



FCAS Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento



PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

SECTOR EL POTRERO; CASERÍO NUEVA
ESPERANZA; MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS
SEMETABAJ; DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

Descripción breve

Con la acción de la asistencia técnica y a través de esta elaboración de plan de mejora comunitario, se reforzará de manera sostenible las capacidades comunitarias para la administración, operación y mantenimiento de los servicios de agua y saneamiento. Para que estos servicios sean efectivos, cualitativos y sostenibles.

PROYECTO RUK'U'X YA'

CRÉDITOS

Edición



Texto y contenido:

Responsables Técnicos del Programa RUK'U'X YA', HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Diseño y diagramación:

Ana Isabel Mendoza
Coordinadora de Comunicación y Relaciones Públicas.
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Asesoría y Revisión Equipo Programa RUK'U'X YA'

Rene Estuardo Barreno
Coordinador General, Programa RUK'U'X YA'.
Acción contra el Hambre.

Silvia María Castillo Arana
Coordinadora Técnica, Programa RUK'U'X YA'.
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Giezy Joezer Sánchez Orozco
Responsable Técnico en Gestión del Agua, Programa RUK'U'X YA'.
HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Fotografías:

Ing. Eduardo Isaac Orozco Velásquez y HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

Municipalidad de San Andrés Semetabaj:

Lic. Gaspar Chumil Morales
Alcalde Municipal.

Eliseo Filiberto Xep
Oficina Municipal de Agua y Saneamiento.

“Esta publicación cuenta con la colaboración del Fondo de Cooperación para Agua y Saneamiento (FCAS) de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID). El contenido de la misma es responsabilidad exclusiva del Programa RUK'U'X YA' y no refleja, necesariamente, la postura de la AECID”.



Contenido

Índice de tablas.....	IV
Ilustraciones	V
FICHA TÉCNICA	1
Resumen ejecutivo	2
Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar	3
Estado del sistema de agua	3
Estado de saneamiento	4
Localización de la zona de estudio	5
Datos generales de la comunidad	6
Objetivos del plan	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
Información del sistema de agua y saneamiento	8
Mapa de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento.....	9
Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado	10
Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos	11
Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes.....	11
Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la línea de conducción.....	12
Determinación de peligros típicos que pueden afectar al tratamiento.....	12
Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la red de distribución.....	12
Determinación de peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo	13
Análisis del saneamiento en la comunidad.....	13
Análisis de la disposición de aguas residuales	13
Análisis de aguas residuales	13
Tipo de tratamiento existente	14
Análisis de la disposición de residuos sólidos.....	14
Análisis de desechos sólidos	14
Análisis de la oferta	14
Análisis de la demanda.....	14
Análisis de la capacidad de almacenamiento	15



Principales mejoras identificadas del sistema de agua.....	16
Mejoras en el sistema de agua a corto plazo.....	16
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo.....	17
Mejoras en el sistema de agua a largo plazo	17
Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad	17
Principales mejoras identificadas de saneamiento	18
Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo.....	18
Principales mejoras identificadas de residuos sólidos	18
Hoja de ruta para la gestión de mejoras	19
Análisis de sostenibilidad	20
Técnica	20
Ambiental.....	22
Manual de operación y mantenimiento	22
Operación	23
Mantenimiento:.....	26
Cronograma de operación y mantenimiento	31
Sistema de bombeo	32
Medición de potencial de Hidrógeno	32
Control de la calidad de agua	33
Anexo 1: Análisis de sostenibilidad técnica:	35
Análisis de sostenibilidad ambiental:.....	37
Anexo 2: Presupuesto de mejoras	40
Presupuesto Integrado	40
Presupuesto desglosado	41
Especificaciones técnicas.....	44
Bibliografía.....	46



Índice de tablas

Tabla 1: Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento abordado	2
Tabla 2: Estado del sistema de agua.....	3
Tabla 3: Estado de saneamiento.....	4
Tabla 4: Localización del estudio.....	5
Tabla 5: Datos generales.....	6
Tabla 6: Servicios básicos.....	6
Tabla 7: Información del sistema de agua	8
Tabla 8: Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes	11
Tabla 9: Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la línea de conducción	12
Tabla 10: Determinación de peligros típicos que pueden afectar al tratamiento.....	12
Tabla 11: Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la red de distribución.....	12
Tabla 12: Determinación de peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo.....	13
Tabla 13: Mejoras en el sistema de agua a corto plazo.....	16
Tabla 14: Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo.....	17
Tabla 15: Mejoras en el sistema de agua a largo plazo	17
Tabla 16: Mejoras identificadas que pueden ser implementadas por la comunidad.....	17
Tabla 17: Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo.....	18
Tabla 18: Principales mejoras identificadas de residuos sólidos.....	18
Tabla 19: Índice de sostenibilidad técnica.....	20
Tabla 20: Índice de sostenibilidad en saneamiento colectivo.....	22
Tabla 21: Índice de sostenibilidad ambiental.....	22
Tabla 22: Manual de operación	26
Tabla 23: Manual de mantenimiento.....	30
Tabla 24: Cronograma de operación y mantenimiento.....	31
Tabla 25: Análisis de sostenibilidad técnica.....	37
Tabla 26: Análisis de sostenibilidad ambiental.....	39
Tabla 27: Presupuesto Integrado	40
Tabla 28: Presupuesto desglosado	43



Ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento	9
Ilustración 2: Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado.....	10
Ilustración 3: Fotografías del pozo.....	11
Ilustración 4: Fotografías del depósito de agua	12
Ilustración 5: Fotografías del estado del saneamiento	13
Ilustración 6: Análisis de oferta-demanda del agua	16
Ilustración 7: Hoja de ruta para la gestión de mejoras	19
Ilustración 8: Medición de potencial de Hidrógeno.....	32
Ilustración 9: Control de la calidad del agua (ciclo)	33
Ilustración 10: Control de la calidad del agua (diagrama)	34
Ilustración 11: Control de la calidad del agua (organigrama)	35

FICHA TÉCNICA



Objetivo:	Determinar las inversiones prioritarias para asegurar la provisión del servicio de agua apta para consumo humano y saneamiento asignando los recursos humanos, financieros y materiales necesarios	
Alcance Geográfico:	Sector El Potrero, Caserío Nueva Esperanza, Municipio de San Andrés Semetabaj	
Institución implementadora:	COCODE	
Componentes:	Técnico y Ambiental	
Beneficiarios:	Aumentar la calidad, cantidad y cobertura de agua en el área rural para 60 personas	
Opciones de Financiamiento:	Fondos Propios, Presupuesto municipal, fondos del Consejos de Desarrollo, INFOM, cooperación internacional (BID, AECID, otros)	
Periodo de ejecución:	5 años	
Acciones estratégicas:	Aprobación del plan por parte del COCODE, para darle legitimidad y carácter de oficial, apoyar la institucionalización del servicio fortaleciendo la DAS	
	Sensibilizar al área rural, dar a conocer los costos de operación y mantenimiento del servicio, implementar acciones para mejorar la sostenibilidad	
	Fomentar la transparencia en la administración y operación del sistema, involucrando actores del sector (MSPAS, INFOM, otros)	
	Actualizar el reglamento del servicio	
	Realizar censo para actualizar usuarios e identificar conexiones ilícitas	
Inversiones priorizadas	Muro de circulación tanque de distribución	Q50,771.35
	Contador de agua	Q11,245.63
	Depósito de agua (ROTOPLAS)	Q2,400.00
	Excavación de hoyo en pozo	Q2,500.00
	Implementar plan de control en la calidad de agua	Q1,500.00
	Implementar plan de operación y mantenimiento del sistema de agua	Q3,500.00
	Implementación SANTOLIC para lograr una comunidad FIDAL	Q12,100.00
	Disposición de residuos sólidos	Q2,264.00



Tabla 1: Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento abordado

Resumen ejecutivo



El Sector El Potrero del Caserío Nueva Esperanza, cuenta con una cobertura del 100% de agua y una cobertura del 100% de saneamiento, para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por el COCODE, se determinó en base al método de observación directa en campo con la visita a 11 viviendas de un total de 11.

No se cuenta con un plan de mejora dentro de la comunidad que proporcione información del acceso, calidad y asequibilidad de los servicios de agua y saneamiento, de igual manera que oriente las intervenciones que puedan realizarse a corto, mediano y largo plazo, el presente plan da a conocer la descripción y estado actual del sistema de abastecimiento de agua así como el estado de saneamiento básico con enfoque de eliminación de excretas, determinación de peligros y evaluación de riesgos en cuanto a la calidad de agua, mejorar la prestación de estos servicios, también se presenta la sostenibilidad técnica de agua y saneamiento así como ambiental.

La comunidad actualmente no cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas, para el tema de aguas grises cuenta con sistemas individuales, en el tema de residuos sólidos no cuenta con sistema de recolección y disposición final, por lo cual las familias recurren a la quema de basura y algunas a la recolección de basura orgánica como sistema para abono.

Los principales problemas identificados a mejorar en el sistema será la construcción del muro de circulación del tanque de distribución, la implantación de contadores de agua, la implementación de un depósito de agua (ROTOPLAS 12 ½ toneles), la continuación de la excavación en hoyo del pozo, la implementación del plan de control en la calidad de agua, la implementación del plan de operación y mantenimiento del sistema de agua. En el área del saneamiento la implementación SANTOLIC para lograr una comunidad FIDAL.

