



# PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

CASERÍO SAN FELIPE, MUNICIPIO SAN JOSÉ CHACAYÁ,  
SOLOLÁ.

## Descripción breve

El presente documento contiene los productos alcanzados de la consultoría de Planes de Mejora de Agua y Saneamiento en la comunidad Caserío San Felipe del Municipio de San José Chacayá. En él se encuentra plasmado la fase de diagnóstico realizada en la comunidad, como también la planificación y diseño de las mejoras propuestas a implementar en la comunidad; se agrega además un análisis de factibilidad del sistema, en los aspectos técnicos, ambientales y de 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.

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

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

### Fotografías:

Omar Florencio Ochoa Moreno y HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Municipalidad de San José Chacayá:

Luis Florencio García Chutá  
Alcalde Municipal.

Lucio David Ajú Roquel  
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 figuras.....	5
FICHA TÉCNICA.....	6
Resumen ejecutivo .....	7
Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar .....	8
Localización de la zona de estudio .....	9
Datos generales de la comunidad .....	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 .....	14
Determinación de los peligros, eventos peligrosos y evaluación de los riesgos .....	15
Análisis del saneamiento en la comunidad .....	18
Análisis de la disposición de aguas residuales.....	18
Caracterización de aguas residuales .....	18
Tipo de tratamiento existente .....	18
Análisis de la disposición de residuos sólidos .....	18
Caracterización de desechos sólidos.....	18
Estado de enfermedades de origen hídrico .....	19
Análisis de la oferta.....	19
Análisis de la demanda .....	20
Análisis de la capacidad de almacenamiento.....	20
Principales mejoras identificadas del sistema de agua .....	23
Mejoras en el sistema de agua a corto plazo .....	23
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo .....	23
Mejoras en el sistema de agua a largo plazo .....	23
Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad.....	23
Principales mejoras identificadas de saneamiento .....	24



Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo .....	24
Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo .....	24
Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo .....	24
Principales mejoras identificadas de residuos sólidos .....	24
Hoja de ruta para la gestión de mejoras .....	25
Análisis de sostenibilidad .....	26
Técnica .....	26
Ambiental .....	29
Presupuesto de mejoras .....	30
Manual de operación y mantenimiento.....	31
Operación: .....	31
Mantenimiento .....	33
Cronograma de operación y mantenimiento .....	37
Dispositivos/ Instalaciones especiales .....	39
Resultados de la calidad de agua .....	40
Medición de cloro residual .....	41
Medición de potencial de Hidrogeno.....	42
Control de la calidad de agua.....	43
Anexo 1:.....	46
Análisis de sostenibilidad técnica: .....	46
Análisis de sostenibilidad ambiental:.....	49
Anexo 2: Presupuesto de mejoras .....	53
Presupuesto Integrado .....	53
Presupuesto desglosado .....	54
Especificaciones técnicas .....	59
Circulación de nacimiento.....	59
Reconstrucción de canal de captación .....	59
Circulación de tanque de distribución .....	59
Pozo de absorción.....	60
Letrina.....	60
Bibliografía.....	66



## 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	8
Tabla 4: Localización del estudio	9
Tabla 5: Datos generales	10
Tabla 6: Servicios básicos	10
Tabla 7: Información del sistema de agua	12
Tabla 8 Determinación de riesgos en nacimiento o fuente del sistema	15
Tabla 9 Determinación de riesgos en el tanque de distribución del sistema	16
Tabla 10 Determinación de riesgos en la red de distribución	17
Tabla 11 Determinación de riesgos en los puntos de consumo	17
Tabla 12 Análisis de oferta-demanda	21
Tabla 13 Mejoras del sistema a corto plazo	23
Tabla 14 Mejoras del sistema a mediano plazo	23
Tabla 15 Mejoras del sistema a largo plazo	23
Tabla 16 Mejoras posibles implementadas por la comunidad	23
Tabla 17 Mejoras de saneamiento a corto plazo	24
Tabla 18 Mejoras de saneamiento a mediano plazo	24
Tabla 19 Mejoras de saneamiento a largo plazo	24
Tabla 20: Índice de sostenibilidad técnica	27
Tabla 21 Índice de saneamiento básico	29
Tabla 22 Índice de sostenibilidad ambiental	30
Tabla 23 Presupuesto de mejoras	30
Tabla 24 Manual de operación	32
Tabla 25 Manual de mantenimiento	36
Tabla 26 Cronograma de operación	37
Tabla 27 Cronograma de mantenimiento	39
Tabla 28 Cloro residual en viviendas	41
Tabla 29 Potencial de hidrogeno en viviendas	42



## Índice de figuras

Figura 1 Mapa de ubicación del sistema de agua y saneamiento	13
Figura 2 Diagrama de flujo del sistema evaluado	14
Figura 3 Nacimiento del sistema	15
Figura 4 Tanque de distribución del sistema	16
Figura 5 Paso aéreo del sistema	17
Figura 6 Demanda de agua actual vs. futura	22
Figura 7 Ruta de gestión de mejoras	25
Figura 8 Relación de actividades de mantenimiento y operación	43
Figura 9 Control de calidad del agua	45



## 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 para su conservación.	
Alcance Geográfico:	Caserío San Felipe, Municipio San José Chacayá, Sololá.	
Institución implementadora:	Municipalidad de San José Chacayá /COCODE Caserío San Felipe	
Componentes:	Técnico y Ambiental	
Beneficiarios:	375 personas actuales	
Opciones de Financiamiento:	Fondos propios, presupuesto municipal, fondos del Consejos de Desarrollo, INFOM, cooperación internacional (BID, AECID, USAID, PNUD.)	
Periodo de ejecución:	5 años	
Acciones estratégicas:	Aprobación del Plan por parte del Consejo Comunitario de Desarrollo para darle legitimidad y carácter de oficial.	
	Sensibilizar a los usuarios sobre los costos de operación y mantenimiento del servicio, y sobre la importancia de implementar acciones para mejorar la sostenibilidad del proyecto.	
	Fomentar la transparencia en la administración y operación del sistema, involucrando actores del sector (Municipalidad, COCODE, y vecinos en general)	
Inversiones prioritizadas	Limpieza de predio del nacimiento	Q. 400.00
	Limpieza de predio del tanque de distribución	Q. 500.00
	Construcción de circulación del nacimiento	Q. 30,569.40
	Reconstrucción del canal de captación	Q. 4,619.00
	Construcción de circulación de tanque de distribución	Q. 29,525.90
	Rehabilitación de hipo clorador de pastilla por desgaste	Q. 1,500.00
	Implementar plan de control de calidad de agua	Q. 1,500.00
	Búsqueda de fuente adicional para mejorar caudal	A definir al encontrar la fuente
	Agregarse al tren de aseo municipal de la cabecera municipal	Q. 1.00 por saco de basura
	Construcción de letrina de hoy seco	Q. 3,002.60
	Construcción de pozo de absorción para tratamiento de aguas grises	Q. 1,536.00
	Limpieza y rehabilitación básica de letrina	Q. 200.00 – Q. 800.00
	Implementación de SANTOLIC	Q. 12,100.00

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



## Resumen ejecutivo

El Caserío San Felipe, del municipio de San José Chacayá, cuenta con una cobertura de agua entubada del 100%, este sistema ya provee del vital líquido a más habitantes de lo que está capacitado. El sistema de abastecimiento de agua potable tiene un aproximado de 11 años de antigüedad, durante este periodo ha tenido pocas intervenciones correctivas y ninguna de mejora, de las cuales se puede describir el arreglo del hipo clorador original y la instalación de uno nuevo, así como la sustitución de tubería que se ha fracturado por el uso o negligencia de los usuarios.

Los principales problemas identificados en el sistema son los siguientes: la incorrecta construcción del canal de captación del nacimiento debido a que presenta deficiencia constructiva en su entorno, e invasión de vegetación dentro del mismo, así como la falta de circulación en los predios del nacimiento de agua y el tanque de distribución por lo que presentan vulnerabilidad ante agentes externos a estos lo cual representa una amenaza para la estructura del sistema de agua, así como la escasez de agua que se comienza a tener. De igual manera no se recolecta información de cloro residual en las conexiones domiciliarias debido al no funcionamiento del hipo clorador.

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

La comunidad actualmente no cuenta con un servicio colectivo de alcantarillado sanitario, por lo que el 95% de las personas cuentan con letrinas de hoy seco para la disposición de excretas y tratamiento de aguas negras, tan solo el 40% se estima que tiene un pozo de absorción para aguas grises, el otro 60% las deposita sobre la superficie del suelo, contaminando el ambiente y creando focos de infección. Con relación a los desechos y residuos sólidos, no cuentan con el sistema de recolección de la municipalidad, por lo que la mayoría prefieren incinerar o enterrar los desechos generados.

Para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por los comunitarios, y con base a un muestreo estadístico del 26.66%, consistente en 20 viviendas visitadas de un total de 75.



## 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
Nacimiento	Bueno	Circulación	Q. 30,569.40	La comunidad	Mano de obra
Nacimiento	Bueno	Limpieza	Q. 400.00	La comunidad	Mano de obra
Tanque de distribución	Bueno	Circulación	Q. 29,525.90	La comunidad	Mano de obra
Tanque de distribución	Regular	Limpieza	Q. 500.00	La comunidad	Mano de obra
Reconstrucción del canal de captación	Malo	Aislamiento	Q. 4,619.00	La comunidad	Mano de obra
Línea de distribución	Bueno	Ninguna	Q. 00.00	Ninguna	No aplica

Tabla 2: Estado del sistema de agua

### Estado de saneamiento

Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Letrinas	Regular	Detalles estéticos	Q. 200.00 – Q. 800.00	La comunidad	Mano de obra
Letrinas	Regular	Construcción de letrina	Q. 3,002.60	La comunidad	Mano de obra
Tratamiento de aguas grises	Malo	Pozos de absorción	Q. 1,536.00	La comunidad	Mano de obra
Disposición de desechos solidos	Regular	Sensibilizar a la población para el uso del tren de aseo de la cabecera municipal	Q. 1.00 Por Saco de basura	La comunidad/ Municipalidad	Ninguno

Tabla 3: Estado de saneamiento



## Localización de la zona de estudio

Identificación	
Cabecera Municipal	San José Chacayá
Comunidad	Caserío San Felipe
Colindancias	
Al Norte	San José Chacayá
Al Sur	Tzununá
Al Este	San José Chacayá
Al Oeste	Otra comunidad
Coordenadas geográficas	
Latitud	14.7650188207
Longitud	-91.2306350469
Altura	2386.53
Extensión territorial	
Superficie	11 kilómetros cuadrados
Microcuenca	Quiscab
Cuenca	Atitlán
Características particulares	
Clima	Frio
Rango de temperatura anual	6 °C – 23°C
Rango de precipitación media	3mm. a 257mm.
Tipo de suelo	Arcilloso
Uso de suelo y vegetación	10% urbanizado, 40% cultivo, 20% praderas 30% bosque

Tabla 4: Localización del estudio

## Datos generales de la comunidad



DATOS GENERALES	
Nombre:	Caserío San Felipe, Municipio San José Chacayá, Sololá
Población:	375 habitantes
Personas/viviendas con acceso a agua	375 personas / 75 viviendas
Porcentaje de cobertura de agua	100 %
Personas/viviendas con acceso a saneamiento	225 habitantes.
Porcentaje de cobertura de saneamiento	95 %
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Q. 2,000.00
Costo de acceso a un servicio de saneamiento letrina/drenaje	Q. 3,000.00

Tabla 5: Datos generales



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	No
Salud	No
Energía Eléctrica	Sí
Principal actividad productiva	Cultivos / Agricultura

Tabla 6: Servicios básicos



## Objetivos del plan

### Objetivo General

Contribuir a la calidad de vida de la Población de Caserío San Felipe del municipio de San José Chacayá, Sololá, proponiendo mejoras a su sistema de agua potable y saneamiento.

### Objetivos Específicos

- Evaluar los sistemas de agua potable y saneamiento del Caserío San Felipe, para identificar y diagnosticar posibles daños o factores a mejorar en los distintos sistemas.
- Diseñar y planificar las mejoras a realizar en los sistemas de agua potable y saneamiento, para promover la mejora de la calidad, cobertura y continuidad de los servicios de agua y saneamiento en el Caserío San Felipe, San José Chacayá, Sololá.

