



# PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

MUNICIPIO DE PANAJACHEL BARRIO JUCANYÁ  
SUR

## Descripción breve

Diagnóstico de la situación actual del sistema de agua y saneamiento del Barrio denominado Jucanyá del sector Sur del municipio de Panajachel, recabando información de campo en la comunidad con el acompañamiento del personal de la OMAS quienes administran el sistema de agua, para determinar deficiencias y proponer las mejoras necesarias para prestar un mejor servicio.

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.

Ediberto Fuentes

Coordinador Técnico, 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:

Cristian F. Sac y HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Municipalidad de Santa Catarina Palopó:

Cesar Piedrasanta

Alcalde Municipal.

Domingo Chiroy

Oficina Municipal de Agua y Saneamiento.

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



## Contenido

Índice de tablas.....	4
Índice de ilustraciones.....	5
Índice de Fotografías.....	5
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.....	9
Datos generales de la comunidad/casco urbano .....	10
Objetivos del plan.....	11
Objetivo General.....	11
Objetivos Específicos.....	11
Información del sistema de agua y saneamiento.....	12
Mapa de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento .....	13
Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado .....	15
Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos .....	20
Análisis del saneamiento en la comunidad.....	32
Análisis de la disposición de aguas residuales.....	33
Análisis de aguas residuales.....	33
Tipo de tratamiento existente .....	33
Análisis de la disposición de residuos sólidos .....	36
Análisis de desechos sólidos.....	36
Estado de enfermedades de origen hídrico.....	36
Análisis de la oferta.....	37
Análisis de la demanda.....	37
Análisis de la capacidad de almacenamiento.....	37



Principales mejoras identificadas del sistema de agua .....	40
Mejoras en el sistema de agua a corto plazo .....	40
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo .....	41
Mejoras en el sistema de agua a largo plazo .....	41
Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad ..	42
Principales mejoras identificadas de saneamiento .....	42
Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo .....	43
Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo .....	43
Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo .....	43
Principales mejoras identificadas de residuos sólidos .....	44
Técnica .....	46
Ambiental .....	48
Presupuesto de mejoras .....	49
Manual de operación y mantenimiento .....	52
Operación: .....	52
OPERACIÓN .....	52
Mantenimiento: .....	61
MANTENIMIENTO .....	61
Cronograma de operación y mantenimiento .....	73
Control de la calidad de agua .....	75
Anexo 1: .....	78
Análisis de sostenibilidad técnica: .....	78
Análisis de sostenibilidad ambiental: .....	80
Anexo 2: Presupuesto de mejoras .....	84
Presupuesto Integrado .....	84
Presupuesto desglosado .....	87
Especificaciones técnicas .....	100
Bibliografía .....	107



## Índice de tablas

Tabla 1: Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento abordado.....	6
Tabla 2: Estado del sistema de agua.....	8
Tabla 3: Estado de saneamiento.....	9
Tabla 4: Localización del estudio.....	9
Tabla 5: Datos generales del Barrior Jucanya Sur.....	10
Tabla 6: Servicios básicos del Barrior Jucanyá Sur.....	10
Tabla 7: Información del sistema de agua por gravedad/bombeo.....	12
Tabla 8: Peligros típicos que pueden afectar a las fuentes.....	21
Tabla 9: Peligros típicos que pueden afectar al tratamiento/desinfección.....	23
Tabla 10: Peligros típicos que pueden afectar el almacenamiento.....	26
Tabla 11: Peligros típicos que pueden afectar la red de distribución.....	31
Tabla 12: Peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo.....	32
Tabla 13: Mejoras en el sistema de agua a corto plazo.....	41
Tabla 14: Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo.....	41
Tabla 15: Mejoras en el sistema de agua a largo plazo.....	42
Tabla 16: Mejoras en el sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad.....	42
Tabla 17: Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo.....	43
Tabla 18: Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo.....	43
Tabla 19: Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo.....	44
Tabla 20: Mejoras de residuos sólidos.....	44
Tabla 21: Índice de sostenibilidad técnica en agua.....	46
Tabla 22: Índice de sostenibilidad técnica en saneamiento.....	47
Tabla 23: Índice de sostenibilidad ambiental.....	48
Tabla 24: Presupuesto de mejoras sistema de agua.....	50
Tabla 25: Presupuesto de mejoras de saneamiento.....	51
Tabla 26: Tabla de manual de operación.....	61
Tabla 27: Tabla de manual de mantenimiento.....	73
Tabla 28: Cronograma de operación y mantenimiento.....	73
Tabla 29: Análisis de sostenibilidad técnica.....	80
Tabla 30: Análisis de sostenibilidad ambiental.....	84
Tabla 31: Presupuesto integrado sistema de agua.....	86
Tabla 32: Presupuesto integrado sistema de saneamiento.....	87
Tabla 33: Presupuesto desglosado mejoras sistema de agua a corto plazo.....	93
Tabla 34: Presupuesto desglosado mejoras sistema de agua a mediano plazo.....	94
Tabla 35: Presupuesto desglosado mejoras sistema de agua a largo plazo.....	97
Tabla 36: Presupuesto desglosado mejoras de saneamiento a corto plazo.....	98
Tabla 37: Presupuesto desglosado mejoras de saneamiento a mediano plazo.....	99
Tabla 39: Presupuesto desglosado mejoras de residuos sólidos.....	100



## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de sistema de agua Barrio Jucanya Sur.....	13
Ilustración 2: Mapa de sistema de saneamiento Barrio Jucanya Sur.....	14
Ilustración 3: Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado.....	15
Ilustración 4: Diagrama de flujo del proceso del sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR) .....	16
Ilustración 5 Ingreso de tuberías a desarenador y adición de cloro .....	25
Ilustración 6 Ingreso hacia tanque de almacenamiento y salida .....	27
Ilustración 7: Análisis de oferta-demanda del sistema de agua del Barrio Jucanyá Sur .....	38
Ilustración 8 Interconexión de tuberías de nacimientos .....	39
Ilustración 9 Interconexión de tuberías a nuevo desarenador .....	39
Ilustración 10: Hoja de ruta para la gestión de mejoras. ....	45
Ilustración 11: Control de la calidad del agua.....	75
Ilustración 12: Frecuencia de control de la calidad del agua. ....	76
Ilustración 13: Organigrama de control de la calidad del agua. ....	77

## Índice de Fotografías

Fotografía 1 Renglones de mejora en Planta de tratamiento Cebollales 1 .....	18
Fotografía 1 Riesgo pozo principal .....	22
Fotografía 2 Manómetro pozo mecánico .....	22
Fotografía 3 Ingreso de tuberías a Desarenador .....	23
Fotografía 4 Desarenador e interconexiones entre tanques de almacenamiento .....	24
Fotografía 5 Riesgo sistema de desinfección.....	26
<i>Fotografía 6 Riesgo sistema de almacenamiento sistema por gravedad .....</i>	<i>28</i>
<i>Fotografía 7 Riesgo Sistema de almacenamiento tanque aéreo .....</i>	<i>29</i>
<i>Fotografía 8 Riesgo ingreso de agua contaminada .....</i>	<i>29</i>
<i>Fotografía 9 Riesgo agua contaminada en pulas públicas. ....</i>	<i>30</i>
<i>Fotografía 10 Riesgo agua contaminada en pulas públicas.2.....</i>	<i>31</i>
<i>Fotografía 11 Riesgo agua contaminada en válvulas .....</i>	<i>31</i>
<i>Fotografía 12 Riesgo agua contaminada en válvulas 2 .....</i>	<i>32</i>
<i>Fotografía 13 Pozo de visita sistema de alcantarillado sanitario .....</i>	<i>33</i>
<i>Fotografía 14 Rejilla para agua pluvial.....</i>	<i>34</i>
<i>Fotografía 15 Planta de tratamiento de aguas residuales .....</i>	<i>34</i>
<i>Fotografía 16 Planta de tratamiento de aguas residuales 2.....</i>	<i>35</i>
<i>Fotografía 17 Planta de tratamiento de aguas residuales 3.....</i>	<i>35</i>
<i>Fotografía 18 Manual de operación y mantenimiento planta de tratamiento Cebollales 1 .....</i>	<i>36</i>



## 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:	Comunidad Barrio Jucanyá Sur /Municipio de Panajachel	
Institución implementadora:	Municipalidad de Panajachel, OMAS/COCODE	
Componentes:	Técnico y Ambiental	
Beneficiarios:	Aumentar la calidad, cantidad y cobertura de agua del sector Jucanyá Sur, para 3500 personas	
Opciones de Financiamiento:	Fondos Propios, Presupuesto municipal, fondos del Consejos de Desarrollo, INFOM, cooperación internacional (BID, AECID, etc.)	
Periodo de ejecución:	5 años	
Acciones estratégicas:	Aprobación del Plan por parte del Consejo Comunitario de Desarrollo-COCODE u Oficina Municipal de Agua y Saneamiento -OMAS- para darle legitimidad y carácter de oficial, apoyar la institucionalización del servicio fortaleciendo del agua y saneamiento en el municipio.	
	Sensibilizar a la comunidad, dar a conocer los costos de operación y mantenimiento del servicio, implementar acciones para mejorar la sostenibilidad	
	Fomentar la transparencia en la administración y operación del sistema, involucrando actores del sector (MSPAS, INFOM, MARN a través de la DIGAM, Derechos Humanos, etc.)	
	LIMPIEZA Y CHAPERO	Q5,795.00
	LIMPIEZA DE TANQUES	Q526.00
	IMPLEMENTACIÓN PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA Y SISTEMA DE DESINFECCIÓN	Q4,300.00
	CONEXIONES DOMICILIARES	Q115.00/VIVIENDA
	Promover FIDAL	Q10,260.00
	Lavamanos asociado al baño (Comercio)	Q350.00
	Residuos sólidos	Q1,400.00
	Caseta de protección pozo mecánico	Q27,810.00
	Interconexión de tuberías (sistema por gravedad)	Q6,747.41
	Sistema de cloración (tanque elevado)	Q84,522.00
	Cambio techo en patio de secado de lodos	Q25,650.00

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



## Resumen ejecutivo

El Barrio Jucanyá sector Sur cuenta con una cobertura del 100% de agua y 100% de cobertura para temas de disposición de excretas y una cobertura parcial con relación a la disposición de aguas grises y desechos sólidos, para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por el órgano de coordinación del Consejo Comunitario de Desarrollo – COCODE.

El sistema de abastecimiento de agua fue implementado en el año 1995 con apoyo de la Municipalidad.

La comunidad actualmente no cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas, las viviendas cuentan con letrinas de hoyo seco como elemento para la disposición de excretas, para el tema de aguas grises algunas viviendas cuenta con sistemas individuales de disposición de aguas grises compuesto por pila y pozo de absorción aunque en su mayoría se encuentran en mal estado, el resto dispone sus aguas a flor de tierra, en el tema de residuos sólidos la mayoría de la población hace uso de la quema y entierro de materiales orgánicos e inorgánicos, en un porcentaje bajo las viviendas que hacen uso del sistema de recolección municipal para la disposición de residuos sólidos, los residuos orgánicos lo entierran en sus terrenos de siembras para abono, en la comunidad no se observaron lugares como basureros clandestinos, aunque se tiene conocimiento de que existen este tipo de elementos, actualmente la comunidad tiene una cobertura total de saneamiento aunque no es adecuada y no tiene problemas con la defecación al aire libre.

Durante el periodo desde que fue concebido el proyecto hasta la fecha se han implementado mejoras, principalmente cambio de tubería producto del deterioro o accidentes, los principales problemas identificados en el sistema son baja operación y bajo mantenimiento, para proveer de un servicio adecuado y de calidad de agua, la comunidad rechaza la cloración.



## 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	Bueno	Mantenimiento continuo, plan de operación y mantenimiento	Q5,795.00 +	La comunidad, apoyo de la municipalidad	Fondo comunitario mínimo
Tanque	Bueno	Mantenimiento continuo, limpieza y pintura	Q526.00 + Q106,693.23 + Q6,747.41 + Q3,110.00 + 27,810.00	La comunidad, apoyo de la municipalidad	Fondo comunitario mínimo
Sistema de desinfección	Inexistente	Implementación sistema de desinfección por gas cloro	Q84,522.00	Municipalidad,	fondos propios, INFOM, CODEDE.
Red de distribución	Buena	Mejorar ramales en áreas con poca presión de agua	Q11,420.12	La comunidad	Fondo comunitario mínimo

Tabla 2: Estado del sistema de agua

### Estado de saneamiento

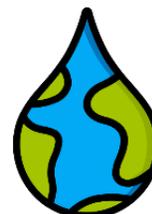
Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Remozamiento o cambio de cubierta en patio de secado de lodos	regular	Reparaciones o cambio de techo en patio de secado de lodos.	Q3,602.00	Municipalidad	Ninguno.
Residuos sólidos	regular	Fortalecer cultura de reciclaje y separación, capacitación	Q1,400.00	La comunidad y apoyo técnico de la municipalidad	Fondos municipales, solicitar apoyo a instituciones



		en producción de abono orgánico			
--	--	---------------------------------	--	--	--

Tabla 3: Estado de saneamiento

## Localización de la zona de estudio



Identificación	
Cabecera Municipal	Panajachel
Comunidad	Barrio Jucanyá Sur
Colindancias	
Al norte	Barrio Jucanyá Norte
Al Sur	Lago de Atitlán
Al Este	San Andrés Semetabaj
Al Oeste	Cabecera Municipal de Panajachel
Coordenadas geográficas	
Latitud	14°42'10"
Longitud	91° 9'4.81"O
Altura	1,589 msnm
Extensión territorial	
Superficie	0.44 km <sup>2</sup> (aproximada Barrio Jucanyá Sur)/ 22.00 km <sup>2</sup> municipio de Panajachel
Microcuenca	Río San Francisco
Cuenca	Lago de Atitlán/Río Madre Vieja
Características particulares	
Clima	Frío
Rango de temperatura anual	10° C - 16° C
Rango de precipitación media	1500 a 2000 mm
Tipo de suelo	Patzité
Uso de suelo y vegetación	Suelos clase VI / Cultivos perennes

Tabla 4: Localización del estudio



## Datos generales de la comunidad/casco urbano

DATOS GENERALES	
Nombre:	Barrio Jucanyá Sur
Población:	3500 habitantes
Personas/viviendas con acceso a agua	3500 personas / 450 viviendas
Porcentaje de cobertura de agua	100%
Personas/viviendas con acceso a saneamiento	3500 personas / 450 viviendas
Porcentaje de cobertura de saneamiento	100%
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Costo por una nueva conexión Q500.00 por la conexión al servicio de agua potable Costo mensual Q10.00 por el servicio de agua potable
Costo de acceso a un servicio de saneamiento letrina/drenaje	Costo por nueva conexión Q500.00 por la conexión al servicio de alcantarillado Se realiza un pago mensual de Q10.00 por el servicio de Alcantarillado Sanitario

Tabla 5: Datos generales del Barrio Jucanya Sur



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	Escuela Oficial Rural Mixta Jucanyá, escuelas en cabecera municipal de Panajachel, Colegios Privados.
Salud	Centro de Salud Barrio Jucanyá Norte, Centro de Salud Cabecera Municipal de Panajachel, Centro de Salud Sololá, Hospitales privados, clínicas.
Energía Eléctrica	Servicios domiciliarios y alumbrado público abastecido por DECSA
Principal actividad productiva	Agricultura, Pecuaria, comercio formal e informal.

Tabla 6: Servicios básicos del Barrio Jucanyá Sur



## Objetivos del plan

### Objetivo General

#### **Objetivo de la Asistencia Técnica**

“Contribuir con la reducción de la incidencia de las enfermedades diarreicas agudas en 12 municipios del Departamento de Sololá mediante el fortalecimiento de las estructuras comunitarias, municipales y del MSPAS, en sus funciones sanitarias relacionadas con el derecho humano al agua y el saneamiento, con pertinencia cultural, de género y ambiental”

#### **Objetivo general del plan**

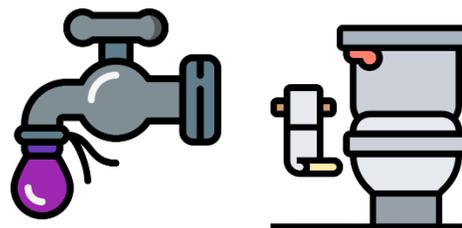
Desarrollar y elaborar participativamente el plan de mejora del sistema de agua y saneamiento, con la información técnica del estado actual de funcionamiento del sistemas y la evaluación de cada uno de los componentes, el análisis de la oferta y demanda del servicio, la adecuada operación y mantenimiento y las propuestas de mejoras para que su funcionamiento sea eficiente, para mejorar la gestión de los sistemas de agua y saneamiento del Barrio Jucanyá Sur del municipio de Panajachel, del área de cobertura del programa RU K'U'X 'YA', aumentando la disponibilidad, accesibilidad y calidad; y la sostenibilidad técnica y medioambiental promoviendo la autogestión de los operadores de los sistemas de agua y saneamiento.

### Objetivos Específicos

- Evaluar y caracterizar los sistemas de agua y saneamiento del Barrio Jucanyá Sur, con enfoque en el diagnóstico de funcionamiento para determinar las mejoras que propicien la gestión de recursos para su buen funcionamiento garantizando el cumplimiento de los parámetros mínimos de garantía del derecho humano al agua y saneamiento, así como determinar las vulnerabilidades de la red de distribución del sistema de abastecimiento.
- Elaborar el plan de mejora de los sistemas de agua y saneamiento a nivel comunitario del Barrio Jucanyá Sur, con base en la evaluación y caracterización de los mismos con los objetivos definidos del programa, sistematizando la información relevante de su estado actual y realizando el análisis de funcionamiento, para elaborar las propuestas de mejoras, con base a lineamientos establecidos, asegurándose de transmitir discreción, reserva y confidencialidad a la información obtenida.