Para proveer de un servicio adecuado y de calidad, en el sistema debe haber mejoras que pueden ser implementadas por la comunidad, principalmente en énfasis de calidad de agua, en cuanto a la continuidad es de 2 horas al día por siete días a la semana.



Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar

Estado del sistema de agua

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quién podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Tanque de distribución	Regular	Muro de circulación tanque de distribución	Q50,771.35	Municipalidad de San Andrés Semetabaj	Actualmente ninguno
		Contador de agua	Q11,245.63		
		Depósito de agua (ROTOPLAS)	Q2,400.00		
		Excavación de hoyo en pozo	Q2,500.00		
		Implementar plan de control en la calidad de agua	Q1,500.00		
		Implementar plan de operación y mantenimiento del sistema de agua	Q3,500.00		

Tabla 2: Estado del sistema de agua

Estado de saneamiento

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quién podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Saneamiento	Regular	Implementación SANTOLIC para lograr una comunidad FIDAL	Q12,100.00	Municipalidad de San Andrés Semetabaj	Actualmente ninguno
Disposición final de los residuos sólidos	Malo	Campañas para sensibilizar a la población en el uso y manejo de los residuos sólidos (reducir, reciclar y reutilizar)	Q2,000.00		
		Basureros dedicados a colectar la basura orgánica e inorgánica	Q264.00		

Tabla 3: Estado de saneamiento

Localización de la zona de estudio



Identificación	
Cabecera Municipal	San Andrés Semetabaj
Comunidad	Sector El Potrero
Colindancias	
Al norte	San Andrés Semetabaj
Al Sur	San Catarina Palopó
Al Este	Caserío Nueva Esperanza
Al Oeste	Panajachel
Coordenadas geográficas	
Latitud	14.741838415327594
Longitud	-91.13895121906583
Altura	1987 m s. n. m.
Extensión territorial	
Superficie	0.15 Km ²
Microcuenca	Atitlán
Subcuenca	San Francisco
Cuenca	Tzalá
Características particulares	
Clima	Templado
Rango de temperatura anual	17°C temperatura media anual
Rango de precipitación media	1255 mm
Tipo de suelo	Humíferos
Uso de suelo y vegetación	Cultivo

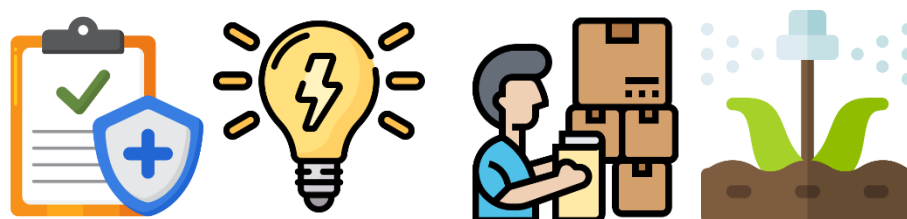
Tabla 4: Localización del estudio



Datos generales de la comunidad

DATOS GENERALES	
Nombre:	Sector El Potrero
Población:	60 personas
Personas/viviendas con acceso a agua	60 personas / 11 viviendas
Porcentaje de cobertura de agua	100%
Personas/viviendas con acceso a saneamiento	60 personas / 11 viviendas
Porcentaje de cobertura de saneamiento	100%
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Q 4,500.00 Tiempo que le llevaría a una familia adquirir el servicio según los ingresos promedios: seis a ocho meses
Costo de acceso a un servicio de saneamiento/letrina	Q 2,400.00 Tiempo que le llevaría a una familia adquirir el servicio según los ingresos promedios: cuatro meses

Tabla 5: Datos generales



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	No
Salud	No
Energía Eléctrica	Suministrado por ENERGUATE
Principal actividad productiva	Comerciantes

Tabla 6: Servicios básicos



Objetivos del plan



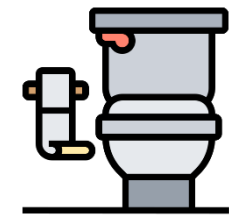
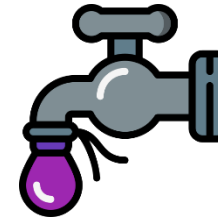
Objetivo General

Elaborar un plan de mejoramiento comunitario para el sistema de agua y saneamiento del Sector El Potrero, San Andrés Semetabaj, Área de Cobertura del Programa RUK'U'X YA'.

Objetivos Específicos

1. Evaluar y caracterizar el sistema de agua y saneamiento del Sector El Potrero, con enfoque en el diagnóstico de funcionamiento.
2. Determinar mejoras para el sistema de agua y saneamiento del Sector El Potrero a corto, mediano y largo plazo, que propicien la gestión de recursos para su buen funcionamiento garantizando el cumplimiento de los parámetros mínimos del derecho humano al agua y saneamiento.
3. Determinar las vulnerabilidades de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua del Sector El Potrero.
4. Elaborar un plan de mejora de los sistemas de agua y saneamiento, con base en la evaluación y caracterización de los mismos con los objetivos definidos del programa, sistematizando la información relevante de su estado actual y realizando el análisis de funcionamiento, para elaborar las propuestas de mejoras, con base a lineamientos establecidos.

Información del sistema de agua y saneamiento



Nombre del sistema	Administrado por	Categoría	Tipo de sistema	Conexión	Caudal que ingresa al sistema	Cuenta con sistema de cloración	El sistema está en funcionamiento	Fuentes de agua utilizadas			Comunidades que abastece			
								Nombre de las fuentes utilizadas	Tipo de fuentes	Coordenadas de las fuentes	Nombre de la comunidad	Municipio	Población beneficiada	Viviendas beneficiadas
El Potrero	COCODE	Rural	Bombeo	Domiciliar	0.04 l/s	No	Si	El Potrero	Pozo	14.74176929	El Potrero	San Andrés Semetabaj	60	11
										-91.1387804				
										1,988 msnm				

Tabla 7: Información del sistema de agua

Mapa de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento



Ilustración 1: Mapa de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento

Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado

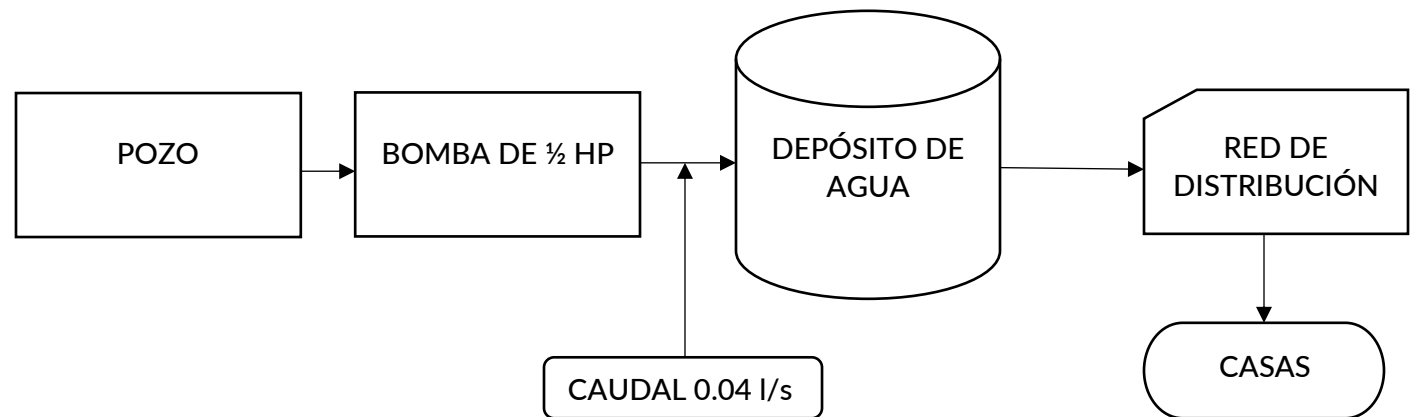
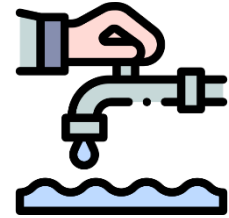


Ilustración 2: Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado

Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos



Se determinó para cada etapa del diagrama de flujo del proceso validado, qué podría fallar en ese punto del sistema de suministro de agua; es decir, qué peligros o eventos peligrosos podrían producirse. La determinación de los peligros se realizó mediante visitas sobre el terreno además de análisis de la documentación.

La inspección visual de aspectos como la zona adyacente a los puntos de extracción y los componentes del tratamiento puede revelar peligros que no se habrían detectado únicamente mediante análisis de la documentación. La determinación de los peligros también exige la evaluación de acontecimientos e información del pasado, así como de pronósticos basados en la información y conocimientos del servicio de abastecimiento de agua sobre aspectos particulares de los sistemas de tratamiento y suministro.

Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Variaciones estacionales	Cambios en la calidad del agua de la fuente
Acuífero no confinado	Cambios inesperados en la calidad del agua
Deficiente impermeabilización de la toma de agua de la captación	Entrada de agua superficial

Tabla 8: Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes



Ilustración 3: Fotografías del pozo

Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la línea de conducción

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado a la fuente de agua	Los señalados en el cuadro de peligros en la fuente de agua
Rotura de tubería	Entrada de contaminación

Tabla 9: Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la línea de conducción

Determinación de peligros típicos que pueden afectar al tratamiento

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la cuenca de captación	Los señalados en el cuadro de peligros en la cuenca de captación
Mecanismo de derivación	Tratamiento inadecuado
Avería del tratamiento	Agua no tratada
Profundidad insuficiente del medio filtrante	Eliminación insuficiente de partículas
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación / corte de suministro

Tabla 10: Determinación de peligros típicos que pueden afectar al tratamiento



Ilustración 4: Fotografías del depósito de agua

Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la red de distribución

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Rotura de tubería	Entrada de contaminación
Intermitencia del suministro	Entrada de contaminación
Seguridad / vandalismo	Contaminación

Tabla 11: Determinación de peligros típicos que pueden afectar a la red de distribución

Determinación de peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la distribución	Los señalados en el cuadro de peligros en la distribución

Tabla 12: Determinación de peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo

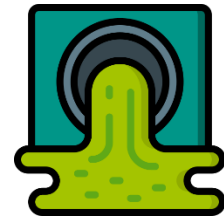
Análisis del saneamiento en la comunidad

En el Sector El Potrero, actualmente no se cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas ni aguas grises. El servicio de extracción de desechos sólidos no es ofrecido por la Municipalidad de San Andrés Semetabaj a través del servicio del tren de aseo, el 100% de las familias entierran o queman la basura, esto como disposición final. Actualmente según información proporcionada por el COCODE el 100% de las viviendas del Sector El Potrero cuenta con sistema individual disposición de excretas, las viviendas cuentan con sistema de disposición de aguas grises que las conducen a un zanjón a las afueras de la comunidad.



Ilustración 5: Fotografías del estado del saneamiento

Análisis de la disposición de aguas residuales



Análisis de aguas residuales

El análisis realizado a la captación de aguas residuales se ha identificado lo siguiente:

Las viviendas que cuentan con letrinas únicamente vierten sus desechos al hoyo seco, que aproximadamente tiene entre 10 metros de profundidad. Las aguas grises provenientes del lavado



de ropa y uso de detergentes son vertidas un 100% a un zanjón afuera de la comunidad a través de una tubería de aguas grises.

Tipo de tratamiento existente

En el Sector El Potrero, cuentan con tratamiento de excretas que consiste en un hoyo excavado con una profundidad máxima de 10.00 m donde se acumulan las heces, cubierto con una losa sanitaria. La losa cuenta con dos orificios, uno para la disposición de las excretas y otro donde se inserta el tubo de ventilación para liberar el biogás.

Análisis de la disposición de residuos sólidos

Análisis de desechos sólidos



En el Sector El Potrero generan un aproximado de un costal de residuos sólidos por semana y se identifican dos grandes grupos de desechos sólidos de los cuales la comunidad hace uso y desecha, los cuales son los siguientes:

- Desechos orgánicos: residuos de alimentos, cáscara de frutas, verduras o alimentos en etapa de putrefacción.
- Desechos inorgánicos: bolsas de basura, papel, plástico de botellas y bolsas de golosinas, nylon.

La disposición final de los desechos sólidos es la siguiente:

- Basura orgánica: La mayor parte de la población la entierra en terrenos baldíos o propios
- Basura inorgánica: La población de la comunidad quemar o entierran la basura, esto como disposición final a la basura.

Análisis de la oferta



En este apartado se presenta un análisis de la disponibilidad de agua en la zona de estudio, el pozo ofrece un caudal de 0.04 l/s, dotando a la comunidad con 40 l/hab/día.

Análisis de la demanda

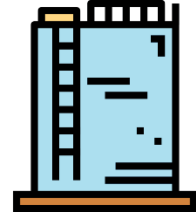


La comunidad no cumple con la normativa nacional de dotación del recurso hídrico, dotación de 40 l/hab/día (INFOM-UNEPAR, 2011) y a su vez, recibiendo un caudal de 0.04 l/s. El agua que se



distribuye en el sistema de agua no cumple con la norma de calidad de agua del país para su consumo humano según la COGUANOR 29001. Ya que no tienen sistema de cloración del agua.

Análisis de la capacidad de almacenamiento



En el análisis de campo realizado a la comunidad se pudo obtener la siguiente información sobre la capacidad del depósito de agua es de 12 ½ toneles.

Para el análisis de la capacidad de almacenamiento, se basó en los resultados recopilados en campo del caudal de ingreso al sistema y se compara con la estimación de la capacidad del elemento real, para comprobar si el almacenamiento del proyecto cumple con lo requerido por el sector.

Datos necesarios para el análisis de la capacidad del tanque:

- Caudal de ingreso actual: 0.04 l/s
- Dotación estimada de la población: 60 l/hab/día (INFOM-UNEPAR, 2011)
- Población actual (P_o): 60 personas
- Tasa de crecimiento poblacional (i): 2.00 %
- Años de proyección: 5 años
- Población futura: $P_f = P_o (1 + i)^n = 66$ personas
- Caudal medio (Q_m) necesario para el sistema: 0.05 l/s
- Caudal máximo horario (Q_{hm}) para sistema de distribución: 0.07 l/s FDM = 1.5
- Volumen del tanque = $V_t = ((Q_m * 86400) / 1000) * 0.40 = 1.60 \text{ m}^3$

Como se ha identificado en los resultados arrojados, en el análisis del caudal del sistema se puede observar que hay una deficiencia en distribución, dado que, según la proyección estimada con una dotación de 60 l/hab/día, el caudal necesario para abastecer a la población es de 0.07 l/s. Considerando que el sistema de la comunidad tiene un caudal de 0.04 l/s, lo cual no cubrirá la demanda de agua para los cinco años proyectados. Por ello se propone la excavación de cinco metros más en el pozo.

Al analizar el volumen del tanque proyectado a cinco años arroja un volumen de 1.60 m³, teniendo una disminución considerable al volumen que actualmente poseen.

ANÁLISIS DE OFERTA-DEMANDA

DEPARTAMENTO: SOLOLÁ
 MUNICIPIO: SAN ANDRÉS SEMETABAJ
 COMUNIDAD: SERTOR EL POTRERO

POBLACION:	60 personas
TIPO DE SISTEMA:	GRAVEDAD
VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA	11 viviendas
CAUDAL:	0.04 litros/segundo
DOTACIÓN:	120.00 litros/habitante/día

CRECIMIENTO POBLACIONAL

2021	2022	2023	2024	2025	2026
60	61	62	64	65	66

Año	Producción Agua lts.	Necesidad Agua lts.
0	3456	7200
1	3456	7320
2	3456	7440
3	3456	7680
4	3456	7800
5	3456	7920

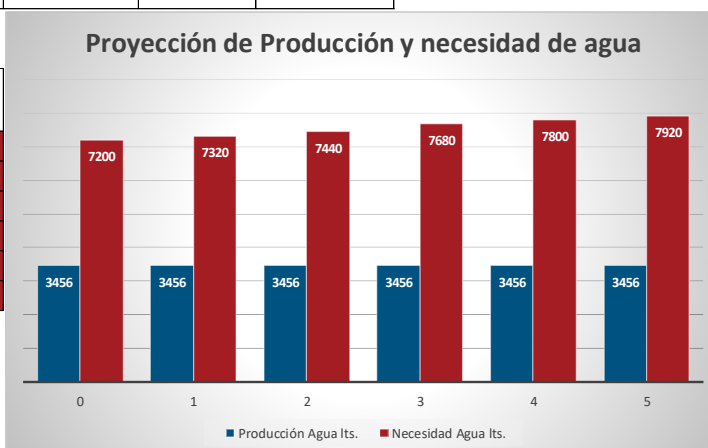
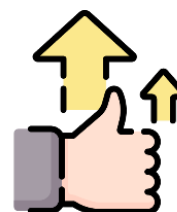


Ilustración 6: Análisis de oferta-demanda del agua

Principales mejoras identificadas del sistema de agua



Mejoras en el sistema de agua a corto plazo

Elemento	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Depósito de agua	Regular	Implementar plan de control en la calidad de agua	Q1,500.00
		Implementar plan de operación y mantenimiento del sistema de agua	Q3,500.00

Tabla 13: Mejoras en el sistema de agua a corto plazo

Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo

Elemento	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Depósito de agua	Regular	Depósito de agua (ROTOPLAS)	Q2,400.00
		Excavación de hoyo en pozo	Q2,500.00

Tabla 14: Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo

Mejoras en el sistema de agua a largo plazo

Elemento	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Red de distribución	Regular	Muro de circulación tanque de distribución	Q50,771.35
		Contador de agua	Q11,245.63

Tabla 15: Mejoras en el sistema de agua a largo plazo

Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad



Elemento	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Pozo	Regular	-Limpieza del pozo y adecuado mantenimiento a las obras de arte. -Plan de operación y mantenimiento al sistema	Q400.00
Depósito de agua	Regular	-Plan de operación y mantenimiento al sistema. -Desinfección del depósito	Q250.00
Red de distribución	Regular	-Recorridos mensuales para identificación de fugas. -Control de fugas y protocolo de solicitud de reparaciones	Q200.00

