedio El Cerrito 02, desde donde se bombea a través de una pequeña estación de bombeo (EB

El Cerrito) que consta de una sola bomba hasta la PTAP Juan Carlos Elvir para su tratamiento y posterior suministro a las zonas alta y media de la ciudad. En la segunda, el agua bombeada desde la EB La Hondura llega a la PTAP Dolores para su tratamiento y posterior suministro a la zona baja de la ciudad (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

2.2.3 Fuentes de agua subterráneas: Pozos

De los 17 pozos perforados por la municipalidad ya solo hay un total de 14 pozos disponibles, pero solo 8 pozos en específico están en operación. Es importante mencionar que ninguno de estos pozos cuenta con las instalaciones necesarias para llevar a cabo la toma de muestras de manera adecuada para efectuar un tratamiento físico, químico y biológico del agua en el propio terreno. La ubicación de la mayoría de los pozos de extracción es en las cercanías de los cauces de las corrientes de agua (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2021)

No de Pozo	Nombre del pozo	Coord X (WGS84)	Coord Y (GS84)	Gasto Q (I|seg)	N.Est (m)	N.Din.(m)	Profund (m)	T(m2/d)
1	Membreño	308924	1634178	6.31	34.15	59.76	97.56	24.63
2	Bambu	309225	1634280	2.42	54.88	57.93	85.37	79.28
3	Los Angeles	309860	1634476	3.76	53.35	64.02	103.66	35.21
4	Los Tigres	310264	1634508	4.73	44.21	50.30	73.17	77.59
5	Terminal	308423	1634475	15.37	43.90	58.54	82.32	105.03
6	Compa Chuy	308383	1634718	4.26	36.59	56.40	85.37	21.49
7	Divina (Kinder)	308645	1634710	4.62	61.59	91.46	103.66	15.45
8	Divina (20 menos)	308640	1634584	5.05	58.54	85.37	103.66	18.81
9	Altos de Santa Rosa	308776	1634364	5.54	41.16	76.22	121.95	15.81
10	Bambu #2	309148	1634088	2.82	41.46	113.11	137.20	3.93
11	Departamental	307699	1633884	9.01	12.13	134.20	182.3	115.12

12	Dolores	309533	1634400	2.84	91.46	131.20	243.90	7.14
13	Honduras # 1	306736	1634299	12.62	60.98	87.50	152.44	47.58
14	Honduras #2	306990	1634112	5.36	60.98	89.94	152.44	18.51

Tabla 1. Datos de pozos

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2021)

Zonificación de pozos.	
Nombre de zonificación	**Nombre de pozos muestreados**
Zona Baja.	Los Ángeles, La Terminal, Los Tigres, Dolores.
Zona Alta.	Departamental, Las Acacias.
La Hondura.	Honduras #1 y Honduras #2.

Tabla 2. Zonificación de Pozos

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2022)

2.2.4 Alternativas de nuevas fuentes de agua

El equipo del programa Mejora al Acceso de Agua Potable y Gestión del Recurso Hídrico en la Ciudad de Santa Rosa de Copán, Fase I (MAAPYGIRH), junto con la EMASAR de la Municipalidad de Santa Rosa de Copán, ha llevado a cabo investigaciones para encontrar nuevas fuentes de agua. Se han identificado tres opciones para suministrar agua a la ciudad en el futuro, pero la alternativa de la quebrada Galjagua no se ha considerado porque es costosa y no ha sido suficientemente estudiada. Las dos fuentes de agua que están siendo estudiadas son la quebrada La Hondura/Poza La Sirena (una fuente superficial) y los pozos en la aldea El Salitrillo (una fuente subterránea) (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

2.3 Localización y ubicación

La ubicación está en la zona baja de la ciudad de Santa Rosa de Copán y las cuales son abastecidas por los pozos descrito en la Tabla 2 y otras fuentes mostrado en la Figura 2, el caudal que llega al depósito o tanque 02 de la zona baja (tanque nuevo como es llamado), distribuye las colonias siguientes:

- Col. Altos de Santa Rosa.
- Col. Lomas de Santa Rosa.
- Col. Divina Providencia.
- Col. Villa Imperial.
- Aldea SOS (Residencial Divina Providencia).

Figura 3. Ubicación del Sector

Fuente: Google Earth.

Figura 4. Ubicación de las Colonias

Fuente: Google Earth.

CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1 Marco conceptual

El plan actual propone la definición de una serie de términos técnicos relevantes para establecer su significado y comprender mejor su impacto en el estudio en cuestión. Esto permitirá una mayor claridad en cuanto a su alcance y relevancia.

3.1.1 Agua no contabilizada:

Se refiere a la discrepancia entre la cantidad de agua que se toma y se transporta, y la cantidad que se factura y se entrega a los usuarios/abonados del sistema.

3.1.2 Pérdidas de agua:

Son la eliminación involuntaria de agua potable que ocurre en un sistema de distribución de agua. Estas pérdidas son perjudiciales para la sociedad en general, ya que representan la eliminación de una gran cantidad de agua que podría ser utilizada por la población.

3.1.3 Pérdidas reales:

Representan la pérdida real de agua dentro del sistema debido a fugas en las redes y/o conexiones domiciliarias o a desbordes de reservorios. En resumen, las pérdidas reales son aquellas en las que se pierde agua de manera efectiva (Novus Produtos Eletrônicos Ltda., 2020).

3.1.4 Pérdidas aparentes:

Son aquellos consumos de agua que no han sido debidamente registrados en el sistema debido a su no autorización o a errores de medición. Para reducir estas pérdidas, es posible llevar a cabo inspecciones y búsquedas de conexiones ilegales, así como mejorar el parque de contadores para garantizar una medición más precisa del consumo real de agua (Novus Produtos Eletrônicos Ltda., 2020).

3.1.5 Macromedición:

Se refiere a la evaluación del agua que ingresa al sistema municipal desde la planta, el proceso de transporte hacia los tanques de almacenamiento y su posterior distribución a través de la red. Por lo tanto, el sistema de medición a gran escala no solo se compone de equipos y accesorios, sino también de todos los procesos involucrados en el mantenimiento y operación del sistema.

3.1.6 Micromedición:

Se puede determinar la cantidad de agua consumida en hogares, industrias, comercios y oficinas mediante la instalación y uso de herramientas que miden el agua utilizada en diversas actividades. Al hacer esto, se puede fomentar un uso racional del agua potable por parte de los usuarios/abonados, lo que es esencial para mantener la estabilidad financiera de la empresa de servicios públicos.

3.1.7 Red de distribución:

Se trata de un sistema que incluye tuberías, accesorios, estructuras y dispositivos que se encargan de transportar el agua desde su lugar de almacenamiento o tratamiento hasta las conexiones que llegan a los hogares.

3.1.8 Tanques de almacenamiento:

Recipiente diseñado para contener una cantidad específica de agua con el fin de satisfacer las necesidades de demanda máxima durante ciertos períodos del día y para combatir incendios.

3.1.9 Acometida:

Es un componente fundamental en la instalación de suministro de agua potable para cualquier estructura. Esta conexión se ubica en la parte externa de la edificación o vivienda.

3.1.10 Válvula:

Son instrumentos mecánicos que permiten detener, iniciar o regular las propiedades de los líquidos que fluyen en tuberías bajo presión. Su operación puede realizarse por medios manuales o mediante sistemas automatizados, además hay de varios tamaños según sea la necesidad. Hay tres tipos de válvulas de seccionamientos y son: compuerta, mariposa y asiento (TUVACOMSA, 2023).

3.1.11 Medidor:

Se trata de un aparato que registra y almacena la cantidad de agua utilizada por un usuario/abonado del sistema de suministro de agua.

3.1.12 Usuario/abonado:

Es una persona que saca provecho de un servicio público, ya sea como dueño del lugar donde se ofrece el servicio o como receptor directo del mismo.

3.2 Antecedentes Investigativos

3.2.1 Antecedente de Detención de Fugas

En la mayoría de las ciudades importantes de América, las redes de suministro de agua han sido gestionadas con objetivos a corto plazo durante un siglo. Con el tiempo, es natural que las tuberías y los equipos se desgasten y envejezcan. Por lo tanto, es importante realizar un mantenimiento periódico en las redes para prevenir la proliferación de fugas. En 1972, una ciudad en Francia experimentó un bajo rendimiento de su red de suministro de agua, ya que, por cada 10 litros de agua producidos, los usuarios/abonados recibían menos de seis litros. De hecho, se han registrado casos aún más alarmantes de bajo rendimiento en el suministro de agua. Entonces, se hace necesario detectar y reparar las fugas debido a la falta de mantenimiento, incluso en las partes del sistema que no han sido dañadas. Factores relevantes en la detección de fugas en las tuberías

de agua incluyen el tamaño de las grietas, la presión del agua dentro de las tuberías y la capacidad del suelo para resistir el flujo de agua (Organización Panamericana de la Salud., 1999).

Según las leyes de conservación de energía hidráulica, se establece que, en un tubo sometido a presión, la cantidad de flujo que sale de un orificio aumentará en proporción a la presión que se ejerce. Se descubre que la relación entre la presión y el comportamiento de las fugas depende de la apertura de la grieta en los casos de grietas longitudinales y circunferenciales, lo que afecta los caudales de las fugas de manera significativa (Perez de la Torre, 2018).

3.2.2 Aspecto Ambiental

La Estrategia Nacional de Cambio Climático de Honduras indica que la reducción de volumen de lluvia y las sequías son las amenazas climáticas más significativas para el sector hídrico. Por lo tanto, se sugiere invertir en construir infraestructura que permita almacenar agua en las zonas que se ven más afectadas para su posterior uso en diferentes actividades (Romero Quezada & Agüero, 2016).

Según informes, más del 40% de la población mundial sufre de escasez de agua, y se espera que esta cifra aumente debido al cambio climático. Aunque algunas regiones han logrado mejorar el acceso al agua potable y al saneamiento desde 1990, la disminución en la disponibilidad de agua de calidad sigue siendo un problema crítico en todo el mundo. En los últimos cien años, el mundo ha perdido el 70% de sus áreas de humedales naturales. Se calcula que para el año 2050, al menos una cuarta parte de la población sufrirá de manera habitual escasez de agua. En cuanto al Cambio climático y seguridad hídrica para los desafíos y oportunidades, se realizó un dialogo por el día mundial del agua en el que Flavio Scasso, un analista del Programa de las Naciones Unidas para el

Desarrollo (PNUD), destacó los esfuerzos colaborativos llevados a cabo con el Ministerio de Ambiente, Alianza Uruguaya por el Agua (AUA) y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Además, enfatizó que el PNUD respalda alrededor de veinte proyectos en curso que se enfocan en la gestión del agua, especialmente en la gestión costera y marina, saneamiento, restauración del ecosistema, producción sostenible y adaptación al cambio climático (Naciones Unidas, 2023).

La región posee una valiosa variedad de recursos naturales que incluyen bosques, fauna, aire y agua. Es fundamental que se aplique una gestión eficiente de estos recursos y se realice la restauración de aquellos que se han visto perjudicados por un uso inapropiado. La microcuenca La Hondura es una zona protegida en el municipio que abastece de agua a la población urbana. Además, se está evaluando su potencial turístico debido a la riqueza natural que posee. Esta área tiene una extensión total de 1,332.95 hectáreas (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

3.2.3 Recursos Hídricos

En Honduras, hay un total de 21 cuencas hidrográficas, de las cuales 16 se encuentran en la costa del Océano Atlántico y las restantes en el Océano Pacífico. A nivel nacional, existen 33 Consejos conformados, de los cuales 8 son de cuencas, 4 de subcuencas y 21 de microcuencas. La cantidad de agua disponible en el país no se está aprovechando al máximo, ya que solo el 9.1% se utiliza. A pesar de ello, hay varias áreas geográficas que enfrentan escasez de agua en ciertas épocas del año, lo que significa que se necesitan construir obras para captar y almacenar agua para diversos usos. La calidad del agua en Honduras no es monitoreada de manera sistemática, tanto en las fuentes de captación de agua cruda para sistemas de agua potable como en la calidad de las aguas residuales que se vierten en los cuerpos de agua (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

Además, se carece de la infraestructura necesaria para estimar o calcular con precisión una demanda específica de agua desglosada por uso. Los datos del Balance Hídrico de 2003 muestran que las principales variables socioeconómicas del país que afectan el uso del agua son la población, la agricultura, la industria y la hidroelectricidad, con porcentajes de extracción de agua para riego de 52,40 %, 14,32 % para consumo doméstico, 13,63 % para producción de electricidad, 5,18 % para producción industrial, 0,01% para minería y el 14,46% restante para otros usos. Sin embargo, este balance hídrico no ha sido actualizado desde entonces (Romero Quezada & Agüero, 2016).

3.2.4 Marco Legal

El sector de agua y saneamiento en el país cuenta con un conjunto de leyes, reglamentos y disposiciones legales que conforman su marco legal. Se han identificado alrededor de 16 leyes y normas legales relacionadas con este sector, de las cuales destacan cuatro en particular (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018):

- *La Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento y su Reglamento:* son fundamentales para la modernización del sector. Establecen la titularidad de los servicios en las municipalidades y comunidades que gestionan sus propios sistemas, y regulan la prestación de servicios. Además, crean las Comisiones del Consejo Nacional de Salud (CONASA) y el Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS).
- *Ley de Municipalidades y su Reglamento:* La Ley Marco del Sector Agua y Saneamiento otorga a los gobiernos municipales la autonomía para planificar, organizar y administrar servicios públicos en sus territorios. La ley también les da la facultad de decidir cómo se prestarán dichos servicios, ya sea a través de la creación de empresas propias, unidades de

servicios, empresas mixtas o concesiones otorgadas por medio de contratos. En resumen, la ley establece la autonomía de los gobiernos municipales en la gestión de los servicios públicos.

- *Ley General de Aguas:* La ley establece un marco jurídico que da prioridad y preferencia al uso del agua para consumo humano sobre cualquier otro uso. Asimismo, establece que cualquier vertido de aguas debe realizarse de manera que no contamine los cuerpos receptores de acuerdo con las normas establecidas y que el tratamiento de los vertidos de aguas residuales es obligatorio.
- *Ley General del Ambiente y su Reglamento:* Se establece como una norma general que la protección, conservación, restauración y manejo sostenible del medio ambiente y los recursos naturales son considerados de interés social y de utilidad pública.

3.3 Identificación y Evaluación del Estado Actual en el Sistema de Acueducto en las Colonias

3.3.1 Recopilación de Información

Se realizó un recorrido en la zona en el momento de la distribución de agua en las colonias que comenzó a las 6:00 a.m. el día martes 30 de mayo, dicha distribución de agua duro aproximadamente de 5 a 6 horas y que se abastece de agua cada 8 o 10 días. Es importante indicar que este sector piloto cuenta con 167 micromedidores instalados, con un uso de vida cerca de un año.

En el depósito de la zona baja hay dos tanques (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018):

- Depósito Zona Baja 01 (capacidad de 143,400 gal).

- Depósito Zona Baja 02 (capacidad de 143,400 gal).

Cabe mencionar que el primero es llamado tanque viejo que distribuye al sector Dolores y el segundo llamado tanque nuevo que distribuye sector de las colonias en el sector piloto en estudio.

Figura 5. Tanque de distribución zona baja

Fuente propia

Figura 6. Distribución de Agua del Sector Zona Baja

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2022)

Para la distribución en la red de la zona baja podemos identificar las siguientes válvulas en el sistema de acueducto:

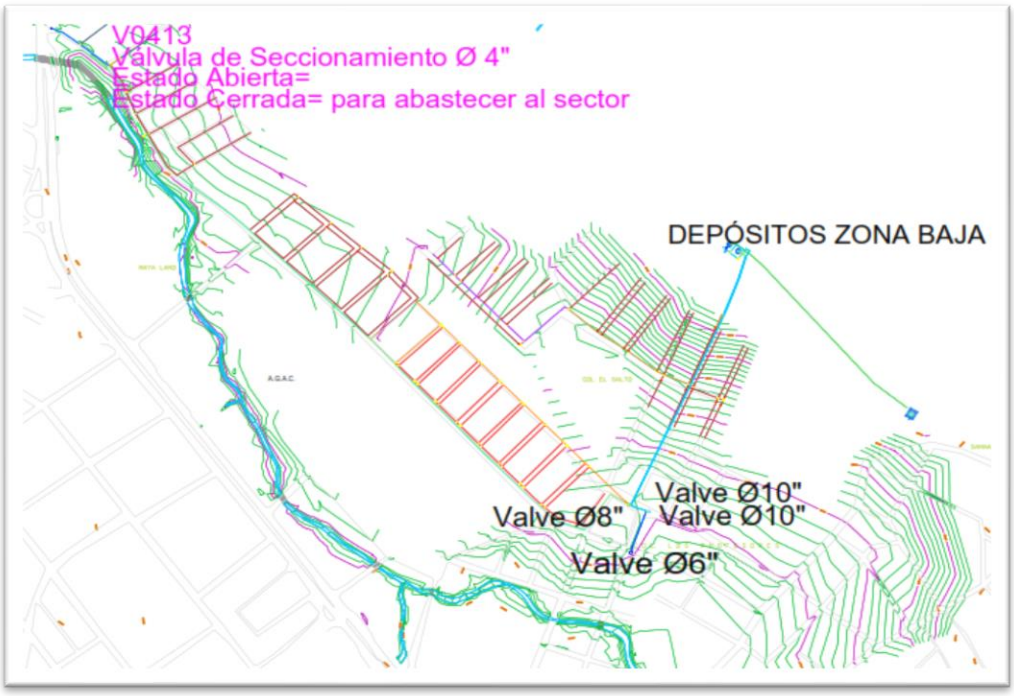


Figura 7. Identificación de Válvulas

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2022)

3.3.2 Identificación de Fugas

También se pudieron detectar algunos derrames de agua potable, los cuales son algunos de los más comunes que se dan en la zona y se describen a continuación:

Fuga #1: Fuga no visible, se encontró que esta pérdida que estaba por debajo del pavimento, posiblemente por un desgaste de tubería. EMASAR procedió a marcar el área y hacer la corrección inmediatamente.