## Información del sistema de agua y saneamiento



Nombre del sistema	Administrado	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 la fuente	Tipo de fuente	Coordenadas de la fuente	Nombre	Municipio	Población beneficiada	Viviendas beneficiadas
Sistema de abastecimiento Tanque elevado	OMAS	Única	Bombeo	Domiciliar	23.97	no	no	Fuente 1	Pozo mecánico	14°44'30.37"N 91° 9'8.70"O 1588 msnm	Estadio	Panajachel	3500	450
Sistema por gravedad	OMAS	Unica	Gravedad	Domiciliar	5.82	si	Parcialmente	Fuentes varias	varias	14°45'9.00"N 91° 8'27.00"O 1655 msnm	Tanques	Panajachel	3500	450

Tabla 7: Información del sistema de agua por gravedad/bombeo

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

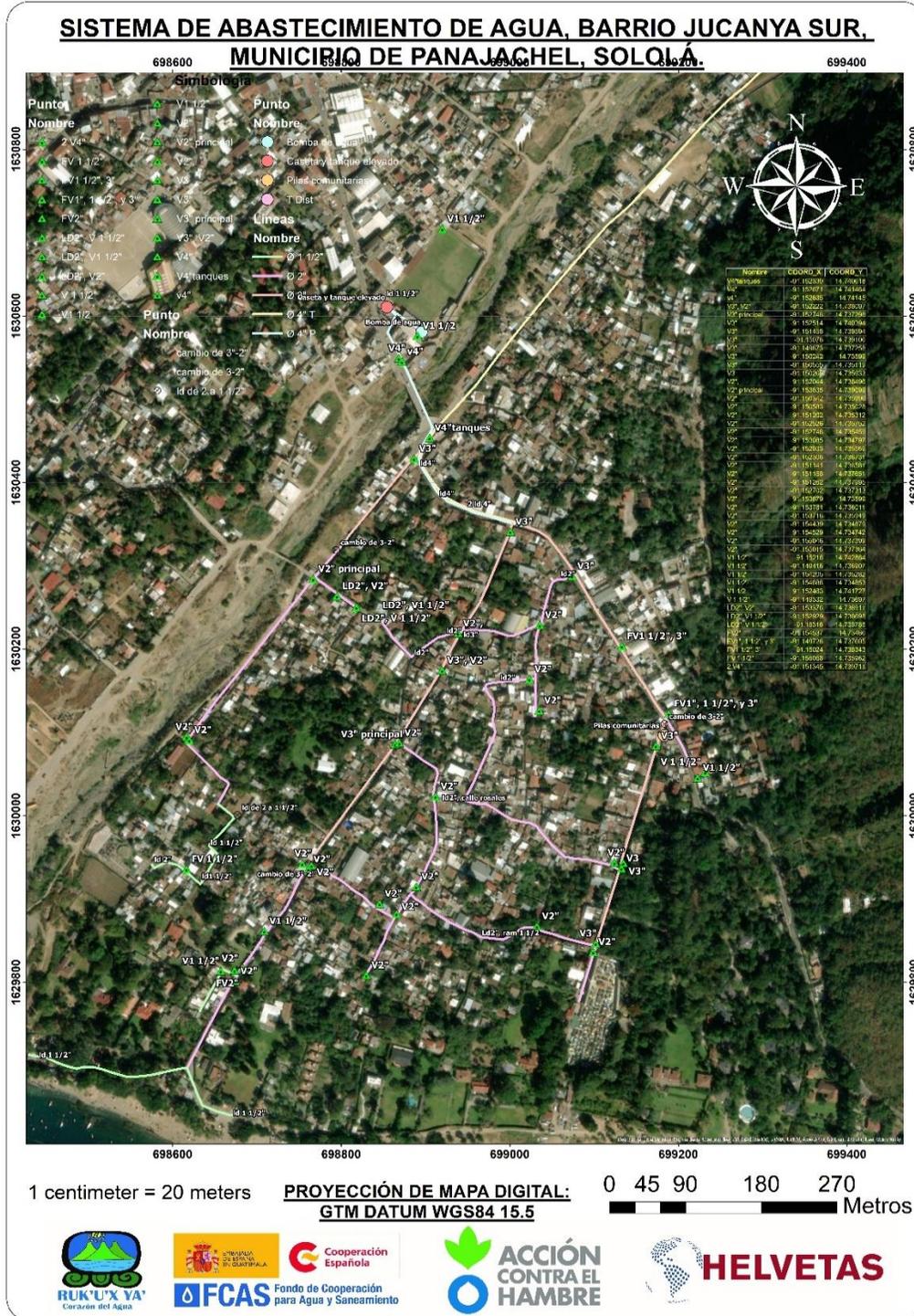


Ilustración 1: Mapa de sistema de agua Barrio Jucanya Sur

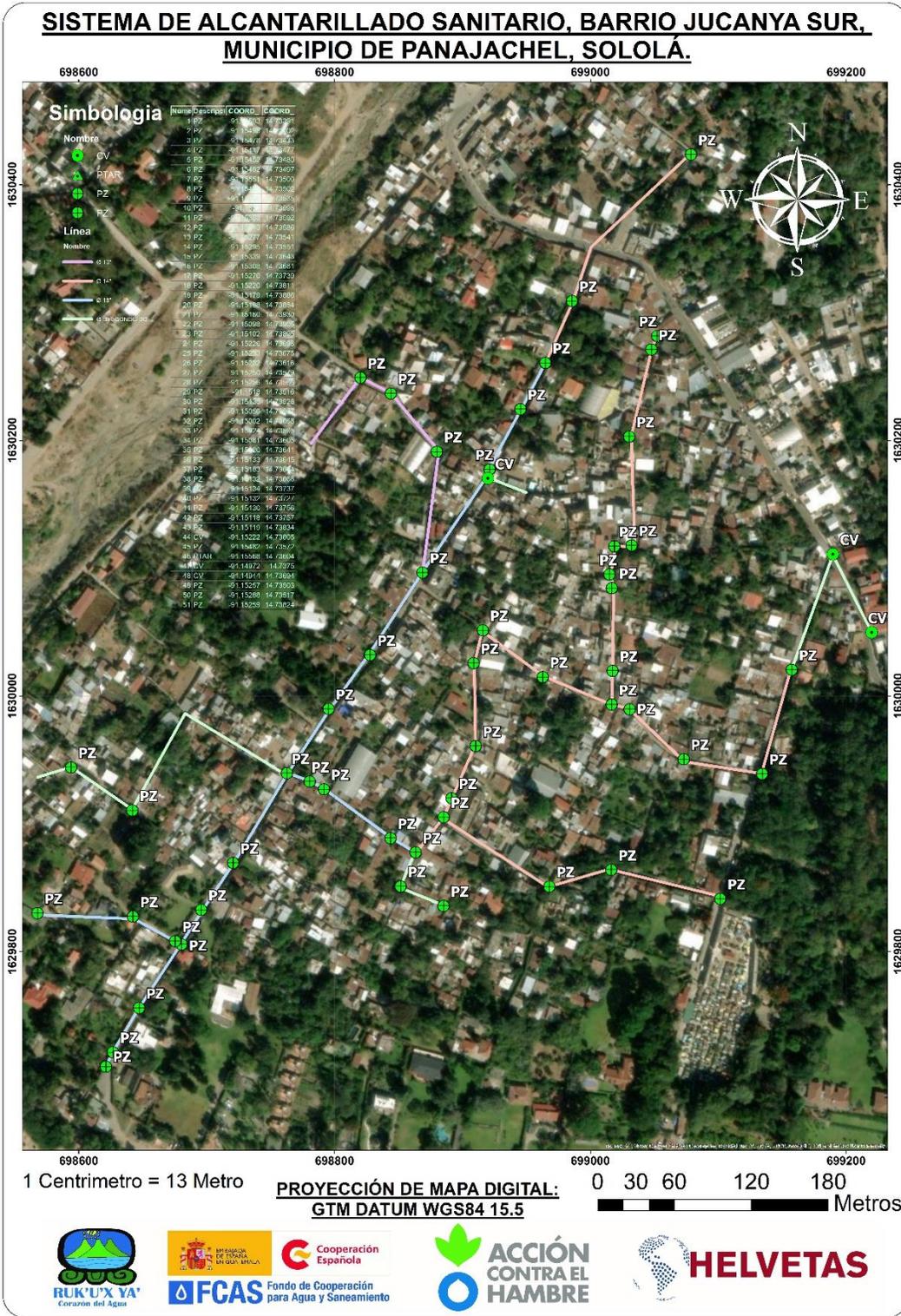
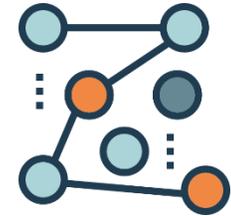


Ilustración 2: Mapa de sistema de saneamiento Barrio Jucanya Sur



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

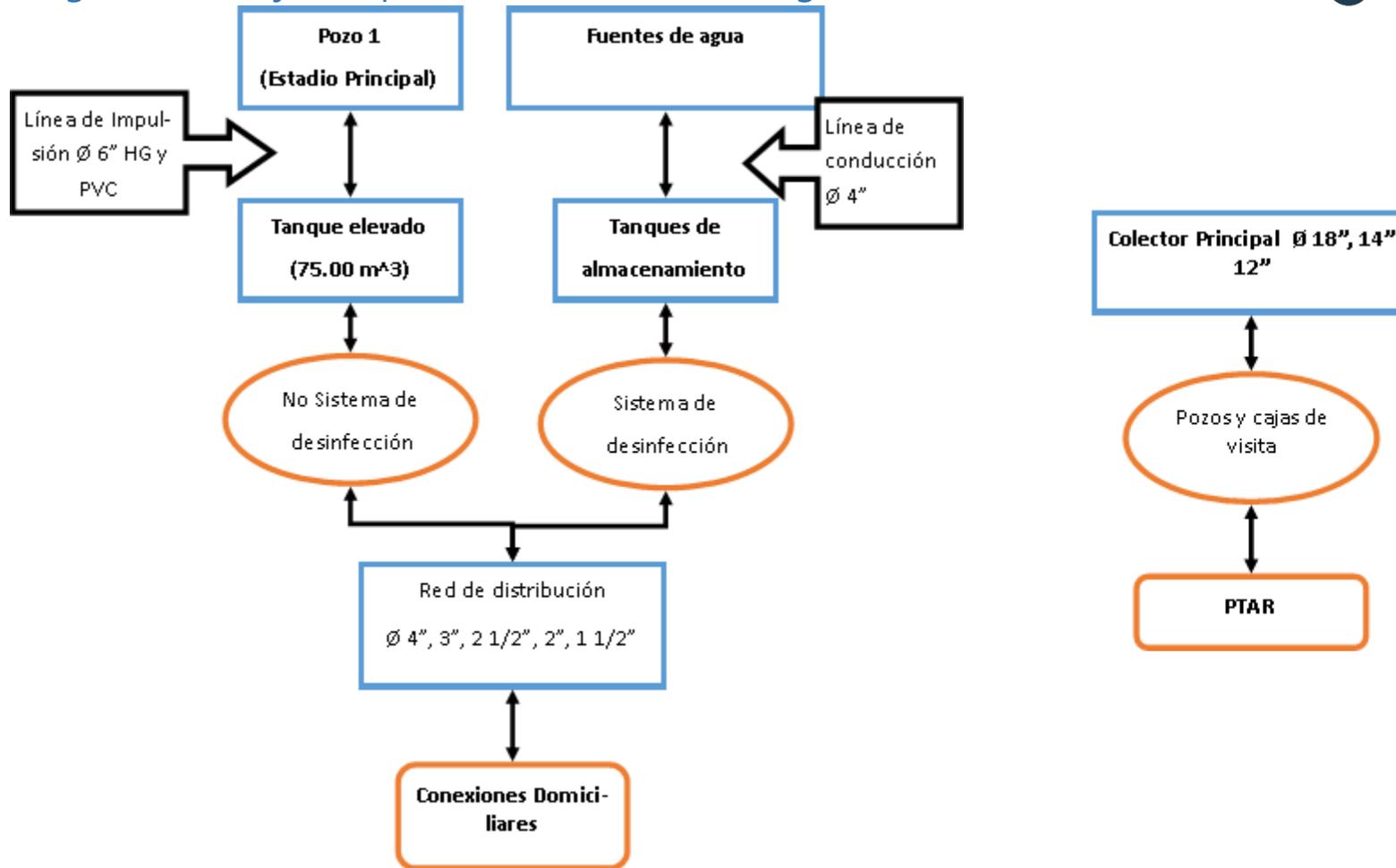


Ilustración 3: Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado

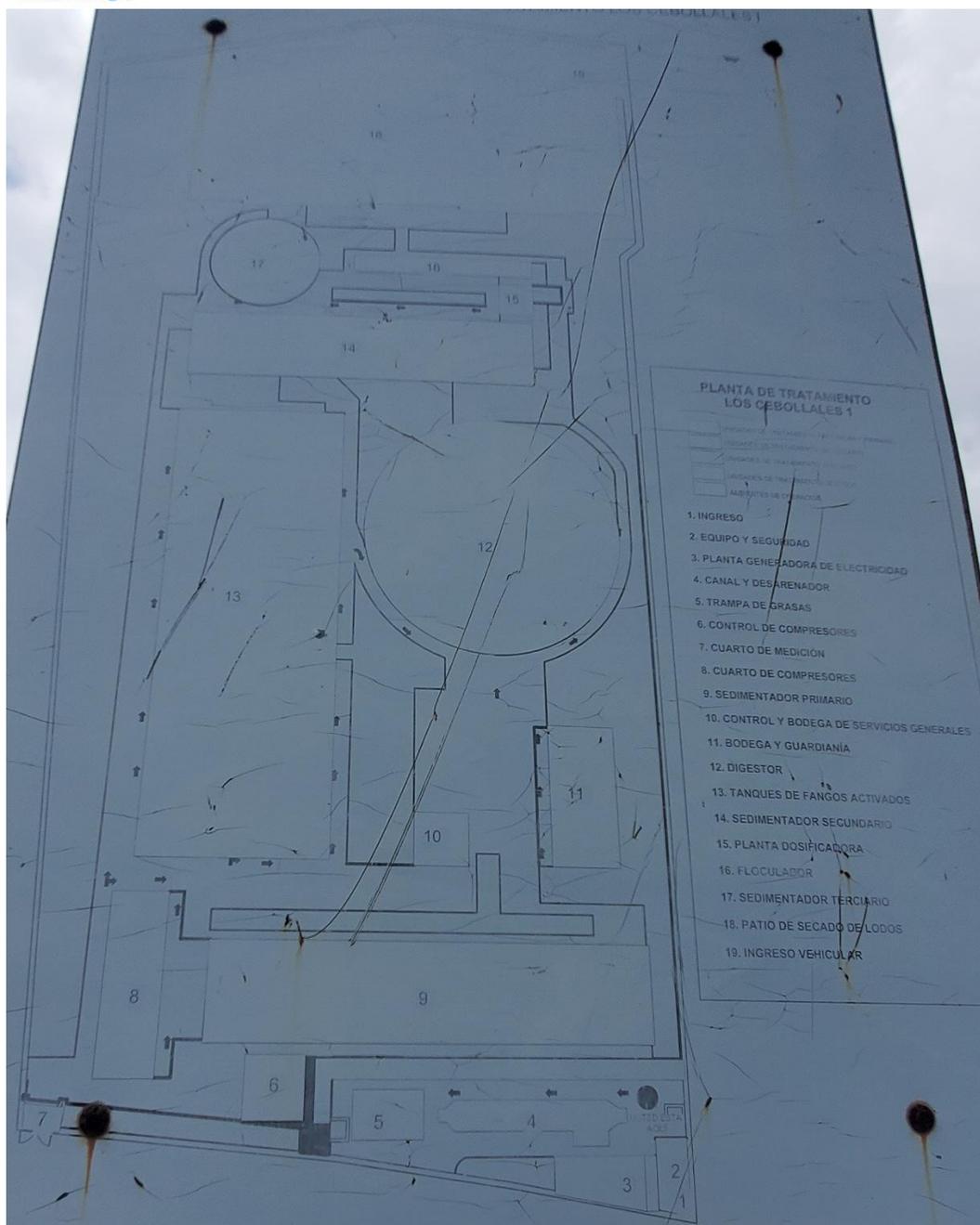


Ilustración 4: Diagrama de flujo del proceso del sistema de tratamiento de aguas residuales (PTAR)

La planta de tratamiento fue ejecutada de parte de INFOM misma que ha sufrido mejoras por parte de la institución AUTORIDAD PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLÁN Y SU ENTORNO -AMSCLAE- Y OTRAS ENTIDAD, en la actualidad se realizan trabajos de mejora en el tanque de lodos activados por medio del cambio de difusores de burbujas, se realizó el cambio de 3 bombas, también fue necesario realizar la instalación de 36 paneles solares para permitir que se realicen las actividades cotidianas sin depender de la fuente de energía que



es suministrada en el municipio, aunque comenta el técnico encargado de la planta de tratamiento que aún falta que se culminen con los trabajos de remozamiento dentro de las instalaciones, se espera que se instale un contador bidireccional que permita inyectar la energía producida por los paneles a la red de energía y de esta manera reducir los gastos incurridos en la operación y mantenimiento de la PTAR, de igual manera comenta que se espera se instale un tanque para la adición de sulfato de aluminio con el fin de lograr una mejor precipitación de los agentes contaminantes y aumentar la eficiencia de las unidades.

La planta fue ejecutada en el año 2010 con un monto estimado Q9,350,456.64<sup>1</sup>, posterior a esto en el 2016 se realizaron reparaciones agregando rejillas de finos, compuerta de metal, reparación del techo del patio de secado de lodos instalando un total de 30 laminas que cubren un área de 8 m<sup>2</sup>, instalación de pasamanos y gradas de metal así como una rampa de metal sobre un tanque, ascendiendo a un monto de Q46,350.00<sup>2</sup>, se realizaron de igual manera mejoras en el año 2018, siendo estas mejoras las siguientes: Extracción de difusores y bajadas con 6 difusores con un monto total de Q159,8000.00, en el año 2020 se realizaron las siguientes mejoras:

---

<sup>1</sup> <https://www.guatecompras.gt/concursos/consultaConcurso.aspx?nog=963798&o=4>

<sup>2</sup> <https://www.guatecompras.gt/concursos/consultaConcurso.aspx?nog=5064325&o=4>

**MUNICIPALIDAD DE PANAJACHEL**  
SOLOLÁ, GUATEMALA  
DIRECCIÓN MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

RESUMEN DE RENGLONES					
MEJORAMIENTO SISTEMA DE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES PLANTA LOS CEBOLLALES I, PANAJACHEL, SOLOLÁ.					
No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	PINTURA DE BARANDALES TIPO 1	ml	214.00	Q 87.86	Q 18,759.24
2	PINTURA DE BARANDALES TIPO 2	ml	116.00	Q 44.11	Q 5,116.76
3	CAMBIO DE PISO DE PASARELA POZO RECIRCULACIÓN	Unidad	1.00	Q 3,455.03	Q 3,455.03
4	REPARACIÓN DE LÁMINAS PATIO SECADO DE LODOS	Unidad	20.00	Q 134.16	Q 2,683.20
5	UNIDAD PARA TRATAMIENTO DE GRASAS	unidad	1.00	Q 47,766.48	Q 47,766.48
6	CAJA LIXIVIADOS TRATAMIENTO DE GRASAS	unidad	1.00	Q 8,529.54	Q 8,529.54
7	LIMPIEZA DE TUBERÍA DEL SIFON	Unidad	1.00	Q 16,220.75	Q 16,220.75
8	CERCO PERIMETRAL	ml	36.00	Q 1,400.86	Q 50,430.96
9	QUIMICO PARA TRATAMIENTO TERCIARIO	Sacos	216.00	Q 364.00	Q 78,624.00
10	COSTAL POLIPROPILENO PARA EMPACAR LODOS	sacos	3000.00	Q 5.20	Q 15,600.00
11	HIPOCLORITO DE CALCIO	Pastillas	1000.00	Q 14.30	Q 14,300.00
12	GLORADOR	Unidad	1.00	Q 13,087.10	Q 13,087.10
13	MAQUINA PORTATIL PARA COSER SACOS	Unidad	1.00	Q 5,525.00	Q 5,525.00
14	CAMBIO DE LAMINAS PATIO SECADO LODOS	Unidad	12.00	Q 574.96	Q 6,899.76
15	VALVULAS DE DRENAJE	Unidad	2.00	Q 2,285.09	Q 4,570.18
16	PINTURA ESMALTE ACRILICA	m2	185.00	Q 147.20	Q 27,232.00
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 318,800.00</b>



Fotografía 1 Renglones de mejora en Planta de tratamiento Cebollales 1

La planta de tratamiento satisface la necesidad de 15,077 habitantes, en el año 2016 principalmente provenientes de 3 sectores siendo estos Barrio Norte, Jucanyá Norte y Jucanyá Sur. Siendo estas un total del 50% de la población del casco urbano que no cuenta con alcantarillado municipal.

En el año 2017 se incrementó el área de comedores de la playa pública de la localidad y la parte comercial del municipio, dicho de otra manera, se aumentó el afluyente con lo que corresponde a la calle Santander y el sector del Rancho Grande y Playa Publica haciendo un total del 27% de la población del casco urbano que cuenta con alcantarillado.

<sup>3</sup> <https://www.guatecompras.gt/concursos/files/2625/13123483%40RENGLONES%20DE%20TABAJO.jpg>



Todos los guas que ingresan a la Planta de tratamiento los Cebollales 1 representan al 77% de la población que tiene acceso a un alcantarillado municipal equivalente a 31.079 l/s (promedio) <sup>4</sup>

El técnico encargado de esta actividad comenta que el caudal inicial con el que empezó a operar la planta de tratamiento fue equivalente a 28 lt/seg, teniendo un aumento en el 2017 como se indicó a 31.079 lt/seg y en la actualidad se cuenta con un ingreso 46.00 lt/seg, eso indica un incremento del 64% del caudal.

