



# PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

## MUNICPIO DE SAN JOSÉ CHACAYÁ

### Descripción breve

El municipio de San José Chacayá actualmente cuenta con una cobertura del 100% de la población en el sistema de agua potable y se estima que un 75% de cobertura en el sistema de saneamiento a través de un drenaje sanitario, el 25% restante cuenta con sistemas de saneamiento básico individual. El sistema de agua que se evaluó es el denominado "sector casco urbano" el cual cubre al 70% de las conexiones del casco urbano, dicho sistema cuenta con un nacimiento, 1.5 kilómetros en la línea de conducción, un tanque de distribución de 200 m<sup>3</sup>, 2 kilómetros en la red de distribución, 7 válvulas de compuerta y 225 conexiones prediales. La red de alcantarillado sanitario 6.21 km

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:

Edy Wilfrido Nimatuj Gómez y HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

## Municipalidad de San José Chacayá:

Luis Florencio García Chutá  
Alcalde Municipal.

Lucio David Ajú Roquel  
Coordinador Oficina Municipal Agua y Saneamiento (OMAS)

“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

CRÉDITOS.....	1
Edición.....	1
Texto y contenido:.....	1
Diseño y diagramación:.....	1
Asesoría y Revisión Equipo Programa RUK'U'X YA'.....	1
Fotografías: .....	1
Municipalidad de San José Chacayá: .....	1
Índice de tablas.....	¡Error! Marcador no definido.
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
Estado de residuos sólidos.....	9
Localización de la zona de estudio .....	10
Datos generales del casco urbano San José Chacayá .....	10
Objetivos del plan .....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Información del sistema de agua y saneamiento.....	13
Mapa de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento .....	14
Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado .....	16
Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos.....	18
Análisis del saneamiento de la cabecera municipal .....	20
Análisis de la disposición de aguas residuales.....	20
Caracterización de aguas residuales .....	21
Tipo de tratamiento existente.....	22
Análisis de la disposición de residuos sólidos .....	23
Caracterización de desechos sólidos .....	25



Estado de enfermedades de origen hídrico .....	25
Análisis de la oferta .....	25
Análisis de la demanda.....	25
Análisis de la capacidad de almacenamiento.....	26
Principales mejoras identificadas del sistema de agua.....	28
Mejoras en el sistema de agua a corto plazo .....	28
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo .....	28
Principales mejoras identificadas de saneamiento.....	29
Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo.....	29
Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo.....	29
Hoja de ruta para la gestión de mejoras.....	30
Análisis de sostenibilidad.....	31
Técnica .....	31
Ambiental .....	34
Presupuesto de mejoras .....	35
Manual de operación y mantenimiento.....	36
Operación:.....	36
OPERACIÓN.....	36
MANTENIMIENTO .....	38
Mantenimiento:.....	38
Cronograma de operación y mantenimiento.....	40
Dispositivos/ Instalaciones especiales .....	42
Resultados de la calidad de agua .....	42
Medición de cloro residual.....	42
Medición de potencial de Hidrogeno .....	43
Presiones de servicio en el sistema.....	44
Anexo 1:.....	47
Análisis de sostenibilidad técnica: .....	47
Análisis de sostenibilidad ambiental: .....	50
Anexo 2: Presupuesto de mejoras.....	55
Presupuesto Integrado .....	55
Presupuesto desglosado.....	56



Especificaciones técnicas .....	62
Bibliografía .....	64

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa del sistema municipal de agua de San José Chacayá.....	14
Ilustración 2. Mapa del sistema de saneamiento municipal de San José Chacayá.....	15
Ilustración 3. Flujograma del sistema de agua potable San José Chacayá.....	16
Ilustración 4 Acceso captación.....	18
Ilustración 5. Captación San José Chacayá.....	19
Ilustración 6. Tanque de distribución San José Chacayá .....	19
Ilustración 7. Pretratamiento ingreso de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	23
Ilustración 8. Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente.....	23
Ilustración 9. Composteras .....	24
Ilustración 10. Clasificación de residuos sólidos inorgánicos .....	24



## 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:	Municipio de San José Chacayá	
Institución implementadora:	Oficina Municipal de Agua y Saneamiento, Municipalidad de San José Chacayá / Comisión de agua/COCODE	
Componentes:	Técnico y Ambiental	
Beneficiarios:	1,625	
Opciones de Financiamiento:	Presupuesto Municipal, fondos del Consejos de Desarrollo, INFOM, cooperación internacional (BID, AECID, CARE, etc.), AMSCLAE, etc.	
Periodo de ejecución:	5 años	
Acciones estratégicas:	Aprobación del Plan por parte del Concejo Municipal para darle legitimidad y carácter de oficial, apoyar la institucionalización del servicio fortaleciendo la DHAS	
	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, involucrando actores del sector (MSPAS, MARN, INFOM, entre otros)	
	Actualizar el reglamento del servicio	
	Realizar censo para actualizar usuarios e identificar conexiones ilícitas	
	Fortalecer la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento	
Inversiones priorizadas	Circulación Captación	Q 21,298.16
	Circulación tanque de distribución	Q 33,065.33
	Cambio tubería distribuidora de filtro percolador en Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Q 8,314.65
	Implementar plan de control de calidad de agua	Q 1,500.00
	Capacitación constante de uso de operadores	Q 2,180.00
	Capacitación sobre aplicación de reglamentos establecidos	Q 1,680.00

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



## Resumen ejecutivo



El municipio de San José Chacayá cuenta con una cobertura del 100% de agua y una cobertura aproximada del 75% de saneamiento colectivo a través de un alcantarillado sanitario el 25% restante tienen sistemas de saneamiento básico individual, para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por la Oficina Municipal de Agua (OMA), se determinó en base a un muestreo estadístico con la visita a 40 viviendas de un total de 225 del sector denominado casco urbano.

Se cuenta con un plan de mejora dentro de municipalidad que proporciona información del acceso, calidad y asequibilidad de los servicios de agua y saneamiento, de igual manera orienta 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 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 de San José Chacayá actualmente cuenta con servicio colectivo para la disposición de excretas y aguas grises, el cual funciona desde el año 2016 y cuenta con una planta de tratamiento de aguas residuales, en el tema de residuos sólidos cuenta con sistema de recolección municipal y disposición final en el cual se separan materias orgánicas e inorgánicas, realizando actividades de compostaje para los residuos orgánicos, reciclando y comercializando los inorgánicos, no se tienen identificados basureros clandestinos en el área urbana de San José Chacayá.

El sistema de abastecimiento de agua tiene aproximadamente 33 años de haberse construido, durante este periodo se han implementado algunas mejoras, principalmente a finales del año 2020 y principios del 2021 con el cambio completo de la red de distribución, no se detectan grandes problemas en el sistema de abastecimiento de agua potable, únicamente se detectan algunas actividades e infraestructura preventiva que pueda garantizar el suministro de agua potable a la población de San José Chacayá en el futuro, actualmente se tiene cobertura total en el sistema de agua potable, en cuanto a la continuidad es de 24 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



adecuadamente y se monitorea todas las semanas los días lunes y miércoles por personal de la OMAS y CAP de Santa Lucía Utatlán, durante las 40 visitas se confirmó la presencia de cloro residual.