Figura 8. Fuga detectada #1

Fuente propia

Fuga #2: Fuga visible, se encontró el micromedidor desajustado debido a la presión que ejerció el agua y por falta de suficiente pegamento en la tubería, no había sido reparado por el usuario/abonado de la propiedad y no se había notificado a EMASAR, la fuga se identificó por inspección de EMASAR. luego la empresa hizo cierre forzoso de la distribución de agua, ya que el caudal era muy alto y no se había controlado. Después se procedió a colocar el micromedidor con la maniobra correspondiente.

Figura 9. Fuga detectada #2

Fuente propia

Fuga #3: Fuga visible, ubicada en “la policía” y esta se debió por la falta de flotador en la cisterna para controlar el nivel de agua necesario, el cual causó una pérdida muy considerable de agua. Se hizo cierre de la válvula y luego se realizaría la gestión respectiva para la compra de un flotador por parte de EMASAR.

Figura 10. Fuga detectada #3

Fuente propia

3.3.3 Tarifas de Agua Potable

En la ciudad de Santa Rosa de Copán existen valores de cobro para el agua potable, según la categoría (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018):

1- Servicio Doméstico según Valor Catastral de la Propiedad:

Valor catastral de la propiedad	Lps. /Mes
De L. 0.01 a L. 220,000.00	150.00

De L. 220,000.00 a L. 350,000.00	220.00
De L. 350,000.00 a L: 500,000.00	270.00
De L: 500,000.00 a L. 700,000.00	300.00
De L. 700,000.00 a L. 1,000,000.00	390.00
De L. 1,000,000.00 a L. 2,000,000.00	420.00
De L. 2,000,000.00 a L. 3,000,000.00	460.00
De L. 3,000,000.00 en Adelante	490.00

Tabla 3. Valor catastral de la propiedad

Fuente: (Municipalidad de Santa Rosa de Copan, 2018)

2- Tarifa de servicio medido

CATEGORIA					
Residencial		**Comercial**		**Gubernamental**	
Tarifa Mínima	Lps. 150.00/Mes	Tarifa Mínima	Lps. 180.00/Mes	Tarifa Mínima	Lps. 0.00/Mes
CARGOS POR CONSUMO					
Rango m3	**Costo lps. /m3**	**Rango m3**	**Costo lps. /m3**	**Rango m3**	**Costo lps. /m3**
0 – 13	0.00	0 – 13	0.00	> 0	7.5
13.01 – 30	7.50	13.01 – 30	8.63		
30.01 – 50	10.95	30.01 – 50	12.08		
50.01 – 100	17.17	50.01 – 100	20.17		
> 100	27.47	> 100	24.67		

Tabla 4. Tarifa de servicio medido

Fuente: (Municipalidad de Santa Rosa de Copan, 2018)

3- Servicio a Industriales, Comercio y Servicios

Valor catastral de la propiedad	**Lps/Mes**
Tarifa Comercial 1	180.00
Tarifa Comercial 2	250.00
Tarifa Comercial 3	330.00
Tarifa Comercial 4	450.00
Tarifa Comercial 5	1000.00
Tarifa Comercial 6	2300.00

Tarifa Comercial 7	4000.00
Tarifa Comercial 8 (Por cada cuarto de un Mesón)	80.00
Tarifa Comercial 9 (Por cada Apartamento)	160.00
Tarifa Comercial 10 (Para Construcción)	350.00

Tabla 5. Servicio a Industriales, Comercio y Servicios

Fuente: (Municipalidad de Santa Rosa de Copan, 2018)

Las elevadas tarifas del servicio de agua potable hacen que aproximadamente el 20% de las personas de bajos recursos no puedan tener acceso y también puede afectar la calidad del servicio para aquellos que sí lo tienen. (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2018).

3.3.4 Volumen de Agua Captada y Consumo de Agua

Para el recurso hídrico según datos recientes de EMASAR de diciembre del año 2022 el volumen de agua captadas y distribuida se compone de la siguiente manera:

VOLUMEN DE AGUA CAPTADA Y DISTRIBUIDA		
Captación agua cruda		
Concepto	**Cantidad (m3)**	**%**
Vol. Superficial Higuito	70,197.00	50.54
Vol. Superficial La Honduras	0.00	0.00
Vol. Agua subterránea pozos municipales	68,700.00	49.46
Total	**138,897.00**	**100.00**

Tabla 6. Volumen de agua captada y distribuida

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2022)

El volumen más alto de agua captada y distribuida para el mes de diciembre del año 2022 fue de la fuente superficial Higuito con un 50.54% y posteriormente un 49.46% de las fuentes de agua subterráneas de los pozos municipales. Cabe mencionar que aparece 0.00% para la fuente

superficial La Hondura, ya que en este mes no estuvo en función por motivos de limpieza de sedimento por la época de lluvia, por lo que es muy común paralizar la distribución para hacer dicha labor y que no haya un colapso en el sistema de la red de distribución.

Para poder tener el Índice de Agua No Contabilizada se estima un dato medio de consumo mensual junto con el número de usuarios/abonados, esto para calcular primeramente el volumen micromedición en m3.

ESTIMACION DEMANDA DE AGUA POTABLE SEGÚN MICROMEDICIÓN (DATO TEÓRICO)		
Número de usuarios/abonados.	8131	Vivienda
Media de consumo mensual.	18.99	m^3
Estimación de demanda m^3	**154,407.69**	**m^3**

Tabla 7. Estimación micromedición

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2022)

Luego obtenemos el volumen de agua salida de los tanques por medio de los datos de los macromedidores que se muestran a continuación:

VOLUMEN DE AGUA DISTRIBUIDA EN MACROMEDIDORES		
SALIDA DE TANQUES		
Tanque de zona baja.	53,870	m^3
Tanque la cuchilla.	7,430	m^3
Tanque Juan Carlos Elvir viejo.	5,320	m^3
Mega tanque.	135,860	m^3
Total	**202,480**	**m^3**

Tabla 8. Volumen macromedidores

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2022)

DISTRIBUCION AGUA POTABLE		
Volumen	**M3**	**%**

Volumen micromedicion m³	154,407.69	111.17
Volumen de agua distribuido de los tanques (macromedicion) m³	202,480.00	145.78
Volumen de pérdida en la distribución m³	**48,072.31**	**34.61**

Tabla 9. Distribución de agua potable

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2022)

El volumen medido en macromedicion no es el que está llegando a la población, para el mes de diciembre del 2022, porque se perdieron 48,072.31 m3 de agua potable, lo que significa una pérdida de un 34.61% con respecto al volumen captado.

El consumo de agua medido y no medido es un tema importante en la gestión del agua en la ciudad de Santa Rosa de Copán por lo que los datos recientes del mes de diciembre del año 2022 nos dan lo siguiente:

CONSUMO DE AGUA m³ MES DE DICIEMBRE			
	Usuarios/Abonados	**Consumo m³**	**%**
Usuarios servicio medido.	1,629	31,534.00	22.70
Usuarios servicio no medido.	6,502	107,363.00	77.30
Sumatoria total	**8,131**	**138,897.00**	**100.00**

Tabla 10. Consumo de Agua en M3

Fuente: (Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa, 2022)

Se tiene un sumatoria de 1629 usuarios/abonados con servicio medido y 6502 usuarios/abonados con el servicio no medido, siendo un total 8131 usuarios/abonados que gozan del servicio de agua potable. Así como el volumen de agua distribuida con un total de 138,897.00 m3, por lo que 31,534.00 m3 es para el servicio medido y 107,363.00 m3 de volumen para el servicio no medido.

Para el servicio medido en el sector piloto hay 167 micromedidores instalados, mostrado a continuación:

Figura 11. Tipo de Micromedidor

Fuente propia

Ademas, el mecanismo sistematico de las conexiones domicialiarias de los usuariós/abonados que poseen un micromedidor es la siguiente:

Figura 12. Conexión Domiciliaria

Fuente propia

3.4 Plan de Reducción y Control de Pérdidas en la Red de Distribución

3.4.1 Plan de Reducción y Control de Pérdidas Reales

3.4.1.1 Origen de las Pérdidas Reales

La presencia de factores externos a las tuberías y acometidas, como el tráfico pesado, roedores, incendios, terremotos y otros, pueden provocar la aparición de fugas en las mismas. Además, las condiciones de instalación también influyen en la rotura y fuga de las tuberías, ya sea por el asentamiento del terreno en las cercanías de las arquetas, en las zanjas, o por la falta de protección contra la corrosión tanto interna como externa (iAgua, 2023).

3.4.1.2 Causas que Generan las Fugas de Pérdidas Reales

Es esencial comprender las causas que pueden provocar una fuga en un sistema, ya que esto puede contribuir significativamente a prevenir una cantidad considerable de fugas.

Causas que generan las fugas de pérdidas reales		
Causas	**Definición**	**Ejemplos**

Causas físicas o estructurales.	Pueden deberse al deterioro de tuberías y válvulas y pueden originarse por diversos motivos.	• Materiales inapropiados. • Profundidades bajas de instalación de la tubería. • Fallas en anclajes. • Timbrajes inadecuados de tuberías. • Espesores de elementos inapropiados. • Juntas mal instaladas.
Causas internas.	Pueden surgir como resultado de una mala gestión por parte de los responsables del suministro de agua, y su gravedad puede derivar en roturas o fallas en las tuberías.	• Fenómenos transitorios producidos por una mala operación. • Presiones internas elevadas. • Velocidades excesivas que dan lugar al fenómeno de cavitación. • Las variaciones bruscas de la presión.
Causas externas.	Se dan por roturas y se pueden evitar en la etapa de construcción de la red.	• Instalaciones de los elementos en suelos agresivos. • Exposición a sobre cargas. • Asentamientos provocados por una deficiente compactación.
Causas de servicio.	Tienen que ver con el mantenimiento con anticipación a los elementos.	• Calidad en las reparaciones (se modifica la resistencia estructural del elemento). • Tipos de reparaciones.

Tabla 11. Causas que generan las fugas de pérdidas reales

Fuente: (Alvarado Aguilar, 2023)

3.4.1.3 Importancia de las Fugas

Entre mayor es el caudal escapado, más grande es la falla o rotura presente y depende del tiempo, por lo que podemos mencionar 3 factores (SensorGO, 2022):

- El área o tamaño de la falla o rotura.
- La presión interna donde se localiza la falla o rotura.
- El tiempo de duración de las fugas.

3.4.1.4 Estrategias para la Reducción de Pérdidas Reales

La Asociación Internacional del Agua (IWA) sugiere diversas estrategias para reducir las pérdidas de agua reales, también conocidas como fugas. Entre las opciones más utilizadas para minimizar el volumen de agua fugada en un sector o sistema específico (Ziegler, y otros).

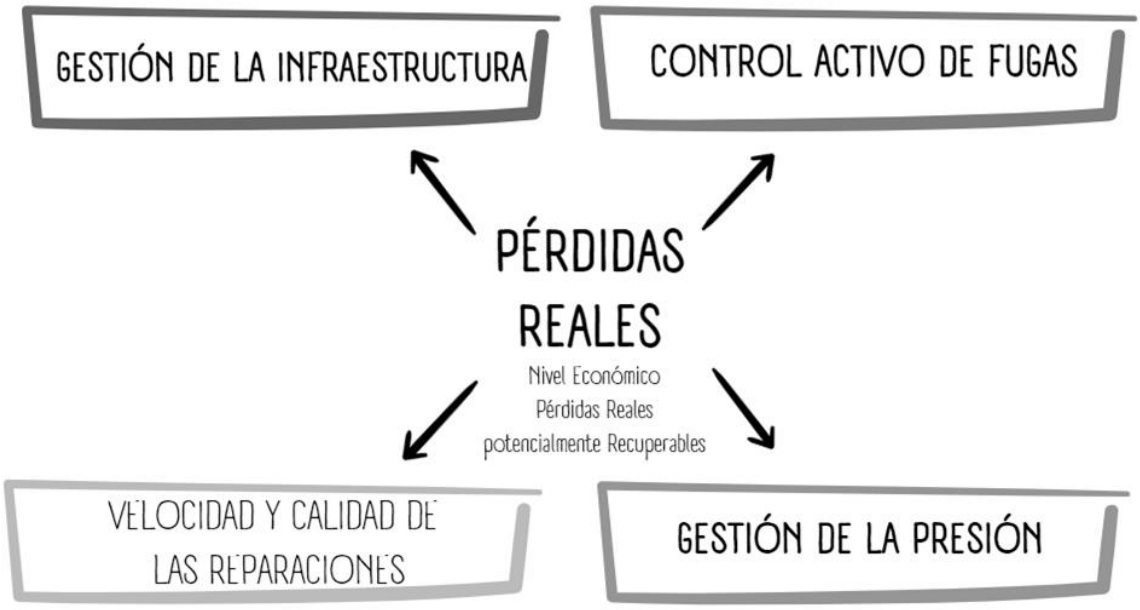


Figura 13. Estrategias para la reducción de pérdidas reales

Fuente: (Ziegler, y otros).

a) Gestión de la infraestructura

La infraestructura destinada al suministro de agua, también conocida como infraestructura hídrica, comprende las construcciones destinadas a impulsar, derivar, movilizar, guardar, depurar y repartir agua potable. Los ingenieros se encargan de diseñar las plantas de tratamiento de agua

para que satisfagan las necesidades particulares de calidad y consumo de agua en cada sitio (Arkiplus, s.f.).

Para la Infraestructura de agua potable se comprende de tres partes:

- El sistema de suministro de agua potable.
- Sistema de gestión de aguas residuales domésticas.
- Sistemas de control de escorrentía.

Las empresas gestoras están optando por renovar la infraestructura, ya que cada día toma más relevancia en el abastecimiento de agua. La tecnología de la infraestructura construida hace varios años ya culmino su vida útil y está abriendo paso a mejorar los sistemas (Banco Interamericano de Desarrollo, 2018).

b) Control activo de fugas

Es importante reducir las pérdidas de agua y mejorar la eficiencia en los servicios de suministro de agua. Además, este control activo de fugas está dividido en dos grupos: fugas visibles y fugas invisible (La Voz., 2016).

Para esto mencionamos cuatro pasos fundamentales para el control activo de pérdidas de agua (Organización Panamericana de la Salud., 1999):

- Detención: para detectar las fugas es necesario saber el estado de la red y darle mantenimiento preventivo.
- Localización: Se pueden registrar los caudales de noche e instalar medidores de las tuberías de entrada.

- Confirmación: estos se registran en informes cuando las viviendas no cuentan con medidores.
- Reparación: estas causan un aumento de presión en la red de distribución y también pueden producir más fugas y que pueden resultar muy caro económicamente.

Encontrar y ubicar una pérdida de agua es una tarea complicada y ardua debido a que se requiere de herramientas tecnológicas para detectar y localizar la fuga a través de los sonidos producidos en las tuberías. Por esta razón, existen diversos métodos y procedimientos que se pueden emplear:

- Uso de geófonos.
- Uso de varillas acústicas.
- Uso de correladores acústicos.
- Uso de gas inyectado.
- Uso de Geo-radar.
- Uso de Sistema Nautilus.

Uso de geófonos: Un geófono es una herramienta utilizada para detectar fugas de agua al detectar las vibraciones causadas por el flujo de fluidos y amplificarlas para su detección. Esto es importante porque las fugas pueden originarse en un lugar alejado de donde se observan, lo que dificulta la identificación de la fuente sin el uso de equipos adecuados o personal capacitado. Los geófonos se pueden colocar en la superficie del suelo, tuberías, bocas de incendio o válvulas para mejorar la precisión. El cabezal de detección debe colocarse firmemente contra la superficie que se está explorando para obtener los mejores resultados, y el sistema funciona mejor en sustancias sólidas como tierra, hielo, nieve compactada o pavimento. Sin embargo, puede ser propenso a distorsionarse en superficies como nieve compactada o césped (JS Industrial, 2022).

Figura 14. Geófonos

Fuente: (JS Industrial, 2022)

Uso de varillas acústicas: La detección de fugas de agua se logra a través de la utilización de dispositivos de escucha directa en diversos puntos de la red, como válvulas, acometidas, contadores, y también en el terreno limitado (DNKWater, 2023).

Este método se puede aplicar cuando la tubería está relativamente superficial y bien localizada, es decir, 1 o 2 metros por debajo del suelo y requiere que el operador este bien capacitado para el manejo del mismo (Alvarado Aguilar, 2023).

Figura 15. Varilla Acústica

Fuente: (DNKWater, 2023)

Uso de correladores acústicos: Son dispositivos electrónicos altamente eficaces en la detección de fugas en tuberías a presión, especialmente cuando se desconoce la ubicación aproximada de la fuga y las distancias son considerables. Para utilizarlos, se colocan dos o más sensores en contacto con la tubería a ambos lados de la fuga sospechosa (Detectores industriales, s.f.).

Figura 16. Correlador

Fuente: (Fugas Agua Malaga, 2023)

Uso de gas inyectado o Trazador: La detección de fugas en tuberías subterráneas implica la introducción de una mezcla de gases no peligrosos compuestos por un 95% de nitrógeno (gas portador) y un 5% de hidrógeno (gas trazador) en el interior de las tuberías. La fuga de hidrógeno puede pasar a través de diferentes tipos de superficies como el suelo, asfalto, concreto y materiales de sellado, y finalmente llegar a la superficie. Allí, se puede detectar mediante un sensor altamente sensible y especializado (HYDRALEAK, s.f.).