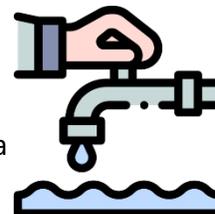
Con el incremento de caudales que se ha ido teniendo a lo largo del tiempo, por parte del técnico encargado de la planta de tratamiento se indicó que la producción de lodos se ha incrementado a tal punto que en la actualidad el patio de secado de lodos ya no tiene la capacidad para el tratamiento de los lodos, por lo que en algún punto esto se ha ido acumulando, siendo necesario la construcción de un nuevo patio de secado de lodos o bien complementar el tratamiento de lodos con algún otro elemento pudiendo ser una deshidratadora de lodos.

---

<sup>4</sup> MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PLANTA DE TRATAMIENTO LOS CEBOLLAES 1, Julio Ernesto Pablo de León.

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

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



La inspección visual de aspectos como la zona adyacente a los puntos de extracción y los componentes del tratamiento puede revelar peligros que no se habrían detectado únicamente mediante análisis de la documentación.

La determinación de los peligros también exige la evaluación de acontecimientos e información del pasado, así como de pronósticos basados en la información y conocimientos del servicio de abastecimiento de agua sobre aspectos particulares de los sistemas de tratamiento y suministro

Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes.

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Fenómenos meteorológicos y climáticos	Inundación, cambios rápidos en la calidad del agua de la fuente
Variaciones estacionales	Cambio de la calidad de agua de la fuente
Demanda actual para otros usos	Cantidad insuficiente
Daños por poco mantenimiento del área	Al encontrarse en área boscosa pueden surgir eventos que dañen la infraestructura del sistema.
Daños por terceros (pozo principal)	Estos daños pueden surgir de la deficiente protección existente en el pozo, ya que no se tiene ningún elemento de protección de la tubería principal.
Daños por vibraciones	Al ser un sistema que funciona por medios mecánicos estos pueden ocasionar vibraciones que al exceder el espacio de confinamiento puede ocasionar daños estructurales, tal es el caso del encamisado del pozo.
Falta de mantenimiento periódico	No se realiza un mantenimiento periódico, la limpieza del pozo se realiza cuando el sistema de bombeo disminuye su eficiencia o bien se ha dañado.
Contaminación por animales	Al no estar protegida se tiene acceso por parte de animales que pueden ingresar a la caja de captación y contaminar el líquido que es administrado a la población.



Foco de contaminación	Elemento que puede ser foco de contaminación, por estar expuesto a la intemperie, así como punto de acumulación de materia orgánica u otros agentes
-----------------------	---

Tabla 8: Peligros típicos que pueden afectar a las fuentes.

No se realizó la visita a las fuentes naturales y riachuelos de los cuales se abastece la comunidad ya que por parte de la OMAS se indicó que la fuente principal que abastece al barrio Jucanya sur es el pozo mecánico.

El pozo tiene una bomba de 50 hp se cambió hace un año, por daños en la bomba, se conectó hacia el tanque elevado, funciona de 5 a 12 funciona para Jucanyá sur (sector Yach y sector los Rosales, el abastecimiento es de un día cada sector), de 12 a 5 abastece a los sectores del frutal, Rancho grande y Calle del Estadio y a la despensa, tiene un caudal aproximado de bombeo de 380gl/min, se realiza la limpieza cada vez que el Sistema presenta problemas, el pozo tiene aproximadamente 26 años desde que fue perforado.

En la fotografía siguiente se muestra el estado del pozo mecánico en su parte superior, se indica observa que este elemento no tiene ninguna protección a terceros, además de encontrarse ubicado dentro del espacio que es utilizado para el estadio municipal, por lo que se tiene acceso a personas y también vehículos que pueden ocasionar algún daño involuntario a la estructura.

Por parte de los fontaneros y técnico electricista se indicó que se tiene un daño estructural en el encamisado del pozo lo que ha provocado el ingreso de sedimentos hacia el mismo, lo que en algunas ocasiones ha provocado la sedimentación en la parte baja.

Se realizó una nueva intervención por lo que se construyó un tanque elevado en el área del estadio con una capacidad de 75.00 m<sup>3</sup> hecho en su totalidad la estructura de acero y una cimentación por medio de elementos de concreto reforzado.

El evento donde se realizaron las modificaciones fue por medio del NOG 14802198 denominado MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA POTABLE CABECERA MUNICIPAL PANAJACHEL, SOLOLA, en el se realizó la interconexión para la conexión hacia un nuevo tanque de almacenamiento con un monto aproximado de inversión de Q467,916.74, este proyecto vino a beneficiar de forma directa a el Barrio Jucanyá Sur. Aun no se ha entregado el proyecto, por lo que hace falta esperar para que se realice la operación del mismo.

5

<https://www.guatemcompras.gt/concursos/files/2961/14802198%409.%20ESTUDIO%20DE%20FACTIBILIDAD.pdf>



Fotografía 2 Riesgo pozo principal



Fotografía 3 Manómetro pozo mecánico

Determinación de peligros típicos que pueden afectar al tratamiento/desinfección

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
No existe desinfección	Agua no tratada (sistema por bombeo)
Conflictos sociales	Rechazo al tratamiento y desinfección del agua

Poco o nulo monitoreo	Por parte de los fontaneros se indicó que al momento de realizar el monitoreo de cloro solo se tiene la presencia de cloro residual en las primeras viviendas y ya no en las última (sistema por gravedad),
Poca cultura de tratamiento de las aguas	Incremento en las enfermedades gastrointestinales

Tabla 9: Peligros típicos que pueden afectar al tratamiento/desinfección.

Previo al ingreso del agua hacia el tanque de almacenamiento se cuenta con un sistema de tratamiento preliminar consistente en un tanque desarenador, este sistema preliminar tiene bastante tiempo desde su construcción, al mismo se le ha incrementado el caudal de tratamiento es posible que la unidad ya no tenga la capacidad para satisfacer las necesidades de eliminación de sedimentos particulados en el agua.

El caudal que ingresa al desarenador es proveniente de varias fuentes tipo superficial, siendo el caso de nacimientos y riachuelos, se menciona que de las 4 tuberías que ingresan se tiene la información siguiente:

1. Tubería 1: Ingresa de fuentes de nacimiento en su totalidad
2. Tubería 2: Ingresa de fuentes de nacimiento en su totalidad
3. Tubería 3: Ingresa de fuentes de nacimiento 50% y fuentes de riachuelos 50%
4. Tubería 4: Ingresa de fuentes tipo riachuelos 100%



Fotografía 4 Ingreso de tuberías a Desarenador



El desarenador tiene dimensiones de 11.05 de largo, con un ancho de cada canal de 0.475 m, y una altura variable que va de 2.20mt a culminar en 0.00 como se verá en la siguiente fotografía, el desarenador se construyó aproximadamente hace 8 años.



*Fotografía 5 Desarenador e interconexiones entre tanques de almacenamiento*

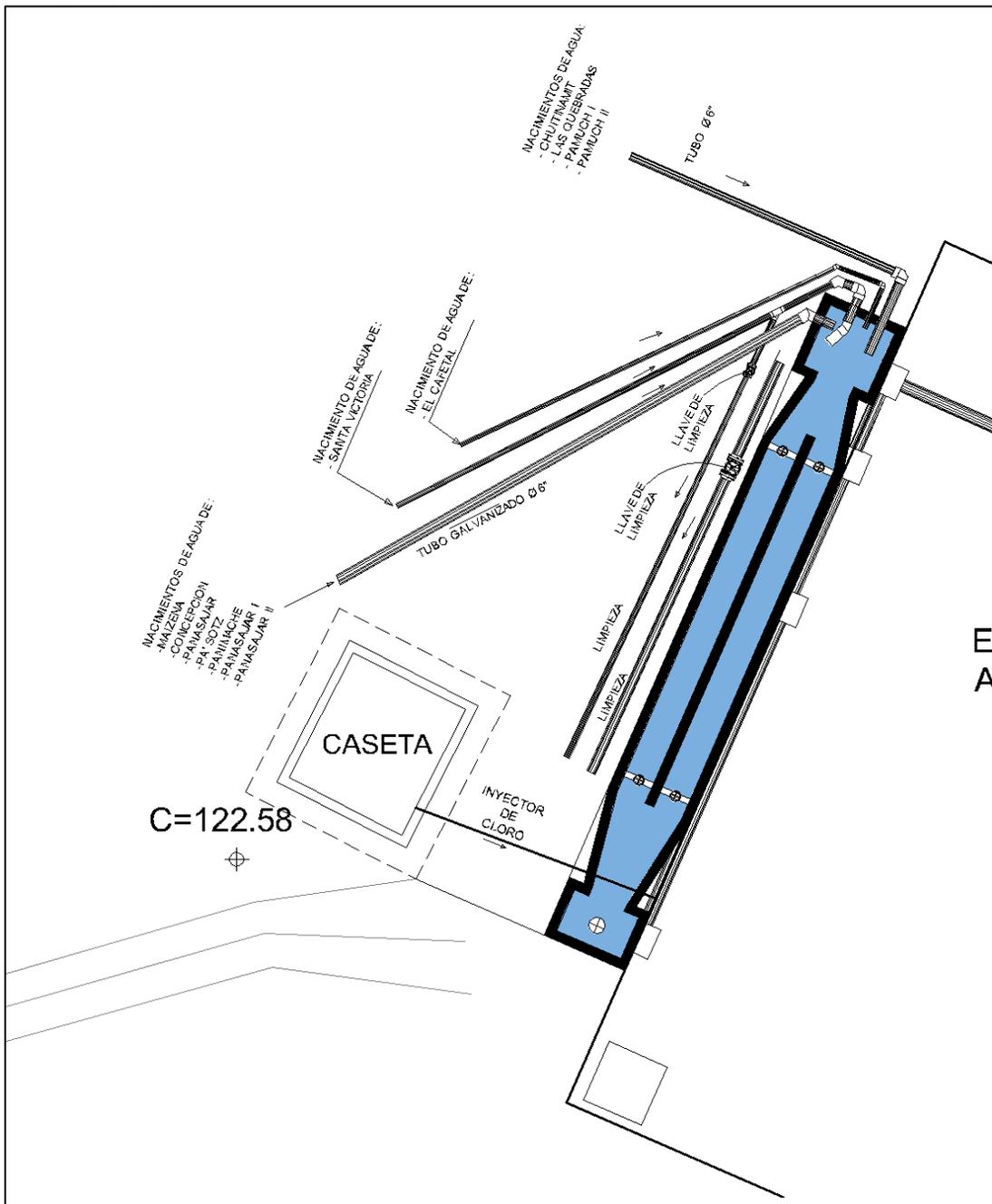


Ilustración 5 Ingreso de tuberías a desarenador y adición de cloro

El sistema de agua Barrio Jucanyá Sur en su sistema por bombeo no se evidencio un sistema de cloración, caso contrario para el sistema de abastecimiento por gravedad se evidencio un sistema por medio de hipoclorito de calcio, en el cual se realiza una muestra maestra que es dosificada a los tanques de almacenamiento y distribución por medio de una bomba y goteo, la muestra maestra se almacena en toneles los cuales duran un total de 6 días.



Fotografía 6 Riesgo sistema de desinfección.

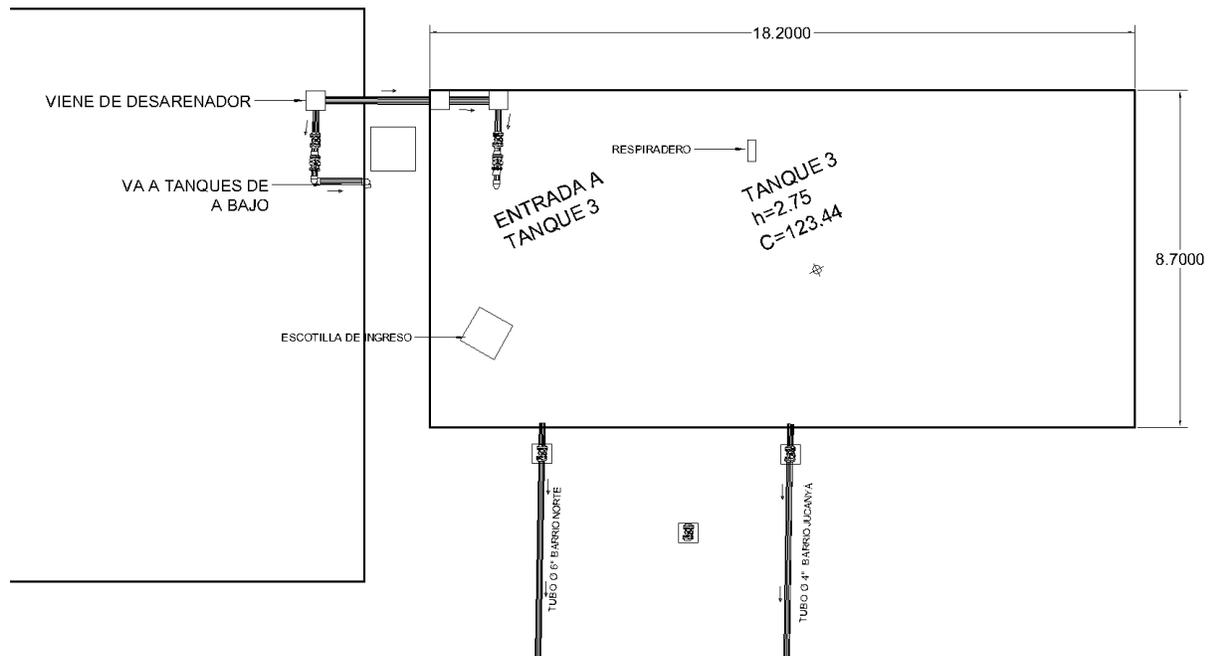
Determinación de peligros típicos que pueden afectar el almacenamiento

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Rotura de tubería	Entrada de contaminación
Fluctuación de la presión	Entrada de contaminación
Contaminación por terceros	Al no contar con un cerco perimetral que permita la restricción de ingreso de personal ajena al proyecto se puede incurrir en daños al sistema o bien en contaminación al agua suministrada.
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación del flujo, introducción de agua viciada
Agua contaminada desde la fuente	Transporte de contaminantes por el tipo de fuente y almacenamiento de agua no tratada.

Tabla 10: Peligros típicos que pueden afectar el almacenamiento.

Previo al ingreso del caudal de agua que es suministrado al Barrio Jucanya Sur, pasa por una unidad de pretratamiento denominada Desarenador como se indica anteriormente, posterior a ella se distribuye a 3 puntos importantes siendo: 1. Tanque 1 que abastece al centro de Panajachel, 2. Tanque 2 que abastece hacia unos tanques que se encuentran en la parte inferior y 3. Tanque

3 que es el tanque que abastece al Barrio Jucanyá Norte, Sur, y a Barrio Norte (del Centro de Panajachel).



*Ilustración 6 Ingreso hacia tanque de almacenamiento y salida*

Como se observa en el esquema anterior existen dos salidas del tanque que suministra agua hacia el Barrio Jucanyá, siendo una tubería de  $\text{Ø } 6''$  que se dirige a Barrio Norte y otra de  $4''$  Hacia Jucanyá Norte y Sur.



Fotografía 7 Riesgo sistema de almacenamiento sistema por gravedad



Fotografía 8 Riesgo Sistema de almacenamiento tanque aéreo

El sistema de abastecimiento por bombeo funciona para abastecer tanto a Barrio Jucanyá Sur, como a un sector del Rancho, por lo que Barrio Jucanyá Sur no cuenta con un sistema individual sino una combinación de sistemas para sufragar sus necesidades.



Fotografía 9 Riesgo ingreso de agua contaminada

Como se evidencia en la *Fotografía 9* Riesgo ingreso de agua contaminada se observa que el agua al finalizar su paso por el desarenador ubicado sobre el tanque de almacenamiento aún tiene sedimentos suspendidos que son transportadas hacia el agua que es almacenada en los tanques de distribución, así mismo, el agua es distribuida hacia la población de Barrio Jucanyá Sur.



*Fotografía 10* Riesgo agua contaminada en pilas públicas.

En la fotografía se observa el agua que llega hacia las pilas publicas ubicadas en el barrio Jucanyá Sur, el agua es utilizada por la población para realizar distintas acciones, principalmente las de lavar ropa, sin embargo, el agua se encuentra contaminada por sedimentos.



Fotografía 11 Riesgo agua contaminada en pulas públicas.2

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

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Rotura de tubería	Entrada de contaminación
Fluctuación de la presión	Entrada de contaminación
Intermitencia del suministro	Entrada de contaminación
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación del flujo, introducción de agua viciada

Tabla 11: Peligros típicos que pueden afectar la red de distribución.



Fotografía 12 Riesgo agua contaminada en válvulas

En la fotografía se observa que dentro del espacio de las válvulas se encuentra anegado de agua producto de la tormenta Julia ocurrida días atrás, aunque por parte de los fontaneros se indica que se da un mantenimiento recurrente al espacio de las válvulas no todas son manipuladas al momento de la operación.



Fotografía 13 Riesgo agua contaminada en válvulas 2

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
Tubería de servicio de plástico	Contaminación por derrame de aceites o solventes
Almacenamiento inadecuado	<p>Al contar con recipientes que no tienen tapadera y se encuentran expuestos a la intemperie el agua presentaría una alta vulnerabilidad de contaminación por partículas suspendidas</p> <p>Además de encontrarse expuestas a ser contaminadas por animales o una mala manipulación por parte de los beneficiarios.</p>

Tabla 12: Peligros típicos que pueden afectar a los puntos de consumo.

## Análisis del saneamiento en la comunidad

El Barrio Jucanyá Sur cuenta con una cobertura del 100% de saneamiento, para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por la Oficina Municipal de Agua y Saneamiento -OMAS- y la Dirección Municipal de Planificación -DMP-.

No se cuenta con un plan de mejora dentro de la comunidad que proporcione información del acceso, calidad y asequibilidad de los servicios de saneamiento, toda la información referente a los sistemas se encuentra disgregada en las distintas unidades como DMP y OMAS,

La comunidad actualmente cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas, para el tema de aguas negras teniendo una cobertura del 100% para disponer todas las aguas residuales hacia una planta de tratamiento conjunta en el municipio, siendo para este caso la Planta de tratamiento conocida como Cebollales1, en el tema de residuos sólidos cuentan con sistema de recolección y disposición final municipal, pero las personas hacen separación de residuos orgánicos utilizando sistemas individuales, donde los trasladan.

## Análisis de la disposición de aguas residuales

### Análisis de aguas residuales

El Barrio Jucanyá Sur cuenta con sistema colectivo para la disposición de excretas, existen tazas lavables, red de alcantarillado sanitario y pluvial, además de contar con una Planta de tratamiento de aguas residuales.



### Tipo de tratamiento existente

Según información proporcionada por la DMP, para la disposición de excretas el 100% de las viviendas cuentan con sistemas de disposición y en su mayoría se cuenta con sistemas de tazas lavables, el estado de las mismas se encuentra regido por el ingreso económico que tienen las familias.

Se conoce que existe una red de alcantarillado sanitario compuesta por cajas y pozos de visita tanto para el caso de las aguas pluviales como para las aguas residuales.



Fotografía 14 Pozo de visita sistema de alcantarillado sanitario



Fotografía 15 Rejilla para agua pluvial

En el municipio existe una red de alcantarillado sanitario y también un sistema de alcantarillado pluvial, existiendo en las diferentes calles la ubicación e instalación de rejillas colectoras de agua pluvial, estas son dispuestas en distintos puntos a la orilla del lago.



