

Managua, Nicaragua

Viernes, 18 de Noviembre de 2022



Universidad Nacional de Ingeniería

Recinto Universitario Pedro Arauz Palacios

Facultad de Ciencias y Sistemas

Ingeniería de Sistemas

“Sistema de mejoramiento del servicio de agua potable en el barrio Gilberto Romero”

Elaborado por:

- | | |
|--------------------------------------|------------|
| • Br. Alejandro Hernández Gadea | 2019-0810U |
| • Br. Randall Agustín Hodgson | 2019-0830U |
| • Br. Kennedy Mylam Villalta Marengo | 2019-0778U |
| • Br. Yeh-Hsing Armando Yiin Antón | 2019-0875U |

Docente:

MBA. ING. Manuel Enrique Huete Castillo, MSC.

Resumen

El siguiente informe en desarrollo tiene un enfoque sistémico, en cual se analizará de forma detallada la problemática que presenta el servicio de agua potable del barrio Gilberto Romero

Este informe tiene como propósito proponer un sistema de mejoramiento de agua para el barrio Gilberto Romero, el cual está siendo afectado por el deficiente servicio de agua potable lo cual obliga a los pobladores del barrio a tomar agua de ríos contaminados provocando enfermedades respiratorias, estomacales y dermatológicas.

Con toda la información recolectada mediante encuestas hacia los pobladores acerca del servicio de agua que están recibiendo se procedió a realizar diversos análisis del sistema mediante el uso de herramientas como la trilogía de hall para realizar un análisis retrospectivo, la creación del modelo conceptual para logra representar la problemática de manera gráfica partiendo de las bases de la caja negra y la caja blanca para conocer el funcionamiento del sistema así como las entradas y salidas del mismo.

Para dar respuestas a los problemas que se identificaron durante el proceso que se desarrolló el sistema, se identificaron varias alternativas que dan solución a cada uno de los problemas ,como también se especificaron los costos e impacto a la sociedad , siempre en el cumplimiento del mayor número de objetivos.

Introducción

El municipio de Siuna, Región Autónoma Atlántico Norte, RAAN, está rodeado por los ríos Wani, Yahoya y otros caudalosos, pero irónicamente la población es castigada por una desesperante escasez de agua para el consumo humano, debido a la contaminación que presentan estos debido a la minería realizada en el municipio. Esto ha venido afectando a muchos barrios de la región obligando a los pobladores a tener que buscar nuevas formas de obtener agua, siendo uno de estos barrios Gilberto Romero.

A lo largo de este documento se presentará la propuesta de creación de un sistema óptimo usando diversas herramientas de análisis para la identificación de la problemática principal del barrio Gilberto Romero y así generar una alternativa de solución, este documento consta de tres capítulos que explican su estudio.

Primeramente, se procedió a realizar un análisis del barrio Gilberto Romero con el fin de saber el estado actual de los pobladores, así como el del servicio de agua que están recibiendo. Con la información obtenida mediante encuestas y lluvias de ideas se realizó una figura rica que permite conocer y comprender con más facilidad las problemáticas encontradas, posteriormente se precedió a concebir el sistema para la población por medio de un estudio de integrantes y la desagregación del sistema actual.

Asimismo, con la información recolectada, se establece la trilogía de hall para desarrollar un sistema conforme a las necesidades de los pobladores y la problemática actual, realizando así la concepción funcional que permite analizar la consistencia del sistema, desarrollando a su vez objetivos, alternativas y consecuencias del mismo, de la misma forma se plantearon consecuencias positivas, consecuencias negativas y el costo de estas alternativas.

Posteriormente se determinó el sistema óptimo mediante la matriz de objetivos versus alternativas que permite conocer qué alternativas logran cumplir con la mayor cantidad

de objetivos para así finalmente cumplir con el objetivo principal del sistema y solventar la problemática en cuestión.

Situación Problemática

En el municipio de Siuna se encuentra ubicado un barrio llamado Gilberto Romero. El cual es un barrio que cuenta con una población de aproximadamente 391 habitantes y 98 hogares. Actualmente el barrio tiene un problema con el sistema actual de servicio de agua potable debido a que no tienen acceso continuo al mismo ya que hay varios días en los que el servicio se detiene y en ocasiones esto ocurre sin previo aviso. Lo que conlleva a que los pobladores no puedan realizar las tareas que requieren de este recurso con comodidad. Muchos de estos pobladores afectados se ven obligados a madrugar cada dos días para lograr un cupo en un lavadero público, y así poder lavar la ropa de sus hijos.

Con relación al abastecimiento de agua aproximadamente el 60% de la población urbana de Siuna cuenta con un servicio de agua no potable, el 40% restante se abastece con agua a través de pozos domiciliarios que carecen de mantenimiento e higiene. En general, todas las fuentes de abastecimiento de agua están contaminadas por coliformes fecales, excretas de animales y por sustancias tóxicas. No se hacen controles de calidad, las presas están contaminadas por la escorrentía que cae en las mismas y la falta de hábitos higiénicos de la población. El municipio cuenta con una pila con una capacidad de 20,000 litros de agua ubicada en el barrio Pedro Joaquín Chamorro sector # 5 (Rojas A., 2013), de las cuales se abastece por gravedad a parte de la población.

El proyecto iniciado hace varios años, con una inversión superior a los C\$26 millones, funciona con energía eléctrica, bombeando el agua desde el río Uly, ubicado a 7 km de la ciudad, hacia los tanques de almacenamiento ubicados en el cerro Coyol. Según funcionarios, esa operación hace insostenible el servicio, ya que los gastos de operación superan la recaudación mensual.

Como ejemplo, refieren que durante enero la empresa acumuló una factura en gastos de operación por C\$358,230.47, pero solo logró recaudar C\$201,246.85.

Significa que el 43.82% de los gastos deben ser subsidiados por la comuna, y eso equivale a C\$156,983.62. Según la información de EMAPSA, el 90% de la población que recibe el servicio tiene sus pagos al día, aunque hacen la salvedad que algunos tienen arreglos de pago. Entre las pérdidas de la empresa también resalta un 40% de fugas, porque la infraestructura instalada para el bombeo del agua no tiene capacidad, ya que actualmente se están bombeando 54 metros cúbicos de agua por hora, y la demanda actual es de 165 metros cúbicos, es decir, apenas se tiene una producción del 35% de la demanda.

Objetivos

Objetivo General:

- Elaborar un sistema óptimo para el mejoramiento del servicio de agua potable en el barrio Gilberto Romero.

Objetivos Específicos:

- Realizar una descripción del sistema y su entorno.
- Determinar el problema principal del Barrio Gilberto Romero mediante el algoritmo de determinación del problema.
- Realizar los objetivos del sistema y sus correspondientes consecuencias positivas.
- Identificar las alternativas de solución para cada objetivo planteado junto con su consecuencia negativa.
- Encontrar el sistema óptimo, por medio de la matriz objetivo vs alternativa.
- Realizar un análisis PERT-CPM para determinar la ruta crítica del proyecto y su duración total.

Índice

Resumen.....	I
Introducción.....	II
Situación Problemática.....	IV
Objetivos	VI
Capítulo 1: Definición del sistema y su entorno	1
1.1 Descripción del sistema actual y entorno	1
1.1.1 Definición de sistema	1
1.1.2 Diagrama de contexto:.....	2
1.2 Desagregación del Sistema	2
1.2.1 Generalidades del sistema	2
1.2.2 Descripción del sistema.....	3
1.2.3 Elementos y atributos del sistema	4
1.3 Investigación de integrantes:.....	7
1.3.1 Integrantes Físicos y técnicos:	7
1.3.2 Integrantes Económicos y Comerciales.....	8
1.3.3 Integrantes sociales.....	9
Capítulo 2: Determinación del Problema	11
2.1 Algoritmo de determinación del problema.....	11
2.2 Concepto inicial del sistema.....	15
2.2.1 Figura Rica	15
2.2.2 Trilogía de Hall	17
2.2.3 Modelo conceptual	18
2.3 Diagrama de Causa - Efecto	30
Capítulo 3: Objetivos, Alternativas, Consecuencias	32
3.1 Objetivos	32
3.2 Consecuencias Positivas	33
3.3 Alternativas	35
3.4 Consecuencias Negativas.....	36
Conclusiones.....	38

Recomendaciones.....	39
Bibliografía	40
Anexos	41
1. Árbol de Problemas	41
2. Árbol de Objetivos	42
3. Optimización del Sistema	43
3.1 Matriz de Alternativas vs Objetivos	43
4. Sistema Óptimo	46
5. Segundo Sistema Óptimo (Plan B).....	47
6. Alternativas Planteadas.....	48
7. PERT-CPM del sistema.....	50
8. Memoria de calculo	53
9. Modelo de Encuesta.....	65
10. Resultado de encuestas realizadas a la población de Gilberto Romero	69
PROSPECTO.....	77

Capítulo 1: Definición del sistema y su entorno

1.1 Descripción del sistema actual y entorno

1.1.1 Definición de sistema

Sistema:

Sistema de mejoramiento del servicio de agua potable en el Barrio Gilberto Romero en la Ciudad de Siuna en la Región Autónoma Norte del Caribe

Suprasistema (Objeto de estudio):

Proyecto de Agua potable para la ciudad de Siuna. ENACAL

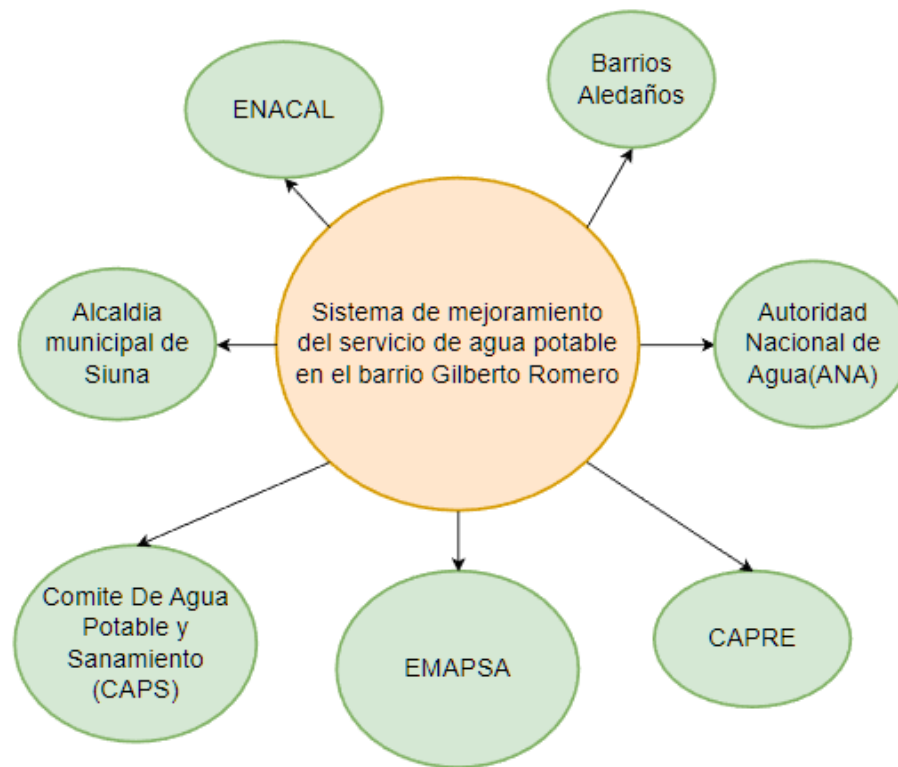
Campo de Acción:

Sistema de servicio de agua potable en el barrio Gilberto Romero en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte

Universo:

El universo está compuesto por el sistema de Agua potable y Saneamiento de Nicaragua que está regulada por la empresa Nicaragüense de acueductos y alcantarillados sanitarios (ENACAL).

1.1.2 Diagrama de contexto:



1.2 Desagregación del Sistema

1.2.1 Generalidades del sistema

El Gobierno de Nicaragua a través de la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillados Sanitario (ENACAL) ha sido responsable de la creación de sistemas de mejoramiento del servicio de agua potable en la región del Caribe tanto en Bilwi como en Bluefields. Dicho sistema de mejoramiento de agua potable está formado por 7 subsistemas los cuales se especifican a continuación:

- Subsistema Administrativo
- Subsistema RRHH
- Subsistema Operario
- Subsistema de Mantenimiento
- Subsistema de Distribución de Agua

- Subsistema de Recolección de Agua
- Subsistema Tecnológico

1.2.2 Descripción del sistema

Subsistema Administrativo:

La administración es la designada de realizar una radiografía del estado presente de la organización y presentar los objetivos para el estado futuro que se espera, es decir, de determinar una estrategia o plan de acción, para ello debe reinar la unicidad y la precisión al trazar las decisiones. Este subsistema es el encargo de gestionar todos los recursos necesarios, tanto como herramientas y materiales necesarios para iniciar y llevar a cabo el proyecto

Subsistema RRHH

Es el subsistema encargado de detectar con rapidez las carencias formativas de la plantilla y buscar las mejores opciones para cubrirlas de manera efectiva. Es responsable de la creación de programas formativos para afrontar nuevos retos sin necesidad de contratar personal externo y asegurar un aprendizaje más significativo por parte de los trabajadores.

Subsistema Operario

Es el subsistema responsable de gestionar toda la parte técnica dirigida al tratado de aguas, desde la captación de la misma, hasta la potabilización para los distintos hogares.

Subsistema de Mantenimiento

Dentro de este sistema se encuentra todo aquel elemento capaz de resguardar el funcionamiento mismo de la maquinaria e infraestructura capaz de realizar el proceso de potabilización.

Subsistema de Distribución de Agua

Subsistema encargado de distribuir el agua a todos los habitantes mediante las estaciones de bombeo y las conexiones de tuberías con sus respectivas conexiones domiciliarias y sus medidores correspondientes.

Subsistema de Recolección de Agua

Encargado de establecer pozos para el almacenamiento de agua de manera que de abastecimiento a toda la población

Subsistema Tecnológico

Encargado de brindar la maquinaria y tecnología requerida para realizar y dar inicio al proyecto.

1.2.3 Elementos y atributos del sistema

Subsistema Administrativo

- **Personal Administrativo:** Personal con principios de liderazgo capaz de ofrecer respuestas y soluciones a problemas que se presentarán durante el desarrollo del proyecto y a problemas de la población.

Subsistema RRHH

- **Personal de recursos humanos:** Los líderes y directivos de RRHH necesitan adoptar una fuerte mentalidad estratégica de cara a captar, retener y desarrollar a los mejores profesionales.

Subsistema Operario

- **Personal Operario**
Todo aquel individuo capacitado en la manipulación de la maquinaria instalada para la captación y potabilización del agua.

Subsistema de Mantenimiento

- **Personal de Mantenimiento:**

Todo aquel individuo capaz de velar y resguardar la maquinaria e infraestructura que hace posible el almacenamiento y proceso de potabilización del agua.

Subsistema de Distribución de Agua

- **Tuberías**

Conducto que cumple la función de transportar líquidos o materiales diversos. Como puede ser en este caso agua.

- **Conexiones domiciliarias**

Conjunto de artefactos necesarios que hacen que se pueda dar una conexión exitosa entre una red distribuidora y un cliente.

- **Estaciones de bombeo**

Equipo necesario para la extracción de agua de alguna fuente de agua.

- **Medidores**

El medidor es un artefacto el cual permite cuantificar la cantidad de agua que está siendo consumida por el cliente

Subsistema de Recolección de Agua

- **Pozos**

Un pozo es un túnel vertical en el cual se busca adquirir algún recurso que se encuentre en una baja profundidad como puede ser generalmente alguna reserva de agua subterránea.

Subsistema Tecnológico

- **Maquinaria**

La maquinaria es la tecnología requerida para realizar trabajos de forma automatizada y eficiente.

- **Herramienta**

Utensilio necesario para que los trabajadores inicien la obra. Las herramientas se diseñan y se fabrican para cumplir uno o más propósitos específicos, por lo que son artefactos con una función técnica.

- **Materiales**

Elementos usados para producir una obra con algún fin específico; es decir, son elementos adecuados para realizar el proyecto.

1.3 Investigación de integrantes:

1.3.1 Integrantes Físicos y técnicos:

Sistemas existentes

Sistemas de mejoramiento de agua potable en otros municipios de la costa Caribe como Bilwi y Bluefields. Así como los proyectos de sistemas de abastecimientos de agua potable realizados por PRESMA, CAPS con ayuda del gobierno de Nicaragua

Métodos para sistemas existentes

Instalación de pozos comunitarios para comunidades cercanas afectadas, creación de sistema de alcantarillados. Construcción de presas, Proyecto de Nueva planta de tratamiento de agua potable, Desviación de ríos con el fin de acercarlos a comunidades donde el agua no llega.

Estándares técnicos aceptados

Estándares relacionados con la calidad del agua y abastecimiento eficiente a la población dados por CAPRE.

Las condiciones técnicas para la manufactura

Realizar un estudio en todo el perímetro del barrio para definir el lugar donde se localizará el sistema a desarrollar que proporcionará agua potable a la población

Efectuar un estudio que determine la cantidad de habitantes que presentan problemas con el servicio de agua y así mismo determinar la cantidad de familias a beneficiar

Analizar medidas alternativas de prevención y mitigación para reducir la vulnerabilidad que están incluidas en el diseño y ejecución del proyecto, así como agentes ambientales externos

Los integrantes naturales:

La región se encuentra en una zona con altos riesgos hidrometeorológicos, en particular inundaciones y huracanes, agravados por los efectos del cambio climático.

Los factores de transición

La población del barrio Gilberto Romero que será beneficiada tendrá un recibimiento positivo del proyecto debido a que se mejoraran sus condiciones de vida al poder obtener agua sin tener que viajar grandes trayectos de tierra. Además de poder gozar con agua todos los días.

Desarrollos actuales y futuros

Actualmente el país se está dando el lujo de consumir el agua subterránea al igual que los países desarrollados y contaminar las aguas superficiales. De esta manera, aunque haya abundancia de ríos, lagunas y lagos, la contaminación y la deforestación le están quitando el agua a las futuras generaciones. Actualmente el gobierno de Nicaragua junto con ENACAL están trabajando en varios megaproyectos en la región caribe del país a fin de mejorar las condiciones de vida de la población de la zona, mediante la mejora de estos servicios en términos de acceso, eficiencia, continuidad y calidad.

1.3.2 Integrantes Económicos y Comerciales

Estructura de la organización

Toda persona envuelta directamente y encargados de la Creación del Sistema de este proyecto, como pueden ser el grupo de estudiantes de ingeniería de sistemas, pobladores del barrio Gilberto Romero, Gabinetes del poder ciudadano, personal de promoción social, funcionarios de ENACAL y entre otros.

Personal de la organización

Está conformado por las entidades mencionadas anteriormente: grupo de estudiantes de ingeniería de sistemas, pobladores del barrio de Gilberto Romero, Gabinetes del poder ciudadano, personal de promoción social, funcionarios de ENACAL y entre otros.

Integrante de la política de dirección

Debido a la dependencia de parte de ENACAL. Se declara como máximo funcionario, ya que este es el que da respuesta inmediata a las necesidades de la población.

Disposiciones Gubernamentales

Mencionado anteriormente, como ente funcionario máximo y regulador de las actividades envueltas en dicho sistema, se tiene a ENACAL, CAPRE, CAPS y ANA.

Sistemas propuestos y precios para su estructura

Entre las distintas alternativas que se plantean, tenemos que la manufactura de filtros accesibles a la comunidad gracias a su fácil creación, se cree que podrá ser de las opciones más accesibles para la comunidad, debido al bajo coste.

Condiciones económicas para el nuevo sistema

Para poder introducir dichos sistemas primeramente se tiene que tener sistemas más eficientes en cuanto a la distribución del agua potable en la comunidad y población en general, con conexiones seguras y adecuadas para cada familia en dicho barrio mediante el curso de acciones pertinente el cual ayudaría a incrementar la producción, se reduzcan las pérdidas e incrementen la eficiencia de aquellos sistemas que conformen la funcionalidad de la comunidad.

Operaciones comerciales

Obtener y analizar datos estadísticos mediante estudios de identificación de grupos beneficiarios, estudios económicos, estudios de impacto ambiental, estudios administrativos, instalación de nuevos sistemas y su seguimiento.

1.3.3 Integrantes sociales

Factores sociales de gran amplitud:

Cultura del cuidado del agua por parte de las comunidades y Nicaragua, Modificación del terreno con el fin de modelar cuencas de ríos. Creación de lodos generados en el proceso de tratamiento de agua.

Factores humanos individuales.

Actitud no adecuada por parte de la alcaldía de Siuna por parte de los funcionarios de ENACAL al tener que invertir más en comunidades rurales alejadas del centro de la ciudad. Falta de empatía por parte de empresas como CAPS Y ANA por comunidades sin acceso seguro a agua potable.