Figura 17. Gas Inyectado

Fuente: (HYDRALEAK, s.f.)

Uso de Geo-radar: El método del geo-radar implica el envío, la propagación y la recepción de ondas electromagnéticas de alta frecuencia para examinar el subsuelo. Cuando se utiliza para detectar fugas, la antena del geo-radar se mueve para capturar imágenes del subsuelo en la dirección de su movimiento. Estas imágenes se utilizan para crear una representación en 3D del subsuelo (Álvaro e hijos., s.f.).

Figura 18. Geo-radar

Fuente: (Detectores Industriales, s.f.)

Uso de Esfera o Sistema Nautilus: es un sistema que consiste en colocar una esfera en un tubo que se mueve libremente con el flujo de agua y recoge información acústica del interior del tubo. Tras extraer la bomba y analizar los datos, se proporciona un informe detallado con todas las fugas, bolsas de aire y anomalías encontradas y su ubicación exacta. (iAgua, 2023).

Figura 19. Esfera

Fuente: (iAgua, 2023)

c) Velocidad y calidad de las reparaciones.

La prioridad es trabajar con rapidez para evitar que la red siga perdiendo agua y que la situación no comience y sea un problema más grande. Es importante examinar minuciosamente y asegurarse de que cumple los mismos requisitos de duración que las vías. deberá, esta precaución no siempre se ha tomado en cuenta, por lo que es necesario comprobar su estanqueidad de forma regular (Organización Panamericana de la Salud., 1999).

d) Gestión de la presión

El mantenimiento de presiones adecuado en las redes de agua es esencial para reducir y evitar fugas de agua. La cantidad de fugas de agua está directamente relacionada con la presión; cuanto mayor sea la presión, mayores serán las fugas de agua. Por lo tanto, se debe de mantener las presiones en las redes de agua en valores mínimos, sin comprometer la calidad del servicio, para prevenir fugas de agua (Ingeniería de Fluidos., 2016-2022).

3.4.2 Plan de Reducción y Control de Pérdidas Aparentes

3.4.2.1 Origen de Pérdidas Aparentes

Las pérdidas aparentes son aquellas en las que el agua llega al cliente, pero no es facturada debido a errores de medición, manejo de datos, consumos no autorizados o conexiones clandestinas, entre otros factores. Esto puede ocurrir en usuarios/abonados sin medidor, por problemas en el catastro y por otros motivos similares (Open, 2018).

3.4.2.2 Tipos de Pérdidas Aparentes

a) Consumo Ilegales o No Autorizados

La expresión "agua no facturada" hace referencia al agua que no es contabilizada o no se toma medida por la empresa proveedora de servicios de agua. Este es un problema frecuente tanto en los países en desarrollo como en los desarrollados.

Para esto los más comunes son (Alvarado Aguilar, 2023):

- Tomas Ilegales: Las prácticas más comunes empleadas son las Tomas directas de la red de tuberías, by pass antes del medidor y reconexión de acometidas suspendidas por la empresa gestora
- Robos de agua: La cantidad de agua perdida como resultado de robos es significativa y se lleva a cabo directamente desde los conductos y tanques de distribución de agua.
- Manipulación de mediciones: Se utiliza ampliamente en los sistemas de suministro de agua para reducir el volumen de agua registrado por los micro medidores, lo que afecta significativamente la cantidad de agua no contabilizada por la empresa encargada del suministro.

b) Errores de Medición

Los fallos en las mediciones pueden ser causados por distintos factores mecánicos inherentes al dispositivo o por el uso que se le da. Debido a que los usuarios/abonados tienen diferentes patrones de consumo, residenciales, comerciales e industriales no consumen la misma cantidad de agua, ni en los mismos horarios, lo que puede llevar a la utilización de medidores variados en una misma ciudad, con diferentes características y tamaños. (mheing, s.f.).

3.4.2.3 Estrategias para la Reducción de las Pérdidas Aparentes

Se muestra las estrategias para reducir las pérdidas aparentes en un sistema de agua (Ziegler, y otros) :

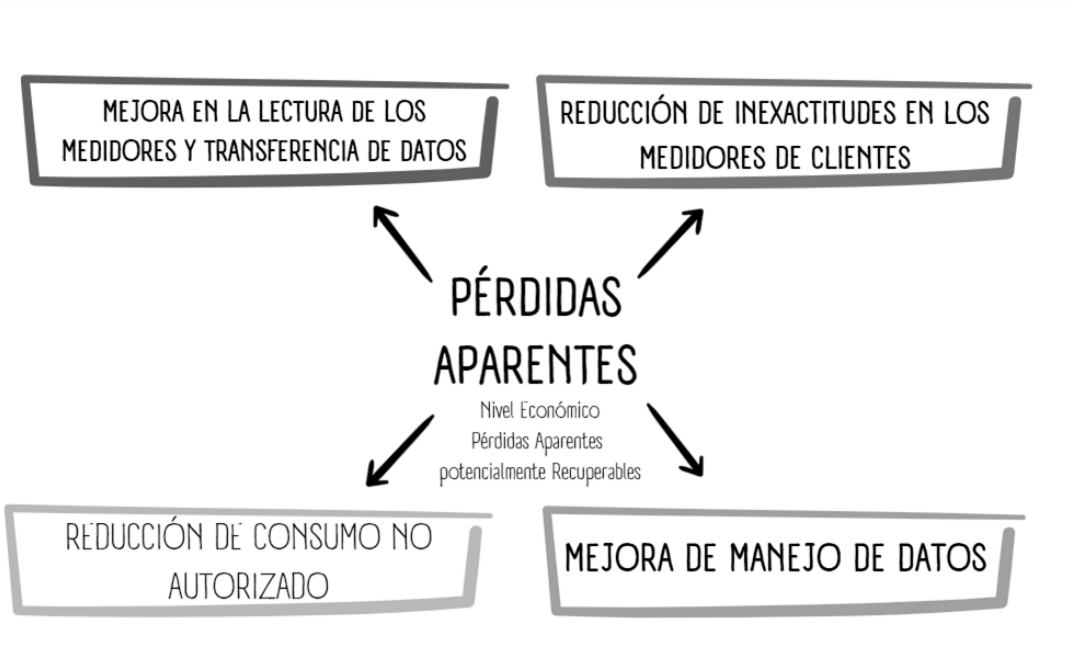


Figura 20. Estrategias para reducir las pérdidas aparentes

Fuente: (Ziegler, y otros)

a) Mejora en la Lectura de los Medidores.

La medición precisa del consumo de agua es esencial para una empresa de servicios públicos, ya que le permite gestionar adecuadamente su sistema de agua y facturar a sus clientes de manera precisa. Sin embargo, la fiabilidad de los datos de medición de un contador de agua depende directamente de la calidad del propio medidor utilizado para medir el consumo de agua. (Badger Meter, 2020).

b) Reducción de Inexactitudes en los Medidores.

La transmisión del dispositivo remoto de verificación del medidor de agua se realizará en función de la cantidad de agua consumida y será sometido a una verificación por parte de la institución encargada de medición y verificación dentro del plazo establecido. Además, se corregirá cualquier error en la medición del flujo instantáneo y del dispositivo estándar. Es recomendable revisar con frecuencia el medidor de agua remoto para detectar cualquier posible error y corregirlo oportunamente, de modo que se pueda minimizar cualquier inexactitud en la lectura del medidor de agua remoto. (Ningbo Jiangbei Watermeter Factory, 2019).

c) Reducción de Consumo No Autorizado.

El hurto de agua, las conexiones ilegales y el uso no autorizado son problemas generalizados en muchas partes del mundo. La implementación de una estructura de gestión de áreas de medición de distrito (DMA) es una estrategia eficaz para identificar el consumo ilegal en la red de distribución. Además, existen medidas prácticas para proteger los hidrantes, como un monitoreo constante que activa una alarma si se abre la tapa. Si desea obtener más información sobre el monitoreo de hidrantes, puede hacer clic en el enlace de caso que se proporciona a continuación (AVK Holding A/S, s.f.).

d) Mejora de Manejo de Datos.

Para mejorar el manejo de datos en agua potable en la red de distribución, se pueden implementar varias medidas. En primer lugar, se pueden actualizar los equipos de medición de agua para

garantizar su precisión y fiabilidad. También se pueden establecer inspecciones regulares y mantenimiento preventivo para evitar errores de medición debido a problemas mecánicos. Además, se pueden implementar programas de educación para usuarios/abonados para fomentar un consumo responsable y uniforme de agua. Además, la implementación de tecnología de monitoreo y análisis de datos en tiempo real puede ayudar a identificar y resolver problemas de forma más rápida y eficiente (iAgua, 2023).

CAPITULO 4. METODOLOGÍA

4.1 Enfoque, Alcance y Diseño

4.1.1 Enfoque

La investigación es detallada mediante un estudio con enfoque mixto. Esto se debe a que tendrá un planteamiento Cuantitativo y Cualitativo, en el que se ha elegido en un conjunto de variables y en conceptos relevantes de acuerdo a la evolución del estudio, evaluado individualmente, puntualizando las características que se han obtenido a partir de la investigación realizada en el campo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

4.1.2 Alcance

En cuanto al estudio cuantitativo depende de los objetivos del investigador para combinar los elementos de estudio se utiliza el Exploratorio y Descriptivo, el primero se investiga problemas poco estudiados e indagan desde una perspectiva innovadora, en el segundo se mide conceptos y definen variables.

En el estudio cualitativo se optó por un diseño de Fenomenológico para obtener la información necesaria que permita responder a las preguntas en cuanto a la naturaleza de las vivencias, se refiere a las similitudes que existen en las experiencias de múltiples individuos en relación a un fenómeno o procedimiento. En algunos tipos de investigaciones, se requiere el conocimiento de especialistas en un área determinada. Estas consultas son habituales en estudios exploratorios o cualitativos con el objetivo de generar hipótesis más precisas o para obtener la información necesaria para diseñar cuestionarios (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

4.1.3 Diseño

En la investigación “No Experimental”, se observan los fenómenos en su contexto natural, tal y como ocurren, sin manipularlos ni controlarlos. Es “Longitudinal” porque obtienen información en distintos momentos o intervalos de tiempo con el fin de analizar el cambio, sus factores determinantes y las repercusiones que este puede tener. El objetivo es recolectar información acerca de la disminución de agua apta para consumo humano que no se encuentra registrada en la red de suministro en una zona experimental de Santa Rosa de Copán (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Finalmente, el diseño se considera "De Tendencia" ya que implica analizar los cambios o tendencias de las variables o relaciones a lo largo del tiempo. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Figura 21. Diseño de estudio

4.2 Variables

En cuanto al tema de investigación, se forman dos variables que se estudian y evalúan en este capítulo (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014):

Variables independientes:

- Estado actual del sistema de acueducto en el sector piloto.
- Plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada para las condiciones de la red para el sector piloto
- Acciones o estrategias para la reducción de pérdidas en la red de distribución.

Tema de investigación	Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Indicadores
Plan de reducción de agua potable no contabilizada en la zona baja de Santa Rosa de Copán en el 2023	Estado actual del sistema de acueducto en el sector piloto.	Toda red de acueducto maneja su propio sistema y este puede ser adecuado según la necesidad.	Es necesario identificar el mecanismo usado para poder entender el uso que se da actualmente en la red.	Colonia en que se ubica.
				Contar con servicio de agua potable.
				Satisfacción del usuario/abonado.
	Plan de reducción y control de pérdidas de agua potable no contabilizada para las condiciones de la red para el sector piloto.	Una fuga se refiere a la pérdida no controlada de agua en cualquier parte del sistema de distribución de agua potable.	Es importante entender las razones detrás de una fuga en un sistema, ya que esto puede contribuir significativamente a prevenir un porcentaje significativo de ellas.	Tipo de abastecimiento de agua.
				Tiempo de abastecimiento de agua.
				Medidas a tomar para controlar una fuga.
				Plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada.
		Disminución en compra o generación de		Tarifa de consumo de agua.

	Acciones o estrategias para la reducción de pérdidas en la red de distribución.	energía, ahorrando, por lo tanto, recursos en la operación y expansión. Mejora la confiabilidad del sistema, reduciendo fallas y por lo tanto perjuicios para los abonados.	Para la reducción de las pérdidas reales (fugas), las estrategias que más se emplean para minimizar el volumen de agua fugado en un sistema o sector específico	Tipo de almacenamiento de agua.
				Micromedidor.
				Tipo de instalación.
				Acciones y medidas a considerar.

Tabla 12. Tipos de Variables

4.3 Hipótesis

4.3.1 Hipótesis de la Investigación

Hi: La prestación del servicio en frecuencia de Control de la calidad de agua potable, identifica y evalúa el estado actual del sistema de acueducto en las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Residencial Divina Providencia abastecidas por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de S.R.C. en el 2023.

Hi: El modelo de gestión implementado, diseña un plan de reducción y control de pérdidas de agua potable no contabilizada para las condiciones de la red para la zona baja en la ciudad de Santa Rosa de Copán en el 2023.

Hi: La implementación de las condiciones, define las acciones correspondientes que se deben tomar para evitar las pérdidas de agua potable en las colonias de estudio de la zona baja de Santa Rosa de Copán en el 2023.

4.3.2 Hipótesis Nula

Ho: La prestación del servicio en frecuencia de Control de la calidad de agua potable, NO identifica y evalúa el estado actual del sistema de acueducto en las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Residencial Divina Providencia abastecidas por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de S.R.C. en el 2023.

Ho: El modelo de gestión implementado, NO diseña un plan de reducción y control de pérdidas de agua potable no contabilizada para las condiciones de la red para la zona baja en la ciudad de Santa Rosa de Copán en el 2023.

Ho: La implementación de las condiciones, NO define las acciones correspondientes que se deben tomar para evitar las pérdidas de agua potable en las colonias de estudio de la zona baja de Santa Rosa de Copán en el 2023.

4.4 Población y Muestra

4.4.1 Población

La población de Honduras según el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), del 15 al 21 de mayo del 2023 aproximadamente es de 9,726,975 habitantes, de los cuales 4,731,906 son hombres y 4,995,069 son mujeres (Gobierno de Honduras., 2023).

La Unidad de Investigación Estadística Social (UIES) de la Municipalidad de Santa Rosa de Copán determino un total de población en 2021 de 72,122 habitantes, de las cuales 58,755 residen en el área urbana y 13,367 viven en el área rural.

Por lo tanto, la población que se usará para este estudio es la siguiente:

Colonias	Habitantes
Altos de Santa Rosa	330
Lomas de Santa Rosa	196
Divina Providencia	400
Villa Imperial	212
Aldea SOS (Residencial Divina Providencia)	220
Total	**1358**

Tabla 13.Población

Fuente: (Unidad de Investigación Estadística Social., 2023)

Siendo un total de 1,358 habitantes para la población del sector piloto seleccionado y abastecido por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de la ciudad de Santa Rosa de Copán en el 2023.

Unidad: Los habitantes de las colonias Altos de Santa Rosa, Lomas de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Aldea SOS (llamada también Residencial Divina Providencia) que conforman el sector piloto seleccionado y abastecido por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de la ciudad de Santa Rosa de Copán.

Elemento: Grupos de familias que gozan del servicio de agua potable en las colonias Altos de Santa Rosa, Lomas de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Aldea SOS (llamada también Residencial Divina Providencia) del sector piloto seleccionado y abastecido por el tanque de almacenamiento 02 de la zona baja de la ciudad de Santa Rosa de Copán.

4.4.2 Muestra

Se empleará una encuesta como herramienta para recopilar información primaria, la cual se dirigirá en los residentes de las colonias Altos de Santa Rosa, Lomas de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Aldea SOS (llamada también Residencial Divina Providencia) ubicados en la ciudad de Santa Rosa de Copán, pertenecientes al departamento de Copán. Para la muestra, se seleccionarán 300 encuestas, lo cual representa un muestreo no probabilístico basado en una población finita. Se aplicará la fórmula mediante la plataforma Raosoft con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

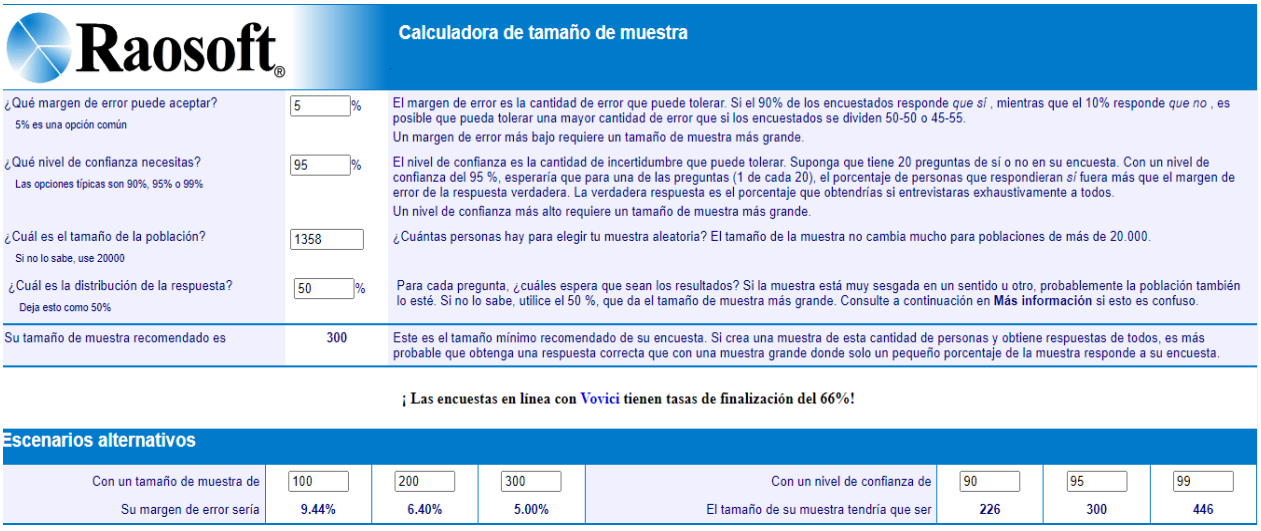


Figura 22. Datos de muestra

Fuente: Raosoft.