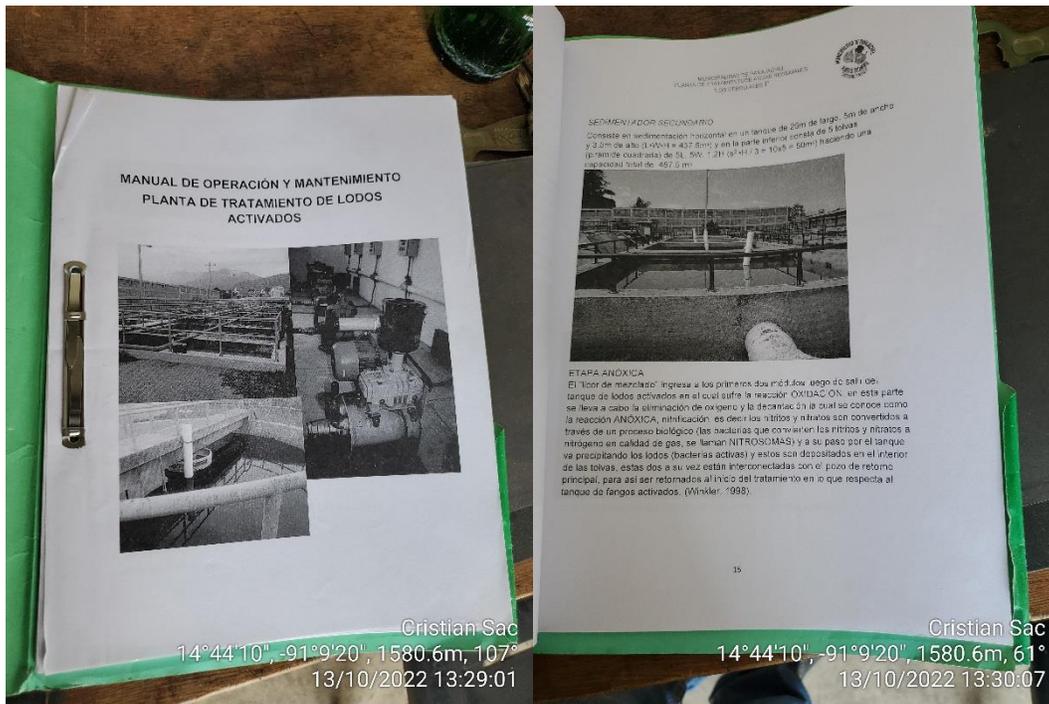
Fotografía 16 Planta de tratamiento de aguas residuales



Fotografía 17 Planta de tratamiento de aguas residuales 2



Fotografía 18 Planta de tratamiento de aguas residuales 3



Fotografía 19 Manual de operación y mantenimiento planta de tratamiento Cebollales 1

## Análisis de la disposición de residuos sólidos

### Análisis de desechos sólidos

En Barrio Jucanyá Sur, los vecinos indicaron que realizan separación de los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos, se cuenta con un servicio de recolección de tipo municipal, esta recolección se realiza por medio de camiones de servicio que realizan la recolección de los mismos de puerta a puerta o bien colocados en un pequeño centro de acopio domiciliar (en esquinas) para después transportarla hacia el botadero municipal que principalmente se encuentra en la Aldea Pamuch jurisdicción de Patanatic.



## Estado de enfermedades de origen hídrico

Según la información obtenida con el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, a través del Distrito de Salud que tiene a cargo el área de Panajachel, se han atendido pacientes con enfermedades de origen hídrico en el trimestre pasado. Las enfermedades de origen hídrico que se han atendido son: diarrea, parasitismo intestinal, amebiasis y disentería.





La información proporcionada indica que la población del Barrio Jucanya Sur está padeciendo enfermedades de origen hídrico por la situación actual del sistema de agua y saneamiento en la comunidad.

## Análisis de la oferta

En este apartado se presenta un análisis de la disponibilidad de agua en la zona de estudio, actualmente el Barrio Jucanyá Sur cuenta con fuentes naturales de agua las cuales son captadas y transportadas a la comunidad para ser aprovechadas, todos los días, así mismo se tiene el aprovechamiento del manto freático el cual es extraído por medio de un pozo mecánico, el caudal aproximado indicado por el fontanero y técnico electricista se indica que es de 380 gl/min, siendo la misma un caudal de 23.97 lt/seg que es utilizado para suplir el gasto tanto de Jucanyá Sur, Sector el Rancho, Sector el Estadio, de las fuentes de agua se tiene un caudal aproximado de 56.77 lt/seg que ingresa al desarenador para el caso del Tanque 3 (tanque de Jucanyá) se estima que tiene un ingreso de 18.92 lt/seg, del cual se calcula que el caudal que se dirige hacia Barrio Jucanyá Norte y Sur es de 5.82 lt/seg, por lo que el caudal estimado total que abastece a Jucanyá Sur no es posible estimarlo.



## Análisis de la demanda

El objetivo principal en este apartado es determinar la demanda de agua potable actual, a partir de la definición de los consumos obtenidos de la cantidad de usuarios del sistema de abastecimiento de agua.

El sistema por del Barrio Jucanyá Sur lleva tiempo y modificaciones desde su construcción, se estima que la población seguirá teniendo un crecimiento sostenido e incrementando la necesidad de sufragar cualquier necesidad que se presente por este motivo es requerido calcular la demanda de la población no solo actual sino también futura, siendo el caso de estimar la demanda de la población en un periodo de 5 años.



## Análisis de la capacidad de almacenamiento

Luego de la visita de campo y el análisis de la información documental del proyecto el tanque de almacenamiento cuenta con un volumen de almacenamiento de 75.00 m<sup>3</sup> que es el volumen de almacenamiento del tanque elevado, así mismo se tiene un volumen de 300.00 m<sup>3</sup> del tanque de almacenamiento del sistema por gravedad, los cuales son utilizados para sufragar las necesidades de la población.



## Análisis de oferta-demanda

DEPARTAMENTO: SOLOLÁ  
 MUNICIPIO: PANAJACHEL  
 COMUNIDAD: BARRIO JUCANYA SUR

POBLACION:	3500 personas
DENSIDAD HABITACIONAL	5.00 personas/ vivienda
TIPO DE SISTEMA:	GRAVEDAD
VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA	450 viviendas
CAUDAL:	5.82 litros/ segundo
DOTACION:	120.00 litros/ habitante/ día

### CRECIMIENTO POBLACIONAL

2021	2022	2023	2024	2025	2026
3500	3567	3635	3704	3774	3846

Año	Producción Agua Its.	Necesidad Agua Its.
0	502848	420000
1	502848	428040
2	502848	436200
3	502848	444480
4	502848	452880
5	502848	461520

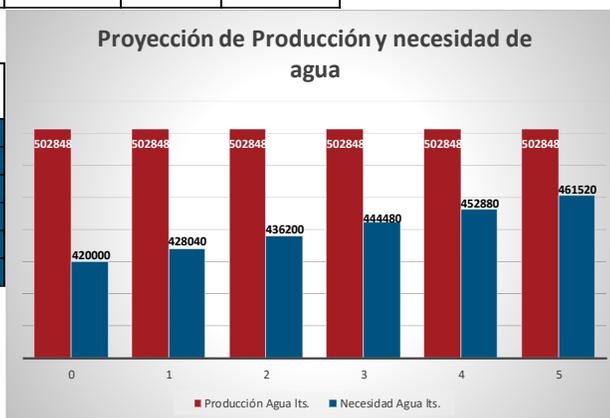


Ilustración 7: Análisis de oferta-demanda del sistema de agua del Barrio Jucanyá Sur

Del análisis anterior indicamos que es necesario un caudal mínimo de 5.82 lt/seg para suministrar una dotación de 120.00 lt/hab/día a la población de Barrio Jucanyá Sur, sin embargo, no es posible estimar la demanda actual ya que existen elementos de control (micromedidores) sin embargo, por parte de la oficina de Agua y Saneamiento aún no se hace uso al momento del cobro, estos elementos son requisito, pero aún no están siendo funcionales a la oficina por lo que la población consume lo que considera necesario y oportuno.

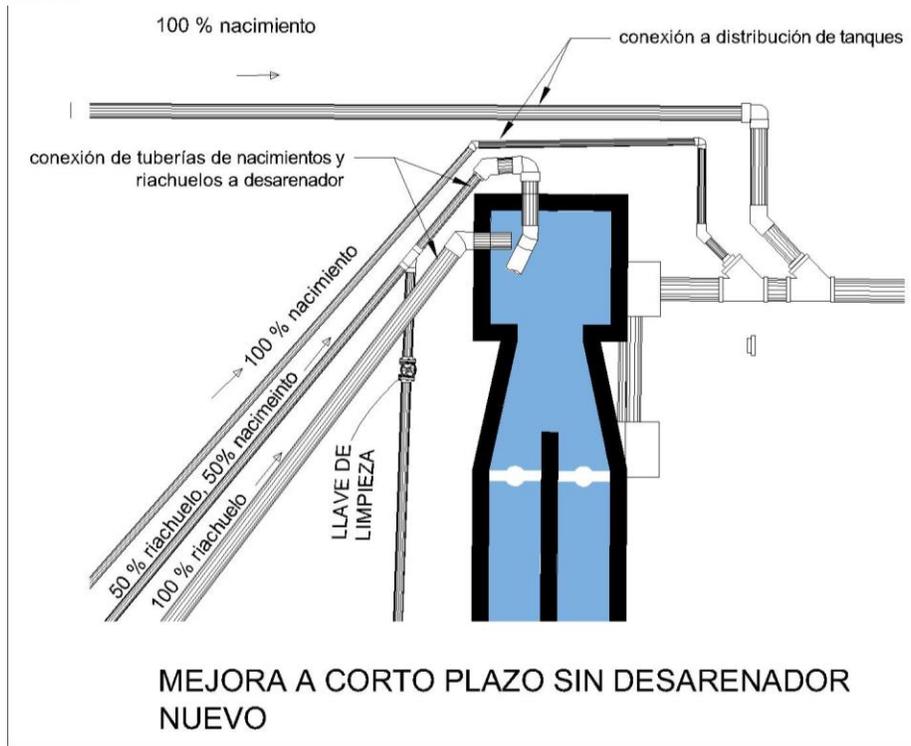


Ilustración 8 Interconexión de tuberías de nacimientos

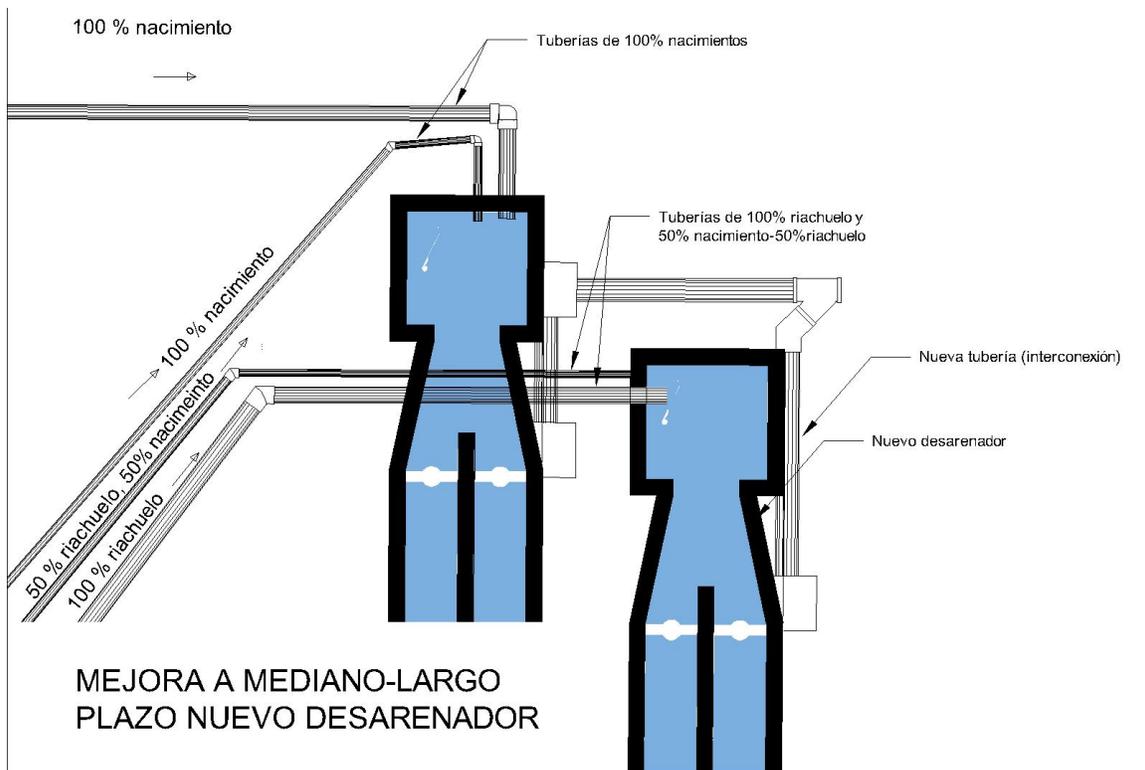
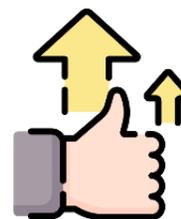


Ilustración 9 Interconexión de tuberías a nuevo desarenador

## Principales mejoras identificadas del sistema de agua



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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua	Malo	Implementar Plan de Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua	Q4,300.00
Captación	Regular	Limpieza y chapeo alrededor del área de la captación, aforo trimestral de la fuente.  Limpieza del área del área de la línea de conducción.	Q5,795.00
Mantenimiento pozo mecánico (anual)	Regular	Limpieza del pozo	Q32,000.00
Tanque de almacenamiento	Regular	Limpieza del área de donde se encuentra el tanque de almacenamiento.	Q526.00
Sistema de desinfección	No implementado	Implementación de Plan de control de calidad de agua. Realizar campañas de información y concientización sobre la importancia del sistema de desinfección.	Q3,350.00
Interconexión de tuberías en tanques	No implementado	Modificación de las conexiones realizadas en el	Q6,747.41
Red de distribución	Regular	Limpieza y chapeo en áreas de red, coordinar recorridos periódicos para identificar fugas.	Q2500.00
Conexiones domiciliarias	Regular	Revisión de fugas, limpieza y conexiones domiciliarias	Q115/vivienda

Automatización sistema de bombeo	inexistente	Implementación de sistema de encendido automático por medio de electrodos en tanque elevado	Q11.000.00
Instalación de válvulas para sectorizar	inexistente	Implementación de válvulas para sectorización	Q11,420.12

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

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Contratación ing. sanitario	Regular	Elaboración de estudio para la construcción de nuevo desarenador	Q5,250.00
Sistema de desinfección	No implementado	Implementar sistema de desinfección de inyección por gas cloro para sistema de tanque elevado	Q84,522.00
Cambio de encamisado o reparación del mismo	Inexistente	Verificación del encamisado del pozo y cambio del mismo para evitar sedimentación en el flujo de agua.	Dependiendo de la ubicación de la fisura, de ser necesario se realizaría el cambio del encamisado

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

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Recubrimiento de tubería PVC	Regular	Recubrimiento de 10 m de tubería PVC expuesta	Q3,357.00
Tanque de almacenamiento	Regular	Construcción de cerco perimetral,	Q106,693.23
Limpieza y desinfección tanques de distribución y tuberías red de distribución	Regular	Desinfección de tanques de distribución y limpieza de red de distribución	Q3,110.00

Construcción de desarenador en área de los tanques	Inexistente	Según diseño proporcionado por el profesional	-----
--	-------------	---	-------

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



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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua	Malo	Implementar Plan de Operación y Mantenimiento del Sistema de Agua	Q4,300.00
Captación	Regular	Limpieza y chapeo alrededor del área de la captación, aforo trimestral.	Q.5,795.00
Sistema de desinfección	No implementado	Implementación de Plan de control de calidad de agua. Realizar campañas de información y concientización sobre la importancia del sistema de desinfección.	Q3,550.00
Red de distribución	Regular	Limpieza y chapeo en áreas de red, coordinar recorridos periódicos para identificar fugas, implementar válvulas de limpieza en la red.	Q2,500.00
Conexiones domiciliarias	Regular	Cambiar grifos dañados para evitar fuga de agua.	Q115.00 / vivienda

Tabla 16: Mejoras en el sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad.

## Principales mejoras identificadas de saneamiento



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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
FIDAL	No implementado	Promover el fin de la defecación al aire libre	Q10,260.00 (comercios)
Reparaciones menores en techo de patio de secado de lodos	Regular	Mejoramiento de láminas, sellado de filtraciones y colocación de láminas faltantes	Q2,382.00
Lavamanos asociado al baño	No implementado	Instalar lavamanos asociado a la letrina en área cercana al baño,	Q350.00/vivienda

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

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Cambio de techo en patio de secado de lodos	Regular	Cambio de laminas en patio secado de lodos	Q25,650.00
Compra de terreno para implementar otro patio de secado de lodos	Inexistente	Debido a la carga de materia orgánica que ha ido aumentando no se cuenta con la capacidad instalada para el secado de los lodos.	
Estudio de factibilidad diseño de alcantarillado sanitario	Inexistente	Estudio de factibilidad diseño alcantarillado sanitario	Q60.000.00 Diseño red de alcantarillado.

Tabla 18: Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo.

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Construcción de colector principal de alcantarillado sanitario.	Inexistente	Construcción de colector principal para aguas residuales	Q460,000.00

Construcción de patio de secado de lodos/ Instalación de deshidratador de lodos	Inexistente	Adquisición de terreno para PTAR	Q400,000.00
--	-------------	----------------------------------	-------------

Tabla 19: Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo.

## Principales mejoras identificadas de residuos sólidos



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Disposición de residuos sólidos.	regular	Campañas de adecuada separación de residuos orgánicos e inorgánicos. Capacitación sobre producción de abono orgánico.	Q1,400.00

Tabla 20: Mejoras de residuos sólidos.

## Hoja de ruta para la gestión de mejoras

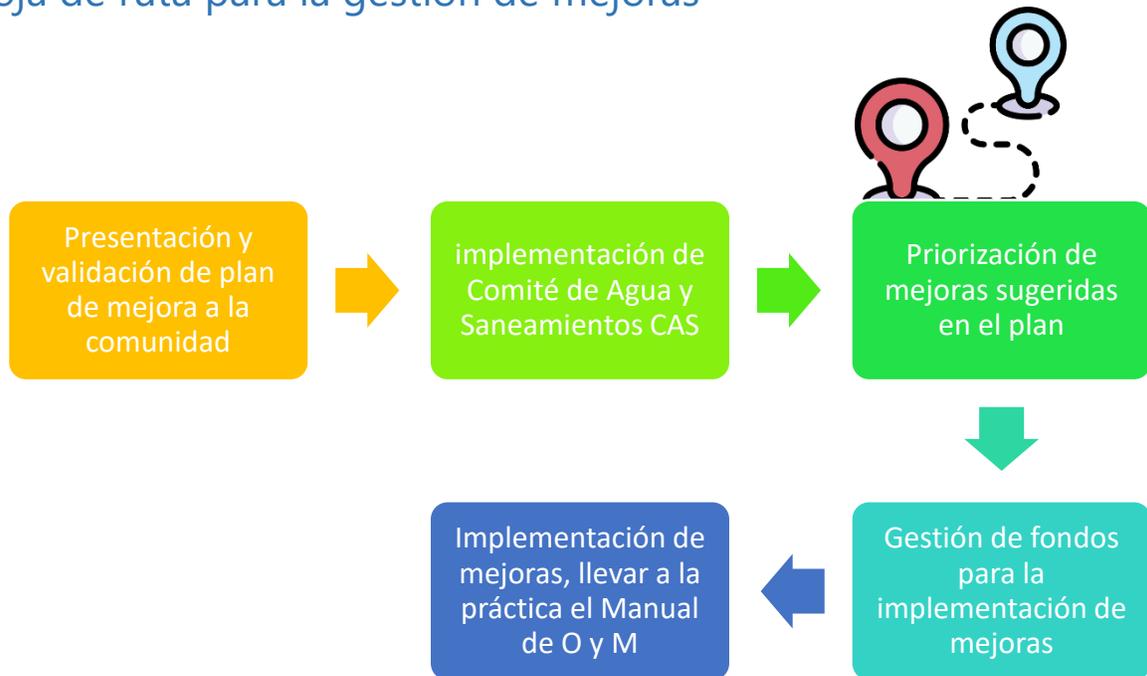


Ilustración 10: Hoja de ruta para la gestión de mejoras.