Capítulo 2: Determinación del Problema

2.1 Algoritmo de determinación del problema

Situación problemática indefinida

En el municipio de Siuna se encuentra ubicado un barrio llamado Gilberto Romero. El cual es un barrio que cuenta con una población de aproximadamente 391 habitantes y 98 hogares. Actualmente el barrio tiene un problema con el sistema actual de servicio de agua potable debido a que no tienen acceso continuo al mismo ya que hay varios días en los que el servicio se detiene y en ocasiones esto ocurre sin previo aviso. Lo que conlleva a que los pobladores no puedan realizar las tareas que requieren de este recurso con comodidad. También hay que destacar que cuando el barrio cuenta con servicio, el recurso llega contaminado debido a que las redes que conectan con el barrio llevan mucho tiempo sin la realización de mantenimientos y esto conlleva a que el proceso de saneamiento no se dé correctamente y el agua llega sucia a los hogares de la población del Barrio Gilberto Romero. Además de esto hay personas que han construido sus viviendas en el barrio y aún no están conectadas a la red de ENACAL por lo que no cuentan con conexión al servicio y se ven obligadas a buscar este recurso en pulperías o en pozos alejados a su localidad.

Áreas de investigación

- Administración: Control, organización y planificación de los proyectos que se tienen que efectuar.
- Estadística: Estimaciones poblacionales, índice de personas afectadas por la problemática actual.
- Contabilidad: Control de los bienes activos dentro del sistema, elaboración de informes que otorgan información fundamental para la toma de decisiones.
- Impacto ambiental: Análisis acerca de cómo el nuevo sistema a implementarse va a afectar al medio ambiente.
- Finanzas: Establecimientos de costos que habrá que asumir para la realización del proyecto.

Identificar la problemática

La población del barrio Gilberto Romero se encuentra insatisfecha con el servicio de agua potable actual debido a que no tienen acceso de forma constante al vital recurso hídrico, además de que el agua llega contaminada a los hogares y existe población que no se ha anexo aun a la red madre de ENACAL.

Acopio de información

Para la realización de este proyecto se ha recopilado información acerca del Barrio Gilberto Romero mediante distintas técnicas como encuesta y observación directa. Además, se ha recolectado información de datos generales de Siuna en las páginas web del INIDE y la del Banco Central y se recolectó información acerca del estado de los servicios de agua potable mediante artículos de URACCAN y del Nuevo Diario.

Tormenta de ideas inicial

- Población no cuenta con un servicio de agua potable constante
- El agua que llega a los hogares de la población no es potable
- Falta de compromiso y conciencia laboral
- Falla en la optimización de recursos como equipos subutilizados
- Falta de compromiso y conciencia laboral
- Personal Actual no capacitado en el uso correcto de las máquinas
- Maquinaria en avería constante
- Pocos pozos a disposición de la población
- Red de tuberías viejas y en mal estado
- Tecnologías desfasadas
- Aumentar el ambiente laboral actual de la organización
- Aumentar el uso eficiente de las máquinas actuales y futuras que se implementaran en la organización
- Disminuir los riesgos de avería
- Aprovechar los recursos de la organización mediante una gestión adecuada de los mismos
- Aumentar el almacenamiento de agua potable
- Restablecer el funcionamiento adecuado de la red de tuberías del sector
- Adquirir maquinaria optima
- Administrar de manera eficiente los gastos, equipos, inversiones y personal de la organización
- Implementar políticas que motiven el trabajo realizado por el personal
- Implementar un sistema de capacitación del uso de las máquinas para los trabajadores de la organización
- Implementar un plan de mantenimiento preventivo y correctivo
- Aumentar los espacios de almacenamiento de agua potable
- Reparar sectores en los cuales se encuentren tuberías rotas o con fugas
- Invertir en maquinaria óptima para mejorar los procesos de las distintas áreas de la empresa

Procesamiento de las ideas

Problemas	Objetivos	Alternativas	Sistemas
Fallas en la optimización de recursos como equipos subutilizados	Aprovechar los recursos de la organización mediante una gestión adecuada de los mismos	Administrar de manera eficiente los gastos, equipos, inversiones, y personal de la organización	Subsistema Administrativo
Falta de compromiso y conciencia laboral	Mejorar el ambiente laboral actual de la organización	Implementar políticas que motiven el trabajo realizado por el personal	Subsistema de Recursos Humanos
Personal actual no capacitado en el uso correcto de las máquinas	Aumentar el uso eficiente de las máquinas actuales y futuras que se implementaran en la organización	Implementar un sistema de capacitación del uso de las máquinas para los trabajadores de la organización	Subsistema Operario
Maquinaria en avería constante	Disminuir los riesgos de avería	Implementar un plan de mantenimiento preventivo	Subsistema de Mantenimiento
Pocos pozos a disposición de la población	Aumentar el almacenamiento de agua potable	Aumentar los espacios de almacenamiento de agua potable	Subsistema de Recolección de Agua
Red de tuberías viejas y en mal estado	Restablecer el funcionamiento adecuado de la red de tuberías del sector	Reparar sectores en los cuales se encuentren tuberías rotas o con fugas	Subsistema Distribución de Agua
Tecnologías desfasadas	Adquirir maquinaria óptima	Invertir en maquinaria óptima para mejorar los procesos de las distintas áreas de la empresa	Subsistema Tecnológico

Análisis preliminar y diagnostico

Analizando la información recolectada se ha logrado identificar diversas situaciones a las cuales el Barrio Gilberto Romero se enfrenta con mucha frecuencia. Como pueden ser los cortes del servicio de agua potable, el deficiente saneamiento del líquido y el hecho de que algunos no se encuentran conectados a la red madre de ENACAL.

Valuar el tema

Como punto de partida se hace referencia a la creación e implementación de un sistema de mejoramiento del servicio de agua potable en el barrio Gilberto Romero el cual sugiera alternativas de solución que permita la satisfacción de la población con el servicio de agua potable que se les ofrece.

Redefinir el problema

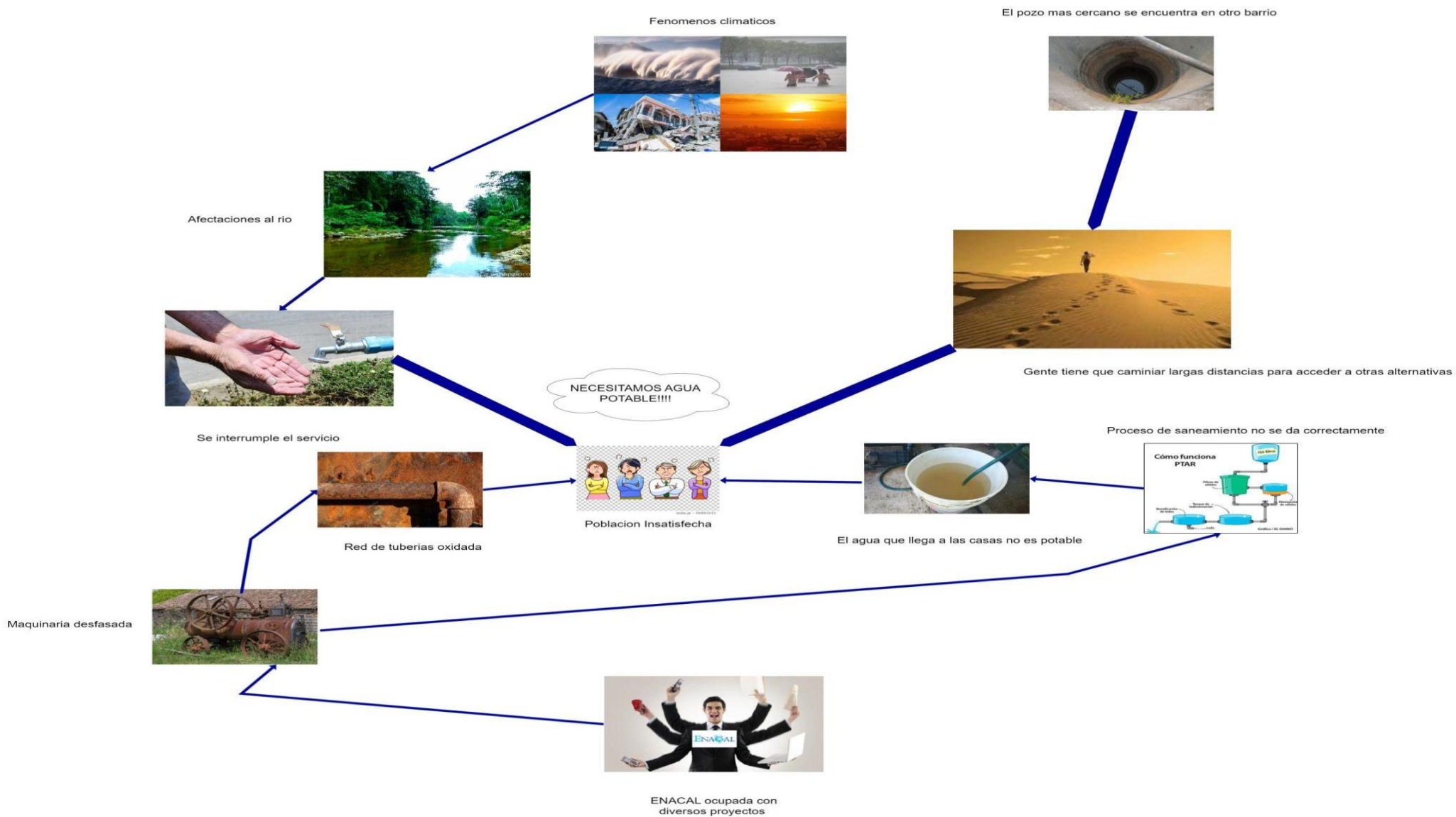
En este caso no es necesario redefinir el problema debido a que, mediante encuestas realizadas a los pobladores, observación de la localidad e información recopilada de diversas páginas web se concuerda con la problemática que se planteó previamente.

2.2 Concepto inicial del sistema

2.2.1 Figura Rica

Para realizar un diagnóstico de los problemas relacionados existentes en el Sistema de servicio de agua potable actual en el barrio Gilberto Romero. Se hizo uso de los problemas planteados en la tormenta de ideas inicial y de la herramienta figura rica donde mostramos cómo se relacionan los mismos entre sí.

Figura Rica



2.2.2 Trilogía de Hall



Definición Raíz

Un sistema de mejoramiento del servicio de agua potable para que la población tenga acceso a agua potable, a través de la instalación con sus respectivas conexiones a la red de ENACAL, con el fin de reducir el índice de personas que no cuentan con un servicio controlado del agua.

Situación problemática

Deficiencia del servicio de agua potable en el barrio Gilberto Romero

Objetivo Principal

Mejorar el servicio de agua potable que reciben actualmente los pobladores del barrio Gilberto Romero

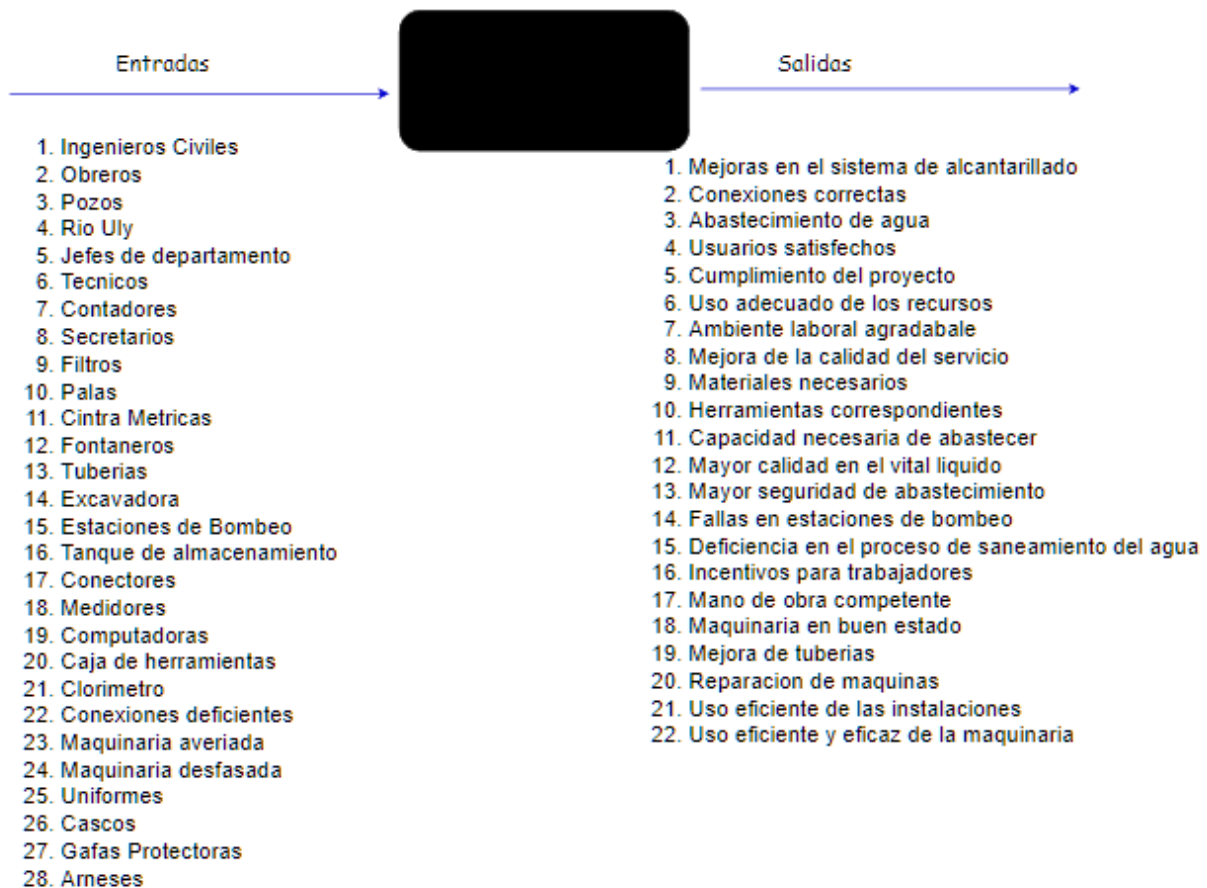
Alternativa de solución

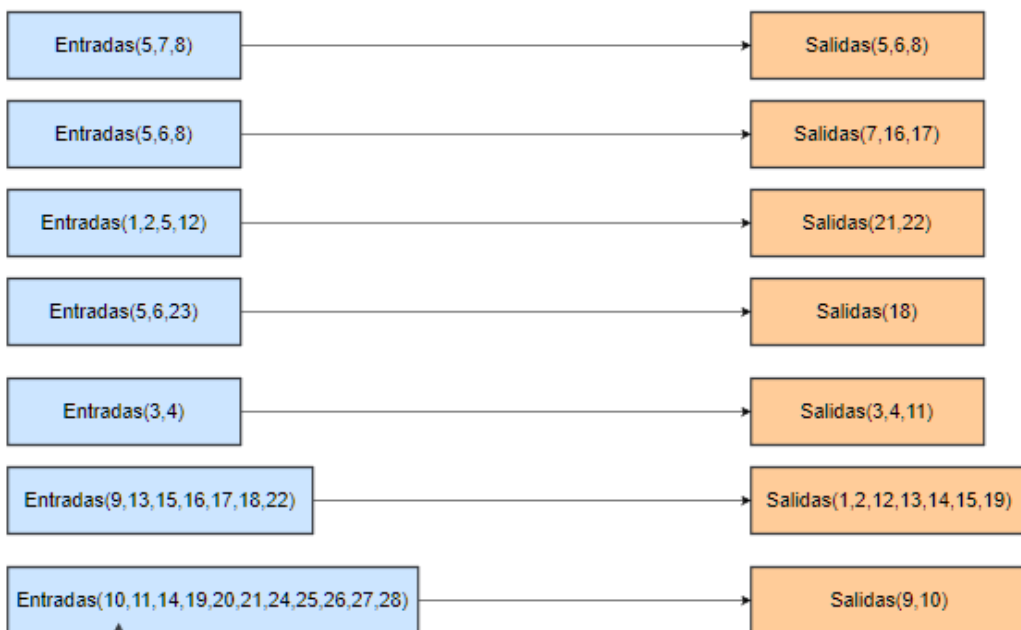
Implementar un sistema de mejoramiento del servicio de agua potable para el barrio Gilberto Romero

2.2.3 Modelo conceptual

Para llevar a cabo la realización del modelo conceptual primero se debe de llevar a cabo la elaboración de la herramienta de la caja negra. La cual nos va a permitir identificar todas las entradas y salidas del sistema.

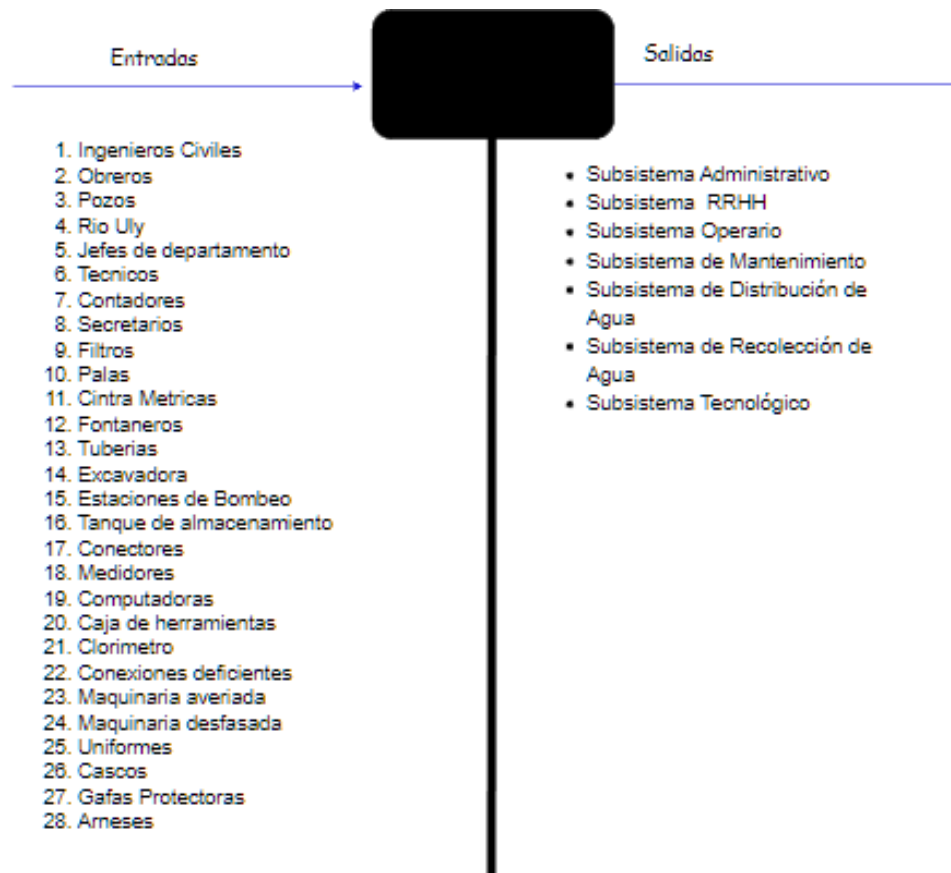
2.2.3.1 Concepción de Caja Negra

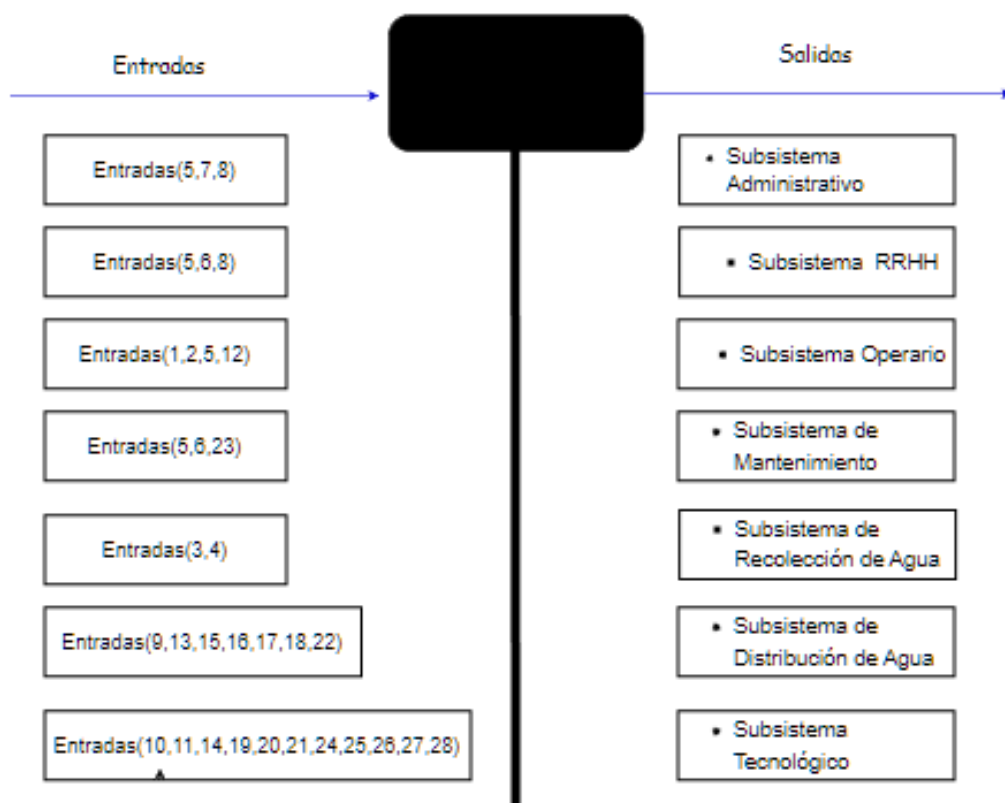




Entradas	Salidas
Jefe de departamento, Contador, Secretario. (Personal encargado de la administración de recursos financieros)	Subsistema administrativo
Jefe de departamento, Técnico de selección de personal, Técnico de relaciones laborales y nóminas, Técnico de comunicación interna. (Personal encargado de la administración de recursos humanos)	Subsistema de RRHH
Jefe de departamento, Ingeniero, Obreros. (Personal Técnico)	Subsistema de Operarios
Jefe de departamento, Técnicos de	Subsistema de mantenimiento