## 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 de brote definido	Bueno	Ninguna	n/a	n/a	n/a
Circulación a captación	Regular	Reparar el alambre dañado y postes correspondientes	Q 21,298.16	Municipalidad	Ninguno
Línea de conducción	Bueno	Ninguna	n/a	n/a	n/a
Tanque de distribución	Bueno	Ninguna	n/a	n/a	n/a
Circulación tanque de distribución	Regular	Reparar el alambre del perímetro de la circulación	Q 33,065.33	Municipalidad	n/a
Red de distribución	Buena	Ninguna	n/a	n/a	n/a
Válvulas de compuerta en Red de distribución	Buena	Ninguna	n/a	n/a	n/a
Conexiones domiciliarias	Buena	Ninguna	n/a	n/a	n/a
Administración del sistema	Regular	Implementar plan de control de calidad de agua	Q 1,500.00	Municipalidad	

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
------------	--------	--------------------------	-----------------------	------------------------------------	----------------------------------



<b>Red de drenaje sanitario</b>	Bueno	Ninguna	n/a	n/a	n/a
<b>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales</b>	Regular	Reparación de tubería de distribución en filtro percolador	Q 8314.65	Municipalidad	
<b>Administración del sistema</b>	Regular	Capacitación constante a operadores	Q. 2,180.00	Municipalidad	
<b>Administración del sistema</b>	Regular	Capacitación sobre aplicación de reglamentos establecidos	Q. 1,680.00	Municipalidad	

Tabla 3: Estado de saneamiento

### Estado de residuos sólidos

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
<b>Recolección de desechos sólidos</b>	Buena	Ninguna	n/a	n/a	n/a
<b>Disposición final de desechos sólidos</b>	Buena	Ninguna	n/a	n/a	n/a

Tabla 3: Estado de saneamiento



## Localización de la zona de estudio



Identificación	
Cabecera Municipal	San José Chacayá
Colindancias	
Al norte	Nahualá y Sololá
Al Sur	Santa Cruz La Laguna
Al Este	Sololá
Al Oeste	Santa Lucía Utatlán
Coordenadas geográficas	
Latitud	14°46'00"N
Longitud	91°13'00"O
Altura	2,210 MSNM
Extensión territorial	
Superficie	44 km <sup>2</sup>
Microcuenca	Quiscab
Cuenca	Atitlán
Características particulares	
Clima	Semifrío húmedo
Rango de temperatura anual	15.3 °C
Rango de precipitación media	1,381 mm
Tipo de suelo	Patzité y Camanchá
Uso de suelo y vegetación	Cobertura vegetal, bosques y cultivos

Tabla 4: Localización del estudio

## Datos generales del casco urbano San José Chacayá



DATOS GENERALES	
Nombre	San José Chacayá
Población	1,625
Personas/viviendas con acceso a agua	1,625 / 325
Porcentaje de cobertura de agua	100%



Personas/viviendas con acceso a saneamiento	1,220 / 244 Saneamiento colectivo 405 / 81 Saneamiento básico individual
Porcentaje de cobertura de saneamiento	75% Saneamiento colectivo 25% Saneamiento básico individual
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Q 1,650.00 Tiempo que le llevaría a una familia adquirir el servicio según los ingresos promedios: 1.5 meses
Costo de acceso a un servicio de saneamiento letrina/drenaje	Q 1,050.00 Tiempo que le llevaría a una familia adquirir el servicio según los ingresos promedios: 1 mes

Tabla 5: Datos generales



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	1 escuela infantil 1 escuela de educación parvulario y pre primario 1 escuela de educación primaria 1 instituto de educación básica 1 instituto de nivel diversificado
Salud	Centro de Atención -CAP-
Energía Eléctrica	Energuate
Principal actividad productiva	Agricultura

Tabla 6: Servicios básicos



## Objetivos del plan



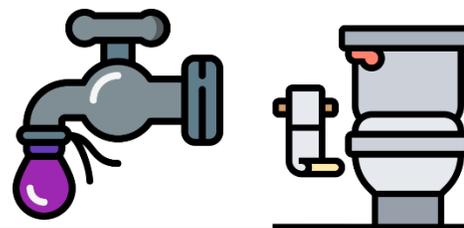
### Objetivo General

Elaborar un plan de mejora de los sistemas de abastecimiento de agua potable, alcantarillados y manejo de residuos sólidos del municipio de San José Chacayá, departamento de Sololá.

### Objetivos Específicos

1. Evaluar y caracterizar el funcionamiento del sistema de agua potable del municipio de San José Chacayá, determinando mejoras a corto, mediano y largo plazo para poder garantizar la calidad del servicio.
2. Evaluar y caracterizar el sistema de alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, analizando funcionamiento y determinando mejoras factibles para el sistema.
3. Analizar el funcionamiento del manejo y disposición final de los residuos sólidos del municipio, determinando procesos y posibles mejoras.

## 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
Sector casco urbano	Oficina Municipal Agua	Urbano	Gravedad	Domiciliar	3.3 l/s	Sí	Sí	Sector casco urbano	Nacimiento	14° 46.545'N 91° 14.071'O 2329 MSNM	Casco urbano San José Chacayá	San José Chacayá	1,125	225

Tabla 7: Información del sistema de agua

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

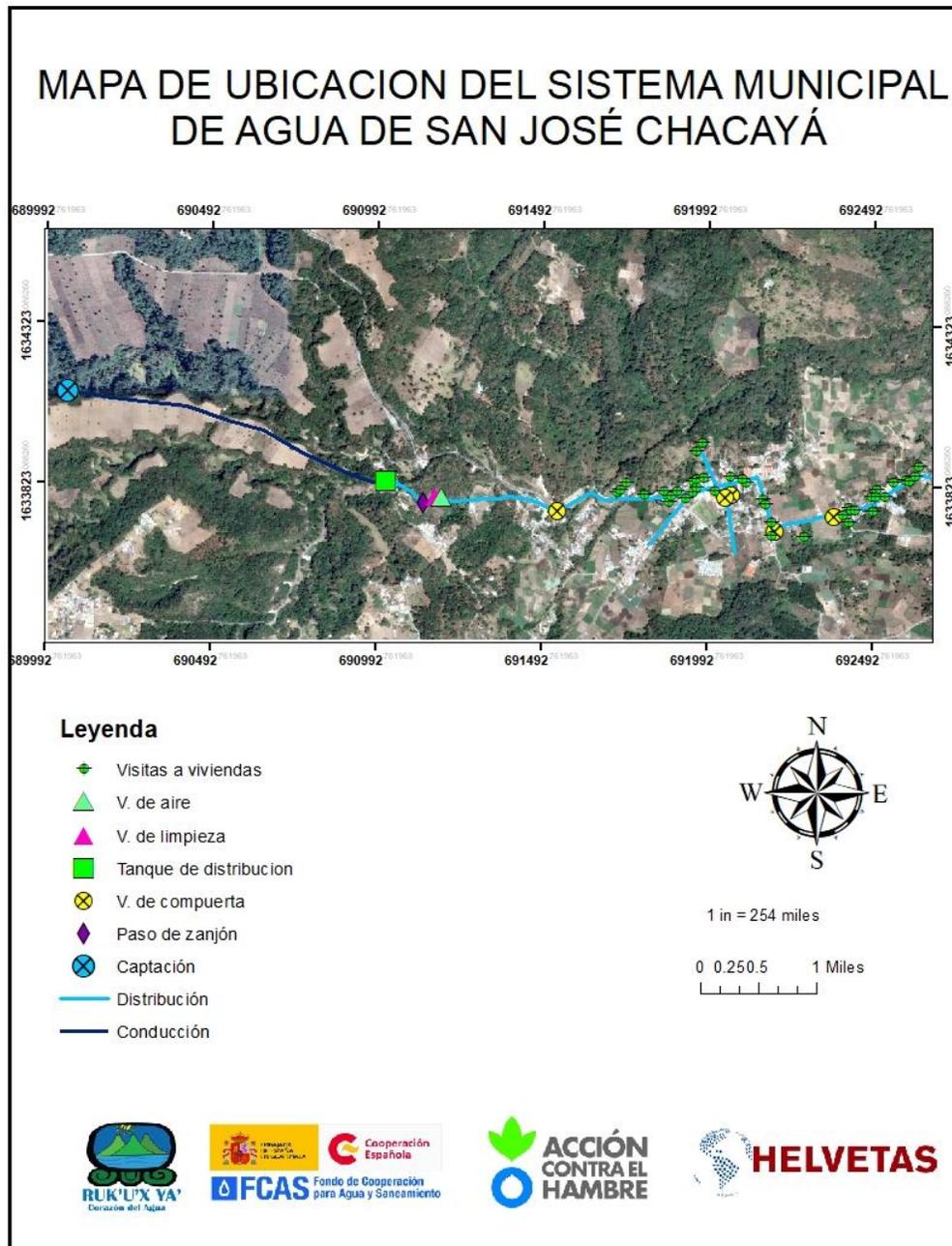
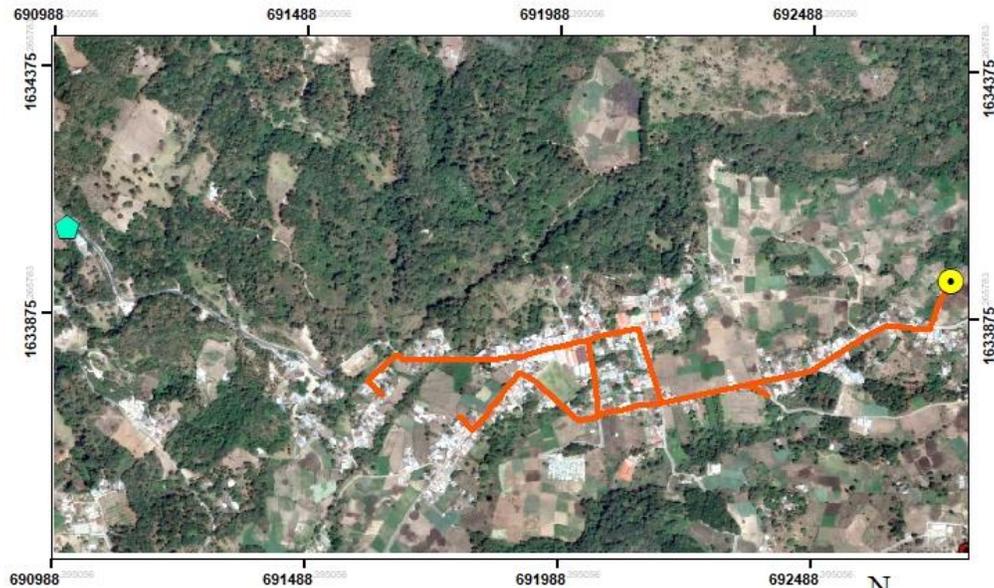


