



# PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

CASERÍO MONTE MERCEDES , ALDEA  
SACSIGUAN, SOLOLÁ

El plan de mejora correspondiente al caserío Monte Mercedes, aldea Sacsiguan, Sololá, presenta la problemática que actualmente existe en los sistemas de agua por gravedad y saneamiento, como también las mejoras que se proponen para optimizar y garantizar estos servicios esenciales para los habitantes de la comunidad.

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:

Ingeniero Civil Juan Carlos Chávez Ventura y HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Municipalidad de Sololá:

Carlos Humberto Guarquez Ajiquichí  
Alcalde Municipal.

Rigoberto Saloj  
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 fotografías.....	4
Índice de gráficas .....	4
Índice de tablas.....	4
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.....	11
Objetivos del plan .....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Descripción del sistema de agua existente.....	13
Captaciones existentes.....	13
Línea de conducción.....	15
Tanque de distribución .....	16
Red de distribución.....	16
Información del sistema de agua y saneamiento .....	18
Mapas de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento.....	19
Diagrama de flujo del sistema de agua evaluado.....	21
Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos .....	22
Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes. ....	22
Análisis del saneamiento en la comunidad.....	28
Análisis de la disposición de aguas residuales.....	28
Tipo de tratamiento existente .....	29
Análisis de la disposición de residuos sólidos.....	29
Caracterización de desechos sólidos.....	29
Estado de enfermedades de origen hídrico .....	30



Análisis de la oferta .....	30
Análisis de la demanda.....	31
Análisis de la capacidad de almacenamiento .....	31
Principales mejoras identificadas del sistema de agua.....	34
Mejoras en el sistema de agua a corto plazo.....	34
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo.....	36
Mejoras en el sistema de agua a largo plazo .....	36
Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad ....	37
Principales mejoras identificadas de saneamiento .....	38
Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo.....	38
Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo.....	38
Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo .....	38
Principales mejoras identificadas de residuos sólidos .....	39
Hoja de ruta para la gestión de mejoras .....	40
Análisis de sostenibilidad .....	41
Técnica .....	41
Ambiental.....	43
Manual de operación y mantenimiento .....	44
Operación: .....	44
OPERACIÓN.....	44
MANTENIMIENTO .....	50
Mantenimiento:.....	50
Cronograma de operación y mantenimiento .....	62
Resultados de la calidad de agua.....	63
Medición de potencial de Hidrogeno .....	63
Control de la calidad de agua .....	64
Anexo 1: .....	67
Análisis de sostenibilidad técnica:.....	67
Análisis de sostenibilidad ambiental:.....	68
Anexo 2: Presupuesto de mejoras .....	71
Presupuesto Integrado agua potable .....	71
Presupuesto Integrado saneamiento .....	75



Anexo 3: Especificaciones técnicas de materiales.....	79
Bibliografía.....	95

## Índice de fotografías

Fotografía 1. Captación del nacimiento 1 .....	13
Fotografía 2. Captación del nacimiento 2 .....	14
Fotografía 3. Captación del nacimiento 3 .....	14
Fotografía 4. Caja reunidora de caudales.....	15
Fotografía 5. Tubería expuesta.....	15
Fotografía 6. Infraestructura tanque de distribución. ....	16
Fotografía 7. Servicio predial. ....	17
Fotografía 8. Pilas. ....	17
Fotografía 9. Riesgo actual en la fuente No. 1.....	22
Fotografía 10. Riesgo actual en la fuente No. 2.....	23
Fotografía 11. Riesgo actual en la fuente No. 3.....	23
Fotografía 12. Caja reunidora. ....	24
Fotografía 13. Presencia de sistema de desinfección, pero sin uso.....	25
Fotografía 14. Puntos de consumo.....	26
Fotografía 15. Letrinas lavables.....	27
Fotografía 16. Disposición de aguas grises a flor de tierra. ....	27
Fotografía 17. Letrinas existentes en la comunidad.....	28
Fotografía 18. Disposición de aguas grises a flor de tierra. ....	29
Fotografía 19. Medición de cloro en la comunidad. ....	63
Fotografía 20. Medición de pH en la comunidad. ....	64

## Índice de gráficas

Gráfica 1. Comparación de caudal existente vs caudal necesario.....	32
Gráfica 2. Comparación volumen de tanque actual vs necesario.....	33
Gráfica 3. Proyección de producción y necesidad de agua.....	34

## 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.....	11
Tabla 6: Servicios básicos.....	11
Tabla 7: Información del sistema de agua .....	18
Tabla 8: Información del sistema de saneamiento .....	18
Tabla 9: Riesgo en fuentes de agua. ....	22



Tabla 10: Riesgo por tratamiento de agua. ....	24
Tabla 11: Riesgo en la red de distribución. ....	25
Tabla 12: Riesgo en puntos de consumo. ....	26
Tabla 13: Riesgo en el sistema de saneamiento. ....	27
Tabla 14: Disponibilidad de saneamiento en la comunidad (Fuente: COMITÉ DE AGUA). ....	28
Tabla 15: Disposición final de residuos. ....	30
Tabla 16: Datos generales del sistema de agua potable. ....	32
Tabla 17: Análisis de oferta-demanda. ....	33
Tabla 18: Mejoramiento sistema de agua a corto plazo. ....	35
Tabla 19: Mejoramiento sistema de agua a mediano plazo. ....	36
Tabla 20: Mejoramiento sistema de agua a largo plazo. ....	37
Tabla 21: Mejoramiento sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad. ....	38
Tabla 22: Mejoramiento sistema de saneamiento a corto plazo. ....	38
Tabla 23: <i>Mejoramiento sistema de saneamiento a mediano plazo.</i> ....	38
Tabla 24: <i>Mejoramiento sistema de saneamiento a largo plazo.</i> ....	39
Tabla 25: <i>Mejoras identificadas de residuos sólidos.</i> ....	39
Tabla 26: Índice de sostenibilidad técnica agua potable. ....	41
Tabla 27: Índice de sostenibilidad técnica saneamiento. ....	42
Tabla 28: Índice de sostenibilidad ambiental. ....	43
Tabla 29: <i>cronograma de operación y mantenimiento</i> ....	62

## 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:	Caserío Monte Mercedes, aldea Sacsiguan, Sololá	
Institución implementadora:	Comité de agua.	
Componentes:	Técnico y Ambiental	
Beneficiarios:	Aumentar la calidad, cantidad y cobertura de agua en el área rural del municipio para 792 personas	
Opciones de Financiamiento:	Fondos Propios, Presupuesto municipal, fondos del Consejos de Desarrollo, INFOM, cooperación internacional (BID, AECID, etc.), y aporte comunitario (mano de obra)	
Periodo de ejecución:	5 años	
Acciones estratégicas:	Socialización y validación del plan de mejora, como herramienta estratégica para el desarrollo del sistema de agua y saneamiento.	
	Capacitación a fontaneros de los sistemas.	
	Programa de sensibilización para la población, sobre el uso y administración del agua, dar a conocer los costos de operación y mantenimiento del servicio, implementar acciones para mejorar la sostenibilidad.	
	Gestionar por medio de COCODE y comité de agua, recursos financieros para poder llevar a cabo el plan de mejoras.	
	Fomentar la transparencia en la administración y operación del sistema, involucrando actores del sector.	
	Crear el reglamento del servicio.	
	Realizar censo para actualizar usuarios e identificar conexiones ilícitas	
Inversiones priorizadas	Implementar plan de control de la calidad de agua	Q 1,500.00
	Implementar plan de operación y mantenimiento del sistema de agua	Q 3,500.00
	Mejoras en captaciones	Q 24,084.00
	Mejoras en conducción	Q 31,680.00
	Mejoras en tanque de distribución	Q 15,748.00
	Mejoras en distribución	Q 13,924.00
	Capacitación saneamiento	Q 10,000.00
	Implementación de sistema de lavado de manos	Q 26,440.00
	Mejorar la estructura de letrinas en mal estado	Q 267,960.00
	Capacitación en clasificación de residuos	Q 8,474.00
Dotación de recipientes para clasificación	Q 17,340.00	