# Análisis de sostenibilidad

## Técnica



### Índice de sostenibilidad en agua

Descripción del índice.	1	0.5	0
1 El sistema en su conjunto funciona correctamente conforme a los criterios establecidos en el diseño del proyecto ejecutivo	El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado	Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla	El sistema no funciona
2 El sistema de agua funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable	El sistema llega al 100% de los usuarios funcionando al menos 6 horas diarias continuas	El sistema llega al 100% de los usuarios pero no a todas las horas el día. Es un funcionamiento que se interrumpe	El sistema no llega al 100% de los usuarios
3 El sistema de agua arroja un caudal diario suficiente para abastecer a todos los usuarios, teniendo en cuenta la estacionalidad de las fuentes. (Cantidad de agua disponible)	El sistema, 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 encuentran 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

1.08

Índice de sostenibilidad de agua.

6

1

0

Puntuación máxima

Puntuación obtenida

13

7

Tabla 21: Índice de sostenibilidad técnica en agua

### Índice de sostenibilidad en saneamiento básico.

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

Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.

0.16666667

1.08

4

2.5

0

Índice de sostenibilidad de saneamiento.

Puntuación máxima  
12

Puntuación obtenida  
6.5

Tabla 22: Índice de sostenibilidad técnica en saneamiento



## Ambiental

			
Índice de sostenibilidad ambiental.			
Descripción del índice.	1	0.5	0
1 Existencia de áreas verdes o bosque alrededor de la fuente/ toma de agua	Sí	NA	No
2 Existencia de contaminación causada por basuras de hogares o por aguas servidas alrededor de la toma de agua (presencia de letrinas, animales, viviendas, basura doméstica, etc.). O se presentan indicios o riesgo de contaminación por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales, agrícolas, artesanales, etc.	No	NA	Sí
	Leve	Moderada	Alta
3 Tipo de erosión presente en la zona	Laminar	11-49%	50-100%
4 Nivel de vulnerabilidad	Pendientes (0-15%) y sin antecedentes de eventos de desastres.	Pendientes (16-50%) y sin antecedentes de eventos de desastres.	Pendientes (>50%) o con antecedentes de eventos de desastres.
Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.			
	0.5		
	1.50		
Índice de sostenibilidad de ambiental.			
	3	0	0
	Puntuación máxima	Puntuación obtenida	
	4	3	

Tabla 23: Índice de sostenibilidad ambiental.



## Presupuesto de mejoras



<b>RESUMEN DE RENGLONES</b>					
<b>BARRIO JUCANYÁ SUR, PANAJACHEL, SOLOLÁ</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL RENGLON</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A CORTO PLAZO</b>					
1	IMPLEMENTAR PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE AGUA	unidad	1.00	Q4,300.00	Q 4,300.00
2	LIMPIEZA Y CHAPEO LINEA ÁREA DE CAPTACIÓN Y LINEA DE CONDUCCIÓN(cada mes)	global	1.00	Q5,795.00	Q 5,795.00
3	LIMPIEZA EXTERIOR E INTERIOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO	global	1.00	Q526.00	Q 526.00
4	IMPLEMENTAR PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA Y SISTEMA DE DESINFECCIÓN	global	1.00	Q3,550.00	Q 3,550.00
5	LIMPIEZA Y CONTROL DE FUGAS RED DE DISTRIBUCIÓN	global	1.00	Q2,500.00	Q 2,500.00
6	CAMBIO DE CHORROS DAÑADOS EN CONEXIONES DOMICILIARES (1 unidad)	unidad	92.00	Q115.00	Q 10,580.00
7	SISTEMATIZACIÓN DE ENCENDIDO Y APAGADO DE BOMBA EN ESTADIO (TANQUE ELEVADO)	unidad	1.00	Q11,000.00	Q 11,000.00
8	CASETA DE PROTECCIÓN POZO MECÁNICO	unidad	1.00	Q27,810.00	Q 27,810.00

9	INTERCONEXIÓN DE TUBERÍAS (SISTEMA POR GRAVEDAD)	UNIDAD	1.00	Q6,747.41	Q 6,747.41
10	VÁLVULAS DE SECTORIZACIÓN	unidad	8.00	Q1,427.51	Q 11,420.12
<b>TOTAL DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A CORTO PLAZO</b>					<b>Q84,228.53</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A MEDIANO PLAZO</b>					
1	CONTRATACIÓN DE ING. SANITARIO PARA DISEÑO DE DESARENADOR SISTEMA POR GRAVEDAD	global	1.00	Q 5,250.00	Q 5,250.00
2	CASETA Y SISTEMA DE CLORACIÓN (TANQUE ELEVADO)	global	1.00	Q 84,522.00	Q 84,522.00
<b>TOTAL DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A MEDIANO PLAZO</b>					<b>Q89,772.00</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A LARGO PLAZO</b>					
1	Recubrimiento de tubería PVC	global	1.00	Q 3,357.50	Q 3,357.50
2	CIRCULACIÓN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	global	1.00	Q 106,693.23	Q 106,693.23
3	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Y TUBERÍAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN (cada año)	global	1.00	Q 3,110.00	Q 3,110.00
<b>TOTAL DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A LARGO PLAZO</b>					<b>Q113,160.73</b>
<b>COSTO TOTAL DE MEJORAS DE SISTEMA DE AGUA</b>					<b>Q 287,161.26</b>

PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A CORTO PLAZO	Q 84,228.53
PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A MEDIANO PLAZO	Q 89,772.00
PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A LARGO PLAZO	Q 113,160.73
<b>COSTO TOTAL DE MEJORAS DE SISTEMA DE AGUA</b>	<b>Q 287,161.26</b>

Tabla 24: Presupuesto de mejoras sistema de agua.

RESUMEN DE RENGLONES					
BARRIO JUCANYÁ SUR, PANAJACHEL, SOLOLÁ					
No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO TOTAL
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A CORTO PLAZO</b>					
1	IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR UNA COMUNIDAD FIDAL	global	1.00	Q10,260.00	Q 10,260.00
2	REPARACIÓN MENOR EN TECHO PATIO SECADO DE LODOS	UNIDAD	1.00	Q3,602.00	Q 3,602.00
<b>Total mejoras de saneamiento a corto plazo</b>					<b>Q13,862.00</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A MEDIANO PLAZO</b>					
1	CAMBIO DE TECHO EN PATIO DE SECADO DE LODOS	Unidad	1.00	Q25,650.00	Q 25,650.00
<b>Total mejoras de saneamiento a mediano plazo</b>					<b>Q25,650.00</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS EN RESIDUOS SÓLIDOS</b>					
1	CAMPAÑAS SOBRE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	global	1.00	Q 1,400.00	Q 1,400.00
<b>Total mejoras en residuos sólidos</b>					<b>Q1,400.00</b>
<b>COSTO TOTAL DE MEJORAS DE SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>					<b>Q 40,912.00</b>

PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A CORTO PLAZO	Q 13,862.00
PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A MEDIANO PLAZO	Q 25,650.00
PRESUPUESTO DE MEJORAS EN RESIDUOS SÓLIDOS	Q 1,400.00
<b>COSTO TOTAL DE MEJORAS DE SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>	<b>Q 40,912.00</b>

Tabla 25: Presupuesto de mejoras de saneamiento.



## Manual de operación y mantenimiento

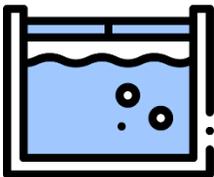
### Operación:

Son todas aquellas actividades que se llevan a cabo en las instalaciones del sistema, para permitir su funcionamiento de acuerdo a lo planificado. Es hacer funcionar el sistema de agua en forma correcta, permanente y ordenada, para asegurar a la comunidad agua de buena calidad, servicio constante y cantidad suficiente.

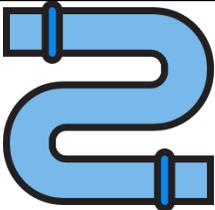
En Barrio Jucanyá Sur, el responsable directo de la administración del sistema de agua es el órgano de coordinación del Consejo Comunitario de Desarrollo -COCOD, quien debe designar a un operador, que se encargue tanto de la operación como del mantenimiento del sistema. El operador es una persona capacitada, que vive en la comunidad y que antes de dejar el cargo debe capacitar a los usuarios que lo reemplazarán, puede solicitar la participación de los usuarios en el plan anual de trabajo y se encarga de informar al COCODE/ Comité de Agua sobre lo acontecido para que se registre en las reuniones regulares de la comunidad.

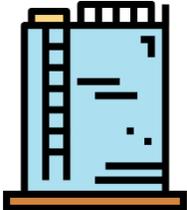
Evaluación de la operación: que se debe mejorar en la operación

### OPERACIÓN

	<p>CAPTACIÓN</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Para poner en marcha la captación, después de cada mantenimiento, abrir la válvula de salida de compuerta cuando el agua ha llegado al nivel de rebalse.</li> <li>-Para realizar trabajos de mantenimiento cerrar la válvula de salida de la captación.</li> <li>-Revisar si hay</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>
---	------------------	---	---	----------------

		<p>algún agente que esté obstaculizando el paso del agua en el sistema de captación, especialmente en las tuberías de salida.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisar que la caja reunidora de caudales esté recibiendo correctamente el agua captada de los cuatro nacimientos.</li> <li>-Revisión que las válvulas de paso estén correctamente abiertas, que no tengan alguna obstrucción que pueda perjudicar el desarrollo del sistema.</li> <li>-Revisión de que las tapaderas de las captaciones y válvulas estén en condiciones adecuadas.</li> </ul>		
	<p>VALVULAS DE AIRE</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisión que la válvula esté funcionando de forma adecuada.</li> <li>-Graduar la válvula de aire para que pueda</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>

			liberar las presiones que están atrapadas dentro del sistema de conducción.		
	VALVULA LIMPIEZA	DE	QUE DEBO HACER -Revisar que las válvulas funcionen adecuadamente, abrir y cerrar completamente para evaluar si están en buen estado. -Revisar que el sistema de limpieza funcione.	A CADA CUANTO Cada tres meses	MEJORAS
	LINÉA DISTRIBUCIÓN	DE	QUE DEBO HACER Para poner en funcionamiento: Abrir la válvula de salida de la captación y caja reunidora de caudales para que el agua ingrese a la tubería de conducción. -Para eliminar sedimentos y residuos: Abrir la válvula de limpieza en la línea de conducción durante 10 minutos, luego cerrarla. -Para eliminar el	A CADA CUANTO Cada tres meses	MEJORAS

		<p>aire acumulado en la tubería: Abrir la válvula de aire durante 10 minutos y luego cerrarla.</p>		
	<p>TANQUE DE ALMACNEAMIENTO</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Cerrar la válvula de ingreso y salida, abrir la válvula de limpieza.</li> <li>-Esperar a que el tanque se vacíe.</li> <li>-Ingresar dentro del tanque de distribución con los equipos de protección personal y materiales necesarios.</li> <li>-Realizar limpieza según manual.</li> <li>-Abrir la válvula de compuerta de ingreso de agua, lo suficiente como para enjuagar con abundante agua el tanque de distribución y dejar salir el agua sucia por el tubo de limpieza, terminado la actividad cerrar la válvula de limpieza.</li> <li>-Esperar a que el</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>

		<p>tanque este lleno a 4/5 de la altura y proceder a abrir la válvula de paso hacia el sistema de distribución.</p>		
	<p>PASO AEREO O PASO DE ZANJON</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisión de las columnas que soportan la tubería, que no estén con rajaduras o dañadas.</li> <li>-Revisión de los alrededores del paso, que no se presenten hundimientos.</li> <li>-Revisión que cables y anclajes.</li> <li>-Revisión después de lluvias intensas del estado de los pasos, en vista de que no haya sido afectados o estén en riesgo de sufrir algún percance.</li> <li>-En caso de que las líneas presenten desperfectos cambiar líneas que sostengan la tubería.</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>

	<p>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <p>-Para poner en funcionamiento: En el tanque de distribución, abrir la válvula de ingreso y de salida, cerrar las válvulas de limpieza</p> <p>-Para el mantenimiento de la línea de conducción y red de distribución mantener cerrados las válvulas de ingreso, salida, limpieza.</p> <p>Terminado las actividades abrir la válvula de ingreso y salida, mantener cerrados las válvulas de limpieza.</p> <p>-Para el mantenimiento y abastecimiento de agua abrir y graduar la válvula de salida del tanque dependiendo de la capacidad del caudal de ingreso al tanque.</p> <p>-Abrir las válvulas</p>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>
--	------------------------------	---	---	----------------

		<p>de limpieza para eliminar sedimentos y aire acumulados en las tuberías. Luego cerrarlos. -Abrir y calibrar las válvulas de paso de acuerdo a la demanda en cada sector y anotar esta acción en el cuaderno del operador. En caso de arreglo de roturas o para realizar nuevas instalaciones, cerrar la válvula. Terminada la actividad, abrirla. -Al final de los trabajos de desinfección de la línea de aducción y red de distribución abrir las válvulas de limpieza para el eliminar el agua con el desinfectante de las tuberías.</p>		
	<p>ACOMETIDAS COMICILIARES</p>	<p>QUE DEBO HACER -Para poner en funcionamiento, abrir y regular el ingreso de agua con la llave de paso.</p>	<p>A CADA CUANTO Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Abrir el grifo de los lavaderos cuando se requiera.</li> <li>-Cerrar las llaves del lavadero o de paso cuando se requiera.</li> <li>-En casos de mantenimiento de la conexión domiciliaria interna o corte temporal de agua, cerrar la llave de paso.</li> <li>-En caso de emergencia, cortar el servicio.</li> <li>-En caso de mantenimiento de las conexiones domiciliares externas, cerrar el agua en la válvula de control más próxima y terminada la actividad, abrirla.</li> </ul>		
		<p>QUE DEBO HACER</p> <p>Contar con el equipo adecuado y personal calificado para la adecuada operación del sistema, el fontanero debe conocer el estado del sistema y</p>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>

		debe hacer recorridos para identificar si existen fallas antes que estas puedan surgir.		
	VIGILANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA	<p>QUE DEBO HACER</p> <p>Acompañar las acciones a cargo del MSPAS de:</p> <p>a) Vigilancia de cloro residual libre.</p> <p>b) Vigilancia microbiológica.</p> <p>c) Vigilancia por el programa de análisis mínimo (físicoquímico).</p>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>a) Cada semana</p> <p>b) Cada bimestre</p> <p>c) Cada año</p>	<p>MEJORAS</p> <p>Acompañar la vigilancia de la calidad de agua del MSPAS.</p>
	CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA	<p>QUE DEBO HACER</p> <p>El prestador del servicio (cocode con apoyo de la Municipalidad) debe efectuar el control de los siguientes parámetros:</p> <p>a) Control de cloro residual libre.</p> <p>b) Control microbiológico.</p> <p>c) Control por el programa de análisis mínimo (físicoquímico).</p>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>a) Cada semana</p> <p>b) Cada mes</p> <p>c) Cada semestre</p>	<p>MEJORAS</p> <p>Contar con un plan de control de calidad de agua.</p>

Tabla 26: Tabla de manual de operación.

### Mantenimiento:

Es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir y corregir daños que se producen en las instalaciones o componentes del sistema de agua. La finalidad es conservar todo el sistema en buen estado para no tener interrupciones en el servicio y ofrecer suficiente agua de buena calidad y cantidad a los usuarios. Puede ser preventivo o correctivo. El mantenimiento preventivo son las actividades que se realizan periódicamente con la finalidad de prevenir problemas y posibles daños en el sistema. El mantenimiento correctivo son las actividades que se ejecutan inmediatamente al surgir algún problema en el sistema, con el objetivo de reparar o cambiar piezas dañada.

Evaluación del mantenimiento: que se debe mejorar en el mantenimiento

### MANTENIMIENTO

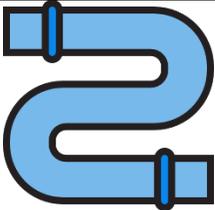
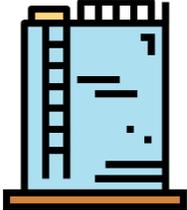
	<p>CAPTACIÓN</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores retirando malezas, piedras y objetos extraños.</li> <li>-Profundizar y/o limpiar la tubería de salida y de limpieza.</li> <li>-Limpiar las veredas perimetrales de la estructura.</li> <li>-En caso de fuga o grieta, resanar la parte dañada utilizando partes iguales de cemento y arena fina.</li> <li>-Verificar el</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>
--	------------------	---	---	----------------

		<p>estado de la tapadera de ingreso, los peldaños y el candado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Reparar los alambres de púa del cerco perimetral.</li> </ul> <p>Interno:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Abrir las tapas de la caja de válvula y de la captación.</li> <li>-Cerrar la válvula de la salida.</li> <li>-Abrir la válvula de limpieza y esperar que salga el agua por la tubería</li> <li>-Remover los sólidos que se encuentra en el fondo y limpiar, recomendable que sea con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios.</li> <li>-Medir el caudal de ingreso en litros por segundo.</li> <li>-Enjuagar las paredes y piso de la cámara húmeda.</li> <li>-Dejar correr el agua para que elimine la suciedad.</li> <li>-Colocar el dado móvil en su lugar.</li> </ul> <p>Desinfección:</p>		
--	--	---	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>-Preparar la solución para la desinfección.</li> <li>-Echar 6 cucharadas grandes de cloro en polvo al 30% en un balde con 10 litros de agua ò 3 cucharas soperas de cloro de 70% en 10 litros de agua.</li> <li>-Disolver bien, removiendo cuidadosamente por espacio de 5 minutos.</li> <li>-Con la solución y un trapo frotar los accesorios instalados en la captación.</li> <li>-Frotar paredes internas y piso de la captación.</li> <li>-La solución sobrante guardar y utilizar en otras estructuras de nacimientos, caja reunidora, rompe presión, distribución, rompe presión, tanque de distribución.</li> <li>Usar máximo hasta 4 veces.</li> </ul>		
--	--	---	--	--

	<p>VALVULAS DE AÍRE</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Retirar maleza, basura, piedras o tierra que pueda estar perjudicando la caja donde se encuentra la válvula.</li> <li>-Asegurarse que el candado de la tapadera funcione bien.</li> <li>-Abrir la tapadera y revisar que se encuentra en buen estado.</li> <li>-Limpiar la caja internamente de válvula retirando hierbas, piedras y todo material extraño.</li> <li>-Revisar que cercano a la caja no exista algún riesgo de deslizamiento.</li> <li>-Abrir la válvula y dejar que libere el aire contenido.</li> <li>-Limpiar con un cepillo y escobilla las paredes de la caja y tapadera.</li> <li>-Con la solución de desinfección y un paño, limpiar las paredes para evitar el ingreso de insectos.</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>
--	-------------------------	---	---	----------------

	<p>VÁLVULA LIMPIEZA</p>	<p>DE QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Retirar maleza, basura, piedras o tierra que pueda estar perjudicando la caja donde se encuentra la válvula.</li> <li>-Asegurarse que el candado de la tapadera funcione bien.</li> <li>-Abrir la tapadera y revisar que se encuentra en buen estado.</li> <li>-Limpiar la caja internamente de válvula retirando hierbas, piedras y todo material extraño.</li> <li>-Revisar que cercano a la caja no exista algún riesgo de deslizamiento.</li> <li>-Abrir la válvula y dejar que libere el aire contenido.</li> <li>-Limpiar con un cepillo y escobilla las paredes de la caja y tapadera.</li> <li>-Desinfectar con la misma solución usada en la captación.</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>
--	-------------------------	--	---	----------------

	<p>LINÉA DE CONDUCCIÓN</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Recorrer el sistema limpiando de maleza todas las líneas que sobresalgan a la superficie.</li> <li>-Revisar que las líneas no tengan fugas y que las uniones de la tubería HG no se presenten corrosión.</li> <li>-Limpiar pasos aéreos y de zanjón que tengas piedras que puedan provocar una ruptura.</li> <li>-Limpieza dentro y a los alrededores de las cajas de válvulas.</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>
	<p>TANQUE DE ALMACNEAMIENTO</p>	<p>QUE DEBO HACER</p> <p>Externa:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores eliminando hierbas, piedras y otros materiales extraños.</li> <li>-Limpiar el dado de rebalse.</li> <li>-En caso de grietas y rajaduras resanar las partes dañadas con</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>