## Información del sistema de agua y saneamiento



Nombre del sistema	Administrado por	Categoría	Tipo de sistema	Conexión	Caudal que ingresa al sistema	Cuenta con sistema de cloración	El sistema está en funcionamiento	Fuentes de agua utilizadas			Comunidades que abastece			
								Nombre de las fuentes utilizadas	Tipo de fuentes	Coordenadas de las fuentes	Nombre de la comunidad	Municipio	Población beneficiada	Viviendas beneficiadas
Por gravedad	Comité de agua y saneamiento	Rural	Por gravedad	Domiciliar	0.40 L/S	Si	No	Nacimiento	Nacimiento	Lat. 14.76532052 Lon. -91.23065687	Caserío San Felipe	San José Chacayá	375	75

Tabla 7: Información del sistema de agua

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

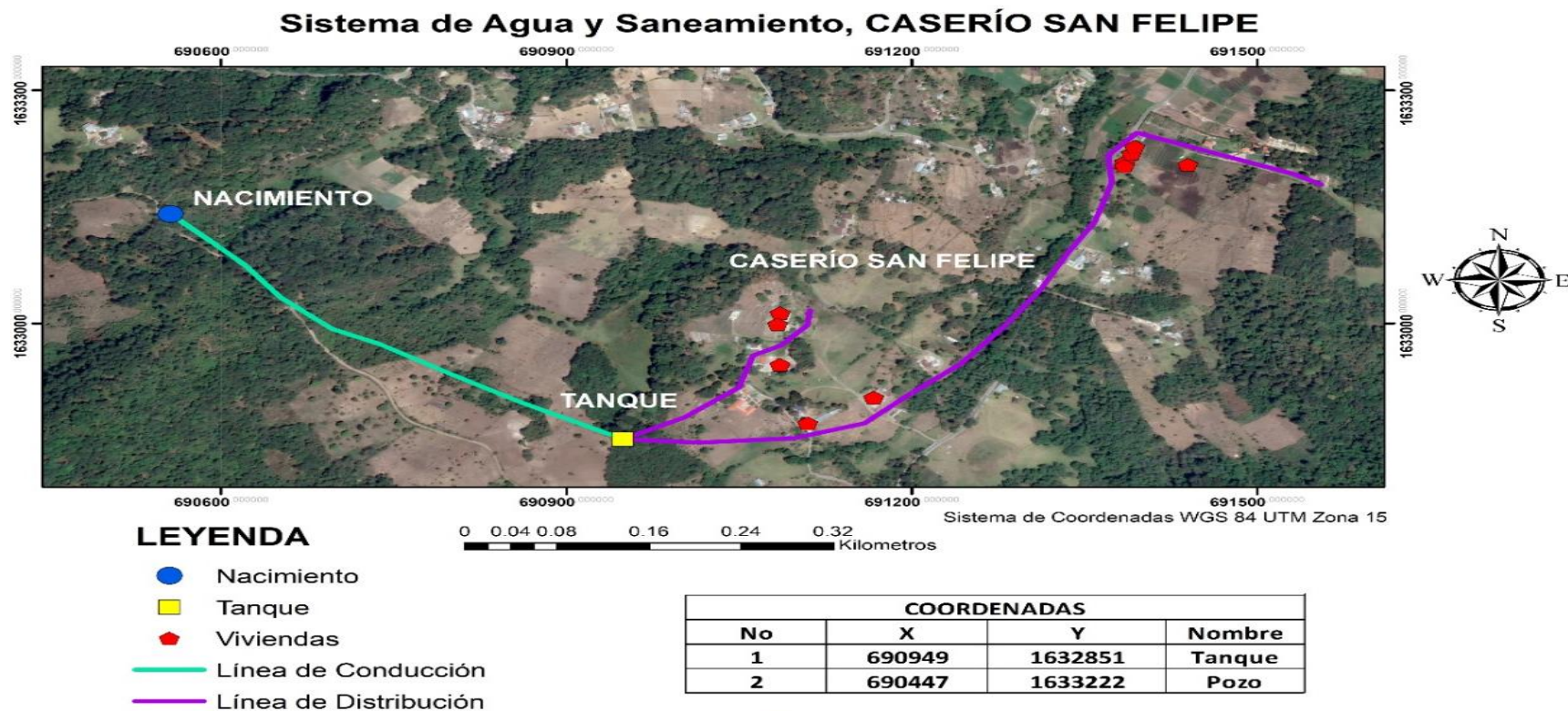


Figura 1 Mapa de ubicación del sistema de agua y saneamiento

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

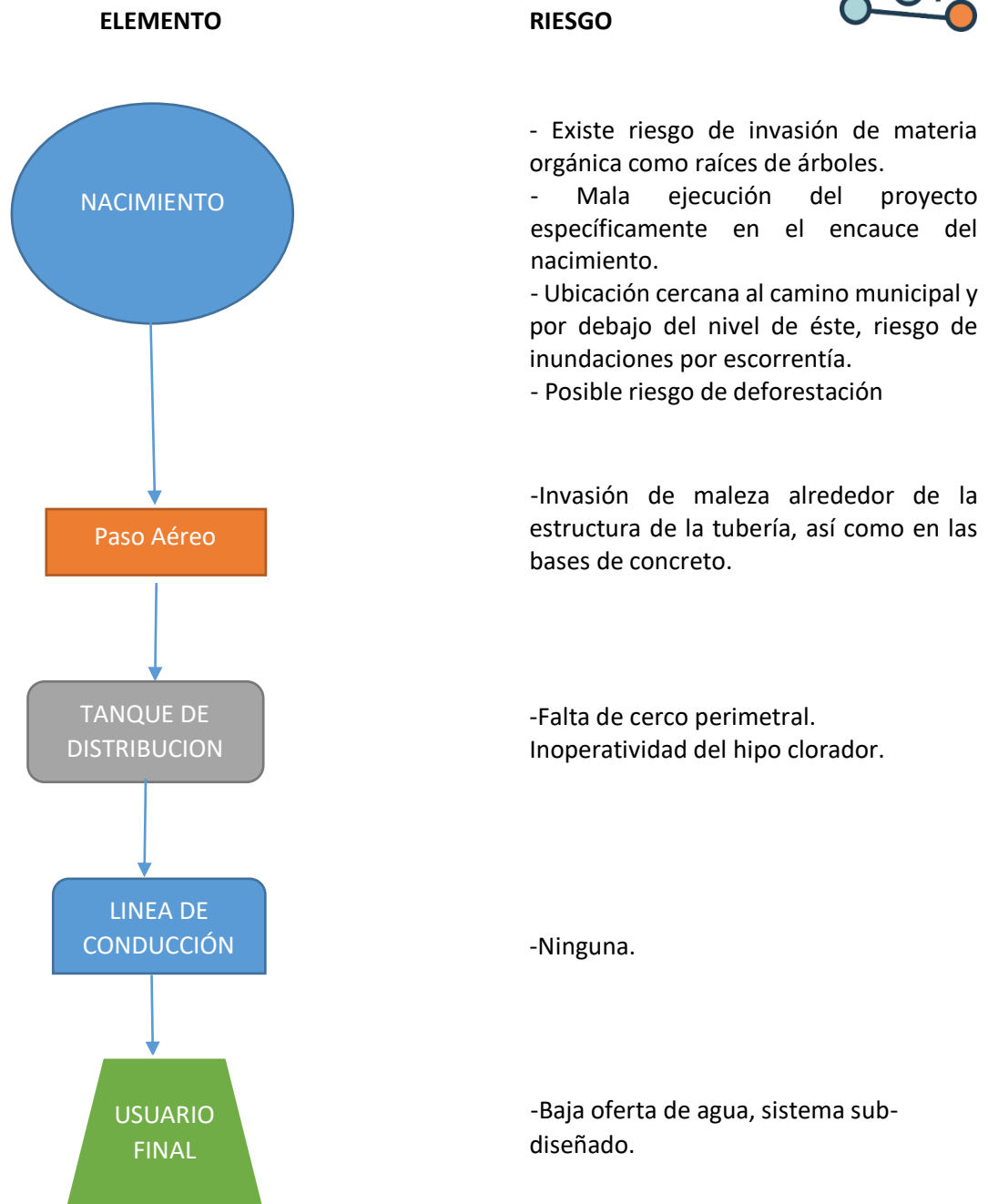


Figura 2 Diagrama de flujo del sistema evaluado

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



### NACIMIENTO DEL SISTEMA

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Fenómenos meteorológicos y climáticas	Inundación, cambios rápidos en la calidad de agua en las fuentes
Explotación forestal	Plaguicidas HPA – Hidrocarburos poli aromáticos (fuegos)
Transporte: carreteras	Plaguicidas; sustancias químicas (accidentes de tráfico)
Desarrollo urbanístico	Escorrentía
Deficiente impermeabilización de la toma de agua de pozo o sondeo	Entrada de agua superficial
Variaciones estacionales	Cambios en la calidad del agua de la fuente
Demanda de agua para otros usos	Cantidad insuficiente

Tabla 8 Determinación de riesgos en nacimiento o fuente del sistema



Figura 3 Nacimiento del sistema



### TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Invasión de predio del tanque de distribución	Invasión de animales o personas al predio donde se encuentra el tanque de distribución por lo que puede ser manipulado o dañado por personas o animales.
Desinfección	Fiabilidad de subproductos de la desinfección
Uso en el tratamiento de materiales y elementos químicos no aprobados	Contaminación del sistema de agua
Uso en el tratamiento de agua de sustancias químicas contaminadas	Contaminación del agua
Seguridad deficiente/Vandalismo	Contaminación/ corte de suministro

Tabla 9 Determinación de riesgos en el tanque de distribución del sistema



Figura 4 Tanque de distribución del sistema

### RED DE DISTRIBUCIÓN

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Rotura de tubería	Entrada de contaminación
Fluctuación de presión	Entrada de contaminación
Intermitencia en el servicio	Entrada de contaminación
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación del flujo introducción de agua viciada
Uso de materiales no aprobados	Contaminación en el sistema de distribución de agua
Acceso a terceros a tomas de agua	Contaminación por el contrario flujo
Seguridad/ vandalismo	Contaminación
Terreno contaminado	Contaminación del agua por el uso erróneo de tuberías

Tabla 10 Determinación de riesgos en la red de distribución



Figura 5 Paso aéreo del sistema

### PUNTOS DE CONSUMO

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Cualquier peligro no controlado o atenuado en la distribución	Los señalados en el cuadro de peligros en la distribución
Conexiones no autorizadas	Contaminación Por Contraflujo
Tuberías de plomo	Contaminación por plomo
Tuberías de servicio de plástico	Contaminación por derrame de aceites o solventes

Tabla 11 Determinación de riesgos en los puntos de consumo

## Análisis del saneamiento en la comunidad

El saneamiento del Caserío San Felipe, se podría calificar de regular, ya que el 95% de las viviendas cuentan con letrina de pozo seco para tratamiento de aguas negras y solo el 40% con sistema de tratamiento de aguas grises. Con relación a los desechos y residuos sólidos en su totalidad la población no cuenta con el tren de aseo municipal y prefieren quemarla, enterrarla o tirarla en los terrenos o caminos vecinales, contaminando el ambiente.

## Análisis de la disposición de aguas residuales



### Caracterización de aguas residuales

Las aguas residuales se establecen en dos secciones como aguas negras y grises, las primeras tienen un tratamiento del 95% del total de la comunidad a través de letrinas de hoyo seco, en donde estas están comúnmente constituidas de excretas humanas. Por otro lado, las aguas grises tienen un tratamiento del 40 % del total de habitantes de la comunidad siendo constituidas por restos de jabón, cloro, grasas de alimentos, desechos de animales entre otros.

### Tipo de tratamiento existente

El 95% de los hogares cuentan con letrina de pozo seco para la disposición de excretas, el otro 5% no cuenta con ningún tratamiento debido a que las desechan sobre la superficie de suelo. Se estima que solamente el 40% de la población cuenta con un elemento de saneamiento para aguas grises, siendo este en su mayoría los pozos de absorción, de la población total el 60 % de esta no cuenta con ningún tipo de tratamiento para aguas grises, por lo cual solo desechan los elementos sobre la superficie del suelo, o conduciendo tuberías hacia las cunetas de los diferentes caminos o calles municipales

## Análisis de la disposición de residuos sólidos



### Caracterización de desechos sólidos

Los desechos sólidos generados por los habitantes, generalmente están conformados por desechos de origen domiciliario donde comúnmente se encuentran residuos de tipo orgánico que provienen de los alimentos realizados a diario en las distintas viviendas, y desechos inorgánicos como lo son bolsas de plástico, envolturas de alimentos procesados, recipientes desechados o en desuso, inclusive diferentes textiles como restos de ropa, vidrio o variedades de metales.

**La disposición de todos los residuos sólidos que genera la población del Caserío San Felipe se procesa individualmente a través de incineración o entierro bajo el suelo de los domicilios, terrenos de cultivo, o aboneras, esto lo realiza el 100% de la población.**



## Estado de enfermedades de origen hídrico



La población del Caserío San Felipe no cuenta con Centro de salud o Centro de Atención Permanente CAP, por lo que tienen que dirigirse a la cabecera municipal de San José Chacayá para solicitar asistencia de salud para ellos.

La estadística que se presenta sobre las enfermedades más comunes relacionadas a los elementos hídricos se podría mencionar como: diarrea, colera, parasitismo intestinal, amebiasis, dengue clásico, hepatitis, meningitis, enfermedades que se producen a través de la falta de higiene y agua contaminada que se consume sin darle algún tipo de tratamiento para potabilizarla.

## Análisis de la oferta



El sistema de agua que abastece el Caserío San Felipe a través de su nacimiento provee un caudal de 0.40L/S con una producción constante durante el día por lo que se estima con este el caudal medio diario, y también la oferta actual del sistema la calcula de la siguiente manera:

$$\text{No. de habitantes} = 86,400 * \frac{0.40 \frac{l}{s}}{100} = 346 \text{ habitantes}$$

**“Dicho sistema está capacitado para una demanda de 346 habitantes, y actualmente está abasteciendo a un promedio de 375 habitantes en la población, demostrando un déficit para 29 personas, por lo que presenta deficiencias en el abastecimiento de agua potable, situación que corroboran los habitantes del lugar”.**

El sistema cuenta con un hipo clorador de pastilla por desgaste, ubicado en la parte superior del tanque de distribución, aunque este se encuentra fuera de funcionamiento debido a falta de mantenimiento, y colapso del sistema, por lo que no ofrece agua apta para el consumo humano.