Tabla 16: Mejoras identificadas que pueden ser implementadas por la comunidad

Principales mejoras identificadas de saneamiento



Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo

Elemento	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Lavado de manos	Bueno	Implementación SANTOLIC para lograr una comunidad FIDAL	Q12,100.00

Tabla 17: Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo

Principales mejoras identificadas de residuos sólidos



Componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Disposición de residuos sólidos	Malo	Campañas para sensibilizar a la población en el uso y manejo de los residuos sólidos (reducir, reciclar y reutilizar)	Q2,000.00
		Basureros dedicados a coleccionar la basura orgánica e inorgánica	Q264.00

Tabla 18: Principales mejoras identificadas de residuos sólidos

Hoja de ruta para la gestión de mejoras



Ilustración 7: Hoja de ruta para la gestión de mejoras

Análisis de sostenibilidad

Técnica



Índice de sostenibilidad sistema de agua

	Descripción del índice	1	0.5	0
1	El sistema en su conjunto funciona correctamente conforme a los criterios establecidos en el diseño del proyecto ejecutivo	El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado	Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla	El sistema no funciona
2	El sistema de agua funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable	El sistema llega al 100% de los usuarios funcionando al menos 6 horas diarias continuas	El sistema llega al 100% de los usuarios, pero no a todas las horas el día. Es un funcionamiento que se interrumpe	El sistema no llega al 100% de los usuarios
3	El sistema de agua arroja un caudal diario suficiente para abastecer a todos los usuarios, teniendo en cuenta la estacionalidad de las fuentes. (Cantidad de agua disponible)	El sistema, aún en estaciones de escasez es capaz de suministrar agua potable al 100% de los usuarios	El sistema ofrece agua potable al 100% de los usuarios excepto en periodos de sequía	El sistema no tiene el caudal suficiente para abastecer al 100% de los usuarios
4	El caudal que llega a los usuarios es igual o mayor a 50 litros/persona/día (Cantidad de agua de consumo)	La cantidad de agua que reciben los usuarios es de más de 50 l/persona/día	La cantidad de agua que reciben los usuarios es entre 20-50 l/persona/día	La cantidad de agua que reciben los usuarios es menos de 20 l/persona/día
5	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas para la prestación de los servicios de agua	Se han llevado a cabo las suficientes capacitaciones técnicas dentro de las organizaciones comunitarias	Se han llevado a cabo capacitaciones, pero no suficientes	No ha habido ninguna capacitación
6	Existen técnicos/fontaneros trabajando en el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	Los sistemas de agua están vigilados y operados por personas con la capacidad adecuada a su labor	Existen técnicos especialistas, pero no cubren el 100% del mantenimiento del sistema	Existen técnicos especialistas, pero no cubren el 100% del mantenimiento del sistema
7	Se realizan actividades de operación y mantenimiento en base a los Planes de O&M elaborados	El mantenimiento del sistema se hace correctamente en base a una planificación previa y a las instrucciones de los planes O&M redactados	El sistema está parcialmente mantenido sobre una planificación de los planes de O&M	No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&M
8	Se han elaborado Planes de O&M y están al alcance de todas personas interesadas o implicadas en el sistema	Existen manuales de mantenimiento que son adecuados a la comprensión de la población	"Existen manuales de mantenimiento, pero no son comprensibles por la mayoría de la población"	No existen manuales ni ninguna información sobre el mantenimiento de los sistemas de agua
9	La tecnología implantada y decidida en conjunto con la población beneficiaria es la más asequible y la más apropiada para las condiciones locales estudiadas	La tecnología implantada es la más adecuada para el contexto de la comunidad rural (aspectos físicos, m.a. culturales y sociales)	La tecnología implantada es la más adecuada para el contexto físico de la comunidad rural, pero no coincide con los aspectos sociales	Se ha construido el sistema sin tener en cuenta las condiciones físicas ni sociales de la población beneficiaria
10	El sistema de agua se encuentra a una distancia máxima de 500m-30min desde la vivienda al punto donde se toma el agua	Los usuarios de agua se encuentran a menos de 500m o de 30min del punto de agua más cercano	El 50% de los usuarios se encuentra a menos de 500m o de 30min del punto de agua más cercano	Solo el 20% de los usuarios se encuentra a menos de 500m o 30min del punto de agua más cercano
11	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles a nivel local y/o regional y accesibles a la comunidad	Existe la disponibilidad de suministros, repuestos y servicios, pero no están al alcance de la población o los responsables del mantenimiento	No existen suministros, repuestos y servicios de reparación disponibles al alcance de la comunidad beneficiaria ni de los responsables del mantenimiento
12	El prestador de servicios tiene capacidad suficiente y adecuada para disponer de personal en las diferentes actividades de operación y mantenimiento	Hay continuamente presencia de personas encargadas de actividades de operación y mantenimiento en el tiempo que se necesite	Existe personal suficiente para hacer las actividades rutinarias, pero no tiene capacidad en caso de necesidades mayores	No hay personal suficiente para llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento del sistema
13	El prestador de servicios tiene toda la documentación técnica del sistema (planos, diseños...) además de manuales y guías de mantenimiento y operación	El prestador tiene toda la documentación técnica del sistema	El prestador tiene documentación pero no la tiene completa	El prestador de servicios no tiene la documentación técnica del sistema

Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras

0.153846154			
1.00	5	1.5	0
Índice de sostenibilidad de agua			
	Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
	13	6.5	

Tabla 19: Índice de sostenibilidad técnica

Índice de sostenibilidad en saneamiento básico

Descripción del índice	1	0.5	0
1 La accesibilidad física a dispositivos de disposición de excretas en hogares es total, estando cerca o dentro de los hogares y con caminos seguros para llegar a ellos.	90-100%	50-89%	0-49%
2 Los dispositivos de saneamiento son seguros, previenen el contacto de las personas y animales con las excretas, permiten privacidad, principalmente para mujeres y niñas.	90-100%	50-89%	0-49%
3 Los dispositivos considerados lavables cuentan con un tratamiento básico de las aguas que desechan, previniendo la presencia de contaminación fecal al aire libre.	90-100%	50-89%	0-49%
4 La condición socioeconómica de las familias de la comunidad, les permite acceder a un dispositivo para disposición de excretas a un costo al alcance de todas y todos.	0-10%	11-49%	50-100%
5 La presencia de estructuras de coordinación comunitaria que pudieran incidir en la gestión adecuada del saneamiento es relevante y se interesan en el tema.	4 o más	2 a 3	No existe ninguna
6 La accesibilidad física en los lugares públicos, es total, estando cerca o dentro de ellos y con caminos seguros.	90-100%	50-89%	0-49%
7 Los espacios públicos cuentan con tratamiento básico de excretas y aguas grises, así como infraestructura para el lavado de manos.	90-100%	50-89%	0-49%
8 El total de familias de la comunidad cuenta con un área y dispositivo de lavado de manos asociado al uso del baño o letrina.	90-100%	50-89%	0-49%
9 No existen pañales desechables cuya disposición final es no adecuada, dentro de la comunidad por lo que no son una fuente de contaminación fecal al aire libre.	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente
10 El total de familias de la comunidad cuentan con un tratamiento al menos básico de las aguas grises que desfogán.	90-100%	50-89%	0-49%
11 El total de las familias de la comunidad conocen ¿Cómo? y realizan el mantenimiento a su sistema de tratamiento de aguas grises.	90-100%	50-89%	0-49%
12 La forma de disposición final de los residuos sólidos generados en la comunidad es técnica y ambientalmente sostenible.	SI	Con avances	NO

Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras

0.16666667

1.42

8

0.5

0

Índice de sostenibilidad de saneamiento

Puntuación máxima

Puntuación obtenida

12

8.5

Tabla 20: Índice de sostenibilidad en saneamiento colectivo

Ambiental



Índice de sostenibilidad ambiental

	Descripción del índice	1	0.5	0
1	Existencia de áreas verdes o bosque alrededor de la fuente/toma de agua	SI	N/A	NO
2	Existencia de contaminación causada por basuras de hogares o por aguas servidas alrededor de la toma de agua (presencia de letrinas, animales, viviendas, basura doméstica, etc). O se presentan indicciones o riesgo de contaminación causada por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales, agrícolas, artesanales, etc.	NO	N/A	SI
3	Tipo de erosión presente en la zona	LEVE	MODERADA	ALTA
4	Nivel de vulnerabilidad a riesgos	PENDIENTES (0-15%) Y SIN ANTECEDENTES DE EVENTOS	PENDIENTES (16-50%) Y SIN ANTECEDENTES DE EVENTOS	PENDIENTES (>50%) O CON ANTECEDENTES DE EVENTOS

Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras	0.5			
	2.00	4	0	0
Índice de sostenibilidad ambiental				
		Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
		4	4	

Tabla 21: Índice de sostenibilidad ambiental



Manual de operación y mantenimiento

Son todas aquellas actividades que se llevan a cabo en las instalaciones del sistema, para permitir su funcionamiento de acuerdo a lo planificado.