Además, para la parte cualitativa se empleará una entrevista no estructurada o abierta que es basada en una guía general de contenido, por lo que dos colaboradores de la Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa (EMASAR) y expertos del tema poseen toda la flexibilidad para manipular las preguntas generales.

Como el enfoque es mixto, el tipo de muestra será probabilística y no probabilística, la primera se obtiene mediante la realización de una encuesta y utilizando una muestra probabilística adecuada para garantizar la generalización precisa de los datos a la población. Es importante tener en cuenta el margen de error para evitar posibles generalizaciones incorrectas. y la segunda porque el estudio se enfoca en la exploración y tiene una naturaleza predominantemente cualitativa. Aunque no es concluyente, su objetivo es documentar ciertas experiencias. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

4.5 Instrumento de Recolección de la Información

4.5.1 Naturaleza de los Datos

Se empleó un método de investigación mixto que combinó técnicas cualitativas y cuantitativas, adaptándose al tipo de datos que se manejaban. Para recolectar la información necesaria, se hicieron uso tanto de fuentes primarias como secundarias.

4.5.2 Instrumentos

Para realizar la presente investigación se ha recurrido a las técnicas e instrumentos siguiente:

Fuente Primaria: Para obtener información acerca de los datos, causas y consecuencias del agua no contabilizada en la red de distribución, se emplearon las técnicas de encuestas y entrevista, por lo que se elaboraron preguntas basadas en las variables de estudio.

Fuente Secundaria: Recolección de documentos, datos o registros verificando que el material sea autentico.

4.6 Procedimiento

El diseño de los instrumentos se adapta a los objetivos de investigación y audiencia específica, siendo necesario que sean precisos y contengan todos los elementos necesarios para recopilar información confiable y relevante. Los instrumentos de recolección de información siguen un modelo de gestión estándar, aunque pueden ser personalizados para cada esquema específico con el fin de comparar características y resultados. El objetivo es obtener información completa para establecer comparaciones precisas y confiables.

4.6.1 Identificar los Datos Necesarios.

Es importante que la información que se recolecte esté en línea con los objetivos de la investigación y que incluya todos los datos necesarios, así como cualquier otra información complementaria relevante.

4.6.2 Establecer el Tipo de Respuesta Correspondiente a Cada Pregunta.

4.6.2.1 Cuestionario Encuesta

Nivel de medición:

- Nominal: Estas preguntas no tienen un orden ni jerarquía y para esto hay dos o más categorías en el ítem. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Las preguntas que se formularan son de tipo:

- Preguntas cerradas dicotómicas: Estas son preguntas delimitadas, solo tiene dos posibilidades de respuesta y solo se elige una de las dos opciones.
- Preguntas elección múltiple: Las preguntas de opción múltiple son comúnmente empleadas cuando las opciones de respuesta no son mutuamente excluyentes, permitiendo al encuestado seleccionar más de una opción. Por lo general, las opciones se representan visualmente a través de casillas de verificación.
- Preguntas cerradas con varias opciones: de igualmente están delimitadas y tienen varias opciones y solo se puede elegir una opción (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Es responsabilidad del encuestador registrar las respuestas otorgadas por los encuestados y brindar ayuda en caso de necesitar aclaraciones, asegurándose de seguir las pautas establecidas (Ver Anexo 01).

El trabajo de recolección de información se comprende de lo siguiente:

- La idea es proporcionar formación a los responsables de realizar las encuestas personales mediante muestreo aleatorio. Durante la capacitación, se hace hincapié en el propósito de la encuesta y en los fundamentos necesarios para llevar a cabo el cuestionario de manera adecuada.
- Planificación y tácticas para obtener información. Con el objetivo de optimizar la obtención de datos y asegurar una distribución equitativa de la muestra, se implementaron diferentes métodos de recolección. Se llevó a cabo una encuesta domiciliaria.

4.6.2.2 Entrevista

Las preguntas que se formularan son de tipo:

- Preguntas abiertas: Son de alternativas amplias y el número de su categoría es infinito (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

Para el trabajo de recolección de la entrevista se programa reunión un día y solo se aplica a dos colaboradores de EMASAR, expertos en el tema (Ver Anexo 02).

4.6.3 Ordenar las Preguntas en una Secuencia Lógica.

La secuencia de preguntas en los instrumentos consta de varias partes, entre ellas una introducción, el cuerpo del cuestionario que sigue una secuencia lógica de acuerdo a las variables que se miden, la sección de datos de referencia para identificación del encuestado, el encuestador, la ubicación del inmueble y la fecha de aplicación (Ordóñez Valladares, 2016).

Las entrevistas siguen un orden que involucra preguntas generales sobre el tema de estudio, lo que resulta eficaz para determinar su nivel de calificación y cuanto se ajusta a los objetivos de la empresa para el tema que se está aplicando.

4.6.4 Validez y Confiabilidad del Instrumento

Para la validación de los instrumentos se presentó a EMASAR, entidad responsable y expertos en el tema para la reducción de agua no contabilizada en la red de distribución en la ciudad de santa

Rosa de Copán. El Ingeniero David Enamorado evalúa a su propio criterio el contenido del cuestionario y la entrevista a realizarse.

Además, encargados de supervisar la comprensión y claridad las preguntas del cuestionario el Asesor Técnico Ing. José Alvarado y Asesor Metodológico Master David Araujo. Con el fin de garantizar su fiabilidad, el cuestionario fue presentado y aprobado.

CAPITULO 5. RESULTADOS

5.1 Descripción General de la Información Obtenida

5.1.1 Estadística Descriptiva

Por medio de las encuestas aplicadas a los usuarios de las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Divina Providencia, Villa Imperial y Aldea SOS (también llamada Residencial Divina Providencia) se logró identificar y evaluar los mecanismos usados en el sistema de acueducto para la reducción de pérdidas de agua no contabilizada. Además del conocimiento de la calidad del servicio que reciben por parte de la Empresa Municipal de Aguas de Santa Rosa, así como algunos factores que influyen en las pérdidas de agua no contabilizada y que permita mejorar la eficiencia de la red de agua.

La muestra proyectada fue de 300 encuestas y se realizaron 307 en su totalidad a un usuario/abonado siendo jefe de familia en cada vivienda conteniendo 20 preguntas cerradas.

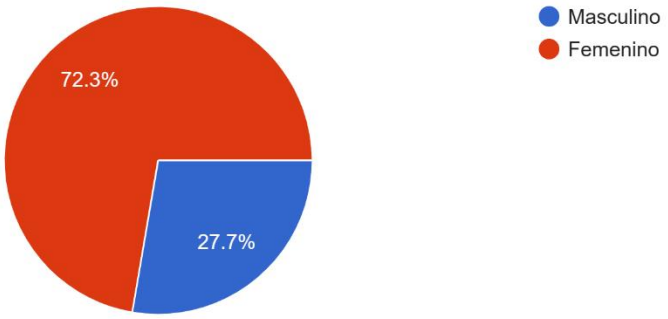
5.2 Resultados Obtenidos en Encuesta

A continuación, se presentan todos los datos recolectados de lo estudiado en la elaboración de este estudio para realizar la interpretación de los resultados.

Pregunta 1: Sexo

1- ¿Cuál es su sexo?

307 respuestas

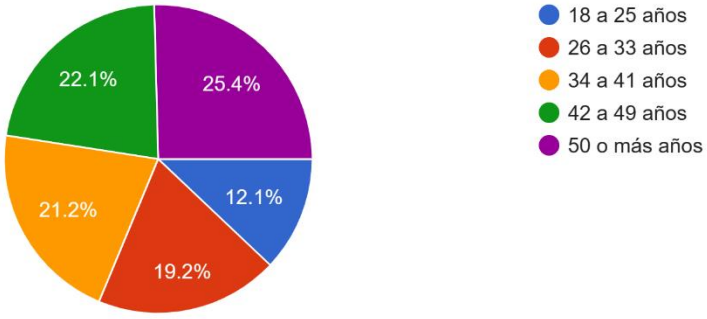


Análisis: De las 307 encuestas la mayor parte son mujeres las que están en el hogar y las que están más pendientes de las labores, asi también cuidando de sus hijos y para esto necesitan del agua potable para los quehaceres como lavar ropa, lavar trastes, regar plantas, lavar patios, etc, haciendo un porcentaje de 72.3% y siendo el 27.7% de hombre que respondieron y se encontraban en sus hogares.

Pregunta 2: Edad

2- ¿Qué edad tiene?

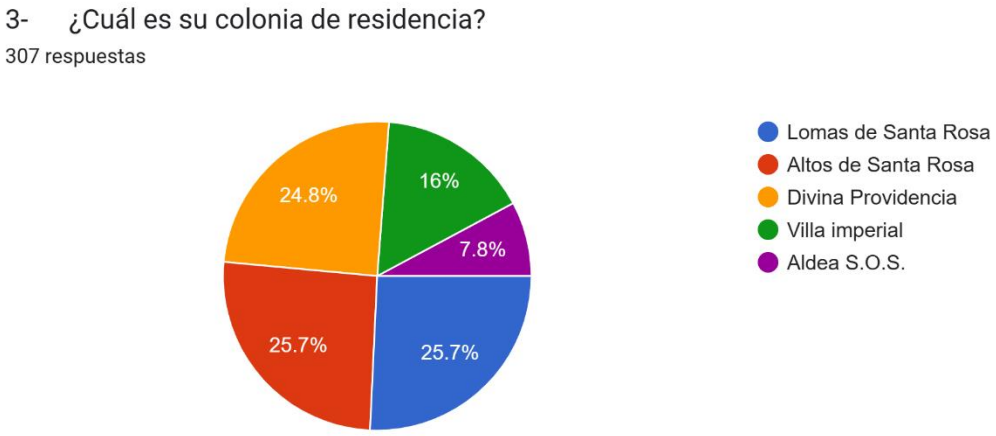
307 respuestas



Análisis: Se evalúa la edad, identificando que un poco más de un cuarto de la población son usuarios/abonados de 50 o más años con el 25.4% y así posteriormente va descendiendo de los 42

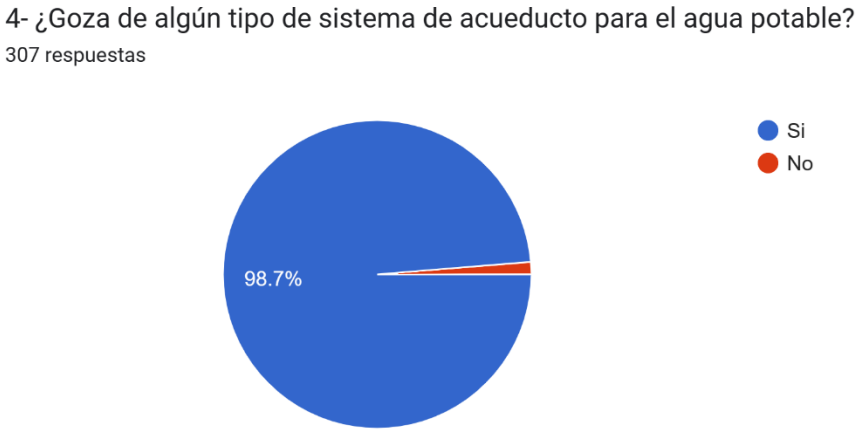
a 49 años con 22.1%, de 34 a 41 años con 21.2%, de 26 a 33 años con 19.2% y de 18 a 25 años con 12.1%.

Pregunta 3: Colonia de Residencia



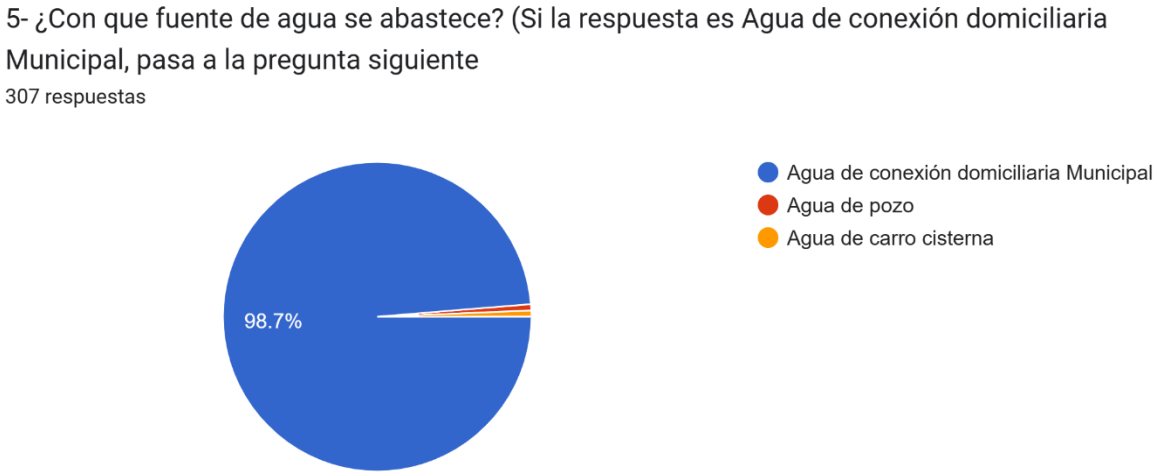
Análisis: Las colonias con mayor población encuestada fue la Col. Lomas de Santa Rosa con un 25.7% y la Col. Altos de Santa Rosa con 25.7%, le sigue la Col. Divina Providencia con 24.8%, la Col.Villa Imperial con 16% y por último Col. Aldea SOS con 7.8%.

Pregunta 4: Sistema de Acueducto



Análisis: Para las colonias encuestadas el mayor porcentaje con 98.7 cuentan con algún sistema de acueducto para agua potable.

Pregunta 5: Fuente de Abastecimiento



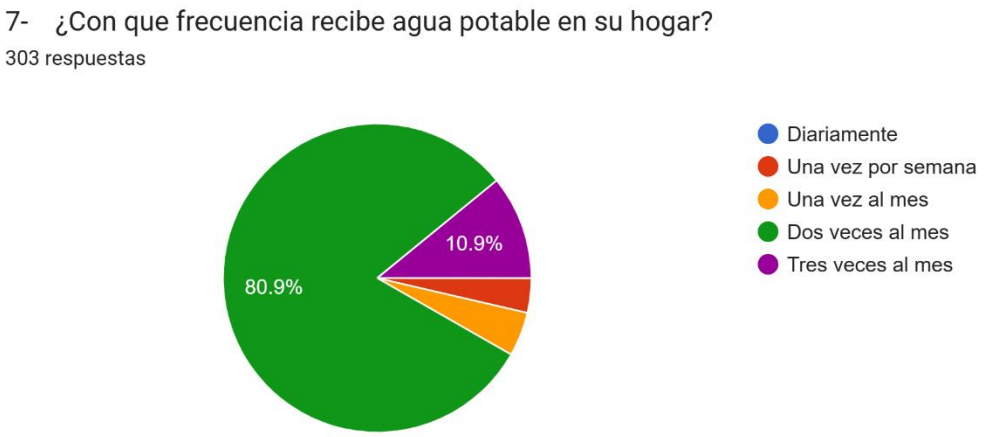
Análisis: La mayoría de los datos de las encuestas si cuentan con una fuente de abastecimiento de agua del 98.7% y el 1.3% cuenta con pozo o se abastecen por medio de agua transportada en carro

cisterna. Que consiste en la diferencia de 4 encuestas de aquí en adelante las que no siguieron respondiendo porque no cuentan con agua domiciliaria municipal.

Pregunta 6: Tiempo que lleva gozando con el servicio

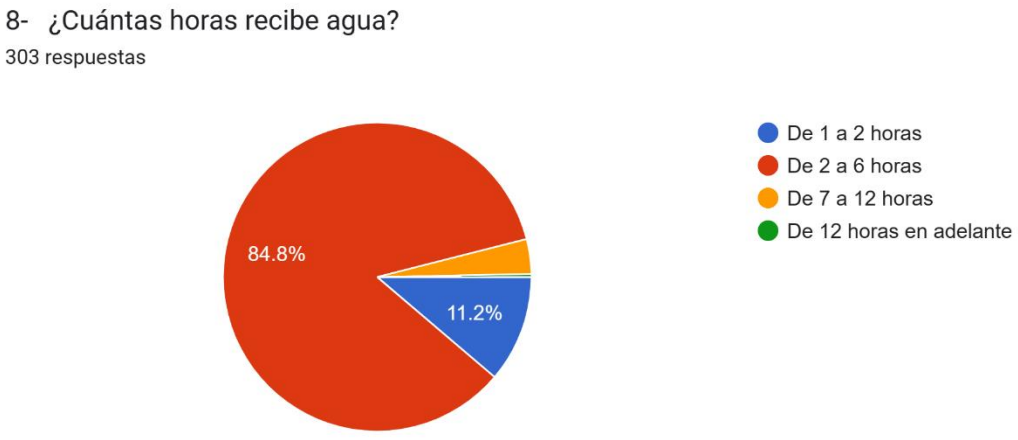
Análisis: Los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios/abonados, refleja que el 53.8% de ellos tienen más de 5 años usando el servicio de agua de conexión domiciliaria, luego 36.3% de 1 a 4 años y por último el 9.9% tienen de 0 a 12 meses.

Pregunta 7: Frecuencia que recibe agua



Análisis: Los resultados reflejan que más de tres cuartos les llega el agua dos veces al mes con un 80.9%, después con una frecuencia de tres veces al mes con 10.9% y el 8.2% mencionó que le llegaba con una frecuencia más seguida consecutivamente.

