



# PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

CABECERA MUNICIPAL SAN ANDRES  
SEMETABAJ

## Descripción breve

PLAN DE MEJORA DEL SISTEMA DE AGUA CONOCIDO COMO CHUIYÁ, ASÍ COMO DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO DE LA CABECERA MUNICIPAL, TOMANDO EN CUENTA EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y DE LOS DESECHOS SÓLIDOS

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:

HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Municipalidad de San Andrés Semetabaj:

Lic. Gaspar Chumil Morales  
Alcalde Municipal.

Filiberto Xep  
Oficina Municipal de Servicios Públicos.

“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

Ficha Técnica .....	6
Resumen ejecutivo .....	7
Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar .....	8
Estado del sistema de agua.....	8
Estado de saneamiento .....	8
Localización de la zona de estudio .....	10
Datos generales de la comunidad/casco urbano.....	11
Objetivos del plan de mejora.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Información del sistema de agua y saneamiento.....	13
Mapas de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento .....	14
Análisis del sistema de agua evaluado .....	17
Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado .....	18
Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos.....	19
Análisis del saneamiento en el municipio.....	23
Análisis de la disposición de aguas residuales.....	23
Caracterización de aguas residuales .....	23
Tipo de tratamiento existente.....	24
Análisis de la disposición de residuos sólidos .....	25
Caracterización de desechos sólidos .....	26
Estado de enfermedades de origen hídrico .....	27
Análisis de la oferta .....	27
Análisis de la demanda.....	28
Análisis de la capacidad de almacenamiento.....	28
Análisis de oferta - demanda .....	29
Principales mejoras identificadas del sistema de agua.....	30



Mejoras en el sistema de agua a corto plazo .....	30
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo .....	30
Mejoras en el sistema de agua a largo plazo .....	31
Principales mejoras identificadas de saneamiento.....	31
Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo.....	31
Principales mejoras identificadas de residuos sólidos.....	31
Hoja de ruta para la gestión de mejoras.....	32
Análisis de sostenibilidad.....	32
Sostenibilidad Técnica .....	32
Sostenibilidad Ambiental.....	35
Presupuesto de mejoras .....	36
Manual de operación y mantenimiento.....	36
Operación.....	37
Mantenimiento.....	39
Cronograma de operación y mantenimiento.....	42
Dispositivos/ Instalaciones especiales .....	43
Resultados de la calidad de agua .....	44
Medición de cloro residual.....	44
Medición de potencial de Hidrogeno .....	46
Medición de presión de servicio .....	47
Control de la calidad de agua .....	49
Anexos.....	52
Anexo 1: Análisis de sostenibilidad técnica.....	52
Análisis de sostenibilidad ambiental .....	55
Anexo 2: Presupuesto de mejoras.....	61
Presupuesto Integrado .....	61
Presupuesto desglosado.....	62
Anexo 3: Especificaciones técnicas.....	72
Anexo 4: Planos.....	74
Anexo 5: Reglamento Municipal de Agua.....	78
Bibliografía .....	79



## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1. Mapa de ubicación del sistema de agua Chuiyá.....	14
Ilustración 2. Diagrama de flujo del sistema Chuiyá.....	18
Ilustración 3. Vista de captación en nacimiento El Banco .....	19
Ilustración 4. Filtro Sacutiú, cuya infraestructura ha colapsado y se encuentra fuera de uso.....	20
Ilustración 5. Captación Sacutiú, infraestructura dañada.....	20
Ilustración 6. Vista de la circulación del tanque donde se ubica el sistema de desinfección .....	21
Ilustración 7. Vista de la circulación, tanque Chuiyá .....	21
Ilustración 8. Fuga en una de las válvulas de la red de distribución.....	22
Ilustración 9. Esquema de tratamiento anaerobio .....	24
Ilustración 10. Esquema de tratamiento aerobio .....	25
Ilustración 11. Vista del área de descarga en compostera .....	26
Ilustración 12. Diarreas en menores de 5 años en San Andrés Semetabaj.....	27
Ilustración 13. Proyección de producción y necesidad de agua, sistema Chuiyá.....	29
Ilustración 14. Hoja de ruta para la gestión de las mejoras.....	32
Ilustración 15. Medición de cloro residual en una vivienda.....	45
Ilustración 16. Medición de cloro residual en el tanque de distribución.....	46
Ilustración 17. Medición de presión de servicio.....	48
Ilustración 18. Factores que intervienen en la calidad del agua.....	49
Ilustración 19. Actividades a realizar para control de la calidad del agua .....	50

## Índice de Tablas

Tabla 1. Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento, San Andrés Semetabaja .....	6
Tabla 2. Estado del sistema de agua .....	8
Tabla 3. Estado del saneamiento .....	9
Tabla 4. Localización del estudio .....	10
Tabla 5. Datos generales .....	11
Tabla 6. Servicios básicos.....	11
Tabla 7. Riesgos evaluados en las captaciones.....	19
Tabla 8. Riesgos evaluados en sistema de desinfección .....	21
Tabla 9. Riesgos evaluados en red de distribución .....	22
Tabla 10. Riesgos en puntos de consumo.....	22
Tabla 11. Valores de descarga, PTAR San Andrés Semetabaj. ....	24
Tabla 12. Análisis de demanda actúa y futura, sistema Chuiyá.....	28
Tabla 13. Análisis de la capacidad de almacenamiento actual del Sistema Chuiyá.....	28



Tabla 14. Índice de sostenibilidad ambiental .....	35
Tabla 15. Presupuesto de mejoras .....	36
Tabla 16. Cronograma de operación.....	42
Tabla 17. Cronograma de mantenimiento .....	43
Tabla 18. Resultados de medición de cloro residual en viviendas del sistema Chuiyá.....	45
Tabla 19. Resultados de la medición de pH en las viviendas.....	47
Tabla 20. Resultados de la medición de presión de servicio en viviendas .....	48



## Ficha Técnica

<b>Objetivo:</b>	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	
<b>Alcance Geográfico:</b>	Cabecera Municipal de San Andrés Sementabaj	
<b>Institución implementadora:</b>	Municipalidad de San Andrés Semetabaj	
<b>Componentes:</b>	Técnico y Ambiental	
<b>Beneficiarios:</b>	1940 personas	
<b>Opciones de Financiamiento:</b>	Presupuesto municipal, fondos del Consejo de Desarrollo, INFOM, y Cooperación internacional.	
<b>Periodo de ejecución:</b>	5 años	
<b>Acciones estratégicas:</b>	Aprobación del Plan por parte del Concejo Municipal para darle legitimidad y carácter de oficial, apoyar la institucionalización del servicio fortaleciendo el derecho humano al agua y saneamiento.	
	Sensibilizar al área urbana, 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.	
	Actualizar el reglamento del servicio	
	Creación de oficina de Agua y Saneamiento	
	Sensibilización para uso de cloro	Q 1,164.00
	Implementar plan de control de calidad del agua	Q 1,500.00
	Sensibilización uso del agua / importancia de micro - medición	Q 1,164.00
	Instalación de macro medidor	Q 15,846.30
	Capacitación a operadores de PTAR	Q 2,180.00
	Circulación en el predio del tanque	Q 85,020.98
Reparación de captación	Q 97,575.30	
Estudio de factibilidad para disposición final de desechos inorgánicos	Q 75,000.00	

Tabla 1. Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento, San Andrés Semetabaj

## Resumen ejecutivo



La cabecera municipal de San Andrés Semetabaj cuenta con una cobertura del 100% de agua a través de tres sistemas de agua, y una cobertura del 100% de saneamiento, para realizar este plan de mejora se consideró el sistema de agua conocido como Chuiyá, el cual junto con el denominado Panatzajar constituyen los dos sistemas principales de esta cabecera municipal, priorizando Chuiyá debido a las recientes mejoras realizadas en el otro sistema. Para la realización de este plan de mejora se ha tomado como referencia información proporcionada por la municipalidad, así como datos de campo determinados en base a un muestreo estadístico con la visita a 40 viviendas de un total de 388, que conforman el Sistema de Agua Chuiyá.

No se cuenta con un plan de mejora dentro de la municipalidad 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, determinación de mejoras para mejorar la prestación de estos servicios, también se presenta la sostenibilidad técnica de agua y saneamiento así como ambiental.

La cabecera municipal actualmente cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas, y de aguas grises, así como con planta de tratamiento de aguas residuales; en el tema de residuos sólidos cuentan con sistema de recolección y disposición final.

El sistema de abastecimiento de agua tiene más de 35 años de haberse construido, durante este periodo se han implementado algunas mejoras, principalmente en línea de conducción, distribución y captaciones, los principales problemas identificados en el sistema son: vulnerabilidad de algunos elementos, como captaciones y tanque de distribución, y falta de continuidad en el servicio. Para proveer de un servicio adecuado y de calidad el sistema, se proponen mejoras que pueden ser implementadas por la municipalidad, principalmente en énfasis de calidad de agua, hay cobertura total, la continuidad es de 12 horas al día y 7 días a la semana, el sistema cuenta con sistema de



desinfección por medio de hipoclorito de calcio el cual funciona ya que se midió la presencia de cloro residual durante las visitas a las viviendas y en el tanque de distribución.

## 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	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Captación El Banco	Bueno	Ninguna	En buen estado	No Aplica	No Aplica
Captación Sacutiú	Malo	Reconstrucción de la captación	Q 97,575.30	Municipalidad	
Captación don Yemo	Bueno	Ninguna	En buen estado	No Aplica	No Aplica
Línea de conducción	Bueno	Ninguna	En buen estado	No Aplica	No Aplica
Tanque de distribución	Regular	Circulación / Macromedidor de 3"	Q 84,348.50 / Q 15,846.30	Municipalidad	
Línea de distribución	Bueno	Ninguna	En buen estado	No Aplica	No Aplica
Conexiones domiciliarias	Bueno	Ninguna	En buen estado	No Aplica	No Aplica

Tabla 2. Estado del sistema de agua

### Estado de saneamiento

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR)	Regular	Mejorar el mantenimiento de las unidades de la Planta de Tratamiento de Agua Residual (PTAR)	Costo mensual de operadores	Municipalidad	Personal de Mantenimiento
Planta de Tratamiento de Agua	Regular	Capacitación a operadores de PTAR	Q 2,180.00	Municipalidad	Apoyo de instituciones como



Residual (PTAR)					AMSCLAE o RUK'UX'YA'
Manejo de Desechos Sólidos	Regular	Realización de estudio de factibilidad para disposición final los residuos sólidos	Q 75,000.00	Municipalidad	No se cuenta con recursos, se debe presupuestar

Tabla 3. Estado del saneamiento



## Localización de la zona de estudio



Identificación	
Cabecera Municipal	San Andrés Semetabaj
Comunidad	Cabecera Municipal
Colindancias	
Al norte	Quiché
Al Sur	San Antonio Palopó
Al Este	Chimaltenango
Al Oeste	Sololá, Panajachel, Santa Catarina Palopó
Coordenadas geográficas	
Latitud	N 14°44'42"
Longitud	O 91°08'05"
Altura	1945 msnm
Extensión territorial	
Superficie	48 km <sup>2</sup>
Cuenca	Lago de Atitlán / Río Madre Vieja
Características particulares	
Clima	Templado
Rango de temperatura anual	9 - 24°C
Precipitación media	2895 mm
Tipo de suelo	Patzitié, Tolimán, Totonicapán, y Zacualpa
Uso de suelo y vegetación	Agricultura, coníferas, bosque secundario

Tabla 4. Localización del estudio

## Datos generales de la comunidad/casco urbano



DATOS GENERALES	
Nombre:	Cabecera Municipal de San Andrés Semetabaj
Población:	3,022 habitantes
Viviendas con acceso a agua	780 viviendas
Porcentaje de cobertura de agua	100%
Viviendas con acceso a saneamiento	780 viviendas
Porcentaje de cobertura de saneamiento	100%
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Q 200.00 Tiempo que le llevaría a una familia adquirir el servicio según los ingresos promedios: 2.5 días laborales
Costo de acceso a un servicio de saneamiento (drenaje)	Q 100.00 Tiempo que le llevaría a una familia adquirir el servicio según los ingresos promedios: 1.5 días laborales

Tabla 5. Datos generales



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	6 instituciones educativas
Salud	1 Puesto de salud, y Clínicas de consulta privada
Energía Eléctrica	ENERGUATE
Principal actividad productiva	Agrícola

Tabla 6. Servicios básicos



## Objetivos del plan de mejora



### Objetivo General

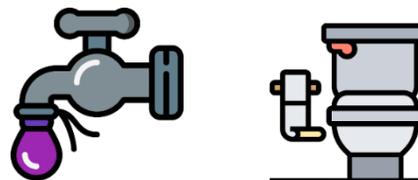
Generar un instrumento que sirva como guía para fortalecer la administración y operación de los sistemas de agua y saneamiento de la cabecera municipal de San Andrés Semetabaj.

### Objetivos Específicos

1. Evaluar la situación actual del sistema de agua potable Chuiyá y saneamiento de la cabecera municipal de San Andrés Semetabaj.
2. Determinar si existen vulnerabilidades que deban ser corregidas dentro del sistema de agua potable y saneamiento municipal.
3. Presentar propuestas de mejoras aplicables y sostenibles, con base en los resultados obtenidos de la evaluación realizada.