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



## Resumen ejecutivo

El caserío Monte Mercedes cuenta con dos sistemas de agua, el primero de ellos por gravedad, y el segundo conjuntamente con el caserío Peña Blanca, el objeto del presente plan, corresponde al proyecto por gravedad, el cual cuenta con una cobertura del 29.5 % de agua y una cobertura del 40 % de saneamiento, para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por Comité de Agua de la comunidad, se determinó en base a un muestreo estadístico con la visita a 20 viviendas de un total de 132 que existen en la comunidad.

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

La comunidad actualmente no cuenta con un servicio colectivo para la disposición de excretas, para el tema de aguas grises cuenta con sistemas individuales, en el tema de residuos sólidos no cuentan con sistema de recolección y disposición final, por lo cual las familias deben utilizar sistemas individuales, recurriendo a la quema de desechos inorgánicos y utilización de orgánicos como abono o acondicionador de suelos, actualmente la comunidad tiene problemas puesto que necesita mejorar las letrinas para alcanzar una cobertura óptima de saneamiento y evitar la defecación al aire libre.

El sistema de abastecimiento de agua tiene 40 años de haberse construido, durante este periodo no se han implementado mejoras, los principales problemas identificados: en los nacimientos la implementación de cerco perimetral, posteriormente cambio de caja de aire y caja de limpieza en el sistema son tubería de conducción PVC expuesta, tubería de distribución con baja operación/bajo mantenimiento/infraestructura vulnerable/etc. Para proveer de un servicio adecuado y de calidad el sistema de implementar mejoras que pueden ser implementadas por la comunidad, principalmente en énfasis de calidad de agua, en cuanto a la continuidad del servicio, es intermitente, cada cuatro días por sector, el sistema no cuenta con sistema de desinfección.

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

### Estado del sistema de agua

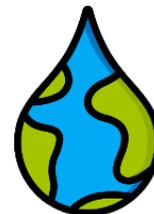
Componente	Estado	Identificación de mejora	Presupuesto de mejora	Quien podría implementar la mejora	Recursos disponibles para mejora
Captación	Regular	Implementar obras de protección (cerco perimetral), cambio de candados. Mejorar operación y mantenimiento.	Q 24,084.00	Comunidad /fondos externos.	Actualmente ninguno.
Línea de conducción	Regular	Protección de tubería PVC expuesta, cambio de candados en cajas de válvulas de limpieza y aire, mantenimiento de líneas de conducción.	Q 31,680.00	Comunidad /fondos externos.	Actualmente ninguno.
Tanque de distribución	Regular	Protección de tanque, construcción de cerco perimetral. Y cambio de válvulas.	Q 15,748.00	Comunidad /fondos externos.	Actualmente ninguno.
Línea de distribución	Regular	Identificación de tramos de tubería con fugas, y conexiones en mal estado. La comunidad solicita micro medición, o contador de agua por cada conexión existente.	Q 13,924.20	Comunidad /fondos externos.	Actualmente ninguno.

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/malo	Reemplazar paredes de letrinas. Identificar letrinas en mal estado. Capacitación de saneamiento, implementar sistema de lavado de manos.	Q . 304,400.00	Comunidad/fondos externos.	Actualmente ninguno.
Sistema de aguas grises	No existe.	Implementación de tratamiento e infiltración.	Q 608,775.14	Comunidad/fondos externos.	Actualmente ninguno.
Residuos sólidos	No existe.	Capacitación en clasificación de residuos, y dotación de recipientes para basura	Q 25,814.00	Comunidad/fondos externos.	Actualmente ninguno.

Tabla 3: Estado de saneamiento



## Localización de la zona de estudio

Identificación	
Cabecera Municipal	Sololá
Comunidad	Caserío Monte Mercedes, Aldea Sacsiguan
Colindancias	
Al norte	Santa María y municipio de Concepción.
Al Sur	Caserío Peña Blanca, y Panajachel.
Al Este	Municipio de Concepción.
Al Oeste	Casco urbano del municipio de Sololá.
Coordenadas geográficas	
Latitud	14°46'20.02"N
Longitud	91° 9'34.14"O
Altura	2280.00 msnm
Extensión territorial	
Superficie	230 hectáreas = 2,296,350.00 m <sup>2</sup> (Obtenida de área estimada en plataforma Google Earth, estimado por el consultor)
Microcuenca	Área de captación Río Panajachel
Cuenca	Lago de Atitlán
Características particulares	
Clima	Frio
Rango de temperatura anual	12°C A 18 ° C
Rango de precipitación media	1,000 A 2,000 mm de agua por año.
Tipo de suelo	Según Simmons, 1959, Camancha, Serie Atitlán y Patzité, son los suelos presentes en el área
Uso de suelo y vegetación	Agrícola y forestal
<b>FUENTE: SEGEPLAN</b>	

Tabla 4: Localización del estudio

## MAPA DE LOCALIZACIÓN DEL CASERÍO MONTE MERCEDES, ALDEA SACSIGUAN, SOLOLÁ



COORDENADAS CASERÍO MONTE MERCEDES	
COORD_ESTE	COORD_NORTE
698107.79 m E	1633945.85 m N



SIMBOLOGIA
 UBICACIÓN COMUNIDAD



Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 15N  
Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984



## Datos generales de la comunidad/casco urbano

DATOS GENERALES	
Nombre:	Caserío Monte Mercedes, aldea Sacsiguan, municipio de Sololá
Población:	892 personas, en 132 viviendas.
Personas/viviendas con acceso a agua	132 viviendas con acceso a agua.
Porcentaje de cobertura de agua	30 %
Personas/viviendas con acceso a saneamiento	400 viviendas.
Porcentaje de cobertura de saneamiento	100 %
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Se presenta un costo estimado por la comunidad, para la instalación y materiales de una conexión se tiene un costo de Q 1,200.00. Para realizar reparaciones se realizan colectas para la compra de insumos, la mano de obra la brinda la comunidad. El proyecto no tiene una tarifa mensual.
Costo de acceso a un servicio de saneamiento letrina/drenaje	No presentan ningún costo. Se hace de manera Individual. Con un costo aproximado de Q 950.00.

Tabla 5: Datos generales



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	En el centro de la comunidad existe una escuela, que imparte clases a nivel primario hasta sexto grado. Con educación los 5 días de la semana.
Salud	Si existe puesto de salud dentro de la comunidad, como también al casco urbano del municipio de Sololá.
Energía Eléctrica	Se cuenta con energía eléctrica dotada por empresa privada.
Principal actividad productiva	La agricultura es la mayor actividad productiva que presenta la comunidad.

Tabla 6: Servicios básicos

## Objetivos del plan

### Objetivo General



Fortalecer las capacidades comunitarias mediante un plan de mejora, correspondiente al caserío Monte Mercedes, aldea Sacsiguan, municipio de Sololá, departamento de Sololá, en sus funciones relacionadas con el derecho humano al agua y saneamiento.