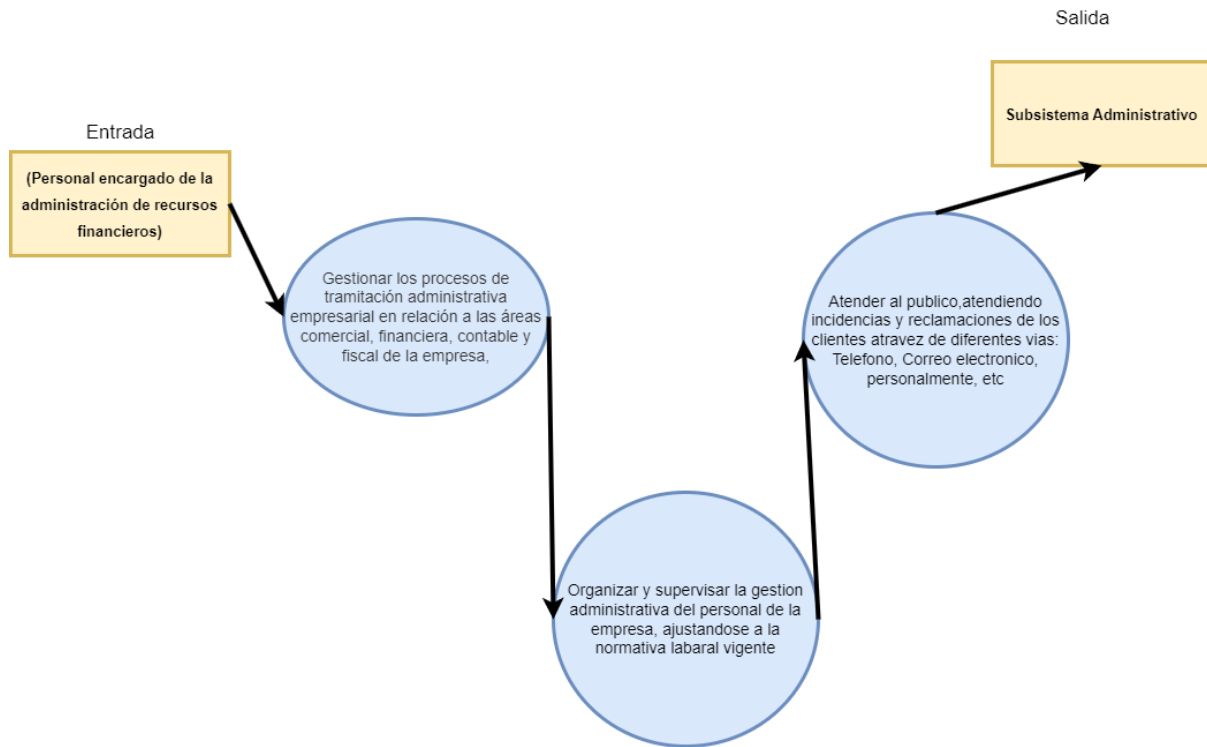
mantenimiento. (Personal encargado de realizar mantenimientos preventivos y correctivo a la tecnología)	
Pozos, Rio Uly (Fuente de acceso de agua)	Subsistema de recolección de agua
Tuberías, Estaciones de bombeo, Medidores, filtros, Tanques de almacenamiento.	Subsistema de distribución de agua
Excavadoras, Medidores de Ph, Clorímetro, Computadoras, Uniformes, Cascos, Gafas protectoras, Arneses, Bombeadoras, Cajas de herramientas, Cinta métrica.	Subsistema Tecnológico



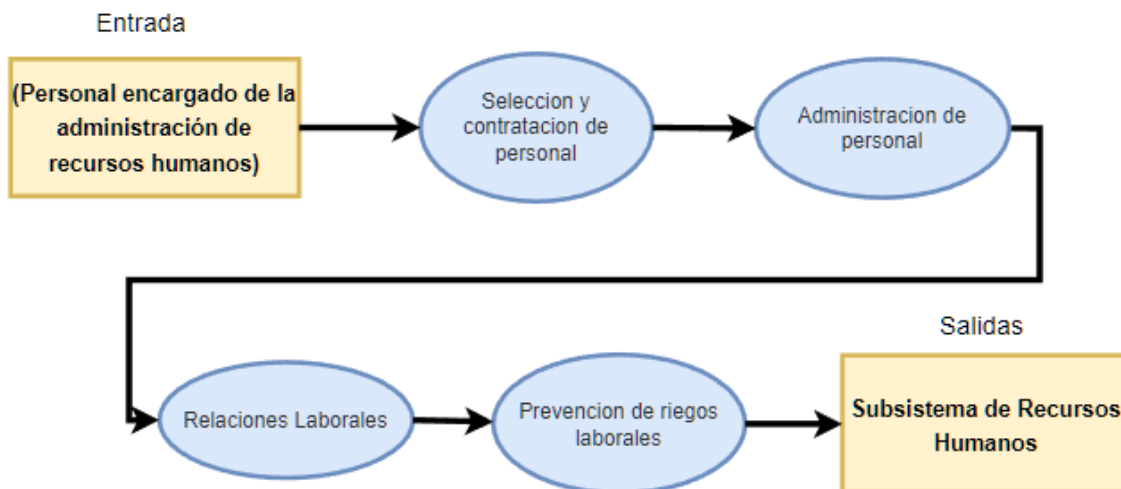


2.2.3.2 Concepción Funcional (Caja Blanca)

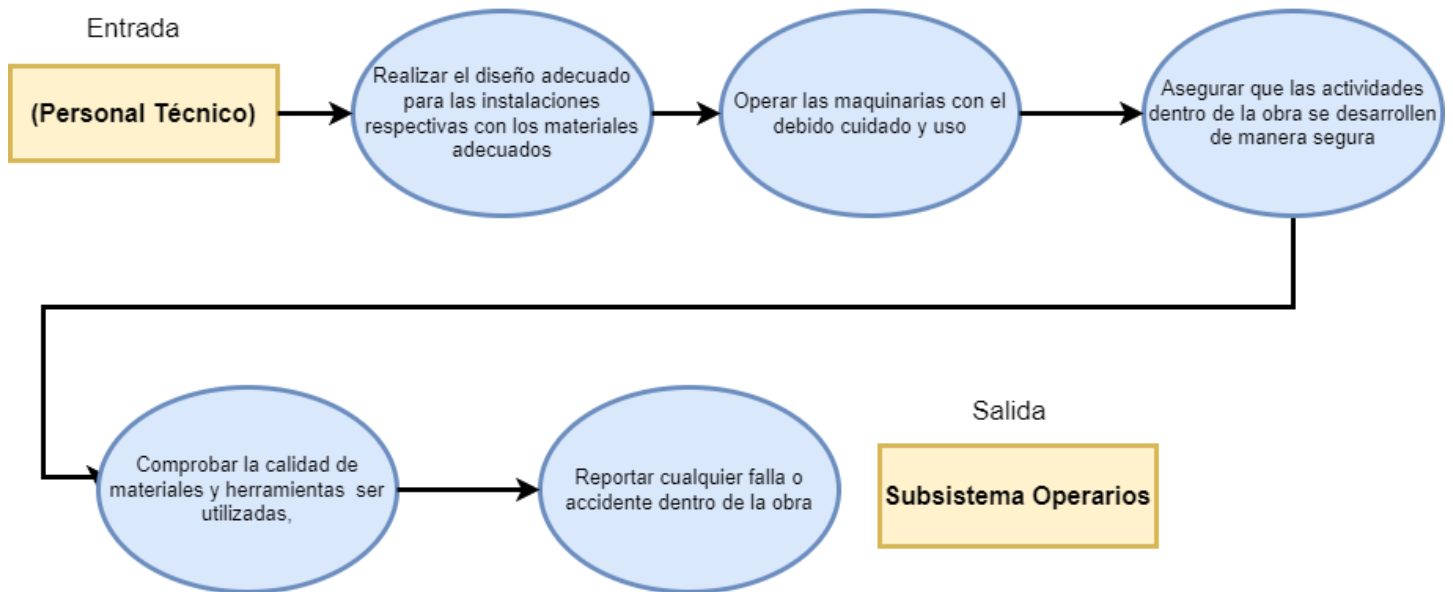
Subsistema de Administración



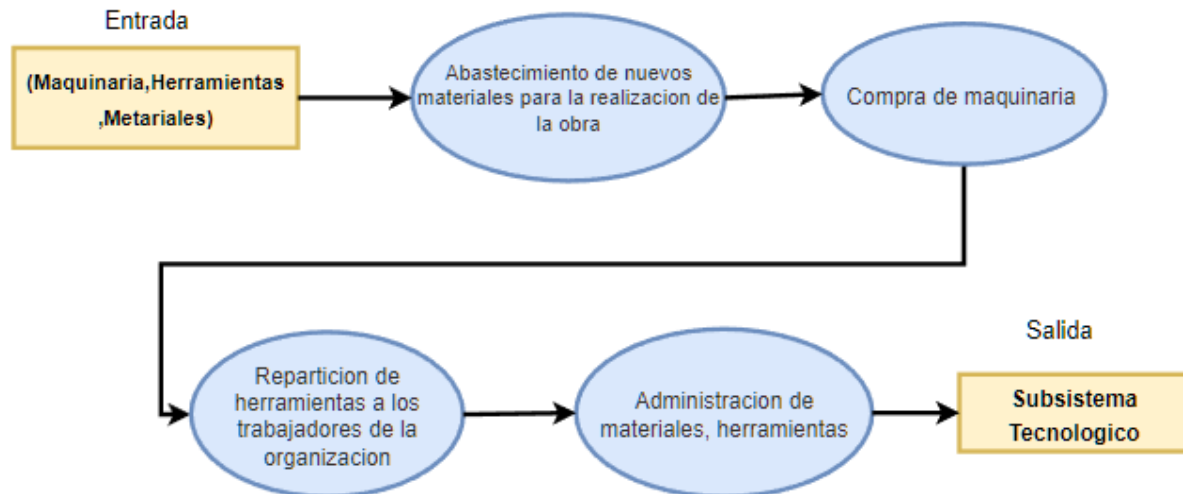
Subsistema de Recursos Humanos



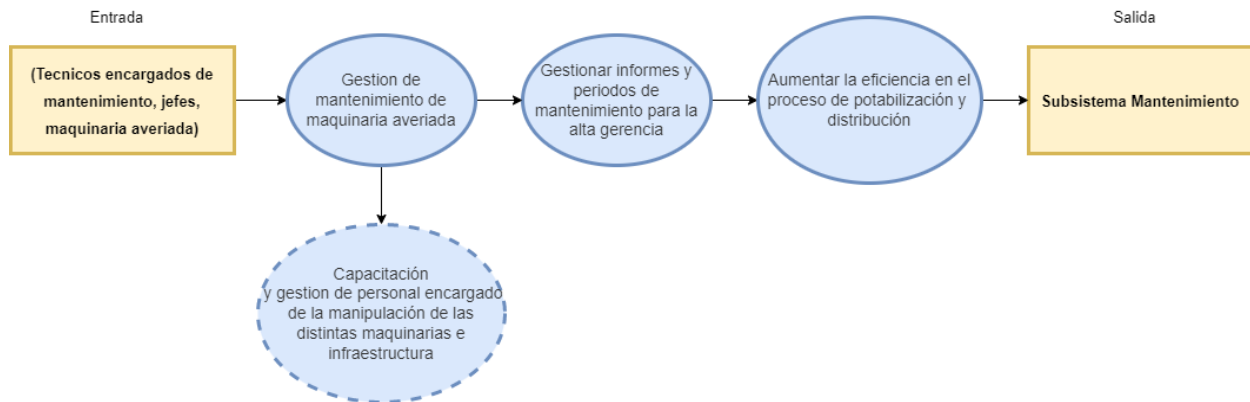
Subsistema de Operarios



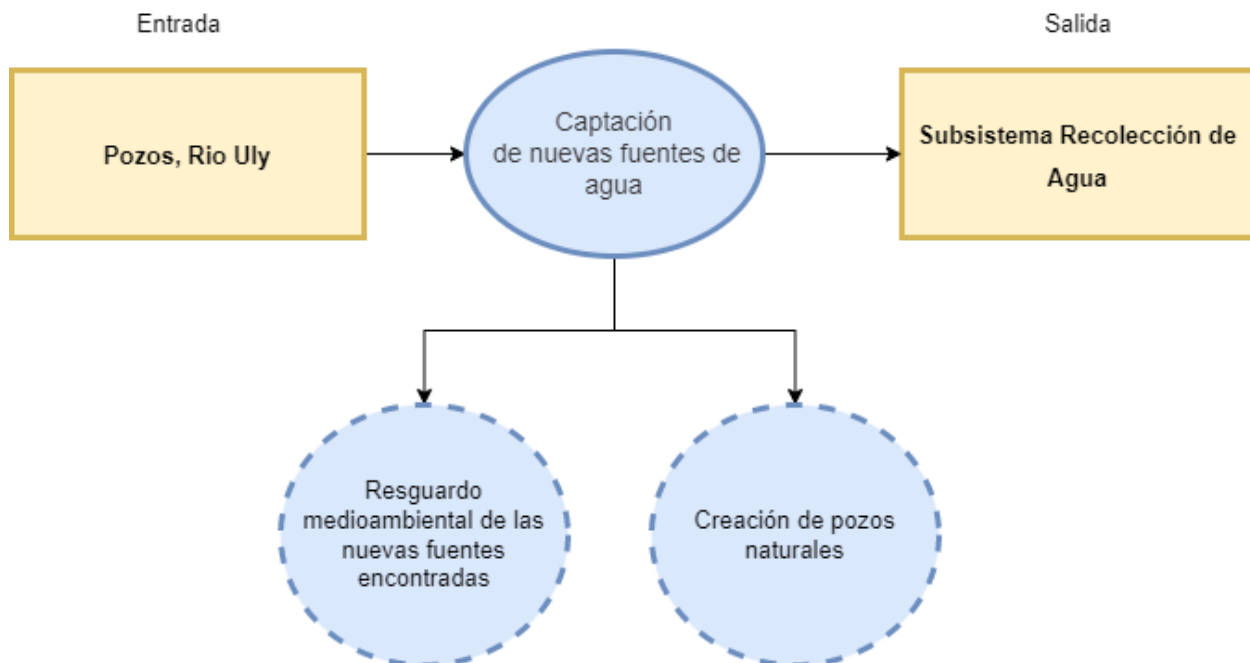
Subsistema Tecnológico



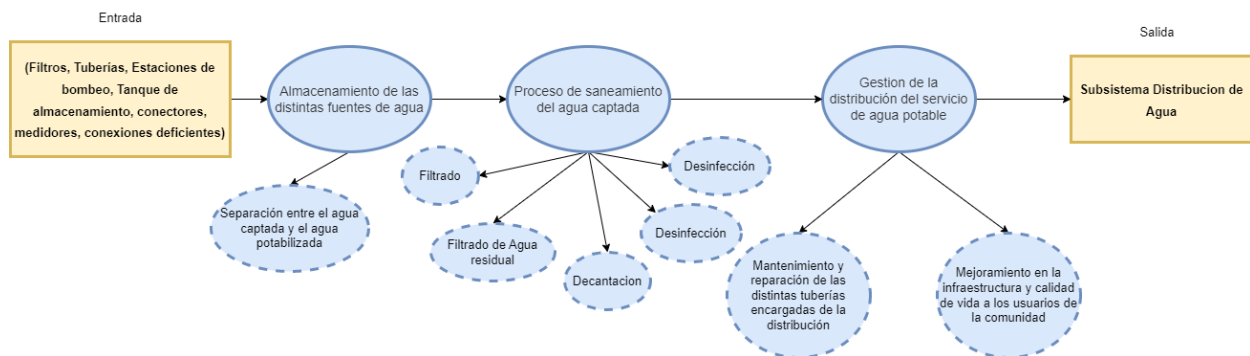
Subsistema Mantenimiento



Subsistema Recolección de Agua



Subsistema Distribución de Agua



2.2.3.3 Concepción Estructural

1. Partes o Componentes del sistema

Materia prima necesaria para la construcción de nuevas estructuras para la conexión de tubos o para la excavación de nuevas fuentes de agua, así como la maquinaria necesaria para poder realizar exitosamente el proyecto. Personal o mano de obra competente para realizar el diseño del proyecto o el manejo correcto de la maquinaria. Así como las herramientas necesarias para el apoyo de todos los operarios y funcionarios de la organización

2. Características o propiedades de las partes

Entre las características que se tienen una vez analizado el entorno y los comportamientos que rodean el sistema, se consideran:

Para lo que viene siendo materia prima, sería: Los proveedores, precios y presentación de la materia prima, tipos de materiales, calidad.

Para lo que es maquinaria, entre las características y propiedades que se aprecian sería: requerimientos de maquinaria, mantenimiento, accesibilidad, el uso que se debe tener, la habilidad y el grado de riesgo y volatilidad que poseen.

Entre las propiedades que deben de tener los Recursos Contables, órdenes de compra de materiales, organización del personal, así como gestión de planillas, el uso correcto de recursos para poder financiar proyectos, documentos organizacionales, así como información de la población que sea capaz de darle seguimiento, accesibilidad, precisos y concisos.

Ya como características generales del sistema podrían ser para los servicios básicos y la localización geográfica las cuales sean accesibles, con una infraestructura segura para poder seguir con las actividades diarias y una localización segura y eficiente, capaz de poder alcanzar a la realización de manera exitosa del proyecto

3. Establecer el patrón de relaciones de las partes

La materia prima debe de tener las especificaciones mencionadas anteriormente con el fin de poder utilizarlas para la construcción ya sea de infraestructura o el mantenimiento de algún sector, debido a que un material de poca calidad o defectuoso podría significar el deterioro completo de un sector o la pérdida a la accesibilidad el agua por parte de una o varias familias.