## 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
Chuiyá	Municipalidad	Urbano	Gravedad	Domiciliar	3.99 l/s	Si	Si	El Banco	Nacimiento	14°44.1219' N 91°7.4877' O	Cabecera Municipal	San Andrés Semetabaj	1940	388
								Sacutiú	Nacimiento	14°44.1181' N 91°7.4774' O	Cabecera Municipal	San Andrés Semetabaj	1940	388
								Don Llemo	Nacimiento	14°43.9133' N 91°7.5788' O	Cabecera Municipal	San Andrés Semetabaj	1940	388

Tabla 7: Información del sistema de agua

## Mapas de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento

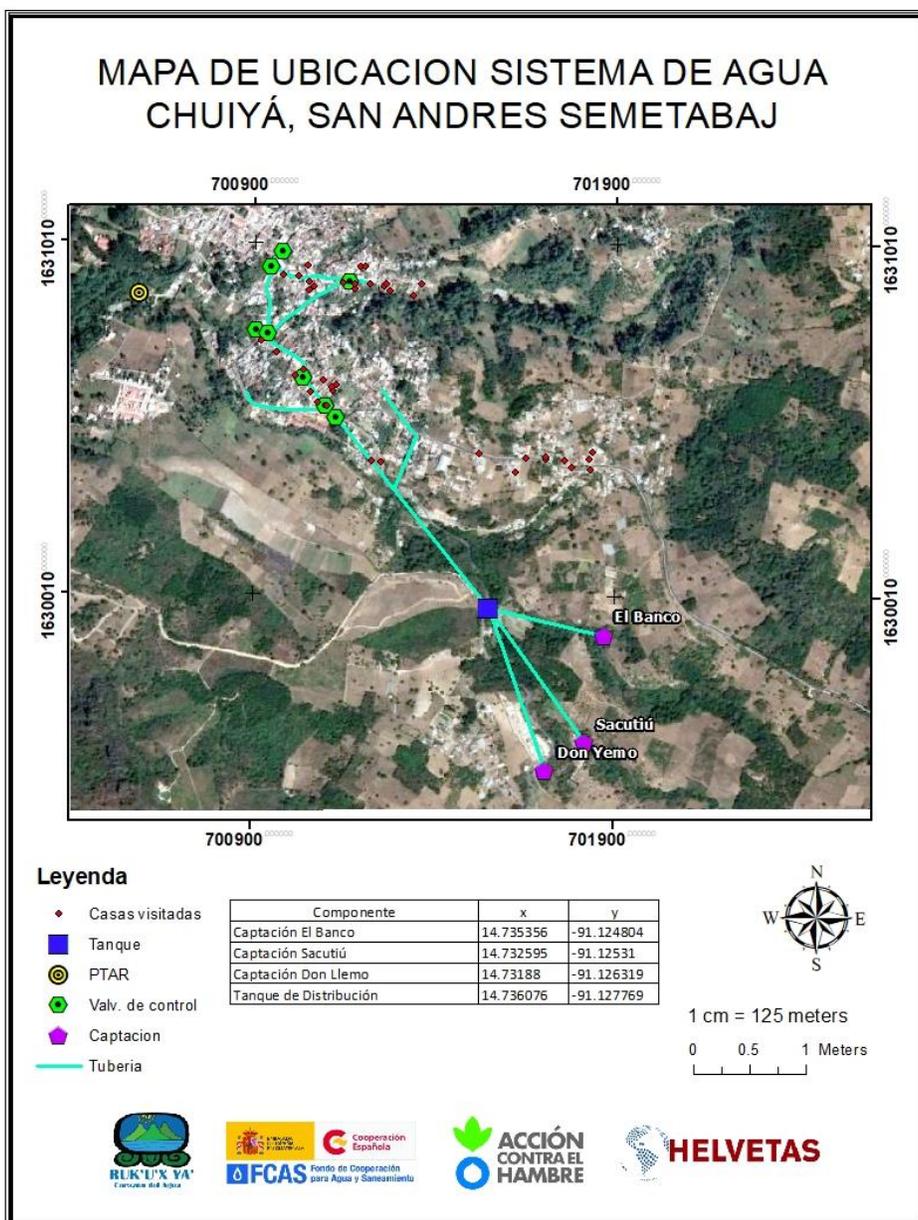
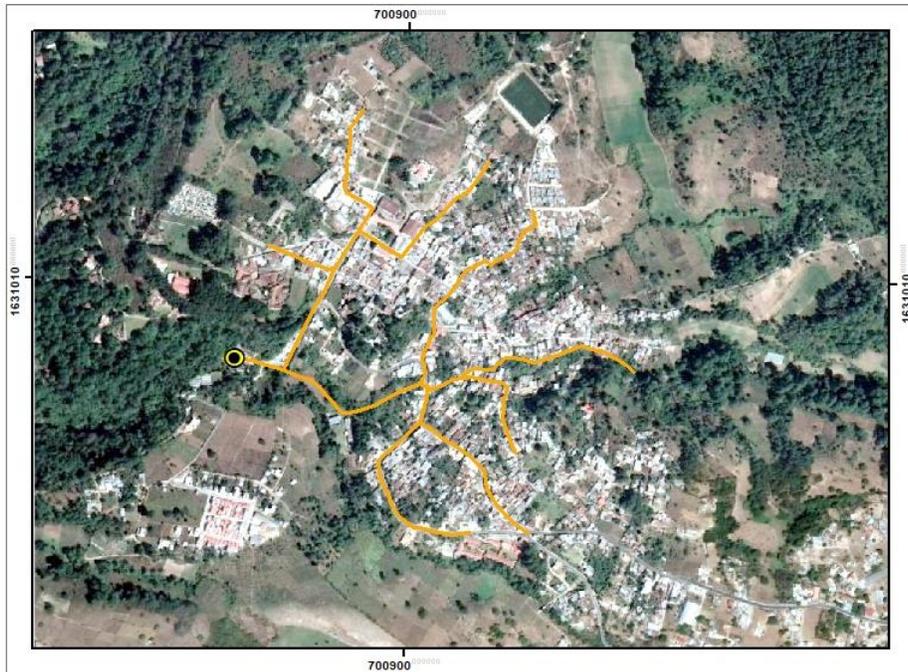


Ilustración 1. Mapa de ubicación del sistema de agua Chuiyá  
Fuente: Elaboración propia

## MAPA DE UBICACION COMPONENTES DE SANEAMIENTO SAN ANDRES SEMETABAJ



### Leyenda

-  PTAR
-  Colector drenaje

Componente	x	y
Planta de Tratamiento Agua Residual	14.744176	-91.136738
Compostera	14.725231	-91.094415



0 0.25 0.5 1Meters



Ilustración 2. Mapa de ubicación del sistema de drenaje San Andrés Semetabaj

Fuente: Elaboración propia

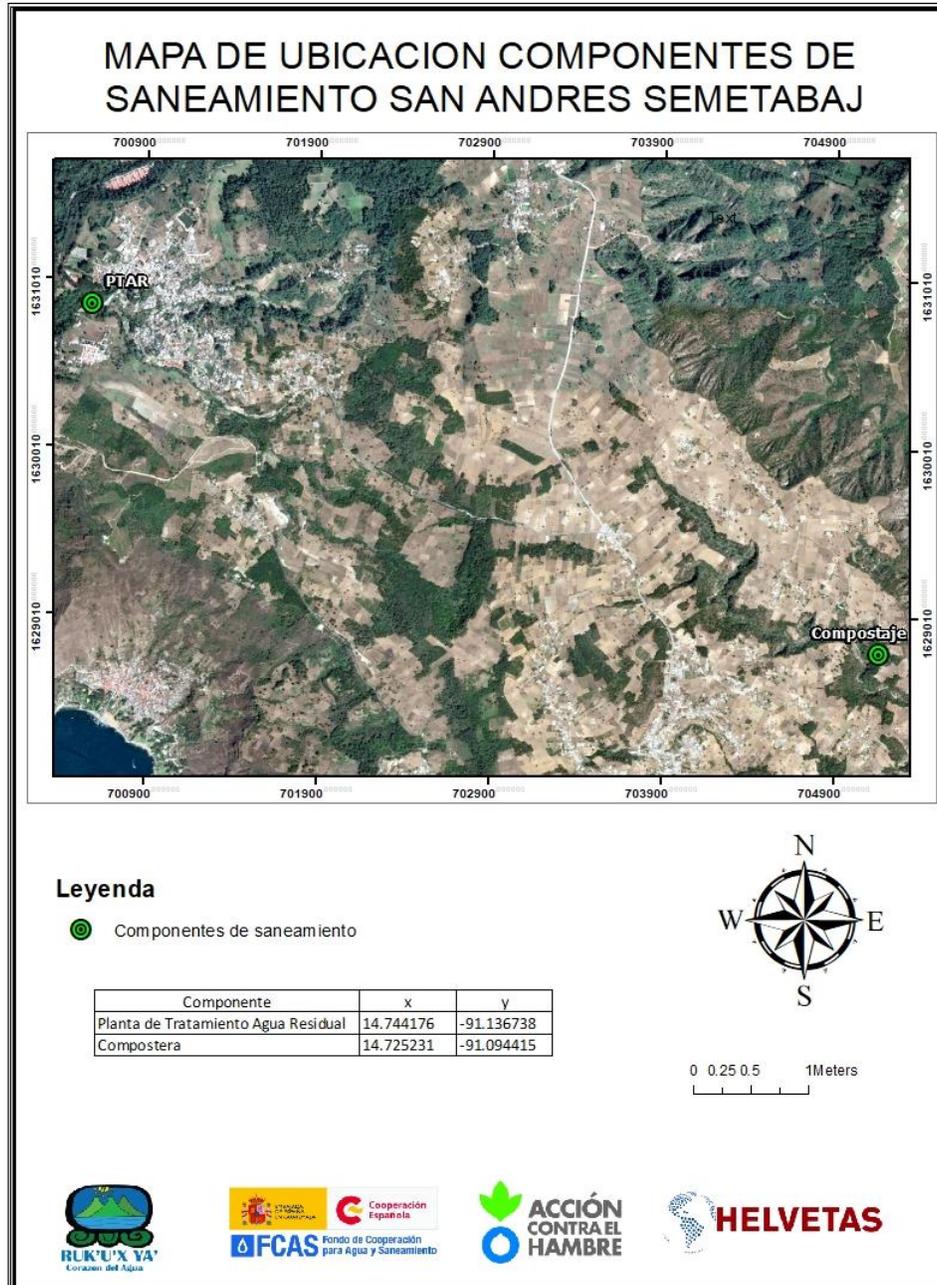


Ilustración 3. Mapa de ubicación componentes de saneamiento, San Andrés Semetabaj

Fuente: Elaboración propia



## Análisis del sistema de agua evaluado

La Cabecera municipal de San Andrés Semetabaj cuenta con dos sistemas de agua principales: Panatzajar y Chuiyá, para efectos de este plan de mejora se evaluó este último, el cual brinda servicio a un 49.7% de la población de la cabecera municipal.

El sistema de agua Chuiyá fue construido hace aproximadamente 35 años, y se abastece de tres nacimientos ubicados en las afueras de la cabecera municipal. En general este sistema se encuentra en buen estado, sin embargo, no cumple con continuidad de 24 horas a todos los usuarios; actualmente, se tiene sectorizado el sistema en dos partes dando servicio de 12 horas a cada una de ellas.

El sistema es administrado por la municipalidad, a través de la oficina municipal de Servicios Públicos, la cual cuenta con fontaneros para dar operación y mantenimiento al sistema, aunque no se cuenta con un plan municipal, ni con manuales de operación y mantenimiento, así como tampoco existe una oficina municipal de agua y saneamiento (OMA).

Actualmente se tiene en vigencia un reglamento elaborado en el año 2005, en la que se establecen tarifas diferenciadas para residencias familiares, comercios, industrias y entidades estatales, las cuales van desde Q 7.00 para residencias familiares hasta un máximo de Q 30.00 para industria. Es importante mencionar que a pesar de que las tarifas establecidas no se consideran altas, existe un gran porcentaje de morosidad de parte de los usuarios.

Otro aspecto de relevancia es la desinfección del agua, actualmente el tanque de distribución cuenta con un hipoclorador de pastillas de hipoclorito de calcio, el cual es utilizado, sin embargo a través de las visitas realizadas a las 40 viviendas se pudo evidenciar que existe cierto rechazo a la cloración por una parte de la población, por lo que la municipalidad opta por utilizar mayor cantidad de cloro (aunque si lo utilizan), lo cual repercute en algunas zonas más alejadas al tanque, pues el cloro residual no cumple con la normativa nacional en todas las viviendas.

## Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado

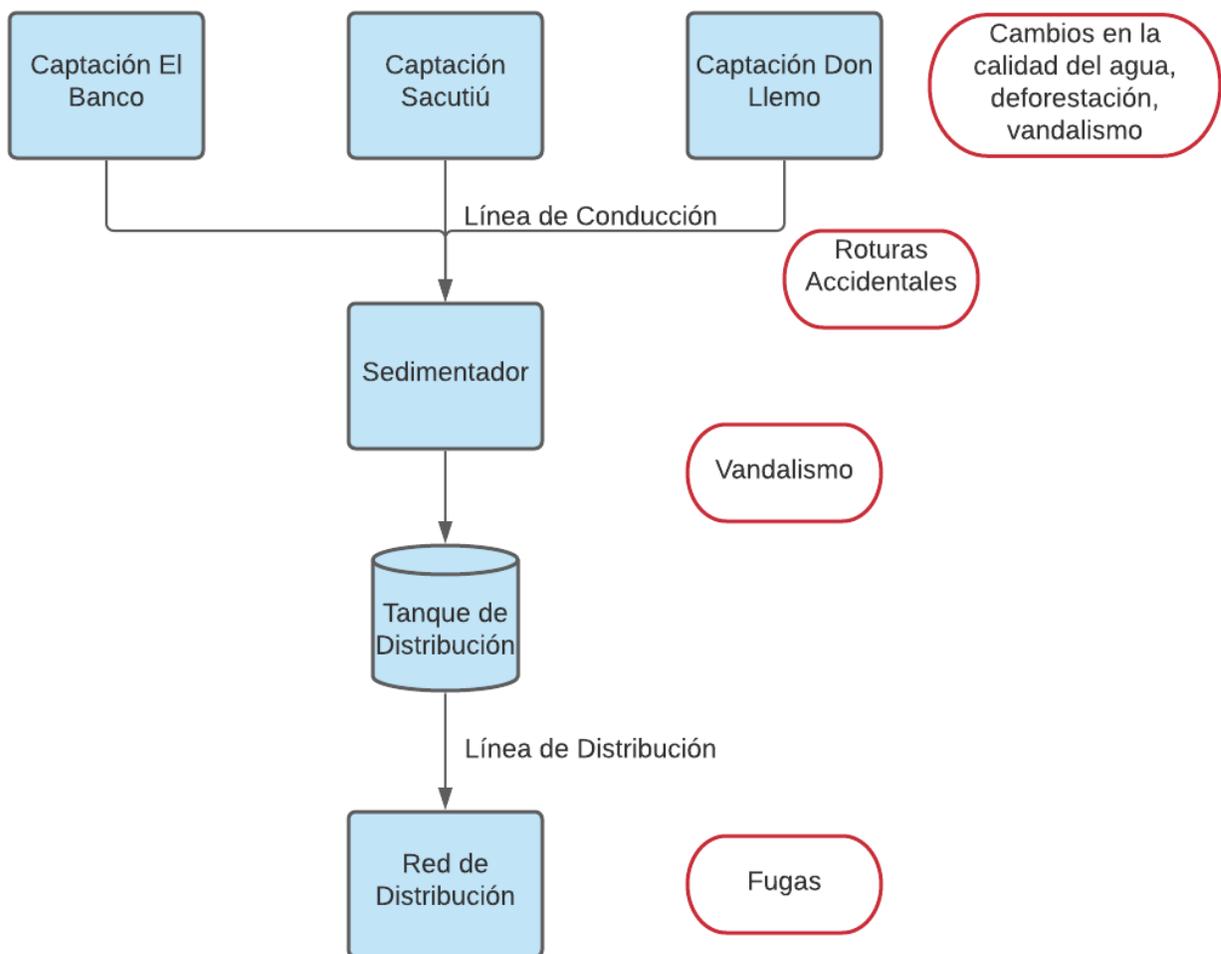
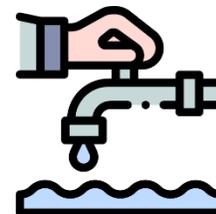


Ilustración 4. Diagrama de flujo del sistema Chuiyá

Fuente: Elaboración propia

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



Se presentan los riesgos detectados durante las visitas a campo y entrevistas con los principales actores que forman parte del servicio de agua. Se analizaron riesgos en la infraestructura existente analizando amenazas naturales, antrópicas, físicas e históricas.