### Objetivos Específicos

- Evaluar y caracterizar el sistema de agua y saneamiento del caserío Monte Mercedes, aldea Sacsiguan, municipio de Sololá, 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.
- Elaborar propuestas de mejora a partir de las vulnerabilidades identificadas de los servicios de agua y saneamiento, de tal forma que exista una integridad entre el ámbito financiero y la calidad de estos servicios, de manera que se beneficie equitativamente a todos los involucrados dentro del desarrollo de este programa.
- Fortalecer la gestión y administración responsable del servicio de agua potable y saneamiento por parte del comité de agua, siendo el ente responsable del sistema, a partir de la socialización de herramientas técnicas derivadas de la información implícita en el plan de mejora, fomentando así el funcionamiento autosustentable del sistema.

## Descripción del sistema de agua existente

El sistema de agua potable existe en el caserío Monte Mercedes, aldea Sacsiguan está compuesto por: Captación, Caja Reunidora de Caudales, Línea de Conducción, Tanque de distribución, Red de distribución 3 ramales. El sistema no tiene un costo mensual para la comunidad, tampoco cuenta con medidores volumétricos individuales para la verificación del consumo. Este proyecto es administrado, operado y con mantenimiento por parte del comité de agua de la comunidad, compuesto por presidente, secretario, tesorero, y vocales.

Este sistema de agua potable, se encarga de abastecer a 132 conexiones de tipo predial, con 40 años de existencia desde su construcción hasta el presente.

### Captaciones existentes

Existen tres captaciones con nacimientos de tipo brote definido, estos se encargan de dirigir las aguas de la fuente, hacia la caja reunidora de caudales:

Nacimiento 1: de tipo brote definido con captación de paredes de concreto, losa de base y superior de concreto, este no cuenta con cerco perimetral, como también candados en mal estado. El aforo de este nacimiento es de: 0.39 l/s.

Fotografía 1. Captación del nacimiento 1



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

Nacimiento 2: de tipo brote definido con captación de paredes de concreto, losa de base y superior de concreto, este no cuenta con cerco perimetral, como también candados en mal estado. Este nacimiento está seco, según comunitarios hace 3 años se seco.

Fotografía 2. Captación del nacimiento 2



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

Nacimiento 3: de tipo brote definido con captación de paredes de concreto, losa de base y superior de concreto, este no cuenta con cerco perimetral, como también candados en mal estado. El aforo de este nacimiento es de 0.86 l/s.

Fotografía 3. Captación del nacimiento 3



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

## Línea de conducción

Para la conducción de agua, de las captaciones al tanque de distribución, está compuesto por 7,000 metros de conducción, con diámetros desde 2 1/2" PVC siendo el diámetro final que entra al tanque de distribución. Este tramo de tubería recorre distancias en orillas de las quebradas, cruzando por el municipio de Concepción. Esta línea también se compone de 1 caja reunidora de caudales.

*Fotografía 4. Caja reunidora de caudales.*



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

*Fotografía 5. Tubería expuesta.*



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

## Tanque de distribución

El tanque de distribución tiene dimensiones de 3.4 de largo y 6.0 metros de ancho, con una profundidad efectiva de 1.90 metros, haciendo un volumen efectivo real de 40 m<sup>3</sup>, este elemento no cuenta con dispositivo de cloración o desinfección, como tampoco cuenta con cerco perimetral. La tubería de salida del tanque es de 2 1/2" y posteriormente se convierte en 1 1/2" de diámetro.

Fotografía 6. Infraestructura tanque de distribución.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

## Red de distribución

La red de distribución está compuesta por tres líneas principal con diámetro de 1 1/2" y 2" y longitud aproximada de 5,000.00 metros. Este compuesto por 132 conexiones prediales, los cuales no cuentan con medidor volumétrico.

Fotografía 7. Servicio predial.

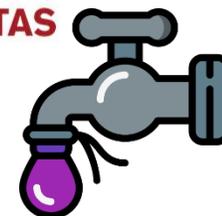


Fuente: Visita técnica 29/09/2021

Fotografía 8. Pilas.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021



## 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
Monte Mercedes Central	Comité de Agua	Rural	Gravedad	Domiciliar	Tanque = 0.86 l/s.	No.	Se encuentra en funcionamiento	La Cuchilla	Nacimiento 1	Caserío Monte Mercedes	Sololá	792	132	
									Nacimiento 2					
									Nacimiento 3					

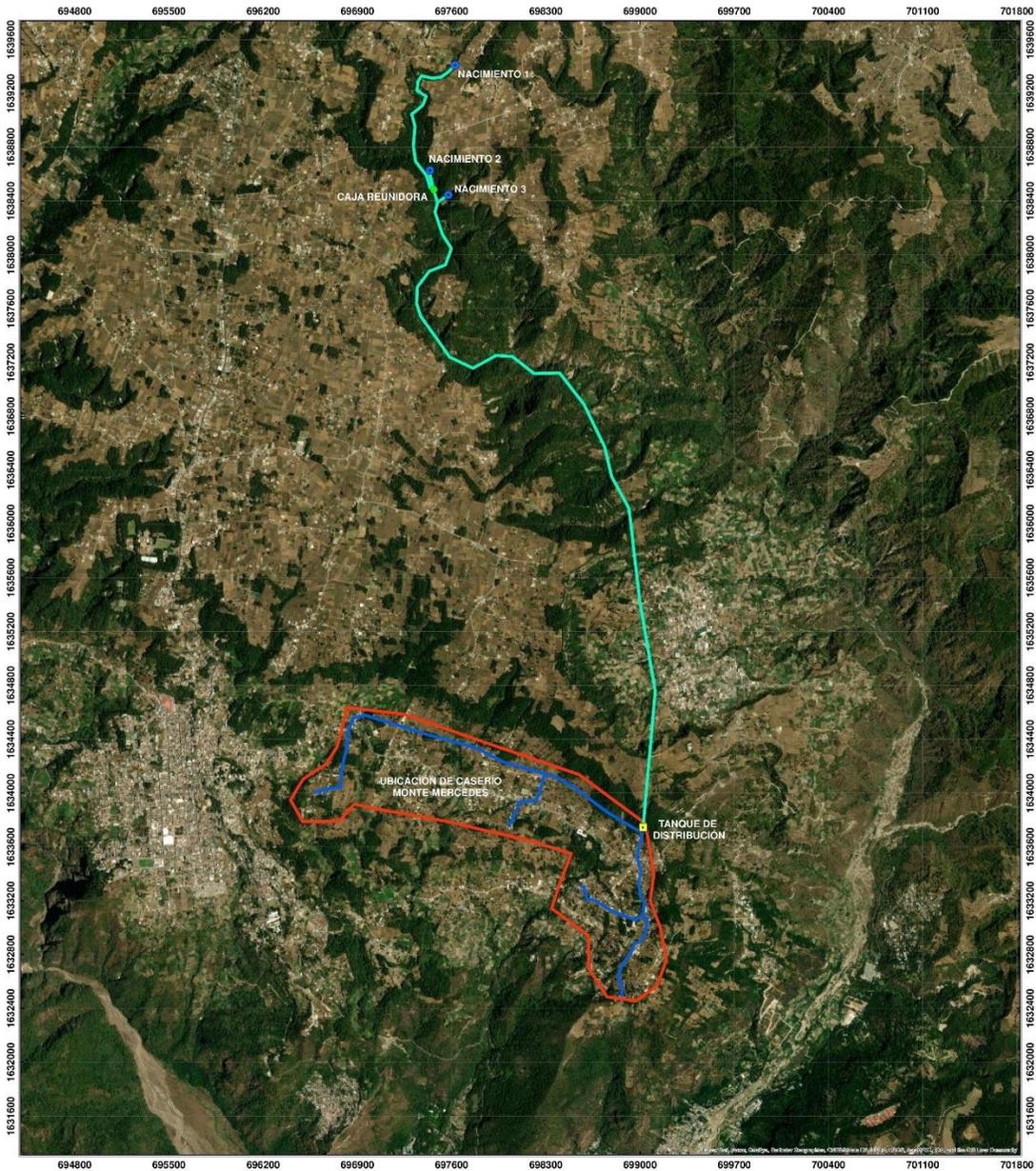
Tabla 7: Información del sistema de agua