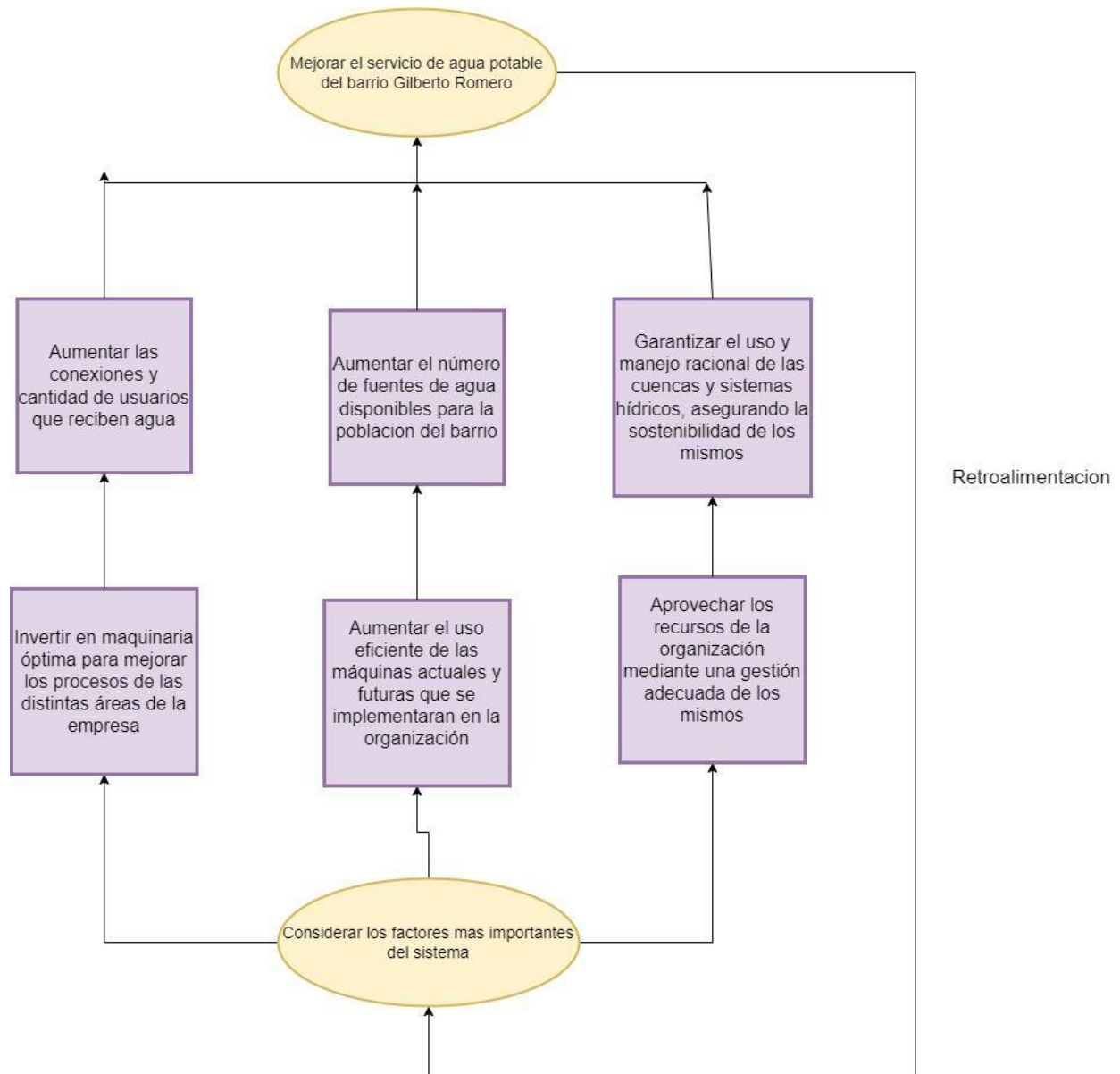
Para lo que es maquinaria, siempre es importante tener en cuenta la eficiencia de la máquina, los requerimientos que posee para poder analizar si es posible aplicarla a dicho proceso de manufactura, el grado de habilidad que se requiere para poder designar al personal adecuado, el grado de riesgo que posee con el fin de resguardar la seguridad de cada uno de los empleados.

Para los recursos contables es de vital importancia una organización eficiente que permite a la organización buscar información concisa y precisa para una apta toma de decisiones, así como la información acerca de qué barrios o qué sectores están afectados, historial de casos sucedidos, etc.

Entre las características generales, como todo negocio, siempre es importante tener servicios básicos sustentables y confiables para mantener operacional todo negocio/servicio, así como una localización apta, fácil de acceder con el fin de poder tener aún más facilidad en la ejecución del proyecto

4. Reunir y deducir las propiedades del sistema total

El Sistema de mejora al servicio de agua potable del barrio Gilberto Romero deberá ser un sistema que reúna las condiciones necesarias para realizar el proyecto exitosamente y con una visión clara del estado del barrio a largo y corto plazo; deberá ofrecer un servicio adecuado a las exigencias de los pobladores cumpliendo con estándares internacionales



Tormenta de ideas refinadas

- Satisfacer las necesidades y demanda de agua potable de la población del barrio Gilberto Romero
- Sugerir estrategias sólidas basadas en el desarrollo sostenible
- Abastecer con mayor frecuencia la demanda del recurso hídrico de la población del Barrio Gilberto Romero.
- Utilizar de manera eficiente y eficaz los recursos económicos, sociales y financieros.
- Mantener la infraestructura existente de la red de ENACAL.
- Reemplazar la infraestructura que haya concluido su vida útil.
- Dar a la población alternativas más accesibles en caso de cortes del servicio de agua potable que sean inevitables.
- Proteger mejor la infraestructura perteneciente al sistema de servicio de agua potable actual.
- Incentivar el uso de purificadores de agua en las casas de los pobladores.
- Crear conexiones hacia la red madre de ENACAL con los miembros de la población que se han ido anexando recientemente al barrio.
- Contratar personal capacitado para la creación, diseño e implementación de nueva infraestructura para el sistema de servicio de agua potable.

2.3 Diagrama de Causa - Efecto

2.3.1 Árbol de problemas

Se pueden observar las causas y efectos que se pudieron percibir y determinar en la situación actual del servicio de agua potable en el Barrio Gilberto Romero.

Para la realización de este diagrama se consideraron los siguientes insumos:

- Figura rica debido a que este es el primer intento de la estructuración de los problemas.
- Definición Raíz del Problema debido a que en esta se contiene el tronco del árbol de problemas el cual es la situación problémica, el objetivo principal y la solución principal.
- Modelo Conceptual debido a que en este se realiza el primer esfuerzo para la estructuración de los objetivos.
- Datos Numéricos precisos los cuales fueron recolectados de distintas formas entre estas se encuentran la observación directa, el análisis de los datos arrojados por las encuestas y la investigación y recolección de datos mediante distintas páginas webs, principalmente artículos del Nuevo Diario y de URACCAN, Investigaciones monográficas de la UNI, Datos estadísticos extraídos de la página del INIDE, Estudios realizados por el Banco Central de Nicaragua e información de proyectos realizados en la página de ENACAL.

(Ver Anexo 1)

Interpretación del problema

La población del barrio Gilberto Romero se encuentra insatisfecha con el servicio de agua potable actual. Debido a los cortes repentinos que se realizan y la variabilidad de los mismos, La poca frecuencia con la que cuentan con el servicio que según las encuestas es de aproximadamente 3 días a la semana y cuando tienen acceso al recurso hídrico este generalmente llega contaminado a las casas lo que provoca en ocasiones enfermedades estomacales, dermatológicas y respiratorias. Además de esto hay pobladores nuevos que aún no cuentan con conexión a la red de ENACAL a pesar de haber realizado ya trámites para la gestión de la misma de hace meses.

Además, la organización actualmente sufre de pérdidas económicas debido a que los gastos de operación no se ven cubiertos en su totalidad por la recaudación mensual, ya que según datos obtenidos de un artículo del Nuevo Diario en el mes de enero del 2021 se tuvieron gastos de operación de C\$ 358,230.47 y solo se logró recaudar un monto que representa el 57.18% de los gastos (C\$ 201, 246.85). Por lo que no se cuenta con suficiente financiamiento para la realización de proyectos ni para dar mantenimientos a la infraestructura existente.

El eje central de la problemática actual se encuentra en la pobre gestión de la infraestructura por parte de EMAPSA la cual es la entidad municipal encargada de asuntos relacionados con agua potable, esto la incapacita para suplir la demanda existente de agua potable en el Barrio Gilberto Romero. aunque este no es un problema específico del barrio ya que en varias localidades no se cuenta con un servicio de agua potable de calidad según información obtenida de un artículo del Nuevo Diario.

Capítulo 3: Objetivos, Alternativas, Consecuencias

Este capítulo final mostrará todos los objetivos que se pretenden lograr junto con las alternativas de solución y consecuencias positivas de los objetivos y consecuencias negativas de las alternativas

3.1 Objetivos

O.1: Mejorar el servicio de agua potable de barrio Gilberto Romero de un 8.3% de usuarios satisfechos en al menos un 90% en relación a los 319 habitantes del barrio Gilberto Romero.

O.2: Aumentar el abastecimiento de agua que es actualmente de aproximadamente 3 a 4 días a la semana a al menos 5 días a la semana a partir del mes de julio del 2023 hasta diciembre del 2023

O.3: Aumentar la capacidad de bombeo de agua potable a familias de la población que es actualmente un 35% de la demanda en al menos un 90% de la demanda actual a partir del mes de enero del 2023 hasta el mes de Febrero del 2023

O.4 Disminuir el porcentaje de hogares del barrio Gilberto Romero con fugas de un 61.1% a al menos un 30% a partir del mes de julio del 2024 hasta septiembre del 2024.

O.5 Garantizar a al menos un 95% de 98 hogares existentes en el barrio Gilberto Romero un mejor registro y control de consumo real del agua, es decir la medición exacta del consumo a partir del mes octubre del 2024 hasta noviembre del 2024

O.6 Crear una fuente de agua accesible a la población del barrio Gilberto Romero a partir del mes de enero del 2023 hasta julio del 2023

O.7 Reducir la cantidad de pobladores que no tienen acceso a agua potable de un 89.9% en al menos un 16.7% a partir del mes de Febrero del 2023 hasta Marzo del 2023

O.8 Diseñar una planta de saneamiento de agua para el Barrio Gilberto Romero a partir del mes de enero del 2023 hasta febrero del 2024

O.9 Mejorar el sistema actual de distribución de agua de la planta existente del Barrio Gilberto Romero a partir del mes de enero del 2023 hasta junio del 2024

3.2 Consecuencias Positivas

Al cumplirse los objetivos anteriormente expuestos, el sistema tendría como resultado las siguientes consecuencias positivas.

O.1.P Los pobladores del barrio Gilberto Romero estarán más satisfechos al gozar de un servicio de agua potable estable

O.2.P Los pobladores que eran forzados anteriormente a viajar largas distancias hacia el río o hacia el pozo para hacer uso del agua no volverán a acarrear agua hacia sus hogares y dispondrán de más días de agua que los que tienen actualmente.

O.3.P Con mayor capacidad de bombeo por hora en la planta mayores familias tendrán acceso a agua y así poder satisfacer la demanda insatisfecha por parte de la población

O.4.P Disminuirían las quejas por parte de la población que presenta fugas de agua, a su vez permitiría a la empresa ahorrarse una gran parte de los costos causados debido a las fugas

O.5.P Aumenta la medición efectiva y reduciría los niveles de agua no contabilizados, Con esto se contribuye a hacer uso racional de agua y protección del recurso tan escaso en el sector

O.6 P Al aumentar la cantidad de fuentes de agua del Barrio Gilberto Romero mayor número de familias podrían ser beneficiadas con la cercanía de pozos y no tendrían que depender de otros pozos más alejados a su ubicación

O.7 P Disminuye la cantidad de personas afectadas por las aguas contaminadas que se consumen actualmente, reduciendo así enfermedades tanto gástricas, respiratorias y de piel

O.8 P Con la construcción de una planta de saneamiento de agua se depurarán toda aquella materia orgánica, reduciendo la carga contaminante que va desembocar en redes de agua de la población.

O.9 P Con la mejora del sistema actual del sistema de agua, muchas familias de la población del barrio Gilberto Romero contarán con nuevas conexiones de red a casas recién agregadas al sector, además del mantenimiento de tuberías ya existentes, así como mantenimiento a las máquinas que trabajan actualmente en la empresa, como la implementación de nueva maquinaria que ayude a mejorar el sistema.

3.3 Alternativas

O.1. A1: Conseguir financiamiento por parte de instituciones u organismos internacionales mediante préstamos o donaciones.

O.2. A1: Contratar un equipo de construcción para mejorar la seguridad de bombas o tuberías expuestas a la intemperie.

O.2. A2: Contratar un equipo especializado en rehabilitación y expansión de tuberías

O.3. A1: Adquirir nuevas estaciones de bombeo para la planta

O.4. A1: Contratar a una cuadrilla para atender reclamos de la población

O.4. A2: Capacitar al personal técnico de reparaciones e instalaciones de tuberías, para ayudar a la población a reparar fugas existentes en hogares

O.5. A1: Instalación de medidores en los hogares que se han anexo a la comunidad

O.6. A1: Contratar a un equipo que implemente un tanque de almacenamiento con conexiones domiciliarias.

O.6 A2: Contratación de un equipo para el diseño de un pozo con sus respectivas conexiones a la red de ENACAL para que el barrio cuente con recursos hídricos propios.

O.7. A1: Facilitar a la población filtros de agua mecánicos.

O.7. A2: Capacitar a la población para la creación de un purificador de agua casero.

O.8 A1: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la construcción de la planta de saneamiento

O.9. A1: Contratar personal de mantenimiento preventivo y correctivo a las maquinarias que se usan actualmente en la empresa

O9. A2: Contratar un equipo que se especialice en maquinaria de distribución de agua con el fin de poder identificar toda aquella máquina en mal estado u obsoleta para así adquirir nueva maquinaria que reemplace la obsoleta o dar mantenimiento a la que aún pueda realizar su tarea.

3.4 Consecuencias Negativas

O.1. CN1: Los recursos asignados por el gobierno a la institución pueden ser mal distribuidos a lo interno de la misma, o simplemente se podrían ocupar más para gastos operativos

O.1 CN2: El país quedaría con más deuda externa.

O.2. CN1: Se incurriría en costos para mejorar las instalaciones, así como la infraestructura de algunas bombas o tuberías

O.2. CN2: Costos elevados para ampliar e instalar nuevas tuberías, además se requiere de mucho tiempo para la construcción de nuevas tuberías debido a agentes ambientales.

O.3. CN1: Incurrirá costos para la organización además de que hay probabilidad de no satisfacer la demanda total de la población.

O.4. CN1: Incluye costos de personal, y material a ser usados para la reparación de todas las familias afectadas, así como tiempo para realizar la alternativa.

O.4. CN2: Las capacitaciones incurren en gastos para la institución.

O.5. CN1: La población se verá forzada a pagar el consumo correcto de agua que utiliza.

O.6. CN1: La instalación del tanque de almacenamiento incurrió en costos para la organización.

O.6 CN2 La operación incluirá altos costos de construcción, así como el pago del personal necesario para la construcción de nuevos pasos además de afectar el medio ambiente del sector.

O.7. CN1: La población puede rechazar la propuesta debido al alto costo del producto

O.7. CN2: La población puede presentar rechazo a la idea de usar un producto casero

O.8. CN1: Contratación de un equipo técnico, así como la construcción de una nueva planta incurrirá en altos costos para la organización que podrían afectar a proyectos futuros

O.9. CN1: Se tomará tiempo para que el personal nuevo estudie la situación actual de la infraestructura y recursos financieros para pagar por el servicio del nuevo personal.

O.9 CN2: Incurrirá en gastos del equipo que se necesita para poder gestionar un mantenimiento de todas las maquinarias de la organización.

Conclusiones

A lo largo del desarrollo del contenido de dicho proyecto, se logró investigar, analizar y describir de manera sistémica el entorno en donde se desarrolla el sistema propuesto, donde se logran detallar de manera enumerada los distintos subsistemas con su respectivas desagregaciones y los diferentes integrantes que componen o se encuentran presentes en dicho sistema, con el fin de poder comprender el ambiente donde se desarrollara el mismo, teniendo como uno de los mayores contribuyentes a ENACAL.

Luego, mediante la aplicación del algoritmo de determinación de problemas, se obtiene un panorama de los distintos factores que afectan la problemática como tal, así como la definición de la misma gracias a las distintas metodologías, recursos e instrumentos que se perciben dentro de dicho algoritmo como lo son la lluvia de ideas, figura rica, la trilogía de hall la cual nos proporciona la definición raíz y el modelo conceptual, el cual nos ayuda a describir de manera gráfica y escrita la estructuración del problema, donde se concluye como situación problémica ***Deficiencia del servicio de agua potable en el barrio Gilberto Romero.***

Con las bases planteadas en el algoritmo de determinación de problemas, el cual culmina con la creación del árbol de problemas, donde se aprecian las distintas problemáticas que rodean la situación problémica se procede a confeccionar los distintos objetivos, consecuencias positivas, alternativas y consecuencias negativas, con el fin de poder hallar nuestro sistema óptimo, el cual resultó mediante la matriz de objetivos y alternativas un sistema óptimo conformado por $S = \{ \text{O1 A1, O2 A2, O3 A1, O4 A1, O5 A1, O6 A1, O7 A2, O8 A1, O9 A2} \}$ con un costo total de **C\$ 9,576,679.08**. A su vez se decidió proponer una segunda alternativa, con el objetivo de tener un respaldo para dicho sistema, resultando en $S = \{ \text{O1 A1, O.2. A1, O3 A1, O4 A2, O5 A1, O6 A2, O7 A2, O8 A1, O9 A1} \}$ con un costo total de **C\$ 9,382,726.68**. Dicho sistema alternativo se decidió en base a las alternativas más viables económicamente.

Recomendaciones

Cabe destacar que para una correcta implementación y seguimiento de este sistema, es recomendable e indispensable el continuo apoyo de las instituciones gubernamentales, entidades locales, nacionales e internacionales, y más importante aún, a la incorporación de la población del barrio Gilberto Romero, con el fin de obtener retroalimentación de estas entidades como tal para poder dar mantenimiento continuo a dicho sistema, ya que como se sabe, todos y cada de estos son partes vitales del sistema.

Con el fin de cumplir con las necesidades de la población y poder seguir teniendo un abastecimiento de agua potable mediante este sistema, se recomienda aplicar y tomar en cuenta cada una de las alternativas propuestas y seleccionadas en el sistema óptimo. Asimismo, es importante mencionar que cada uno de los elementos del sistema son parte funcional del mismo, ya que estos sirven para mantener la estabilidad, eficiencia y eficacia del mismo.

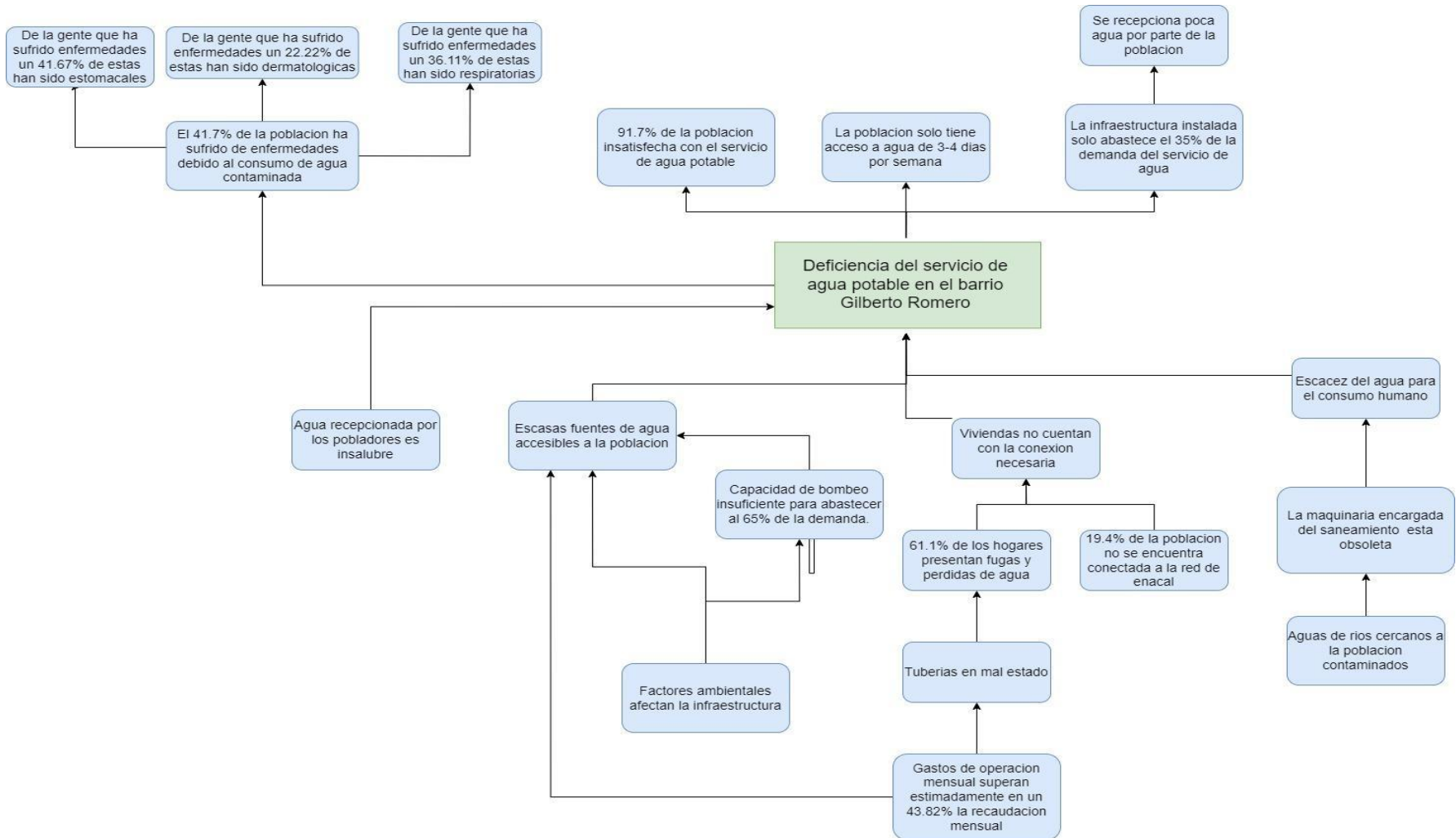
Además de insistir en la constante retroalimentación por parte de todas aquellas entidades que influyen en el sistema de mejoramiento de agua potable para la comunidad del barrio Gilberto Romero, siempre es recomendable estudiar diferentes alternativas de mejoramiento del servicio de agua potable, tratando de dar mejora continua a dicho sistema.