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cambios en la calidad del agua	Contaminación por elementos naturales
Deforestación	Desaparición de la fuente
Vandalismo	Daños en la infraestructura, contaminación

Tabla 7. Riesgos evaluados en las captaciones



Ilustración 5. Vista de captación en nacimiento El Banco

Fuente: Elaboración propia



*Ilustración 6. Filtro Sacutiú, cuya infraestructura ha colapsado y se encuentra fuera de uso*

*Fuente: Elaboración propia*



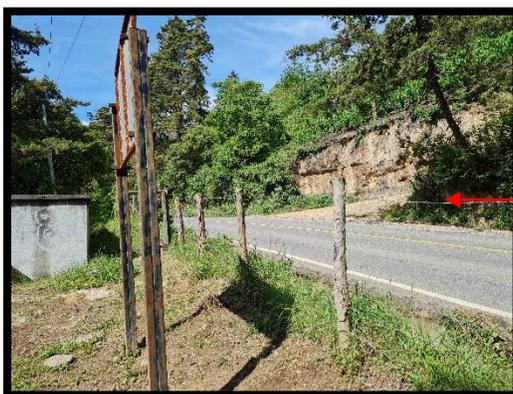
*Ilustración 7. Captación Sacutiú, infraestructura dañada*

*Fuente: Elaboración propia*

En relación al tratamiento y desinfección del agua se han determinado los siguientes peligros típicos:

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Seguridad deficiente / vandalismo	Daños en infraestructura, contaminación / corte del suministro

Tabla 8. Riesgos evaluados en sistema de desinfección



Infraestructura colindante a la carretera, circulación vulnerable, fácil acceso.

Ilustración 8. Vista de la circulación del tanque donde se ubica el sistema de desinfección  
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 9. Vista de la circulación, tanque Chuiyá  
Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la red de distribución se determinaron los siguientes riesgos:

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

Tabla 9. Riesgos evaluados en red de distribución



Ilustración 10. Fuga en una de las válvulas de la red de distribución  
Fuente: Elaboración propia

En los puntos de consumo se detectan los siguiente riesgos:

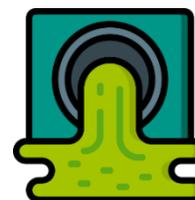
Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Conexiones no autorizadas	Contaminación por contraflujo

Tabla 10. Riesgos en puntos de consumo

## Análisis del saneamiento en el municipio

San Andrés Semetabaj cuenta con sistema de drenaje colectivo conectado a una planta de tratamiento de aguas residuales, con cobertura del 100% de la cabecera municipal. El sistema de alcantarillado tiene 780 conexiones, y a pesar de que su construcción inició en 1984 (con varias ampliaciones) se encuentra en buen estado; la población no conectada al drenaje posee letrinas en sus viviendas, y tienen acceso a poderse conectar en caso lo deseen. Asimismo, esta cabecera municipal cuenta con servicio de recolección de desechos sólidos. En los apartados posteriores se analiza cada uno de los componentes del saneamiento en San Andrés Semetabaj.

### Análisis de la disposición de aguas residuales



El sistema de alcantarillado del municipio de San Andrés Semetabaj, se encuentra conectado a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cabecera Municipal de San Andrés Semetabaj cuenta con dos fases cada una con un tipo de tratamiento diferente, una fase tiene tratamiento anaerobio, y otra fase tratamiento aerobio, esta última es la más reciente, construida en el año 2017, y a la cual se encuentran conectadas además de la cabecera municipal 3 comunidades más: Caserío Chuiyá, Caserío Xejuyú I (Tzantzir) y Caserío Chuitinamit. La descarga del agua tratada se realiza en el río Pastuá.

### Caracterización de aguas residuales

La municipalidad de San Andrés Semetabaj no cuenta con análisis de laboratorio de la calidad de agua residual del municipio, para control de la eficiencia de la planta de tratamiento se apoyan en la Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca del Lago Atitlán y su Entorno (AMSCLAE), quienes monitorean periódicamente la planta de tratamiento (al menos una vez al año), según esta institución la calidad del efluente tiene las siguientes características:

Parámetro	Unidad	PTAR Aerobia	PTAR Anaerobia	Normativa AG 12-2011
Temperatura	°C	20.6	20	+/- 7
pH	U pH	7.24	7.36	6 - 9
DBO <sub>5</sub>	mg/l	90.1	124	50
DQO <sub>5</sub>	mg/l	216	224	100
Fósforo total	mg/l	1.008	1.13	5

Nitrógeno total	mg/l	18.6	25	10
Sólidos en suspensión	mg/l	30	71.43	60
Coliformes fecales	NMP	460 x 10 <sup>4</sup>	>1100x10 <sup>4</sup>	<1 x 10 <sup>4</sup>
Color aparente	U Pt -Co	162	192.6	300

Tabla 11. Valores de descarga, PTAR San Andrés Semetabaj.

Fuente: AMSCLAE, noviembre 2020

## Tipo de tratamiento existente

La planta de tratamiento de aguas residuales de San Andrés Semetabaj posee dos tipos de tratamiento: anaerobio y aerobio que funcionan independientes uno del otro, proporcionando dos efluentes con las características indicadas en la tabla 11.

El tratamiento anaerobio sigue el siguiente esquema de tratamiento:

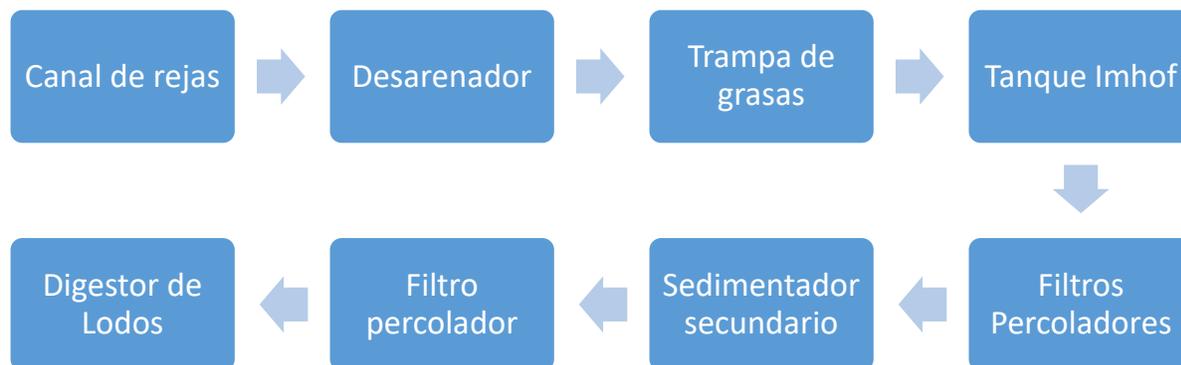


Ilustración 11. Esquema de tratamiento anaerobio

Mientras que el tratamiento aerobio tiene el siguiente esquema:



Ilustración 12. Esquema de tratamiento aerobio

## Análisis de la disposición de residuos sólidos



La cabecera municipal de San Andrés Semetabaj cuenta con sistema de recolección de desechos sólidos, los cuales son previamente separados por la población en orgánicos e inorgánicos. Este servicio tiene un costo de Q1.00 por bolsa, Q2.00 por saco, y Q5.00 por tonel recolectado, independientemente del tipo de desecho.

Los desechos orgánicos son trasladados a un centro de compostaje ubicado en las afueras del casco urbano, mientras que los inorgánicos están siendo trasladados hacia el centro de transferencia de Sololá. Cabe mencionar que el acuerdo con el municipio de Sololá es temporal, y fue conseguido recientemente, durante la elaboración de este documento, su duración será mientras dure el período de la administración municipal actual. Además la municipalidad posee un terreno ubicado en las afueras de la cabecera, el cual fue pensado para solucionar este problema, construyendo un

centro de clasificación y transferencia de inorgánicos, sin embargo la población rechaza este tipo de proyecto.



*Ilustración 13. Vista del área de descarga en compostera*

*Fuente: Elaboración propia*

## Caracterización de desechos sólidos

Según datos del Perfil Socioambiental de los Desechos Sólidos del Departamento de Sololá de 2011 se estima que la producción per cápita de la cabecera municipal de San Andrés Semetabaj es de 0.83 kg/día/habitante; este mismo documento cita al plan director del año 2009 que establecía la siguiente caracterización de desechos sólidos:

- a. Orgánico 57.09%
- b. Plástico 15.02%
- c. Metal 6.11%
- d. Papel y cartón 1.34%
- e. Vidrio 2.93%
- f. Textil 0.96%
- g. Nylon 14.43%
- h. Duroport 0.11%
- i. Pañales 0.37%
- j. Otros 1.61%

## Estado de enfermedades de origen hídrico



El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección de Área de Salud de Sololá, en el territorio de San Andrés Semetabaj reporta 18 casos de diarrea en menores de 5 años y 64 en mayores de 5 años en lo que va del año 2021. La siguiente gráfica muestra el comportamiento de las enfermedades diarreicas en los últimos años.

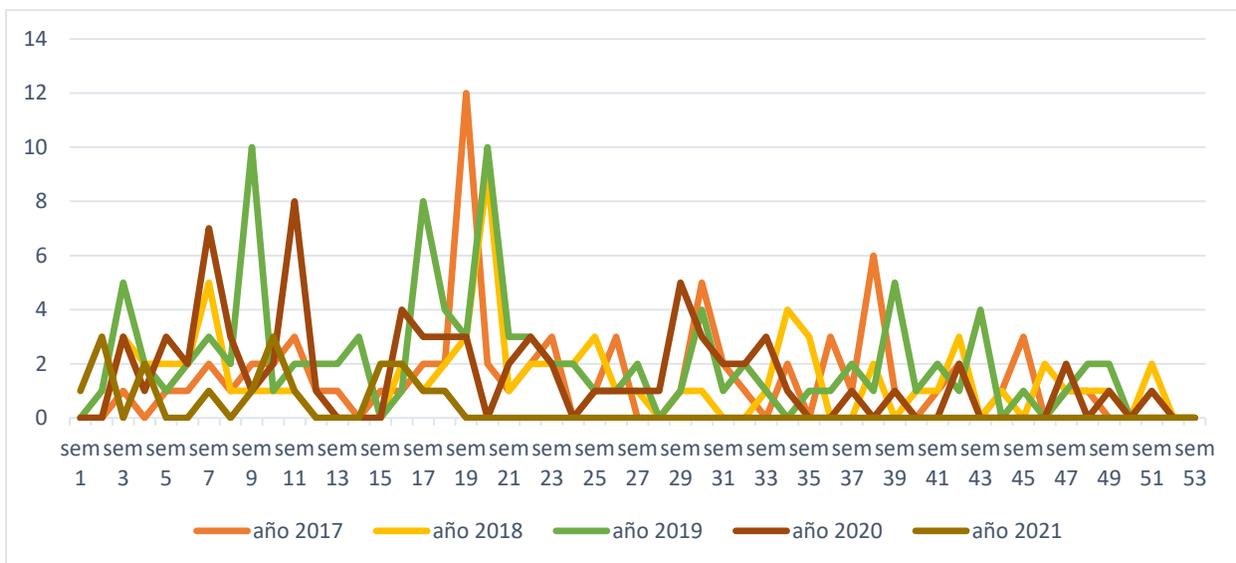


Ilustración 14. Diarreas en menores de 5 años en San Andrés Semetabaj

Fuente: Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Dirección de Área de Salud de Sololá

## Análisis de la oferta



Al analizar la oferta se pretende conocer la cantidad de agua disponible para alimentar el sistema de agua, para ello se realizó aforo en el tanque de distribución con fecha 13 de julio de 2021, obteniéndose un resultado de 3.99 l/s.

## Análisis de la demanda



En base a datos recolectados en campo e información brindada por la Municipalidad de San Andrés Semetabaj, se realiza en análisis de demanda actual del sistema y se proyecta también a 20 años.

Dato	Valor	Unidades
Población Actual (2021)	1940	habitantes
Población Futura (2041)	3055	habitantes
Dotación	125	l/hab/día
Demanda Actual 2021	242,500	litros
Demanda Futura 2041	381,875	litros

Tabla 12. Análisis de demanda actual y futura, sistema Chuiyá

## Análisis de la capacidad de almacenamiento



El sistema Chuiyá posee un tanque de almacenamiento de 200 m<sup>3</sup>, considerando que actualmente sirve a una población de 1940 personas, y considerando los requerimientos de la normativa nacional, se demuestra que actualmente se tiene capacidad de almacenamiento suficiente.

Dato	Valor	Unidades
Población Actual	1940	habitantes
Dotación	125	l/hab/día
Caudal medio diario	2.81	l/s
Porcentaje de almacenamiento	0.40	(25 - 40% sistema por gravedad según INFOM UNEPAR)
Volumen de almacenamiento requerido	97	m <sup>3</sup>

Tabla 13. Análisis de la capacidad de almacenamiento actual del Sistema Chuiyá

Según el análisis, el volumen de almacenamiento actual es adecuado, cubriendo las necesidades de la población.