## Análisis de la demanda

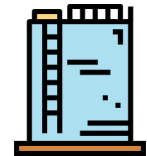


La demanda actual de agua potable del Caserío San Felipe, se calcula utilizando una dotación de 100 L/H/d según la Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua pura para consumo humano, y tomando en cuenta que hay un estimado de 375 beneficiarios actuales. La población a la vez demanda agua apta para consumo humano y un buen servicio en continuidad y acceso.

$$\text{Caudal Medio} = 375 * \frac{100 \frac{\text{L}}{\text{H}} / \text{d}}{86400} = 0.43 \text{ L/S}$$

**Dicho resultado nos corrobora lo descrito en el inciso anterior que el sistema requiere una demanda de 0.03 L/S más de lo que provee ahora, por lo que esto a gran escala ya empieza a generar problemas de abastecimiento de agua potable a los habitantes, por lo que ya han empezado a sectorizar o racionar la dotación del agua para los habitantes.**

## Análisis de la capacidad de almacenamiento



El sistema de agua potable cuenta con un tanque de almacenamiento de una capacidad de aproximada de 40 metros cúbicos, de una constitución semienterrada en el suelo, construido de concreto reforzado con sus elementos esenciales y una unidad de cloración la cual se encuentra fuera de servicio por falta de mantenimiento y colapso de los elementos, el predio donde se encuentra no cuenta con ningún tipo de circulación.

$$\text{Volumen de tanque requerido anual} = 20\% * \frac{0.43 * 86400}{100} = 74.30 \text{ metros cubicos}$$

El cálculo de Volumen de tanque para abastecer en un periodo de 5 años tomando una tasa de crecimiento de 2.5% anual, por lo que tendremos la siguiente demanda en el futuro:

$$\text{Población futura} = 375 * \left(1 + \frac{2.5}{100}\right)^5 = 425 \text{ habitantes}$$

Debido a que el sistema actualmente solamente está abasteciendo a un aproximado de 375 personas, 29 más de lo ideal para lo que fue diseñado, podemos observar que en la actualidad el sistema ya es obsoleto para la demanda requerida, situación que se agravara conforme transcurra le tiempo, obteniendo así un déficit considerable y demasiado riesgoso para la salud de los habitantes.

# Análisis de oferta-demanda

DEPARTAMENTO: Sololá  
 MUNICIPIO: San José Chacayá  
 COMUNIDAD: Caserío San Felipe

POBLACION:	375 personas	Año 2021
DENSIDAD HABITACIONAL	5 personas/vivienda	
TIPO DE SISTEMA:	Por gravedad	
VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA	75 viviendas	
CAUDAL:	0.43 litros/segundo	
DOTACIÓN:	100.00 litros/habitante/día	

## CRECIMIENTO POBLACIONAL

2021	2022	2023
375	385	394
2024	2025	2026
404	414	425

Año	Producción Agua Its.	Necesidad Agua Its.
0	37152	37500
1	37152	38500
2	37152	39400
3	37152	40400
4	37152	41400
5	37152	42500

Tabla 12 Análisis de oferta-demanda

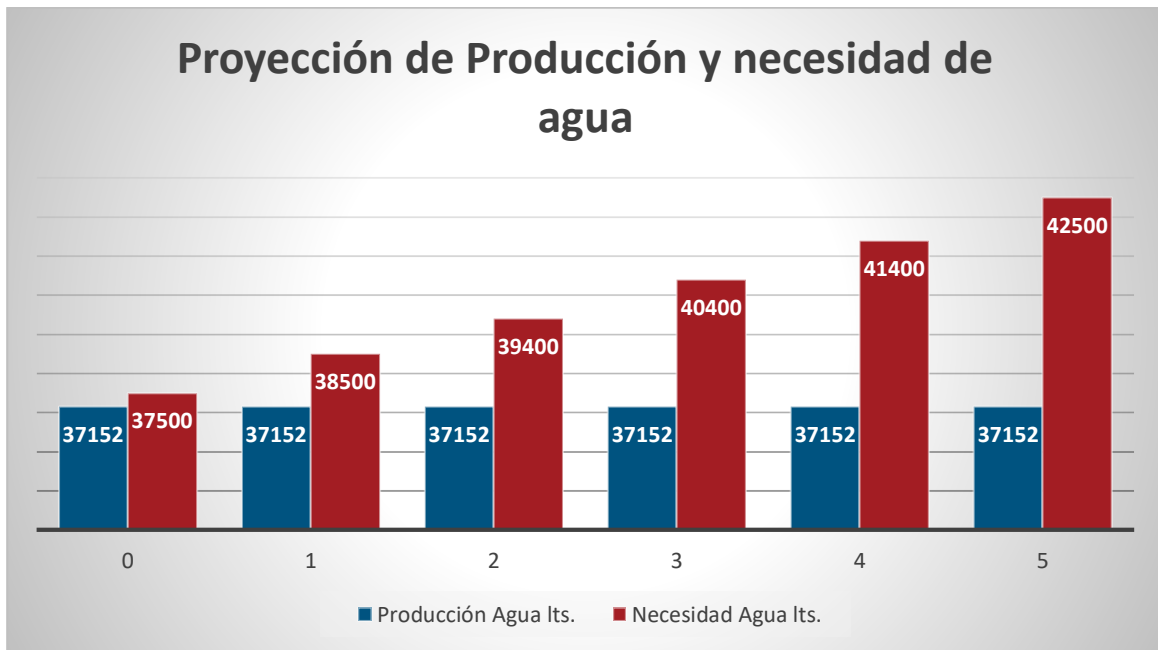


Figura 6 Demanda de agua actual vs. futura

## Principales mejoras identificadas del sistema de agua

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



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación/Nacimiento	Regular	Limpieza de predio	Q. 400.00
Línea conducción/impulsión	Bueno	Ninguna	Q. 00.00
Tanque de distribución	Regular	Limpieza de predio	Q. 500.00
Hipo clorador de pastilla por desgaste	Malo	Rehabilitación de sistema	Q. 1,500.00

Tabla 13 Mejoras del sistema a corto plazo

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación/Nacimiento	Regular	Circulación predio	Q. 30,569.40
Captación/Nacimiento	Malo	Reconstrucción de canal de captación	Q. 4,619.00
Línea conducción	Buena	Ninguna	Q. 0.00
Tanque de distribución	Regular	Circulación de predio	Q. 29,525.90
Sistema en general	Regular	Plan de control de calidad del agua	Q. 1,500.00

Tabla 14 Mejoras del sistema a mediano plazo

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación/Nacimiento	Regular	Búsqueda de fuente adicional para incrementar caudal	A definir al encontrar la fuente
Línea conducción	Buena	Ninguna	Q.0.00
Línea de distribución	Buena	Ninguna	Q.0.00

Tabla 15 Mejoras del sistema a largo plazo

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



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación/Nacimiento	Regular	Circulación del predio	Q. 30,569.40
Captación/Nacimiento	Malo	Reconstrucción de canal de captación	Q. 4,619.00
Tanque de distribución	Regular	Circulación de predio	Q. 29,525.90

Tabla 16 Mejoras posibles 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
Letrina de hoyo seco	Regular	Limpieza y rehabilitación básica	Q.200.00 – Q. 800.00
Disposición de desechos solidos	Malo	Agregarse al tren de aseo de la cabecera municipal, solicitando la cooperación de maquinaria.	Q.1.00 por saco de basura
Sistema en general	Regular	Implementación de SANTOLIC	Q. 12,100.00

Tabla 17 Mejoras de saneamiento a corto plazo

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Letrina de hoyo seco	Regular	Construir letrina de hoyo seco en lugares faltantes	Q. 3,002.60
Pozo de absorción para aguas grises	Malo	Construcción de pozo de absorción en domicilios faltantes	Q. 1,536.00

Tabla 18 Mejoras de saneamiento a mediano plazo

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Ninguno	Ninguno	Ninguna	Q.0.00

Tabla 19 Mejoras de saneamiento a largo plazo



## Principales mejoras identificadas de residuos sólidos

Se recomienda a la población del Caserío San Felipe el realizar gestiones con la municipalidad para poder instaurar el tren de aseo que contemple las viviendas del caserío, y así poder establecer una mejor disposición de los desechos sólidos que se generan. De igual manera se plantea como una mejora a corto plazo, que los habitantes de las diferentes viviendas del caserío puedan clasificar de manera individual los



desechos sólidos generados, y poder trasladarlos a la planta de tratamiento de desechos sólidos de la cabecera municipal.

## Hoja de ruta para la gestión de mejoras

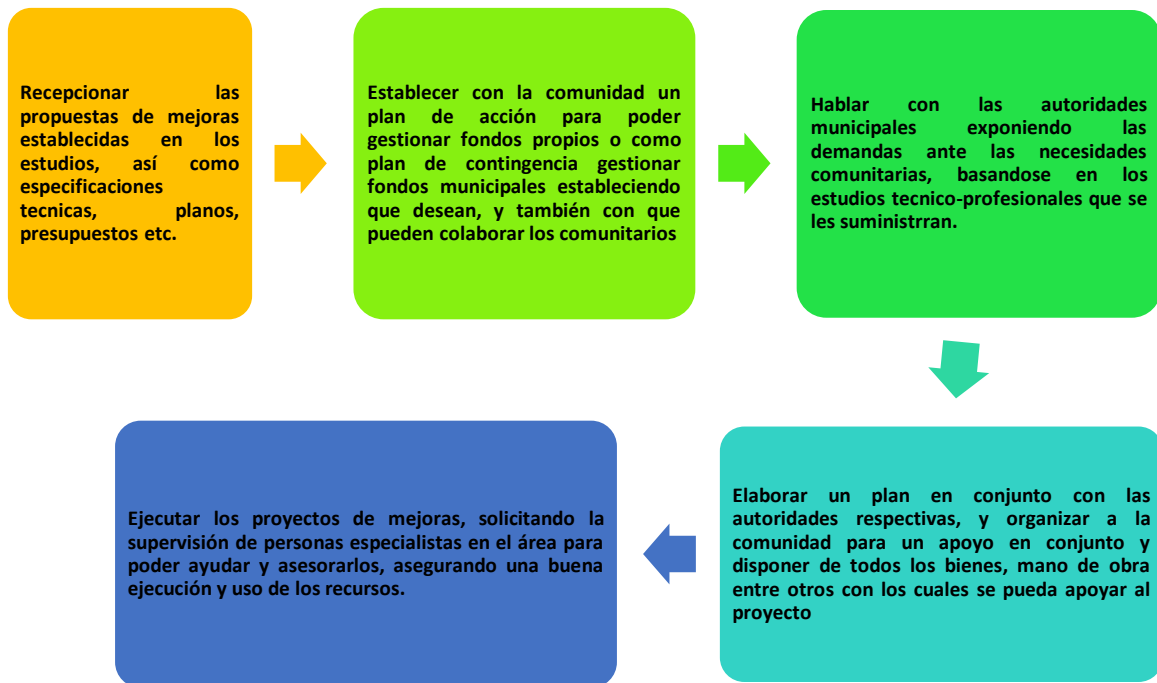


Figura 7 Ruta de gestión de mejoras

## 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

### Índice de sostenibilidad en agua

	Descripción del índice	1	0.5	0
9	La tecnología implantada y decidida en conjunto con la población beneficiaria es la más asequible y la más apropiada para las condiciones locales estudiadas	La tecnología implantada es la más adecuada para el contexto de la comunidad rural (aspectos físicos, m.a. culturales y sociales)	La tecnología implantada es la más adecuada para el contexto físico de la comunidad rural, pero no coincide con los aspectos sociales	Se ha construido el sistema sin tener en cuenta las condiciones físicas ni sociales de la población beneficiaria
10	El sistema de agua se encuentra a una distancia máxima de 500m-30min desde la vivienda al punto donde se toma el agua	Los usuarios de agua se encuentran a menos de 500m o de 30min del punto de agua más cercano	El 50% de los usuarios se encuentra a menos de 500m o de 30min del punto de agua más cercano	Solo el 20% de los usuarios se encuentra a menos de 500m o 30min del punto de agua más cercano.
11	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles a nivel local y/o regional y accesibles a la comunidad	Existe la disponibilidad de suministros, repuestos y servicios, pero no están al alcance de la población o los responsables del mantenimiento	No existen suministros, repuestos y servicios de reparación disponibles al alcance de la comunidad beneficiaria ni de los responsables del mantenimiento
12	El prestador de servicios tiene capacidad suficiente y adecuada para disponer de personal en las diferentes actividades de operación y mantenimiento	Hay continuamente presencia de personas encargadas de actividades de operación y mantenimiento en el tiempo que se necesite	Existe personal suficiente para hacer las actividades rutinarias, pero no tiene capacidad en caso de necesidades mayores	No hay personal suficiente para llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento del sistema
13	El prestador de servicios tiene toda la documentación técnica del sistema (planos, diseños...) además de manuales y guías de mantenimiento y operación	El prestador tiene toda la documentación técnica del sistema	El prestador tiene documentación pero no la tiene completa	El prestador de servicios no tiene la documentación técnica del sistema

<b>Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.</b>			
0.153846154			
0.769230769	1	4	0
<b>Índice de sostenibilidad de agua.</b>			
	<b>Puntuación máxima</b>	<b>Puntuación obtenida</b>	
	13	5	

Tabla 20: Índice de sostenibilidad técnica



## Índice de sostenibilidad en saneamiento básico.

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

## Índice de sostenibilidad en saneamiento básico.

	Descripción del índice.	1	0.5	0
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			
0.83	4	1	0
<b>Índice de sostenibilidad de saneamiento.</b>			

Puntuación máxima	Puntuación obtenida
12	5

Tabla 21 Índice de saneamiento básico

## Ambiental

### Índice de sostenibilidad ambiental

	Descripción del Índice	1	0.5	0
1	Existencia de áreas verdes bosque alrededor de la fuente/toma de agua	SI	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 causada por químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales, agrícolas, ambientales, etc.	NO	NA	SI
3	Tipo de erosión presencia en la zona	BAJA	MODERADA	ALTA
4	Nivel de vulnerabilidad o riesgo	PENDIENTES (0-15%) Y SIN ANTECEDENTES DE EVENTOS	PENDIENTES (16-50%) Y SIN ANTECEDENTES DE EVENTOS	PENDIENTES (>50%) O CON ANTECEDENTES DE EVENTOS.

Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.			
0.5			
1.75	3	0.5	0

Índice de sostenibilidad de agua.		
	Puntuación máxima	Puntuación obtenida
	4	3.5

Tabla 22 Índice de sostenibilidad ambiental

## Presupuesto de mejoras



No.	Mejora	Plazo	Ejecutor	Costo
1	Limpieza de predio del nacimiento	Corto	Comunidad	Q. 400.00
2	Limpieza de predio del tanque de distribución	Corto	Comunidad	Q. 500.00
3	Construcción de circulación de nacimiento	Mediano	Comunidad	Q. 30,569.40
4	Reconstrucción de canal de captación	Mediano	Comunidad	Q. 4,619.00
5	Construcción de circulación de tanque de distribución	Mediano	Comunidad	Q. 29,525.90
6	Rehabilitación de hipo clorador de pastilla por desgaste	Corto	Comunidad	Q. 1,500.00
7	Plan de control de calidad del agua	Mediano	Institucional	Q. 1,500.00
8	Búsqueda de fuente adicional para aumentar caudal	Largo	Comunidad	A definir a encontrar la fuente
9	Agregarse al tren de aseo de la cabecera municipal	Corto	Comunidad	Q. 1.00 por saco de basura
10	Construcción de letrina de hoyo seco	Medio	Comunidad	Q. 3,002.60
11	Construcción de pozo de absorción	Medio	Comunidad	Q. 1,536.00
12	Limpieza y rehabilitación básica de letrina	Corto	Comunidad	Q. 200.00
13	Implementación de SANTOLIC	Corto	Comunidad	Q. 12,100.00

Tabla 23 Presupuesto de mejoras



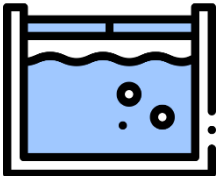

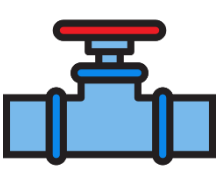
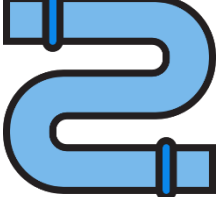
## Manual de operación y mantenimiento

### Operación:

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

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

### OPERACIÓN

	<b>CAPTACIÓN</b>	<b>QUE DEBO HACER</b> -Revisión de válvulas, llaves en el tanque de captación, así como tuberías de rebalse en su correcto funcionamiento.	<b>A CADA CUANTO</b> -Tres meses	<b>MEJORAS</b> -Ninguna
	<b>VALVULAS DE AIRE</b>  -No aplica	<b>QUE DEBO HACER</b>  -No aplica	<b>A CADA CUANTO</b>  -No aplica	<b>MEJORAS</b>  -No aplica
	<b>VALVULA DE LIMPIEZA</b>  -No aplica	<b>QUE DEBO HACER</b>  -No aplica	<b>A CADA CUANTO</b>  -No aplica	<b>MEJORAS</b>  -No aplica
	<b>LINÉA DE CONDUCCIÓN</b>	<b>QUE DEBO HACER</b> -Se debe de verificar la longitud de tubería percatando que no haya deslizamientos, hundimientos entre otros.	<b>A CADA CUANTO</b> -Mensualmente	<b>MEJORAS</b> -Ninguna



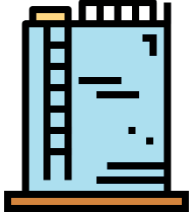

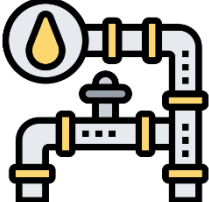


		-Enterrar tubería a una altura no menor de 60cm. En áreas expuestas.	-Mensualmente	
	<b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>QUE DEBO HACER</b> -Revisión de llaves de entrada de la línea de conducción. -Revisión de sistema de desinfección.	<b>A CADA CUANTO</b> -Mensualmente	<b>MEJORAS</b> -Inspección constante y apoyo a los comunitarios encargados en las verificaciones.
	<b>PASO AEREO O PASO DE ZANJON</b>	<b>QUE DEBO HACER</b> -Verificación de conexiones, niples, uniones de la tubería, previendo que no existan fugas o fisuras en el sistema.	<b>A CADA CUANTO</b> -Mensualmente	<b>MEJORAS</b> -Ninguna
	<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>QUE DEBO HACER</b> -Revisión de apertura de llaves de paso según el plan de sectorización local.	<b>A CADA CUANTO</b> -Según lo requiera la acción	<b>MEJORAS</b> -Ninguna
	<b>ACOMETIDAS COMICILIARES</b>	<b>QUE DEBO HACER</b> -Revisión en las conexiones de accesorios para evitar fugas en las tomas domiciliarias	<b>A CADA CUANTO</b> -Tres meses	<b>MEJORAS</b> -Ninguna
	<b>VARIOS</b>  -Ninguna	<b>QUE DEBO HACER</b>  -Ninguna	<b>A CADA CUANTO</b>  -Ninguna	<b>MEJORAS</b>  -Ninguna

Tabla 24 Manual de operación

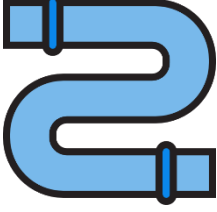
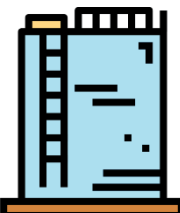
## Mantenimiento

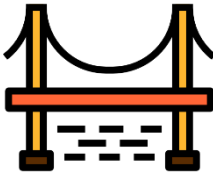
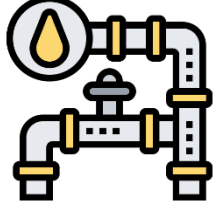

Es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir y corregir daños que se producen en las instalaciones o componentes del sistema de agua.

Evaluación del mantenimiento: que se debe mejorar en el mantenimiento.

### MANTENIMIENTO

	<p><b>CAPTACIÓN</b></p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Se deberán limpiar las paredes de piedra con cepillo de alambre, y cloro</li> <li>-Inspeccionar alrededor de la captación para verificar si hay fuentes de contaminación.</li> <li>-Observar si existe deforestación en sus alrededores.</li> <li>-Verificar el funcionamiento de la tubería de desagüe y rebalse.</li> </ul>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Dos meses</li> <li>-Dos meses</li> <li>-En época de lluvia</li> </ul>	<p><b>MEJORAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Construir muros de sello sanitario evitando la intrusión de material vegetal</li> <li>-Colaboración de los vecinos para las actividades de observación y vigilancia de la captación</li> </ul>
	<p><b>VALVULAS DE AIRE</b></p> <p>-No aplica</p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <p>-No aplica</p>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <p>-No aplica</p>	<p><b>MEJORAS</b></p> <p>-No aplica</p>
	<p><b>VALVULA DE LIMPIEZA</b></p> <p>-No aplica</p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <p>-No aplica</p>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <p>-No aplica</p>	<p><b>MEJORAS</b></p> <p>-No aplica</p>

	<p><b>LINÉA DE CONDUCCIÓN</b></p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Abrir la válvula de limpieza cercana si existiese para eliminar sedimentos y aire acumulado.</li> <li>-Revisar minuciosamente a lo largo de la línea, si existe alguna fuga en uniones, o por fractura de la tubería.</li> </ul>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Seis meses</li> <li>-Seis meses</li> </ul>	<p><b>MEJORAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ninguna</li> </ul>
	<p><b>TANQUE DE ALMACNEAMIENTO</b></p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Verificar el funcionamiento de válvulas, que cierren y se abran fácilmente.</li> <li>-Revisar candados de tapaderas y engrasar para lubricación y que pueda funcionar fácilmente.</li> <li>-Revisar el interior de tanque de almacenamiento que no existan fisuras o grietas. Pintar escalones estilo marinerio para evitar oxido y contaminación en el agua.</li> <li>-Revisar caseta de cloración que esté funcionando correctamente.</li> </ul>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mensualmente</li> <li>-Mensualmente</li> <li>-Seis meses</li> <li>-Seis meses</li> </ul>	<p><b>MEJORAS</b></p>

	<p><b>PASO AEREO O PASO DE ZANJON</b></p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Verificar el estado de las tuberías, que no existan fugas o algún tipo de daño en las uniones.</li> <li>-Verificar abrazaderas de anclaje</li> <li>-Limpiar maleza, hojas, ramas, piedra,</li> </ul>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Seis meses</li> <li>-Seis meses</li> <li>-Seis meses</li> </ul>	<p><b>MEJORAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ninguna</li> </ul>
	<p><b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b></p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Recorrido de las distintas líneas de distribución a lo largo de su desarrollo para la observación de posibles fugas en uniones o fracturas en los tubos.</li> <li>-Verificar que la tubería de PVC no se encuentre expuesta de lo contrario se deberá enterrar a una profundidad no menor a 60 cm.</li> </ul>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Seis meses</li> <li>-Seis meses</li> </ul>	<p><b>MEJORAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ninguna</li> </ul>
	<p><b>ACOMETIDAS COMICILIARES</b></p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisar que la tubería de conexión predial no esté superficial en el terreno.</li> <li>-Revisar paredes de cajas de</li> </ul>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Mensualmente</li> <li>-Mensualmente</li> </ul>	<p><b>MEJORAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ninguna</li> </ul>

		<p>conexión, tapaderas, ganchos, reparar roturas y limpiar la caja.</p> <p>-Verificar que los grifos no tengan fugas o goteos.</p>	-Mensualmente	
	<p><b>VARIOS</b></p> <p>-Ninguna</p>	<p><b>QUE DEBO HACER</b></p> <p>-Ninguna</p>	<p><b>A CADA CUANTO</b></p> <p>-Ninguna</p>	<p><b>MEJORAS</b></p> <p>-Ninguna</p>

Tabla 25 Manual de mantenimiento

## Cronograma de operación y mantenimiento



### Cronograma de operación CRONOGRAMA

Actividad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
-Revisión de válvulas, llaves en el tanque de captación, así como tuberías de rebalse en su correcto funcionamiento.												
Verificación la longitud de tubería estableciendo su buen estado.												
Limpieza de perímetro del tanque de distribución de maleza en el área												
Revisión de llaves de entrada de la línea de conducción.  Revisión de sistema de desinfección.												
Verificación de conexiones, niples, uniones de la tubería, previendo que no existan fugas o fisuras en el sistema.												
Revisión de apertura de llaves de paso para tuberías de distribución												
Revisión de conexiones de los accesorios en las tomas domiciliarias												

Tabla 26 Cronograma de operación



### CRONOGRAMA MANTENIMIENTO

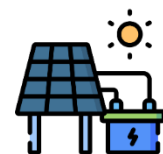
Actividad	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Inspeccionar si en los alrededores del tanque de captación existen fuentes de contaminación.												
Observación de posible deforestación en los alrededores del tanque de captación.												
Verificación del funcionamiento de la tubería de desagüe y rebalse	VERIFICAR EN TIEMPO DE LLUVIA											
Abrir válvulas de limpiezas para eliminar sedimentos y aire acumulado.												
Revisión a lo largo de la línea de conducción para verificar socavamientos, hundimientos o fracturas de tubería.												
Revisión del tanque de almacenamiento en inspección de fisuras o grietas.												
Revisión de caseta de cloración que esté en funcionamiento constante.												
Revisión de existencia de pastilla de cloración.												
Limpieza de maleza, hojas, ramas, rocas alrededor del paso aéreo.												



Recorrido de las distintas líneas de distribución a lo largo de su desarrollo para observación de fugas o fracturación de tubos.												
Revisión de la conexión predial, cajas de conexión, tapaderas, ganchos, reparaciones y fracturas de tubería												
Verificación de correcto funcionamiento de grifos												

Tabla 27 Cronograma de mantenimiento

## Dispositivos/ Instalaciones especiales



### Sistema de desinfección





Tiene por finalidad proporcionar una solución de cloro al tanque de distribución, para mantener la potabilidad del caudal. La concentración de cloro en el tanque deberá garantizar una proporción de cloro residual de 0.50 a 1.0 mg/litro.

Este sistema utiliza un dosificador automático, en el que se introducen las pastillas, las cuales se irán desgastando con el paso de agua. La mezcla cae a través de un niple de PVC al tanque de distribución, justo donde cae el agua que llega de la línea de conducción del sistema.