Evaluación de la operación: que se debe mejorar en la operación

Funciones del operador o fontanero del sistema:

- Operar y mantener adecuadamente el sistema de agua.
- Inspeccionar periódicamente cada componente del sistema de agua.
- Informar mensualmente al comité de agua sobre el estado de conservación y funcionamiento del sistema de agua potable.

- Llevar los registros y control de las actividades de operación y mantenimiento en el cuaderno del operador.
- Solicitar al COCODE y Comité de Agua de la comunidad sobre las necesidades de compra de materiales, herramientas, equipo de protección personal, repuestos e insumos.
- Maniobrar las válvulas de control del sistema de agua potable, como el único autorizado.

Operación

	<p>POZO</p>	<p>QUE DEBO HACER:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Para poner en marcha la captación, después de cada mantenimiento, abrir la válvula de salida de compuerta cuando el agua ha llegado al nivel de rebalse. -Para realizar trabajos de mantenimiento cerrar la válvula de salida de la captación. -Revisar si hay algún agente que esté obstaculizando el paso del agua en el sistema de captación, especialmente en las tuberías de salida. -Revisar que la caja reunidora de caudales esté recibiendo correctamente el agua captada de los cuatro nacimientos. -Revisión que las válvulas de paso estén correctamente abiertas, que no tengan alguna obstrucción que pueda perjudicar el desarrollo del sistema. -Revisión de que las tapaderas de las captaciones y válvulas estén en condiciones adecuadas. 	<p>A CADA CUÁNTO: Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS: Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>
--	-------------	--	--	---

	<p>DEPÓSITO DE AGUA</p>	<p>QUE DEBO HACER:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Esperar a que el tanque se vacíe. -Ingresar dentro del tanque de distribución con los equipos de protección personal y materiales necesarios. -Limpiar con cepillos, escobas de plástico y espátulas las paredes, piso, parte interna de las tapas, pichachas y accesorios. -Abrir la válvula de compuerta de ingreso de agua, lo suficiente como para enjuagar con abundante agua el tanque de distribución y dejar salir el agua sucia por el tubo de limpieza, terminado la actividad cerrar la válvula de limpieza. -Esperar a que el tanque este lleno a 4/5 de la altura y proceder a abrir la válvula de paso hacia el sistema de distribución. 	<p>A CADA CUÁNTO: Cada tres meses</p>	<p>Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento</p>
	<p>RED DE DISTRIBUCIÓN</p>	<p>QUE DEBO HACER:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Para poner en funcionamiento: En el tanque de distribución, abrir la válvula de ingreso y de salida, cerrar las válvulas de limpieza -Para el mantenimiento de la línea de conducción y red de distribución mantener cerrados las válvulas de ingreso, salida, limpieza. Terminado las actividades abrir la válvula de ingreso y 	<p>A CADA CUÁNTO: Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS: Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento</p>

		<p>salida, mantener cerrados las válvulas de limpieza.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Para el mantenimiento y abastecimiento de agua abrir y graduar la válvula de salida del tanque dependiendo de la capacidad del caudal de ingreso al tanque. -Abrir las válvulas de limpieza para eliminar sedimentos y aire acumulados en las tuberías. Luego cerrarlos. -Abrir y calibrar las válvulas de paso de acuerdo a la demanda en cada sector y anotar esta acción en el cuaderno del operador. En caso de arreglo de roturas o para realizar nuevas instalaciones, cerrar la válvula. Terminada la actividad, abrirla. -Al final de los trabajos de desinfección de la línea de aducción y red de distribución abrir las válvulas de limpieza para el eliminar el agua con el desinfectante de las tuberías 		
	<p>ACOMETIDAS DOMICILIARES</p>	<p>QUE DEBO HACER:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Para poner en funcionamiento, abrir y regular el ingreso de agua con la llave de paso. -Abrir el grifo de los lavaderos cuando se requiera. -Cerrar las llaves del lavadero o de paso cuando se requiera. -En casos de mantenimiento de la 	<p>A CADA CUÁNTO: Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS: Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento</p>


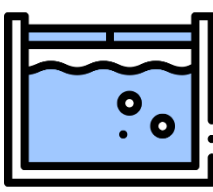
		<p>conexión domiciliare interna o corte temporal de agua, cerrar la llave de paso.</p> <ul style="list-style-type: none"> -En caso de emergencia, cortar el servicio. -En caso de mantenimiento de las conexiones domiciliare externas, cerrar el agua en la válvula de control más próxima y terminada la actividad, abrirla. 		
	EQUIPO DE TRABAJO	<p>QUE DEBO HACER: Contar con el equipo adecuado y personal calificado para la adecuada operación del sistema, el fontanero debe conocer el estado del sistema y debe hacer recorridos para identificar si existen fallas antes que estas puedan surgir</p>	<p>A CADA CUÁNTO: Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS: Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento</p>

Tabla 22: Manual de operación

Mantenimiento:

Es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir y corregir daños que se producen en las instalaciones o componentes del sistema de agua.

Evaluación del mantenimiento: que se debe mejorar en el mantenimiento

	POZO	<p>QUE DEBO HACER: Externo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores retirando malezas, piedras y objetos extraños. -Profundizar y/o limpiar la tubería de salida y de limpieza. -Cerrar la válvula de la salida. -Abrir la válvula de limpieza y esperar que 	<p>A CADA CUÁNTO: Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS: Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento</p>
---	------	--	--	--

		<p>salga el agua por la tubería</p> <ul style="list-style-type: none"> -Remover los sólidos que se encuentra en el fondo y limpiar, recomendable que sea con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios. -Medir el caudal de ingreso en litros por segundo. -Colocar el dado móvil en su lugar. Desinfección: -Preparar la solución para la desinfección. -Echar 6 cucharadas grandes de cloro en polvo al 30% en un balde con 10 litros de agua ò 3 cucharas soperas de cloro de 70% en 10 litros de agua. -Disolver bien, removiendo cuidadosamente por espacio de 5 minutos. -Con la solución y un trapo frotar los accesorios instalados en la captación. -Frotar paredes internas y piso de la captación. 		
	<p>DEPÓSITO DE AGUA</p>	<p>QUE DEBO HACER:</p> <p>Externa:</p> <ul style="list-style-type: none"> Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores eliminando hierbas, piedras y otros materiales extraños. -Limpiar el dado de rebalse. -Esperar a que el tanque se vacíe. -Ingresar dentro del tanque de almacenamiento con los equipos de protección 	<p>A CADA CUÁNTO:</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS:</p> <p>Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento</p>

		<p>personal y materiales necesarios.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Limpiar con cepillos escobas de plástico y espátulas las paredes, piso, parte interna de las tapaderas y pichacha. -Abrir la válvula de ingreso de agua, lo suficiente como para enjuagar con abundante agua el tanque de distribución y dejar salir el agua sucia por el tubo de limpieza, terminado la actividad cerrar la válvula de ingreso y colocar el dado móvil. <p>Desinfección:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Prevenga de un equipo de protección personal y preparar la solución desinfectante. -Mezcle 40 gramos o 4 cucharadas soperas de hipoclorito de sodio (cloro líquido) de 30% en 20 litros de agua. -Mover bien removiendo cuidadosamente. -Con esta solución y un trapo pasar las paredes, piso y accesorios dentro del tanque de almacenamiento. -Si la solución no fuera suficiente preparar otra manteniendo la misma concentración. -Abrir la válvula de ingreso lo necesario como para poder enjuagar con abundante agua las paredes, accesorios y piso, permitiendo que corra por la tubería de limpia 		
--	--	---	--	--

	<p>RED DE DISTRIBUCIÓN</p>	<p>QUE DEBO HACER:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Comunicar a la población con la debida anticipación el trabajo de mantenimiento y la interrupción temporal en el servicio de abastecimiento de agua. Pedir a la población que cierren sus llaves de paso. -Limpieza de las líneas expuestas. Desinfección: Para la desinfección de la línea de distribución se utiliza la solución clorada que se dejó reposar en el tanque durante 2 horas. <ol style="list-style-type: none"> 2. Asegurarse que las llaves de paso y válvulas de limpieza de la red estén cerradas. 3. Dejar circular la solución clorada por toda la red de tuberías. 4. Abrir las válvulas de paso de agua en la red de distribución hasta que salga muestras de la solución desinfectante, luego cerrarlas. 5. Dejar durante 4 horas esta solución clorada en toda la red. 6. Transcurrido el tiempo, abrir la válvula de limpieza de agua de la red de distribución para evacuar el desinfectante y los grifos en las conexiones domiciliarias para aprovechar esta solución para la desinfección. 7. Dejar que el agua enjuague la red de tuberías antes de cerrar las válvulas de paso y los grifos hasta 	<p>A CADA CUÁNTO:</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS:</p> <p>Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento</p>
--	-----------------------------------	---	---	---



		que no se perciba el olor a cloro o cuando el cloro residual medido en el tanque no sea mayor a 1.00 mg/l. 8. Se recomienda utilizar el servicio al día siguiente del trabajo de mantenimiento realizado.		
	ACOMETIDAS DOMICILIARES	<p>QUE DEBO HACER:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Verificar el funcionamiento de la llave de paso, grifos y accesorios. -Detectar las fugas de agua y de presentarse repararlas inmediatamente. -Limpiar externamente la caja de paso retirando hierbas, piedras y otros materiales extraños. -Verificar si la llave, tuberías y accesorios están ubicados entre 3 a 5 cm encima del lecho de grava. 	A CADA CUÁNTO: Cada tres meses	MEJORAS: Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento
	EQUIPO DE TRABAJO	<p>QUE DEBO HACER:</p> <p>Se debe contar con el equipo adecuado para realizar las actividades de mantenimiento del sistema de distribución.</p>	A CADA CUÁNTO: Cada tres meses	MEJORAS: Del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento

Tabla 23: Manual de mantenimiento

Cronograma de operación y mantenimiento



		ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	Pozo												
2	Sistema de bombeo												
3	Depósito de agua												
4	Red de distribución												
5	Acometidas domiciliarias												
6	Equipo de trabajo												

Tabla 24: Cronograma de operación y mantenimiento

Notas importantes para los tiempos de operación y mantenimiento:

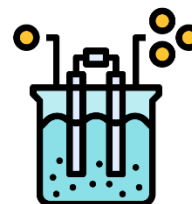
- Debe realizarse el mantenimiento preventivo, cada tres meses de todo el sistema
- Si no existe sistema de cloración, la desinfección de tuberías y componentes debe ser trimestralmente (ver proceso de desinfección en manual). Si existe sistema de cloración, debe realizarse semestralmente
- El mantenimiento del sistema debe realizarse la primera semana de cada mes indicado.
- El mantenimiento debe ser realizado con el equipo correcto y de seguridad para la población

Sistema de bombeo



La comunidad del Sector El Potrero cuenta con un sistema de bombeo con una bomba centrífuga de 1/2 HP trifásica y tubería PVC de 1" para la impulsión del agua por dos horas al día.

Medición de potencial de Hidrógeno



Para la medición del potencial de hidrógeno se basó en lo establecido por la norma NGO 29001, en la cual en su apartado 5.1 denominado "Características físicas y organolépticas" refiere que el rango entre 6.5 y 8.5 está catalogado dentro del límite máximo permisible para agua de consumo humano, motivo por el cual al analizar la calidad de agua en cuestión de acidez y alcalinidad en el Sector El Potrero se ha encontrado que cumple los requisitos necesarios para ser consumida sin riesgo a provocar efectos en la comunidad, dado que el promedio de medición en las viviendas fue de 7.50. El agua no tiene sabor, no tiene color u olor extraño, por lo que se considera bajo los criterios básicos de análisis, ideal para consumo humano.



Ilustración 8: Medición de potencial de Hidrógeno

Control de la calidad de agua



Ilustración 9: Control de la calidad del agua (ciclo)

**Medición de cloro
residual/COGUANOR 29001**

Semanalmente

**Medición de potencial de
Hidrógeno/COGUANOR 29001**

Semanalmente

**Coliformes fecales/Escherichia
Coli/COGUANOR 29001**

al menos una vez por año

**Análisis mínimo/COGUANOR
29001**

Ilustración 10: Control de la calidad del agua (diagrama)

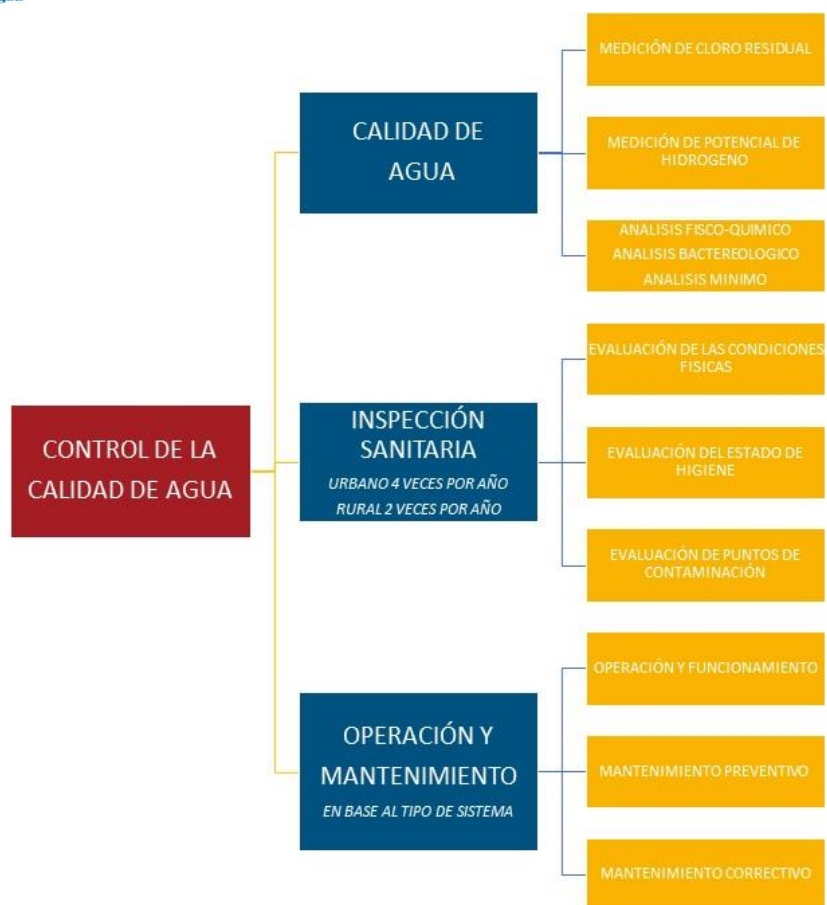


Ilustración 11: Control de la calidad del agua (organigrama)

Anexo 1: Análisis de sostenibilidad técnica:

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Mejoras
1	El sistema en su conjunto funciona correctamente conforme a los criterios establecidos en el diseño del proyecto ejecutivo	60 personas con acceso a un sistema continuo de agua de calidad y cantidad aceptables	Información verificada a través de consulta realizada en campo	1.0, El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado	Corrección preventiva, para evitar riesgos a futuros
2	El sistema de agua construido funciona al menos 6 horas diarias	2 horas/día	Información verificada a través de consulta	1.0, El sistema llega al 100% de los usuarios	Optar a una nueva fuente para el suministro de agua para cubrir

	continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable.		realizada en campo	funcionando al menos 6 horas diarias continuas	la dotación y demanda requerida
3	El caudal que llega a los usuarios es igual o mayor a 50 l/hab/día (Cantidad de agua de consumo)	Caudal de 0.04 l/s	Información verificada en las fuentes de nacimiento, medición del caudal realizada por el método volumétrico	1.0, La cantidad de agua que reciben los usuarios es de más de 50 l/persona/día	Optar a una nueva fuente para el suministro de agua para cubrir la dotación y demanda requerida
4	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas entre las organizaciones comunitarias para la prestación de los servicios de agua	Cero capacitaciones Técnicas realizadas	No se han realizado capacitaciones	0.0, No ha habido ninguna capacitación	Solicitar capacitaciones en tema de agua y saneamiento a instituciones, municipalidad u organizaciones especializadas en temática de agua y saneamiento
5	Existen fontaneros asignados para el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	Un fontanero	Información obtenida por el COCODE	1. Los sistemas de agua están vigilados y operados por personas con la capacidad adecuada a su labor	Capacitación técnica, constante y periódica para los fontaneros
6	Se realizan actividades de operación y mantenimiento en base a los	Cero informes sobre las actividades llevadas a cabo en la O&M	Información obtenida por el COCODE	0.0, No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&M	Realizan actividades de operación y mantenimiento en base a los

	Planes de O&M elaborados				Planes de O&M elaborados
7	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	Lugar de suministros	No existen ferreterías en la comunidad que provean de insumos	0.0, No existen suministros, repuestos y servicios de reparación disponibles al alcance de la comunidad beneficiaria ni de los responsables del mantenimiento	Promover el almacenamiento de materiales más usados en las reparaciones, a partir de una bodega destinada para este uso

Tabla 25: Análisis de sostenibilidad técnica

Análisis de sostenibilidad ambiental:

No	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Mejoras
1	El agua que se distribuye en los sistemas de agua construidos o mejorados cumple con las normas de calidad de agua del país para su consumo humano COGUANOR 29001	Concentración de cloro y elementos nocivos	Muestras y análisis del agua para ver su grado de potabilización	1.0, El sistema funciona correctamente y todos sus componentes se encuentran en buen estado	El sistema si se desinfecta por medio de pastillas de hipoclorito de calcio
2	Se hacen análisis de agua mensuales para asegurar que la calidad del agua cumple con lo establecido en las normas de calidad de agua exigidas por el país	Cero análisis	No se hacen análisis mensuales al sistema de agua	0.0, No se lleva a cabo ningún tipo de análisis de agua	Solicitar por parte de la comandad que se realicen análisis de agua y a su vez, solicitar el informe de laboratorio
3	La toma de agua a la que	Observación directa	*Fotos	1.0, La toma de agua está	Protección de las fuentes de

	pertenece la fuente de agua esta forestada, cercada y protegida de contaminación		*Documentos que validen la protección de la fuente	forestada, cercada y protegida de contaminación	agua para evitar afecciones externas. Limpieza constante del área del nacimiento, dado que en la visita de campo se evidencio una presencia muy considerable de suciedad
4	Las aguas que entran y que posteriormente conduce el sistema no están contaminadas (Salinización, alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua)	Cero análisis / análisis in situ	No se tiene documentación que avale o contradiga este apartado	1.0, Las aguas del sistema no están contaminadas y si están, se han identificado los riesgos de contaminación del agua y definido medidas para mitigar dichos riesgos	Realizar estudios de laboratorio (físico-químico y bacteriológico)
5	Se realizan actividades para mantener las fuentes de agua protegidas y aisladas de posible contaminación	Tres actividades	Únicamente se realiza el mantenimiento por parte del COCODE	1.0, Se han realizado y se realizan periódicamente actividades que mantengan las fuentes de agua protegidas	Realización de actividades donde se incluya a la población para el mantenimiento y preservación de las fuentes
6	Todos los usuarios del sistema de agua al menos han sido capacitados una vez en educación ambiental	Cero Capacitación es en educación ambiental	No se han tenido capacitaciones generales de toda la comunidad	0.0, No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&M	Implementación de planes de operación y mantenimiento del sistema.
7	Existencia de un análisis inicial de riesgos e identificación y puesta en	Cero análisis existentes	No hay Documentación del análisis	0.0, No existe ningún tipo de análisis sobre los riesgos en la	Socialización de este plan de mejora dado que contempla un análisis de

	marcha de medidas específicas de reducción del riesgo y en general medidas destinadas a reforzar la permanencia de la infraestructura y la continuidad del servicio.			zona de intervención	riesgo del sistema
8	Existencia de planes de contingencia donde se establezcan procedimientos operativos para la respuesta conforme a los requisitos de recursos previstos y a la capacidad necesaria para determinados riesgos a nivel local, regional o nacional (Ej. desastres naturales y limitaciones de suministro)	Cero planes	No se tienen planes de contingencia	0.0, No existen planes de contingencia	Solicitud de estudio de planes de contingencia ante los riesgos presentes en la zona de estudio
9	Existe un plan de manejo de cuencas que se aplica a la cuenca a la que pertenece el sistema de agua	Cero Documentos	No se tiene documentos de manejo o estudios de la cuenca hidrográfica	0.0, No existen planes de manejo de cuenca	Realización de estudio de la condición de la cuenca

Tabla 26: Análisis de sostenibilidad ambiental

Anexo 2: Presupuesto de mejoras



Presupuesto Integrado

PRESUPUESTO INTEGRADO

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MEJORA EN SISTEMA DE AGUA					
1	Muro de circulación tanque de distribución	global	1	Q 50,771.35	Q 50,771.35
2	Contador de agua	unidad	11	Q 1,022.33	Q 11,245.63
3	Depósito de agua (ROTOPLAS)	unidad	1	Q 2,400.00	Q 2,400.00
4	Excavación de hoyo en pozo	metros	5	Q 500.00	Q 2,500.00
5	Implementar plan de control en la calidad	global	1	Q 1,500.00	Q 1,500.00
6	Implementar plan de operación y mantenimiento del sistema de agua	global	1	Q 3,500.00	Q 3,500.00
TOTAL RENGLON DE MEJORA EN SISTEMA DE AGUA					Q 21,145.63
MEJORAMIENTO SISTEMA DE SANEAMIENTO					
1	Implementación SANTOLIC para lograr una comunidad FIDAL	global	1	Q 12,100.00	Q 12,100.00
2	Disposición de residuos sólidos	global	1	Q 2,264.00	Q 2,264.00
TOTAL MEJORAMIENTO SISTEMA DE SANEAMIENTO					Q 14,364.00
TOTAL					Q 35,509.63

Tabla 27: Presupuesto Integrado

Presupuesto desglosado

MURO DE CIRCULACIÓN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

MATERIALES						
1	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO		TOTAL
MATERIALES LOCALES						
1.01	ARENA DE MINA	5.10	m ³	Q 254.80	Q	1,298.57
1.02	PIEDRIN TRITURADO	4.40	m ³	Q 298.20	Q	1,312.88
1.03	TABLA DE MADERA DE PINO 1"x10"x9'	3.00	doc.	Q 455.00	Q	1,365.00
1.04	PARAL DE MADERA DE PINO 3"x3"x9'	2.00	doc.	Q 292.50	Q	585.00
MATERIALES NO LOCALES						
1.05	CEMENTO UGC	71.90	saco	Q 78.75	Q	5,662.48
1.06	BLOCK VACIO 14x19x39 cm (doble tabique central)	385.00	unidad	Q 4.73	Q	1,819.13
1.07	Block tipo U 14x19x39 cm.	87.50	UNIDAD	Q 4.73	Q	413.88
1.08	HIERRO Ø 3/8" GRADO 40	7.81	qq	Q 441.00	Q	3,445.08
1.09	HIERRO Ø 1/4" COMERCIAL	2.05	qq	Q 441.00	Q	904.05
1.10	ALAMBRE DE AMARRE	0.50	qq	Q 420.00	Q	210.00
1.11	CLAVO DE 3"	0.15	qq	Q 472.50	Q	70.88
1.12	CLAVO DE 4"	0.10	qq	Q 472.50	Q	47.25
1.13	TUBO H.G. Ø 1 1/2" TIPO LIVIANO	2.00	Tubo	Q 234.66	Q	468.16
1.14	TUBO H.G. Ø 1 1/2" TIPO LIVIANO	9.10	Tubo	Q 234.66	Q	2,135.45
1.15	HIERRO PLANO 3/4" x 1/4"	21.60	unidad	Q 115.50	Q	2,494.80
1.16	MALLA DE 2 X 2	2.19	Rollo	Q 367.50	Q	803.91
1.17	ALAMBRE GALVANIZADO CALIBRE 12	70.00	m	Q 10.50	Q	735.00
1.18	PUERTA DE 1.25 M	1.00	UNIDAD	Q 1,260.00	Q	1,260.00
TOTAL DE MATERIALES MURO DE CIRCULACIÓN					Q	25,031.49
MANO DE OBRA CALIFICADA						
	ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO		TOTAL
	TRAZO	35.00	M	Q 6.00	Q	210.00
	NIVELACION Y COMPACTACION DEL TERRENO	21.00	m ²	Q 8.00	Q	168.00
	ARMADO DE CIMIENTO CORRIDO	35.00	ml	Q 12.00	Q	420.00
	FUNDICION DE CIMIENTO CORRIDO	2.80	m ³	Q 225.00	Q	630.00
	ARMADO DE COLUMNAS C-A	41.50	ml	Q 12.00	Q	498.00
	COLOCACIÓN Y CENTRADO DE COLUMNAS C-B	17.50	Unidad	Q 5.00	Q	87.50
	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS C-B	41.50	ml	Q 10.00	Q	415.00
	FUNDICIÓN DE COLUMNAS C-B	1.72	m ³	Q 225.00	Q	385.89
	LEVANTADO DE MURO DE CIMIENTO	37.80	m ²	Q 60.00	Q	2,268.00
	ARMADO DE SOLERA DE HUMEDAD	35.00	ml	Q 12.00	Q	420.00
	ENCOFRADOY DESENCOFRADO DE SOLERA DE HUMEDAD	35.00	ml	Q 10.00	Q	350.00
	FUNDICIÓN DE SOLERA DE HUMEDAD	1.12	m ³	Q 225.00	Q	252.00
	LEVANTADO DE MURO DE BLOCK	30.80	m ²	Q 60.00	Q	1,848.00
	ARMADO DE SOLERA INTERMEDIA	35.00	ml	Q 12.00	Q	420.00



ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOLERA INTERMEDIA	35.00	ml	Q	10.00	Q	350.00
FUNDICIÓN DE SOLERA INTERMEDIA	0.65	ml	Q	225.00	Q	147.26
TALLADO DE SOLERA INTERMEDIA	14.00	m ²	Q	12.00	Q	168.00
INSTALACIÓN DE MALLA CALIBRE 12 (incluye trabajos de herrería)	35.00	ml	Q	25.00	Q	875.00
INSTALACIÓN DE PUERTA DE 1.00 M	1.00	Unidad	Q	500.00	Q	500.00
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA				Q		10,412.65

MANO DE OBRA NO CALIFICADA

ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
TRAZO	3.00	JORNALES	Q 90.16	270.48
EXCAVACION	20.00	JORNALES	Q 90.16	1,803.20
TRANSPORTE DE AGREGADOS	32.00	JORNALES	Q 90.16	2,885.12
TRANSPORTE DE MADERA	52.00	JORNALES	Q 90.16	4,688.32
TRANSPORTE DE CEMENTO	18.00	JORNALES	Q 90.16	1,622.88
TRANSPORTE DE MATERIALES	12.00	JORNALES	Q 90.16	1,081.92
TRANSPORTE DE BLOCK	16.00	JORNALES	Q 90.16	1,442.56
PREPARACION DE CONCRETO	12.00	JORNALES	Q 90.16	1,081.92
INSTALACIÓN DE MALLA PERIMETRAL	5.00	JORNALES	Q 90.16	450.80