Ilustración 1. Mapa del sistema municipal de agua de San José Chacayá

# MAPA DE UBICACION DEL SISTEMA MUNICIPAL DE SANEAMIENTO DE SAN JOSÉ CHACAYÁ



## Leyenda

-  PTAR
-  Centro de transferencia
-  Colector drenaje



1 in = 0 miles

0 0.25 0.5 1 Miles



Ilustración 2. Mapa del sistema de saneamiento municipal de San José Chaca

# Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado

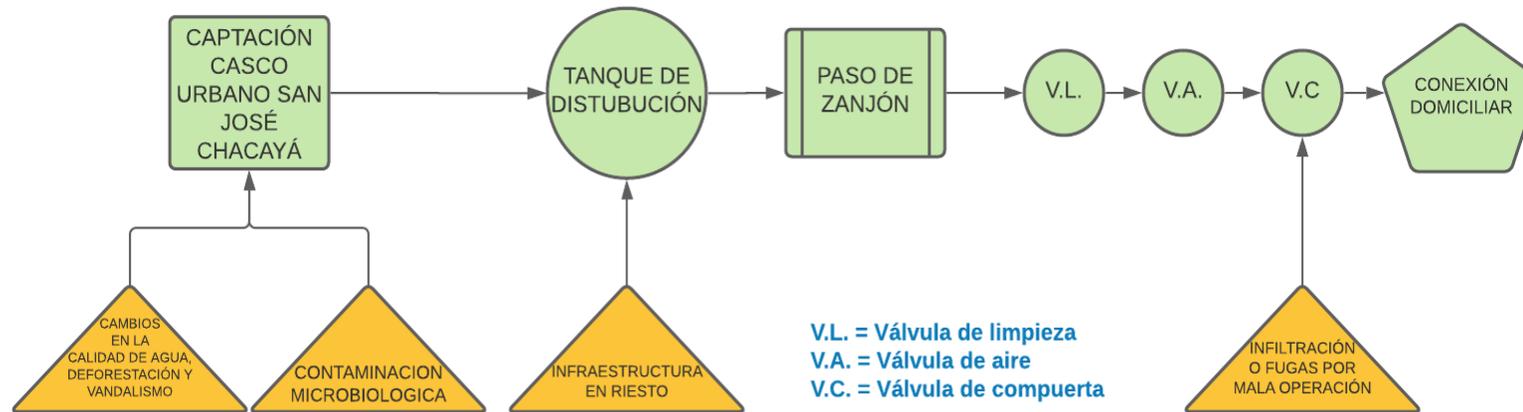
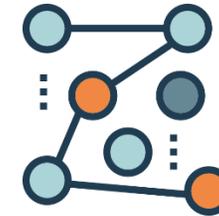
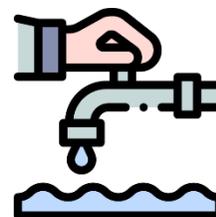


Ilustración 3. Flujograma del sistema de agua potable San José Chacayá



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



Se determinó, para cada etapa del diagrama de flujo del proceso validado, los elementos que pueden fallar; es decir, eventos que pueden poner en peligro la infraestructura del sistema o que puedan suponer una disminución de calidad del servicio prestado. La determinación de los peligros se realiza mediante visitas sobre el terreno además de mediante análisis de la documentación.

La inspección visual de aspectos como la zona adyacente a los puntos evaluados y los componentes de los sistemas pueden 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)
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Cambios rápidos en la calidad del agua de la fuente
Variaciones estacionales	Cambios en la calidad del agua de la fuente
Agricultura	Contaminación microbiológica; plaguicidas; nitrato; abonado con estiércol líquido o sólido; desecho de cadáveres de animales
Fauna	Contaminación microbiológica
Acuífero no confinado	Cambios inesperados en la calidad del agua

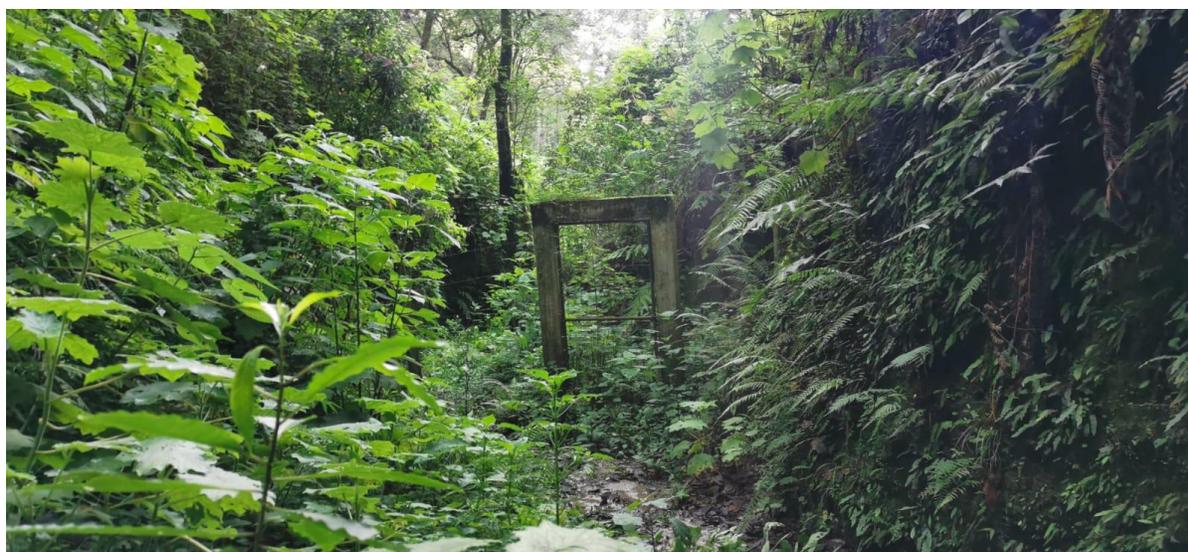


Ilustración 4 Acceso captación



*Ilustración 5. Captación San José Chacayá*

Determinación de peligros típicos que pueden afectar al tratamiento/desinfección

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación / Corte de suministro



*Ilustración 6. Tanque de distribución San José Chacayá*



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

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación del flujo introducción de agua viciada
Seguridad / vandalismos	Contaminación

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

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

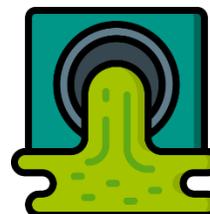
## Análisis del saneamiento de la cabecera municipal

En la actualidad San José Chacayá cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario según personal de la OMAS el 75% de la población está conectada a dicho alcantarillado, el 25% restante tienen sistemas de saneamiento básico, cabe resaltar que no se encuentra conectados a la red de alcantarillado por ubicación de las viviendas (topografía).