### **Periodo de operación**

- Abrir las válvulas de compuerta de ingreso y salida
- Verificar que el recipiente contenga y pastillas de hipoclorito de calcio.
- Abrir válvula de compuerta del clorador.

### **Periodo de mantenimiento del hipo clorador**

#### **Mantenimiento diario**

- Medir el cloro residual con el comparador en el grifo más lejano del tanque. La norma COGUANOR indica que el valor deberá ser de 1.00 mg/l.
- Revisar el alimentador de tabletas de cloro, si es necesario abastecer el alimentador.
- Al destapar el tubo que contiene las pastillas de cloro, hacerlo después de transcurrido diez minutos de abierto el clorador, teniendo el cuidado de tener el rostro a un lado del tubo, usar mascarilla con filtro, para proteger al operador de gases tóxicos.

#### **Mantenimiento mensual**

- Revisar las válvulas y tuberías, si existen fugas se deben reparar inmediatamente.
- Medir el cloro residual libre en la red de distribución.
- Si hay grietas en los muros, reparar con una mezcla de una parte de cemento por tres de arena.
- Revisar los candados y aplicar aceite para lubricarlos y que entre la llave fácilmente.
- Aplicar pintura donde se considere necesario.
- A las compuertas de acceso a la caseta de cloración se recomienda realizar mantenimiento a las bisagras, candado y pintura.

## **Resultados de la calidad de agua**





En el proceso de investigación de la consultoría se realizó un muestreo de caracterización de Potencial de Hidrogeno “PH” y exámenes de cloro residual en el sistema, con lo cual obtuvimos una muestra representativa al evaluar 20 viviendas que son abastecidas por el sistema.



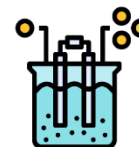
## Medición de cloro residual

Las mediciones de cloro residual realizadas en el tanque distribución, nos marca un resultado de 0.00 mg/l, debido a que el dispositivo “Hipo clorador de pastilla por desgaste” se encuentra fuera de funcionamiento debido a que presenta falla en su funcionamiento.

Cloro residual	
No. De visita domiciliar	Cloro Residual
1	0.00 mg/l
2	0.00 mg/l
3	0.00 mg/l
4	0.00 mg/l
5	0.00 mg/l
6	0.00 mg/l
7	0.00 mg/l
8	0.00 mg/l
9	0.00 mg/l
10	0.00 mg/l
11	0.00 mg/l
12	0.00 mg/l
13	0.00 mg/l
14	0.00 mg/l
15	0.00 mg/l
16	0.00 mg/l
17	0.00 mg/l
18	0.00 mg/l
19	0.00 mg/l
20	0.00 mg/l
<b>Valor promedio</b>	<b>0.00 mg/l</b>

Tabla 28 Cloro residual en viviendas

## Medición de potencial de Hidrogeno



El resultado registrado en el tanque de distribución sobre la medición del “Potencial de Hidrogeno” (PH), nos especifica un resultado de 7.8, por lo que según la Norma COGUANOR 29001, se sobrepasa el Límite Máximo Admisible, aunque aún se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible, haciéndola apta para el consumo humano.

Potencial de Hidrogeno	
No. De visita domiciliar	Cloro Residual
1	7.7
2	7.8
3	7.9
4	7.7
5	7.6
6	7.6
7	7.8
8	7.7
9	7.8
10	7.9
11	7.8
12	7.9
13	7.9
14	7.9
15	7.8
16	7.9
17	7.8
18	7.8
19	7.9
20	7.8
<b>Valor promedio</b>	<b>7.8</b>

Tabla 29 Potencial de hidrogeno en viviendas

# Control de la calidad de agua

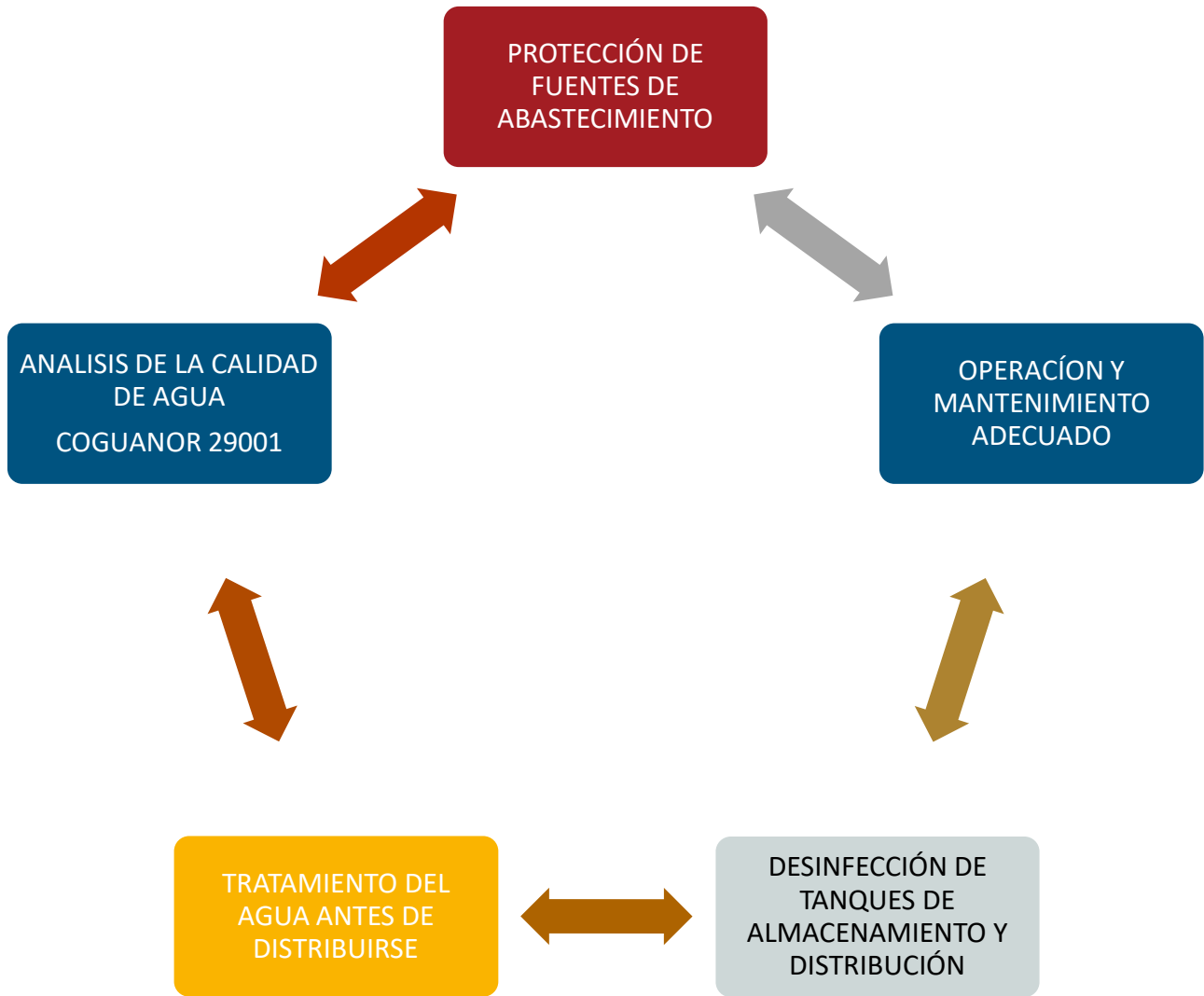


Figura 8 Relación de actividades de mantenimiento y operación



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

***Semanalmente***

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

***Semanalmente***

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

**Al menos una vez por año**

**Análisis mínimo/ *COGUANOR  
29001***

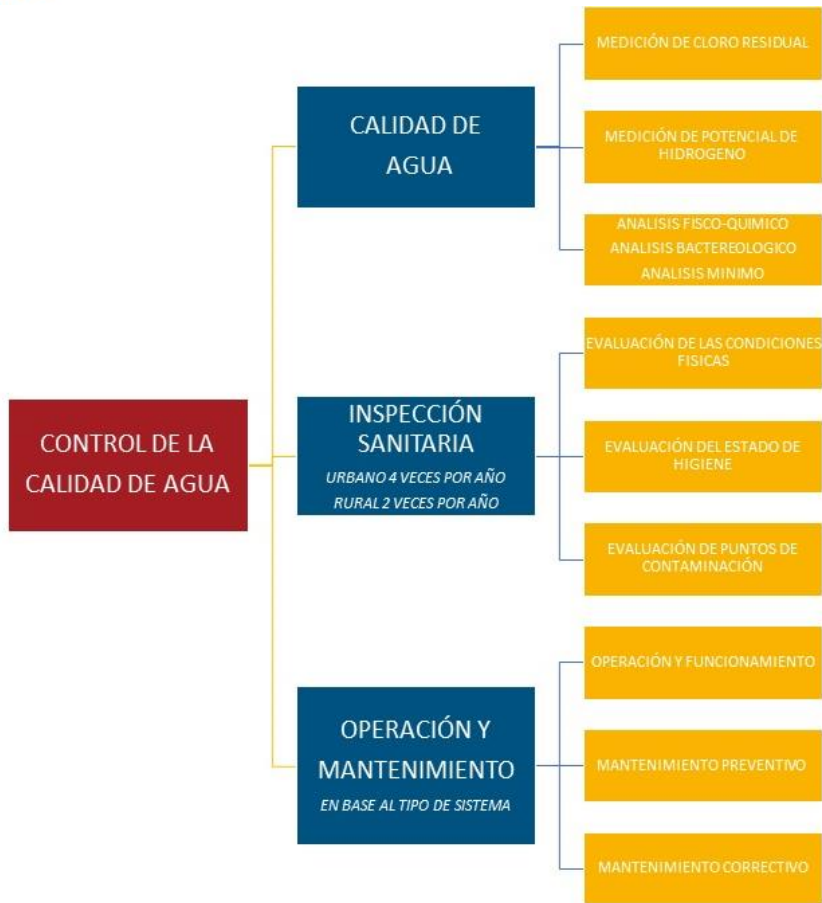


Figura 9 Control de calidad del agua

## Anexo 1:

### Análisis de sostenibilidad técnica:

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Acciones
1.	El sistema en su conjunto funciona correctamente conforme a los criterios establecidos en el diseño del proyecto ejecutivo.	Número de personas con acceso a un sistema continuo de agua de calidad y cantidad aceptables.	Evaluar una muestra del sistema para ver si cumple los mínimos exigidos	<p><b>1.</b> El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado</p> <p><b>0.5.</b> Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla.</p> <p><b>0.</b> El sistema no funciona</p>	<p>En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:</p> <p>-Verificar de una manera física presencial todo el sistema desde su captación hasta los usuarios finales, verificando si existe algún tipo de fuga, ruptura, o fisura en las tuberías o elementos que conforman el sistema total.</p>
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: Se tiene un caudal constante de 0.40 lt/s.	Información verificada en campo: - Una entrevista a veinte beneficiarios del sistema, muestra que cuentan con un servicio de más de seis horas diarias.	<p><b>1.</b> El sistema llega al 100% de los usuarios funcionando al menos 6 horas diarias continuas</p> <p><b>0.5.</b> El sistema llega al 100% de los usuarios pero no a todas las horas el día. Es un funcionamiento que se interrumpe</p> <p><b>0.</b> El sistema no llega al 100% de los usuarios</p>	<p>Si el sistema no funciona correctamente:</p> <p>-Verificar la dotación de la fuente de abastecimiento es suficiente o se debería de buscar alguna otra fuente.</p>
3.	El sistema de agua arroja un caudal diario suficiente para abastecer a todos los usuarios, teniendo en cuenta la	Medición de caudal en lt./seg. Se tiene un caudal de 0.40 lt/s.	Información recabada en campo	<p><b>1.</b> La cantidad de agua que reciben los usuarios es de más de 50 l/persona/día</p> <p><b>0.5.</b> La cantidad de agua que reciben los usuarios es entre 20-50 l/persona/día</p>	<p>Si el caudal no abastece adecuadamente a los habitantes:</p> <p>-Establecer si existe algún tipo de cuerpo extraño en las cámaras de captación ajenos al sistema, impidiendo que estos</p>

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Acciones
	estacionalidad de las fuentes. (Cantidad de agua disponible)			<b>0.</b> La cantidad de agua que reciben los usuarios es menos de 20 l/persona/día	trabajen en óptimas condiciones. -Verificar la dotación de suministro de la fuente de abastecimiento del sistema para establecer si es suficiente o se debería de buscar alguna otra fuente.
4.	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas entre las organizaciones comunitarias para la prestación de los servicios de agua.	Número de capacitaciones técnicas realizadas a la comunidad.	Material entregado en las capacitaciones. Existencia de capacitaciones en la comunidad.	<b>1.</b> Se han llevado a cabo las suficientes capacitaciones técnicas dentro de las organizaciones comunitarias <b>0.5.</b> Se han llevado a cabo capacitaciones, pero no suficientes <b>0.</b> No ha habido ninguna capacitación	Si son deficientes o no existen las capacitaciones: -Gestionar con autoridades municipales las capacitaciones a cargo de personas especialistas en los temas de tratamiento de aguas, para poder obtener un mejor control de calidad, así como un mantenimiento preventivo y correctivo adecuado en el sistema.
5.	Existen fontaneros asignados para el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema.	Número de fontaneros o especialistas en mantenimiento.	Verificación de existencia de personas especialistas en plomería en la comunidad.	<b>1.</b> Los sistemas de agua están vigilados y operados por personas con la capacidad adecuada a su labor <b>0.5.</b> Existen técnicos especialistas, pero no cubren el 100% del mantenimiento del sistema <b>0.</b> No existen técnicos encargados del mantenimiento del sistema	De no existir personas especializadas en plomería: -Gestionar las capacitaciones para poder formar a comunitarios que estén atentos constantemente y dispuestos en tiempo de manera constante para que pueda mitigarse cualquier imprevisto o falla en el sistema de agua.