## Análisis de oferta – demanda

DEPARTAMENTO: Sololá  
 MUNICIPIO San Andrés Semetabaj  
 COMUNIDAD Cabecera municipal - Sistema Chuiyá

POBLACION:	1940 personas
DENSIDAD HABITACIONAL	5 personas/vivienda
TIPO DE SISTEMA:	GRAVEDAD
VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA	388 viviendas
CAUDAL:	3.99 litros/segundo
DOTACIÓN:	125.00 litros/habitante/día

### CRECIMIENTO POBLACIONAL

2021	2022	2023	2024	2025	2026
1940	1984	2029	2075	2122	2170

Año	Producción Agua lts.	Necesidad Agua lts.
2021	344736	242500
2022	344736	248005
2023	344736	253634
2024	344736	259392
2025	344736	265280
2026	344736	271302

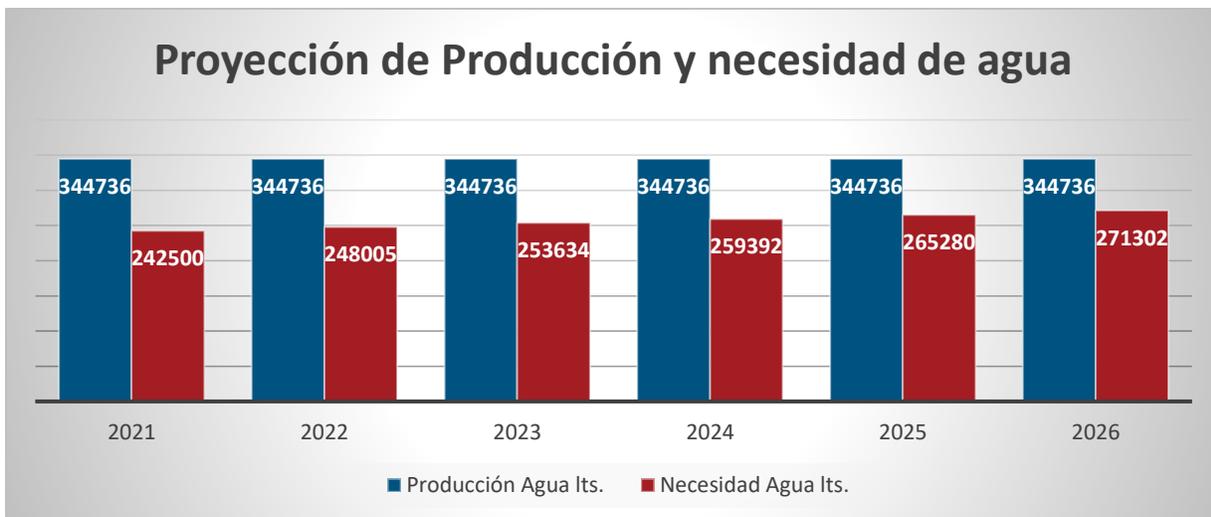
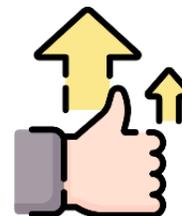


Ilustración 15. Proyección de producción y necesidad de agua, sistema Chuiyá

Según el análisis realizado existe disponibilidad de agua en las fuentes que abastecen el sistema para cubrir la demanda de la población, por lo que deberá analizarse el comportamiento del gasto de agua de la población para evaluar la falta de continuidad del sistema, para ello se propone en este documento la instalación de un macro medidor a la salida del tanque de distribución que podrá brindar datos reales sobre el consumo de agua.

## Principales mejoras identificadas del sistema de agua



A continuación, se presentan las mejoras propuestas para el sistema de agua y saneamiento de la cabecera municipal, sugiriendo su ejecución ya sea a corto, mediano o largo plazo:

### Mejoras en el sistema de agua a corto plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Sistema de desinfección	Bueno	Sensibilización para uso de cloro	Q 1,164.00
Sistema de agua	Bueno	Implementación plan de control de calidad de agua	Q 1,500.00

### Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Conexiones domiciliarias	Bueno	Sensibilización uso del agua / importancia de micro medición	Q 1,164.00
Tanque de distribución	Regular	Instalación de macro-medidor de 3"	Q 15,846.30
Captación Sacutiú	Malo	Reparación de la captación	Q 97,575.30

### Mejoras en el sistema de agua a largo plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Sedimentador y Tanque de Distribución	Regular	Construcción de circulación	Q 85,020.98

### Principales mejoras identificadas de saneamiento



### Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Planta de tratamiento de aguas residuales	Regular	Capacitación a operadores	Q 2,180.00

### Principales mejoras identificadas de residuos sólidos



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Disposición de desechos sólidos	Regular	Estudio de factibilidad para disposición final de desechos inorgánicos	Q 75,000.00

## Hoja de ruta para la gestión de mejoras



Ilustración 16. Hoja de ruta para la gestión de las mejoras

## Análisis de sostenibilidad

### Sostenibilidad Técnica



A continuación, se presenta un análisis de la sostenibilidad técnica del sistema de Chuiyá, según el cual se obtiene un índice de 1.31, indicando que aunque se tienen aspectos positivos, se deben mejorar algunos para que el sistema sea sostenible técnicamente, sobre todo aspectos como planificación de actividades de operación y mantenimiento, y la creación de una Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, que pueda administrar específicamente estos servicios mejorando la operatividad y la capacidad técnica de la municipalidad respecto al manejo de los sistemas de agua y saneamiento.

Índice de sostenibilidad en agua		1	0.5	0
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	
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	
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, aun 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	
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	
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	
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	
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	
Se han elaborado Planes de O&M y están al alcance de todas las 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	
La tecnología implantada y decidida en conjunto con la población beneficiaria es la más adecuada 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	
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.	
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	
El prestador de servicios tiene capacidad suficiente y adecuada para disponer de personal en la 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	
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				
1.384615385		8	1	0
Índice de sostenibilidad de agua.				
Puntuación máxima		Puntuación obtenida		

Tabla 8: Índice de sostenibilidad técnica

Asimismo, se analiza el índice de sostenibilidad del saneamiento colectivo:

<b>Índice de sostenibilidad en saneamiento colectivo.</b>			
<b>Descripción del índice.</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>
Años de vida útil disponibles del sistema de alcantarillado considerando el crecimiento poblacional de diseño.	15-20 años o más	5-14 años	0-4 años
Cantidad de tuberías de desfogue de aguas residuales sin conectarse al sistema existentes.	Ninguna	Muy pocas	Bastantes
Forma en la que se realiza la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.	Correcta	Cercano a lo correcta	Incorrecta
Existe y es útil el manual de OyM del alcantarillado sanitario.	Si existe y es útil	Existe pero no es útil	No existe.
Años de vida útil disponibles de la PTAR considerando el crecimiento poblacional de diseño.	15-20 años o más	5-14 años	0-4 años
La PTAR cumple con la normativa vigente en cuanto a los parámetros de descarga del agua tratada.	Si cumple	No cumple por mala OyM	No cumple por no contar con las unidades necesarias
Existe y es útil el manual de OyM de la PTAR.	Si existe y es útil	Existe pero no es útil	No existe.
Que tanta presencia se considera que existe en el municipio de ríos o cuerpos de aguas negras.	Ninguna	Muy poca	Bastante
% de familias asociadas al sistema que cuentan con un dispositivo para la disposición de excretas, (letrina o baño).	90-100%	50-89%	0-49%
Que tan frecuente es encontrar defecación o fuentes de comunicación fecal al aire libre en el municipio.	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente
Que tan frecuente es encontrar pañales desechables cuya disposición final es no adecuada, dentro del municipio por lo que no son una fuente de contaminación fecal al aire libre.	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente
La forma de disposición final de los residuos sólidos generados en el municipio es técnica y ambientalmente sostenible.	SI	Con avances	NO
Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.			
	0.166666667		
<b>Índice de sostenibilidad de saneamiento.</b>	<b>1.25</b>	<b>4</b>	<b>3.5</b>
			<b>0</b>
	Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
	12	7.5	

Tabla 14. Índice de sostenibilidad del saneamiento colectivo

El índice de sostenibilidad del saneamiento colectivo es de 1.25, es importante dar la adecuada operación y mantenimiento al sistema de tratamiento de aguas residuales, pues representan una inversión considerable que debe ser aprovechada correctamente, para poder dar cumplimiento a la normativa de descargas, y preservar el medio ambiente.

## Sostenibilidad Ambiental



El índice de sostenibilidad ambiental de las fuentes que abastecen el sistema Chuiyá es de 2, pues se ubican en zona boscosa, apartada de contaminación y de actividades de pastoreo de animales, así como de riesgos de erosión. Es importante la conservación de esta zona, pues no sólo alberga las fuentes que abastecen a la cabecera municipal, sino que se encuentran cercanas otras fuentes que alimentan sistemas de agua de comunidades cercanas.

	1	0.5	0
Existencia de áreas verdes bosque alrededor de la fuente/toma de agua	Sí	N/A	No
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 indicios o riesgo de contaminación causada por químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales, agrícolas, ambientales, etc.	No	N/A	Sí
Tipo de erosión presencial en la zona	Baja	Moderada	Alta
Nivel de vulnerabilidad o riesgo	Pendientes (0-15 %) y sin antecedentes de eventos	Pendientes (16-50 %) y sin antecedentes de eventos	Pendientes (>50%) o con antecedentes de eventos de desastres.
Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.	0.5		
<b>Índice de sostenibilidad de agua.</b>	2	4	0
	Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
	4	4	

Tabla 15. Índice de sostenibilidad ambiental



## Presupuesto de mejoras

Las mejoras propuestas conllevan la inversión de recursos económicos y humanos, a continuación se presenta un resumen del costo de dichas mejoras:

Descripción	Unidad	Cantidad	Subtotal
Sensibilización para uso de cloro	unidad	1.00	Q 1,164.00
Implementación de plan de control de calidad del agua	unidad	1.00	Q 1,500.00
Sensibilización uso del agua / importancia micromedición	unidad	1.00	Q 1,164.00
Instalación de macro - medidor	unidad	1.00	Q 15,846.30
Capacitación a operadores	unidad	1.00	Q 2,180.00
Reparación de captación	unidad	1.00	Q 97,575.30
Circulación Perimetral	m	84.00	Q 85,020.98
Factibilidad para la disposición final desechos inorgánicos	unidad	1.00	Q 75,000.00
<b>Total</b>			<b>Q 279,450.58</b>

Tabla 16. Presupuesto de mejoras

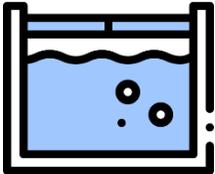
## Manual de operación y mantenimiento

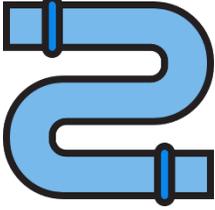
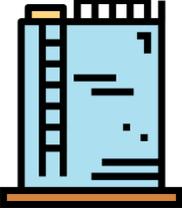
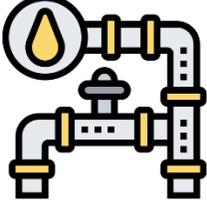


Como operación se entienden todas aquellas actividades que se llevan a cabo en las instalaciones del sistema, para permitir su funcionamiento de acuerdo a lo planificado.

La operación actual del sistema Chuiyá se considera aceptable, sin embargo, ésta podría mejorar al tener una oficina dedicada exclusivamente al agua y saneamiento del municipio.

## Operación

	UNIDAD / COMPONENTE	QUE DEBO HACER	A CADA CUANTO	MEJORAS
	Captación	Abrir la válvula de compuerta a la salida de la captación	Siempre que se requiera flujo de agua hacia el tanque	n/a
	Válvula de compuerta	Estas válvulas no deben moverse a no ser que sea necesaria la regulación del caudal, o se requiera corte del servicio, para regular o cerrar el paso de la válvula, girar la llave lentamente, y verificar la disminución o aumento del caudal en un chorro del servicio.	Cuando sea requerido	n/a

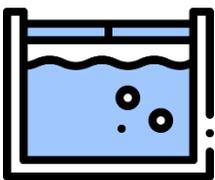
	<p>Línea de conducción</p>	<p>Abrir la válvula de compuerta a la salida de la captación</p>	<p>Siempre que se requiera flujo de agua hacia el tanque</p>	<p>n/a</p>
	<p>Sedimentador</p>	<p>Abrir la válvula de compuerta a la salida de la captación</p>	<p>Siempre que se requiera flujo de agua hacia esta unidad</p>	<p>n/a</p>
	<p>Tanque de almacenamiento</p>	<p>Abrir válvulas de compuerta de ingreso y salida del tanque</p> <p>Mantener abierta la válvula de compuerta del hipoclorador</p>	<p>Diario</p>	<p>n/a</p>
	<p>Línea de distribución</p>	<p>Abrir la válvula de compuerta de salida del tanque.</p> <p>Cuando se realicen ampliaciones, realizar la desinfección de la tubería, y abrir chorros para evacuar el aire en la red.</p>	<p>Diario</p> <p>Cuando se realicen ampliaciones al sistema o</p>	

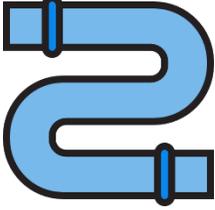
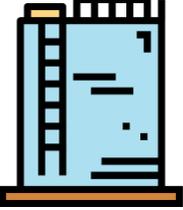
			cambios de tubería	
	Acometidas domiciliare	Abri el grifo para su uso	Cuando se requiera	n/a

## Mantenimiento

El mantenimiento de un sistema 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.

El mantenimiento del sistema Chuiyá es aceptable, sin embargo se recomienda realizar recorridos por la red de distribución periódicamente revisando válvulas para poder detectar fugas que pudieran estar afectando la funcionalidad del sistema.