El sistema alcantarillado está configurado con 2,235 metros de alcantarillado condominal, 73 cajas de inspección y 59 pozos de registro, 2,507 metros de alcantarillado convencional con tuberías de entre 6 y 8 pulgadas y 50 pozos de visita, los cuales están conectados a una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

## Análisis de la disposición de aguas residuales

El sistema de alcantarillado del municipio de San José Chacayá, se encuentra conectado a La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Cabecera Municipal de San José Chacayá, la infraestructura de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se encuentra en buen estado, según datos obtenidos de AMSCLAE refleja que la PTAR funciona de forma adecuada y cumple con todos los parámetros establecidos a excepción del nitrógeno.





## Caracterización de aguas residuales

Al encontrarse San José Chacayá en la cuenca del lago de Atitlán, esta bajo jurisdicción de la “Autoridad para el manejo sustentable de la cuenca del lago de Atitlán y su entorno” -AMSCLAE-, la cual está facultada para planificar, coordinar y ejecutar en coordinación con las instituciones que corresponda, todos los trabajos que permitan conservar, preservar y resguardar los ecosistemas de la cuenca del Lago de Atitlán, generando los mecanismos necesarios para lograr sus objetivos. De igual forma busca sustentar sus decisiones sobre una base de ciencia y de datos sólidos y actualizados que permitan el desarrollo de políticas y planificación hacia el uso y manejo sustentable del lago Atitlán y los recursos en su cuenca hidrográfica.

En ese sentido, El Departamento de Investigación y Calidad Ambiental (DICA), apoya en el análisis de muestras de agua de las plantas de tratamiento de aguas residuales ubicadas dentro de la cuenca del lago Atitlán a las municipalidades, bajo el marco del inciso d) del artículo 13 del Reglamento de la AMSCLAE (Acuerdo Gubernativo 78-2012): “Evaluar el cumplimiento y el efecto de las medidas correctivas que se implementan en las herramientas para el manejo integrado de la cuenca” y a solicitud del Departamento de Saneamiento Ambiental, el Reglamento de Descargas de Aguas Residuales en la Cuenca del Lago de Atitlán (Acuerdo Gubernativo 12-2011), y el reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos (Acuerdo Gubernativo 236-2006).

A través de la cual se obtuvo acceso al documento denominado “Informe de muestreo de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la cuenca del lago Atitlán, 2020”, en donde se obtuvo la la información siguiente de la Planta de Tratamiento de San José Chacayá:

<b>Temperatura</b>	°C	18.7
<b>pH</b>	U pH	7.93
<b>DBO<sub>5</sub></b>	mg/l	28.2
<b>DQO<sub>5</sub></b>	mg/l	100
<b>Fósforo total</b>	mg/l	3.7
<b>Nitrógeno total</b>	mg/l	24
<b>Sólidos en suspensión</b>	mg/l	16
<b>Coliformes fecales</b>	NMP	<3
<b>Color aparente</b>	U Pt -Co	37.6

**Noviembre 2020 hechas por AMSCLAE**

En el mismo documento se concluye:



- Las plantas de tratamiento de aguas residuales de los municipios de San José Chacayá y San Marcos La Laguna cumplen con el parámetro de coliformes fecales. Las dos plantas de tratamiento poseen un sistema de desinfección cuya dosis actualmente se ajusta al caudal.
- La planta de tratamiento de San José Chacayá cumple con la mayoría de los valores máximos permisibles establecidos en el Ac. Gub. No. 12-2011, a excepción del parámetro de Nitrógeno Total.
- Las plantas de tratamiento de San Marcos la Laguna y San José Chacayá cumplen con los valores máximos permisibles establecidos para DBO en el Ac. Gub. 12-2011, además presentaron una remoción de DBO mayor al 85%.
- Las plantas de tratamiento que cumplen con los límites establecido para fósforo total en el Acuerdo Gubernativo 12-2011, son las dos plantas de tratamiento del municipio de San Andrés Semetabaj, la de San José Chacayá y la de San Marcos la Laguna.
- Ninguna planta de tratamiento de las muestreadas durante el 2020 cumple con los límites establecidos para nitrógeno total en el Acuerdo Gubernativo 12-2011.
- Es necesario una buena operación y mantenimiento en todas las plantas de tratamiento, especialmente del pretratamiento, ya que este contribuye a la eliminación de arenas y grasas, y sólidos, mejorando la remoción de materia orgánica.
- Por tercer año consecutivo no se contó con el Técnico en Manejo de Aguas Residuales en el departamento de Saneamiento Ambiental de la AMSCLAE, por tal motivo no se pudo muestrear todas las plantas de tratamiento que se encuentran dentro de la cuenca del lago Atitlán. Derivado de lo anterior tampoco se pudo realizar la medición de caudal por lo menos durante 6 horas continuas para conocer los caudales máximos, mínimos y horas pico.

## Tipo de tratamiento existente

El drenaje está conectado a una planta de tratamiento de aguas residuales la cual tiene las siguientes unidades:

- Sistema de pretratamiento
- Reactor Anaerobio de flujo ascendente (RAFA)
- Filtro percolador
- Sedimentador
- Clorador
- Patio de secado de lodos



Ilustración 7. Pretratamiento ingreso de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales



Ilustración 8. Reactores Anaerobios de Flujo Ascendente

La infraestructura de la Planta de Tratamiento se encuentra en buenas condiciones a excepción de la tubería de hg que distribuye el caudal en el filtro percolador, la cual debe ser reemplazada. La planta de tratamiento tiene dos personas asignadas para su operación y mantenimiento.

## Análisis de la disposición de residuos sólidos



La cabecera municipal de San José Chacayá cuenta con sistema de recolección de desechos sólidos. Este servicio tiene un costo de Q3.00 a Q 10.00 según la cantidad de residuos que los vecinos desechen a la semana. Para la recolección de los residuos sólidos se tienen asignadas a 4 personas, (1 piloto y 3 ayudantes recolectores).

Los vecinos no realizan un proceso de separación previa de los desechos, por lo que, tanto desechos orgánicos como inorgánicos son trasladados a una Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos, la cual está ubicada en las afueras del casco urbano. En la Planta de Tratamiento de Desechos Sólidos, cuatro personas son las encargadas de clasificar los residuos en: orgánicos e inorgánicos. Para el caso de los residuos orgánicos, el proceso que se realiza es el de generar compost para posteriormente comercializarlo; en cuanto a los residuos inorgánicos se separan en chatarra, papel/cartón, vidrio y pet, para comercializarlos posteriormente.

El resto de los residuos se descartan y se depositan en trincheras, las cuales actualmente están llegando al límite de su capacidad, motivo por el cual se está buscando la alternativa de un nuevo predio.



*Ilustración 9. Composteras*



*Ilustración 10. Clasificación de residuos sólidos inorgánicos*



## Caracterización de desechos sólidos

No se tiene un estudio de caracterización de residuos sólidos como tal, pero se estima que el 60% de los residuos sólidos generados son inorgánicos y el 40% restantes son orgánicos.

## Estado de enfermedades de origen hídrico



Consultar con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social información de las enfermedades de origen hídrico que se han atendido en el trimestre pasado

Cantidad de enfermedades de origen hídrico que se han dado en el centro de atención como CAP/Centro de Salud

Dentro del SIGSA se encuentra esta información, atención a diarreas y el tema de desnutrición.

## Análisis de la oferta



En la actualidad, en base a los aforos realizados la fuente del sector casco urbano de San José Chacayá tiene la capacidad de proporcionar 3.3 l/s.

## Análisis de la demanda



En base al análisis de la oferta y a la proyección de demanda futura a 5 años se tiene como resultado:

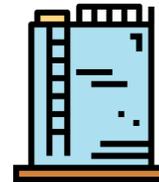
Población Actual	1 125	hab.
Densidad de vivienda	2.9	hab.
Período de diseño	5	años



Tasa de crecimiento	2.27	%
Pob. Futura	1261	hab.
Dotación	180	l/hab/día
Demanda actual	202500	L/día
Demanda futura	226980	L/día
Capacidad de la fuente	285120	L/día

Por lo cual se puede concluir que la fuente tiene la capacidad para abastecer a la cabecera municipal de San José Chacayá por los próximos 5 años.