No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Acciones
6.	Se realizan actividades de operación y mantenimiento	Número de informes sobre las actividades llevadas a cabo en la O&M	Documentos de Planes de Operación & Mantenimiento elaborados Cronograma de actividades para llevar a cabo diariamente el Plan de O&M	<p><b>1.</b> El mantenimiento del sistema se hace correctamente en base a una planificación previa y a las instrucciones de los planes O&amp;M redactados</p> <p><b>0.5.</b> El sistema está parcialmente mantenido sobre una planificación de los planes de O&amp;M</p> <p><b>0.</b> No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&amp;M</p>	De no existir planes y documentación: -Solicitar a las autoridades gubernamentales que gestionen ante los respectivos entes, para que envíen personas que puedan redactar y constituir planes de operación y mantenimiento, así mismo poder solicitar a instituciones educativas como universidades, para que éstas puedan enviar a estudiantes especializados en el tema y debidamente capacitados para poder establecer dichos planes.
7.	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema.	Existencia de una bodega de suministros destinada para mantenimiento del sistema.	Investigación con los encargos del sistema de agua.	<p><b>1.</b> Existen suministros, repuestos y servicios disponibles a nivel local y/o regional y accesibles a la comunidad.</p> <p><b>0.5.</b> Existe la disponibilidad de suministros, repuestos y servicios, pero no están al alcance de la población o los responsables del mantenimiento.</p> <p><b>0.</b> No existen suministros, repuestos y servicios de reparación disponibles al alcance de la comunidad</p>	De no existir cerca de la comunidad los insumos necesarios: -Poder gestionar o establecer en alguna vivienda de los habitantes de la comunidad una bodega donde se puedan obtener insumos y repuestos esenciales para poder realizar alguna reparación de emergencia.

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Acciones
				beneficiaria ni de los responsables del mantenimiento.	

## Análisis de sostenibilidad ambiental:

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Acciones
1.	El agua que se distribuye en los sistemas de agua construidos o mejorados cumple con las normas de calidad de agua del país para su consumo humano COGUANOR 29001	Concentración de cloro y elementos nocivos	Muestras y análisis del agua para ver su grado de potabilización	<p><b>1.</b> El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado</p> <p><b>0.5.</b> Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla.</p> <p><b>0.</b> El sistema no funciona</p>	<p>En caso que no sea cuál es la razón por la cual no cumple:</p> <p>-El no funcionamiento del sistema de desinfección para los factores bacteriológicos del sistema.</p> <p>-Invasión o proliferación de elementos químicos y exceso de presencia de estos en el cuerpo de agua.</p>
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	Número de análisis	Documentos que aporten información sobre el seguimiento de la calidad del agua potable	<p><b>1.</b> Se hacen análisis de agua mensuales</p> <p><b>0.5.</b> Se hacen análisis de agua cada 3-6 meses</p> <p><b>0.</b> No se lleva a cabo ningún tipo de análisis de agua</p>	-Realizar análisis bacteriológicos, físicos y químicos de laboratorio para poder corroborar o no si el agua consumida está dentro de los parámetros de la norma COGUANOR 29001.
3.	La toma de agua a la que pertenece la fuente de agua esta forestada, cercada y protegida	Observación directa	*Fotos *Documentos que validen la protección de la fuente	<p><b>1.</b> La toma de agua está forestada, cercada y protegida de contaminación</p> <p><b>0.5.</b></p>	De no estar forestada cercada y protegida la fuente de abastecimiento: -Establecer como mejoras el

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Acciones
	de contaminación (*)			La cuenca está en fase de deforestación; la toma de agua no está directamente protegida pero no se observen afectaciones mayores <b>0</b> . La toma de agua esta desprotegida y el riesgo de contaminación y falta de agua es alto	cercado perimetral del predio de la fuente de abastecimiento para proteger de invasión de agentes externos que sean una amenaza en la calidad como en la integridad del sistema.
4.	Las aguas que entran y que posteriormente conduce el sistema no están contaminadas (Salinización, alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua...)	Número de análisis/análisis in situ	Análisis del seguimiento de la calidad del agua	<b>1</b> . 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 <b>0</b> . Las aguas están contaminadas	-En la medida de lo posible establecer procesos para la purificación del agua evitando así el consumo de sustancias nocivas para la salud. -Establecer alguna otra fuente de abastecimiento para el sistema. -Identificar si algún proceso en el sistema está contaminando el agua y así poder mitigarlo y contrarrestarlo.
5.	Se realizan actividades para mantener las fuentes de agua protegidas y aisladas de posibles contaminaciones	Número de actividades	Fotografías de actividades	<b>1</b> . Se han realizado y se realizan periódicamente actividades que mantengan las fuentes de agua protegidas <b>0.5</b> . Se realizan actividades esporádicas	-Constante monitoreo y visualización física de los predios de fuentes de abastecimiento y tanque de distribución, entre otros.

No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Acciones
				pero no suficientes para mantener las fuentes de agua protegidas <b>0.</b> 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	Número de capacitaciones en educación ambiental	Contenidos de las capacitaciones/documentos de educación ambiental	<b>1.</b> El mantenimiento del sistema se hace correctamente en base a una planificación previa y a las instrucciones de los planes O&M redactados <b>0.5.</b> El sistema está parcialmente mantenido sobre una planificación de los planes de O&M <b>0.</b> No se hace ningún mantenimiento o no existen planes de O&M	Si no se cuenta con capacitaciones o si estas son deficientes: -Gestionar ante las autoridades municipales para que pueda enviar a personal capacitado y estos puedan compartir los conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas, y así asegurar el correcto mantenimiento del sistema.
7.	Existencia de un análisis inicial de riesgos e identificación y puesta en marcha de medidas específicas de reducción del riesgo y en general medidas destinadas a reforzar la permanencia de la infraestructura y la continuidad del servicio.	Número de análisis existentes	Documentación del análisis	<b>1.</b> Existen análisis de riesgos e identificación de medidas de mitigación y/o prevención en la zona de intervención <b>0.</b> No existe ningún tipo de análisis sobre los riesgos en la zona de intervención	Solicitar ayuda y asesoría técnica a entes municipales, gubernamentales o institucionales educativos para poder evaluar y trabajar en una reducción de riesgos que puedan afectar.
8.	Existencia de planes de	Número de planes	Copias de los planes	<b>1.</b>	Solicitar ayuda y asesoría técnica a



No.	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	Acciones
	contingencia donde se establezcan procedimientos operativos para la respuesta conforme a los requisitos de recursos previstos y a la capacidad necesaria para determinados riesgos a nivel local, regional o nacional (Ej. desastres naturales y limitaciones de suministro)		de contingencia	Existen planes de contingencia realizados para la zona de intervención <b>0.</b> No existen planes de contingencia	entes municipales, gubernamentales o institucionales educativos para poder evaluar y conformar planes de contingencia para riesgos que puedan afectar al sistema.
9.	Existe un plan de manejo de cuencas que se aplica a la cuenca a la que pertenece el sistema de agua	Documentos Plan de manejo integrado de la cuenca del lago de Atitlán	Copia del documento de la Gestión Integral del Agua en la cuenca hidrográfica	<b>1.</b> Existen planes de manejo de cuencas que incluyan la microcuenca a la que pertenece las fuentes de agua <b>0.</b> No existen planes de manejo de cuenca	Elaboración de manejo de la microcuenca



## Anexo 2: Presupuesto de mejoras

### Presupuesto Integrado



No.	Mejora	Plazo	Ejecutor	Costo
1	Limpieza de predio del nacimiento	Corto	Comunidad	Q. 400.00
2	Limpieza de predio del tanque	Corto	Comunidad	Q. 500.00
3	Construcción de circulación de nacimiento	Mediano	Comunidad	Q. 30,569.40
4	Reconstrucción de canal de captación	Mediano	Comunidad	Q. 4,619.00
5	Construcción de circulación de tanque de distribución	Mediano	Comunidad	Q. 29,525.90
6	Rehabilitación de hipo clorador de pastilla por desgaste	Corto	Comunidad	Q. 1,500.00
7	Plan de control de calidad del agua	Mediano	Institucional	Q. 1,500.00
8	Búsqueda de fuente adicional para aumentar caudal	Largo	Comunidad	A definir a encontrar la fuente
9	Agregarse al tren de aseo de la cabecera municipal	Corto	Comunidad	Q. 1.00 por saco de basura
10	Construcción de letrina de hoyo seco	Medio	Comunidad	Q. 3,002.60
11	Construcción de pozo de absorción	Medio	Comunidad	Q. 1,536.00
12	Limpieza y rehabilitación básica de letrina	Corto	Comunidad	Q. 200.00
13	Implementación de SANTOLIC	Corto	Comunidad	Q. 12,100.00



## Presupuesto desglosado

### LIMPIEZA DE PREDIO DEL NACIMIENTO

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
1	Jornada diaria de trabajo	Día /8 hrs.	4	Q 100.00	Q 400.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 400.00</b>

### LIMPIEZA DE PREDIO DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>MANO DE OBRA</b>					
1	Jornada diaria de trabajo	Día /8 hrs.	5	Q 100.00	Q 500.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 500.00</b>

### CIRCULACIÓN DE NACIMIENTO

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>CIMIENTO CORRIDO</b>					
1	Varilla de Ø 3/8" grado 40	Varilla	36	Q 32.00	Q 1,152.00
2	Varilla de Ø 1/4" grado 40	Varilla	20	Q 14.30	Q 286.00
3	Cemento UGC 4,000 PSI	Saco	35	Q 76.00	Q 2,660.00
4	Arena de río	m <sup>3</sup>	4	Q 170.00	Q 680.00
5	Piedrín triturado	m <sup>3</sup>	4	Q 200.00	Q 800.00
6	Alambre de amarre	libra	5	Q 7.00	Q 35.00
<b>TOTAL, MATERIALES</b>					<b>Q 5,613.00</b>
7	Mano de obra	global	1	Q 3,000.00	Q 3,000.00
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>Q 8,613.00</b>

### MURO PERIMETRAL

1	Block 0.20 X 0.15 X 0.40	Unidad	565	Q 2.90	Q 1,638.50
2	Block tipo U 0.20 X 0.15 X 0.40	Unidad	141	Q 2.90	Q 408.90
3	Cemento UGC 4,000 PSI	Saco	25	Q 76.00	Q 1,900.00
4	Arena de río	m <sup>3</sup>	7	Q 170.00	Q 1,190.00
5	Piedrín triturado	m <sup>3</sup>	4	Q 200.00	Q 800.00
6	Varilla de Ø 3/8" grado 40	Varilla	75	Q 32.00	Q 2,400.00



7	Varilla de Ø 1/4" grado 40	Varilla	30	Q	14.30	Q	429.00
8	Alambre de amarre	Libra	10	Q	7.00	Q	70.00
9	Malla galvanizada de 2"x2"	m <sup>2</sup>	88	Q	50.00	Q	4,400.00
10	Tubo galvanizado de 2"	Unidad	11	Q	140.00	Q	1,540.00
11	Lañas para concreto	Caja	4	Q	40.00	Q	160.00
12	Tabla	Unidad	12	Q	40.00	Q	480.00
<b>TOTAL, MATERIALES</b>						Q	15,416.40
1	Mano de obra	global	1	Q	6,000.00	Q	6,000.00
<b>SUB-TOTAL</b>						Q	21,416.40

PUERTA							
1	Tubo galvanizado de 2"	Unidad	2	Q	140.00	Q	280.00
2	Malla galvanizada de 2"x2"	m <sup>2</sup>	2	Q	50.00	Q	100.00
3	Candado Yale de 40 mm.	Unidad	1	Q	60.00	Q	60.00
<b>TOTAL, MATERIALES</b>						Q	440.00
	Mano de obra	global	1	Q	100.00	Q	100.00
<b>SUB-TOTAL</b>						Q	540.00
<b>TOTAL</b>						<b>Q</b>	<b>30,569.40</b>

#### RECONSTRUCCIÓN DE CANAL DE CAPTACIÓN

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>LOSA DE CONCRETO</b>					
1	Cemento UGC 4,000 PSI	Saco	14	Q 76.00	Q 1,064.00
2	Arena de río	m <sup>3</sup>	1.5	Q 170.00	Q 255.00
3	Piedrin triturado	m <sup>3</sup>	1.5	Q 200.00	Q 300.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					Q 1,619.00
7	Mano de obra	global	1	Q 3,000.00	Q 3,000.00
<b>SUB-TOTAL</b>					Q 4,619.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 4,619.00</b>