Bibliografía

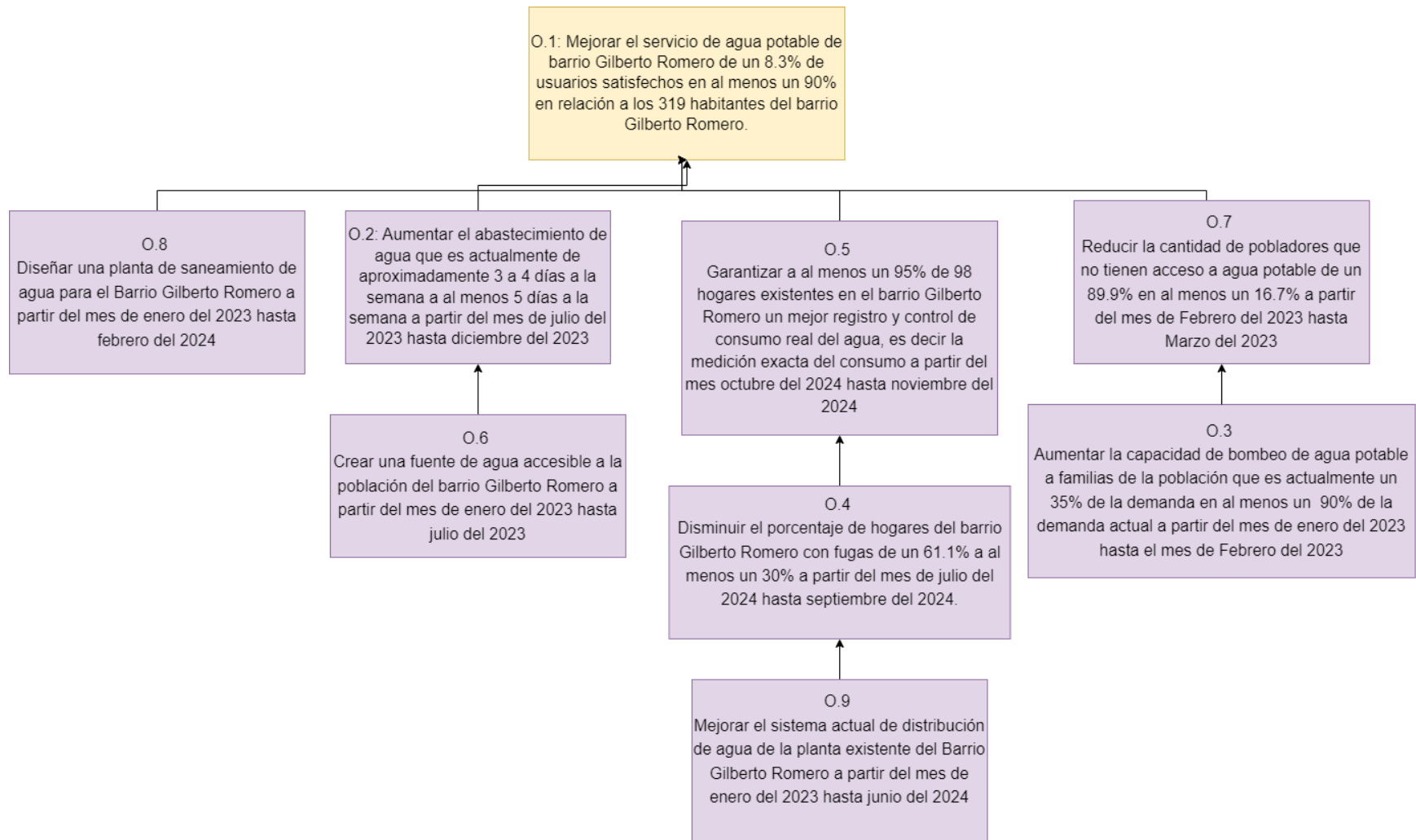
- Rivera, J. (Junio 2017), CARTOGRAFÍA DIGITAL Y CENSO DE EDIFICACIONES, Cabecera Municipal de Siuna, [Siuna.pdf \(bcn.gob.ni\)](#)
- (20 de Febrero de 2013), Siuna, Nicaragua, rodeada de ríos... pero sin agua, Blog del Agua. [Ni.- Siuna rodeada de ríos... pero sin agua \(blogdelagua.com\)](#)
- Mayorga, J. (1 de Junio de 2022), EMAPSA interrumpe abastecimiento de agua por crecida del río Ullý en Siuna, Radio URACCAN SIUNA, [EMAPSA interrumpe abastecimiento de agua por crecida de río Ullý en Siuna - Radio URACCAN Siuna](#)
- Artola García, G. (13 de enero de 2019). Problemas de voltaje afectan el suministro de agua potable en Siuna. Radio URACCAN SIUNA. [Problemas de voltaje afectan suministro de agua potable en Siuna - Radio URACCAN Siuna](#)
- Vargas, C. (25 de Julio de 2022). Cinco causas por los que se generan los cortes de agua, Grupo Hidráulica. [Cinco causas por los que se generan los cortes de agua \(grupohidraulica.com\)](#)
- Martínez, O. Acceso al agua, un indicador de pobreza y desarrollo. [Enfoque21AccesoAlAgua.pdf \(uca.edu.ni\)](#)
- Romero, K (09 de Julio de 2020), Nicaragüenses en zonas rurales: Vivir sin agua en medio de una pandemia. Confidencial. [Nicaragüenses en zonas rurales: Enfrentar la covid-19 sin acceso al agua \(confidencial.digital\)](#)

Anexos

1. Árbol de Problemas



2. Árbol de Objetivos



3. Optimización del Sistema

3.1 Matriz de Alternativas vs Objetivos

La matriz de alternativas versus objetivos es una tabla realizada para la correcta selección del sistema óptimo, en ella se detallan cada una de las alternativas contrastadas con cada uno de los objetivos planteados anteriormente en el árbol de objetivos.

Gracias a la matriz de optimización de objetivos y alternativas, se es capaz de seleccionar entre todas las alternativas estudiadas, las que conformen lo que viene siendo el sistema óptimo, esto se logra mediante el análisis de la ponderación de los diferentes criterios.

Además, cada alternativa debe ser debidamente optimizada, es decir, que pueda satisfacer a cada objetivo, pero a un costo mínimo, en cuanto a tiempo y recursos económicos, financieros, materiales y humanos se refiere.

Criterio	Valor K
1	Muy Malo
2	Malo
3	Regular
4	Bueno
5	Muy Bueno

	Objetivos										
Alternativas	O1	O2	O3	O4	O5	O6	O7	O8	O9	Total	Kprom
O1 A1	5 Si	4 SI	3 Si	3 Si	3 Si	3 SI	3 Si	5 Si	5 Si	34	4
O2 A1	2 No	3 SI	1 No	4 SI	1 No	1 No	4 Si	1 No	4 Si	21	2
O2 A2	5 Si	5 Si	3 Si	5 SI	2 No	2 No	5 Si	1 No	5 SI	33	4
O3 A1	5 Si	5 SI	5 SI	1 No	1 No	1 No	5 Si	4 Si	4 SI	31	3
O4 A1	5 SI	1 Si	1 No	5 Si	2 No	1 No	4 Si	1 No	4 Si	24	3
O4 A2	3 Si	1 No	1 No	5 Si	1 No	1 No	4 SI	1 No	3 Si	20	2
O5 A1	4 Si	1 No	1 No	5 Si	5 Si	1 No	3 Si	3 Si	4 Si	27	3
O6 A1	5 Si	5 SI	2 No	1 No	1 No	5 Si	3 Si	4 Si	4 SI	30	3
O6 A2	5 Si	5 Si	1 No	1 No	1 No	5 Si	4 Si	2 No	4 Si	28	3
O7 A1	4 Si	3 SI	1 No	1 No	1 No	5 Si	5 Si	1 No	1 No	22	2
O7 A2	5	4	2	2	2	5	5	1	1	27	3

	Si	Si	No	No	No	Si	Si	No	No		
O8 A1	5 Si	4 SI	3 Si	1 No	3 Si	5 Si	5 SI	5 Si	3 Si	34	4
O9 A1	4 Si	3 Si	3 Si	4 Si	1 No	1 No	3 Si	3 Si	5 Si	27	3
O9 A2	4 Si	4 Si	4 Si	1 No	1 No	2 No	4 Si	4 Si	5 Si	29	3

4. Sistema Óptimo

Para la elección del sistema óptimo se utilizó el criterio de la mejor alternativa por cada objetivo, dicha alternativa se seleccionó en base al número de objetivos que cumple, costo e impacto. El sistema seleccionado es

O1 A1: Lograr una asignación del presupuesto por parte de la alcaldía municipal, así como del gobierno para proyectos de abastecimiento al barrio Gilberto Romero.

O2 A2: Contratar un equipo especializado en rehabilitación y expansión de tuberías.

O3 A1: Adquirir nuevas estaciones de bombeo para la planta

O4 A1: Contratar a una cuadrilla para atender reclamos de la población

O5 A1: Instalación de medidores en los hogares que se han anexado a la comunidad

O6 A1: Instalar un tanque de almacenamiento con sus respectivas conexiones domiciliarias

O7 A2: Capacitar a la población para la creación de un purificador de agua casero.

O8 A1: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la construcción de la planta de saneamiento

O9 A2: Contratar un equipo que se especialice en maquinaria de distribución de agua con el fin de poder identificar toda aquella máquina en mal estado u obsoleta para así adquirir nueva maquinaria que reemplace la obsoleta o dar mantenimiento a la que aún pueda realizar su tarea.

Costo total del sistema Óptimo:

O1A1	O2A2	O3A1	O4A1	O5A1	O6A1	O7A2	O8A1	O9A2	Total
1,652,775.55	65,797.50	7,513,056	35,512	12,198.53	65,797.50	515	115,513.50	115,513.50	9,383,169.55

5. Segundo Sistema Óptimo (Plan B)

Como criterio de selección para la creación de una segunda iteración del sistema óptimo, con el fin de tener un plan de respaldo para poder utilizar en cualquier momento, en tal caso de que el primero se encuentre indisponible, se decidió tomar en cuenta el costo de cada alternativa, tomando, así como parte de dicho sistema óptimo, las alternativas más viables económicamente, por cada objetivo.

O1 A1: Lograr una asignación del presupuesto por parte de la alcaldía municipal, así como del gobierno para proyectos de abastecimiento al barrio Gilberto Romero.

O.2. A1: Contratar un equipo de construcción para mejorar la seguridad de bombas o tuberías expuestas a la intemperie.

O3 A1: Adquirir nuevas estaciones de bombeo para la planta

O.4.A2: Capacitar al personal técnico de reparaciones e instalaciones de tuberías, para ayudar a la población a reparar fugas existentes en hogares

O5 A1: Instalación de medidores en los hogares que se han anexo a la comunidad

O.6 A2: Contratación de un equipo para el diseño de un pozo con sus respectivas conexiones a la red de ENACAL para que el barrio cuente con recursos hídricos propios.

O7 A2: Capacitar a la población para la creación de un purificador de agua casero.

O8 A1: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la construcción de la planta de saneamiento

O.9. A1: Contratar personal de mantenimiento preventivo y correctivo a las maquinarias que se usan actualmente en la empresa.

Costo total del segundo sistema Óptimo (Plan B):

O1 A1	O2 A1	O3 A1	O4 A2	O5 A1	O6 A2	O7 A2	O8 A1	O9 A1	Total
1,652,775.55	51,581.50	7,513,056	18,068	12,198.53	58,693.50	515	19,839	56,000.00	9,291,996.05

6. Alternativas Planteadas

O.1. A1: Conseguir financiamiento por parte de instituciones u organismos internacionales mediante préstamos o donaciones.

O.2. A1: Contratar un equipo de construcción para mejorar la seguridad de bombas o tuberías expuestas a la intemperie.

O.2. A2: Contratar un equipo especializado en rehabilitación y expansión de tuberías

O.3. A1: Adquirir nuevas estaciones de bombeo para la planta

O.4. A1: Contratar a una cuadrilla para atender reclamos de la población

O.4. A2: Capacitar al personal técnico de reparaciones e instalaciones de tuberías, para ayudar a la población a reparar fugas existentes en hogares

O.5. A1: Instalación de medidores en los hogares que se han anexado a la comunidad

O.6. A1: Contratar a un equipo que implemente un tanque de almacenamiento con conexiones domiciliarias.

O.6 A2: Contratación de un equipo para el diseño de un pozo con sus respectivas conexiones a la red de ENACAL para que el barrio cuente con recursos hídricos propios.

O.7. A1: Facilitar a la población filtros de agua mecánicos.

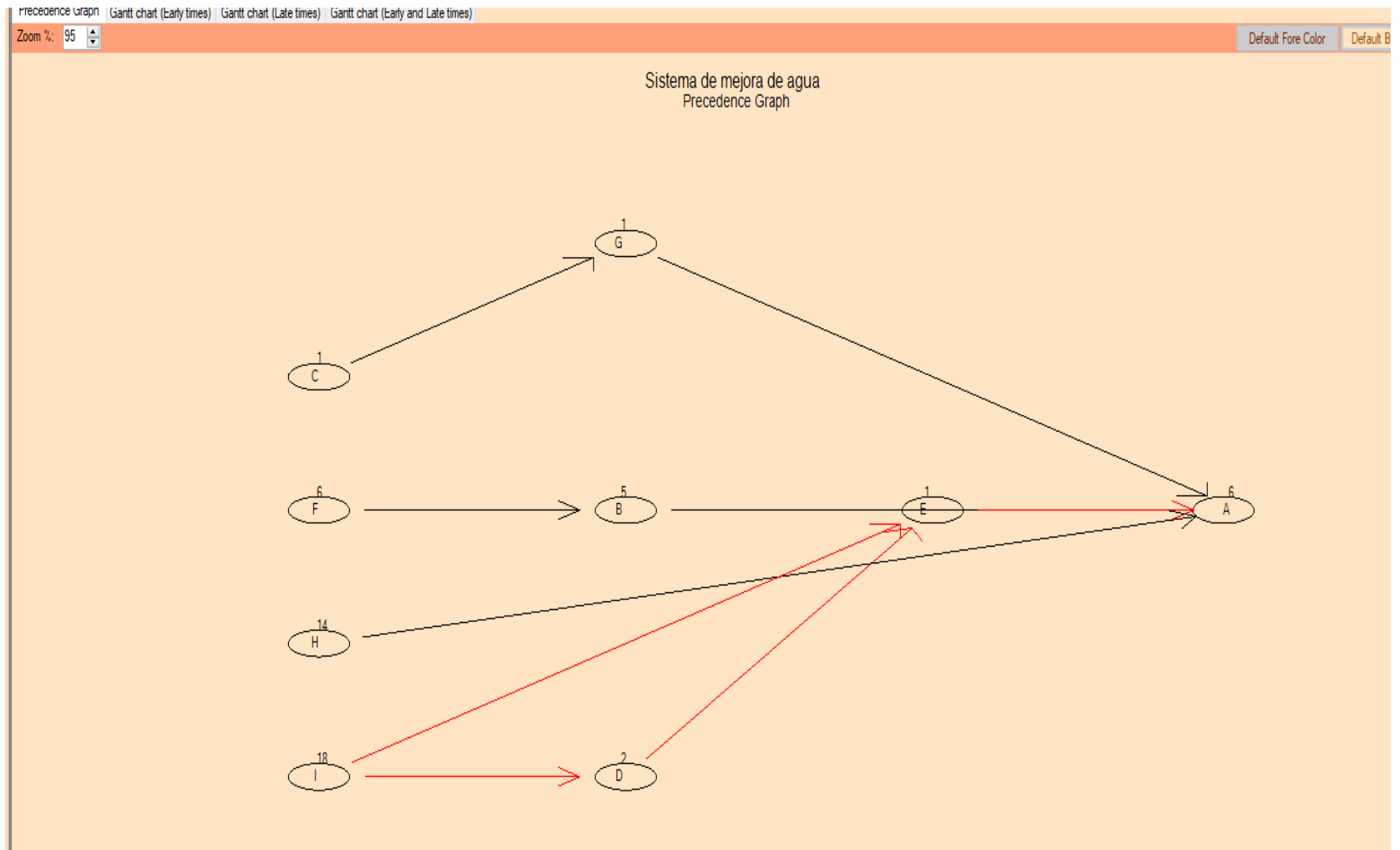
O.7. A2: Capacitar a la población para la creación de un purificador de agua casero.

O.8 A1: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la construcción de la planta de saneamiento

O.9. A1: Contratar personal de mantenimiento preventivo y correctivo a las maquinarias que se usan actualmente en la empresa

O9. A2: Contratar un equipo que se especialice en maquinaria de distribución de agua con el fin de poder identificar toda aquella máquina en mal estado u obsoleta para así adquirir nueva maquinaria que reemplace la obsoleta o dar mantenimiento a la que aún pueda realizar su tarea.

7. PERT-CPM del sistema



Sistema de mejora de agua

Activity	Activity time	Predecessor 1	Predecessor 2	Predecessor 3	Predecessor 4	Predecessor 5	Predecessor 6	Predecessor 7
A	6	H	B	E	G			
B	5	F						
C	1							
D	2	I						
E	1	D	I					
F	6							
G	1	C						
H	14							
I	18							

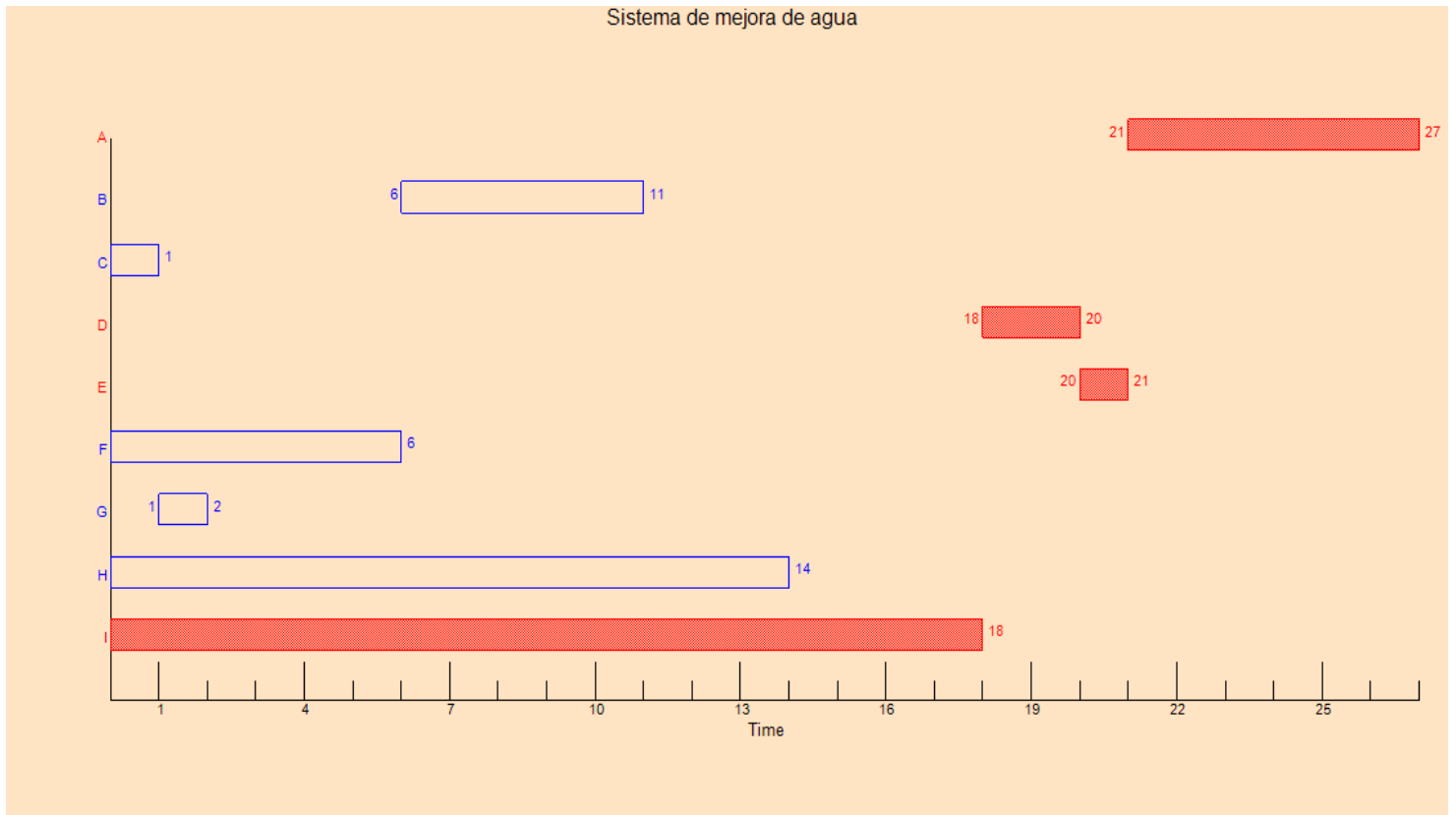
QM for Windows - [Data] Results

Sistema de mejora de agua solution

Activity	Activity time	Early Start	Early Finish	Late Start	Late Finish	Slack
Project	27					
A	6	21	27	21	27	0
B	5	6	11	16	21	10
C	1	0	1	19	20	19
D	2	18	20	18	20	0
E	1	20	21	20	21	0
F	6	0	6	10	16	10
G	1	1	2	20	21	19
H	14	0	14	7	21	7
I	18	0	18	0	18	0

La tabla anterior muestra cuales son las actividades críticas de la red, las cuales se pueden observar en un color rojo y son A, D, E, I Lo que representa a los objetivos (O1, O4, O5, O9) y se espera que el proyecto dure 27 meses.