## Análisis de la capacidad de almacenamiento



El sistema de sector casco urbano de San José Chacayá cuenta con un tanque de almacenamiento de 150m<sup>3</sup> el cual actualmente es suficiente para abastecer al sector, considerando los requerimientos del programa se analiza la capacidad del tanque para los próximos 5 años:

Característica	Valor	Unidades
Población Actual	1125	hab.
Población Futura	1261	hab.
Dotación	180	l/hab/día
Caudal medio diario actual	2.34375	l/s
Caudal medio diario futuro	2.6270833	l/s
Porcentaje de almacenamiento	0.4	
Volumen actual	200	m <sup>3</sup>
Volumen requerido a 5 años	91	m <sup>3</sup>

Por lo tanto se puede verificar que el volumen del tanque de almacenamiento actual es mayor que lo requerido para 5 años.



# Análisis de oferta-demanda

DEPARTAMENTO: Sololá  
 MUNICIPIO San José Chacavá  
 COMUNIDAD Cabecera municipal - Sector Casco Urbano

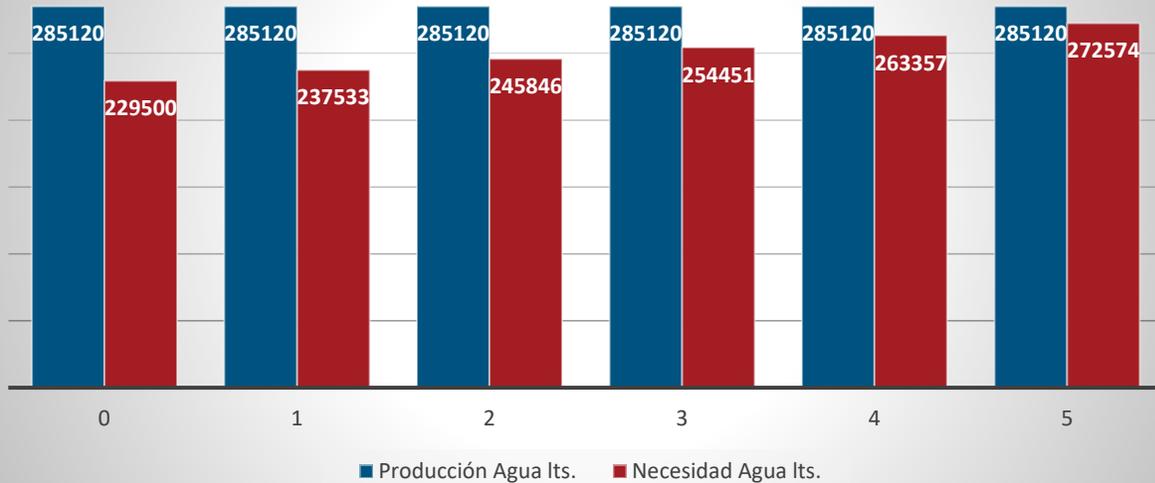
<b>POBLACION:</b>	1275 personas
<b>DENSIDAD HABITACIONAL</b>	5 personas/vivienda
<b>TIPO DE SISTEMA:</b>	GRAVEDAD
<b>VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA</b>	255 viviendas
<b>CAUDAL:</b>	3.30 litros/segundo
<b>DOTACIÓN:</b>	180.00 litros/habitante/día

## CRECIMIENTO POBLACIONAL

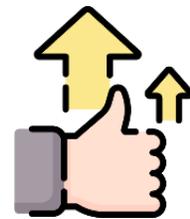
2021	2022	2023	2024	2025	2026
1275	1320	1366	1414	1463	1514

Año	Producción Agua Its.	Necesidad Agua Its.
0	285120	229500
1	285120	237533
2	285120	245846
3	285120	254451
4	285120	263357
5	285120	272574

## Proyección de Producción y necesidad de agua



## Principales mejoras identificadas del sistema de agua



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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Circulación a captación	Regular	Reparar el alambre dañado y colocar postes correspondientes	Q 21,298.15
Circulación tanque de distribución	Regular	Reparar el alambre dañado y colocar postes correspondientes	Q 33,065.33

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Administración del sistema	Regular	Implementar plan de control del calidad de agua	Q 1,500.00



## Principales mejoras identificadas de saneamiento

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Filtro Percolador Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	Regular	Reparación de tubería de distribución en filtro percolador	Q 8,314.65

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Administración del sistema	Regular	Capacitación constante a operadores	Q. 2,180.00
Administración del sistema	Regular	Capacitación sobre aplicación de reglamentos establecidos	Q. 1,680.00



## Hoja de ruta para la gestión de mejoras





# Análisis de sostenibilidad

## Técnica



### Índice de sostenibilidad en agua

		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, 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
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 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
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

1.692307692

10

1

0

Índice de sostenibilidad de agua.

Puntuación máxima

Puntuación obtenida

13

11



Tabla 8: Índice de sostenibilidad técnica

## Índice de sostenibilidad en saneamiento colectivo.

Descripción del índice.		1	0.5	0
1	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
2	Cantidad de tuberías de desfogue de aguas residuales sin conectarse al sistema existentes.	Ninguna	Muy pocas	Bastantes
3	Forma en la que se realiza la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado.	Correcta	Cercano a lo correcta	Incorrecta
4	Existe y es útil el manual de OyM del alcantarillado sanitario.	Si existe y es útil	Existe pero no es útil	No existe.
5	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
6	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
7	Existe y es útil el manual de OyM de la PTAR.	Si existe y es útil	Existe pero no es útil	No existe.
8	Que tanta presencia se considera que existe en el municipio de ríos o cuerpos de aguas negras.	Ninguna	Muy poca	Bastante
9	% de familias asociadas al sistema que cuentan con un dispositivo para la disposición de excretas, (letrina o baño).	90-100%	50-89%	0-49%
10	Que tan frecuente es encontrar defecación o fuentes de contaminación fecal al aire libre en el municipio.	Nunca	Poco frecuente	Muy frecuente
11	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
12	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.

0.16666667

1.58

8

1.5

0

**Índice de sostenibilidad de saneamiento.**

Puntuación máxima

Puntuación obtenida

12

9.5



## Ambiental



	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

1.75

**Índice de sostenibilidad de agua.**

3

0.5

0

Puntuación máxima

Puntuación obtenida

4

3.5



## Presupuesto de mejoras



No	Descripción	Unidad	Cantidad	total
1	Circulación de captación	ml	14.00	Q 21,298.16
2	Circulación tanque de distribución	ml	28.00	Q 33,065.33
3	Tubería distribuidora en filtro percolador	unidad	1.00	Q 8,314.65
4	Implementación de plan de control de calidad del agua	unidad	1.00	Q 1,500.00
5	Capacitación a operadores	unidad	1.00	Q 2,180.00
6	Capacitación sobre aplicación de reglamentos establecidos	unidad	1.00	Q 1,680.00
	<b>Total</b>			<b>Q 68,038.14</b>



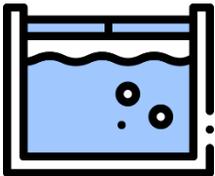
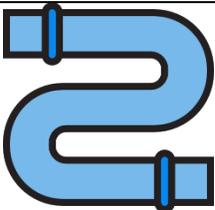
## Manual de operación y mantenimiento

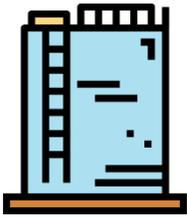
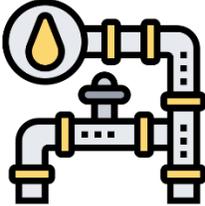
### Operación:

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

### 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	Ninguna
	VALVULAS DE AIRE	Verificar que su funcionamiento sea adecuado, expulsando aire de aire sea de forma automática	Se debe verificar a cada 3 meses	Ninguna
	VALVULA DE LIMPIEZA	Verificar que su funcionamiento sea automático, expulsando sedimentos que puedan ser detectados en el sistema	Se debe verificar a cada 3 meses	Ninguna
	LINÉA DE CONDUCCIÓN	Verificar el estado de la tubería, realizando recorrido en toda la línea de conducción, determinando que no existan fugas, también	Se debe verificar a cada 3 meses	Ninguna

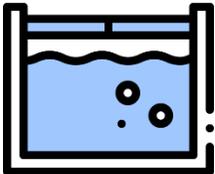
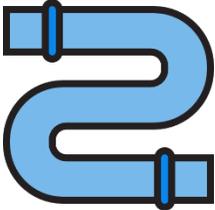
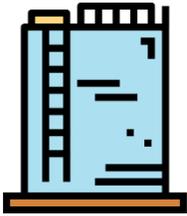
		se debe aforar el ingreso al tanque de almacenamiento para poder determinar si existe disminución de caudal		
	TANQUE DE ALMACNEAMIENTO	<p>Abrir válvulas de compuerta de ingreso y salida del tanque</p> <p>Mantener abierta la válvula de compuerta del hipoclorador</p>	La válvula debe permanecer abierta para no interrumpir el servicio al municipio	Ninguna
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	<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>	Cuando se realicen ampliaciones al sistema o cambios de tubería	Ninguna
	ACOMETIDAS COMICILIARES	Abrir el grifo para su uso	Cuando se requiera	Ninguna

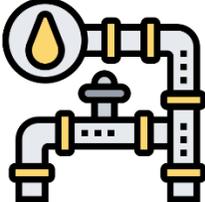
## MANTENIMIENTO

### 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

	CAPTACIÓN	Limpieza de maleza	Mensual	Reparación a la circulación
	VALVULAS DE AIRE	Verificar su funcionamiento de forma automática, determinar que no existan fugas, verificar estado de caja y tapadera	Trimestral	Ninguna
	VALVULA DE LIMPIEZA	Verificar su funcionamiento de forma automática, determinar que no existan fugas, verificar estado de caja y tapadera	Trimestral	Ninguna
	LINÉA DE DISTRIBUCIÓN	Realizar recorridos periódicos para detectar roturas y/o fugas	Trimestral	Ninguna
	TANQUE DE ALMACNEAMIENTO	Chequear que no existan grietas en muros, tapaderas y losa. Si las hay reparar con mezcla de	Trimestral	Reparación a la circulación

		<p>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>		
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	Realizar recorrido, verificando que no existan fugas, verificar el estado de válvulas de compuerta y lubricar las mismas	Trimestral	Ninguna
	ACOMETIDAS COMICILIARES	<p>Cada usuario debe verificar que su chorro funcione correctamente.</p> <p>La administración debe verificar que no existan fugas en las cajas de conexión</p>	Mensual	Ninguna



## Cronograma de operación y mantenimiento



### OPERACIÓN DEL SISTEMA

Elemento	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Sólo cuando se requiera
<b>Captación</b>	Abrir la válvula de compuerta a la salida de la captación				<b>X</b>
<b>Válvula aire</b>	Verificar que su funcionamiento sea adecuado, expulsando aire de aire sea de forma automática		<b>X</b>		
<b>Válvula Limpieza</b>	Verificar que su funcionamiento sea automático, expulsando sedimentos que puedan ser detectados en el sistema		<b>X</b>		
<b>Línea de conducción</b>	Verificar el estado de la tubería, realizando recorrido en toda la línea de conducción, determinando que no existan fugas, también se debe aforar el ingreso al tanque de almacenamiento para poder determinar si existe disminución de caudal		<b>X</b>		
<b>Tanque de almacenamiento</b>	Abrir válvulas de compuerta de ingreso y salida del tanque				<b>X</b>
<b>Línea de distribución</b>	Abrir la válvula de compuerta de salida del tanque.				
	Desinfección de la tubería, y abrir chorros para evacuar el aire en la red.				<b>X</b>
<b>Acometidas domiciliarias</b>	Abrir el grifo para su uso				<b>X</b>



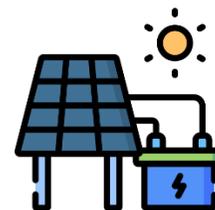
### MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Elemento	Actividad	Mensual	Trimestral	Semestral	Sólo cuando se requiera
<b>Captación</b>	Limpieza de maleza	<b>x</b>			
<b>Válvula aire</b>	Verificar su funcionamiento de forma automática, determinar que no existan fugas, verificar estado de caja y tapadera		<b>x</b>		
<b>Válvula Limpieza</b>	Verificar su funcionamiento de forma automática, determinar que no existan fugas, verificar estado de caja y tapadera		<b>x</b>		
<b>Línea de conducción</b>	Chequear que no existan grietas en muros, tapaderas y losa. Si las hay reparar con mezcla de cemento y tres partes de arena.  Verificar el cerco de protección, y reparar si está roto.  Lubricar candados y válvulas.  Lavar interior del tanque, cepillando las paredes.		<b>x</b>		
<b>Tanque de almacenamiento</b>	Realizar recorrido, verificando que no existan fugas, verificar el estado de válvulas de compuerta y lubricar las mismas		<b>x</b>		
<b>Línea de distribución</b>	Cada usuario debe verificar que su chorro funcione correctamente.  La administración debe verificar que no existan fugas en las cajas de conexión  Chequear que no existan grietas en muros, tapaderas y losa. Si las hay reparar con mezcla de cemento y tres partes de arena.  Verificar el cerco de protección, y reparar si está roto.  Lubricar candados y válvulas.  Lavar interior del tanque, cepillando las paredes.		<b>x</b>		



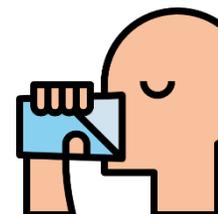
<b>Acometidas domiciliarias</b>	Realizar recorrido, verificando que no existan fugas, verificar el estado de válvulas de compuerta y lubricar las mismas	<b>x</b>			
---------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	--	--	--

## Dispositivos/ Instalaciones especiales



El sistema de San José Chacayá no cuenta con dispositivos especiales, es un sistema por gravedad alimentado por una fuente, todo el sistema cuenta con elementos típicos

## Resultados de la calidad de agua



Pendiente hasta aprobación Helvetas

## Medición de cloro residual



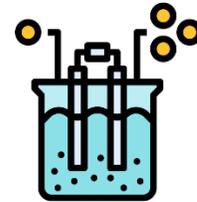
En San José Chacayá se tiene un sistema eficiente de cloración, el cual es monitoreado todos los días lunes y miércoles por personal de la OMAS, en base a las visitas realizadas se puede concluir que el sistema funciona correctamente pues en la muestra realizada 40 viviendas visitadas de 225 viviendas en el sistema del sector casco urbano se puede evidenciar que en todas existe cloro residual, a continuación se adjuntan los resultados de las viviendas visitadas:

Vivienda	Cloro residual	Vivienda	Cloro residual
Vivienda 1	0.3	Vivienda 21	0.16
Vivienda 2	0.26	Vivienda 22	0.09
Vivienda 3	0.26	Vivienda 23	0.36
Vivienda 4	0.1	Vivienda 24	0.15
Vivienda 5	0.08	Vivienda 25	0
Vivienda 6	0	Vivienda 26	0.3
Vivienda 7	0.02	Vivienda 27	0.26



Vivienda 8	0	Vivienda 28	0.07
Vivienda 9	0.16	Vivienda 29	0.26
Vivienda 10	0.12	Vivienda 30	0.27
Vivienda 11	0.2	Vivienda 31	0.12
Vivienda 12	0.14	Vivienda 32	0.25
Vivienda 13	0.17	Vivienda 33	0.05
Vivienda 14	0	Vivienda 34	0.11
Vivienda 15	0.11	Vivienda 35	0.13
Vivienda 16	0.03	Vivienda 36	0.3
Vivienda 17	0.21	Vivienda 37	0.23
Vivienda 18	0.16	Vivienda 38	0.15
Vivienda 19	0.13	Vivienda 39	0.23
Vivienda 20	0.03	Vivienda 40	0.24

## Medición de potencial de Hidrogeno



Para la medición del potencial de hidrogeno se ha basado 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.