Descripción	Número de Viviendas	Porcentaje equivalente
Viviendas con letrina de pozo seco	104 viviendas	Equivalente al 76%
Viviendas con letrina lavable	28 viviendas	Equivalente al 24%
Viviendas que no cuentan con letrinas	0 viviendas	Equivalente al 0%
Disposición de aguas grises a flor de tierras	132 viviendas	Equivalente al 100%

Tabla 8: Información del sistema de saneamiento



## MAPA DE UBICACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA COMUNITARIO CASERÍO MONTE MERCEDES, ALDEA SACSIGUAN, SOLOLÁ

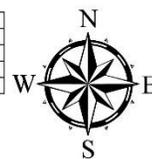


Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 15N  
Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984

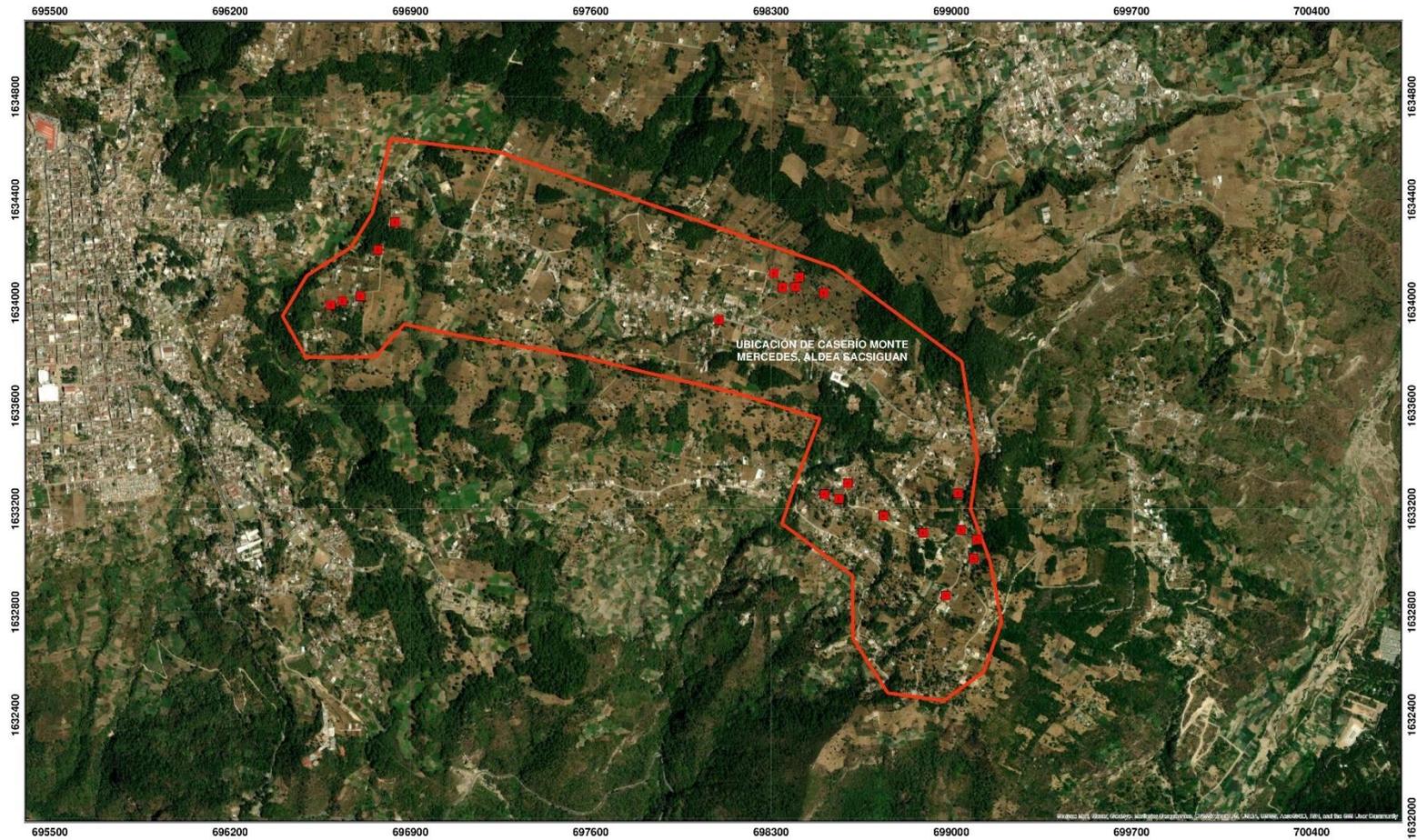
COORD_X	COORD_Y	Nombre
697615.13 m E	1639397.89 m N	NACIMIENTO 1 CHUACRUZ
697401.78 m E	1638673.19 m N	NACIMIENTO 2 SECO
697570.13 m E	1638445.82 m N	NACIMIENTO 3 SANTA MARIA
699059.62 m E	1633736.16 m N	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

**SIMBOLOGÍA**

- NACIMIENTO
- CAJA REUNIDORA
- CONDUCCIÓN
- TANQUE
- RED DE DISTRIBUCIÓN
- UBICACIÓN COMUNIDAD



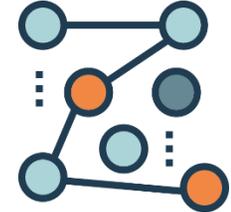
# MAPA DE UBICACIÓN DEL SISTEMA DE SANEAMIENTO INDIVIDUAL DEL CASERÍO MONTE MERCEDES, ALDEA SACSIGUAN, SOLOLÁ