Pregunta 8: Horas de abastecimiento de agua

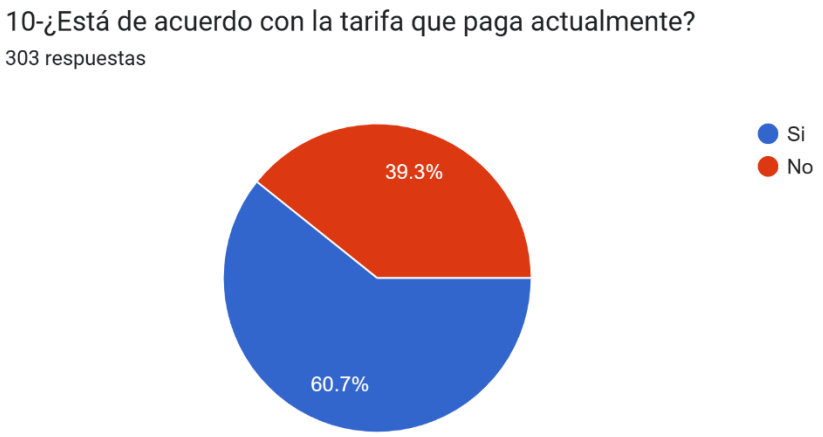


Análisis: Las horas con que reciben el agua potable la mayoría mencionó (84.8%) que de 2 a 6 horas y seguidamente 11.2% de 1 a 2 horas. Y el resto mencionó que le llego de 7 a 12 horas y de 12 horas en adelante.

Pregunta 9: Satisfacción del servicio de agua

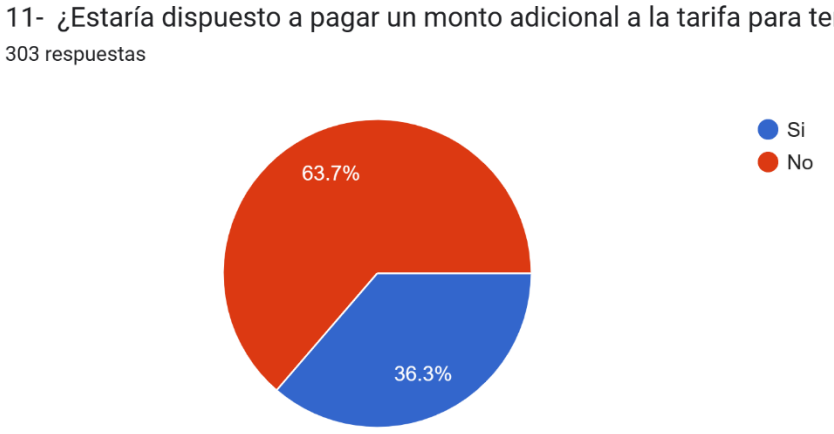
Análisis: Del total de más muestra encuestada, se mostró satisfecho con el 29.4%, seguidamente poco satisfecho (27.4%), no satisfecho con 25.7% y el porcentaje menor con 17.5% están muy satisfechos.

Pregunta 10: Tarifa de pago



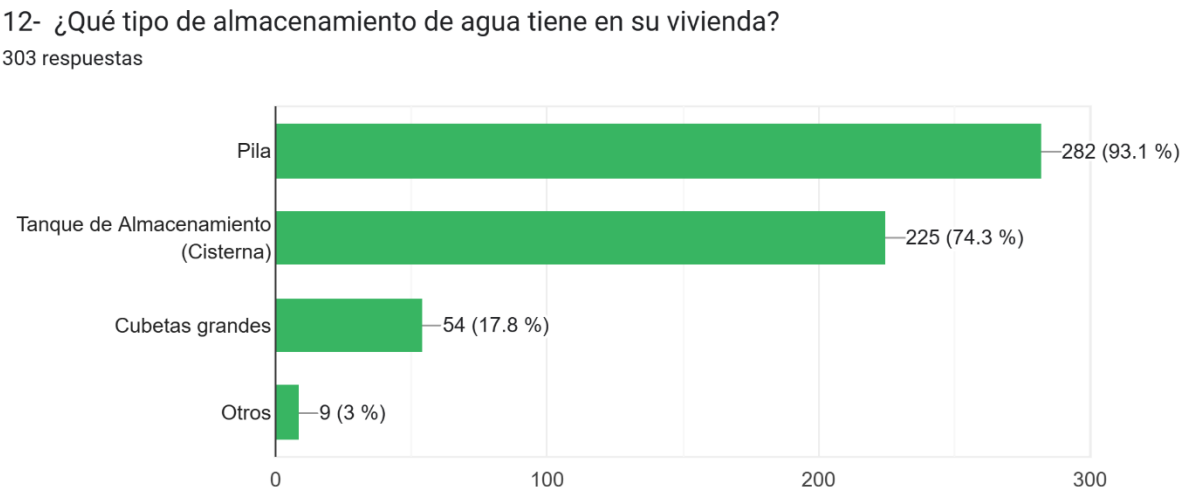
Análisis: El grafico demuestra que la mayoría está de acuerdo con la tarifa de pago con un 60.7% y el 39.3% está en desacuerdo.

Pregunta 11: Aumento de Tarifa



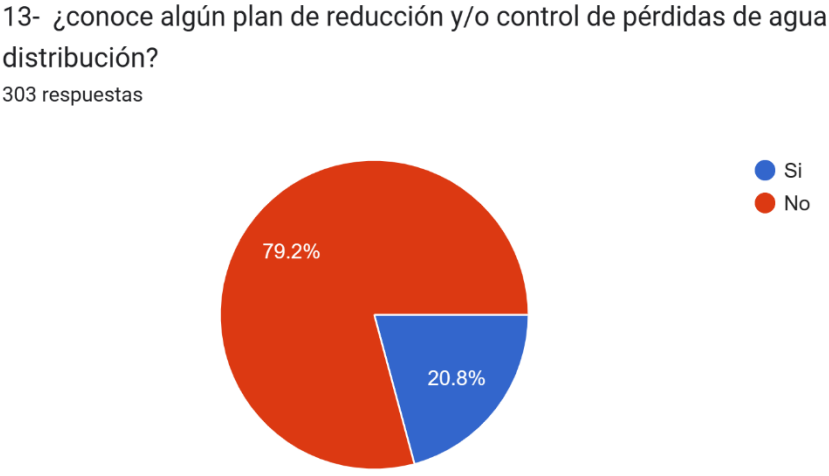
Análisis: Para este caso la mayoría de los usuarios/abonados (63.7%) no están dispuestos pagar un monto adicional para tener un mejor servicio.

Pregunta 12: Tipo de almacenamiento



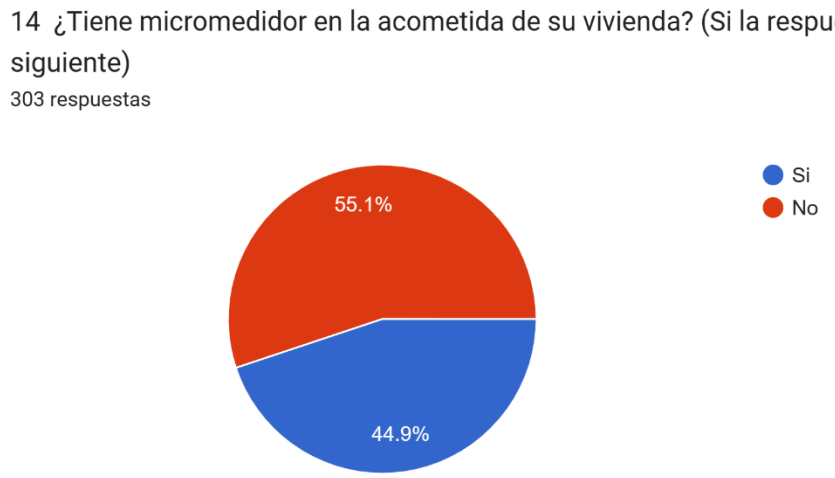
Análisis: Para las 303 respuestas que mencionaron que contaban con algún tipo de almacenamiento, 282 usuarios dijeron que contaban con pila y 225 usuarios con tanque de almacenamiento (cisterna) y 54 usuarios con cubetas o barriles y 9 usuarios con otros.

Pregunta 13: Plan de reducción y/o control de pérdidas de agua no contabilizada



Análisis: Para este caso la gráfica refleja que el 79.2% no conoce ningún plan de reducción y/o control de pérdidas de agua no contabilizada y el 20.8% refleja lo contrario.

Pregunta 14: Micromedidor



Análisis: Del total de la muestra el 55.1% dijo que no tenía micromedidor y el resto (44.9%) menciono que no cuenta con micromedidor.

Pregunta 15: Tipo de instalaciones en la vivienda

Análisis: Este dato mostró que la mayoría de los usuarios/abonados cuentan con sanitario con 286 y seguidamente con ducha (173), lavamanos (193), lavatrastos (182) y llaves (189).

Pregunta 16 y 17: Estado de las instalaciones

17-Si su respuesta es no, el encuestador debe verificar cual es la instalación dañada. (Enumerar que instalaciones)

1 respuesta

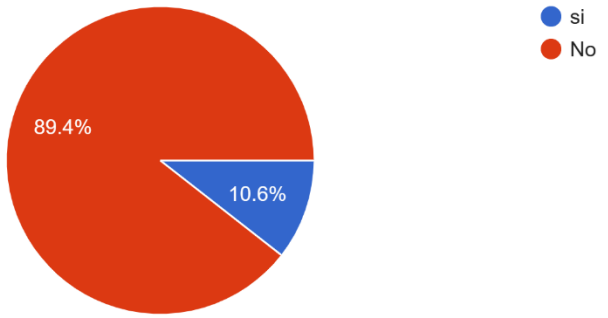
Llave

Análisis: Del total de usuarios que mencionaron que si estaban en buen estado las instalaciones solo uno de ellos dijo que tenía la llave en mal estado.

Pregunta 18: Acción para mejorar la eficiencia del agua

18 ¿ Conoce alguna acción que permitan mejorar la eficiencia de la red de agua?

303 respuestas

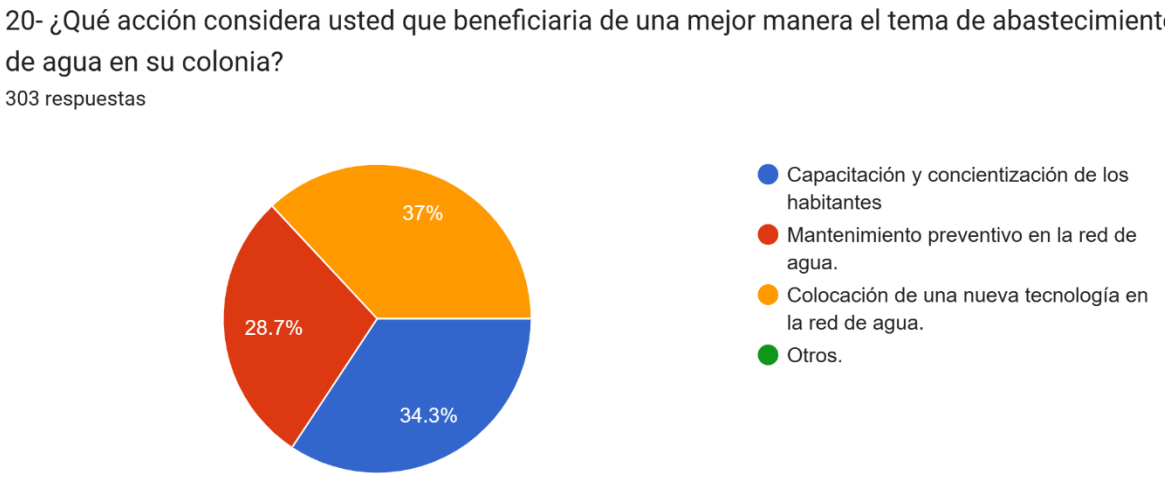


Análisis: Los usuarios no conocen alguna acción para mejorar la eficiencia de la red de distribución de agua potable con el 89.4% y el 10.6% si conoce.

Pregunta 19: Medidas a tomar cuando hay una pérdida de agua (fuga)

Análisis: En este análisis el 63.4% de los usuarios hicieron mención que ellos solo cierran la válvula principal de la vivienda, luego el 29% hace la reparación y el resto con 7.6% llama a la institución o toma otra medida.

Pregunta 20: Para beneficiar el tema de abastecimiento de agua



Análisis: El 37% de los datos reflejó que colocar una nueva tecnología en la red de agua, para que le siga el 34.3% opinara que se debe capacitar y concientizar a los habitantes y por último el 28.7% mostro que es importante realizar un mantenimiento preventivo a la red de agua.

5.3 Resultados Obtenidos en Entrevistas

Se realizan 20 preguntas abiertas con el propósito de saber dos opiniones diferentes en la empresa EMASAR y conocer el panorama en que esta se encuentra:

Entrevista 1:

En entrevista con el Ing. David Enamorado Gerente de Aguas de Santa Rosa, Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa (EMASAR).

1- ¿Mencione el nombre, el año en que se formó y cómo surgió la empresa que está a cargo del sistema de agua actualmente en la ciudad de Santa Rosa de Copán?

Mencionó que la empresa se formó aproximadamente por el año 2008 y surge inicialmente del desprendimiento de la División Municipal de Obras Publicas de la Municipalidad de Santa Rosa de Copán.

2- Composición de la Junta Directiva actualmente según su jerarquía; Nombre, Puesto, Grado Aprobado y Antigüedad.

No.	Nombre	DNI	Cargo	Institución

1	Aníbal Erazo Alvarado	0401-1964-00197	Presidente JD	Corporación Municipal
2	Héctor Hugo Escalante	0405-1972-00030	Vicealcalde	Corporación Municipal
3	Nelson Omar Chacón	0401-1977-01090	Regidor Municipal	Corporación Municipal
4	Eduardo Josué Elvir	0101-1989-01136	Regidor Municipal	Corporación Municipal
5	Erico Darío Figueroa	0401-1984-00207	Regidor Municipal	Corporación Municipal
6	Wendy Aracely Guerra	0412-1975-00174	Regidor Municipal	Corporación Municipal
7	José Martín Alberto	0401-1965-00180	Propietario	Federación de Patronatos
8	Ramón Rosa Reyes	1309-1954-00070	Suplente	Federación de Patronatos
9	José Alberto Alvarado	0818-1964-00001	Propietario	ADELSAR
10	Jensen Mauricio Bautista	0401-1986-00343	Suplente	ADELSAR
11	Jesús Alexander Castellanos	0401-1981-01609	Propietario	Cámara de Comercio
12	Danilo Osmaro Castellanos	0401-1966-00684	Suplente	Cámara de Comercio
13	Juan Alexi Aguilar	1307-1978-00068	Propietario	Federación de Patronatos
14	Iris Suyapa Hernández	0420-1962-00059	Suplente	Federación de Patronatos
15	Juan Gerardo Lemus	0420-1979-00069	Propietario	Club Rotario
16	Oscar Alberto Alvarado	0401-1984-00401	Suplente	Club Rotario
17	David Alejandro Enamorado	0401-1983-01583	Secretario JD	EMASAR

3- ¿Mencione el total de población beneficiada con acceso a agua potable en la ciudad de Santa Rosa de Copán y además describa la población para cada una de las colonias siguientes: ¿Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Divina Providencia?

Con una población total beneficiada en el casco urbano de la ciudad de Santa Rosa de Copán con aproximadamente unas 65 mil personas.

4- ¿Cuántas reuniones realizan durante el año para analizar la situación del tema en la ciudad de Santa Rosa de Copán? ¿Cuáles son los temas que se priorizan?

Se realizan 12 reuniones al año o una reunión por mes, a nivel de la Junta Directiva de EMASAR, en donde se tratan muchos aspectos técnicos como administrativos de la EMASAR, priorizando en temas como la producción de agua potable, costos energéticos de operación, distribución de agua, optimización de los recursos, implementación de nuevos proyectos, etc.

5- ¿Cuántas horas y cada cuanto tiempo se distribuye agua en las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Divina Providencia?

Actualmente se mantiene un régimen de distribución a cada 10 días (3 veces por mes) por un tiempo aproximado entre 5 a 6 horas de distribución.

6- ¿Qué tan satisfecho cree usted que están los usuarios de este sector con la tarifa que pagan y con el servicio?

La tarifa que se paga en este sector en su mayoría corresponde a tarifa domiciliaria con pocos predios con tarifa comercial, y se estima que esté de acorde a las necesidades socio económicas de sus beneficiarios del sistema. Actualmente se realizó una mejora en la distribución en este sector para mejorar el servicio de abastecimiento de agua potable.

7- ¿Existe una junta de vigilancia? En caso de ser Si, describa que tipo de capacitación recibe sobre el manejo del agua.

En el sector existen patronatos de las diferentes colonias beneficiadas que están pendiente de notificar cualquier perdida de agua o alguna conexión ilícita.

8- ¿Describa brevemente cómo funciona la red de distribución de la ciudad de Santa Rosa de Copán?