TOTAL MANO DE OBRA NO CALIFICADA

MURO DE CIRCULACIÓN			Q	15,327.20
----------------------------	--	--	----------	------------------

RESUMEN

MATERIALES			Q	25,031.49
MANO DE OBRA CALIFICADA			Q	10,412.65
MANO DE OBRA NO CALIFICADA			Q	15,327.20
TOTAL DE MURO DE CIRCULACIÓN			Q	50,771.35

CONTADOR DE AGUA

		MATERIALES				
2	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL	
MATERIALES LOCALES						
2.01	ARENA DE MINA	0.01	m ³	Q 254.80	2.08	
2.02	PIEDRIN TRITURADO	0.01	m ³	Q 298.20	2.44	
MATERIALES NO LOCALES						
2.03	CEMENTO UGC	0.18	saco	Q 78.75	14.50	
2.04	CAJA PARA VÁLVULA DE COMPUERTA, CONTADOR Y CHEQUE	1.00	unidad	Q 78.75	78.75	
2.06	TUBO PVC 315 PSI Ø 1/2"	0.25	Tubo	Q 22.40	5.60	
2.08	REDUCIDOR BUSHING LISO Ø 3/4 " x 1/2"	1.00	unidad	Q 2.24	2.24	
2.09	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"	2.00	unidad	Q 0.88	1.76	
2.09	VÁLVULA ANTI FRAUDE Ø 1/2"	1.00	unidad	Q 100.00	100.00	
2.11	MEDIDOR DOMICILIAR Ø 1/2"	1.00	unidad	Q 375.00	375.00	
2.12	ADAPTADOR MACHO PVC Ø 1/2"	2.00	unidad	Q 0.88	1.76	
2.11	VÁLVULA DE CHEQUE	1.00	unidad	Q 74.00	74.00	
2.14	VALVULA DE COMPUERTA DE Ø 1/2"	1.00	unidad	Q 75.00	75.00	
2.16	TUBO H.G. Ø 1/2 " TIPO LIVIANO	0.25	Tubo	Q 106.58	26.64	
2.18	COPLA H.G. Ø 1/2 "	1.00	unidad	Q 2.95	2.95	



2.20	TEFLON 3/4"	0.10	UNIDAD	Q	2.75	Q	0.28
TOTAL MATERIALES DE CONEXIÓN DOMICILIAR							Q 763.00
MANO DE OBRA CALIFICADA							
	ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD		PRECIO		TOTAL
	COLOCACIÓN DE CAJAS DE CONCRETO	1.00	Unidad	Q	50.00	Q	50.00
	COLOCACION TUBERIA Y ACCESORIOS	1.00	Lote	Q	20.00	Q	20.00
TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA DE CONEXIÓN DOMICILIAR							Q 70.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA							
	ELEMENTO	CANTIDAD	UNIDAD		PRECIO		TOTAL
	TRANSPORTE DE AGREGADOS	0.20	JORNALES	Q	90.16	Q	18.03
	TRANSPORTE DE CEMENTO	0.50	JORNALES	Q	90.16	Q	45.08
	TRANSPORTE DE MATERIALES	1.00	JORNALES	Q	90.16	Q	90.16
	PREPARACION DE CONCRETO	0.40	JORNALES	Q	90.16	Q	36.06
TOTAL MANO DE OBRA NO CALIFICADA CONEXIÓN DOMICILIAR							Q 189.34
RESUMEN							
MATERIALES							Q 763.00
MANO DE OBRA CALIFICADA							Q 70.00
MANO DE OBRA NO CALIFICADA							Q 189.34
TOTAL CONTADOR							Q 1,022.33

IMPLEMENTAR PLAN DE CONTROL EN LA CALIDAD DE AGUA

	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
3.00	Análisis del agua en laboratorio	1.00	global	Q 1,500.00	Q 1,500.00
TOTAL					Q 1,500.00

IMPLEMENTAR PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA

	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
4.00	Caja de herramientas	1.00	global	Q 3,500.00	Q 3,500.00
TOTAL					Q 3,500.00

DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
5.00	Campañas para sensibilizar a la población en el uso y manejo de los residuos solidos (reducir, reciclar y reutilizar)	1.00	global	Q 2,000.00	Q 2,000.00
5.01	Basureros dedicados a colectar la basura orgánica e inorgánica (11 familias)	11.00	global	Q 24.00	Q 264.00
TOTAL DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS					Q 2,264.00

IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR UNA COMUNIDAD FIDAL

	MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
6.00	Implementación SANTOLIC para lograr una comunidad FIDAL	1.00	global	Q 12,100.00	Q 12,100.00
TOTAL IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR UNA COMUNIDAD FIDAL					Q 12,100.00

Tabla 28: Presupuesto desglosado



Especificaciones técnicas

Circulación muro del-depósito de agua

La circulación del depósito de agua consiste en la implementación de muros perimetrales de elementos de concreto armado, muros de mampostería confinada, malla y estructura de metal. Es una obra que debe proteger a los elementos del sistema de la injerencia del medio ambiente y de personas ajenas a la operación de los mismos. La obra incluirá medios muros de block, apoyados en cimiento corrido de concreto armado, y confinados con soleras intermedia y columnas, soleras de block tipo U y combinados con postes de concreto prefabricado en las áreas de los terrenos que por su topografía no son aptos para los muros de mampostería. Todos los elementos de concreto deberán tener una resistencia de 210 Kg/cm² o 3000 PSI.

- El acero a utilizar será legítimo grado 40, cuyas dimensiones y combinaciones están delimitadas en planos.
- Cimiento corrido 0.20 x 0.40 m. con 3 No. 3 y Esl. No. 3 @ 0.15 m.
- Muro de block sisado, utilizar block normado tipo B.
- Soleras de humedad e intermedias: 0.15 x 0.20 m con 4 No. 3 y Est. No. 2 @ 0.15 m
- Solera final de block tipo U con 2 No. 3 y Esl. No. 2 @ 0.15 m.
- Columnas de cimiento a borde de muro de 0.18 x 0.18 x L con 4 No. 4 y Est. No. 2 @ 0.15 m.
- Postes de tubo galvanizado de 1 1/2" para confinar la estructura de metal y malla galvanizada cal. 16.
- Planas de 1" x 1/4" para rigidizar la malla en los cuadros interiores del tubo galvanizado. Punta doblada con alambre de púas en la parte superior de los postes de hierro galvanizado.
- Puerta de tubo de hierro galvanizado, marcos de planas y malla cal. 16.
- Pinturas, sisados y otros acabados en concreto y metal.

Soldaduras y accesorios de sujeción para construcción de cerco de hierro galvanizado y malla.

Instalación de contadores de agua

Cada contador de agua estará integrado por los componentes siguientes:

Un medidor volumétrico de 1/2" de diámetro, una válvula de cheque, una válvula de compuerta y una válvula antifraude.

Tubería y accesorios de cloruro de polivinilo (PVC), deberá cumplir con todo lo especificado para esta clase de tubería en éste mismo documento, deberán tener una presión mínima de trabajo de 315 libras/pulg², y un diámetro de 1/2".

Válvula antifraude, es una válvula que, puede abrirse con una llave específica y con una secuencia de actuación.

Deberá instalarse antes del medidor volumétrico y ser capaz de soportar una presión de trabajo de 10 bares y una presión de prueba de hasta 25 bares.



Medidor de velocidad, de chorro múltiple, de una sola parte móvil, la turbina se encuentra en contacto con el agua, lo que produce un desgaste mínimo de los elementos, el registro debe ser sellado y de transmisión magnética, el encapsulado debe estar fabricado de acero inoxidable, el talco debe ser de vidrio garantizado contra empañamiento, la configuración de la carátula es de tres punteros, con indicador de movimiento de caudal mínimo, presión de trabajo máxima hasta 10 bar. Con cuerpo de bronce (aleación de bronce anticorrosión) y de registro seco, sellado herméticamente al vacío y con protección magnética. Equipado con indicador rotatorio de flujos muy bajos y fugas. Caratula de policarbonato y talco de vidrio antiempañante de alta resistencia a impactos.

La lectura se deberá registrarla en metros cúbicos con un marcador de por lo menos 5 dígitos y un decimal. El medidor deberá colocarse en posición horizontal.

El medidor deberá ser clase "B", que corresponde para aguas claras y turbiedades bajas. Su fabricación deberá cumplir con normas MID 2004/22 /EC, SEGÚN OIML R49 EN 14154 E ISO 4064:2005, referente a caudal mínimo, caudal de transición, caudal permanente y caudal máximo, AWWA C 708.

Válvula de cheque, de material bronce que impedirá el retorno del agua a la red de distribución.

Válvula de compuerta necesaria para interrumpir el flujo dentro de la vivienda para realizar las reparaciones requeridas.



Bibliografía

INFOM-UNEPAR. Noviembre (2011). Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano. Ciudad de Guatemala: INFOM-UNEPAR.

INFOM-UNEPAR. Noviembre (2011). Guía de Normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala. Ciudad de Guatemala: INFOM-UNEPAR.

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL. (2021). Indicadores de enfermedades de tipo diarreicas. Municipio de San Andrés Semetabaj, Departamento de Sololá.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA -INE- (2011). Tasa de crecimiento poblacional en áreas rurales de Guatemala. GUATEMALA.

SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRESIDENCIA. SEGEPLAN. (2013). Guía sobre costos promedio de construcción. Guatemala.