En cuanto a las viviendas visitas todas están en el rango aceptado, según tabla adjunta:

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



Vivienda 10	7.5	Vivienda 30	7.5
Vivienda 11	7.5	Vivienda 31	7.5
Vivienda 12	7.5	Vivienda 32	7.5
Vivienda 13	7.3	Vivienda 33	7.4
Vivienda 14	7.4	Vivienda 34	7.5
Vivienda 15	7.5	Vivienda 35	7.5
Vivienda 16	7.5	Vivienda 36	7.5
Vivienda 17	7.5	Vivienda 37	7.4
Vivienda 18	7.5	Vivienda 38	7.3
Vivienda 19	7.5	Vivienda 39	7.4
Vivienda 20	7.5	Vivienda 40	7.4

## Presiones de servicio en el sistema

De acuerdo a las normas establecidas a nivel nacional, se establece como condiciones ideales de servicio presiones entre los 10 y 60 metros columna de agua (MCA), durante visitas a 40 viviendas en distintas ubicaciones de San José Chacayá se puede concluir que el sistema tiene condiciones ideales de servicio, los resultados fueron los siguientes:

Vivienda	Presión (mca)	Vivienda	Presión (mca)
Vivienda 1	22	Vivienda 21	14
Vivienda 2	28	Vivienda 22	25
Vivienda 3	20	Vivienda 23	28
Vivienda 4	10	Vivienda 24	30
Vivienda 5	30	Vivienda 25	10
Vivienda 6	20	Vivienda 26	30
Vivienda 7	24	Vivienda 27	30
Vivienda 8	30	Vivienda 28	40
Vivienda 9	32	Vivienda 29	16
Vivienda 10	14	Vivienda 30	30
Vivienda 11	20	Vivienda 31	38
Vivienda 12	20	Vivienda 32	36
Vivienda 13	30	Vivienda 33	40
Vivienda 14	20	Vivienda 34	30



Vivienda 15	30	Vivienda 35	30
Vivienda 16	20	Vivienda 36	24
Vivienda 17	22	Vivienda 37	14
Vivienda 18	22	Vivienda 38	22
Vivienda 19	24	Vivienda 39	36
Vivienda 20	24	Vivienda 40	24

Control de la calidad de agua





**Medición de cloro residual/  
*COGUANOR 29001***

***Semanalmente***

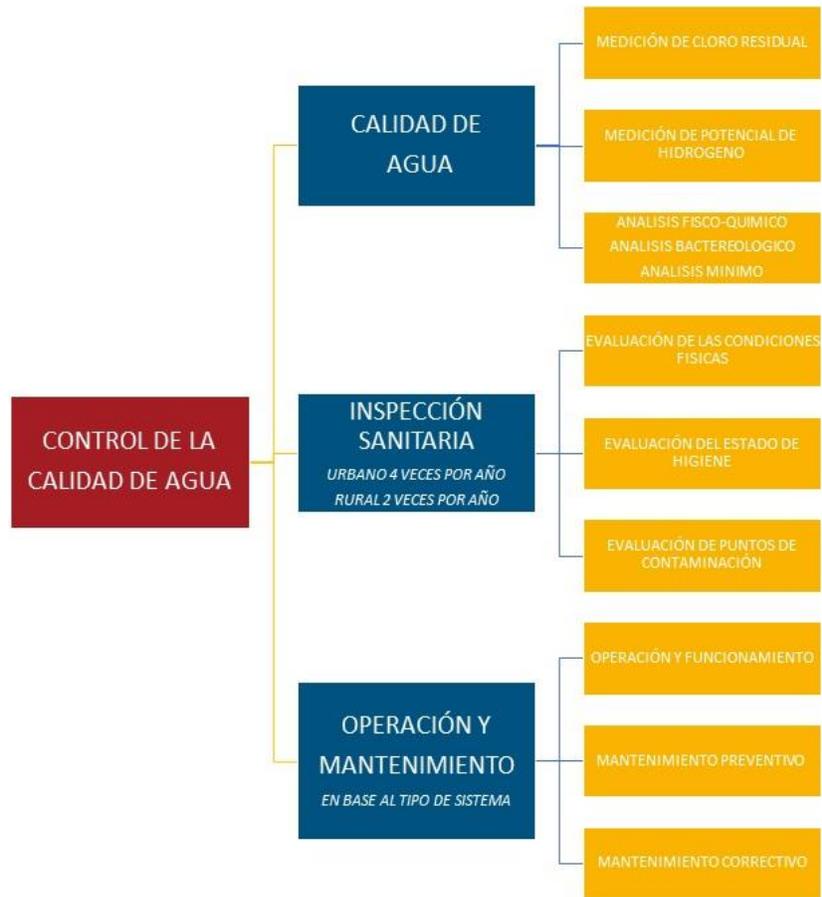
**Medición de potencial de  
Hidrógeno/ *COGUANOR 29001***

***Semanalmente***

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

**al menos una vez por año**

**Análisis mínimo/ *COGUANOR  
29001***



## Anexo 1:

### Análisis de sostenibilidad técnica:

Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Propuesta de mejoras
El sistema en su conjunto funciona correctamente	Nº de personas con acceso a un sistema continuo de agua de calidad y cantidad aceptables: 1,125	*Evaluar una muestra del sistema para ver si cumple los mínimos exigidos: se verificaron 20 viviendas, todas cuentan con buena presión, ph y cloro residual	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.	El sistema funciona en optimas condiciones



				0. El sistema no funciona	
	El sistema de agua construido 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.	Medición en horas/día: 0 la totalidad de las personas conectadas al sector casco urbano cuentan con un sistema de abastecimiento de agua potable de buena calidad y cantidad	Información verificada en campo: se verificaron 20 viviendas, todas cuentan con buena presión, ph y cloro residual	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 funcionamiento que se interrumpe 0. El sistema no llega al 100% de los usuarios	El sistema funciona en optimas condiciones
	El caudal es suficiente para todos los usuarios	Sí	Se aforo el tanque de distribución, determinando que el caudal que ingresa es el adecuado para el sistema	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	
	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	Se realizan capacitaciones anuales, aunque deberían ser más técnicas.



				capacitaciones pero no suficientes 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: <b>2</b>	Personal contratado por la municipalidad de San José Chacayá	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	No son necesarias, el personal conoce cada elemento del sistema.	
Se realizan actividades de operación y mantenimiento	Nº de informes sobre las actividades llevadas a cabo en la O&M <b>xxx</b>	*Documentos de Planes de Operación & Mantenimiento elaborados *Cronograma de actividades para llevar a cabo diariamente el Plan de O&M	1. El mantenimiento del sistema se hace correctamente en base a una planificación previa y a las instrucciones de los planes O&M redactados 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	Sí	Bodega de almacenamiento de la municipalidad	n/a		

### Análisis de sostenibilidad ambiental:

Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	
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	Sin evidencia hasta que se autorice la toma de muestra	Muestras y análisis del agua para ver su grado de potabilización	1. El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado 0,5. Sistema con funcionamiento o bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla. 0. El sistema no funciona	En caso que no sea cual es la razón por la cual no cumple
Se hacen análisis de agua mensuales para asegurar que la calidad del agua cumple con lo establecido en las normas de calidad	Nº de análisis	Documentos que aporten información sobre el seguimiento de la calidad del agua potable	1. Se hacen análisis de agua mensuales 0,5. Se hacen análisis de agua cada 3-6 meses 0. No se lleva a cabo ningún	



de agua exigidas por el país			tipo de análisis de agua	
<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 *Documentos que validen la protección de la fuente</p>	<p>1. La toma de agua está forestada, cercada y protegida de contaminación 0,5. La cuenca está en fase de deforestación; la toma de agua no está directamente protegida pero no se observen afectaciones mayores 0. La toma de agua esta desprotegida y el 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/analisis 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 0. Las aguas están contaminadas</p>	