	UNIDAD / COMPONENTE	QUE DEBO HACER	A CADA CUANTO	MEJORAS
	Captación	Limpieza de cajas de captación	6 meses	n/a
		Limpieza de maleza	Mensual	

	<p>Línea de conducción</p>	<p>Realizar recorridos periódicos para detectar roturas y/o fugas</p>	<p>Quincenal</p>	
	<p>Tanque de almacenamiento</p>	<p>Chequear que no existan grietas en muros, tapaderas y losa. Si las hay reparar con mezcla de cemento y tres partes de arena.</p> <p>Verificar el cerco de protección, y reparar si está roto.</p> <p>Lubricar candados y válvulas.</p> <p>Lavar interior del tanque, cepillando las paredes.</p>	<p>Mensual</p>	<p>n/a</p>
	<p>Sedimentador</p>	<p>Chequear que no existan grietas en muros,</p>	<p>Mensual</p>	<p>n/a</p>

		<p>tapaderas y losa, si las hay reparar inmediatamente.</p> <p>Retirar sedimentos y lavar interior del tanque</p>		
	Línea de distribución	Realizar recorrido y verificar que no existan fugas, si las hay reparar inmediatamente.	Quincenal	n/a
	Válvulas de compuerta	<p>Revisar tapaderas y candados, lubricar para que entre la llave fácilmente.</p> <p>Revisar si existen fugas, y si las hay reparar inmediatamente</p> <p>Girar las válvulas <math>\frac{1}{4}</math> de vuelta para que no se endurezcan</p>	Trimestral	n/a
	Acometidas domiciliarias	Cada usuario debe verificar que su chorro funcione correctamente.	Mensual	n/a

		<p>La administración debe verificar que no existan fugas en las cajas de conexión</p>		
---	--	---	--	--

## Cronograma de operación y mantenimiento

Para poder tener un buen funcionamiento del sistema de agua, se propone el siguiente calendario de actividades de operación y mantenimiento:



Operación							
Elemento	Actividad	Diario	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Sólo cuando se requiera
Captación	Abrir la válvula de compuerta a la salida de la captación	x					
Válvula de compuerta	Girar la llave para abrir, cerrar o regular el paso del agua						x
Línea de conducción	Abrir la válvula de compuerta a la salida de la captación	x					
Tanque de almacenamiento	Abrir válvulas de compuerta de ingreso y salida del tanque	x					
	Mantener abierta la válvula de compuerta del hipoclorador	x					
Sedimentador	Abrir válvulas de compuerta de ingreso y salida del sedimentador	x					
Línea de distribución	Abrir la válvula de compuerta de salida del tanque.	x					
	Desinfección de la tubería, y abrir chorros para evacuar el aire en la red.						x
Acometidas domiciliarias	Abrir el grifo para su uso						x

Tabla 17. Cronograma de operación

Mantenimiento							
Elemento	Actividad	Diario	Quincenal	Mensual	Trimestral	Semestral	Sólo cuando se requiera
Captación	Limpieza de cajas de captación					x	
	Limpieza de maleza			x			
Línea de conducción	Realizar recorridos periódicos para detectar roturas y/o fugas		x				
Tanque de almacenamiento	Chequear que no existan grietas en muros, tapaderas y losa.			x			
	Verificar el cerco de protección, y reparar si está roto.			x			
	Realizar lavado interno de las paredes del tanque					x	
	Lubricar candados y válvulas.			x			
Sedimentador	Chequear que no existan grietas en muros, tapaderas y losa, si las hay reparar inmediatamente.			x			
	Retirar sedimentos y lavar interior del tanque			x			
Línea de distribución	Realizar recorrido y verificar que no existan fugas, si las hay reparar inmediatamente		x				
Válvula de compuerta	Revisar tapaderas y candados, lubricar para que entre la llave fácilmente.				x		
	Revisar si existen fugas, y si las hay reparar				x		
	Girar las válvulas ¼ de vuelta			x			
Acometidas domiciliarias	Verificar que no existan fugas en las cajas de conexión			x			

Tabla 18. Cronograma de mantenimiento

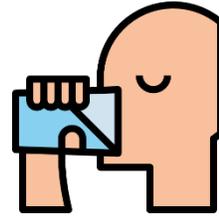
## Dispositivos/ Instalaciones especiales

El sistema de agua Chuiyá de San Andrés Semetabaj no cuenta con dispositivos especiales, en un sistema de agua por gravedad compuesto por elementos típicos.



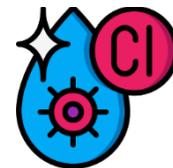
## Resultados de la calidad de agua

En relación a la calidad del agua se realizó el análisis in situ de los parámetros de: pH y cloro residual en 40 viviendas abastecidas por el sistema de agua priorizado, y en el tanque de distribución los resultados de estas mediciones se exponen en los apartados siguientes.



## Medición de cloro residual

Para la realización de este plan de mejora se realizó la medición del cloro residual tanto en el tanque de distribución como en una muestra de 40 viviendas ubicadas en diferentes puntos de la red de distribución (ver mapa anexo). Para la lectura de este parámetro se utilizó el Medidor digital de Cloro Libre Marca Hanna modelo HI771 en el tanque, y en la viviendas se utilizaron los modelos HI771 y HI701, lo cual se ve reflejado en los datos de las viviendas 32 a 38, pues el medidor modelo HI701 tiene capacidad de medir rangos menores a 1 de cloro residual.



Vivienda	Cloro residual (mg/l)	Vivienda	Cloro residual (mg/l)
Vivienda 1	1	Vivienda 21	0
Vivienda 2	1	Vivienda 22	0
Vivienda 3	0	Vivienda 23	1
Vivienda 4	1	Vivienda 24	0
Vivienda 5	1	Vivienda 25	0
Vivienda 6	1	Vivienda 26	0
Vivienda 7	1	Vivienda 27	0
Vivienda 8	1	Vivienda 28	0
Vivienda 9	1	Vivienda 29	0
Vivienda 10	0	Vivienda 30	0
Vivienda 11	1	Vivienda 31	0
Vivienda 12	0	Vivienda 32	0.3
Vivienda 13	0	Vivienda 33	0.1
Vivienda 14	0	Vivienda 34	0.02
Vivienda 15	0	Vivienda 35	0.1
Vivienda 16	0	Vivienda 36	0.1

Vivienda	Cloro residual (mg/l)	Vivienda	Cloro residual (mg/l)
Vivienda 17	0	Vivienda 37	0.03
Vivienda 18	0	Vivienda 38	0.02
Vivienda 19	0	Vivienda 39	0
Vivienda 20	0	Vivienda 40	0

Tabla 19. Resultados de medición de cloro residual en viviendas del sistema Chuiyá

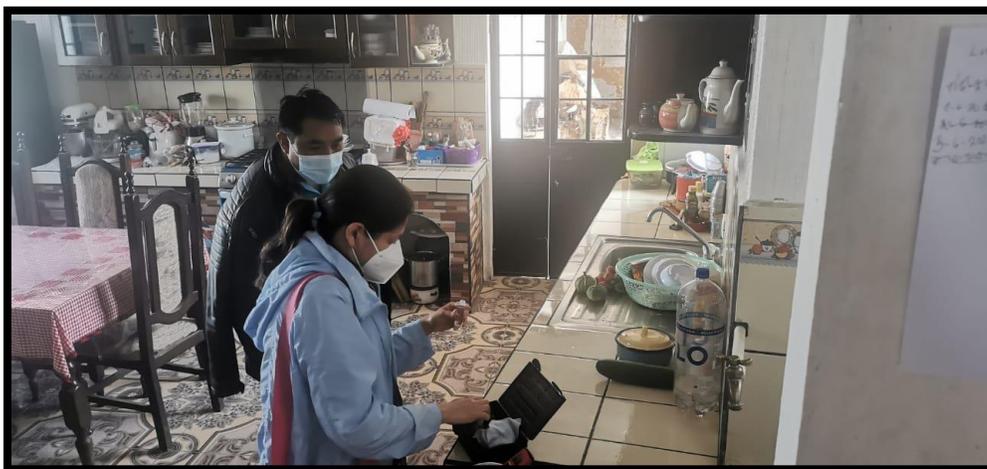


Ilustración 17. Medición de cloro residual en una vivienda

Fuente: Elaboración propia

El resultado de medición de cloro residual en el tanque fue de 4 mg/l.

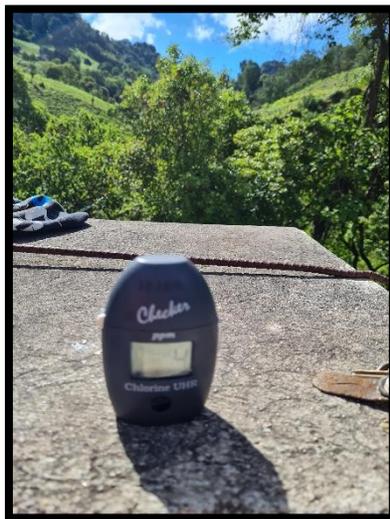
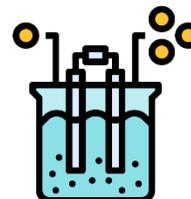


Ilustración 18. Medición de cloro residual en el tanque de distribución

Fuente: Elaboración propia

## Medición de potencial de Hidrogeno



En las 40 viviendas donde se realizó la medición de cloro residual se midió también el potencial de hidrógeno, conocido como pH, para ello se utilizó un potenciómetro portátil marca Hanna, modelo HI98107, obteniendo los siguientes resultados:

Vivienda	pH	Vivienda	pH
Vivienda 1	7.2	Vivienda 21	7.3
Vivienda 2	7.4	Vivienda 22	7.8
Vivienda 3	7.5	Vivienda 23	7.8
Vivienda 4	7.8	Vivienda 24	7.8
Vivienda 5	7.7	Vivienda 25	7.9
Vivienda 6	7.6	Vivienda 26	7.9
Vivienda 7	7.4	Vivienda 27	7.9
Vivienda 8	7.4	Vivienda 28	7.9
Vivienda 9	7.4	Vivienda 29	7.9
Vivienda 10	7.8	Vivienda 30	7.9

Vivienda	pH	Vivienda	pH
Vivienda 11	7.7	Vivienda 31	7.9
Vivienda 12	7.3	Vivienda 32	7.9
Vivienda 13	7.3	Vivienda 33	7.8
Vivienda 14	7.3	Vivienda 34	7.8
Vivienda 15	7.3	Vivienda 35	7.8
Vivienda 16	7.3	Vivienda 36	7.9
Vivienda 17	7.3	Vivienda 37	7.9
Vivienda 18	7.4	Vivienda 38	7.9
Vivienda 19	7.3	Vivienda 39	7.9
Vivienda 20	7.2	Vivienda 40	7.9

Tabla 20. Resultados de la medición de pH en las viviendas

El resultado de la medición de este parámetro en el tanque fue de 7.8 unidades, lo cual se encuentra dentro de los parámetros normados en la norma técnica COGUANOR 29001.

## Medición de presión de servicio

En las 40 viviendas de muestra se midió también la presión dinámica de servicio, colocando un manómetro al chorro de la vivienda, los resultados obtenidos se muestran a continuación:

Vivienda	Presión (mca)	Vivienda	Presión (mca)
Vivienda 1	18	Vivienda 21	16
Vivienda 2	16	Vivienda 22	14
Vivienda 3	10	Vivienda 23	16
Vivienda 4	10	Vivienda 24	18
Vivienda 5	10	Vivienda 25	18
Vivienda 6	10	Vivienda 26	20
Vivienda 7	14	Vivienda 27	14
Vivienda 8	10	Vivienda 28	10
Vivienda 9	8	Vivienda 29	20
Vivienda 10	8	Vivienda 30	18
Vivienda 11	10	Vivienda 31	24
Vivienda 12	12	Vivienda 32	18
Vivienda 13	18	Vivienda 33	14
Vivienda 14	20	Vivienda 34	18

Vivienda	Presión (mca)	Vivienda	Presión (mca)
Vivienda 15	12	Vivienda 35	20
Vivienda 16	14	Vivienda 36	12
Vivienda 17	16	Vivienda 37	8
Vivienda 18	16	Vivienda 38	8
Vivienda 19	19	Vivienda 39	16
Vivienda 20	6	Vivienda 40	16

*Tabla 21. Resultados de la medición de presión de servicio en viviendas*

Los resultados obtenidos son satisfactorios.



*Ilustración 19. Medición de presión de servicio*

*Fuente: Elaboración propia*

## Control de la calidad de agua

Es importante poder efectuar el control de la calidad del agua que sirve un sistema de abastecimiento a una población, verificando el cumplimiento de la normativa nacional para agua para consumo humano COGUANOR 29001. Son varios los factores que definen la calidad del agua, desde su estado natural dependiendo de los minerales que contenga el suelo donde brota por ejemplo hasta su posible contaminación por inadecuada operación y mantenimiento de sistema. A continuación se presenta un gráfico que refleja los factores que intervienen en el control de la calidad de agua:

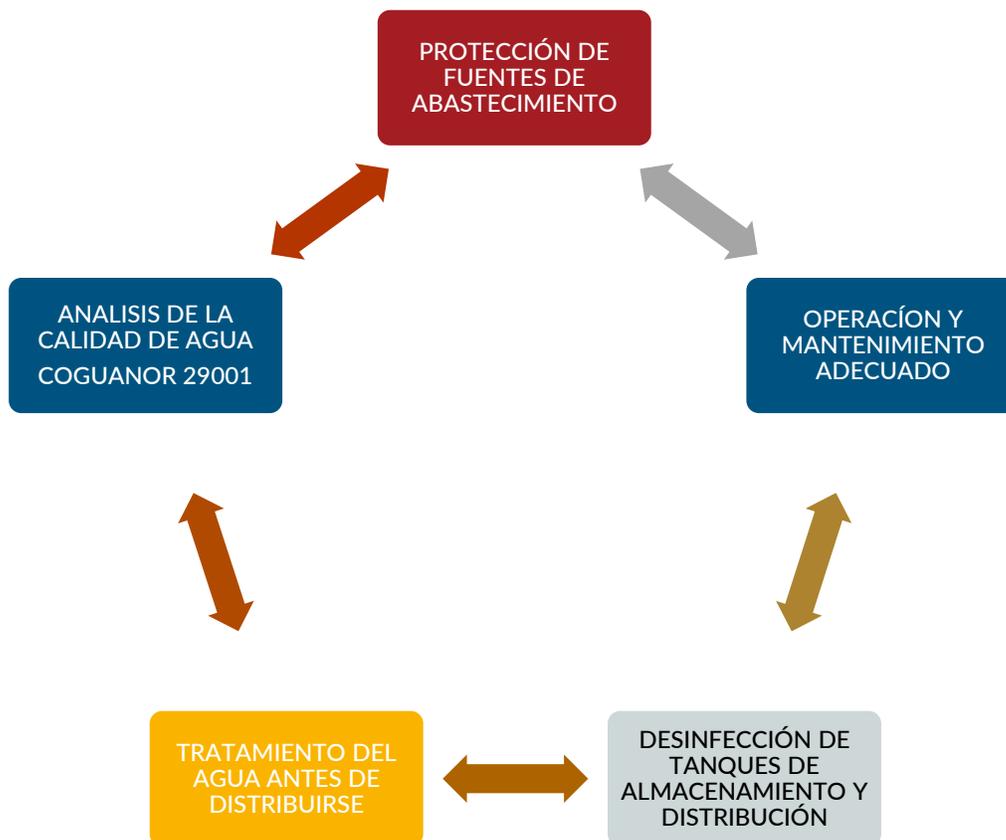


Ilustración 20. Factores que intervienen en la calidad del agua

Para poder realizar un monitoreo o control eficiente de la calidad del agua se recomienda realizar las siguientes actividades:

**Medición de cloro residual/  
COGUANOR 29001**

***Semanalmente***

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

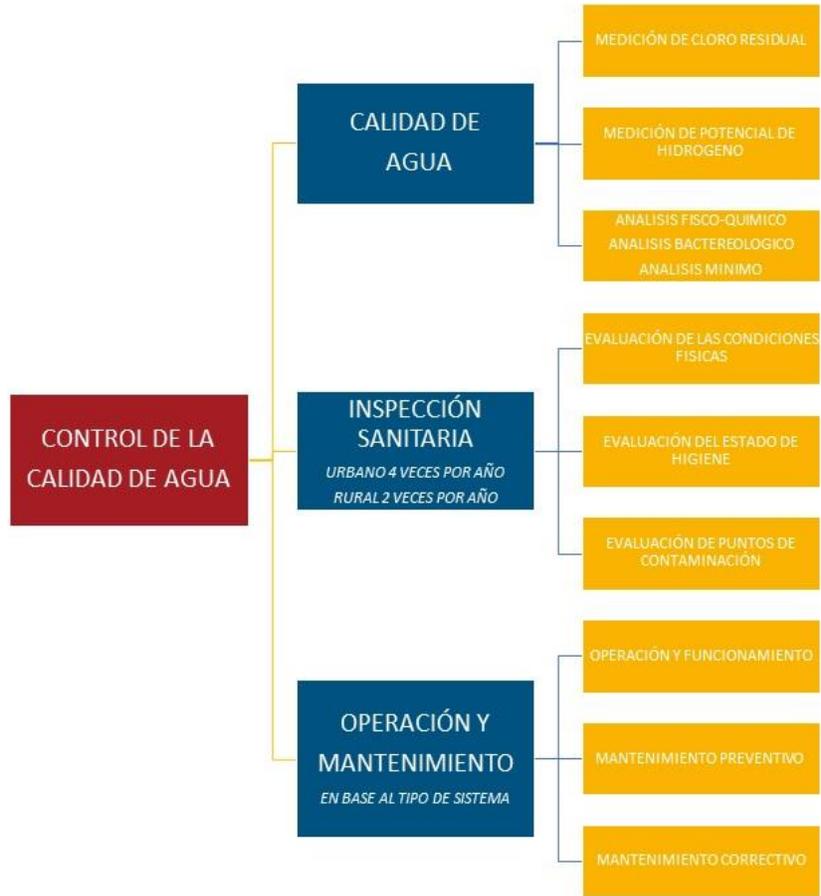
***Semanalmente***

**Coliformes fecales/ Escherecha Coli/  
COGUANOR 29001**

***Al menos una vez por año***

**Análisis completo COGUANOR 29001.  
*Al menos 1 vez por año***

Ilustración 21. Actividades a realizar para control de la calidad del agua



## Anexos

### Anexo 1: Análisis de sostenibilidad técnica

Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Mejoras en caso no funcione
El sistema en su conjunto funciona correctamente	Nº de personas con acceso a un sistema continuo de agua de calidad y cantidad aceptables: 1940	*Evaluar una muestra del sistema para ver si cumple los mínimos exigidos	1. El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado  0,5. Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla.  0. El sistema no funciona	El sistema funciona correctamente.
El sistema de agua construido funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios	Medición en horas/día: 12 horas / 7 días	Información verificada en campo	1. El sistema llega al 100% de los usuarios funcionando al menos 6 horas diarias continuas  0,5. El sistema llega al 100% de los usuarios pero no a todas las horas el día. Es un	Verificar fugas intradomiciliarias

tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable.			funcionamiento que se interrumpe 0. El sistema no llega al 100% de los usuarios	
El caudal es suficiente para todos los usuarios	Si	Aforo realizado de 3.99 l/s	1. La cantidad de agua que reciben los usuarios es de más de 50 l/persona/día 0,5. La cantidad de agua que reciben los usuarios es entre 20-50 l/persona/día 0. La cantidad de agua que reciben los usuarios es menos de 20 l/persona/día	n/a
Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas entre las organizaciones comunitarias para la prestación de los servicios de agua	Nº de capacitaciones técnicas realizadas: anual	Material entregado en las capacitaciones	1. Se han llevado a cabo las suficientes capacitaciones técnicas dentro de las organizaciones comunitarias 0,5. Se han llevado a cabo capacitaciones pero no suficientes	Se realizan capacitaciones anuales, aunque deberían ser más técnicas.

			0. No ha habido ninguna capacitación	
6. Existen fontaneros asignados para el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	Nº de fontaneros:		1. Los sistemas de agua están vigilados y operados por personas con la capacidad adecuada a su labor  0,5. Existen técnicos especialistas pero no cubren el 100% del mantenimiento del sistema  0. No existen técnicos encargados del mantenimiento del sistema	
Se realizan actividades de operación y mantenimiento	Nº de informes sobre las actividades llevadas a cabo en la O&M: No se tienen informes y/o registros.	*Documentos de Planes de Operación & Mantenimiento elaborados  *Cronograma de actividades para llevar a cabo diariamente	1. El mantenimiento del sistema se hace correctamente en base a una planificación previa y a las instrucciones de los planes O&M redactados	Implementar el cronograma de actividades de operación y mantenimiento sugerido en este documento.

		el Plan de O&M	0,5. El sistema está parcialmente mantenido  sobre una planificación de los planes de O&M  0. No se hace ningún mantenimiento  o no existen planes de O&M	
Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	Si			

## Análisis de sostenibilidad ambiental

Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	
El agua que se distribuye en los sistemas de agua construidos o	Concentración de cloro: 4 mg/l en el tanque	Muestras y análisis del agua para ver su grado de potabilización	1. El sistema funciona correctamente y todos sus componentes	En caso que no sea cual es la razón por la

<p>mejorados cumple con las normas de calidad de agua del país para su consumo humano</p> <p>COGUANOR 29001</p>			<p>están en buen estado</p> <p>0,5. Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla.</p> <p>0. El sistema no funciona</p>	<p>cual no cumple</p>
<p>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</p>	<p>Nº de análisis</p>	<p>Documentos que aporten información sobre el seguimiento de la calidad del agua potable</p>	<p>1. Se hacen análisis de agua mensuales</p> <p>0,5. Se hacen análisis de agua cada 3-6 meses</p> <p>0. No se lleva a cabo ningún tipo de análisis de agua</p>	
<p>La toma de agua a la que pertenece la fuente de agua esta forestada, cercada y protegida de contaminación (*)</p>	<p>Observación directa</p>	<p>*Fotos</p> <p>*Documentos que validen la protección de la fuente</p>	<p>1. La toma de agua está forestada, cercada y protegida de contaminación</p> <p>0,5. La cuenca está en fase de deforestación; la toma de agua no está</p>	

			<p>directamente protegida</p> <p>pero no se observen afectaciones mayores</p> <p>0. La toma de agua esta desprotegida y el</p> <p>riesgo de contaminación y falta de agua es alto</p>	
<p>Las aguas que entran y que posteriormente conduce el sistema no están contaminadas (Salinización, alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua...)</p>	<p>Nº de análisis/análisis in situ</p>	<p>*Análisis del seguimiento de la calidad del agua</p>	<p>1. 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</p> <p>0. Las aguas están contaminadas</p>	
<p>Se realizan actividades para mantener las fuentes de</p>	<p>Nº actividades</p>	<p>Fotografías de actividades</p>	<p>1. Se han realizado y se realizan</p>	

<p>agua protegidas y aisladas de posibles contaminaciones</p>			<p>periódicamente actividades que mantengan las fuentes de agua protegidas</p> <p>0,5. Se realizan actividades esporádicas pero no suficientes para mantener las fuentes de agua protegidas</p> <p>0. No se hacen ningún tipo de actividades</p>	
<p>Todos los usuarios del sistema de agua al menos han sido capacitados una vez en educación ambiental</p>	<p>Nº de capacitaciones en educación ambiental</p>	<p>Contenidos de las capacitaciones/documentos de educación ambiental</p>	<p>1. El mantenimiento del sistema se hace correctamente en base a una planificación previa y a las instrucciones de los planes O&amp;M redactados</p> <p>0,5. El sistema está parcialmente mantenido sobre una planificación de</p>	

			<p>los planes de O&amp;M</p> <p>0. No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&amp;M</p>	
<p>Existencia de un análisis inicial de riesgos e identificación y puesta en 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. (*)</p>	<p>Nº análisis existentes</p>	<p>Documentación del análisis</p>	<p>Existen análisis de riesgos e identificación de medidas de mitigación y/o prevención en la zona de intervención</p> <p>0. No existe ningún tipo de análisis sobre los riesgos en la zona de intervención</p>	
<p>Existencia de planes de contingencia donde se establezcan procedimientos operativos para la</p>	<p>Nº de planes</p>	<p>Copias de los planes de contingencia</p>	<p>Existen planes de contingencia realizados para la zona de intervención</p> <p>0. No existen planes de contingencia</p>	



<p>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)</p>				
<p>Existe un plan de manejo de cuencas que se aplica a la cuenca a la que pertenece el sistema de agua</p>	<p>Documentos</p>	<p>Copia del documento de la Gestión Integral del Agua en la cuenca hidrográfica</p>	<p>1. Existen planes de manejo de cuencas que incluyan la microcuenca a la que pertenece las fuentes de agua</p> <p>0. No existen planes de manejo de cuenca</p>	



## Anexo 2: Presupuesto de mejoras

### Presupuesto Integrado



Descripción	Unidad	Cantidad	Subtotal
Sensibilización para uso de cloro	unidad	1.00	Q 1,164.00
Implementación de plan de control de calidad del agua	unidad	1.00	Q 1,500.00
Sensibilización uso del agua / importancia micro - medición	unidad	1.00	Q 1,164.00
Instalación de macro - medidor de 3"	unidad	1.00	Q 15,846.30
Capacitación a operadores	unidad	1.00	Q 2,180.00
Reparación de captación	unidad	1.00	Q 97,575.30
Circulación Perimetral	m	84.00	Q 85,020.98
Factibilidad para la disposición final desechos inorgánicos	unidad	1.00	Q 75,000.00
<b>Total</b>			<b>Q 279,450.58</b>



## Presupuesto desglosado

<b>REGLÓN</b>	<b>Sensibilización para uso de cloro</b>
<b>MEDIDA</b>	1.00 unidad
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 1,164.00

### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Impresión de volantes	388.00	unidad	Q 3.00	Q 1,164.00
Abordaje del tema en asambleas	3.00	asambleas	Q -	Q -
				Q -
				Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 1,164.00</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	0.0	sg	Q 3,000.00	Q -
Transporte de Materiales	0.0	viajes	Q 350.00	Q -

### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
	0.0	Jornal		Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q -</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q -	Q -
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q -</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 1,164.00</b>
----------------------	--	--	--	-------------------

INDIRECTOS	0	%	Q -	Q -
------------	---	---	-----	-----

<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q -</b>
------------------------	--	--	--	------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>				<b>Q 1,164.00</b>
-----------------------	--	--	--	-------------------



<b>REGLÓN</b>	<b>Implementación de plande control de calidad del agua</b>
<b>MEDIDA</b>	1.00 unidad
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 1,500.00

#### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Toma de muestras y análisis de agua	1.00	unidad	Q 1,500.00	Q 1,500.00
	3.00	asambleas	Q -	Q -
				Q -
				Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 1,500.00</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	0.0	sg	Q 3,000.00	Q -
Transporte de Materiales	0.0	viajes	Q 350.00	Q -

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
	0.0	Jornal		Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q -</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q -	Q -
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q -</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 1,500.00</b>
----------------------	--	--	--	-------------------

INDIRECTOS	0	%	Q -	Q -
------------	---	---	-----	-----

<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q -</b>
------------------------	--	--	--	------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>				<b>Q 1,500.00</b>
-----------------------	--	--	--	-------------------



<b>REGLÓN</b>	<b>Sensibilización uso del agua / importancia micromedición</b>
<b>MEDIDA</b>	1.00 unidad
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 1,164.00

#### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Impresión de volantes	388.00	unidad	Q 3.00	Q 1,164.00
Abordaje del tema en asambleas	3.00	asambleas	Q -	Q -
				Q -
				Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 1,164.00</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	0.0	sg	Q 3,000.00	Q -
Transporte de Materiales	0.0	viajes	Q 350.00	Q -

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
	0.0	Jornal		Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q -</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q -	Q -
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q -</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 1,164.00</b>
----------------------	--	--	--	-------------------

INDIRECTOS	0	%	Q -	Q -
------------	---	---	-----	-----

<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q -</b>
------------------------	--	--	--	------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>	<b>Q 1,164.00</b>
-----------------------	-------------------

<b>REGLÓN</b>	<b>Instalación de Macromedidor</b>
<b>MEDIDA</b>	1.00 unidad
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 11,188.80

**TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Hidrómetro Turbina de 3", cuerpo de hierro fundido con uniones bridadas tornillos y empaques	1.00	unidad	Q 7,440.00	Q 7,440.00
Brida PVC de 3"	2.00	unidad	Q 500.00	Q 1,000.00
Caja de concreto	1.0	unidad	Q 1,780.00	Q 1,890.00
				Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 10,330.00</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	1.0	sg	Q 250.00	Q -
Transporte de Materiales	1.0	viajes	Q 350.00	Q 350.00