Diagrama de Gantt



En el diagrama de Gantt se muestra la forma de efectuar los objetivos, el orden de cada uno de ellos y el periodo de tiempo en meses de cada actividad (objetivos).

En el diagrama de Gantt, cada tarea es representada por una línea, mientras que las columnas representan meses del programa, dependiendo de la duración del proyecto. El tiempo estimado para cada tarea se muestra a través de una barra horizontal cuyo extremo izquierdo determina la fecha de inicio prevista y el extremo derecho determina la fecha de finalización estimada. Las tareas menos importantes no pueden llevarse a cabo hasta que no se hayan completado las más importantes

8. Memoria de calculo

O.1: Mejorar el servicio de agua potable de barrio Gilberto Romero de un 8.3% de usuarios satisfechos en al menos un 90% en relación a los 319 habitantes del barrio Gilberto Romero.

En la pregunta 1 de la encuesta aplicada a la población del Barrio Gilberto Romero se descubrió que solo el 8.3% de la población se encuentra satisfecha con el servicio actual. Mientras que con nuestra propuesta de sistema que ofrece todas las características que permiten la satisfacción de al menos un 90% de la población.

O.1. A1: Conseguir financiamiento por parte de instituciones u organismos internacionales mediante préstamos o donaciones para poder realizar proyectos de mejora de calidad del servicio de agua potable en barrios desfavorecidos.

Para estimar este costo se tomaron en cuenta costos de proyectos similares que involucran conceptos como Estudios preliminares, Línea de distribución, Tanques de almacenamiento, Conexiones y limpieza y entrega.

	Costos	Fuente
	2,146,527.91	http://ribuni.uni.edu.ni/4235/1/96026.pdf
	1,788,497.28	http://ribuni.uni.edu.ni/4235/1/96026.pdf
	1,023,301.46	http://ribuni.uni.edu.ni/4232/1/96057.pdf
Promedio	1,652,775.55	

Costo Total = C\$ 1,652,775.55

O2. Según las respuestas recepcionadas de la pregunta 2 el 66.67% de los encuestados afirma que tienen acceso a agua de 3 a 4 días por semana y un 19.44% no tiene acceso del todo y según expertos del Grupo Hidráulica los cortes del suministro de agua tienen alta correlación con la mala infraestructura de la red. Por lo que con un mantenimiento a la red actual se espera que la infraestructura se renueve de forma que la población tenga acceso al menos 5 días por semana al servicio de agua potable

O.2. A1: Contratar un equipo de construcción para mejorar la seguridad de bombas o tuberías expuestas a la intemperie.

Para asegurar la infraestructura de la red de abastecimiento se propone contratar a un equipo de construcción compuesto por un Ing. civil y 5 Albañiles.

Un Albañil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,150.

Un Ingeniero civil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$9,811 y C\$19,839.

Puesto	Cantidad	Salario	Subtotal
Albañiles	5	7100	35500
Ingeniero Civil	1	16081.5	16081.5
	Total		51581.5

Costo Total = C\$ 51,581.5

Fuente: <https://tusalario.org/nicaragua/tu-carrera-profesional/nicaragua-trabajo-y-pago>

O.2. A2: Contratar un equipo especializado en rehabilitación y expansión de tuberías

Se va a considerar para realizar el trabajo un equipo de 8 personas encargadas de la rehabilitación y expansión de tuberías esto debido al tamaño del sector en el cual se va a trabajar y las condiciones geográficas de la zona, los salarios a pagar serían los siguientes los cuales fueron sacados mediante un promedio de salarios de cada puesto.

Fontaneros e instaladores de tuberías los cuales gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,158

Un Albañil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,150

Un Ingeniero civil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$9,811 y C\$19,839

Puestos	Cantidad	Salario	Subtotal
Fontanero	4	7104	28416
Albañiles	3	7100	21300
Ingeniero Civil	1	16081.5	16081.5
		Total	65797.5

Costo Total = C\$ 65,797.5

Fuente: <https://tusalarario.org/nicaragua/tu-carrera-profesional/nicaragua-trabajo-y-pago>

O.3. A1: Adquirir nuevas estaciones de bombeo para la planta

La infraestructura instalada para el bombeo del agua no tiene capacidad, ya que actualmente está bombeando 54 metros cúbicos de agua por hora, y la demanda actual es de 165 metros cúbicos, es decir, apenas hay una producción del 35% de la demanda

Para satisfacer la demanda actual de agua se necesitaría alrededor de 22 bombas de agua que tienen una capacidad de $5\text{m}^3/\text{h}$ lo que equivaldría al 100%, cada máquina tiene un valor de 10984 dólares

Cantidad	Precio	Total (U\$)	Total Córdobas
22.00	10,984.00	241,648.00	8,699,328.00

Costo Total = C\$ 8,699,328.00

Con la compra de 19 bombas nuevas de agua industrial con la capacidad de $5\text{m}^3/\text{h}$ cada una la empresa podría ser capaz de bombear 149 metros cúbicos de agua por hora que es equivalente a un 90% de la demanda actual.

Cantidad	Precio	Total Dólares	Total Córdobas
19.00	10,984.00	208,696.00	7,513,056.00

Costo total = 7,513,056.0 C\$

Fuente:

<https://spanish.alibaba.com/p-detail/Hot-1600357412792.html?spm=a2700.7724857.0.0.5dd26b4fmZ2SAY&s=p>

O4: Según la pregunta 7 el 61.1% de la población encuestada cuenta con fugas en sus hogares. Según El Ingeniero Hidráulico Dasme Jones las fugas generalmente se dan cuando las tuberías llevan bastante tiempo sin mantenimiento. Por lo que con cuadrillas que se dediquen al mantenimiento de la infraestructura de la red de abastecimiento se puede reducir significativamente el número de fugas que presenta la población incluso en su totalidad.

Fuente: <https://dasmecontrol.com/causas-fugas-de-agua/>

O.4. A1: Contratar a una cuadrilla para atender reclamos de la población.

Fontaneros e instaladores de tuberías los cuales gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,158

Un Albañil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,150

Puestos	Cantidad	Salario	Subtotal
Fontanero	3	7104	21312
Albañiles	2	7100	14200
		Total	35512

Costo Total = C\$ 35,512

Fuente: <https://tusalario.org/nicaragua/tu-carrera-profesional/nicaragua-trabajo-y-pago>

O.4. A2: Capacitar al personal técnico de reparaciones e instalaciones de tuberías, para ayudar a la población a reparar fugas existentes en los hogares.

Considerando a 5 operarios a capacitar para dar mantenimiento a las redes y de que el costo de capacitación por operador es de \$ 100 se prevé el costo que se refleja en el siguiente cuadro:

Puesto	Cantidad	Costo (U\$)	Total (U\$)
Operarios	5	100	500
		Total (C\$)	18067.6

Costo Total = C\$ 18,067.6

Fuente: <https://tusalarario.org/nicaragua/tu-carrera-profesional/nicaragua-trabajo-y-pago>

O.5. A1: Instalación de medidores en los hogares que se han anexo a la comunidad

Según los resultados de las encuestas un 19.4% no se encuentra conectado a la red de ENACAL actualmente y considerando una población estimada de 391 habitantes y el dato de que en una vivienda hay un promedio de 4 habitantes se calcula que 19 viviendas no cuentan con medidores en la zona por lo que el costo es el siguiente:

$$PoblacionSinConexion = 0.194 * 391 \approx 76 \text{ pobladores}$$

$$HogaresSinConexion = 76 / 4 = 19 \text{ hogares}$$

Concepto	Cantidad	Costo unitario	Subtotal
Medidor	19	542.028	10298.532
Instalación	19	100	1900
		Total	12198.532

Costo Total = C\$ 12,198.532

Fuente: https://www.alibaba.com/product-detail/DN15-1-2-Inch-Intelligent-Water_1600350177201.html?spm=a2700.7735675.normal_offer.d_image.1dfb2ab4widzH1&s=p

O.6. A1: Contratar a un equipo que implemente un tanque de almacenamiento con conexiones domiciliarias.

Para este trabajo se considera un equipo de un Ing. Civil, 4 fontaneros y 3 albañiles.

Puestos	Cantidad	Salario	Subtotal
Fontanero	4	7104	28416
Albañiles	3	7100	21300
Ingeniero Civil	1	16081.5	16081.5
		Total	65797.5

Costo Total = C\$ 65,795.5

Fuente: <https://tusalario.org/nicaragua/tu-carrera-profesional/nicaragua-trabajo-y-pago>

O.6 A2: Contratación de un equipo para el diseño de un pozo con sus respectivas conexiones a la red de ENACAL para que el barrio cuente con recursos hídricos propios.

Se considera para el cálculo de este costo un equipo comprendido por un Ing. Civil, 3 Fontaneros y 3 albañiles.

Fontaneros e instaladores de tuberías los cuales gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,158

Un Albañil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,150

Un Ingeniero civil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$9,811 y C\$19,839

Puestos	Cantidad	Salario	Subtotal
Fontanero	3	7104	21312
Albañiles	3	7100	21300
Ingeniero Civil	1	16081.5	16081.5
		Total	58693.5

Costo Total = C\$ 58,693.5

Fuente: <https://tusalarario.org/nicaragua/tu-carrera-profesional/nicaragua-trabajo-y-pago>

O.7. A1: Facilitar a la población purificadores de agua mecánicos con el fin de tener un mejorar y aumentar el consumo de agua potable.

Concepto	Cantidad	Precio	Total
Filtro de agua	98	9467.4224	927807.3952

Costo Total = C\$ 927,807/3952

Fuente: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/434114/filtro-purificador-de-agua-por-ozono/434114/>

O.7. A2: Capacitar a la población para la creación de un purificador de agua casero.

Para esto se planea publicar un video en la página de Facebook de la alcaldía municipal de Siuna. Se pretende contratar a algún colaborador que realice y explique el proceso de elaboración del filtro. Además de ese costo también son necesarios los materiales para elaborar el filtro los cuales son: Grava, Carbón, Un recipiente de plástico, gasas y algodón. Los costos se plantearon de la siguiente manera:

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario	Subtotal
Colaborador	1	persona	300	300
Botella de plastico	1	botella	50	50
Grava	2	bolsa	50	100
Carbon	1	bolsa	25	25
Gasa	5	unidad	6	30
Algodon	5	bolsa	2	10
			Total	515

Costo Total = C\$ 515

O.8 A1: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la reconstrucción de la planta de saneamiento.

Se va a considerar para realizar el trabajo un equipo de 15 personas encargadas de la reconstrucción de la planta de saneamiento. Esto debido a que es una tarea grande que va a requerir de bastante mano de obra capacitada para la mejora de la planta de saneamiento.

Fontaneros e instaladores de tuberías los cuales gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,158

Un Albañil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,150

Un Ingeniero civil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$9,811 y C\$19,839

Puestos	Cantidad	Salario	Subtotal
Fontanero	8	7104	56832
Albañiles	6	7100	42600
Ingeniero Civil	1	16081.5	16081.5
		Total	115513.5

Costo Total = C\$ 115,513.5

Fuente: <https://tusalarario.org/nicaragua/tu-carrera-profesional/nicaragua-trabajo-y-pago>

O.9. A1: Contratar personal de mantenimiento preventivo y correctivo a las maquinarias que se usan actualmente en la empresa

Puestos	Cantidad	Salario	Total
Técnicos	8	7000	56000

Costo Total = C\$ 56,000

O9. A2: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la reconstrucción de la planta de abastecimiento.

Se va a considerar para realizar el trabajo un equipo de 15 personas encargadas de la reconstrucción de la planta de abastecimiento. Esto debido a que es una tarea grande que va a requerir de bastante mano de obra capacitada para la mejora de la planta de abastecimiento.

Fontaneros e instaladores de tuberías los cuales gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,158

Un Albañil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$6,050 y C\$8,150

Un Ingeniero civil gana normalmente un salario neto mensual de entre C\$9,811 y C\$19,839

Puestos	Cantidad	Salario	Subtotal
Fontanero	8	7104	56832
Albañiles	6	7100	42600
Ingeniero Civil	1	16081.5	16081.5
		Total	115513.5

Costo Total = C\$ 115,513.5

Fuente: <https://tusalario.org/nicaragua/tu-carrera-profesional/nicaragua-trabajo-y-pago>

Comparación del plan Óptimo con el plan B

Plan Optimo: 9,383,169.55

Plan B: 9,291,996.05

Porcentaje de diferencia: 0.97%

9. Modelo de Encuesta



Universidad Nacional de Ingeniería

Objetivo: El objetivo de esta encuesta es conocer y enumerar el grado de satisfacción con respecto a los servicios de aguas potables de dicha comunidad mediante la opinión de los consumidores, así como características generales de los mismos. Esta encuesta va dirigida a los pobladores de la comunidad del Barrio Gilberto Romero.

1. ¿Está satisfecho con el servicio de agua potable que recibe actualmente?

- a) Si
- b) No

2. ¿Cuántos días a la semana recibe usted agua?

- a) 0
- b) 1
- c) 2
- d) 3
- e) 4
- f) 5
- g) 6
- h) 7

3. ¿El agua que recibe en su hogar es potable?

- a) Si
- b) No

4. ¿Estaría usted satisfecho con la construcción de nuevas fuentes de agua accesibles a la población, mantenimiento de la infraestructura existente, implementación de nueva infraestructura y un servicio de agua potable constante?

- a) Si
- b) No

5. ¿Se encuentra usted conectado actualmente a la red de ENACAL?

- a) Si
- b) No

6. Si respondió no a la pregunta anterior, ¿Qué acciones ha tomado para poder conectarse a la red?

7. ¿Si alguna vez ha hecho reclamos a ENACAL se ha solucionado el motivo por el cual realizó el reclamo?

- a) Si
- b) No

8. ¿Cuenta usted con algún tipo de fugas en sus tuberías conectadas a la red de ENACAL?

- a) Si
- b) No

9. ¿Ha sufrido de enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada?

a) Si

b) No

10. Si su respuesta fue sí en la pregunta anterior. ¿Qué tipo de enfermedad ha padecido? (Puede seleccionar varias)

a) Enfermedad estomacal

b) Enfermedad dermatológica

c) Enfermedad respiratoria

11. ¿Estaría dispuesto a utilizar un filtro de agua?

a) Si

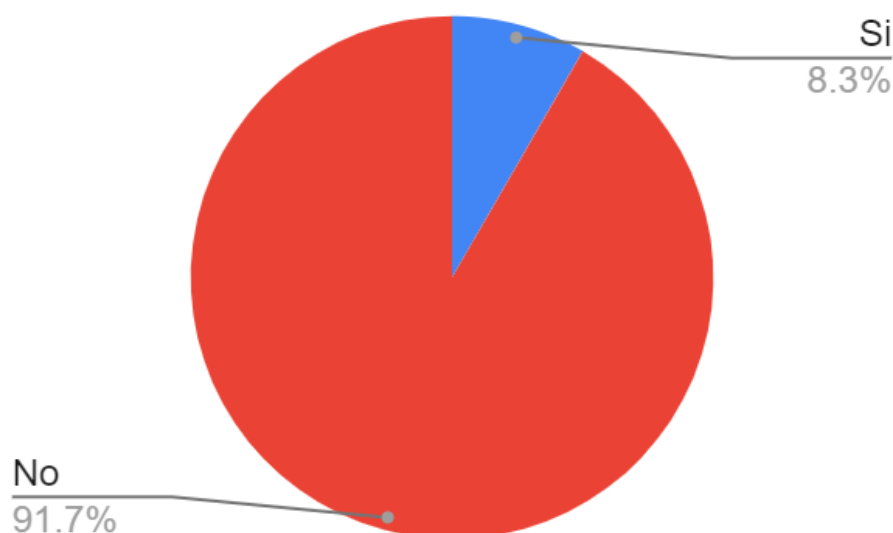
b) No

12. ¿Qué problemas ha percibido usted que ha tenido con el servicio de agua potable actual? (Puede mencionar varios)

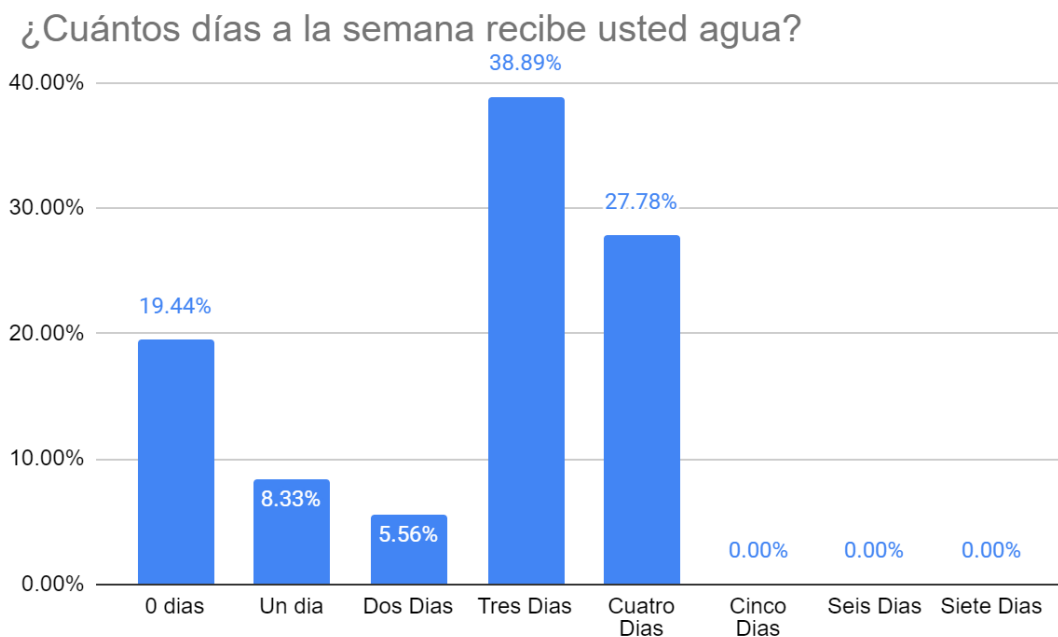
13. ¿Por qué motivos considera usted que aún no se ha resuelto esta problemática? (Puede mencionar varios)

10. Resultado de encuestas realizadas a la población de Gilberto Romero

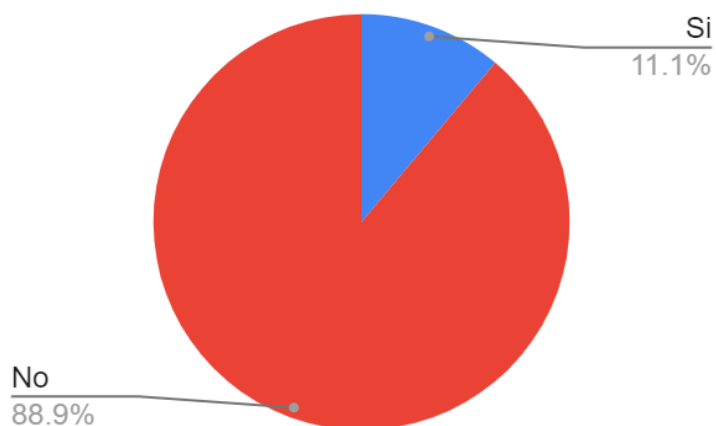
¿Está satisfecho con el servicio de agua potable que recibe actualmente?