<p>Se realizan actividades para mantener las fuentes de agua protegidas y aisladas de posibles contaminaciones</p>	<p>Nº actividades</p>	<p>Fotografías de actividades</p>	<p>1. Se han realizado y se realizan periódicamente actividades que mantengan las fuentes de agua protegidas 0,5. Se realizan actividades esporádicas pero no suficientes para mantener las fuentes de agua protegidas 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 0,5. El sistema está parcialmente mantenido sobre una planificación de los planes de O&amp;M 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 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 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>Nº de planes</p>	<p>Copias de los planes de contingencia</p>	<p>Existen planes de contingencia realizados para la zona de intervención 0. No existen planes de contingencia</p>	
<p>Existe un plan de manejo de cuencas que se aplica a la cuenca a</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</p>	



<p>la que pertenece el sistema de agua</p>			<p>que incluyan la microcuenca a la que pertenece las fuentes de agua 0. No existen planes de manejo de cuenca</p>
--------------------------------------------	--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



## Anexo 2: Presupuesto de mejoras

### Presupuesto Integrado



No	Descripción	Unidad	Cantidad	total
1	Circulación de captación	ml	14.00	Q 21,298.16
2	Circulación tanque de distribución	ml	28.00	Q 33,065.33
3	Tubería distribuidora en filtro percolador	unidad	1.00	Q 8,314.65
4	Implementación de plan de control de calidad del agua	unidad	1.00	Q 1,500.00
5	Capacitación a operadores	unidad	1.00	Q 2,180.00
6	Capacitación sobre aplicación de reglamentos establecidos	unidad	1.00	Q 1,680.00
	<b>Total</b>			<b>Q 68,038.14</b>



## Presupuesto desglosado

<b>RENGLÓN</b>	<b>Circulación captación</b>
<b>MEDIDA ML</b>	14.00 ml
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 1,521.30

### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Cemento UGC 4000 PSI	20.00	saco	Q 80.00	Q 1,600.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	23.33	varilla	Q 35.00	Q 816.67
Acero liso Ø 1/4 Grado 40 Tipo Original	21.50	varilla	Q 15.00	Q 322.50
Alambre de Amarre Cal. 16	6.67	Lb	Q 8.00	Q 53.33
Clavo Ø 2 1/2"	3.83	Lb	Q 7.00	Q 26.83
Tubo Ø 1" HG TIPO ESTÁNDAR (Copla Incluida)	4.67	Tubo	Q 220.00	Q 1,026.67
Malla 2 1/2"x2 1/2" Cal.16	18.00	M2	Q 75.00	Q 1,350.00
Hembra 1*1/8"	8.33	Unidad	Q 54.00	Q 450.00
Block 0.14 x 0.19 x 0.39 Normado 35 Kg/cm <sup>2</sup>	196.67	Unidad	Q 4.50	Q 885.00
Arena Triturada Certificada	0.83	m3	Q 250.00	Q 208.33
Piedrín Triturado Certificado Ø 3/4"	1.33	m3	Q 315.00	Q 420.00
Madera para formaleta	37.02	Pt	Q 5.00	Q 185.08
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 8,494.42</b>

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	1.0	sg	Q 1,500.00	Q 1,500.00
Transporte de Materiales	5.0	viajes	Q 350.00	Q 1,750.00

### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Albañil	8.0	Jornal	Q 150.00	Q 1,200.00
Ayudante de Albañil	12.0	Jornal	Q 100.00	Q 1,200.00
Soldador	3.0	Jornal	Q 200.00	Q 600.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 3,000.00</b>



PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q 1,032.00	Q 1,032.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 4,032.00</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 15,776.42</b>
----------------------	--	--	--	--------------------

INDIRECTOS	0	%	Q 35.00	Q 5,521.75
------------	---	---	---------	------------

<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 5,521.75</b>
------------------------	--	--	--	-------------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>				<b>Q 21,298.16</b>
-----------------------	--	--	--	--------------------

<b>RENGLÓN</b>	<b>Circulación tanque de distribución</b>
<b>MEDIDA ML</b>	28.00 ml
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 1,180.90

### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Cemento UGC 4000 PSI	40.00	saco	Q 80.00	Q 3,200.00
Acero corrugado Ø 3/8 Grado 40 Tipo Original	46.67	varilla	Q 35.00	Q 1,633.33
Acero liso Ø 1/4 Grado 40 Tipo Original	43.00	varilla	Q 15.00	Q 645.00
Alambre de Amarre Cal. 16	13.33	Lb	Q 8.00	Q 106.67
Clavo Ø 2 1/2"	7.67	Lb	Q 7.00	Q 53.67
Tubo Ø 1" HG TIPO ESTÁNDAR (Copla Incluida)	9.33	Tubo	Q 220.00	Q 2,053.33
Malla 2 1/2"x2 1/2" Cal.16	36.00	M2	Q 75.00	Q 2,700.00
Hembra 1*1/8"	16.67	Unidad	Q 54.00	Q 900.00
Block 0.14 x 0.19 x 0.39 Normado 35 Kg/cm <sup>2</sup>	393.33	Unidad	Q 4.50	Q 1,770.00
Arena Triturada Certificada	1.67	m3	Q 250.00	Q 416.67
Piedrín Triturado Certificado Ø 3/4"	2.67	m3	Q 315.00	Q 840.00
Madera para formaleta	74.03	Pt	Q 5.00	Q 370.17
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 15,838.83</b>

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	1.0	sg	Q 3,000.00	Q 3,000.00
Transporte de Materiales	3.0	viajes	Q 350.00	Q 1,050.00



### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Albañil	8.0	Jornal	Q 150.00	Q 1,200.00
Ayudante de Albañil	16.0	Jornal	Q 100.00	Q 1,600.00
Soldador	3.0	Jornal	Q 200.00	Q 600.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 3,400.00</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q 1,204.00	Q 1,204.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 4,604.00</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 24,492.83</b>
----------------------	--	--	--	--------------------

INDIRECTOS	0	%	Q 35.00	Q 8,572.49
------------	---	---	---------	------------

<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 8,572.49</b>
------------------------	--	--	--	-------------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>				<b>Q 33,065.33</b>
-----------------------	--	--	--	--------------------

<b>REGLÓN</b>	<b>Tubería distribuidora filtro percolador</b>
<b>MEDIDA ML</b>	28.00 Global
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q 296.95

### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Tubo de 2" HG TL	5.00	Unidad	Q 790.00	Q 3,950.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 3,950.00</b>

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Equipo y herramientas	1.0	sg	Q 500.00	Q 500.00
Transporte de Materiales	1.0	viajes	Q 350.00	Q 350.00



### MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Albañil	3.0	Jornal	Q 150.00	Q 450.00
Ayudante de Albañil	5.0	Jornal	Q 100.00	Q 500.00
Soldador	0.0	Jornal	Q 200.00	Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 950.00</b>

PRESTACIONES LABORALES	43	%	Q 409.00	Q 409.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 1,359.00</b>

<b>TOTAL DIRECTO</b>				<b>Q 6,159.00</b>
----------------------	--	--	--	-------------------

INDIRECTOS	0	%	Q 35.00	Q 2,155.65
------------	---	---	---------	------------

<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q 2,155.65</b>
------------------------	--	--	--	-------------------

<b>TOTAL UNITARIO</b>				<b>Q 8,314.65</b>
-----------------------	--	--	--	-------------------

REGLÓN	Implementación de plan de control de calidad del agua
MEDIDA	1.00 unidad
COSTO UNITARIO	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>

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>RENLÓN</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	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	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 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>REGLÓN</b>	<b>Capacitación sobre aplicación de reglamentos establecidos</b>			
<b>MEDIDA</b>	1.00 unidad			
<b>COSTO UNITARIO</b>	Q	1,680.00		

#### TUBERÍA Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO	TOTAL
Refrigerio	6.00	unidad	Q 30.00	Q 180.00
Asistencia técnica (capacitador)	1.00	charla	Q 1,500.00	Q 1,500.00
				Q -
				Q -
<b>SUB TOTAL</b>				<b>Q 1,680.00</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>	<b>-</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>1,680.00</b>
INDIRECTOS	0	%	Q	-	Q -
<b>TOTAL INDIRECTO</b>				<b>Q</b>	<b>-</b>
<b>TOTAL UNITARIO</b>				<b>Q</b>	<b>1,680.00</b>

Especificaciones técnicas



## 1. Circulación perimetral para captación y tanque de almacenamiento

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.



## Bibliografía