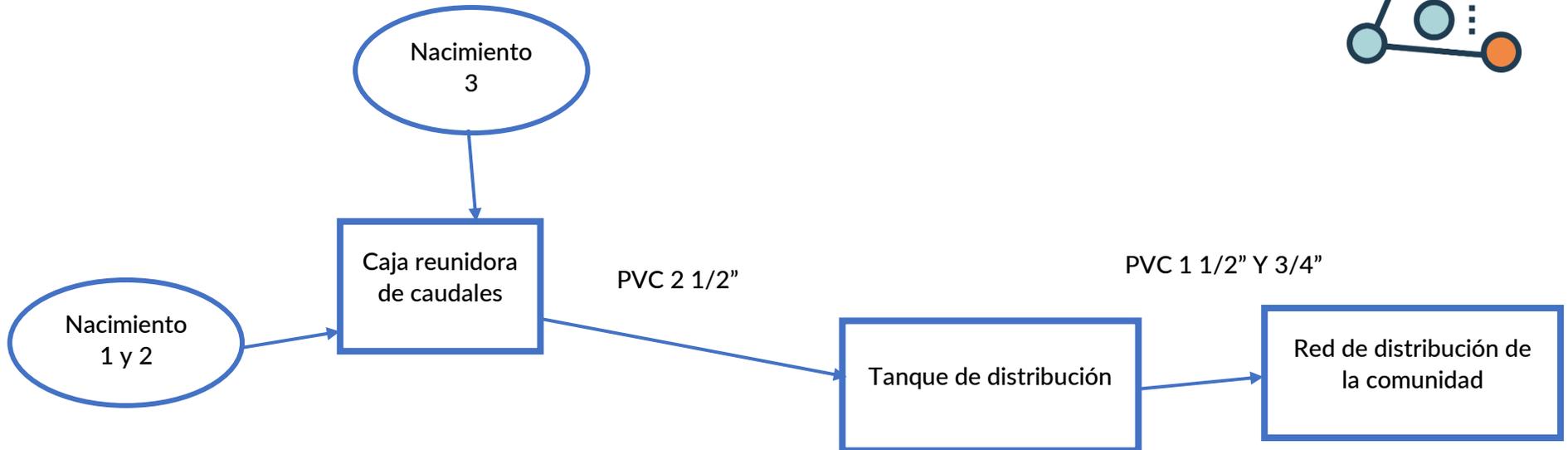
SIMBOLOGIA	
	LETRINAS DE POZO SECO
	UBICACIÓN COMUNIDAD



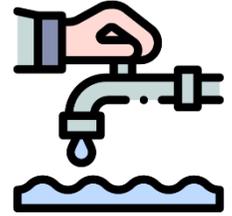
Coordinate System: WGS 1984 UTM Zone 15N  
 Projection: Transverse Mercator Datum: WGS 1984



## Diagrama de flujo del sistema de agua evaluado



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



Se procede al análisis de peligros, y riesgos a los que se expone el sistema, evaluando cada componente del mismo, esta evaluación se ha realizado a corto, mediano y largo plazo según su exposición. Para llegar al resultado esperado, se realizaron visitas de campo, consultas al comité de agua.

### Determinación de peligros típicos que pueden afectar a las fuentes.

Evento peligroso	Peligros asociados
Contaminación de fuentes.	Las fuentes de agua no cuentan con la circulación adecuada, por ende, se encuentran expuestas a la contaminación de ellos.
Falta de mantenimiento preventivo y correctivo.	Tanto el mantenimiento interno, como el externo, de las captaciones, como cajas reunidoras de caudales, identificando la necesidad de reemplazar candados, pichachas. Generando obstrucción y alteraciones en la calidad de agua potable.

Tabla 9: Riesgo en fuentes de agua.

Fotografía 9. Riesgo actual en la fuente No. 1.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

Como se puede evidenciar en la fotografía 9, se identifica la captación del nacimiento No. 1 de tipo brote definido, identificándose en su interior un canal de concreto que dirige el caudal hacia la salida y posterior conducción. Como también se observa que no cuenta con circulación, para evitar la contaminación de interiores y exteriores a la unidad.

Fotografía 10. Riesgo actual en la fuente No. 2.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

Como se puede evidenciar en la fotografía 10, se identifica la captación del nacimiento No. 2 de tipo brote definido, identificándose en su interior un canal de concreto, sin embargo esta seco. Como también se observa que no cuenta con circulación, para evitar la contaminación de interiores y exteriores a la unidad.

Fotografía 11. Riesgo actual en la fuente No. 3.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

Como se puede evidenciar en la fotografía 11, se identifica la captación del nacimiento No. 3 de tipo brote definido, identificándose en su interior un canal de concreto que dirige el caudal hacia la salida y posterior conducción. Como también se observa que no cuenta con circulación, para evitar la contaminación de interiores y exteriores a la unidad.

Fotografía 12. Caja reunidora.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

### Determinación de peligros típicos que pueden afectar al tratamiento/desinfección

Dado que no se cuenta con un sistema de desinfección y que la comunidad tiene rechazo hacia el sabor y olor que este genera, los principales peligros que se pueden generar a este componente es el siguiente:

Evento peligroso	Peligros asociados
Ausencia de sistema de desinfección	Exposición a enfermedades gastrointestinales por falta de desinfección del agua para consumo humano. Agua con presencia de sólidos orgánicos.
Posibilidad de instalación de sistema de cloración	Peligro generación de trihalometanos (compuestos cancerígenos). Sobre dosis en aplicación de cloro; generando rechazo por parte de los habitantes de la comunidad, intoxicación, quemaduras químicas y deterioro de la ropa.

Tabla 10: Riesgo por tratamiento de agua.

Fotografía 13. Presencia de sistema de desinfección, pero sin uso.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

El sistema de agua del sector Mendoza y Caserío Vasconcelos cuenta con sistema de desinfección (cloración por medio de hipoclorito de sodio o calcio) Sin embargo no esta en uso. Lo cual funge como un factor que aporta al aumento de la proliferación de enfermedades de origen hídrico, dado que no se cumple la función específica para poder eliminar correctamente las bacterias (coliformes fecales y totales) que puedan estar presentes en el agua captada. Cabe resaltar también, que la comunidad no realiza desinfección del sistema, en ninguno de sus componentes, tanto en captación, tanque de distribución y sistema de distribución, sin embargo, antes del consumo de agua en viviendas se procede a hervir el agua.

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

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Rotura de tubería	No existe un proceso de identificación de roturas en tubería, aunado al tiempo de existencia de la tubería de distribución.
Intermitencia del suministro	Entrada de contaminación, interrupción del servicio de abastecimiento por reparaciones en la red.
Ausencia de circulación y limpieza en área de tanque de distribución	El tanque de distribución no cuenta con circulación, como también ausencia de limpieza constante en el área.
Falta de componentes en el tanque de distribución	Dentro del tanque de distribución se debe colocar pichachas para la correcta distribución de caudal sin sedimentos.

Tabla 11: Riesgo en la red de distribución.

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

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Fugas no identificadas a tiempo	Un problema que se pudo identificar durante la visita fue que existen fugas que no son identificadas a tiempo, es decir pasan horas o hasta medio día para que puedan notificar los usuarios de la fuga que existe, esto a su vez perjudica el comportamiento del sistema.
Limpieza en área de puntos de consumo	El uso de elementos como nylon, mangueras, y otros, en la salida de llaves (chorros), que permiten la contaminación del agua en cada punto de consumo. Limpieza de pilas.

Tabla 12: Riesgo en puntos de consumo.

Fotografía 14. Puntos de consumo.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

## Determinación de peligros típicos que pueden afectar al sistema de saneamiento

Dado que no se cuenta con letrinas de pozo seco y letrinas lavables, como también la disposición de aguas grises a flor de tierra, los principales peligros que se pueden generar a este componente es el siguiente:

Evento peligroso	Peligros asociados
Artefactos en mal estado	Existen letrinas en mal estado, en el cual las tasas existentes, no son adecuadas para su uso, como también presentan fisuras o desgaste, generando incomodidad en el usuario.
Daños al usuario	En algunos casos se observa paredes con materiales volátiles y mal estado, techos oxidados y quebrados. Ausencia de puerta, o mal estado del mismo, generando molestia y malestares al usuario.

Ausencia de limpieza en área interna y externa.	Existe presencia de basura, papel, nylon, en el interior de letrinas, como también el exterior, generando contaminación para los usuarios.
Ausencia de sistema de lavado de manos.	Exposición a gérmenes, y enfermedades gastrointestinales.
Disposición de aguas Grises a flor de tierra.	Generación de insectos, y enfermedades gastrointestinales.