**MANO DE OBRA**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Fontanero	2.0	Jornal	Q 300.00	Q 600.00
Ayudante	2.0	Jornal	Q 100.00	Q 200.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 800.00</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q 258.00	Q 258.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 1,058.00</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>	<b>Q 11,738.00</b>
----------------------	--------------------

<b>TOTAL INDIRECTO</b>	<b>Q 4,108.30</b>
------------------------	-------------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>	<b>Q 15,846.30</b>
-----------------------	--------------------



<b>REGLÓN</b>	<b>Capacitación a operadores</b>
<b>MEDIDA</b>	1.00 unidad
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 2,180.00

#### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Refrigerio	6.00	unidad	Q 30.00	Q 180.00
Asistencia técnica (capacitador)	1.00	charla	Q 2,000.00	Q 2,000.00
				Q -
				Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 2,180.00</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	0.0	sg	Q 3,000.00	Q -
Transporte de Materiales	0.0	viajes	Q 350.00	Q -

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
	0.0	Jornal		Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q -</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q -	Q -
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q -</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 2,180.00</b>
----------------------	--	--	--	-------------------

INDIRECTOS	0	%	Q -	Q -
------------	---	---	-----	-----

<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q -</b>
------------------------	--	--	--	------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>				<b>Q 2,180.00</b>
-----------------------	--	--	--	-------------------



<b>RENGLÓN</b>	<b>Reparación de captación</b>
<b>MEDIDA ML</b>	1.00 unidad
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 97,575.30

### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Análisis físico químico de agua en invierno	1.00	sg	Q 800.00	Q 800.00
Revisión del diseño según análisis físico químico del agua	1.00	sg	Q 4,500.00	Q 4,500.00
Reparación de techo	1.00	sg	Q 850.00	Q 850.00
Resane de base de estructura	28.00	ml	Q 1,025.00	Q 28,700.00
Arena para medio filtrante	70.00	m3	Q 250.00	Q 17,500.00
Grava de soporte para medio filtrante				Q 3,920.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 56,270.00</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	1.0	sg	Q 1,000.00	Q 1,000.00
Desalojo de material	3.0	viajes	Q 500.00	Q 1,500.00
Transporte de Materiales	12.0	viajes	Q 500.00	Q 6,000.00

### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD AD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Albañil	21.0	Jornal	Q 150.00	Q 3,150.00
Ayudante de Albañil	21.0	Jornal	Q 100.00	Q 2,100.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 5,250.00</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q 2,258.00	Q 2,258.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 7,508.00</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 72,278.00</b>
----------------------	--	--	--	--------------------



INDIRECTOS	0	%	Q 35.00	Q 25,297.30
<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 25,297.30</b>
<b>TOTAL UNITARIO</b>				<b>Q 97,575.30</b>



<b>REGLÓN</b>	<b>Circulación Perimetral</b>
<b>MEDIDA ML</b>	84.00 m
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 1,012.15

#### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Cemento UGC 4000 PSI	120.00	saco	Q 80.00	Q 9,600.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	140.00	varilla	Q 35.00	Q 4,900.00
Acero liso Ø 1/4 Grado 40 Tipo Original	129.00	varilla	Q 15.00	Q 1,935.00
Alambre de Amarre Cal. 16	40.00	Lb	Q 8.00	Q 320.00
Clavo Ø 2 1/2"	23.00	Lb	Q 7.00	Q 161.00
Tubo Ø 1" HG TIPO ESTÁNDAR (Copla Incluida)	28.00	Tubo	Q 220.00	Q 6,160.00
Malla 2 1/2"x2 1/2" Cal.16	108.00	M2	Q 75.00	Q 8,100.00
Hembra 1*1/8"	50.00	Unidad	Q 54.00	Q 2,700.00
Block 0.14 x 0.19 x 0.39 Normado 35 Kg/cm <sup>2</sup>	1180.00	Unidad	Q 4.50	Q 5,310.00
Arena Triturada Certificada	5.00	m3	Q 250.00	Q 1,250.00
Piedrín Triturado Certificado Ø 3/4"	8.00	m3	Q 315.00	Q 2,520.00
Madera para formaleta	222.10	Pt	Q 5.00	Q 1,110.50
Chapa de cerradura de Portón de ingreso	1.0	Unidad	Q 550.00	Q 550.00
Puerta de ingreso de Malla	1.0	Unidad	Q 600.00	Q 600.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 45,216.50</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	1.0	sg	Q 3,000.00	Q 3,000.00
Transporte de Materiales	5.0	viajes	Q 350.00	Q 1,750.00

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Albañil	24.0	Jornal	Q 150.00	Q 3,600.00
Ayudante de Albañil	48.0	Jornal	Q 100.00	Q 4,800.00
Soldador	5.0	Jornal	Q 200.00	Q 1,000.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 9,400.00</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q 3,612.00	Q 3,612.00
------------------------	----	---	------------	------------



<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>	<b>Q 13,012.00</b>
------------------------------	--------------------

<b>TOTAL DIRECTO</b>	<b>Q 62,978.50</b>
----------------------	--------------------

INDIRECTOS	0	%	Q 35.00	Q 22,042.48
------------	---	---	---------	-------------

<b>TOTAL INDIRECTO</b>	<b>Q 22,042.48</b>
------------------------	--------------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>	<b>Q 85,020.98</b>
-----------------------	--------------------

<b>REGLÓN</b>	<b>Factibilidad para disposición final de desechos inorgánicos</b>
<b>MEDIDA</b>	1.00 unidad
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 75,000.00

#### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Contratación de estudio de factibilidad	1.00	unidad	Q75,000.00	Q 75,000.00
				Q -
				Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 75,000.00</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	0.0	sg	Q 3,000.00	Q -
Transporte de Materiales	0.0	viajes	Q 350.00	Q -

#### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
	0.0	Jornal		Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q -</b>



PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q	-	Q	-
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>					<b>Q</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL DIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>75,000.00</b>
INDIRECTOS	0	%	Q	-	Q	-
<b>TOTAL INDIRECTO</b>					<b>Q</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL UNITARIO</b>					<b>Q</b>	<b>75,000.00</b>



## Anexo 3: Especificaciones técnicas

### 1. Instalación de macro medidor

A la salida del tanque de distribución se colocará un macro medidor de Ø 3" marca ARAD o similar, bridado. Este medidor se instalará en posición horizontal, colocando un tramo de tubería PVC de longitud 5 veces el diámetro de la tubería.

Previo a la instalación del dispositivo deberá lavar la tubería evitando la presencia de arena, o tierra.

El macro medidor se instalará dentro de una caja de concreto o mampostería para su protección, dicha caja no tendrá losa de fondo, y se colocará arena en su base para sostener el dispositivo.

### 2. Circulación perimetral

En el predio donde se ubica el tanque de distribución, deberá ser circulado con un cerco perimetral, cuya estructura será de cimiento corrido de concreto reforzado, columnas de concreto reforzado, contemplando solera hidrófuga y solera de remate o final. El cerco estará integrado por una parte de block de 0.14 x 0.19 x 0.39 metros, de 35 kilogramos por centímetro cuadrado de resistencia y después de la solera final continuará una malla galvanizada calibre 14 de 2" por 2". La malla galvanizada estará anclada a la tubería HG de 2" de diámetro. El tubo HG estará empotrado dentro de la columna desde la solera de humedad y sobresaldrá de la solera final una altura de 2.0 metros. El remate de la malla se colocará tubo HG de 1" en posición horizontal y soldado a tubo de 2" vertical. La separación entre los tubos HG verticales será la separación que tienen las columnas de los muros y no podrá ser mayor de 2.50 metros. Cuando se tenga que hacer un cambio de altura por la pendiente del terreno, se deberá profundizar la cimentación hasta el nuevo nivel del muro. El amarre de la malla con los tubos HG y la solera final del muro de block será por medio de una hembra metálica de 1" de ancho por 1/4" de espesor y la misma deberá ir soldada en la tubería HG y en la solera, se colocarán pines de acero de 3/8" grado 40, anclados a la solera a cada metro para que se pueda soldar la hembra y los pines.

En los planos se proporciona un detalle de cada uno de los componentes que integran el cerco perimetral.



### 3. Reparación de Captación

Se reparará la captación existente conocida como Sacutiú, dicha reparación consistirá en la unión de la losa de fondo de filtro a las paredes de la estructura en los lugares en las que se ha separado utilizando para ello concreto 4000 psi con aditivo impermeabilizante unido a través del uso de un epóxico tipo Sika dur 32 o similar.

Al interior del filtro se aplicarán dos manos de impermeabilizante de tipo cementicio. Sobre la losa se colocará una capa de material tipo grava de  $\varnothing$  4 mm a 40 mm con un espesor de 0.40m sobre esta se colocará una capa de arena de 0.2 mm con un espesor de 2.0 m, este material deberá estar libre de arcilla, limos, materiales orgánicos y otros materiales perjudiciales, y antes de colocarlo deberán de ser lavados para evitar que acumulen lodos y otros materiales.

Previo a la realización de estos trabajos se deberá realizar una nueva inspección de la infraestructura existente para revisar su estado, y re chequear cantidades de trabajo, así mismo se recomienda la realización del diseño de la estratigrafía del filtro de acuerdo a un nuevo análisis del parámetro de turbiedad en el agua, con el fin de asegurar la efectividad del filtro.

# Anexo 4: Planos

**ELEVACION**

SIN ESCALA

DIMENSIONES (mt.)					
VALORES DE VALVULA	A	B	C	AxL. No. en 1/8"	
MAC 0.50 (1/2")	0.50	0.68	0.20	0.40	
MAC 0.75 (3/4")	0.60	0.68	0.34	0.50	
MAC 1.00 (1")	0.70	0.78	0.39	0.60	
MAC 1.50 (1 1/2")	1.00	1.08	0.54	0.70	

**PLANTA TAPADERA**

SIN ESCALA

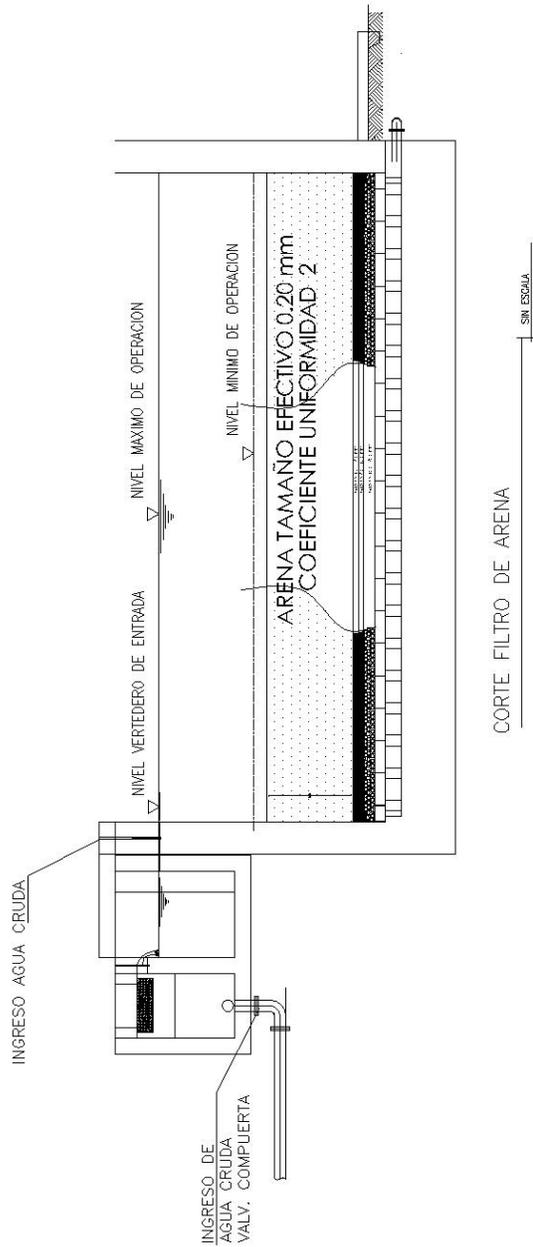
**PLANTA**

SIN ESCALA

**NOTAS:**

- A= DIMENSIÓN INTERIOR
- B= DIMENSIÓN DE TAPADERA
- C= POSICIÓN DE VÁLVULA O MACROMEDIDOR (A/2)
- LAS PAREDES Y LA TAPADERA DE LA CAJA SE CONSTRUIRÁN CON CONCRETO F'c=210 Kg/cm<sup>2</sup>, ACERO DE REFUERZO GRADO 40
- EL SUELO DE SOPORTE DE LA VÁLVULA O MEDIDOR SERÁ DE ARENA Y NUNCA FUNDIDO PARA EVITAR INUNDACIÓN DE LA CAJA
- LA SUPERFICIE DE LA TAPADERA Y EL INTERIOR DE LA CAJA DEBERÁN CERNIRSE CON CEMENTO-ARENA