El sistema de agua potable de la ciudad, cuenta con dos fuentes superficiales (río Higuito y quebrada La Hondura) y con 11 pozos municipales (fuentes subterráneas) que es donde se extrae toda el agua cruda que es tratada en las dos PTAP de la ciudad (PTAP Dolores y PTAP Juan Carlos Elvir), toda esta agua cruda llega a las PTAPs a través de sistemas de bombeo. Una vez tratada el agua cruda, el agua potable se bombea a los 6 depósitos de distribución para poder abastecer las zonas alta, media y baja de la ciudad, se cuenta con una sectorización interna que actualmente está en revisión y análisis para proponer mejoras de distribución, teóricamente se manejan 22 sectores hidráulicos (distritos hidrométricos reales). Además, se puede identificar en la figura 23. las fuentes de abastecimiento que cuenta las colonias:

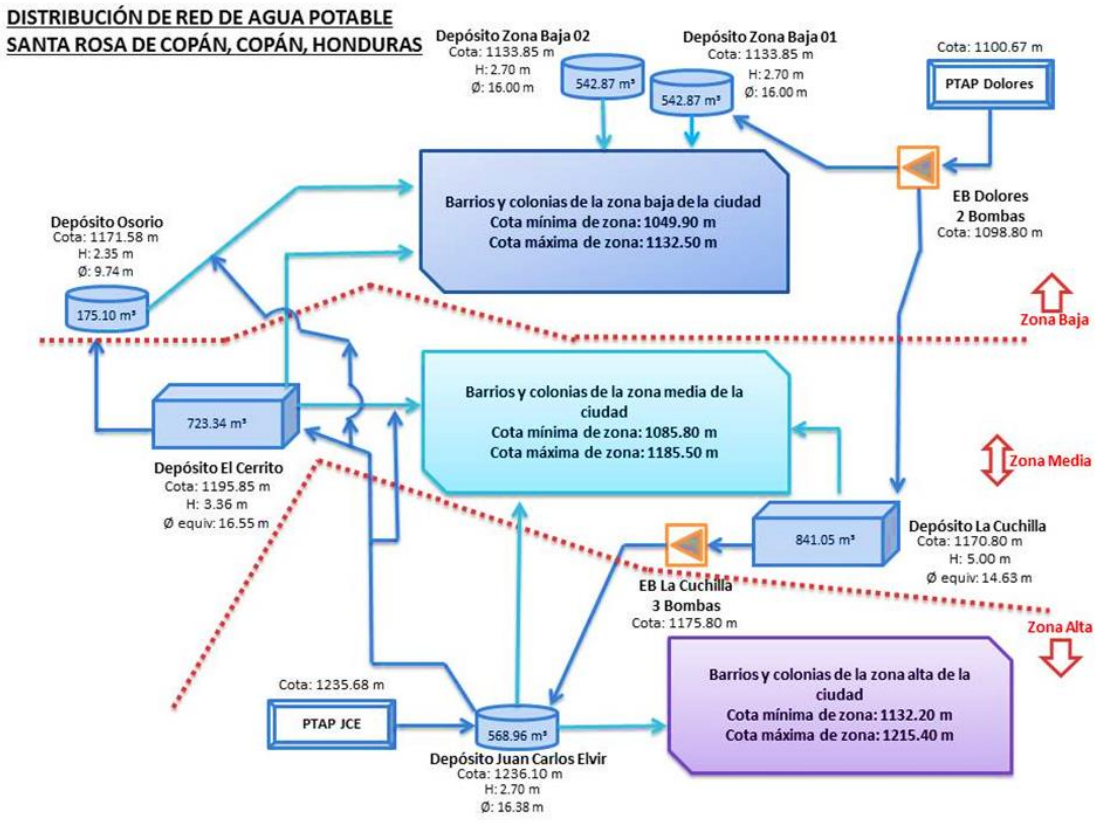


Figura 23. Red de distribución

9- ¿Cuáles son los mecanismos usados en el sistema de acueducto para la reducción de agua no contabilizada en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

La implementación del control activo de fugas mediante la reparación únicamente de fugas visibles.

10- ¿Describa las fuentes de abastecimiento que cuenta la ciudad de Santa Rosa de Copán y mencione el tipo de mantenimiento que tienen las Fuentes y protección del agua potable?

Fuentes superficiales: Río Higuito y quebrada La Hondura.

Fuentes subterráneas: Pozo La Hondura 01, Pozo La Hondura 02, Pozo Las Acacias, Pozo Departamental, Pozo La Terminal, Pozo AGAC 02, Pozo El Bambú 01, Pozo Los Tigres, Pozo Divina 01 y Pozo Divina 02.

El mantenimiento únicamente es para un correcto funcionamiento de los mismos, este se basa en limpieza de sedimentos depositados en las cisternas, mantenimiento de equipos motobombas y mantenimiento eléctrico.

En cuanto a la protección de las fuentes se realizan campañas de reforestación y control junto con la Unidad Municipal del Ambiente (UMA) para evitar la tala de árboles.

11- ¿Describa las fuentes de abastecimiento que cuenta las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa y mencione el tipo de mantenimiento que tienen las Fuentes y protección del agua potable?

Prácticamente, corresponde a la misma repuesta de la pregunta No. 10.

12- ¿Cuál es el caudal de agua que se abastece en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

No se cuenta con el dato del caudal de agua que se abastece, ya que no se dispone de macromedición en la entrada de estos sectores para conocer la cantidad de agua que se le inyecta al sector.

13- ¿Cada cuanto realizan pruebas sobre la calidad del agua? ¿Cuál es el resultado que se obtiene de estas pruebas?

Actualmente, no se realiza ningún análisis para determinar la calidad del agua ya que el equipo utilizado por el Departamento de Calidad está fuera de servicio y no se cuentan con reactivos.

14- ¿Describa los tipos de fuente que cuenta las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

Pozo AGAC 02 este abastece directamente a la colonia Altos de Santa Rosa con el inconveniente que es agua cruda (tal y como se extrae del pozo). Todo el sector piloto recibe agua de las 2 fuentes superficiales y de todos los pozos municipales en funcionamiento.

15- ¿Cuáles son las condiciones de la zona de recarga de las fuentes y describa las actividades para proteger las fuentes de agua?

Únicamente con campañas de reforestación dentro de la microcuenca La Hondura, en la zona del sector piloto no se realiza ninguna actividad de protección.

16- ¿Cómo obtienen información los habitantes sobre la concientización del cuidado de agua?

A través de campañas por radio y televisión, algunas veces a través de perifoneo.

17- ¿Cuál es el estado de las tuberías de los hogares? ¿Qué tipo de reparaciones se frecuentan y quien hace estas reparaciones?

El mantenimiento interno, así como las reparaciones internas son responsabilidad de cada usuario/abonado.

18- ¿Qué colonia cuenta con Micromedidores? ¿Cuánto tiempo tienen operando? ¿Cuál es el total de micromedidores en las colonias mencionadas?

Hace unos 10 años atrás (aproximadamente) se realizó un proyecto piloto de micro medición en la Colonia Mejía García. Actualmente, a cada nuevo usuario/abonado se le instala micro medición, tenemos a la fecha 1,674 abonados que cuentan con micro medición en toda la ciudad.

19- ¿Cuentan con algún plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada para las condiciones de la red de la ciudad de Santa Rosa de Copán? En su opinión cree que es necesario implementar este estudio

Directamente, no se cuenta con un plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada en estos momentos. Indirectamente si se hacen algunas acciones puntuales como el control activo de fugas visibles y reparación de las mismas.

20- En su opinión. ¿Qué acciones se realizan para beneficiar de la mejor manera el tema de abastecimiento de agua en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

Abastecimiento directo de los depósitos de distribución Zona Baja 01 y Zona Baja 02, reparación de fugas visibles, delimitación a través de una sectorización hidráulica definida.

Entrevista 2:

En entrevista con la Ing. Alicia Cortes jefe de departamento de optimación operativa de EMASAR mencionó:

1- ¿Mencione el nombre, el año en que se formó y cómo surgió la empresa que está a cargo del sistema de agua actualmente en la ciudad de Santa Rosa de Copán?

La cámara de comercio e industrias de Copán en 1993 propuso la creación de la "Empresa Municipal de Aguas" (EMA). En 1999 se expuso a la población la problemática y se propuso una revisión a las tarifas de agua.

2- Composición de la junta directiva actualmente según su jerarquía; Nombre, Puesto, Grado Aprobado y Antigüedad.

Sin respuesta

3- ¿Mencione el total de población beneficiada con acceso a agua potable en la ciudad de Santa Rosa de Copán y además describa la población para cada una de las colonias siguientes: Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Divina Providencia?

Son 11,850 total de viviendas beneficiadas con acceso a agua potable en la ciudad de Santa Rosa y abonados 8131 viviendas.

4- ¿Cuántas reuniones realizan durante el año para analizar la situación del tema en la ciudad de Santa Rosa de Copán? ¿Cuáles son los temas que se priorizan?

Se realizan 12 reuniones agendadas una cada mes, disminuir los tiempos de entrega, recuperación de mora, disminución de pérdidas de agua.

5- ¿Cuántas horas y cada cuanto tiempo se distribuye agua en las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Divina Providencia?

Se distribuye igual que a toda la población de la ciudad cada 8 días.

6- ¿Qué tan satisfecho cree usted que están los usuarios de este sector con la tarifa que pagan y con el servicio?

La tarifa es un tema que no se ha tocado desde hace un poco más de 10 años, se piensa que por este tema deben de estar bien, y el servicio en esta zona es cada 8 días también deben de estar satisfechos.

7- ¿Existe una junta de vigilancia? En caso de ser Si, describa que tipo de capacitación recibe sobre el manejo del agua.

No.

8- ¿Describa brevemente cómo funciona la red de distribución de la ciudad de Santa Rosa de Copán?

Funciona a base de bombeo para toda la ciudad, desde la boca toma hasta la línea de distribución.

9- ¿Cuáles son los mecanismos usados en el sistema de acueducto para la reducción de agua no contabilizada en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

Macromedidor en la salida de distribución y micromedidor en las acometidas de cada vivienda.

10- ¿Describa las fuentes de abastecimiento que cuenta la ciudad de Santa Rosa de Copán y mencione el tipo de mantenimiento que tienen las Fuentes y protección del agua potable?

La ciudad solo cuenta con dos fuentes de abastecimiento y se menciona que la protección es las reforestaciones en estas áreas.

11- ¿Describa las fuentes de abastecimiento que cuenta las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa y mencione el tipo de mantenimiento que tienen las Fuentes y protección del agua potable?

El abastecimiento es la misma fuente que todas las colonias de la ciudad, el mantenimiento es el mismo que se recibe en las plantas de tratamiento de agua potable, hacerla apta para el consumo humano, se somete el agua a una serie de procesos físicos y químicos encadenados para eliminar la materia mineral, los materiales orgánicos y los contaminantes biológicos que puedan estar presentes en el agua y que presentan un potencial riesgo para la salud de las personas. Implica, por tanto, el tratamiento de aguas superficiales o subterráneas para obtener agua potable con calidad.

12- ¿Cuál es el caudal de agua que se abastece en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

Sin respuesta

13- ¿Cada cuanto realizan pruebas sobre la calidad del agua? ¿Cuál es el resultado que se obtiene de estas pruebas?

Sin respuesta

14- ¿Describa los tipos de fuente que cuenta las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

Superficiales y subterráneas.

15- ¿Cuáles son las condiciones de la zona de recarga de las fuentes y describa las actividades para proteger las fuentes de agua?

Para proteger las fuentes se mantienen actividades de reforestación

16- ¿Cómo obtienen información los habitantes sobre la concientización del cuidado de agua?

A veces se mandan hacer spots publicitarios, pero más a menudo en los recibos se escriben mensajes de concientización o mensajes adicionales en los recibos.

17- ¿Cuál es el estado de las tuberías de los hogares? ¿Qué tipo de reparaciones se frecuentan y quien hace estas reparaciones?

El estado de estas tuberías esta como un 90 % bien, los tipos de reparaciones frecuentes son fugas por daño a la tubería por maquinaria en tramos de pavimentación.

18- ¿Qué colonia cuenta con Micromedidores? ¿Cuánto tiempo tienen operando? ¿Cuál es el total de micromedidores en las colonias mencionadas?

Residencial las Acacias, Residencial Lara, Colonia Mejía García, Colonia Santa Rosa, Altos de Santa rosa, Divina Providencia, Villa Imperial con un total de micromedidores instalados 1629 unidades

19- ¿Cuentan con algún plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada para las condiciones de la red de la ciudad de Santa Rosa de Copán? En su opinión cree que es necesario implementar este estudio

No se cuenta con un plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada, es super importante implementar este estudio para poder reducir y llevar un mejor control de las pérdidas de agua en Santa Rosa de Copan.

20- En su opinión. ¿Qué acciones se realizan para beneficiar de la mejor manera el tema de abastecimiento de agua en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

Se ha tomado acciones para beneficiar estas colonias, incluso se dejó un pozo exclusivo para abastecer estas colonias y reducir el tiempo de entrega a cada tres días. Pero aún está en prueba y se está trabajando en esta prueba piloto.

CAPITULO 6. DISCUSIÓN

Luego de evaluar los resultados, se desea destacar ciertos elementos que mejorarán nuestra interpretación de los hallazgos obtenidos al utilizar nuestra herramienta de recolección de información sobre las colonias del sector piloto de la ciudad de Santa Rosa de Copán, por lo que se aborda los tres objetivos específicos de los cuales depende la investigación.

Para la identificación y evaluación de los mecanismos usados en el sistema de acueducto para la reducción de agua no contabilizada en el sector piloto seleccionado se corroboró en las encuestas que el porcentaje más alto tiene el sistema de acueducto en sus hogares, por lo tanto, cuenta con la fuente de abastecimiento principal del estudio que es agua de conexión domiciliaria municipal, el tiempo que lleva gozando de este servicio, en la frecuencia con que recibe el agua los usuarios/abonados reconocieron su descontento porque reciben el abastecimiento en horas de la madrugada y esto causa pérdidas de agua porque simplemente dejan abiertas sus llaves y no están pendientes del llenado de sus sistemas de almacenamiento, las horas que reciben en servicio y tipo de almacenamiento con el que cuenta la vivienda, la satisfacción de los usuarios/abonados. Esto último para saber el comportamiento de los usuarios/abonados ante la empresa EMASAR y las nuevas regulaciones seguidamente se hizo la consulta de plan tarifario y si están dispuestos a que se haga un aumento adicional a cambio de tener un mejor servicio, la reacción no fue tan grata ya que el 63.7% alegaron que el aumento ya se les había cargado a las facturas, pero que no veían el cambio que les han prometido. De igual el 36.3% están a favor de un posible aumento en la tarifa, porque tienen la disposición económica y esperan que la distribución de agua sea con mayor frecuencia de la menos dos veces a la semana.

En cuanto a las entrevistas se mencionó que si hubo una mejora en la distribución en este sector para reparar el servicio y se opinó que la tarifa domiciliaria esta de acorde con las necesidades de

los usuarios/abonados. Por otra parte, se menciona que el mecanismo usado en dichas colonias es la implementación del control activo de fugas mediante la reparación de fugas visibles únicamente.

En la encuesta la mayoría dijo que no conocían ningún plan por parte de la empresa EMASAR u otra institución y por lo contrario para algunas personas tener un plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada es puramente hacer una inspección en el momento de la distribución de agua y la formación de patronatos que son los que vigilan el sector y por eso las respuestas fueron que si conocían.

Para las dos entrevistas la respuesta fue clara y es que no hay hasta el momento un plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada. Pero que de igual manera si se realizan algunos trabajos de control activo de fugas visibles y reparación.

El 89.4% de los encuestados no conocen las acciones que permitan mejorar la eficiencia de la red de agua para las colonias y los que si conocen mencionaron alguna de las campañas que se realizan por los medios de comunicación TV, radio o redes sociales. Esto nos lleva a lo siguiente y es que el 63.4% mencionó, que cuando hay una fuga de agua en sus viviendas ellos simplemente cierran la válvula sin hacer reparaciones, por eso cuando la distribución de agua llega a sus viviendas solo llenan sus recipientes, demás almacenamientos y así consecutivamente, pero está el 29% de usuarios/abonados que junto con cerrar la válvula hacen las reparaciones correspondientes. Los usuarios/abonados creen que para que haya una mejora en la eficiencia del abastecimiento del agua lo primero que se debe de hacer es implementar una nueva tecnología y luego de eso concientizar a los habitantes, no olvidando el mantenimiento preventivo al sistema que actualmente cuentan, ya que el 44.9% si tienen micromedidor en sus viviendas y expresaron su inconformidad porque no hay una programación para la revisión de estos.

Para las entrevistas las respuestas fueron que en este sector de la zona baja el tanque no cuenta con macromedidor y que por lo tanto no hay tomas de lecturas sobre el agua que se abastece. También que solo un porcentaje mínimo cuenta con micromedidor en sus viviendas. En cuanto a acciones sobre campañas de reforestación EMASAR si cuenta únicamente dentro de la microcuenca La Hondura y que si hay información para concientizar a los usuarios/abonados a través de medios de comunicación.

Además de lo mencionado anteriormente, existen múltiples factores que hacen que la infraestructura actual y gestiones no garanticen su continuación. Como, por ejemplo:

- No cuenta con un control activo de pérdidas de agua.
- Los pozos de la ciudad tienen una disminución en su nivel debido al uso excesivo del acuífero subterráneo municipal.
- La falta de mantenimiento o reemplazo de las tuberías que se deterioran en la red de distribución.
- No exista un registro actualizado de los usuarios/abonados.

CAPITULO 7. LINEAMIENTOS DE INTERVENCIÓN

7.1 Acciones que Permiten Mejorar la Eficiencia de la Red de Agua

7.1.1 Acciones para Reducir las Pérdidas Reales

7.1.1.1 Gestión de la Infraestructura

Se debe ejecutar un plan de gestión para la infraestructura que permita ser sistematizado a través de estrategias implementadas a corto o largo plazo y así contar con la satisfacción de un sistema de agua potable que permita ser eficiente para los usuarios/abonados de las colonias. Como ser contemplado en las inversiones del suministro de bienes y obras de infraestructura.