Tabla 13: Riesgo en el sistema de saneamiento.

Fotografía 15. Letrinas lavables.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

Fotografía 16. Disposición de aguas grises a flor de tierra.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

## Análisis del saneamiento en la comunidad

En el estudio realizado del sistema de saneamiento de la comunidad se ha identificado que se compone por medio de letrinas de pozo seco y lavables. (Ver mapa de saneamiento en página 20)

Viviendas con letrina de pozo Seco	104 viviendas	Equivalente al 76%
Viviendas con letrina lavable	28 viviendas	Equivalente al 24%
Viviendas que no cuentan con letrinas	0 viviendas	Equivalente al 0%

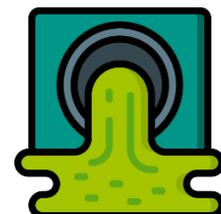
Tabla 14: Disponibilidad de saneamiento en la comunidad (Fuente: COMITÉ DE AGUA).

Fotografía 17. Letrinas existentes en la comunidad.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021.

## Análisis de la disposición de aguas residuales



Según la información recopilada para el sistema, se ha identificado lo siguiente:

1. Las viviendas que cuentan con letrinas únicamente vierten sus desechos al pozo seco, que aproximadamente tiene entre 8 y 10 metros de profundidad, se ha identificado que en estas viviendas existe más presencia de moscas que en otros.
2. Las aguas grises provenientes del lavado de ropa y uso de detergentes son vertidas a flor de tierra, o también a lo largo de la comunidad se tienen conexiones de tuberías que son

esfogadas en el perímetro de la vivienda, salidas de caminos, terrenos baldíos; lo que representa una combinación insalubre y foco de contaminación a los cuerpos de agua aledaños al punto de desfogue.

Fotografía 18. Disposición de aguas grises a flor de tierra.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021.

### Tipo de tratamiento existente

Actualmente en la comunidad no existen tratamiento, tanto de aguas residuales como de aguas grises, por lo que la intervención de los agentes que son vertidos al aire libre perjudica directamente al ambiente.

## Análisis de la disposición de residuos sólidos

### Caracterización de desechos sólidos

En la comunidad se identifican dos grandes grupos de desechos sólidos de los cuales la comunidad hace uso y desecha, siendo los siguientes:

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



En toda la comunidad es frecuente ver basura por sus caminos, dado que las personas tienden a arrojar únicamente la basura y deshacerse de ella, sin depositarla en un lugar adecuado para su disposición final.

También mediante la visita domiciliar, se ha podido obtener resultados significativos de las muestras, las cuales han arrojado los siguientes datos.

Disposición final	Cantidad de la población %	Tipo de residuo
La Queman	100 % de la población	Inorgánico
La Entierran	100 % de la población	Orgánico

Tabla 15: Disposición final de residuos.



## Estado de enfermedades de origen hídrico

Dentro de las enfermedades más comunes en niños, son las de tipo gástrico, presente en al menos un 10 % de la niñez del caserío, según lo indica el técnico en salud rural, debido a las condiciones de saneamiento presente en la comunidad.



## Análisis de la oferta

La zona donde está asentada la comunidad, cuenta con un potencial hídrico muy significativo, dado que en el lugar donde se encuentran las captaciones, se tiene la presencia de una gran cantidad de nacimientos de distintas comunidades circunvecinas. Estos nacimientos se encuentran en la periferia del río Panajachel, por lo que se identifica un punto factible dentro de la cuenca del Lago Atitlán para el abastecimiento de fuentes.

El agua requerida en la comunidad es específicamente para consumo humano dado que cuentan con una dotación muy baja del servicio, sin embargo, cuentan con otros proyectos para el abastecimiento de la comunidad. En cercanías al sistema se cuenta con potencial hídrico con caudales significativos que podrían beneficiar a la población, pero el tema financiero ha sido un punto de inflexión en las aspiraciones de los pobladores.

En su gran mayoría, las comunidades de la zona se abastecen de agua a partir de captación de nacimientos, dado que la presencia de estos elementos en la zona es alta, e incluso se ha podido identificar en la zona, que grupos individuales de personas han construido sistemas privados para beneficio, y riego de hortalizas.

El proyecto está compuesto por tres captaciones con nacimientos de brote definido, considerando un caudal de 0.86 l/s en el tanque de distribución. (Dato obtenido el 29/09/2021)



## Análisis de la demanda

El sistema de agua potable de la comunidad cuenta con 40 años del servicio y tomando en cuenta que el periodo de vida útil ha llegado a su fin, es necesario realizar mejoras al sistema para que este pueda beneficiar en mayor medida a la población, dado que, a falta de un servicio constante, surgen problemáticas como la limitación a recurso vital para el adecuado desarrollo de la vida.

Actualmente en la comunidad se dota a la población de un caudal de entre 50 y 100 litros/habitante/día, y este recurso al no ser constante afecta al desarrollo de las actividades normales de la población, existen horarios a los cuales se puede tener interrupción en el abastecimiento, debido a la rotura de tubería existente en algunos puntos con presiones que no pueden ser sostenidas por la tubería existente, que presenta 40 años de existencia.

La falta de optar a una buena calidad de agua, aporta a que la población sea vulnerada a contraer alguna enfermedad de tipo hídrica, que ponga en riesgo la integridad de hombres, mujeres y niños. Para cumplir con la normativa nacional es necesario que al menos las conexiones prediales tengan un caudal de 60 a 120 lts/hab/día (INFOM-UNEPAR, 2011), con un sistema continuo.

## Análisis de la capacidad de almacenamiento

En el análisis de campo realizado a la comunidad se pudo obtener la siguiente información sobre la capacidad del tanque de distribución:

- Ancho interno: 3.4 mts, largo interno: 6.0mts, altura efectiva: 1.90 mts
- Espesor de paredes: 0.25mts
- Cuenta con escalones en buen estado para ingreso, falta recubrimiento.
- El tanque no tiene la salida de agua cercana a la tapadera de ingreso.
- Tiene una tapadera en buen estado con sistema de seguridad por medio de candado y llave.
- El área del tanque no está circulada.
- El tanque necesita mantenimiento interno, dado que se detecta presencia de sedimentos dentro de él.



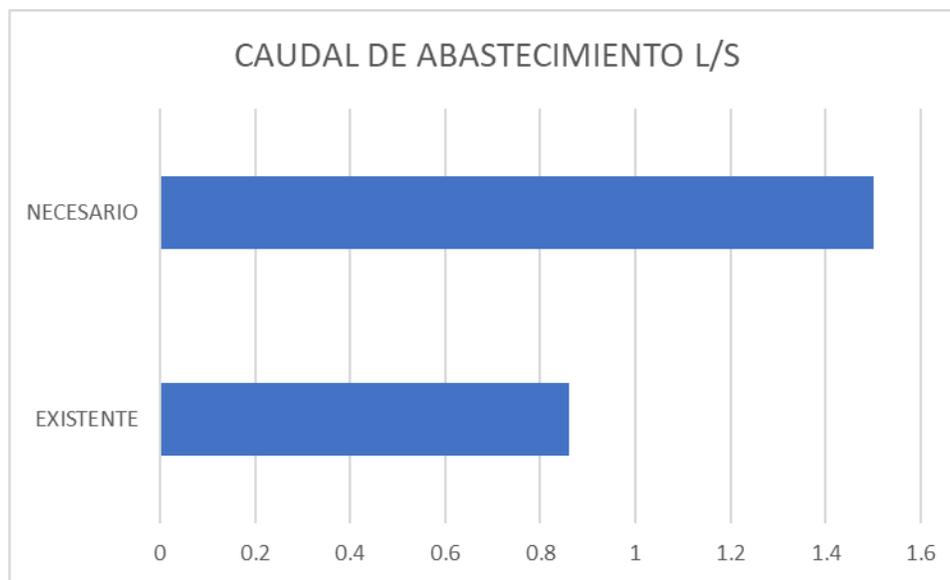
Con la información correspondiente de las medidas internas del tanque, el volumen del elemento es el siguiente: 40.00 mts<sup>3</sup>.