		<p>partes iguales de cemento y arena fina.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Abrir las tapaderas del tanque de almacenamiento y de la caja de válvulas</li></ul> <p>Interna:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Levantar la tapa de las cajas.</li><li>-Retire el dado móvil. Cerrar la válvula de ingreso y salida, abrir la válvula de limpieza.</li><li>-Esperar a que el tanque se vacíe.</li><li>-Ingresar dentro del tanque de almacenamiento con los equipos de protección personal y materiales necesarios.</li><li>-Limpiar con cepillos escobas de plástico y espátulas las paredes, piso, parte interna de las tapaderas y pichacha.</li><li>-Abrir la válvula de ingreso de agua, lo suficiente como para enjuagar con abundante agua el tanque de distribución y dejar salir el agua</li></ul>		
--	--	--	--	--



		<p>sucia por el tubo de limpieza, terminado la actividad cerrar la válvula de ingreso y colocar el dado móvil.</p> <p><b>Desinfección:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Prevenga de un equipo de protección personal y preparar la solución desinfectante.</li><li>-Mezcle 40 gramos ó 4 cucharadas soperas de hipoclorito de sodio (cloro liquido) de 30% en 20 litros de agua.</li><li>-Mover bien removiendo cuidadosamente.</li><li>-Con ésta solución y un trapo pasar las paredes, piso y accesorios dentro del tanque de almacenamiento.</li><li>-Si la solución no fuera suficiente preparar otra manteniendo la misma concentración.</li><li>-Abrir la válvula de ingreso lo necesario como para poder</li></ul>		
--	--	---	--	--

		enjuagar con abundante agua las paredes, accesorios y piso, permitiendo que corra por la tubería de limpia		
	PASO AEREO O PASO DE ZANJON	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisar que no haya maleza creciendo alrededor de la tubería o los cables de anclaje.</li> <li>-Limpiar alrededores quitando piedras que puedan provocar rupturas de la tubería.</li> <li>-Evaluar que no haya insectos cerca de los anclajes.</li> <li>-Revisar el estado de los cables y limpiar con un cepillo y agua.</li> <li>-Revisar cómo se encuentran las columnas del sistema, en caso de estar dañadas se debe resanar.</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	MEJORAS
	LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	<p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Comunicar a la población con la debida anticipación el trabajo de mantenimiento y la interrupción temporal en el</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	MEJORAS



		<p>servicio de abastecimiento de agua. Pedir a la población que cierren sus llaves de paso</p> <ul style="list-style-type: none"><li>-Limpieza de obras de arte de maleza, basura y piedras o insectos que puedan estar aledaños al sistema.</li><li>-Recorrido para poder visualizar fugas en el sistema.</li><li>-Limpieza de las líneas expuestas.</li></ul> <p>Desinfección: Para la desinfección de la línea de distribución se utiliza la solución clorada que se dejó reposar en el tanque durante 2 horas.</p> <p>2. Asegurarse que las llaves de paso y válvulas de limpieza de la red estén cerradas.</p> <p>3. Dejar circular la solución clorada por toda la red de tuberías.</p> <p>4. Abrir las válvulas de paso de agua en</p>		
--	--	---	--	--



		<p>la red de distribución hasta que salga muestras de la solución desinfectante, luego cerrarlas.</p> <p>5. Dejar durante 4 horas esta solución clorada en toda la red.</p> <p>6. Transcurrido el tiempo, abrir la válvula de limpieza de agua de la red de distribución para evacuar el desinfectante y los grifos en las conexiones domiciliarias para aprovechar ésta solución para la desinfección.</p> <p>7. Dejar que el agua enjuague la red de tuberías antes de cerrar las válvulas de paso y los grifos hasta que no se perciba el olor a cloro o cuando el cloro residual medido en el tanque no sea mayor a 1.00 mg/lit. 8. Se recomienda utilizar el servicio al día siguiente del trabajo de mantenimiento</p>		
--	--	--	--	--

	<p>ACOMETIDAS COMICILIARES</p>	<p>realizado.</p> <p>QUE DEBO HACER</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Verificar el funcionamiento de la llave de paso, grifos y accesorios.</li> <li>-Detectar las fugas de agua y de presentarse repararlas inmediatamente.</li> <li>-Abrir la tapa de la caja de válvulas de la llave de paso.</li> <li>-Limpiar externamente la caja de paso retirando hierbas, piedras y otros materiales extraños.</li> <li>-Verificar si la llave, tuberías y accesorios están ubicados entre 3 a 5 cm encima del lecho de grava.</li> <li>-Rehabilitar el lecho de grava.</li> <li>-Cerrar la tapa de la caja de paso.</li> </ul>	<p>A CADA CUANTO</p>	<p>MEJORAS</p>
		<p>QUE DEBO HACER</p> <p>Se debe contar con el equipo adecuado para realizar las actividades de mantenimiento del sistema de</p>	<p>A CADA CUANTO</p> <p>Cada tres meses</p>	<p>MEJORAS</p>

		distribución.		
--	--	---------------	--	--

Tabla 27: Tabla de manual de mantenimiento.

## Cronograma de operación y mantenimiento



Cronograma de operación y mantenimiento anual														
No.	Elemento	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Unidad Ejecutora/ Responsable
1	Captación													Fontaneros/OMAS
2	Línea de conducción													Fontaneros/OMAS
3	Tanque de distribución													Fontaneros/OMAS
4	Desinfección del sistema													Fontaneros/OMAS
5	Línea de distribución													Fontaneros/OMAS
6	Conexiones domiciliarias													Usuarios/OMAS

Tabla 28: Cronograma de operación y mantenimiento.

Notas importantes para los tiempos de operación y mantenimiento:

- Debe realizarse el mantenimiento preventivo en cada componente del sistema según los tiempos y acciones indicadas en el plan de operación y mantenimiento.



- Si existiera fallo del sistema de cloración por un periodo largo, la desinfección de tuberías y componentes debe ser trimestralmente. Si el sistema de cloración funciona adecuadamente, debe realizarse semestralmente.
- El mantenimiento del sistema debe realizarse la primera semana de cada mes indicado idealmente.
- El mantenimiento de todo el sistema debe realizarse una vez antes del inicio y una vez después de pasada la temporada de lluvias.
- El mantenimiento debe ser realizado con el equipo correcto y de seguridad para la población

El presente cronograma de actividades es una recomendación de actividades a realizar en el periodo de un año, sin embargo, se deberán de acomodar las actividades a las necesidades que requiera el sistema y se cuente con el personal para cubrir con las necesidades correspondientes.

## Control de la calidad de agua

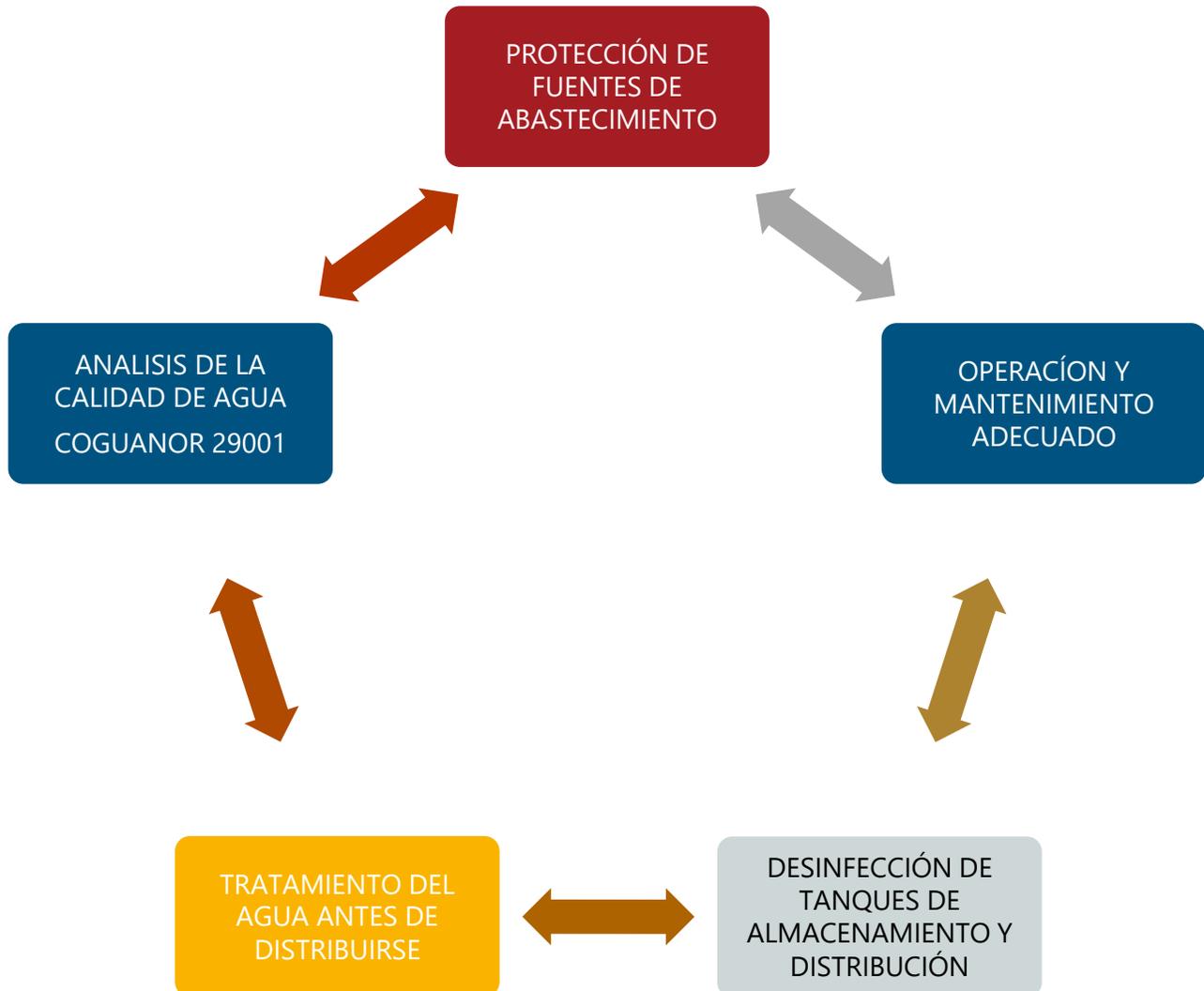


Ilustración 11: Control de la calidad del agua.

**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 mes**

**Análisis mínimo/ *COGUANOR  
29001***

***al menos una vez por semestre***

Ilustración 12: Frecuencia de control de la calidad del agua.

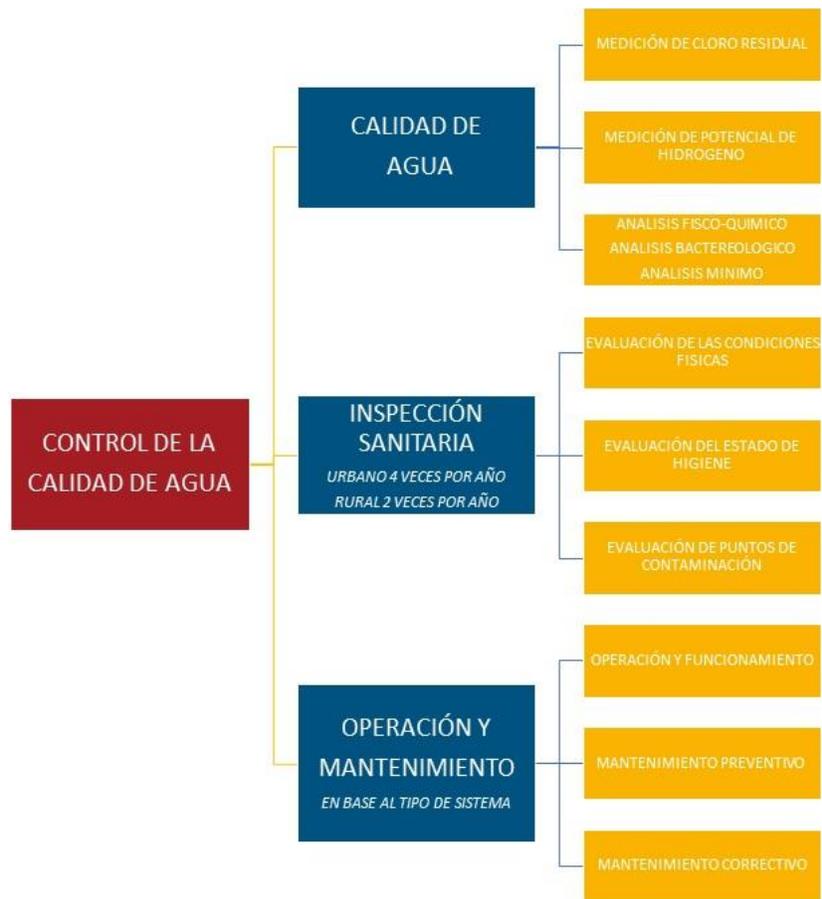


Ilustración 13: Organigrama de control de la calidad del agua.

## Anexo 1:

### Análisis de sostenibilidad técnica:

	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	
1	El sistema en su conjunto funciona correctamente	personas con acceso a un sistema continuo de agua de calidad y cantidad aceptables	Se evaluó una muestra de 20 viviendas de un total de viviendas, del sistema para ver si cumple los mínimos exigidos	1. El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado	En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:
2	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	Información verificada en campo	1. El sistema llega al 100% de los usuarios funcionando al menos 6 horas diarias continuas	

3	El caudal es suficiente para todos los usuarios		Información verificada en campo	1. La cantidad de agua que reciben los usuarios es de más de 50 l/persona/día	
4	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas entre las organizaciones comunitarias para la prestación de los servicios de agua	Nº de capacitaciones técnicas realizadas	No se han realizado capacitaciones técnicas	0. No ha habido ninguna capacitación	Solicitar y participar en capacitaciones técnicas en temas de agua y saneamiento.
5	6. Existen fontaneros asignados para el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	Nº de fontaneros	1 fontanero	0,5. Existen técnicos especialistas, pero no cubren el 100% del mantenimiento del sistema	Contar con más personal capacitado en el tema.
6	Se realizan actividades de operación y mantenimiento	Nº de informes sobre las actividades llevadas a cabo	Aunque se realizan actividades de operación y mantenimiento, no cuentan con Documentos de Planes de	0. No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&M	Implementar Plan de Operación y Mantenimiento para el sistema a agua de la comunidad.

		en la O&M	Operación & Mantenimiento		
			Elaborados, ni Cronograma de actividades para llevar a cabo diariamente el Plan de O&M		
7	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema			0,5. Existen la posibilidad de suministros, repuestos y servicios, pero no están al alcance de la población o los responsables del mantenimiento.	

Tabla 29: Análisis de sostenibilidad técnica.

### Análisis de sostenibilidad ambiental:

	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	
1	El agua que se distribuye en los sistemas de agua construidos o	Concentración de cloro y elementos nocivos	Muestras y análisis del agua para ver su grado	0,5. Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla.	Cumple con la medición de pH, pero no cumple con cloración por

	mejorados cumple con las normas  de calidad de agua del país  para su consumo humano COGUANOR 29001		de potabilización		rechazo de la comunidad.
2	Se hacen análisis de agua  mensuales para asegurar que la  calidad del agua cumple con lo  establecido en las normas de calidad  de agua exigidas por el país	Nº de análisis	Documentos que aporten  información sobre el seguimiento  de la calidad del agua potable	0. No se lleva a cabo ningún  tipo de análisis de agua	Solicitar y acompañar el proceso de toma de muestras del MSPAS.
3	La toma de agua a la que  4pertenece la 5fuente de agua es6ta  Fore7stada, cercada y protegida  de contaminación (*)	Observación  directa	*Fotos  *Documentos que validen la  protección de la fuente	0,5. La cuenca está en fase de deforestación; la  toma de agua no está directamente protegida  pero no se observen afectaciones mayores	El pozo se encuentra en área de desarrollo de vivienda, existen bosques cercanos de propiedad privada que deberían reforestarse.

4	Las aguas que entran y que posteriormente conduce el sistema no están contaminadas (Salinización, alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua...)	Nº de análisis/analisis in situ	*Análisis del seguimiento de la calidad del agua	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	Realizar seguimiento de la calidad del agua.
5	Se realizan actividades para mantener las fuentes de agua protegidas y aisladas de posibles contaminaciones	Nº actividades	Fotografías de actividades	0. No se hacen ningún tipo de actividades	
6	Todos los usuarios del sistema de agua al menos han sido capacitados una vez en educación ambiental	Nº de capacitaciones en educación ambiental	Contenidos de las capacitaciones /documentos de educación ambiental	0. No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&M	Implementar planes de operación y mantenimiento en la comunidad.
7	Existencia de un análisis inicial	Nº análisis	Documentación del análisis	1. Existen análisis de riesgos e	Revisar e implementar

	<p>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>	existentes	<p>AGRIP del proyecto, ubicado en expediente del proyecto en la Dirección Municipal de Planificación DMP</p>	<p>identificación de medidas de mitigación y/o prevención en la zona de intervención</p>	<p>medidas de mitigación y/o prevención en la zona de intervención.</p>
8	<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</p>	Nº de planes	<p>Copias de los planes de contingencia</p>	<p>0. No existen planes de contingencia</p>	<p>Solicitar la implementación de planes de contingencia.</p>

	riesgos a nivel local, regional o nacional (Ej. desastres naturales y limitaciones de suministro)				
9	Existe un plan de manejo de cuencas que se aplica a la cuenca a la que pertenece el sistema de agua	Documentos	Copia del documento de la Gestión Integral del Agua en la cuenca hidrográfica	1. Existen planes de manejo de cuencas que incluyan la microcuenca a la que pertenece las fuentes de agua	Conocer el plan e implementar las acciones indicadas.

Tabla 30: Análisis de sostenibilidad ambiental.

## Anexo 2: Presupuesto de mejoras



### Presupuesto Integrado

RESUMEN DE RENGLONES						
BARRIO JUCANYÁ SUR, PANAJACHEL, SOLOLÁ						
No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO TOTAL	
PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A CORTO PLAZO						
1	IMPLEMENTAR PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE AGUA	unidad	1.00	Q4,300.00	Q	4,300.00
2	LIMPIEZA Y CHAPEO LINEA ÁREA DE CAPTACIÓN Y LINEA DE CONDUCCIÓN(cada mes)	global	1.00	Q5,795.00	Q	5,795.00

3	LIMPIEZA EXTERIOR E INTERIOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO	global	1.00	Q526.00	Q	526.00
4	IMPLEMENTAR PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA Y SISTEMA DE DESINFECCIÓN	global	1.00	Q3,550.00	Q	3,550.00
5	LIMPIEZA Y CONTROL DE FUGAS RED DE DISTRIBUCIÓN	global	1.00	Q2,500.00	Q	2,500.00
6	CAMBIO DE CHORROS DAÑADOS EN CONEXIONES DOMICILIARES (1 unidad)	unidad	92.00	Q115.00	Q	10,580.00
7	SISTEMATIZACIÓN DE ENCENDIDO Y APAGADO DE BOMBA EN ESTADIO (TANQUE ELEVADO)	unidad	1.00	Q11,000.00	Q	11,000.00
8	CASETA DE PROTECCIÓN POZO MECÁNICO	unidad	1.00	Q27,810.00	Q	27,810.00
9	INTERCONEXIÓN DE TUBERÍAS (SISTEMA POR GRAVEDAD)	UNIDAD	1.00	Q6,747.41	Q	6,747.41
10	VÁLVULAS DE SECTORIZACIÓN	unidad	8.00	Q1,427.51	Q	11,420.12
<b>TOTAL DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A CORTO PLAZO</b>						<b>Q84,228.53</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A MEDIANO PLAZO</b>						
1	CONTRATACIÓN DE ING. SANITARIO PARA DISEÑO DE DESARENADOR SISTEMA POR GRAVEDAD	global	1.00	Q 5,250.00	Q	5,250.00
2	CASETA Y SISTEMA DE CLORACIÓN (TANQUE ELEVADO)	global	1.00	Q 84,522.00	Q	84,522.00
<b>TOTAL DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A MEDIANO PLAZO</b>						<b>Q89,772.00</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A LARGO PLAZO</b>						
1	Recubrimiento de tubería PVC	global	1.00	Q 3,357.50	Q	3,357.50
2	CIRCULACIÓN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	global	1.00	Q 106,693.23	Q	106,693.23



3	LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Y TUBERÍAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN (cada año)	global	1.00	Q 3,110.00	Q 3,110.00
<b>TOTAL DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A LARGO PLAZO</b>					<b>Q113,160.73</b>
<b>COSTO TOTAL DE MEJORAS DE SISTEMA DE AGUA</b>					<b>Q 287,161.26</b>

PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A CORTO PLAZO	Q 84,228.53
PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A MEDIANO PLAZO	Q 89,772.00
PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A LARGO PLAZO	Q 113,160.73
<b>COSTO TOTAL DE MEJORAS DE SISTEMA DE AGUA</b>	<b>Q 287,161.26</b>

Tabla 31: Presupuesto integrado sistema de agua.