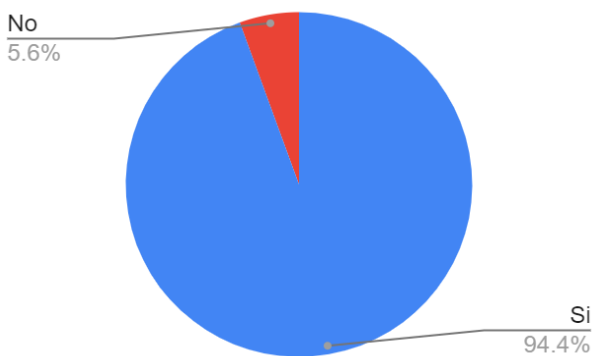
¿Cuántos días a la semana recibe usted agua?



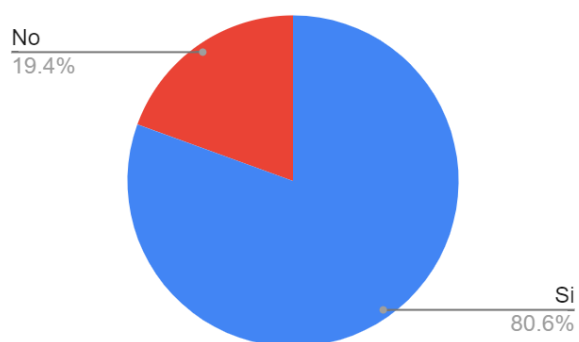
¿El agua que recibe en su hogar es potable?



¿Estaría usted satisfecho con la construcción de nuevas fuentes de agua, mantenimiento de la infraestructura existente, implementación de nueva infraestructura y un servicio de agua potable constante?



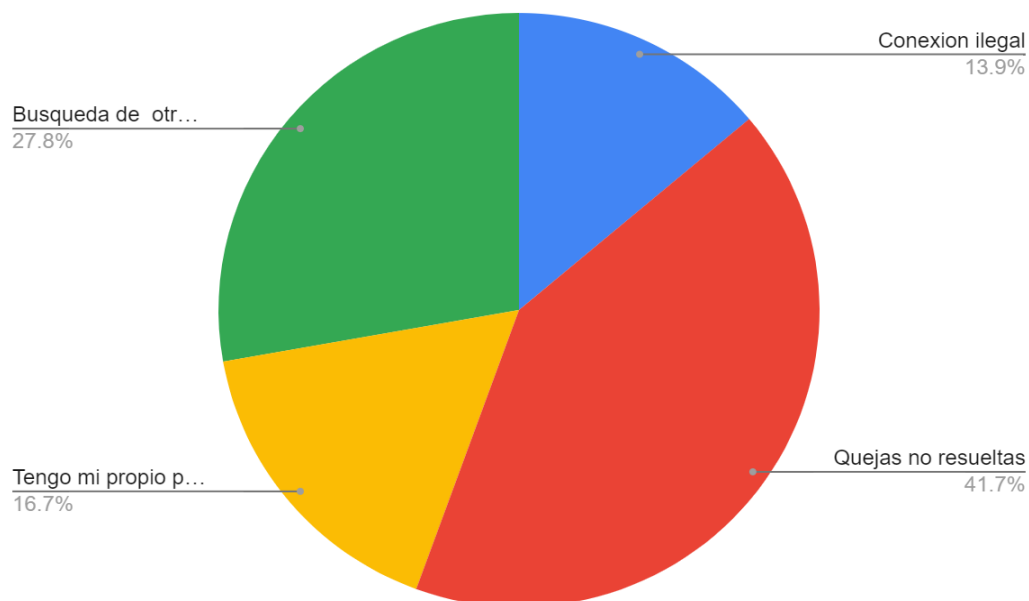
¿Se encuentra usted conectado actualmente a la red de ENACAL?



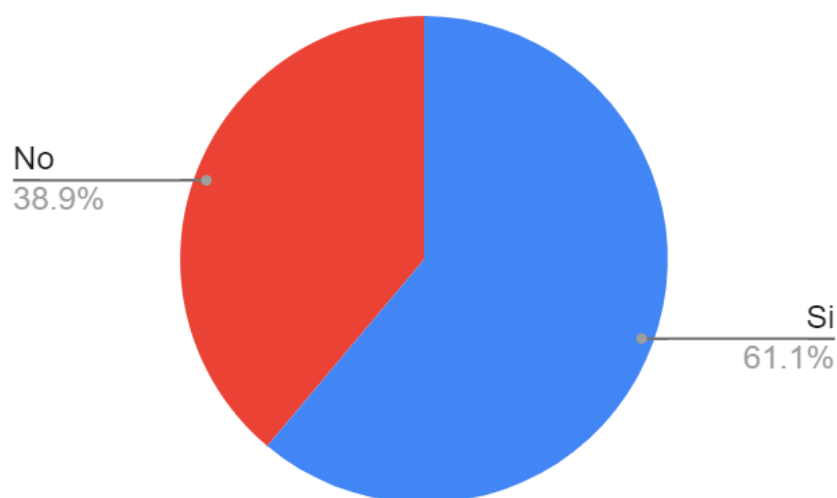
Si respondió no a la pregunta anterior, ¿Qué acciones ha tomado para poder conectarse a la red?

Respuestas más usadas

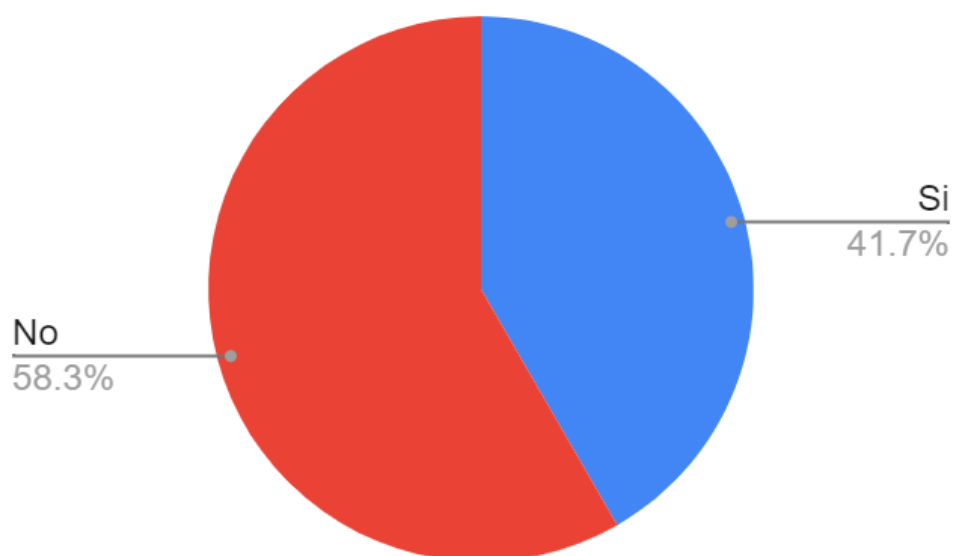
Conexión ilegal
Quejas no resueltas
Tengo mi propio pozo
Búsqueda de otras fuentes de agua



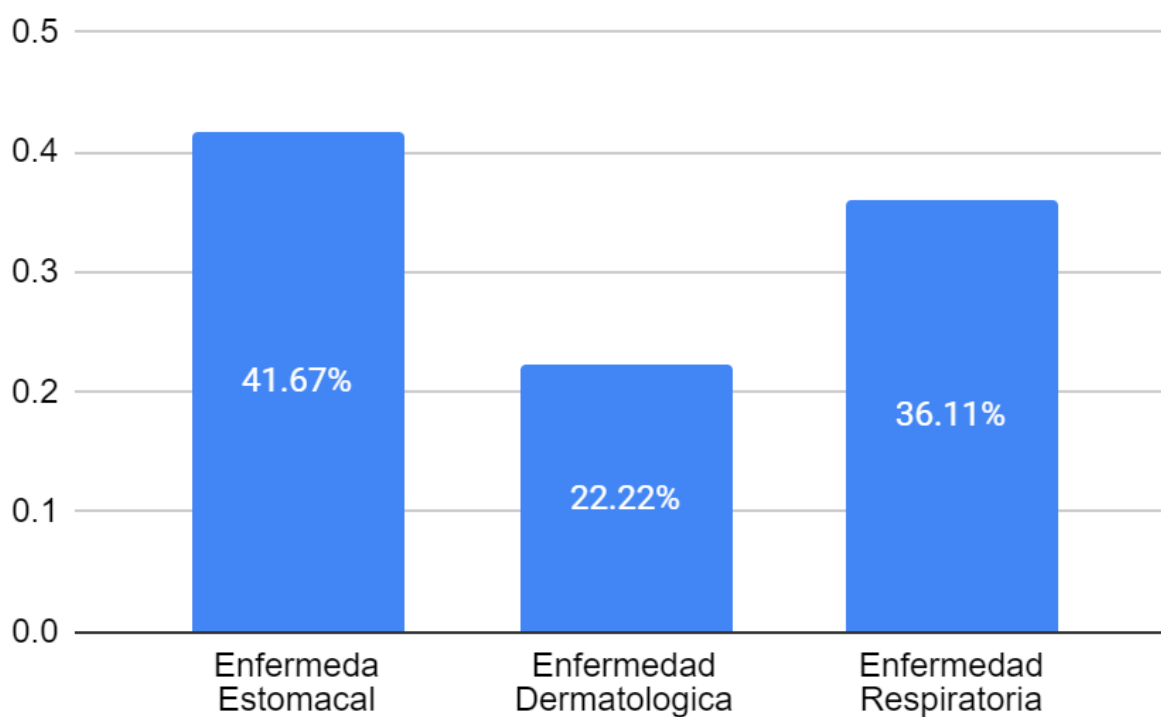
¿Cuenta usted con algún tipo de fugas en sus tuberías conectadas a la red de ENACAL?



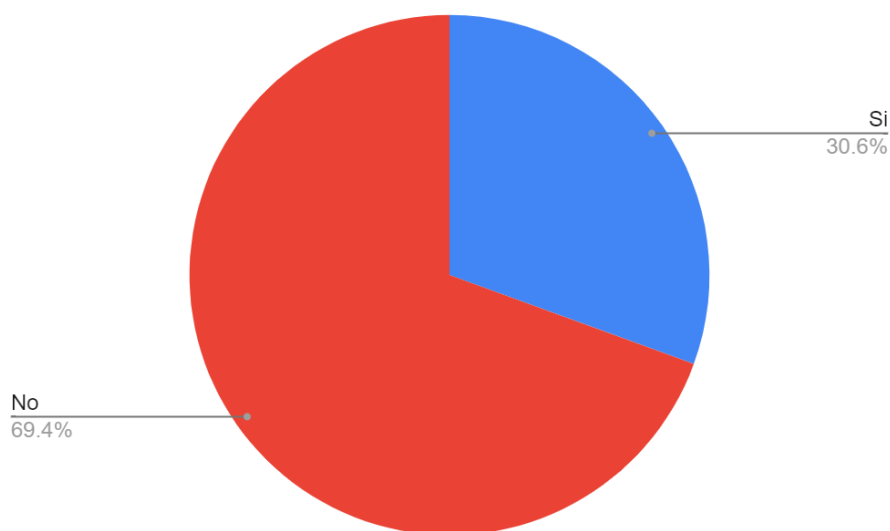
¿Ha sufrido de enfermedades producidas por el consumo de agua contaminada?



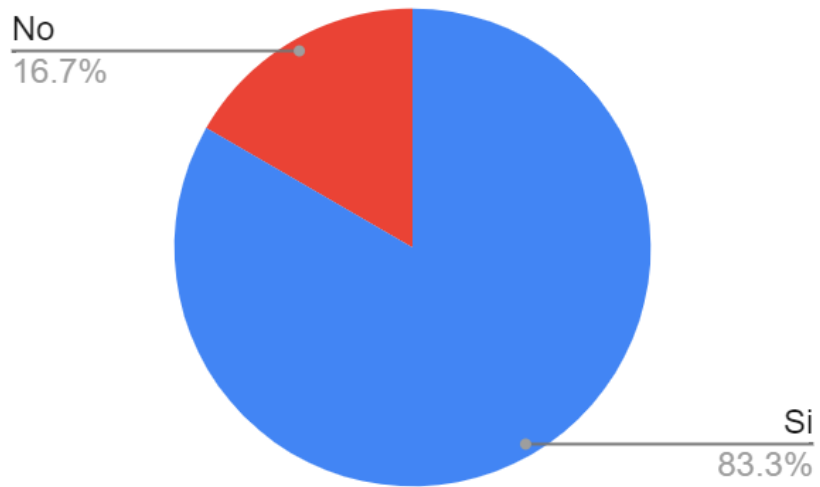
Si su respuesta fue sí en la pregunta anterior. ¿Qué tipo de enfermedad ha padecido? (Puede seleccionar varias)



¿Si alguna vez ha hecho reclamos a ENACAL se ha solucionado el motivo por el cual realizó el reclamo?



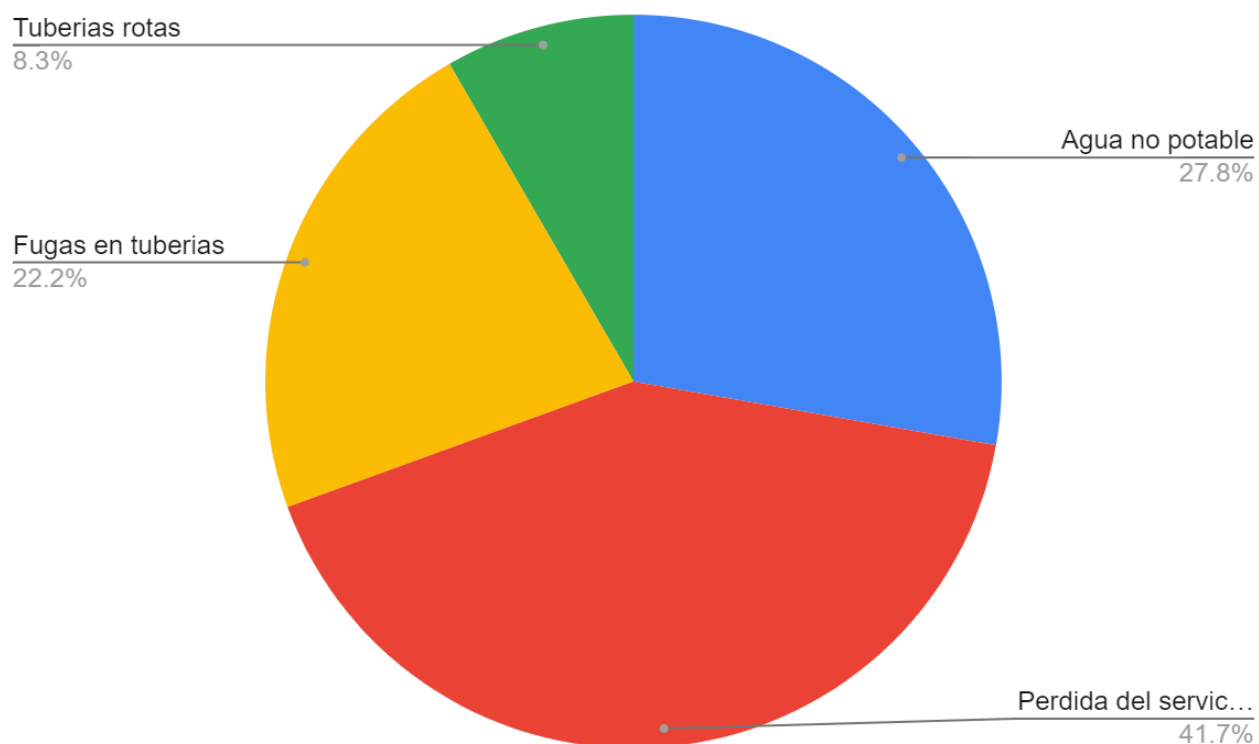
¿Estaría dispuesto a utilizar un filtro de agua?



¿Qué problemas ha percibido usted que ha tenido con el servicio de agua potable actual? (Puede mencionar varios)

Respuestas más comunes

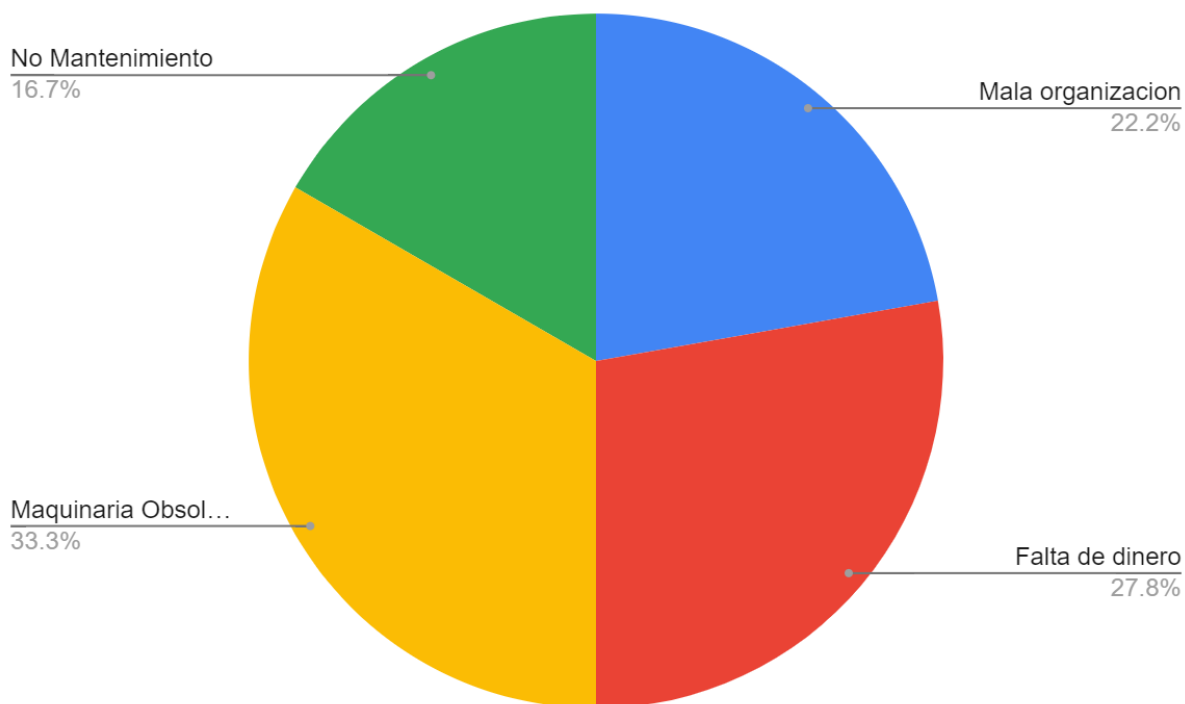
Agua no potable
Pérdida del servicio por varios días
Fugas en tuberías
Tuberías rotas



**¿Por qué motivos considera usted que aún no se ha resuelto esta problemática?
(Puede mencionar varios)**

Respuesta Más comunes

Mala organización
Falta de dinero
Maquinaria Obsoleta
No Mantenimiento



PROSPECTO

Título del sistema

*“Sistema de mejoramiento del servicio de agua potable en el barrio
Gilberto Romero”*

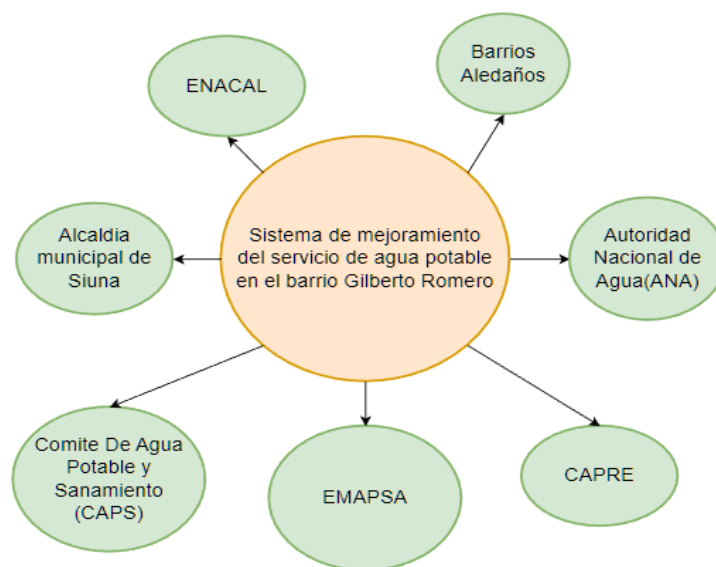
Situación Problemática

En el municipio de Siuna se encuentra ubicado un barrio llamado Gilberto Romero. El cual es un barrio que cuenta con una población de aproximadamente 391 habitantes y 98 hogares. Actualmente el barrio tiene un problema con el sistema actual de servicio de agua potable debido a que no tienen acceso continuo al mismo ya que hay varios días en los que el servicio se detiene y en ocasiones esto ocurre sin previo aviso. Lo que conlleva a que los pobladores no puedan realizar las tareas que requieren de este recurso con comodidad. También hay que destacar que cuando el barrio cuenta con servicio, el recurso llega contaminado debido a que las redes que conectan con el barrio llevan mucho tiempo sin la realización de mantenimientos y esto conlleva a que el proceso de saneamiento no se dé correctamente y el agua llega sucia a los hogares de la población del Barrio Gilberto Romero. Además de esto hay personas que han construido sus viviendas en el barrio y aún no están conectadas a la red de ENACAL por lo que no cuentan con conexión al servicio y se ven obligadas a buscar este recurso en pulperías o en pozos alejados a su localidad.