### CIRCULACIÓN PERIMETRAL DE TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>CIMIENTO CORRIDO</b>					
1	Varilla de Ø 3/8" grado 40	Varilla	36	Q 32.00	Q 1,152.00
2	Varilla de Ø 1/4" grado 40	Varilla	20	Q 14.30	Q 286.00
3	Cemento UGC 4,000 PSI	Saco	35	Q 76.00	Q 2,660.00
4	Arena de río	m <sup>3</sup>	3.25	Q 170.00	Q 552.50
5	Piedrín triturado	m <sup>3</sup>	3.25	Q 200.00	Q 650.00
6	Alambre de amarre	libra	5	Q 7.00	Q 35.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					Q 5,335.50
7	Mano de obra	global	1	Q 3,000.00	Q 3,000.00
<b>SUB-TOTAL</b>					Q 8,335.50

<b>MURO PERIMETRAL</b>					
1	Block 0.20 X 0.15 X 0.40	Unidad	565	Q 2.90	Q 1,638.50
2	Block tipo U 0.20 X 0.15 X 0.40	Unidad	141	Q 2.90	Q 408.90
3	Cemento UGC 4,000 PSI	Saco	25	Q 76.00	Q 1,900.00
4	Arena de río	m <sup>3</sup>	5.2	Q 170.00	Q 884.00
5	Piedrín triturado	m <sup>3</sup>	2.5	Q 200.00	Q 500.00
6	Varilla de Ø 3/8" grado 40	Varilla	75	Q 32.00	Q 2,400.00
7	Varilla de Ø 1/4" grado 40	Varilla	30	Q 14.30	Q 429.00
8	Alambre de amarre	Libra	10	Q 7.00	Q 70.00
9	Malla galvanizada de 2"x2"	m <sup>2</sup>	88	Q 50.00	Q 4,400.00
10	Tubo galvanizado de 2"	Unidad	11	Q 140.00	Q 1,540.00
11	Lañas para concreto	Caja	4		Q -
12	Tabla	Unidad	12	Q 40.00	Q 480.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					Q 14,650.40
1	Mano de obra	global	1	Q 6,000.00	Q 6,000.00
<b>SUB-TOTAL</b>					Q 20,650.40

<b>PUERTA</b>					
1	Tubo galvanizado de 2"	Unidad	2	Q 140.00	Q 280.00
2	Malla galvanizada de 2"x2"	m <sup>2</sup>	2	Q 50.00	Q 100.00
3	Candado Yale de 40 mm.	Unidad	1	Q 60.00	Q 60.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					Q 440.00
	Mano de obra	global	1	Q 100.00	Q 100.00
<b>SUB-TOTAL</b>					Q 540.00
<b>TOTAL</b>					Q 29,525.90



### REHABILITACIÓN DEL HIPOCLORADOR

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Reparación de hipoclorador de pastillas	1	Global	Q 1,500.00	Q 1,500.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 1,500.00</b>

### PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Realización de análisis de calidad del agua	1	unidad	Q 1,500.00	Q 1,500.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 1,500.00</b>

### LETRINAS

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>LOSA DE CONCRETO</b>					
1	Varilla de Ø 3/8" grado 40	Varilla	4	Q 32.00	Q 128.00
2	Varilla de Ø 1/4" grado 40	Varilla	2	Q 14.30	Q 28.60
3	Cemento UGC 4,000 PSI	Saco	4	Q 76.00	Q 304.00
4	Arena de río	m <sup>3</sup>	0.4	Q 170.00	Q 68.00
5	Piedrín triturado	m <sup>3</sup>	0.4	Q 200.00	Q 80.00
6	Alambre de amarre	libra	3	Q 7.00	Q 21.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 629.60</b>
7	Mano de obra	global	1	Q 250.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>Q 879.60</b>

### CASETA

1	Lámina galvanizada cal. 24 de 8 ft.	Unidad	7	Q 80.00	Q 560.00
2	Parales de 2"x2"x7ft.	Unidad	22	Q 30.00	Q 660.00
3	Tubo PVC para drenaje 3"	Unidad	1	Q 60.00	Q 60.00
4	Codo PVC a 90° 3"	Unidad	1	Q 15.00	Q 15.00
5	Aparato sanitario (asiento)	Unidad	1	Q 60.00	Q 60.00
6	Clavo de 3"	Libra	3	Q 6.00	Q 18.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 1,373.00</b>
1	Mano de obra	global	1	Q 250.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL</b>					<b>Q 1,623.00</b>

### POZO CIEGO

1	Excavación	Ml.	2	Q 250.00	Q 500.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 3,002.60</b>

### POZO DE ABSORCIÓN

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>LOSA DE CONCRETO</b>					
1	Tubo de concreto armado 1 m.	Unidad	1	Q 350.00	Q 350.00
2	Excavación de pozo	MI	3	Q 250.00	Q 750.00
3	Tapadera de concreto	Saco	1	Q 110.00	Q 110.00
4	Cemento UGC 4,000 PSI	Saco	1	Q 76.00	Q 76.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					Q 1,286.00
7	Mano de obra	global	1	Q 250.00	Q 250.00
<b>SUB-TOTAL</b>					Q 1,536.00
<b>TOTAL</b>					<b>Q 1,536.00</b>

### IMPLEMENTACIÓN DE SANTOLIC

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Material didáctico e insumos para facilitador y para las etapas de la metodología (Incluye impresiones):	Global	1	Q 500.00	Q 500.00
2	Insumos para la celebración FIDAL Alimentación:	Global	1	Q 1,800.00	Q 1,800.00
3	Rótulo FIDAL para la comunidad instalado:	Global	1	Q 1,300.00	Q 1,300.00
4	Costo del facilitador en función del tiempo que invierte y sus recursos:	Global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00
5	Estipendio (Alimentación y Transporte) para visita de verificación del comité FIDAL:	Global	1	Q 1,500.00	Q 1,500.00
6	Insumos para higiene bucodental y lavado de manos: (Varía por comunidad)	Global	1	Q 5,000.00	Q 5,000.00
<b>TOTAL SANTOLIC</b>					<b>Q12,100.00</b>



## Especificaciones técnicas

### Circulación de nacimiento

#### OBRA GRIS

##### Especificaciones de block

- Block vació de concreto clase C liviano de 35kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.
- Block tipo U de concreto clase C liviano de 35kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.

##### Especificaciones de varillas de acero

- Acero grado 40 en todas las dimensiones de varilla
- Adquirir varillas de 6 metros de largo
- Varillas de diámetro original, no comercial ni milimétrica

##### Especificaciones de concreto

- Cemento UGC 4,060 PSI
- Arena de río sin residuos o elementos orgánicos
- Piedrín triturado de 1/2" azul

#### ACABADOS

- Block sisado en ambas caras y repello en terminaciones de columnas y elementos fundidos de concreto visto.
- Malla tejida romboidal de 2"x2" galvanizado calibre 16.
- Tubo galvanizado redondo Ø 2" y 2.00 mm. de espesor, largo de 6 m.

### Reconstrucción de canal de captación

#### OBRA GRIS

##### Especificaciones de varillas de acero

- Acero grado 40 en todas las dimensiones de varilla
- Adquirir varillas de 6 metros de largo
- Varillas de diámetro original, no comercial ni milimétrica

##### Especificaciones de concreto

- Cemento UGC 4,060 PSI
- Arena de río sin residuos o elementos orgánicos
- Piedrín triturado de 1/2" azul

### Circulación de tanque de distribución

#### OBRA GRIS

##### Especificaciones de block

- Block vació de concreto clase C liviano de 35kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.
- Block tipo U de concreto clase C liviano de 35kg/cm<sup>2</sup> de resistencia.



### **Especificaciones de varillas de acero**

- Acero grado 40 en todas las dimensiones de varilla
- Adquirir varillas de 6 metros de largo
- Varillas de diámetro original, no comercial ni milimétrica

### **Especificaciones de concreto**

- Cemento UGC 4,060 PSI
- Arena de río sin residuos o elementos orgánicos
- Piedrín triturado de 1/2" azul

### **ACABADOS**

- Block sisado en ambas caras y repello en terminaciones de columnas y elementos fundidos de concreto visto.
- Malla tejida romboidal de 2"x2" galvanizado calibre 16.
- Tubo galvanizado redondo  $\varnothing$  2" y 2.00 mm. de espesor, largo de 6 m.

## **Pozo de absorción**

### **Materiales**

- Tubo de concreto armado  $\varnothing$  1m. y 1 m. de alto.
- Encamisado de piedra triturada de  $\varnothing$  1/2" a 2 1/2"

### **Poso de absorción**

- Altura de pozo de absorción 3 m. de alto
- 1 m. de diámetro del pozo

## **Letrina**

### **MATERIALES**

#### **Materiales de caseta**

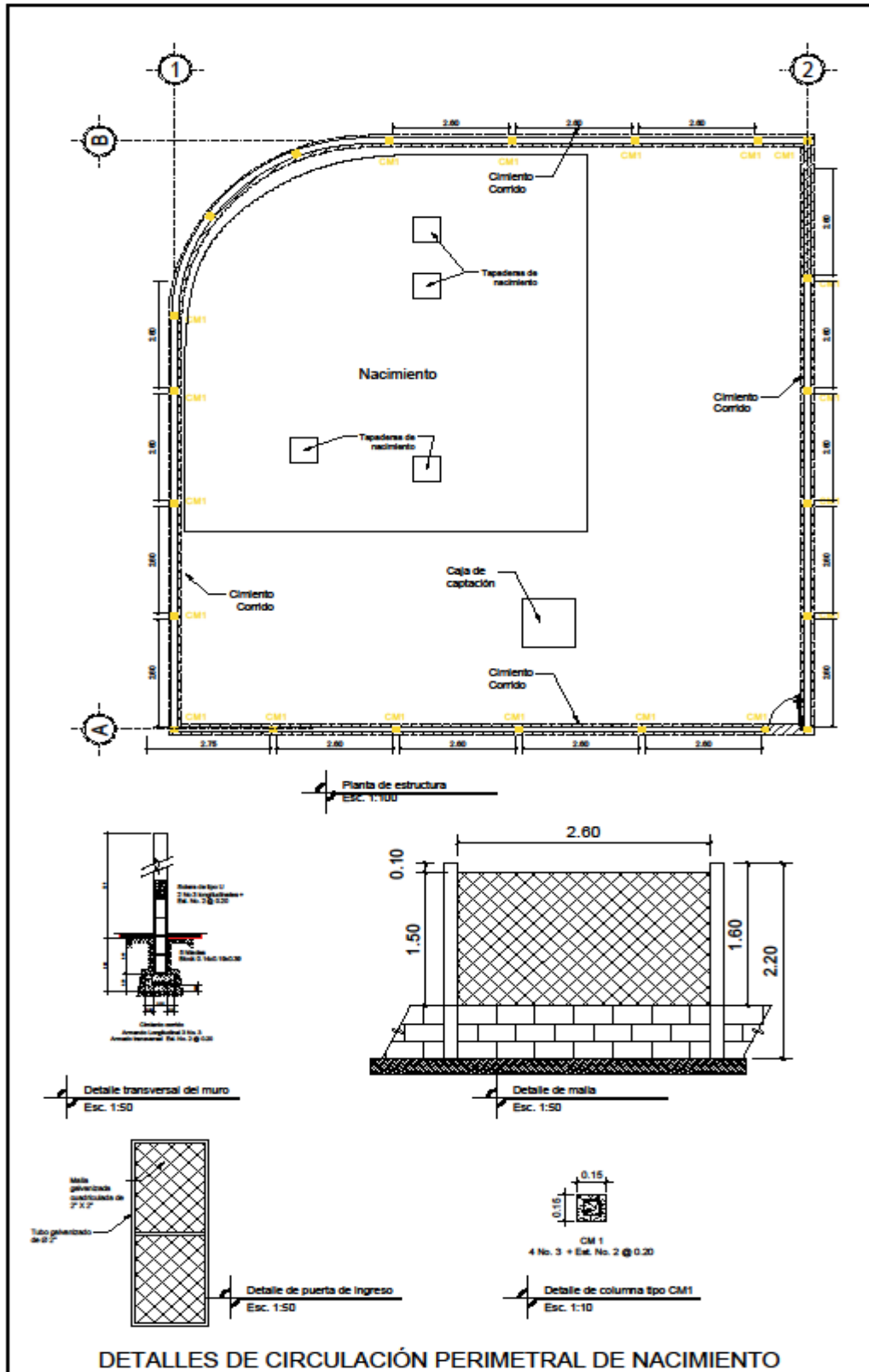
- Lámina galvanizada calibre 24 de 6 ft.
- Parales rústicos de madera 2"x2" X9 ft.