RESUMEN DE RENGLONES					
BARRIO JUCANYÁ SUR, PANAJACHEL, SOLOLÁ					
No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLON	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	COSTO TOTAL
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A CORTO PLAZO</b>					
1	IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR UNA COMUNIDAD FIDAL	global	1.00	Q10,260.00	Q 10,260.00
2	REPARACIÓN MENOR EN TECHO PATIO SECADO DE LODOS	UNIDAD	1.00	Q3,602.00	Q 3,602.00
<b>Total mejoras de saneamiento a corto plazo</b>					<b>Q13,862.00</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A MEDIANO PLAZO</b>					
1	CAMBIO DE TECHO EN PATIO DE SECADO DE LODOS	Unidad	1.00	Q25,650.00	Q 25,650.00
<b>Total mejoras de saneamiento a mediano plazo</b>					<b>Q25,650.00</b>
<b>PRESUPUESTO DE MEJORAS EN RESIDUOS SÓLIDOS</b>					



1	CAMPAÑAS SOBRE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	global	1.00	Q 1,400.00	Q 1,400.00
<b>Total mejoras en residuos sólidos</b>					<b>Q1,400.00</b>
<b>COSTO TOTAL DE MEJORAS DE SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>					<b>Q 40,912.00</b>

PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A CORTO PLAZO		Q 13,862.00
PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A MEDIANO PLAZO		Q 25,650.00
PRESUPUESTO DE MEJORAS EN RESIDUOS SÓLIDOS		Q 1,400.00
<b>COSTO TOTAL DE MEJORAS DE SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>		<b>Q 40,912.00</b>

Tabla 32: Presupuesto integrado sistema de saneamiento.

## Presupuesto desglosado

### PRESUPUESTO DESGLOSADO MEJORAS DEL SISTEMA DE AGUA A CORTO PLAZO

#### PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A CORTO PLAZO

<b>1</b>	<b>IMPLEMENTAR PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE AGUA</b>				
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Elaboración de documento: Plan de operación y mantenimiento de sistema de agua (uso de micromedidores)	Unidad	1.00	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q3,000.00</b>



2	Socialización y capacitación para la implementación del Plan de operación y mantenimiento del sistema de agua	Jornal	5.00	Q100.00	Q500.00
3	Ejecución de plan de operación y mantenimiento	jornal	8.00	Q100.00	Q800.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q1,300.00</b>
<b>TOTAL IMPLEMENTAR PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMA DE AGUA</b>					<b>Q4,300.00</b>

2	<b>LIMPIEZA Y CHAPEO LINEA ÁREA DE CAPTACIÓN Y LINEA DE CONDUCCIÓN(cada mes)</b>				
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q0.00</b>
1	Limpieza y chapeo de área de captación	m2	24.00	Q5.00	Q120.00
2	limpieza de la línea de conducción	m	3450.00	Q1.25	Q4,312.50
3	Verificación de fugas en línea de conducción	m	3450.00	Q0.25	Q862.50
4	Aforo trimestral	unidad	4.00	Q125.00	Q500.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q5,795.00</b>
<b>TOTAL LIMPIEZA Y CHAPEO DE CAPTACIONES</b>					<b>Q5,795.00</b>

3	<b>LIMPIEZA EXTERIOR E INTERIOR TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>				
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Limpieza interior tanque de almacenamiento	Jornal	2.00	Q100.00	Q200.00
2	Limpieza exterior tanque de almacenamiento	Jornal	2.00	Q100.00	Q200.00
3	Bolsas plasticas	unidad	4.00	Q1.50	Q6.00



4	Botas de hule	par	2.00	Q60.00	Q120.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q526.00</b>
<b>TOTAL LIMPIEZA EXTERIOR DE UNIONES DE HG</b>					<b>Q526.00</b>

<b>4 IMPLEMENTAR PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA Y SISTEMA DE DESINFECCIÓN</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Elaboración de documento: Plan de control de la calidad de agua	Unidad	1.00	Q1,000.00	Q1,000.00
2	Material didáctico para campañas de información y concientización sobre la importancia del sistema de desinfección	Unidad	1.00	Q200.00	Q200.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q1,200.00</b>
5	Socialización y capacitación para la implementación del Plan de control de la calidad de agua	Jornal	5.00	Q100.00	Q500.00
6	Implementación de campañas de información y concientización sobre la importancia del sistema de desinfección de agua.	Jornal	5.00	Q100.00	Q500.00
7	Perifoneo y divulgación de información	día	3.00	Q250.00	Q750.00
8	Monitoreo y operación	Jornal	6.00	Q100.00	Q600.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q2,350.00</b>
<b>TOTAL IMPLEMENTAR PLAN DE CONTROL DE LA CALIDAD DE AGUA Y SISTEMA DE DESINFECCIÓN</b>					<b>Q3,550.00</b>

<b>5 LIMPIEZA Y CONTROL DE FUGAS RED DE DISTRIBUCIÓN</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>



1	Limpeza y verificación de fugas red de distribución	Unidad	1.00	Q2,500.00	Q2,500.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q2,500.00</b>
<b>TOTAL LIMPEIZA Y CHAPEO RED DE DISTRIBUCIÓN</b>					<b>Q2,500.00</b>

<b>6</b>	<b>CAMBIO DE CHORROS DAÑADOS EN CONEXIONES DOMICILIARES (1 unidad)</b>				
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Chorro de 1/2" pesado	Unidad	1.00	Q75.00	Q75.00
2	teflón de 3/4"	Unidad	1.00	Q10.00	Q10.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q85.00</b>
3	Desinstalación de chorro	Jornal	0.1	100	Q10.00
4	Instalación de chorro de 1/2"	Jornal	0.20	Q100.00	Q20.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q30.00</b>
<b>TOTAL CAMBIO DE CHORROS DAÑADOS</b>					<b>Q115.00</b>

<b>7</b>	<b>SISTEMATIZACIÓN DE ENCENDIDO Y APAGADO DE BOMBA EN ESTADIO (TANQUE ELEVADO)</b>				
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Sistema de electrodos para encendido y apagado del sistema de bombeo del tanque elevado	Unidad	1.00	Q8,500.00	Q8,500.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q8,500.00</b>
2	Instalación de sistema	unidad	1.00	Q2,500.00	Q2,500.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q2,500.00</b>
<b>TOTAL CAMBIO DE CHORROS DAÑADOS</b>					<b>Q11,000.00</b>

<b>8 CASETA DE PROTECCIÓN POZO MECÁNICO</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Cemento	45.00	sacos	Q82.00	Q3,690.00
2	Piedrin	4.50	m3	Q250.00	Q1,125.00
3	Selecto	2.00	m3	Q200.00	Q400.00
4	Arena de rio	5.00	m3	Q180.00	Q900.00
5	Hierro No. 4	15.00	varillas	Q50.00	Q750.00
6	Hierro No. 3	40.00	varillas	Q30.00	Q1,200.00
7	Hierro No. 2	10.00	varillas	Q15.00	Q150.00
8	Alambre de amarre	25.00	lb	Q9.00	Q225.00
9	Clavos	15.00	lb	Q9.00	Q135.00
10	Alquiler de tabla	4.00	docena	Q250.00	Q1,000.00
11	Alquiler de regla	3.00	docena	Q200.00	Q600.00
12	Ventana metálica	1.00	UNIDAD	Q1,200.00	Q1,200.00
13	Vigueta y bovedilla	7.50	m2	Q450.00	Q3,375.00
14	Puerta metálica	1.00	UNIDAD	Q1,800.00	Q1,800.00
15	Accesorios para instalación eléctrica	1.00	unidad	Q1,500.00	Q1,500.00
16	Block de 14 x 19 x 39 de clase "B"	320.00	unidad	Q5.50	Q1,760.00
	<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>				<b>Q19,810.00</b>
17	Construcción de obra gris	1	unidad	8000	Q8,000.00
	<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>				<b>Q8,000.00</b>
	<b>TOTAL CAMBIO DE CHORROS DAÑADOS</b>				<b>Q27,810.00</b>

<b>9 INTERCONEXIÓN DE TUBERÍAS (SISTEMA POR GRAVEDAD)</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>



1	Tubo PVC Ø 4"	Unidad	2.00	Q609.31	Q1,218.62
2	Tubo PVC Ø 2"	Unidad	2.00	Q173.85	Q347.70
3	Adaptador macho Ø 4"	UNIDAD	1.00	Q53.42	Q53.42
4	Adaptador macho Ø 2"	UNIDAD	1.00	Q11.90	Q11.90
5	codo a 90° Ø 4"	UNIDAD	1.00	Q89.48	Q89.48
6	codo a 90° Ø 2"	UNIDAD	1.00	Q14.57	Q14.57
7	Tee reductora Ø 6"-2"	Unidad	1.00	Q1,005.86	Q1,005.86
8	Tee reductora Ø 6"-4"	Unidad	1.00	Q1,005.86	Q1,005.86
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q3,747.41</b>
9	Instalación de sistema	unidad	1.00	Q3,000.00	Q3,000.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q3,000.00</b>
<b>TOTAL, CAMBIO DE CHORROS DAÑADOS</b>					<b>Q6,747.41</b>

<b>10 VÁLVULAS DE SECTORIZACIÓN</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Válvula Ø 4"	Unidad	2.00	Q1,130.00	Q2,260.00
2	Válvula Ø 3"	Unidad	2.00	Q730.00	Q1,460.00
3	Válvula Ø 2"	UNIDAD	2.00	Q280.00	Q560.00
4	Adaptador hembra Ø 4"	UNIDAD	2.00	Q52.32	Q104.64
5	Adaptador hembra Ø 3"	UNIDAD	2.00	Q48.33	Q96.66
6	Adaptador hembra Ø 2"	UNIDAD	2.00	Q9.35	Q18.70
7	Válvula Ø 1 1/2"	Unidad	2.00	Q190.00	Q380.00
8	Adaptador hembra Ø 1 1/2"	Unidad	2.00	Q6.92	Q13.84
9	Teflón	UNIDAD	3.00	Q25.00	Q75.00
10	Pegamento para PVC	1/4 gl	1.00	Q123.37	Q123.37



11	Tubo PVC 6"	unidad	0.50	Q655.81	Q327.91
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q5,420.12</b>
9	Instalación de válvulas	unidad	8.00	Q750.00	Q6,000.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q6,000.00</b>
<b>TOTAL CAMBIO DE CHORROS DAÑADOS</b>					<b>Q11,420.12</b>

Tabla 33: Presupuesto desglosado mejoras sistema de agua a corto plazo.

## PRESUPUESTO DESGLOSADO MEJORAS SISTEMA DE AGUA A MEDIANO PLAZO

### PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A MEDIANO PLAZO

<b>1</b>	<b>CONTRATACIÓN DE ING. SANITARIO PARA DISEÑO DE DESARENADOR SISTEMA POR GRAVEDAD</b>				
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>Diseño desarenador</b>	<b>unidad</b>	<b>1</b>	<b>Q5,250.00</b>	<b>Q5,250.00</b>
<b>Materiales</b>					
	Tonel	unidad	1	Q250.00	Q250.00
<b>Mano de obra</b>					
	Visita de campo a la obra	unidad	1	Q1,500.00	Q1,500.00
	Diseño de desarenador	unidad	1	Q3,500.00	Q3,500.00
<b>TOTAL DISEÑO DESARENADOR</b>					<b>Q5,250.00</b>

<b>2</b>	<b>CASETA Y SISTEMA DE CLORACIÓN (TANQUE ELEVADO)</b>				
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>1</b>	<b>Sistema de desinfección</b>	<b>global</b>	<b>1</b>	<b>Q84,522.00</b>	<b>Q84,522.00</b>

<b>Materiales</b>					
1	Bomba booster	UNIDAD	1.00	Q11,785.00	Q11,785.00
	Cilindro de 150 lb con gas cloro	UNIDAD	1.00	Q21,931.00	Q21,931.00
	accesorios para instalación (manguera de polietileno y demas accesorios de instalación)	UNIDAD	1.00	Q8,894.00	Q8,894.00
	Clorador de gas (relleno cilindro)	UNIDAD	1.00	Q22,644.00	Q22,644.00
	Prueba de laboratorio (análisis fisicoquímico y bacteriológico)	UNIDAD	2.00	Q1,300.00	Q2,600.00
	Manometro (verificación de presión)	UNIDAD	1.00	Q950.00	Q950.00
	Equipo para monitoreo de cloro en viviendas	UNIDAD	1.00	Q3,500.00	Q3,500.00
<b>SUB TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q72,304.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
	Servicio de instalación, arranque, pruebas y ajustes hasta el funcionamiento correcto del Sistema	Unidad	1	Q12,218.00	Q12,218.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q12,218.00</b>
<b>TOTAL CASETA Y SISTEMA DE CLORACIÓN (TANQUE ELEVADO)</b>					<b>Q84,522.00</b>

Tabla 34: Presupuesto desglosado mejoras sistema de agua a mediano plazo.

### PRESUPUESTO DE MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA A LARGO PLAZO

<b>1 Recubrimiento de tubería PVC</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	TOTAL
<b>Materiales</b>					
1	Cemento	saco	14	Q87.00	Q1,218.00
2	Arena	m3	1	Q250.00	Q250.00
3	Piedrin	m3	1	Q375.00	Q375.00
4	Malla de gallinero	m2	12	Q25.00	Q300.00

5	alambre de amarre	lb	4	Q8.00	Q32.00
<b>SUB TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q2,175.00</b>
<b>Mano de obra</b>					
6	Acarreo de materiales	viaje	40	Q10.00	Q400.00
7	preparación de mezcla y fundición	m3	1.35	Q350.00	Q472.50
8	excavación	m3	1	Q250.00	Q250.00
9	Colocación de malla	m2	12.00	Q5.00	Q60.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q1,182.50</b>
<b>TOTAL ESTUDIO Y PLANIFICACIÓN NUEVO SISTEMA DE AGUA POR GRAVEDAD DE NACIMIENTO PROPIEDAD DE LA COMUNIDAD</b>					<b>Q3,357.50</b>

<b>2 CIRCULACIÓN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
<b>MATERIALES LOCALES</b>					
1	Arena	M3	10.00	Q255.00	Q2,550.00
2	Piedrín triturado	M3	6.00	Q350.00	Q2,100.00
3	Tabla de Madera de Pino 1"x10"x9'	docena	2.00	Q455.00	Q910.00
4	Paral de madera de pino 3"x3"x9'	docena	2.00	Q300.00	Q600.00
<b>MATERIALES NO LOCALES</b>					
5	Cemento	saco	143.00	Q87.00	Q12,441.00
6	Block vacío 14x19x39 cm (doble tabique central)	unidad	728.00	Q5.00	Q3,640.00
7	Block mitad 14x18x39	unidad	168.00	Q4.30	Q722.40
8	Block U 14x19x39 cm	unidad	140.00	Q4.30	Q602.00
9	Varilla de acero 1/2" Grado 40	qq	2.00	Q450.00	Q900.00
10	Varilla de acero 3/8" Grado 40	qq	11.70	Q450.00	Q5,265.00
11	Varilla de acero 1/4" Comercial	qq	2.15	Q450.00	Q967.50
12	Alambre de amarre	qq	0.35	Q430.00	Q150.50
13	Clavo de 2 1/2"	qq	0.30	Q480.00	Q144.00
14	Tubo HG de 2" tipo liviano	unidad	15.00	Q300.00	Q4,500.00
15	Hierro plano 3/4" x 1/4"	unidad	20.00	Q120.00	Q2,400.00
16	Malla de 2" x 2" calibre 12	m	60.00	Q150.00	Q9,000.00
17	Alambre galvanizado calibre 12	m	10.00	Q11.00	Q110.00
18	Porton metálico	m	1.00	Q32,000.00	Q32,000.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q79,002.40</b>
<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
19	Trazo	m	60.00	Q6.00	Q360.00
20	Nivelación y compactación de terreno	m2	35.00	Q8.00	Q280.00
21	Armado de cimiento corrido	m	61.00	Q12.00	Q732.00
22	Fundición de cimiento corrido	m3	3.60	Q225.00	Q810.00
23	Armado de columnas C-1	unidad	28.00	Q12.00	Q336.00
24	Colocación y centrado de columnas C-1	unidad	28.00	Q5.00	Q140.00
25	Encofrado y desencofrado de columnas C-1	ml	50.40	Q10.00	Q504.00
26	Fundición de columnas C-1	m3	1.13	Q225.00	Q255.15
27	Levantado de muro de cimiento	m2	36.00	Q60.00	Q2,160.00
28	Armado de solera de humedad	m	58.00	Q12.00	Q696.00
29	Encofrado y desencofrado de humedad	m	61.00	Q10.00	Q610.00
30	Fundición de solera de humedad	m3	1.85	Q225.00	Q416.25
31	Levantado de muro de block	m2	25.60	Q60.00	Q1,536.00
32	Armado de solera final	m	58.00	Q61.00	Q3,538.00
33	Fundición solera final	M3	1.85	Q62.00	Q114.70
34	Fundición botaguas	m3	0.31	Q63.00	Q19.53
35	Instalación de malla calibre 12 (incluye trabajos de herrería)	M2	63.80	Q64.00	Q4,083.20
36	Instalación de porton	unidad	1.00	Q2,000.00	Q2,000.00
	<b>TOTAL MANO DE OBRA CALIFICADA</b>				<b>Q18,590.83</b>
	<b>MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
37	Trazo	Jornal	11.00	Q90.00	Q990.00
38	Excavación	Jornal	12.00	Q90.00	Q1,080.00
39	Transporte de Agregados	Jornal	15.00	Q90.00	Q1,350.00
40	Transporte de Madera	Jornal	4.00	Q90.00	Q360.00
41	Transporte de Cemento	Jornal	12.00	Q90.00	Q1,080.00
42	Transporte de Materiales	Jornal	20.00	Q90.00	Q1,800.00
43	Transporte de Block	Jornal	4.00	Q90.00	Q360.00
44	Preparación de concreto	Jornal	6.00	Q90.00	Q540.00
45	Instalación de malla perimetral	Jornal	6.00	Q90.00	Q540.00
	<b>TOTAL MANO DE OBRA NO CALIFICADA</b>				<b>Q8,100.00</b>

<b>TRANSPORTE Y FLETES</b>					
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>TOTAL</b>
49	Transporte de Materiales	viaje	1.00	Q1,000.00	Q1,000.00
<b>TOTAL TRANSPORTE Y FLETES</b>					<b>Q1,000.00</b>
<b>TOTAL MURO DE CIRCULACIÓN TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>					<b>Q106,693.23</b>

<b>3 LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Y TUBERÍAS DE RED DE DISTRIBUCIÓN (cada año)</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Escoba	Unidad	6.00	Q40.00	Q240.00
2	Cepillo	Unidad	6.00	Q15.00	Q90.00
3	Cloro	Litro	4.00	Q20.00	Q80.00
4	Equipo protección personal	Unidad	12.00	Q75.00	Q900.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q1,310.00</b>
5	Desinfección del interior de tanque de distribución	Jornal	12.00	Q100.00	Q1,200.00
6	Limpieza de tuberías	Jornal	6.00	Q100.00	Q600.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q1,800.00</b>
<b>TOTAL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN Y TUBERÍAS</b>					<b>Q3,110.00</b>

Tabla 35: Presupuesto desglosado mejoras sistema de agua a largo plazo.