Interpretación de la problemática

La población del barrio Gilberto Romero se encuentra insatisfecha con el servicio de agua potable actual debido a que no tienen acceso de forma constante al vital recurso hídrico, además de que el agua llega contaminada a los hogares y existe población que no se ha anexado aun a la red madre de ENACAL.

Sistemas integrantes que influyen en el sistema



Se tiene lo que son los Integrantes Físicos y técnicos donde se encuentran los sistemas existentes como lo sistemas de mejoramiento de agua potable en otros municipios de la costa Caribe como Bilwi y Bluefields. Así como los proyectos de sistemas de abastecimientos de agua potable realizados por PRESMA, CAPS con ayuda del gobierno de Nicaragua, así como los integrantes naturales, esto debido a que la región se encuentra en una zona con altos riesgos hidrometeorológicos, en particular inundaciones y huracanes, agravados por los efectos del cambio climático.

También se cuentan con Integrantes Económicos y Comerciales, Toda persona envuelta directamente y encargados de la Creación del Sistema de este proyecto, como pueden ser el grupo de estudiantes de ingeniería de sistemas, pobladores del barrio Gilberto Romero, Gabinetes del poder ciudadano, personal de promoción social, funcionarios de ENACAL y entre otros. Además, el personal de la organización que está conformado por las entidades mencionadas anteriormente: grupo de estudiantes de ingeniería de sistemas, pobladores del barrio de Gilberto Romero, Gabinetes del poder ciudadano, personal de promoción social y funcionarios de ENACAL. De igual forma disposiciones gubernamentales mencionadas anteriormente, como ente funcionario máximo y regulador de las actividades envueltas en dicho sistema, se tiene a ENACAL, CAPRE, CAPS y ANA.

Finalmente tenemos lo que son los integrantes sociales donde están los factores sociales de gran amplitud como la cultura del cuidado del agua por parte de las comunidades y Nicaragua, modificación del terreno con el fin de modelar cuencas de ríos. Creación de lodos generados en el proceso de tratamiento de agua y los factores humanos individuales tal como la actitud no adecuada por parte de la alcaldía de Siuna por parte de los funcionarios de ENACAL al tener que invertir más en comunidades rurales alejadas del centro de la ciudad. Falta de empatía por parte de empresas como CAPS Y ANA por comunidades sin acceso seguro a agua potable.

Costo estimado de la implementación del sistema

Para la elección del sistema óptimo se utilizó el criterio de la mejor alternativa por cada objetivo, dicha alternativa se seleccionó en base al número de objetivos que cumple, costo e impacto. El sistema seleccionado es

O1 A1: Lograr una asignación del presupuesto por parte de la alcaldía municipal, así como del gobierno para proyectos de abastecimiento al barrio Gilberto Romero.

O2 A2: Contratar un equipo especializado en rehabilitación y expansión de tuberías.

O3 A1: Adquirir nuevas estaciones de bombeo para la planta

O4 A1: Contratar a una cuadrilla para atender reclamos de la población

O5 A1: Instalación de medidores en los hogares que se han anexado a la comunidad

O6 A1: Instalar un tanque de almacenamiento con sus respectivas conexiones domiciliarias

O7 A2: Capacitar a la población para la creación de un purificador de agua casero.

O8 A1: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la construcción de la planta de saneamiento

O9 A2: Contratar un equipo que se especialice en maquinaria de distribución de agua con el fin de poder identificar toda aquella máquina en mal estado u obsoleta para así adquirir nueva maquinaria que reemplace la obsoleta o dar mantenimiento a la que aún pueda realizar su tarea.

Costo total del sistema Óptimo:

O1A1	O2A2	O3A1	O4A1	O5A1	O6A1	O7A2	O8A1	O9A2	Total
1,652,775.55	65,797.50	7,513,056	35,512	12,198.53	65,797.50	515	115,513.50	115,513.50	9,383,169.55

Sistema alternativo

Segundo Sistema Óptimo (Plan B)

Como criterio de selección para la creación de una segunda iteración del sistema óptimo, con el fin de tener un plan de respaldo para poder utilizar en cualquier momento, en tal caso de que el primero se encuentre indisponible, se decidió tomar en cuenta el costo de cada alternativa, tomando, así como parte de dicho sistema óptimo, las alternativas más viables económicamente, por cada objetivo.

O1 A1: Lograr una asignación del presupuesto por parte de la alcaldía municipal, así como del gobierno para proyectos de abastecimiento al barrio Gilberto Romero.

O.2. A1: Contratar un equipo de construcción para mejorar la seguridad de bombas o tuberías expuestas a la intemperie.

O3 A1: Adquirir nuevas estaciones de bombeo para la planta

O.4.A2: Capacitar al personal técnico de reparaciones e instalaciones de tuberías, para ayudar a la población a reparar fugas existentes en hogares

O5 A1: Instalación de medidores en los hogares que se han anexado a la comunidad

O.6 A2: Contratación de un equipo para el diseño de un pozo con sus respectivas conexiones a la red de ENACAL para que el barrio cuente con recursos hídricos propios.

O7 A2: Capacitar a la población para la creación de un purificador de agua casero.

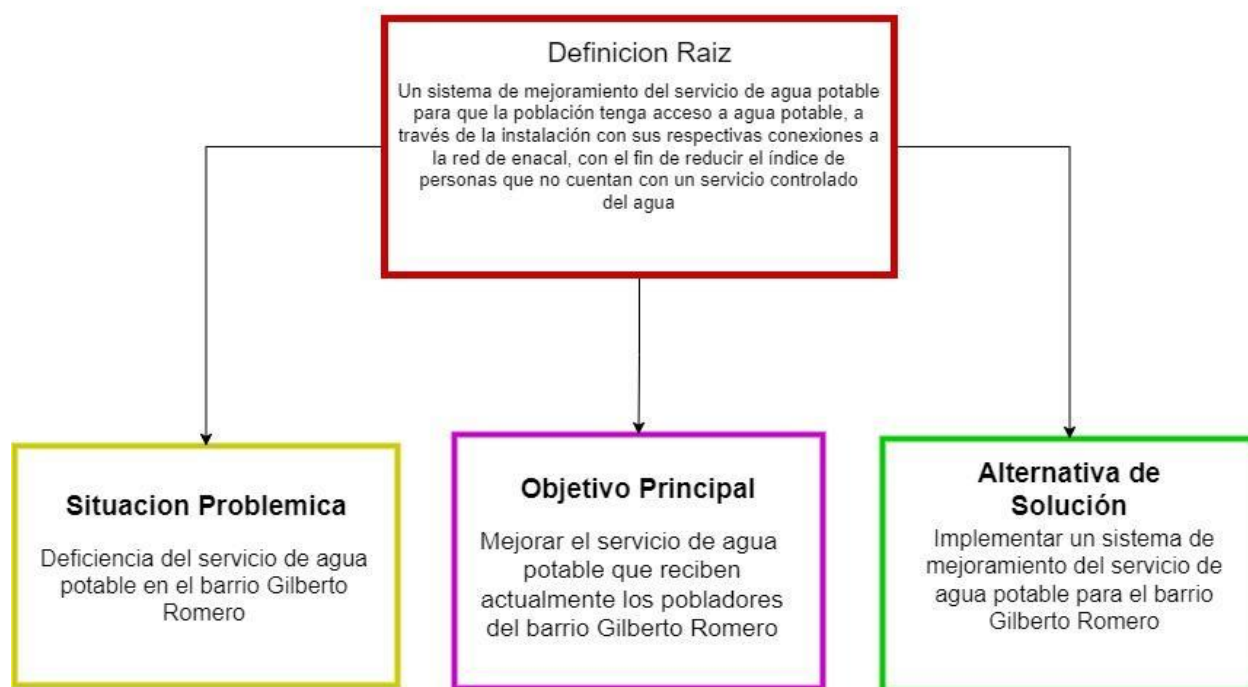
O8 A1: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la construcción de la planta de saneamiento

O.9. A1: Contratar personal de mantenimiento preventivo y correctivo a las maquinarias que se usan actualmente en la empresa.

Costo total del segundo sistema Óptimo (Plan B):

O1 A1	O2 A1	O3 A1	O4 A2	O5 A1	O6 A2	O7 A2	O8 A1	O9 A1	Total
1,652,775.55	51,581.50	7,513,056	18,068	12,198.53	58,693.50	515	19,839	56,000.00	9,291,996.05

Trilogía de Hall



Objetivos

O.1: Mejorar el servicio de agua potable de barrio Gilberto Romero de un 8.3% de usuarios satisfechos en al menos un 90% en relación a los 319 habitantes del barrio Gilberto Romero.

O.2: Aumentar el abastecimiento de agua que es actualmente de aproximadamente 3 a 4 días a la semana a al menos 5 días a la semana a partir del mes de julio del 2023 hasta diciembre del 2023.

O.3: Aumentar la capacidad de bombeo de agua potable a familias de la población que es actualmente un 35% de la demanda en al menos un 90% de la demanda actual a partir del mes de enero del 2023 hasta el mes de Febrero del 2023.

O.4 Disminuir el porcentaje de hogares del barrio Gilberto Romero con fugas de un 61.1% a al menos un 30% a partir del mes de julio del 2024 hasta septiembre del 2024.

O.5 Garantizar a al menos un 95% de 98 hogares existentes en el barrio Gilberto Romero un mejor registro y control de consumo real del agua, es decir la medición exacta del consumo a partir del mes octubre del 2024 hasta noviembre del 2024.

O.6 Crear una fuente de agua accesible a la población del barrio Gilberto Romero a partir del mes de enero del 2023 hasta julio del 2023.

O.7 Reducir la cantidad de pobladores que no tienen acceso a agua potable de un 89.9% en al menos un 16.7% a partir del mes de Febrero del 2023 hasta Marzo del 2023

O.8 Diseñar una planta de saneamiento de agua para el Barrio Gilberto Romero a partir del mes de enero del 2023 hasta febrero del 2024.

O.9 Mejorar el sistema actual de distribución de agua de la planta existente del Barrio Gilberto Romero a partir del mes de enero del 2023 hasta junio del 2024.

Consecuencias Positivas

Al cumplirse los objetivos anteriormente expuestos, el sistema tendría como resultado las siguientes consecuencias positivas.

O.1.P Los pobladores del barrio Gilberto Romero estarán más satisfechos al gozar de un servicio de agua potable estable.

O.2.P Los pobladores que eran forzados anteriormente a viajar largas distancias hacia el río o hacia el pozo para hacer uso del agua no volverán a acarrear agua hacia sus hogares y dispondrán de más días de agua que los que tienen actualmente.

O.3.P Con mayor capacidad de bombeo por hora en la planta mayores familias tendrán acceso a agua y así poder satisfacer la demanda insatisfecha por parte de la población.

O.4.P Disminuirían las quejas por parte de la población que presenta fugas de agua, a su vez permitiría a la empresa ahorrarse una gran parte de los costos causados debido a las fugas.

O.5.P Aumenta la medición efectiva y reduciría los niveles de agua no contabilizados, Con esto se contribuye a hacer uso racional de agua y protección del recurso tan escaso en el sector

O.6 P Al aumentar la cantidad de fuentes de agua del Barrio Gilberto Romero mayor número de familias podrían ser beneficiadas con la cercanía de pozos y no tendrían que depender de otros pozos más alejados a su ubicación

O.7 P Disminuye la cantidad de personas afectadas por las aguas contaminadas que se consumen actualmente, reduciendo así enfermedades tanto gástricas, respiratorias y de piel.

O.8 P Con la construcción de una planta de saneamiento de agua se depurarán toda aquella materia orgánica, reduciendo la carga contaminante que va desembocar en redes de agua de la población.

O.9 P Con la mejora del sistema actual del sistema de agua, muchas familias de la población del barrio Gilberto Romero contarán con nuevas conexiones de red a casas recién agregadas al sector, además del mantenimiento de tuberías ya existentes, así como mantenimiento a las máquinas que trabajan actualmente en la empresa, como la implementación de nueva maquinaria que ayude a mejorar el sistema.

Alternativas

O.1. A1: Conseguir financiamiento por parte de instituciones u organismos internacionales mediante préstamos o donaciones.

O.2. A1: Contratar un equipo de construcción para mejorar la seguridad de bombas o tuberías expuestas a la intemperie.

O.2. A2: Contratar un equipo especializado en rehabilitación y expansión de tuberías

O.3. A1: Adquirir nuevas estaciones de bombeo para la planta

O.4. A1: Contratar a una cuadrilla para atender reclamos de la población

O.4. A2: Capacitar al personal técnico de reparaciones e instalaciones de tuberías, para ayudar a la población a reparar fugas existentes en hogares

O.5. A1: Instalación de medidores en los hogares que se han anexo a la comunidad

O.6. A1: Contratar a un equipo que implemente un tanque de almacenamiento con conexiones domiciliarias.

O.6 A2: Contratación de un equipo para el diseño de un pozo con sus respectivas conexiones a la red de ENACAL para que el barrio cuente con recursos hídricos propios.

O.7. A1: Facilitar a la población filtros de agua mecánicos.

O.7. A2: Capacitar a la población para la creación de un purificador de agua casero.

O.8 A1: Contratar un equipo técnico capacitado para diseñar, controlar y administrar la construcción de la planta de saneamiento

O.9. A1: Contratar personal de mantenimiento preventivo y correctivo a las maquinarias que se usan actualmente en la empresa

O9. A2: Contratar un equipo que se especialice en maquinaria de distribución de agua con el fin de poder identificar toda aquella máquina en mal estado u obsoleta para así adquirir nueva maquinaria que reemplace la obsoleta o dar mantenimiento a la que aún pueda realizar su tarea.

Consecuencias Negativas

O.1. CN1: Los recursos asignados por el gobierno a la institución pueden ser mal distribuidos a lo interno de la misma, o simplemente se podrían ocupar más para gastos operativos

O.1 CN2: El país quedaría con más deuda externa.

O.2. CN1: Se incurriría en costos para mejorar las instalaciones, así como la infraestructura de algunas bombas o tuberías

O.2. CN2: Costos elevados para ampliar e instalar nuevas tuberías, además se requiere de mucho tiempo para la construcción de nuevas tuberías debido a agentes ambientales.

O.3. CN1: Incurrirá costos para la organización además de que hay probabilidad de no satisfacer la demanda total de la población.

O.4. CN1: Incluye costos de personal, y material a ser usados para la reparación de todas las familias afectadas, así como tiempo para realizar la alternativa.

O.4. CN2: Las capacitaciones incurren en gastos para la institución.

O.5. CN1: La población se verá forzada a pagar el consumo correcto de agua que utiliza.

O.6. CN1: La instalación del tanque de almacenamiento incurrió en costos para la organización.

O.6 CN2 La operación incluirá altos costos de construcción, así como el pago del personal necesario para la construcción de nuevos pasos además de afectar el medio ambiente del sector.

O.7. CN1: La población puede rechazar la propuesta debido al alto costo del producto

O.7. CN2: La población puede presentar rechazo a la idea de usar un producto casero

O.8. CN1: Contratación de un equipo técnico, así como la construcción de una nueva planta incurrirá en altos costos para la organización que podrían afectar a proyectos futuros

O.9. CN1: Se tomará tiempo para que el personal nuevo estudie la situación actual de la infraestructura y recursos financieros para pagar por el servicio del nuevo personal.

O.9 CN2: Incurrirá en gastos del equipo que se necesita para poder gestionar un mantenimiento de todas las maquinarias de la organización.

Conclusiones

A lo largo del desarrollo del contenido de dicho proyecto, se logró investigar, analizar y describir de manera sistémica el entorno en donde se desarrolla el sistema propuesto, donde se logran detallar de manera enumerada los distintos subsistemas con su respectivas desagregaciones y los diferentes integrantes que componen o se encuentran presentes en dicho sistema, con el fin de poder comprender el ambiente donde se desarrollara el mismo, teniendo como uno de los mayores contribuyentes a ENACAL.

Luego, mediante la aplicación del algoritmo de determinación de problemas, se obtiene un panorama de los distintos factores que afectan la problemática como tal, así como la definición de la misma gracias a las distintas metodologías, recursos e instrumentos que se perciben dentro de dicho algoritmo como lo son la lluvia de ideas, figura rica, la trilogía de hall la cual nos proporciona la definición raíz y el modelo conceptual, el cual nos ayuda a describir de manera gráfica y escrita la estructuración del problema, donde se concluye como situación problémica ***Deficiencia del servicio de agua potable en el barrio Gilberto Romero.***

Con las bases planteadas en el algoritmo de determinación de problemas, el cual culmina con la creación del árbol de problemas, donde se aprecian las distintas problemáticas que rodean la situación problémica se procede a confeccionar los distintos objetivos, consecuencias positivas, alternativas y consecuencias negativas, con el fin de poder hallar nuestro sistema óptimo, el cual resultó mediante la matriz de objetivos y alternativas un sistema óptimo conformado por $S = \{ \text{O1 A1, O2 A2, O3 A1, O4 A1, O5 A1, O6 A1, O7 A2, O8 A1, O9 A2} \}$ con un costo total de **C\$ 9,576,679.08**. A su vez se decidió proponer una segunda alternativa, con el objetivo de tener un respaldo para dicho sistema, resultando en $S = \{ \text{O1 A1, O.2. A1, O3 A1, O4 A2, O5 A1, O6 A2, O7 A2, O8 A1, O9 A1} \}$ con un costo total de **C\$ 9,382,726.68**. Dicho sistema alternativo se decidió en base a las alternativas más viables económicamente.

Recomendaciones

Cabe destacar que para una correcta implementación y seguimiento de este sistema, es recomendable e indispensable el continuo apoyo de las instituciones gubernamentales, entidades locales, nacionales e internacionales, y más importante aún, a la incorporación de la población del barrio Gilberto Romero, con el fin de obtener retroalimentación de estas entidades como tal para poder dar mantenimiento continuo a dicho sistema, ya que como se sabe, todos y cada de estos son partes vitales del sistema.

Con el fin de cumplir con las necesidades de la población y poder seguir teniendo un abastecimiento de agua potable mediante este sistema, se recomienda aplicar y tomar en cuenta cada una de las alternativas propuestas y seleccionadas en el sistema óptimo. Asimismo, es importante mencionar que cada uno de los elementos del sistema son parte funcional del mismo, ya que estos sirven para mantener la estabilidad, eficiencia y eficacia del mismo.

Además de insistir en la constante retroalimentación por parte de todas aquellas entidades que influyen en el sistema de mejoramiento de agua potable para la comunidad del barrio Gilberto Romero, siempre es recomendable estudiar diferentes alternativas de mejoramiento del servicio de agua potable, tratando de dar mejora continua a dicho sistema.

Bibliografía

- Rivera, J. (Junio 2017), CARTOGRAFÍA DIGITAL Y CENSO DE EDIFICACIONES, Cabecera Municipal de Siuna, [Siuna.pdf \(bcn.gob.ni\)](#)
- (20 de Febrero de 2013), Siuna, Nicaragua, rodeada de ríos... pero sin agua, Blog del Agua. [Ni.- Siuna rodeada de ríos... pero sin agua \(blogdelagua.com\)](#)
- Mayorga, J. (1 de Junio de 2022), EMAPSA interrumpe abastecimiento de agua por crecida del río Ullý en Siuna, Radio URACCAN SIUNA, [EMAPSA interrumpe abastecimiento de agua por crecida de río Ullý en Siuna - Radio URACCAN Siuna](#)
- Artola García, G. (13 de enero de 2019). Problemas de voltaje afectan el suministro de agua potable en Siuna. Radio URACCAN SIUNA. [Problemas de voltaje afectan suministro de agua potable en Siuna - Radio URACCAN Siuna](#)
- Vargas, C. (25 de Julio de 2022). Cinco causas por las que se generan los cortes de agua, Grupo Hidráulica. [Cinco causas por las que se generan los cortes de agua \(grupohidraulica.com\)](#)
- Martínez, O. Acceso al agua, un indicador de pobreza y desarrollo. [Enfoque21AccesoAlAgua.pdf \(uca.edu.ni\)](#)
- Romero, K (09 de Julio de 2020), Nicaragüenses en zonas rurales: Vivir sin agua en medio de una pandemia. Confidencial. [Nicaragüenses en zonas rurales: Enfrentar la covid-19 sin acceso al agua \(confidencial.digital\)](#)