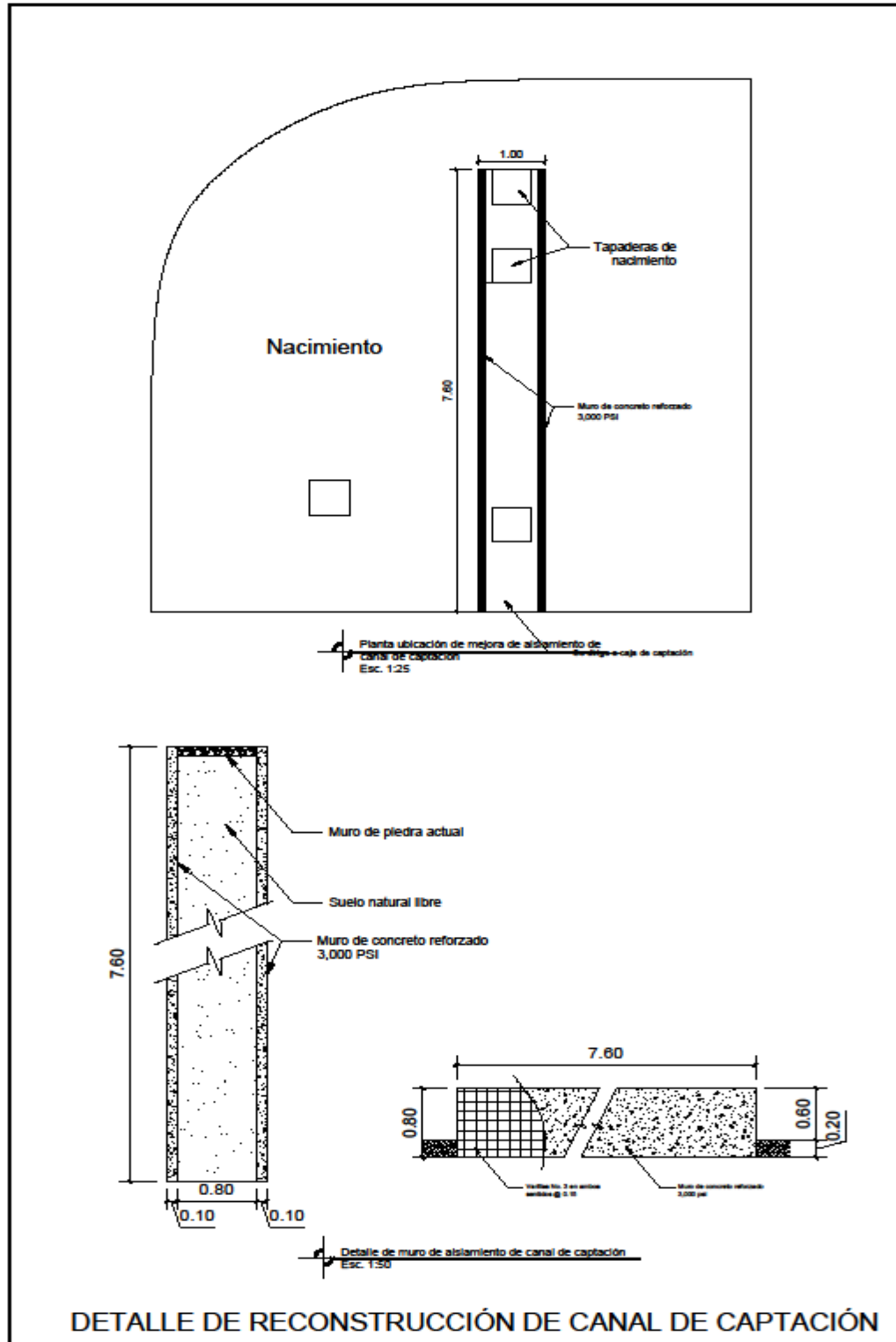
### **Especificaciones de varillas de acero**

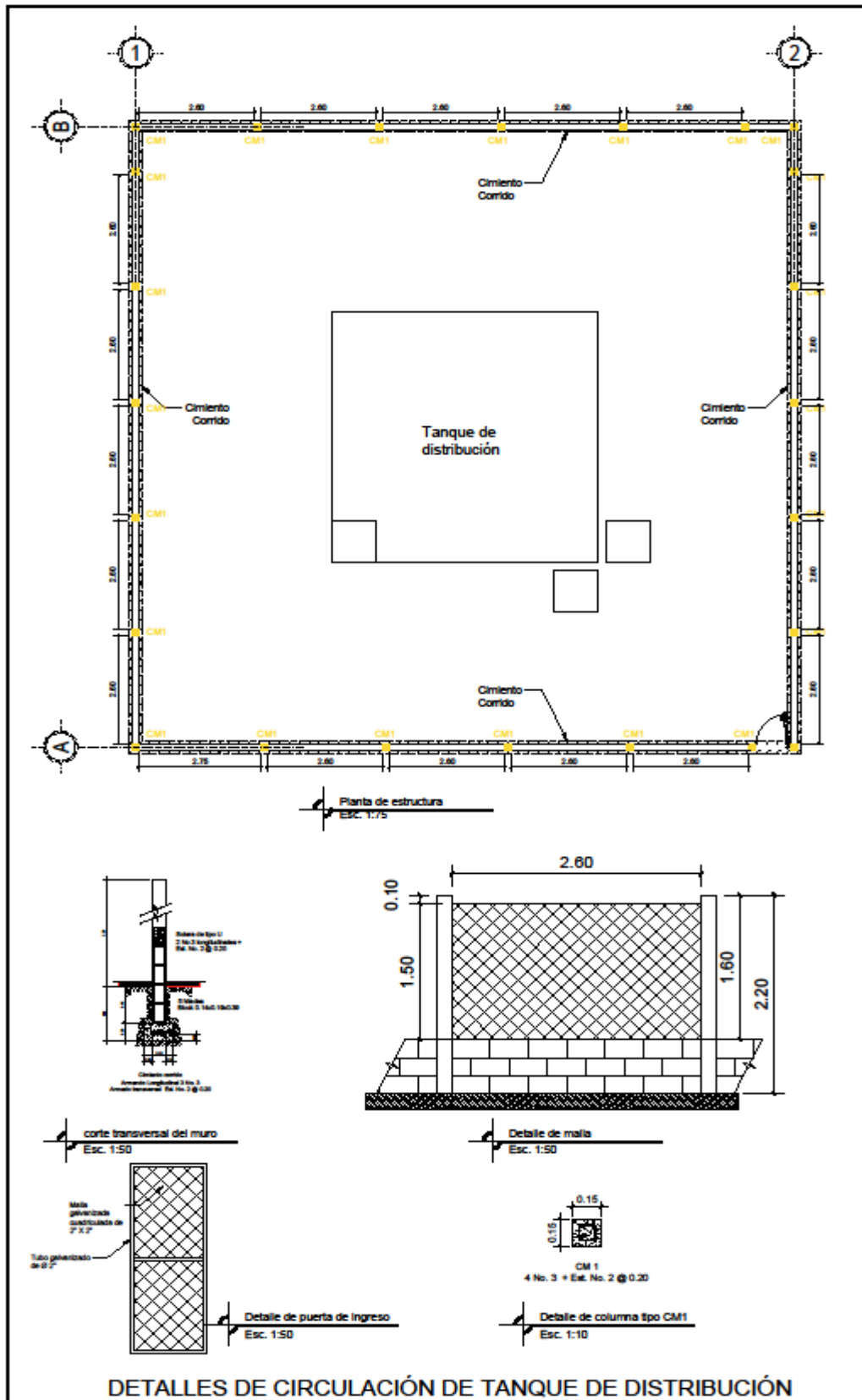
- Acero grado 40 en todas las dimensiones de varilla
- Adquirir varillas de 6 metros de largo
- Varillas de diámetro original, no comercial ni milimétrica

### **Especificaciones de concreto**

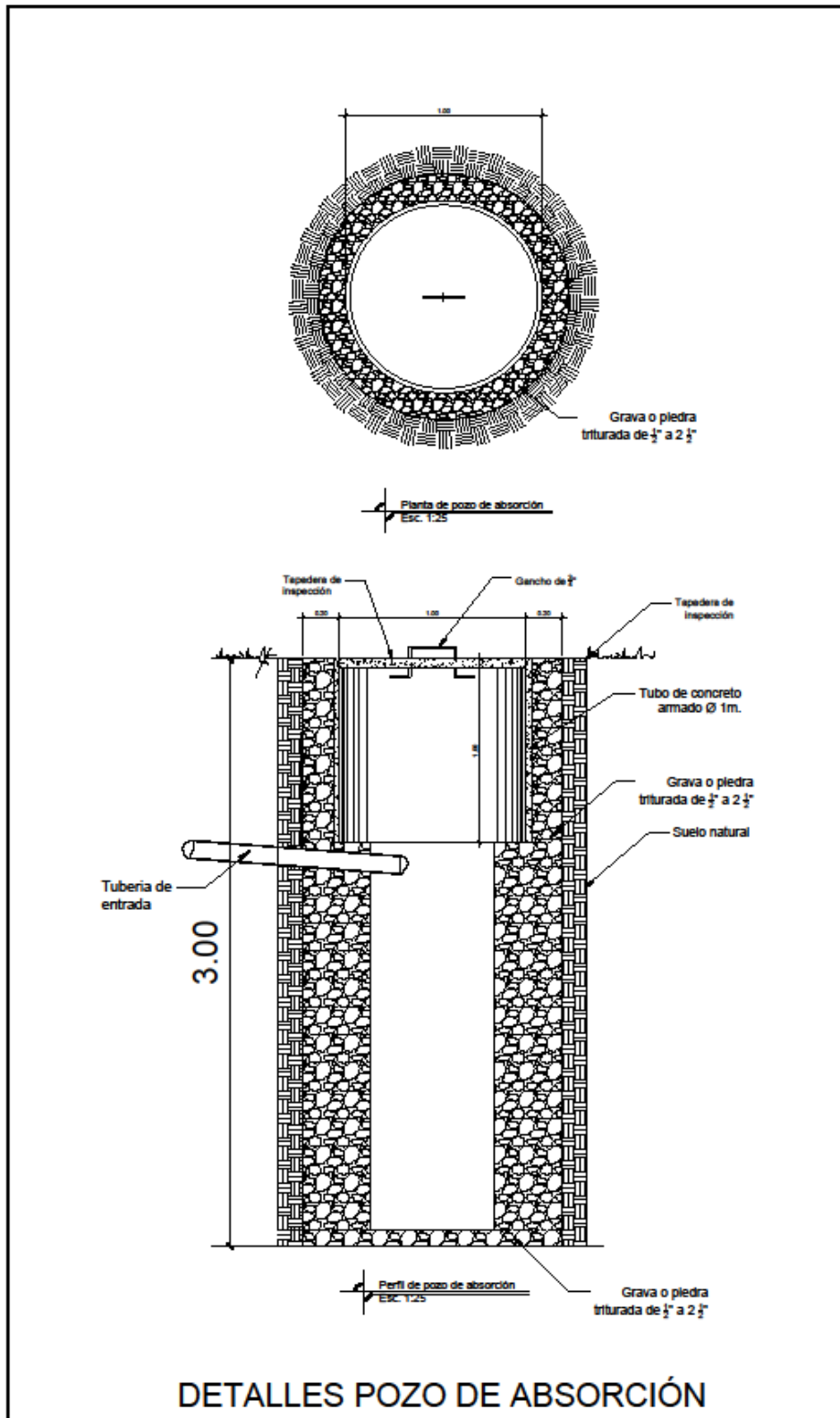
- Cemento UGC 4,060 PSI
- Arena de río sin residuos o elementos orgánicos
- Piedrín triturado de 1/2" azul

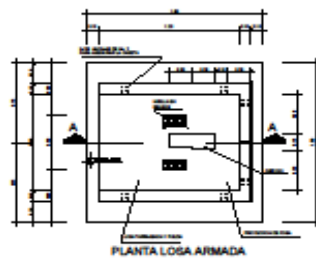






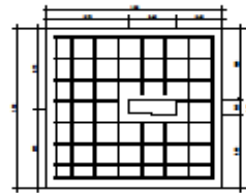






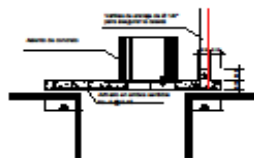
PLANTA LOSA ARMADA

Planta de distribución  
Esc. 1:75

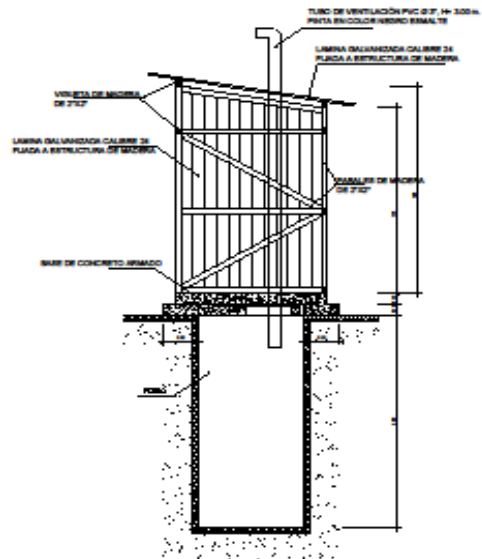


PLANTA LUBRA

Planta de estructura  
Esc. 1:75



Sección A-A  
Esc. 1:75



Sección A-A  
Esc. 1:75

## DETALLES DE LETRINA



## Bibliografía

AMSCLAE. (2018). *Priorización de Cuencas 2018*. Panajachel.

COGUANOR. (9 de Agosto de 2013). Agua Potable - Especificaciones. *COGUANOR NGO 29001*. Guatemala, Guatemala, Guatemala.

INE. (2018). XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda. Guatemala.

INFOM, & Ministerio de salud. (Noviembre de 2011). Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para el consumo humano. Guatemala, Guatemala.

Orellana, I. J. (2005). *Ingeniería Sanitaria*.

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Developing Drinking-Water Quality*. Suiza.

Ruiz, P. A. (2007). *APUNTES SOBRE EL CURSO DE INGENIERIA SANITARIA 1*. Guatemala: Universidad San Carlos de Guatemala.