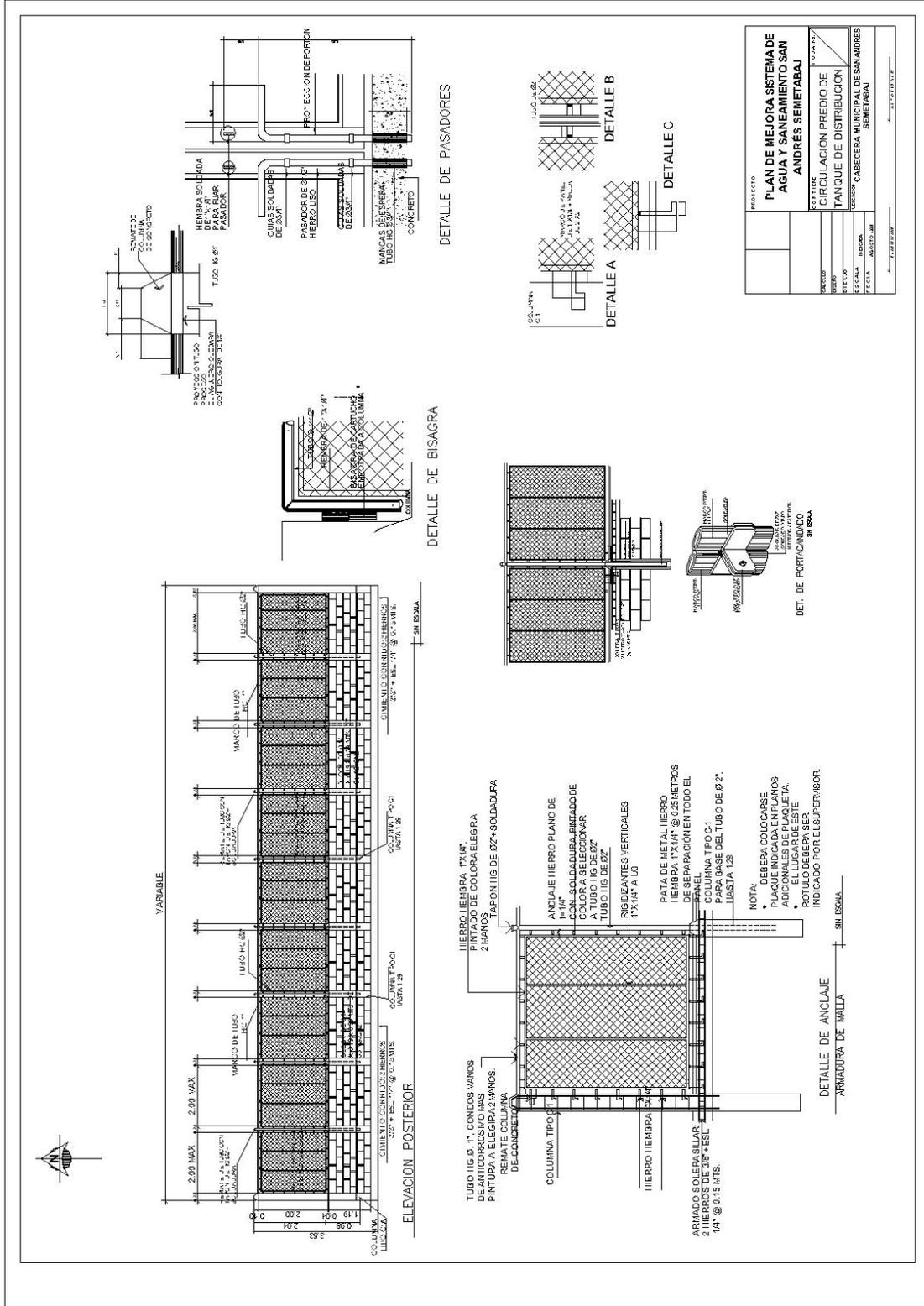
<b>PROYECTO</b>	PLAN DE MEJORA SISTEMA DE AGUA Y SANEAMIENTO SAN ANDRÉS SEMETABAJ
<b>PAQUETE</b>	MACROMEDIDOR
<b>PROYECTO</b>	MACROMEDIDOR
<b>FECHA</b>	UNIVERSIDAD MUNICIPAL DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ
<b>FECHA</b>	MACRO 0.50



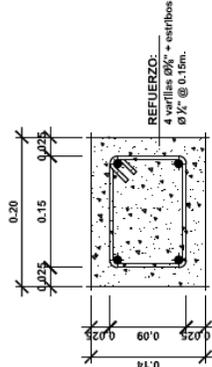
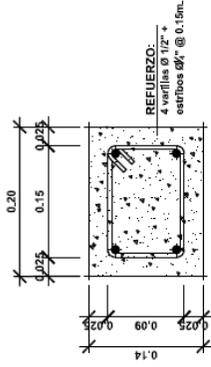
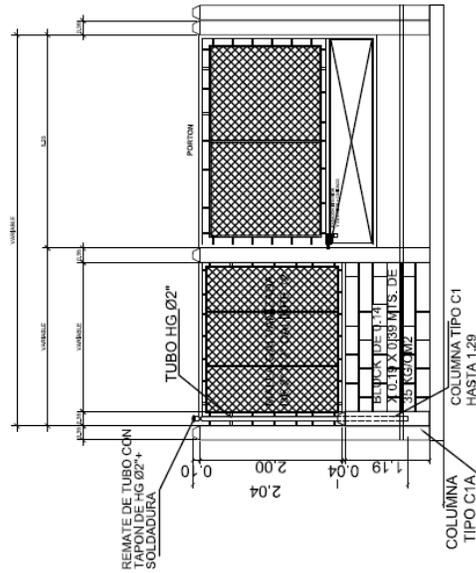
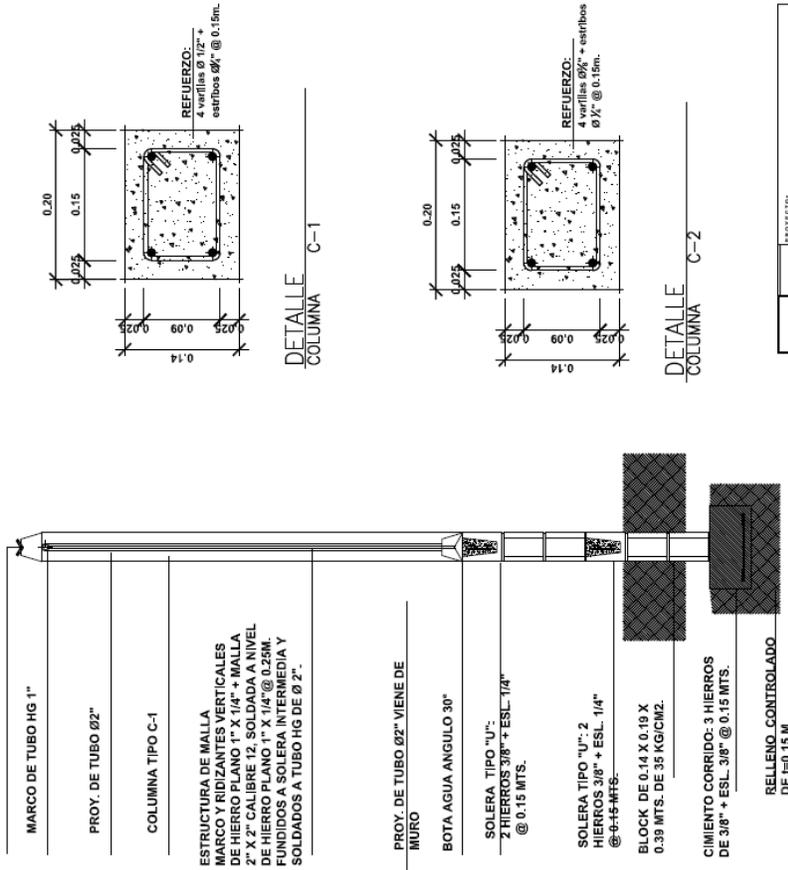
**NOTAS:**

- DIMENSIONES DEBEN SER RECTIFICADAS EN CAMPO
- GRANULOMETRIA Y ESPESORES DE CAPAS DEBEN SER VERIFICADOS SEGUN RESULTADOS DE ANALISIS FISICO QUIMICOS QUIMICOS DEL AGUA

PROYECTO		PIAN DE MEJORA SISTEMA DE AGUA Y SANEAMIENTO SAN ANDRÉS SEMETABAJ	
SECCION	REPARACION	FORMA	
DETALLE	CAPTACION SACLUTU		
FECHA	REGION	MUNICIPALIDAD DE SAN ANDRES	
LECTA	INDICACION	CABECERA MUNICIPAL DE SAN ANDRES	
LECTA	ACCIONES	SEMETABAJ	
AUTOR		INGENIERO	



PROYECCION DE COLUMNA DE CONCRETO DE INICIO Y EN JUNTAS.



PROYECTO		PLAN DE MEJORA SISTEMA DE AGUA Y SANEAMIENTO SAN ANDRÉS SEMETABAJ	
OBJETIVO		CIRCULACIÓN PREDIO DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	
UBICACIÓN		CABECERA MUNICIPAL DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ	
FECHA		AGOSTO 2011	
AUTOR		HELVETAS	

DETALLE 1  
SECCION DE MURO TÍPICO



## Anexo 5: Reglamento Municipal de Agua

### MUNICIPALIDAD DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ

MODIFÍCASE EN LA FORMA QUE SE INDICA, EL REGLAMENTO DE AGUA POTABLE DE LA MUNICIPALIDAD DE SAN ANDRÉS DEPARTAMENTO DE SOLOLA. PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL NUMERO 36,209. de fecha 21 de Junio del año 2,004.-

EL INFRASCRITO SECRETARIO MUNICIPAL DEL MUNICIPIO DE SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEL DEPARTAMENTO DE SOLOLA: C E R T I F I C A QUE PARA LOS EFECTOS LEGALES TIENE A LA VISTA EL LIBRO DE SESIONES MUNICIPALES NUMERO UNO CON REGISTRO G7 050/2005 AUTORIZADA EN LA CONTRALORIA GENERAL DE CUENTAS, QUE SE LLEVA EN ESTE DESPACHO MUNICIPAL EN EL CUAL A FOLIOS 27 AL 40 SE ENCUENTRA EL ACTA NUMERO 3-2,005-QUE COPIADA EN SU PARTE CONDUCTENTE DICE.

ACTA NÚMERO 3-2,005. Sesión pública ordinaria celebrada por la honorable corporación municipal del municipio de San Andrés Semetabaj, departamento de Sololá a los dieciséis del mes de Mayo del año dos mil cinco, bajo la presidencia del señor Profesor JUAN INOCENTE CUY MATZAR, Alcalde Municipal, con la asistencia de los señores: Rudy Román Sacuj Locón, Manuel Juracán Castejón, síndicos municipales primero y segundo en su orden, Lucas Sacuj Xingo, Filemón Urías Mátzar Coronado, Osberto Ramiro Motta Tobías, concejales municipales, segundo, tercero y cuarto en su orden, y Vitalino Antonio Mátzar Secretario Municipal que certifica con el objeto de tratar asuntos relacionados con la administración municipal por lo que siendo las quince horas con treinta minutos se procede de la manera siguiente. PRIMERO: El señor Profesor Juan Inocente Cuy Mátzar, Alcalde Municipal, da la mas cordial bienvenida a los miembros del concejo municipal, solicitando a cada uno poner la atención a los puntos que tiene programado en agenda del día de hoy, habiendo procedido a dar lectura al mismo, de lo cual fue aprobado por el honorable concejo. Seguidamente se solicitó al señor secretario Municipal dar lectura al acta anterior la que sin enmienda alguna fue aceptada por los presentes. Proceidiéndose a las firmas respectivas. OCTAVA: El honorable concejo municipal, entro a discutir ampliamente sobre el contenido del REGLAMENTO DE AGUA POTABLE de la Municipalidad de San Andrés Semetabaj, del Departamento de Sololá, y CONSIDERANDO: Que los servicios de agua potable que brinda la Municipalidad es a favor de todos los habitantes del Casco Urbano de la Población de SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLA; sin incluir a los vecinos del área Rural por lo consiguiente es necesario MODIFICAR el concepto del título del Reglamento y modificar las tarifas mensuales o tasas que se cobra a los usuarios del sistema de agua potable de esta población por lo tanto el Concejo Municipal A C U E R D A N: Modificar el REGLAMENTO DE AGUA POTABLE de la Municipalidad de San Andrés Semetabaj, del Departamento de Sololá en la forma siguiente.

#### REGLAMENTO DE AGUA POTABLE CÁSCO URBANO SAN ANDRÉS SEMETABAJ, DEPARTAMENTO DE SOLOLA.

SE MODIFICA EL ARTICULO 14, en lo que respecta al cobro de la tarifa.

Residencia o familiar.....	Q. 7.00
Comercial.....	Q.20.00
Industrial.....	Q.30.00
Entidades Estables.....	Q.10.00

#### SE MODIFICA EL ARTICULO 14.3

Tasa por consumo mensual (canon de agua) hasta 15,000 metros cúbicos, corresponde al pago mensual que debe hacer el usuario derivado del consumo mensual de agua equivalente en Q.7.00, SE DEROGA EL CONTENIDO DEL ARTICULO 14.2 publicado en el diario oficial numero 36,209 de fecha 21 de Junio del 2,004.

El honorable concejo municipal, después de haber analizado y consensado antivamente la presente modificación y derogación al reglamento de agua potable, del CASCO URBANO SAN ANDRÉS SEMETABAJ, SOLOLA. Y en uso de las facultades que confieren los artículos 3, 33, 35, a), l), 40, y 42 del código municipal, y artículos 253, 254, 255 de la constitución política de la República, por unanimidad ACUERDAN: Aprobar la modificación al plan de tasas anteriormente descrito, debiéndose remitir copia certificada para su publicación en el diario oficial de Centro América. El presente acuerdo cobra vigencia ocho días después de su publicación en el diario oficial. F.s. legible, Juan Inocente Cuy Mátzar, Alcalde Municipal, legible, Rudy Román Sacuj Locón, Síndico Municipal I, legible, Manuel Juracán Castejón, síndico municipal II, legible, Diego Méndez Morales, Concejel Municipal I, legible, Lucas Sacuj Xingo, Concejel Municipal II, legible, Filemón Urías Mátzar Coronado, Concejel Municipal III, legible, Osberto Ramiro Motta Tobías Concejel IV, E legible, Vitalino Antonio Mátzar, Secretario Municipal.

Y, PARA LOS USOS LEGALES CORRESPONDIENTES, EXTIENDO LA PRESENTE EN SAN ANDRÉS SEMETABAJ, A LOS VEINTICUATRO DIAS DEL MES DE MAYO DEL AÑO DOS MIL CINCO.

Vitalino Antonio Mátzar.  
Secretario Municipal.



Vo.Bo. Prof. Juan Inocente Cuy Mátzar.  
Alcalde Municipal.



(63229-2)-30-mayo



## Bibliografía

1. Consejo Municipal de Desarrollo, Municipio de San Andrés Semetabaj, Sololá. Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial 2018 – 2032
2. Secaira, Cordero, Girón, Reyna. Perfil socioambiental de los desechos sólidos en el departamento de Sololá. 2011
3. Mancomunidad de municipios Kaqchiquel Chichoy y Atitán. Proyecto Agua y Saneamiento GTM-010-B. 2011. Plan Comunitario de Agua y Saneamiento Cabecera Municipal de San Andrés Semetabaj
4. Ministerio de Salud, República de Guatemala. Sistema de Informaición Gerencial de Salud – Distrito 2. Vigilancia epidemiológica 2021