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

DATOS INICIALES DEL SISTEMA		
Caudal de ingreso actual	0.86	l/s
Dotación estimada de población	100.00	l/hab/día
Población actual	792.00	Habitantes
Tasa de crecimiento poblacional	1.70	%
Años de proyección	5.00	Años
Volumen de tanque actual	40.00	M3
DATOS CALCULADOS DEL SISTEMA		
Población futura	862.00	Habitantes
Caudal medio necesario (Qm)	1.50	l/s
Porcentaje de almacenamiento	40	%
Volumen de tanque necesario	35.00	M3

Tabla 16: Datos generales del sistema de agua potable.

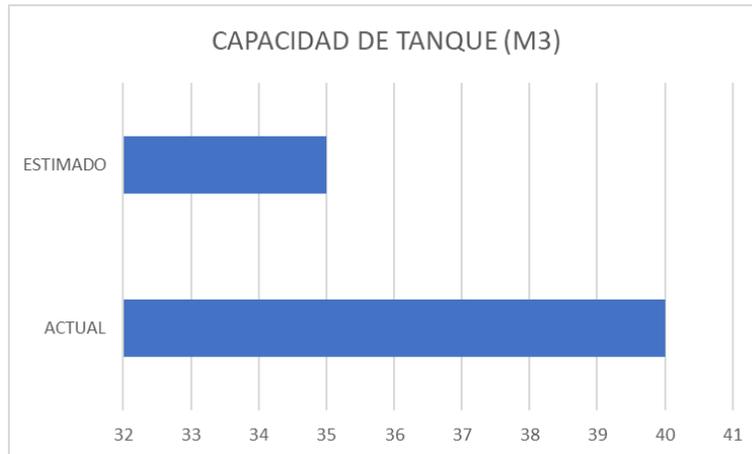
Gráfica 1. Comparación de caudal existente vs caudal necesario.



Fuente: Ing. Juan Carlos Chávez.

En la gráfica 1. Se presenta el caudal existente, la sumatoria de los nacimientos es de 0.86 l/s, sin embargo, el caudal necesario para abastecer a la comunidad por al menos 5 años más, es de 1.5 l/s.

Gráfica 2. Comparación volumen de tanque actual vs necesario



Fuente: Ing. Juan Carlos Chávez

En la gráfica 2. Se presenta la capacidad del tanque de almacenamiento existente, siendo de 40 metros cúbicos, sin embargo, para que el proyecto siga operando adecuadamente por 5 años más, se requiere un volumen total de 35 m<sup>3</sup>, por ende, se puede observar que existe capacidad, únicamente hay que mejorarlo en infraestructura.

## Análisis de oferta-demanda

DEPARTAMENTO: Sololá  
 MUNICIPIO: Sololá  
 COMUNIDAD: Monte Mercedes

POBLACION:	792 personas
DENSIDAD HABITACIONAL:	6 personas/vivienda
TIPO DE SISTEMA:	GRAVEDAD
VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA:	132 viviendas
CAUDAL:	0.86 litros/segundo
DOTACIÓN:	100.00 litros/habitante/día

### CRECIMIENTO POBLACIONAL

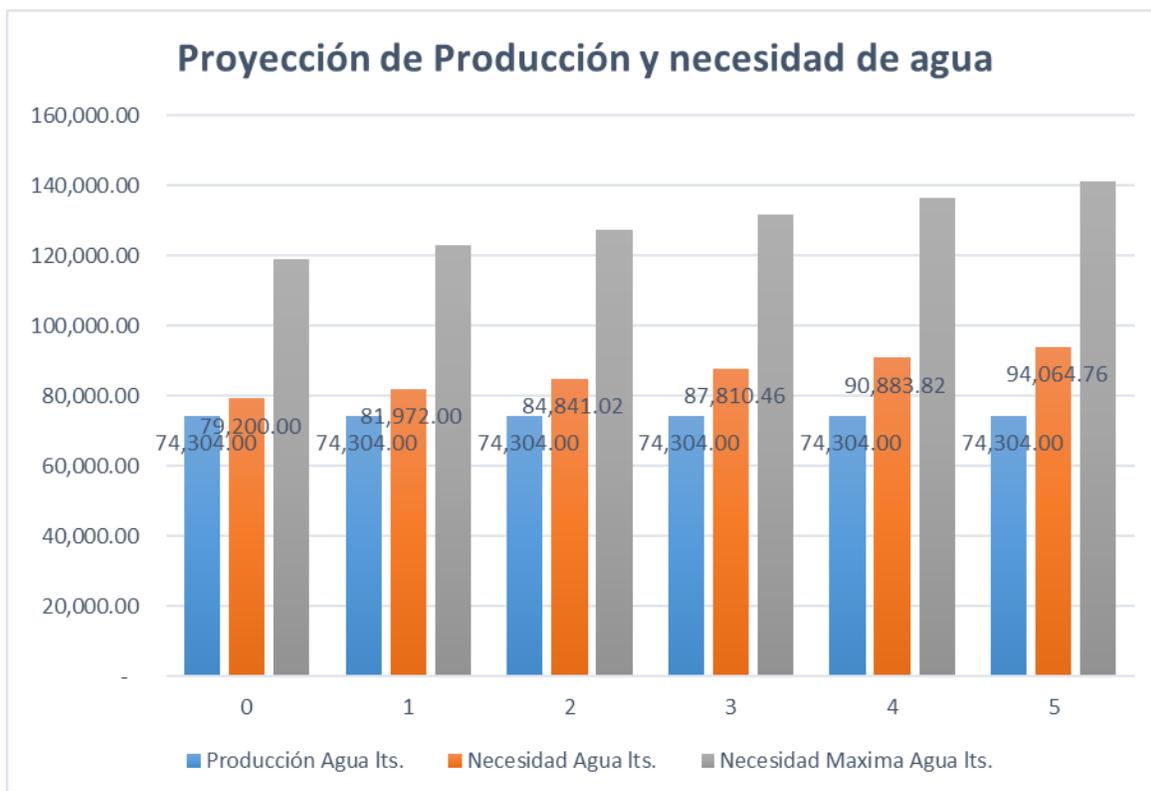
2021	2022	2023	2024	2025	2026
792	820	848	878	909	941

Año	Producción Agua Its.	Necesidad Agua Its.	Necesidad Maxima Agua Its.
0	74,304.00	79,200.00	118,800.00
1	74,304.00	81,972.00	122,958.00
2	74,304.00	84,841.02	127,261.53
3	74,304.00	87,810.46	131,715.68
4	74,304.00	90,883.82	136,325.73
5	74,304.00	94,064.76	141,097.13

Caudal maximo con factor de 1.5 para poblaciones menores a 1,000 habitantes

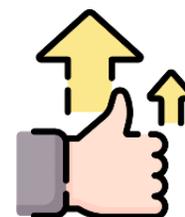
Tabla 17: Análisis de oferta-demanda.