Acción	Descripción
Visita de inspección de infraestructuras.	Se deberá realizar al menos una visita a mes para detectar alguna irregularidad en el acueducto.
Evaluación financiera de las estructuras afectadas.	Si se encuentra un daño en la infraestructura, se deberá de realizar un presupuesto de costo para su reparación inmediata. Como realizar auditorías externas y evaluación técnica financiera.
Innovación de infraestructuras.	Si la infraestructura está deteriorada se deberá hacer un cambio de innovación y colocarlo en el presupuesto,
Registro actualizado de las estructuras existentes.	Se deberá llevar un registro actualizado de la red ya sea pozos, válvulas, PTAP, tanques, etc. Por lo que se debe de implementar el Sistema de Información Geográfica (SIG) para toda la red en caso de no utilizar o poseer.
Mejorar las redes y líneas de distribución.	Suministro de accesorios para equipar las descargas.
Certificación de laboratorios.	Darle un procedimiento preventivo a el agua potable en las plantas de tratamiento.

Tabla 14. Gestión de la infraestructura

7.1.1.2 Control Activo de Fugas

Se debe colocar tecnología de punta para los equipos que serán usado para obtener y detectar las pérdidas de agua, esto se deberá implementarse en EMASAR que es el ente principal encargado. es importante realizar un mantenimiento periódico en las redes para prevenir la proliferación de fugas.

Acción	Descripción
Suministro de equipo para detección de fugas.	Adquirir equipo que sea innovador como ser: Geófonos, Varilla Acústica o Geo-radar, etc.
Formación de equipos especializados.	Formar cuadrillas de expertos para la labor de localizar pérdidas en el sitio y posteriormente capacitados para el manejo adecuado de los equipos.
Campañas para la detección de fugas.	Monitoreo e inspecciones de reconocimiento de pérdidas de agua en el sistema de acueducto. Implementación de reporte de detección de fugas.
Estrategias de sensibilización y formativas.	Gestión local de los recursos y ley marco del sector agua mediante medios de información o redes sociales.

Tabla 15. Control activo de fugas

7.1.1.3 Velocidad y Calidad en las Reparaciones

Para poder realizar las reparaciones de una fuga se debe considerar la prontitud con que esta se realiza, así como la calidad para poder tener satisfacción a los usuarios/abonados y disminuir los sobre costos a la empresa gestora.

Acción	Descripción
Formación de equipos especializados para la reparación de fugas.	Este debe ser personal de campo que conozca el sitio como ser fontanero, albañiles, etc. y posteriormente capacitados.

Registro y control de las reparaciones.	Es necesario hacer un levantamiento ordenado de la información y detallar un control actualizado de las reparaciones ejecutadas ya sea en una revisión de planos o programa de datos.
Vigilancia de la edificación de redes recién creadas.	Si se da el caso que se contrate un tercero para una reparación, se deberá colocar cuadrillas de inspección minuciosa y supervisión de la obra por parte de EMASAR. Así como el control del agua durante la construcción para no afectar a los usuarios/abonados.

Tabla 16. Velocidad y calidad en las reparaciones

7.1.1.4 Gestión de Presión

Es necesario evaluar la instalación de válvulas particulares que permitan controlar las presiones en el área de prueba y realizar inspección de comportamiento de las tuberías en los sistemas operativos.

Acción	Descripción
Formulación sistemática de programas en la red.	El uso de programas para conseguir las presiones en los puntos de consumos y caudales en las tuberías. En caso de no utilizar o poseer, se puede usar el software EPANET.
Suministro e instalación de válvulas especiales.	Colocar válvula reductora y sostenedora de presión en caso que sea necesario que son de control de operación hidráulica. Y sirve para evitar la presión aguas abajo aumente por arriba del valor necesario.
Proveer dispositivos de medición de presión.	Instalar sondas de presión para verificar que las tuberías no presenten fugas.
Sondeos exploratorios de investigación hidrogeológica.	Determinar nuevas fuentes de agua subterránea.
Suministro de válvulas de nivel para tanques y cisternas domiciliarias.	Colocar estas válvulas de nivel a los usuarios que no cuentas con este servicio.

Tabla 17. Gestión de presión

7.1.2 Acciones para Reducir las Pérdidas Aparentes

7.1.2.1 Instalación de Dispositivos de Medición y Otros Componentes Relacionados.

Para esta instalación de dispositivos en las colonias se puede contar con los siguientes:

Acción	Descripción
Instalación de micromedidores.	Elaborar estrategias para implementar micromedidores hasta alcanzar la totalidad de usuarios, así como los abonados comerciales.
Instalación de macromedidores.	Elaborar estrategias para implementar macromedidores en el depósito de agua que no cuente con este sistema.
Instalación de válvulas de aire.	Elaborar estrategias para implementar válvulas de aire. Que se pueden dividir por categorías principales, ya sea continuas o por lotes.
Instalación de válvulas antifraude.	Elaborar estrategias para implementar válvulas antifraude.

Tabla 18. Instalación de dispositivos

7.1.2.2 Realizar Inspecciones y Revisiones Regulares al Sistema.

Después de la instalación de los dispositivos en el inciso anterior mencionados se debe supervisar el estado físico.

Acción	Descripción
Realizar inspecciones.	Elaborar estrategias para supervisión del estado actual de los medidores en las viviendas que ya hacen uso de ellos.

Revisiones regulares del conjunto de medidores del sistema.	Elaborar estrategias para evaluar minuciosamente las irregularidades en los medidores. También capacitar en operación y mantenimiento e implementación de un reporte de mantenimiento a micromedidor de agua potable.

Tabla 19. Realizar inspecciones y revisiones regulares del conjunto de medidores del sistema

7.1.2.3 Sustitución de Micromedidores.

Mejorar la gestión de datos en el suministro de agua y reducir el consumo no autorizado, se pueden tomar varios pasos. Una forma de hacerlo es actualizando el equipo de medición en caso que ya estén defectuosos o en mal estado y se deberá actualizar los datos de cada medidor para gestionar la compra. Y junto con ello realizar capacitación necesaria al personal técnico.

7.1.2.4 Mejoramiento de la Administración Comercial.

Para tener una mejor administración comercial se pueden tomar las acciones siguientes:

Acción	Descripción
Campañas para cortes y suspensiones del servicio.	Diseñar campañas para administrar los pagos de los usuarios que tienen deudas pendientes, de lo contrario, para efectuar interrupciones o cancelaciones de los servicios.
Inspecciones a abonados suspendidos.	Diseñar campañas para monitorear a los usuarios que han sido desconectados del servicio y prevenir cualquier intento de reconexión ilegal.
Inspecciones y supervisiones a los encargados de la toma de lectura de los datos.	Se pueden cometer errores para contabilizar el agua como el consumo falso y pueden afectar los ingresos del ente regulatorio. Además, controlar a los encargados de las tomas de lecturas para que esta información se pueda adquirir diariamente.

Optimización de la facturación.	Revisión de registro de datos de medición que se obtiene por los técnicos que leen los medidores.
Capacitación del personal encargado de la toma de datos.	Todo técnico encargado de recolectar los datos de los micromedidores y precisan los datos en el sistema del ente regulatorio se debe capacitar.
Hacer estudios hidrogeológicos.	Caracterización hidrogeológica, deterioro calidad agua, geología, hidrodinámica, hidro química. el reservorio de la ciudad en todo su perímetro urbano.

Tabla 20. Mejoramiento de la administración comercial

7.1.2.5 Estrategias de Prevención de Fraude

Una gran parte de las pérdidas aparentes se deben a conexiones ilegales o fraudulentas por parte de los usuarios/abonados, lo que hace necesario que la empresa encargada regule y castigue estas prácticas.

Acción	Descripción
Atender todas las denuncias realizadas por ciudadanos.	Dar seguimiento adecuado a atender las denuncias y regularizar la información.
Concientizar a la población con temas educativos antifraude y clandestinaje.	Es importante tomar e incentivar a la población por medios informativos o redes sociales sobre las tomas ilegales y clandestinas.
Realizar inspecciones continuas.	Toda inspección necesita una sistematización para sus abonados y para esto se deberá vigilar el tiempo de abastecimiento en el sector.
Analizar el comportamiento histórico de los consumos de los abonados.	Se deberá de analizar estadísticas y controlar el historial del consumo de los usuarios.

Tabla 21. Estrategias de prevención de fraude

7.1.2.6 Administración de Nuevos Clientes

Toda red de distribución genera nuevos abonados, para esto se debe instalar los micromedidores y llevar el control del registro desde sus inicios, asegurándose que estén conectados correctamente sin ser manipulados. Por lo que debe de contener todas las especificaciones técnicas de la empresa reguladora EMASAR.

Algunas de las líneas de intervención que ayudarán a resolver, mejorar o solucionar la situación problema en la eficiencia en la distribución de agua se propone lo siguiente:

- Hacer revisión de pérdidas de agua (fugas) y llenar un reporte de detención de fugas por usuario/abonado (Anexo 04).
- Colocar macromedidor en tanque de la zona baja para poder medir y controlar el agua que es abastecida al sector.
- Instalar micromedidores y válvulas de aire en la totalidad para los usuarios/abonados en las colonias de estudio.
- Ubicar la falta de flotadores y gestionar el uso obligatorio en instalaciones que produzcan fugas.
- Colocar válvulas antifraudes para bloquear o limitar el suministro de agua sin necesidad de dañar la toma domiciliaria
- Inspeccionar y supervisar mensualmente un 5% del total para evaluar el estado o degradación de cada uno de los componentes del micromedidor y llenar un reporte de mantenimiento a micromedidor de agua potable (Anexo 05).

- Elaborar una propuesta de recolección de aguas lluvias y más iniciativas de explotación de pozos.

- Imponer leyes que sean más rigurosas para quienes tengan conexiones domiciliarias clandestinas, por lo que disminuiría las tasas de enfermedades contraídas por agua contaminada a través de estos robos.

- Usar nuevos programas como EPANET, reduce el manejo de datos, memoria de equipo y optimiza el número de iteraciones requeridas por el modelo. En caso que no cuente con un programa.

- Aprobar y publicar nuevos planes tarifarios para tener estandarizado el sector y no se generen confusiones a los usuarios/abonados.

- Aumentar la frecuencia de campañas de comunicación y sensibilización en medios locales como la radio, televisión, perifoneo e internet, con el objetivo de crear conciencia en la población sobre la importancia del agua y su uso responsable.

- Asignar presupuesto para compra de reactivos y poder realizar análisis para determinar la calidad del agua ya que el equipo utilizado por el Departamento de Calidad está fuera de servicio.

- Mejorar el almacenamiento de los tanques aumentando su capacidad, con la construcción de un nuevo tanque.

- No permitir la deforestación donde se encuentran los tanques y efectuar programas para reforestar la zona de las fuentes que abastecen agua.

CONCLUSIONES

La investigación permitió conocer la problemática del agua no registrada siendo un indicador de eficiencia de las redes de abastecimiento de agua y dando paso para abordar un plan de reducción y control de la cantidad de agua no contabilizada que será un proceso continuo que requiere de una estrategia integral. Es necesario no solo la instalación de más micromedidores, sino también la implementación de medidas de reducción y control efectivas, como la detección temprana de fugas, la reparación rápida de tuberías dañadas y la vigilancia constante de los puntos críticos. Además, es importante involucrar a la comunidad en el proceso, fomentando la cultura del cuidado del agua y la denuncia de cualquier actividad ilegal en la red de distribución. Solo de esta manera se podrán obtener resultados sostenibles a largo plazo en la gestión sostenible del agua en Santa Rosa de Copán.

Es evidente que la empresa encargada de proveer el servicio de agua debe considerar el censo de usuarios/abonados y el plan para reducir y controlar el agua no contabilizada como un proceso constante que requiere validación y acción continua. Además, debe mejorar tres aspectos en su eficiencia, nos referimos a la expansión de la infraestructura de saneamiento, la fiabilidad del suministro de agua potable e incrementación de la frecuencia del servicio de agua.

Cuando se reducen las pérdidas, todas las partes se ven beneficiadas: la sociedad, la empresa de saneamiento y la naturaleza. La disminución de las pérdidas se traduce en beneficios considerables, como el aumento de los ingresos al reducir las pérdidas comerciales y la disminución de costos mediante la reducción de las pérdidas físicas. Estos beneficios son significativos y se espera que tengan un impacto positivo en todas las partes involucradas.

Los resultados evaluados y las acciones complementarias propuestas en este plan de reducción sistemático del agua potable no contabilizada en la red son con el fin de asegurar la continuidad

del proceso de optimización operacional, dando resultados no tan positivos con una satisfacción del usuario/abonado del 29.4%, tener en cuenta que no es la respuesta más satisfactoria por lo que se deberá considerar algunas de las acciones que fueron presentadas en este proyecto.

En relación con revisiones previas se pudo identificar varias situaciones:

- El 80.9% de las revisiones mostraron que la frecuencia con que reciben agua los usuarios/abonados en sus hogares es de dos veces al mes.
- Las revisiones mostraron que el 60.7% están de acuerdo con la tarifa que pagan actualmente, pero que el 63.7% no estarían dispuestos a paga un monto adicional para mejorar el servicio.
- El 79.2% de los usuarios/abonados no conocen un plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada en la red de distribución.
- Los resultados de las acciones a considerar para beneficiar de una mejor manera el abastecimiento de agua, el dato más alto fue de 37% colocación de una nueva tecnología en la red de agua, 34.3% para la capacitación y concientización a los habitantes, y por último el 28.7% dijeron que sería el mantenimiento preventivo en la red de agua.

Estas estrategias pueden conducir a la meta de disminuir el 30% del índice de agua no contabilizada en la red, lo que finalmente beneficiaría a la entidad que recibe los recursos vía tarifa y de agencias de cooperación internacional.

REFERENCIAS / REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado Aguilar, J. (2023). *Plan de reducción de aguas no contabilizadas en un sector piloto de la ciudad de Choluteca.* Choluteca.

Álvaro e hijos. (s.f.). *Detección de fugas de agua por georadar*. Obtenido de https://www.fugasdeaguamadrid.net/servicios/deteccion-fugas-agua-por-georadar.html#:~:text=C%C3%B3mo%20funciona%20el%20georadar&text=En%20el%20caso%20de%20la,una%20visualizaci%C3%B3n%203D%20del%20subsuelo.

Arkiplus. (s.f.). *Infraestructura hídrica*. Obtenido de https://www.arkiplus.com/infraestructura-hidrica/#:~:text=La%20infraestructura%20de%20agua%20%C3%B3,de%20agua%20tales%20como%20canales.

AVK Holding A/S. (s.f.). *Supere las fugas: una guía paso a paso para reducir la pérdida de agua y el agua no facturada.* Obtenido de https://www.avkvalves.com/en/gain-knowledge/water-worldwide/10-ways-to-reduce-water-loss-and-nrw

Badger Meter. (18 de Mayo de 2020). *3 maneras en que las soluciones de agua inteligentes mejoran la lectura de medidores para los servicios públicos*. Obtenido de https://www.badgermeter.com/es-es/blog-es-es/3-maneras-en-que-las-soluciones-de-agua-inteligentes-mejoran-la-lectura-de-medidores-para-los-servicios-publicos/

Banco de Desarrollo de América Latina. (15 de marzo de 2018). *¿Qué tan eficiente es el suministro de agua en América Latina?* Obtenido de https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2018/03/que-tan-eficiente-es-el-suministro-de-agua-en-america-latina/

Banco Interamericano de Desarrollo. (11 de Enero de 2018). *Tecnologías Inteligentes de Infraestructura de Agua (SWIT): servicios hídricos del siglo 21*. Obtenido de https://blogs.iadb.org/agua/es/tecnologias-inteligentes-de-infraestructura-de-agua-swit-servicios-hidricos-del-siglo-21/

Bautista Perdomo, J. M., & Empresa Municipal de Aguas de Santa Rosa. (Octubre de 2018). *Proyecto mejora al acceso de agua potable y gestión del recurso hídrico en la ciudad de Santa Rosa de Copán, fase I.* Santa Rosa de Copán. doi:2014/SPE/0000400254-002/2018

Bautista Perdomo, J. M., & Martínez Villegas, N. (julio de 2016). Una propuesta hacia una nueva Santa Rosa de Copán. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/307999711_Santa_Rosa_de_Copan_una_propuesta_hacia_una_nueva_gestion_del_agua

Detectores industriales. (s.f.). *CORRELADORES*. Obtenido de https://www.detectoresindustriales.com/25-correladores-para-localizacion-de-fugas-de-agua#:~:text=Los%20correladores%20son%20poderosos%20dispositivos,lados%20de%20la%20fuga%20sospechada.

Detectores Industriales. (s.f.). *GEO-RADAR DUO*. Obtenido de https://www.detectoresindustriales.com/home/125-geo-radar-duo.html

DNKWater. (2023). *Varilla acústica busca fugas de agua*. Obtenido de https://www.dnkwater.com/productos/deteccion-fugas-de-agua/geofonos/st20/

Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa. (2018). *Mejora al acceso de agua potable y gestión del recurso hídrico en la ciudad de Santa Rosa de Copán, fase II.* doi:HND-017-B

Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa. (2021). *Plan de Inversiones de Rehabilitación de Rápido Impacto (PIRRI).* Santa Rosa de Copan. Obtenido de https://portalunico.iaip.gob.hn/portal/ver_documento.php?uid=MTM3NzM4Njg5MzQ3NjM0ODcxMjQ2MTk4NzIzNDI=

Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa. (Abril de 2022). *Informe.*

Fugas Agua Malaga. (2023). *LOCALIZACIÓN FUGAS DE AGUA CON EQUIPO CORRELADOR / LOGGERS*. Obtenido de https://www.fugasaguamalaga.com/servicios/localizacion-fugas-agua-equipo-correlador-loggers.html

Gobierno de Honduras. (13 de Marzo de 2023). *Estadisticas INE*. Obtenido de https://www.ine.gob.hn/V3/#

Grupo Banco Mundial. (03 de septiembre de 2013). *América Latina: ¿Por qué las empresas de agua y saneamiento intentan ahorrar energía?* Obtenido de https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2013/09/03/latin-america-water-loss-energy-efficiency

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodologia de la Investigación* (Sexta Edición ed.). C.P. 01376, México D.F: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.