## PRESUPUESTO DESGLOSADO MEJORAS DE SANEAMIENTO A CORTO PLAZO

### PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A CORTO PLAZO

<b>1 IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR UNA COMUNIDAD FIDAL</b>					
<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO U.</b>	<b>TOTAL</b>
1	Material didactico e insumos para facilitador y para las etapas de la metodología (Incluye impresiones)	global	1.00	Q500.00	Q500.00
2	Insumos para la celebración FIDAL Alimentación	global	1.00	Q1,800.00	Q1,800.00



3	Rótulo FIDAL para la comunidad instalado	Unidad	1.00	Q1,300.00	Q1,300.00
4	Insumos para higiene bucodental y lavado de manos	kit	316.00	Q10.00	Q3,160.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q6,760.00</b>
5	Costo del facilitador en función del tiempo que invierte y sus recursos	global	1.00	Q2,000.00	Q2,000.00
6	Estipendio (Alimentación y Transporte) para visita de verificación del comité FIDAL	global	1.00	Q1,500.00	Q1,500.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q3,500.00</b>
<b>TOTAL IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR UNA COMUNIDAD FIDAL</b>					<b>Q10,260.00</b>

<b>1 REPARACIÓN MENOR EN TECHO PATIO SECADO DE LODOS</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	TOTAL
1	Tapagotera	pie	50.00	Q10.00	Q500.00
2	Chapopote	gl	1.00	Q180.00	Q180.00
3	Lamina acanalada 8"	Unidad	6.00	Q260.00	Q1,560.00
4	Tornillos punta de broca	unidad	36.00	Q4.50	Q162.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q2,402.00</b>
4	Reparaciones menores en patio de secado de lodos	Unidad	1.00	Q1,000.00	Q1,000.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q1,000.00</b>
<b>TOTAL, IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR UNA COMUNIDAD FIDAL</b>					<b>Q3,402.00</b>

Tabla 36: Presupuesto desglosado mejoras de saneamiento a corto plazo.

## PRESUPUESTO DESGLOSADO MEJORAS DE SANEAMIENTO A MEDIANO PLAZO

### PRESUPUESTO DE MEJORAS DE SANEAMIENTO A MEDIANO PLAZO

<b>1</b>	<b>CAMBIO DE TECHO EN PATIO DE SECADO DE LODOS</b>
----------	--

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	TOTAL
1	Lámina de policarbonato acanalada blanco 16 ft	Unidad	75	Q240.00	Q18,000.00
	Tornillos punta de broca	unidad	900	Q4.50	Q4,050.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q18,000.00</b>
2	Instalación de lamina y sellado	m2	300.00	Q12.00	Q3,600.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q3,600.00</b>
<b>TOTAL TRAMPA DE GRASA EN PILA</b>					<b>Q25,650.00</b>

<b>COSTO TOTAL MEJORAS DE SANEAMIENTO A MEDIANO PLAZO</b>	<b>Q25,650.00</b>
---	-------------------

Tabla 37: Presupuesto desglosado mejoras de saneamiento a mediano plazo.

## PRESUPUESTO DESGLOSADO MEJORAS DE RESIDUOS SÓLIDOS

<b>1</b>	<b>CAMPAÑAS SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS</b>
----------	--

<b>CAMPAÑAS SOBRE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>					
No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO U.	TOTAL
1	Material didáctico para campañas de separación adecuada de los residuos sólidos y elaboración de abono orgánico	Unidad	1.00	Q400.00	Q400.00
<b>SUB TOTAL MATERIAL Y EQUIPO</b>					<b>Q400.00</b>
2	Implementación de campañas de separación adecuada de los residuos sólidos y capacitaciones sobre elaboración de abono orgánico	Jornal	10.00	Q100.00	Q1,000.00
<b>SUB TOTAL MANO DE OBRA</b>					<b>Q1,000.00</b>
<b>SUB TOTAL CAMPAÑAS SOBRE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>					<b>Q1,400.00</b>

<b>TOTAL, CAMPAÑAS SOBRE RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Q1,400.00</b>
---	------------------

<b>COSTO TOTAL MEJORAS EN RESIDUOS SÓLIDOS</b>	<b>Q1,400.00</b>
--	------------------



Tabla 38: Presupuesto desglosado mejoras de residuos sólidos.

## Especificaciones técnicas

### **Cemento:**

El cemento a utilizar es cemento tipo portland tipo I (uso general en la construcción), es un cemento hidráulico y por lo tanto debe ajustarse a las Normas AASHTO M 85, ASTM C 150 ó COGUANOR NG 41005 para los Cementos Portland ordinarios.

### **Agregado Fino:**

El módulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 ni variar en más de 0.20 del valor asumido al seleccionar las proporciones del concreto.

El módulo de finura de un agregado se determina, de la suma de los porcentajes por masa acumulados retenidos en los siguientes tamices de malla cuadrada, dividida entre 100: 75 mm. (3"), 38.1 mm. (1½"), 19 mm. (¾"), 9.5 mm. (¾"), 4.75 mm. (No. 4), 2.36 mm. (No. 8), 1.18 mm. (No. 16), 0.60 mm. (No. 30), 0.30 mm. (No. 50), 0.15 mm. (No. 100).

### **Agregado Grueso:**

Se aceptará únicamente agregado grueso del tipo triturado y debe cumplir con los requisitos de AASHTO M 80 y ASTM C 33. El porcentaje de partículas planas (relación de ancho a espesor mayor de 3) y de partículas alargadas (relación de largo a ancho mayor de 3) o alternativamente, el porcentaje de partículas planas y alargadas (largo a espesor mayor de 3), no debe sobrepasar de 15% en masa.

El porcentaje de partículas friables (o desmenuzables) y/o de terrones de arcilla no debe exceder del 5% en masa, pero el contenido de terrones de arcilla no debe ser mayor de 0.25 % en masa. El agregado grueso debe estar bien graduado.

### **Acero de Refuerzo:**

El acero de las varillas de refuerzo debe cumplir con una de las siguientes especificaciones: ASTM A-615, ASTM A-616 o ASTM A-617, con un  $f_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ . Con excepción de las varillas No. 2, todas las barras serán corrugadas tipo estándar de acuerdo a las especificaciones ASTM A305.

### **Colocación del Concreto:**

Antes de proceder a la colocación del concreto, el ejecutor avisará al supervisor con anticipación para que efectúe inspección a las formaletas y al refuerzo.

Se pondrá especial cuidado en la colocación del concreto en esquinas de la formaleta y alrededor del refuerzo y tuberías colocadas dentro de la fundición.



## **Estructuras de Concreto.**

Todo el concreto se regirá por los estándares del código ACI, para fabricación, mezcla, vertido, colocación, vibrado y pruebas o ensayos requeridos. Todo el concreto tendrá una resistencia de compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 28 días de fraguado, salvo que se indique otro valor en los planos.

El concreto es una mezcla de cemento Portland, arena, agregado grueso y agua, estos materiales satisfacen los requisitos que a continuación se detallan. El cemento será tipo portland, de marca conocida y acreditada, aprobado por el centro de investigaciones de ingeniería.

La arena será natural de río, de granos limpios y consistentes libres de arcilla, deberá llenar las especificaciones para agregados de concreto de la ASTM C-144 52T.

### **Proporciones del Concreto:**

Antes del inicio de la construcción, se realizará el diseño de la mezcla a emplearse, para obtener la resistencia especificada en el párrafo que se refiere a resistencia.

Control de Calidad del Concreto:

El control de calidad del concreto se mantendrá en todo el proceso de construcción, con el objeto de garantizar la trabajabilidad apropiada para las condiciones de colocación y resistencia especificada.

Para la comprobación de la calidad del concreto, de cada fundición se tomarán las muestras necesarias.

Cuando los ensayos de laboratorio indiquen que el concreto no satisfaga los requisitos especificados, el supervisor ordenará un nuevo diseño de mezcla, incluyendo los cambios que sean necesarios.

### **Revenimientos:**

El revenimiento (slump) será determinado en la obra, de acuerdo a las recomendaciones del centro de investigaciones de ingeniería o el técnico y/o profesional del laboratorio no establezcan un revenimiento en especial, se empleará 10 cm. Máximo y 7.5 cm. Mínimo.

### **Colocación:**

El concreto se depositará lo más cerca posible de su disposición final, para evitar la separación debido a un manipuleo y flujo; no se permitirá una caída vertical mayor de 1.5m.

El concreto será depositado antes que se inicie el fraguado inicial y, bajo ningún concepto, cuando el agua de hidratación haya estado presente en la mezcla por más de 45 minutos.



El concreto se colocará sobre superficies húmedas, limpias y libres de corrientes de agua; no se permitirá depositar el concreto sobre fango blando, superficies secas o porosas o sobre rellenos que no hayan consolidado adecuadamente. Toda la fundición se hará monolítica mientras sea posible, o sea que se llenarán todos los tramos, paneles, etc., en una sola operación continua.

El concreto que se haya endurecido antes de ser colocado, será rechazado y no podrá ser usado en ninguna fundición de la obra.

### **Curado del Concreto:**

El concreto recién colocado deberá protegerse de los rayos solares, de la lluvia y de cualquier otro agente exterior que pudiera dañarlo. Deberá mantenerse húmedo por lo menos durante los primeros siete días después de su colocación.

El agua para el curado deberá estar limpia y libre de elementos que puedan manchar o decolorar el concreto, pueden utilizarse curadores especiales para acelerar el proceso constructivo.

### **Tubería:**

A menos que los planos especifiquen otra cosa, la tubería de instalación pluvial será de cloruro de polivinilo rígido (PVC), que cumpla con las normas de fabricación de tuberías ASTM F-2658, ASTM D-3034 o la que se indique en los planos o renglones de trabajo según el contrato de obra establecido. La longitud de la tubería será de 20 pies (6.096m). El diámetro de la tubería se indica en los detalles en planos, así como también las dimensiones, presiones de trabajo, longitud de los tramos de tubería y los circuitos que se generan.

#### Dimensiones y Pendientes

Los diámetros, longitudes y pendientes de la tubería se indican en los planos de altimetría.

#### Instalación de Tubería de PVC

Se cortará el tubo a escuadra utilizando guías y luego se quitará la rebaba del recorte y se limpiará el tubo de viruta interna y externa. El tubo debe de penetrar en el accesorio o campana se otro tubo sin forzarlo por lo menos un tercio de la longitud de la longitud de la copla, si no es posible debe afilarse o lijarse la punta del tubo.

- Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el cemento empieza a endurecerse en el frasco, deberá desecharse.
- Antes de aplicarse en cemento solvente, se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentre en la parte que se va a aplicar tanto en el interior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.
- El cemento solvente debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme, puede usarse cepillo o brocha. Deberá hacerse rápidamente ya que el cemento seco en dos minutos



aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente, sino que solo darles un revestimiento a las dos piezas.

- Para el ensamble se deberá hacer una rotación de 1/4 de vuelta, presionando el tubo cuando la superficie todavía este húmeda, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.
- La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla para que los operarios no se paren en ella.
- La tubería se colocará zig-zagueandola en la zanja y se cubrirá dejando expuesta las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.
- Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la semana cuando este fría y no dilatada por la acción del calor.

Por la instalación de productos PVC en longitudes de 20 pies (6.10 mts) es frecuente el corte de tubería para alcanzar las longitudes correctas en los diferentes tipos de construcciones. La forma de efectuar estos cortes es la siguiente:

- Corte: Para efectuar esta operación, se utiliza una sierra. Los cortes deben hacerse lo más recto posible, a escuadra, con el fin de facilitar luego la inserción de las piezas que se van a unir.
- Eliminación de rebordes: Se deben eliminar todos los rebordes que pudieren quedar al realizarse el corte. Esto se puede lograr con una cuchilla afilada o una lima.
- Un corte recto y libre de rebordes asegura una unión bien hecha. Es recomendable hacer un chaflán en el tubo para lograr una mejor inserción.

### **Juntas:**

Todas las juntas deben de hacerse de modo que resulten impermeables al agua, siguiendo las normas e indicaciones de instalación. En el manejo de tuberías PVC, pueden presentarse tres tipos de juntas:

- Junta cementada.
- Junta con empaque de hule (junta rápida)
- Junta de PVC con otros materiales.

A continuación, se describen los pasos a seguir para lograr juntas herméticas, según sea el tipo de unión.

### **JUNTA CEMENTADA:**

Este tipo de junta es posiblemente la más usada por ser de fácil instalación.

Procedimiento:



- Limpiar la superficie que va a ser cementada, aunque en apariencia estén completamente limpias. Es conveniente que la limpieza se efectúe con un trapo limpio impregnado con acetona.
- Aplicar el cemento solvente o pegamento tanto en la espiga como en la campana que va a conectar, en forma longitudinal.
- Limpiar los excesos de pegamento y dejar secar la junta, no girar la tubería.

**RECOMENDACIONES:** Además de seguir cuidadosamente el procedimiento señalado anteriormente es conveniente tomar en cuenta las siguientes recomendaciones.

- Pruebe la unión entre espigas y campanas, debe penetrar fácilmente los 2/3 de longitud de la campana, luego ajustara diámetro con diámetro.
- No haga la junta si alguna o ambas partes están húmedas.
- No trabaje bajo la lluvia.
- El envase del pegamento debe permanecer cerrado mientras no se use y de preferencia en la sombra.
- No añada solvente al pegamento.
- Limpie las brochas con acetona.
- Efectué las pruebas de la tubería antes de efectuar el relleno, al fin de corregir cualquier fuga fácilmente.

### **JUNTA CON EMPAQUE DE HULE (JUNTA RAPIDA)**

Se ha desarrollado este tipo de junta, tanto para tuberías de agua potable y riego como en tuberías para alcantarillado sanitario (norma ASTM 3034) Consistente básicamente en la unión de un tubo biselado lubricado y una campana, por medio de un empaque de hule natural. Las ventajas de este sistema sobre la unión cementada, es que es más sencillo, su inhalación elimina los riesgos de una junta defectuosa y permite la utilización de la tubería una vez hecha la instalación.

Actualmente se utiliza en la fabricación de tuberías junta rápida el sistema Ribber, el cual consiste en un sistema integral que posee un anillo de acero recubierto de caucho, que sirve para la formación de la campana en fábrica, tiene la ventaja de evitar la entrada de suciedad y garantizar uniones herméticas.

Por ninguna razón deberá remover el empaque de caucho, ya que esto romperá el anillo de acero de refuerzo, dañando totalmente la junta. Se caracteriza por tener el empaque integrado al resto de la tubería.

El procedimiento de unión de tubos, tanto para agua potable y riego como alcantarillado sanitario es el siguiente:

- Limpie cuidadosamente el extremo biselado del tubo y la campana del otro tubo.



- Aplique un lubricante (jabón o grasa natural) dentro de la campana, hasta el final de la misma.
- Saque el tubo totalmente hasta la marca que aparece en la espiga.

Para lograr un acoplamiento eficiente siga las siguientes recomendaciones:

- Cerciórese que los alimentos horizontales y verticales de la tubería sean correctos.
- No utilice señas para obtener pendientes en el tubo.
- No efectúe ninguna junta en ángulos.
- No use grasas de derivados del petróleo, use únicamente grasa animal o vegetal.
- La tubería debe instalarse de tal manera que las campanas queden dirigidas pendiente arriba.
- Coloque el anclaje adecuado.

Siendo los sistemas de alta y mediana presión, construidos con PVC, muy flexibles, se recomienda que todos los cambios de dirección, como codos, tee, yee, cruces y tapones ciegos sean convenientemente anclados contra las fuerzas de torsión. El tamaño del anclaje dependerá del diámetro de la tubería y la presión a que será sometida la misma.

Se recomienda que cuando el anclaje cubra totalmente el accesorio, en los cambios de dirección, o bien cuando en pendientes muy pronunciadas se utilice un anclaje muro para evitar lavar la zanja donde se colocó la tubería, la parte de tubería o accesorio que será envuelta por el anclaje se unte con cemento solvente e inmediatamente se le aplicara arena de río bien limpia, luego se dejara secar. Con lo anterior se obtendrá una superficie rugosa que garantiza una mejor fijación de la tubería con el anclaje.

### **JUNTA DE PVC CON OTROS MATERIALES:**

Consiste en la manera de acoplar tubería PVC con tubería y accesorios de otros materiales ha desarrollado la fabricación de gran cantidad de accesorios, en todos los diámetros, para realizar estos acoples.

#### Prueba de Tuberías

Toda instalación de tubería deberá ser probada para resistencia y estanquedad, sometiéndolas a presión interna por agua antes de hacer el relleno total de las zanjas. Se deberá rellenar previamente solo aquellas partes en donde se necesita un soporte del suelo como anclaje de la tubería.

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua, después de llenada totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos a probar deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 mts. A menos que lo autorice el supervisor. La presión a aplicar será tal que se consiga 99 PSI o la presión máxima de trabajo



determinada por la presión estática más 20%, según la que sea mayor y por un periodo mínimo de 2 horas, no debiendo fallar ninguna de las partes.

### Relleno de Zanjas

Las zanjas de instalación de tubería, deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya probado y aceptado la instalación.

El relleno de la zanja se hará de la siguiente manera:

El relleno debe efectuarse lo más rápidamente posible después de la instalación de la tubería. Esto protege la tubería contra rocas que caigan en la zanja, eliminan la posibilidad de desplazamiento o de flote en caso de inundación y elimina la erosión en el soporte de la tubería. Hay dos propósitos básicos para un relleno inicial de la tubería flexible.

- Proporcionar un soporte firme y continuo a la tubería.
- Proporcionar al suelo lateral que es necesario para permitir que la tubería y el suelo trabajen en conjunto para soportar las de diseño.

Los puntos esenciales para obtener un relleno inicial satisfactorio son:

- Proporcionar un soporte continuo con materiales aprobados, compactados por debajo y alrededor de la tubería y entre la tubería y las paredes de la zanja.
- Proporcionar un colchón de materiales aprobados de 15 cm. Por lo menos y preferiblemente de 30 cm. Por encima de la tubería y entre la tubería y las paredes de la zanja, de acuerdo con las especificaciones del diseñador.

Después del relleno inicial, el resto del relleno y apisonamiento puede hacerse a máquina.

Abajo y a los lados de tubería se deberá rellenar con capas de 7 cm, perfectamente compactados hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 30 cm, sobre el tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 15 cm. El material para rellenar las zanjas, hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de pedruscos o piedra y permita una buena compactación. Si el material que se extrajo de la zanja no es el adecuado, se hará relleno con material seleccionado. De los 30cm, sobre el tubo hasta de cm, en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario.

En cualquier caso, todo el material de zanja sobrante deberá ser retirado del área de instalación y dispuesto en forma satisfactoria.

### **RELLENO INICIAL Y COMPACTACIÓN**

El primer paso es compactar el relleno inicial por debajo y alrededor de la tubería. Esto debe hacerse con un pisón de mano o con un pisón vibrador. Con el pisón de mano se puede obtener



resultados satisfactorios en suelos húmedos y arenosos. En suelos más cohesivos es necesario los pisonos mecánicos.

### **COMPLETANDO EL RELLENO**

El material que completa la operación del relleno no necesita ser tan seleccionado como el relleno inicial. Se puede colocar a máquina, pero sin embargo debe tenerse cuidado de que no haya piedras grandes. La zanja debe inspeccionarse antes de echar el relleno final para asegurarse de que no hayan caído piedras sueltas.

## **Bibliografía**

Cooperación Técnica Alemana GIZ, Proyecto EnDev Bolivia – Acceso a energía. Guía para operación, mantenimiento y buen uso de sistemas de dotación de agua por bombeo.



USAID Nexos Locales, Helvetas. Manual de Gestión de Sistemas de Agua a Nivel Urbano y Comunitario para el fortalecimiento de Capacidades en la Gestión de la Calidad de Agua.

MSPAS. Acuerdo Ministerial No. 523-2013. Manual de Especificaciones para la Vigilancia y el Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

COGUANOR NTG 29001. Agua para consumo humano (agua potable). Especificaciones.