Hernández, A. (30 de Mayo de 2016). *El cambio climático en Honduras.* Tegucigalpa: UNICEF Honduras. Obtenido de https://www.unicef.org/honduras/media/501/file/El-Cambio-clim%C3%A1tico-en-Honduras-estudio-2016.pdf

HYDRALEAK. (s.f.). *GAS TRAZADOR*. Obtenido de https://hydraleak.com/gas-trazador-para-detectar-fugas-de-agua/

iAgua. (2023). *¿Por qué se producen las fugas de agua en las tuberías?* Obtenido de https://www.iagua.es/blogs/arturo-albaladejo-ruiz/que-se-producen-fugas-agua-tuberias

iAgua. (2023). *Raich: "Tener datos a tiempo real es indispensable para mejorar la eficiencia en el uso del agua"*. Obtenido de https://www.iagua.es/noticias/scan-iberia-sistemas-medicion-slu/raich-tener-datos-tiempo-real-es-indispensable-mejorar

iAgua. (2023). *Sistema Nautilus*. Obtenido de https://www.iagua.es/market/aganova/sistema-nautilus

Ingeniería de Fluidos. (2016-2022). *Gestión de presiones en la red de agua potable*. Obtenido de https://www.ingenieriadefluidos.com/gestion-de-presiones

JS Industrial. (26 de Mayo de 2022). *Geófonos*. Obtenido de https://www.jsindustrial.com.pe/geofonos/

La Voz. (28 de Octubre de 2016). *Cuidado del agua: ¿qué es el control activo de fugas?* Obtenido de https://www.lavoz.com.ar/espacio-de-marca/cuidado-del-agua-que-es-el-control-activo-de-fugas/#:~:text=Se%20trata%20de%20una%20actividad,servicios%20de%20abastecimiento%20de%20agua.

Martinez, C. J. (2002). *Programa de contr ama de control y reducción de agua no contabilizada par educción de agua no contabilizada para elacueducto del municipio de Sopo.* Bogota: Universidad de La Salle. Obtenido de https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=2433&context=ing_ambiental_sanitaria

mheing. (s.f.). *Pérdidas aparentes ¿Qué son?* Obtenido de https://mheing.com/perdidas-aparentes-que-son/

Municipalidad de Santa Rosa de Copan. (2018). *Plan De Arbitrios.* Santa Rosa de Copán.

Naciones Unidas. (2022). *Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/

Naciones Unidas. (2023). *Objetivo 6 Agua Limpia y Saneamiento*. Obtenido de https://www.undp.org/es/sustainable-development-goals/agua-limpia-saneamiento

Ningbo Jiangbei Watermeter Factory. (28 de Mayo de 2019). *¿Cómo reducir el error del contador de agua a distancia?* Obtenido de https://www.nbwatermeter.net/info/how-to-reduce-the-error-of-the-remote-water-me-36363606.html

Novus Produtos Eletrônicos Ltda. (2020). *Causas y consecuencias de las pérdidas en los sistemas de suministro de agua.* Obtenido de https://www.novus.com.br/blog/causas-y-consecuencias-de-las-perdidas-en-los-sistemas-de-suministro-de-agua/?lang=es

Open. (24 de Mayo de 2018). *Pérdidas de agua, otra forma de llamar la ineficiencia operativa*. Obtenido de https://www.openintl.com/es/perdidas-de-agua-otra-forma-de-llamar-la-ineficiencia-operativa/#:~:text=En%20el%20caso%20de%20las,el%20catastro%2C%20entre%20otras%20causas.

Ordóñez Valladares, J. (2016). *Análisis de la Prestación de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento para la implementación de las condiciones establecidas por la Ley Marco del Sector Caso: Juntas Administradoras de Agua del Municipio del Distrito Central.* Tegucigalpa; M.D.C.

Organización Mundial de la Salud. (2023). *Agua para Consumo Humano*. Obtenido de https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=Como%20autoridad%20internacional%20en%20salud,reglamentos%20basados%20en%20la%20salud.

Organización Panamericana de la Salud. (s.f.). *Agua y Saneamiento*. Obtenido de https://www.paho.org/es/temas/agua-saneamiento

Organización Panamericana de la Salud. (1999). *Fugas y Medidores*. Obtenido de https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/48220/LksnMtrS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Perez de la Torre, M. (2018). *Gestión de Agua No Contabilizada en Empresas de Servicios Públicos de Agua Potable.* Buenos Aires. Obtenido de http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-1381_PerezdelaTorreM.pdf

Puga, M. G. (2019). *ANÁLISIS A LARGO PLAZO DEL NIVEL ECONÓMICO DE PÉRDIDAS REALES Y APARENTES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA.* Valencia. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/124192/Cabrera%20-%20An%C3%A1lisis%20a%20largo%20plazo%20del%20nivel%20econ%C3%B3mico%20de%20p%C3%A9rdidas%20reales%20y%20aparentes%20en%20redes%20de%20d....pdf?sequence=2#:~:text=Las%20p%C3%A9rdidas%20reales%2

Romero Quezada, L., & Agüero, M. (2016). *Segundo Informe de Monitoreo de los Avances de País en Agua Potable y Saneamiento MAPAS II Honduras.* Obtenido de https://www.sica.int/documentos/segundo-informe-de-monitoreo-de-los-avances-de-pais-en-agua-potable-y-saneamiento-mapas-ii-honduras_1_114346.html

SensorGO. (4 de Agosto de 2022). *Detención de fuga de agua: Hacerlo a tiempo marca la diferencia*. Obtenido de https://sensorgo.mx/deteccion-de-fugas-de-agua/#:~:text=con%20el%20agua.-,Importancia%20de%20ejecutar%20una%20detecci%C3%B3n%20inteligente%20de%20fugas%20de%20agua,negativamente%20la%20conservaci%C3%B3n%20del%20recurso.

TUVACOMSA. (2023). *Válvulas de seccionamiento*. Obtenido de https://tuvacomsa.com/valvulas-de-seccionamiento#:~:text=Las%20v%C3%A1lvulas%20de%20seccionamiento%20son,manual%20o%20empleando%20medios%20automatizados.

Unidad de Investigación Estadística Social. (2023).

Universidad Nacional Autónoma de Honduras. (2022). *Perfil Sociodemográfico de Santa Rosa de Copán.* Obtenido de https://oee.unah.edu.hn/assets/Perfiles-Sociodemograficos/Copan-04/Reporte-de-0401-Copan-Santa-Rosa-de-Copan.pdf

Ziegler, D., F. Sorg, P. Fallis, K. Hübschen, L. Happich, J. Baader, . . . A. Knobloch. (s.f.). *Guía para la reducción de las pérdidas de agua.* Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Obtenido de https://www.nrwsee.com/files/download/61f7a478eed47ES_Guia%20para%20la%20reduccion%20de%20las%20perdidas%20de%20agua_resolucion%20baja.pdf

ANEXOS

Anexo 01. Ejemplo de encuesta utilizada para la investigación

CUESTIONARIO PARA USUARIOS DOMESTICOS

INTRODUCCION: Este cuestionario tiene por objetivo entender la situación actual sobre la reducción del agua potable no contabilizada en la red de distribución para las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa de la ciudad de Santa Rosa de Copán en el 2023. Por lo que se solicita muy respetuosamente responder las siguientes preguntas ya que su análisis es requisito para obtener el título de Master en Gestión de Proyectos.

Debe saber que el análisis de estas preguntas podrá ser publicado, sin publicar datos de su nombre o identidad y además sus respuestas no obtendrán retribución económica, social ni de ningún tipo.

1- Nombre del responsable de la familia: _____
2- ¿Cuál es su sexo?
   - ❑ Masculino
   - ❑ Femenino

3- ¿Qué edad tiene?
   - ❑ 18 a 25 años
   - ❑ 26 a 33 años
   - ❑ 34 a 41 años
   - ❑ 42 a 49 años
   - ❑ 50 o más años

4- ¿Cuál es su colonia de residencia?
   - ❑ Lomas de Santa Rosa
   - ❑ Altos de Santa Rosa
   - ❑ Divina Providencia
   - ❑ Villa imperial
   - ❑ Aldea SOS

5- ¿Goza de algún tipo de sistema de acueducto para el agua potable?
   - ❑ Si
   - ❑ No

6- ¿Con que fuente de agua se abastece? (Si la respuesta es Agua de conexión domiciliaria Municipal, pasa a la pregunta siguiente)
   - ❑ Agua de conexión domiciliaria Municipal
   - ❑ Agua de pozo
   - ❑ Agua de carro cisterna

7- ¿Hace cuánto tiempo goza de este servicio en su casa de habitación?
- ❑ De 0 a 12 Meses
- ❑ De 1 a 4 Años
- ❑ Mas de 5 Años

8- ¿Con que frecuencia recibe agua potable en su hogar?
- ❑ Diariamente
- ❑ Una vez por semana
- ❑ Una vez al mes
- ❑ Dos veces al mes
- ❑ Tres veces al mes

9- ¿Cuántas horas recibe agua?
- ❑ De 1 a 2 horas
- ❑ De 2 a 6 horas
- ❑ De 7 a 12 horas
- ❑ De 12 horas en adelante

10- ¿Está satisfecho con el servicio de agua?
- ❑ Muy Satisfecho
- ❑ Satisfecho
- ❑ Poco Satisfecho
- ❑ No Satisfecho

11- ¿Está de acuerdo con la tarifa que paga actualmente?
- ❑ Si
- ❑ No

12- ¿Estaría dispuesto a pagar un monto adicional a la tarifa para tener un mejor servicio?
- ❑ Si
- ❑ No

13- ¿Qué tipo de almacenamiento de agua tiene en su vivienda?
- ❑ Pila
- ❑ Tanque de Almacenamiento (Cisterna)
- ❑ Cubetas grandes
- ❑ Otros

14- ¿conoce algún plan de reducción y/o control de pérdidas de agua no contabilizada en la red de distribución?
- ❑ Si
- ❑ No

15- ¿Tiene micromedidor en la acometida de su vivienda? (Si la respuesta es SI, pasa a la pregunta siguiente)
- ❑ Si
- ❑ No

16- ¿Qué tipo de instalaciones tiene en su vivienda?

- ❑ Sanitario
- ❑ Ducha
- ❑ Lavamanos
- ❑ Lavatrastos
- ❑ Llaves

17- ¿Están en buen estado las instalaciones de su vivienda?

- ❑ Si
- ❑ No

Si su respuesta es no, el encuestador debe verificar cual es la instalación dañada. (Enumerar que instalaciones)

_____

18- ¿Conoce alguna acción que permitan mejorar la eficiencia de la red de agua?

- ❑ Si
- ❑ No

19- ¿Qué medida toma cuando hay una fuga de agua en su vivienda?

- ❑ Cerrar la válvula principal de la vivienda.
- ❑ Hacer la reparación.
- ❑ Llamar a la institución correspondiente.
- ❑ Otros

20- ¿Qué acción considera usted que beneficiaria de una mejor manera el tema de abastecimiento de agua en su colonia?

- ❑ Capacitación y concientización de los habitantes.
- ❑ Mantenimiento preventivo en la red de agua.
- ❑ Colocación de una nueva tecnología en la red de agua.
- ❑ Otros.

Anexo 02. Ejemplo de entrevista utilizada para la investigación

INTRODUCCION: Esta entrevista tiene por objetivo entender la situación actual sobre reducción del agua potable no contabilizada en la red de distribución para las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa de la ciudad de Santa Rosa de Copán en el 2023. Por lo que se solicita muy respetuosamente responder las siguientes preguntas ya que su análisis es requisito para obtener el título de Master en Gestión de Proyectos.

Lugar y Fecha: _____

Nombre del Entrevistador(a): _____

1- ¿Mencione el nombre, el año en que se formó y cómo surgió la empresa que está a cargo del sistema de agua actualmente en la ciudad de Santa Rosa de Copán?

2- Composición de la Junta Directiva actualmente según su jerarquía; Nombre, Puesto, Grado Aprobado y Antigüedad.

3- ¿Mencione el total de población beneficiada con acceso a agua potable en la ciudad de Santa Rosa de Copán y además describa la población para cada una de las colonias siguientes: Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Divina Providencia?

4- ¿Cuántas reuniones realizan durante el año para analizar la situación del tema en la ciudad de Santa Rosa de Copán? ¿Cuáles son los temas que se priorizan?

5- ¿Cuántas horas y cada cuanto tiempo se distribuye agua en las colonias Lomas de Santa Rosa, Altos de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Divina Providencia? ¿Qué tan satisfecho cree usted que están los usuarios de este sector?

6- ¿Existe una junta de vigilancia? En caso de ser Si, describa que tipo de capacitación recibe sobre el manejo del agua.

7- ¿Describa brevemente cómo funciona la red de distribución de la ciudad de Santa Rosa de Copán?

8- ¿Cuáles son los mecanismos usados en el sistema de acueducto para la reducción de agua no contabilizada en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

9- ¿Describa las fuentes de abastecimiento que cuenta la ciudad de Santa Rosa de Copán y mencione el tipo de mantenimiento que tienen las Fuentes y protección del agua potable?

10- ¿Describa las fuentes de abastecimiento que cuenta las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa y mencione el tipo de mantenimiento que tienen las Fuentes y protección del agua potable?

11- ¿Cuál es el caudal de agua que se abastece en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

12- ¿Cada cuanto realizan pruebas sobre la calidad del agua? ¿Cuál es el resultado que se obtiene de estas pruebas?

13- ¿Describa los tipos de fuente que cuenta las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

14- ¿Cuáles son las condiciones de la zona de recarga de las fuentes y describa las actividades para proteger las fuentes de agua?

15- ¿Cómo obtienen información los habitantes sobre la concientización del cuidado de agua?

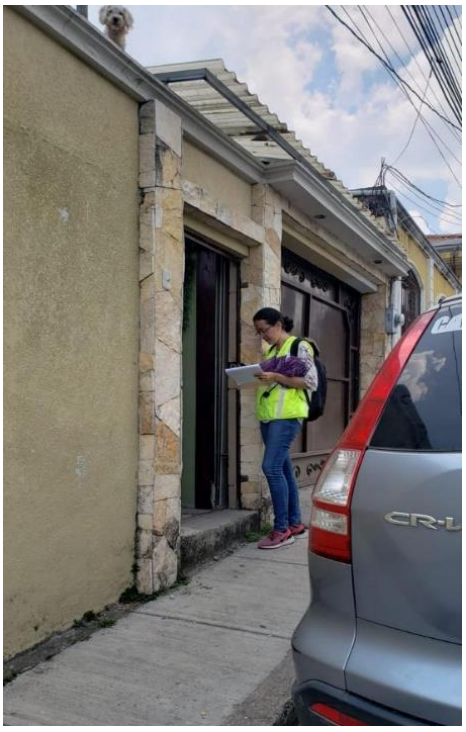
16- ¿Cuál es el estado de las tuberías de los hogares? ¿Qué tipo de reparaciones se frecuentan y quien hace estas reparaciones?

17- ¿Qué colonia cuenta con Micromedidores? ¿Cuánto tiempo tienen operando? ¿Cuál es el total de micromedidores en las colonias mencionadas?

18- ¿Cuentan con algún plan de reducción y control de pérdidas de agua no contabilizada para las condiciones de la red de la ciudad de Santa Rosa de Copán? En su opinión cree que es necesario implementar este estudio

19- En su opinión. ¿Qué acciones realizan para beneficiar de la mejor manera el tema de abastecimiento de agua en las colonias Divina Providencia, Lomas de Santa Rosa, Villa Imperial, Aldea SOS y Altos de Santa Rosa?

Anexo 03. Ilustraciones de Encuestas



Anexo 04. Ejemplo de Reporte de Detección de Fugas

EMPRESA MUNICIPAL AGUAS DE SANTA ROSA

EMASAR
Empresa Municipal Aguas de Santa Rosa
REPORTE DE DETECCIÓN DE FUGAS

Clasificación

Reporte N°

Fecha Reporte:	Hora detención:	Informe Diario N°:
Zona:	Tipo de Búsqueda:	Encargado:

Ubicación de la fuga

Calle:	Avenida:	Coordenadas:
Barrio:		

Caracterización de la fuga

Tipo fuga:	En:	Fallo en:
Diámetro Tubería:	Material Tubería:	Ubicación:

ESQUEMA	COMENTARIOS

Observaciones:

Firma de encargado:

Anexo 05. Ejemplo de Reporte de Mantenimiento a Micromedidor

Reporte de Mantenimiento a Micromedidor de Agua Potable

EMPRESA MUNICIPAL
AGUAS DE SANTA ROSA

Siendo las _____ horas, del día _____ la entidad EMASAR, ha iniciado a efectuar mantenimiento del micromedidor a solicitud del usuario.

Información del usuario/abonado

Nombre: _____

Dirección: _____

No de suministro: _____

Información del micromedidor

No de micromedidor: _____ Diámetro: _____

Marca: _____ Tipo: _____

Modelo: _____ Capacidad: _____

Estado del registro: El micromedidor registra un volumen de: _____ M3

Resultado de Mantenimiento:

Reporte visual del micromedidor: ☐ Si ☐ No

Micromedidor con seguro: ☐ Si ☐ No

Micromedidor alterado: ☐ Si ☐ No

Observaciones:

_____
_____
_____
_____

Siendo las _____ horas, finalizado el mantenimiento.

_____ _____

Firma del Encargado
EMASAR

Firma del Usuario/Abonado