Gráfica 3. Proyección de producción y necesidad de agua



Fuente: Ing. Juan Carlos Chávez

## Principales mejoras identificadas del sistema de agua



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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Capacitación al comité de agua	Regular	Debe realizar el proceso de capacitación al comité de agua que cuente con las capacidades necesarias, administración, operación y mantenimiento del sistema, debe haber una conexión entre comité de agua, COCODE y población.	Q3,500.00

Capacitación de fontaneros.	Regular	Deben asignarse una cantidad adecuada de fontaneros en el sistema (recomendación 3), para que estos le den acompañamiento a la administración del sistema, también deben estar previamente capacitados (por medio de municipalidad/instituciones) para determinar la forma adecuada de reparaciones y cambios de los componentes.	Q10,000.00. para capacitación y dotación de herramientas de fontanería.
Capacitación	Nulo	Implementar plan de control de la calidad del agua.	Q1,500.00
		Implementar plan de operación y mantenimiento del sistema de agua	Q3,500.00
Captación	Regular	-Limpieza de la captación y adecuado mantenimiento de las obras de arte, y la circulación de estos elementos.	Q24,084.00
Línea conducción	Regular	-Reposición de tapadera de válvula de compuerta de caja reunidora de caudales. -Cambio de válvula de aire. -Limpieza del sistema y recorrido más exhaustivo para identificar fugas dentro del sistema. Mejoras en paso aéreo existente.	Q31,680.00
Tanque de distribución	Regular	-Limpieza en los alrededores y dentro del sistema. Y su circulación	Q15,748.00
Línea de distribución	Regular	-Cambio de chorros en mal estado. -Instalación de micro medidores (contadores).	Q 13,924.00

Tabla 18: Mejoramiento sistema de agua a corto plazo.

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación	Regular	-Monitoreo de estado y limpieza de captaciones.	Q 5,000.00
Línea conducción	Regular	-Circulación de caja reunidora, cajas de válvulas y caja rompe presión. -Colocación de cables en paso de zanjón cercano a caja reunidora. -Resane de columnas de pasos aéreos y pasos de zanjón.	Q40,000.00
Sistema de desinfección	No existe	Capacitación en agua segura.	Q 21,348.00
Sistema de distribución	Regular	-Control de fugas y protocolo de solicitud de reparaciones y denuncias de conexiones ilícitas.	Q10,560.00

*Tabla 19: Mejoramiento sistema de agua a mediano plazo.*

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Captación	Regular	-Perforación de pozo. -Construcción y circulación de nueva captación.	Q 850,000.00
Línea conducción	Regular	-Instalación de nueva línea de conducción 6,000 ml HG 1 1/2". -Construcción de caja reunidora de caudales mampostería 1.00 m3.	Q 685,000.00
Tanque de distribución	Regular	-Construcción de nuevo tanque de distribución de concreto armado de 50.00 m3	Q 158,500.00
Sistema de distribución	Regular	-Cambio de tubería	Q500,000.00

		vieja. -Ampliación del sistema de distribución.	
*Datos de mejoras a largo plazo según "Guía sobre costos promedio de construcción" (SEGEPLAN, 2013)			
Tabla 20: Mejoramiento 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
Capacitación de fontaneros.	Mal	Deben asignarse una cantidad adecuada de fontaneros en el sistema, para que estos le den acompañamiento a la administración del sistema, también deben estar previamente capacitados (por medio de municipalidad/instituciones) para determinar la forma adecuada de reparaciones y cambios de los componentes.	Q10,000.00. para capacitación y dotación de herramientas de fontanería.
Captación		-Limpieza de la captación y adecuado mantenimiento de las obras de arte.	Q500.00
Línea conducción		-Cambio de válvula de aire. -Limpieza del sistema y recorrido más exhaustivo para identificar fugas dentro del sistema.	Q600.00
Tanque de distribución		-Circulación de tanque de distribución.	Q5,000.00
Sistema de desinfección		-Desinfección para el sistema y concientización a la comunidad acerca del beneficio de desinfectar el agua previa a su consumo. -Jornadas de capacitación sobre métodos de	Q12,000.00

		tratamiento de agua potable a escala domiciliar.	
Sistema de distribución		-Cambio de grifos en mal estado. -Recorridos mensuales para identificación de fugas. -Control de fugas y protocolo de solicitud de reparaciones y denuncias de conexiones ilícitas.	Q200 por vivienda.

Tabla 21: Mejoramiento 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
Letrinas de hoyo seco	Regular / malo	Mejoramiento de estructura de letrización: -Limpieza -Circulación completa. -Puerta en buen estado.	Q304,400.00
Letrinas de hoyo seco y taza lavable	Regular / Malo	-Instalación de área de lavado con jabón en zona cercana a letrina o taza lavable.	Q 26,440.00
Capacitación en Educación Hidrosanitaria	Nulo.	Realizar procesos de capacitaciones en educación hidrosanitaria para el manejo de letrinas, lavado de manos u otras acciones que mejoren el manejo de las aguas residuales en la región.	Q 10,000.00

Tabla 22: Mejoramiento sistema de saneamiento a corto plazo.

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Drenaje aguas grises	Malo	Construcción cajas trampa grasa en las salidas de tuberías de aguas grises, y pozos de absorción.	Q 608,775.14

Tabla 23: Mejoramiento sistema de saneamiento a mediano plazo.

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Construcción de letrinas lavables	Mala	Construcción de letrinas lavables	Q 462,000.00

Drenaje sanitario	No existe	Construcción de líneas de alcantarillado. Construcción pozos de visita (h=1.50 y 20 pozos).	Q2,000,000.00
Drenaje sanitario	No existe	Construcción planta de tratamiento de aguas residuales.	Q 2,000,000.00

Tabla 24: Mejoramiento sistema de saneamiento a largo plazo.

## Principales mejoras identificadas de residuos sólidos



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Disposición final de residuos sólidos.	Malo	Capacitaciones sobre clasificación, almacenamiento y disposición final de desechos sólidos.	Q 8,474.00
Disposición final de residuos sólidos.	Malo	Basurero en el domicilio dedicado a coleccionar la basura semanal para no tener a intemperie los desechos.	Q 17,340.00
Disposición final de residuos sólidos.	Malo	Creación de aboneras orgánicas para disposición final de los residuos.	Q 33,000.00

Tabla 25: Mejoras identificadas de residuos sólidos.

## Hoja de ruta para la gestión de mejoras





caserío Vasconcelos pueden satisfacer sus necesidades presentes de agua, sin embargo, se puede llegar a comprometer los recursos futuros.

Tabla 27: Índice de sostenibilidad técnica saneamiento

### Índice de sostenibilidad en saneamiento básico.

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

Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.

0.16666667

0.92

Índice de sostenibilidad de saneamiento.

3

2.5

0

Puntuación máxima  
12

Puntuación obtenida  
5.5



El resultado de la evaluación del índice de sostenibilidad en saneamiento básico, indica un resultado por debajo de la media, por ende, se observa que la comunidad satisface sus necesidades diarias en mediana forma, debiendo gestionar mejoras en sistemas de saneamiento básico para asegurar el futuro de los habitantes y los recursos presentes.

## Ambiental

Tabla 28: Índice de sostenibilidad 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 riesgos de contaminación causada por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales, agrícolas, artesanales, etc.	NO	NA	SI
3	Tipo de erosión presente en la zona	LEVE	MODERADA	ALTA
4	Nivel de vulnerabilidad al riesgo	PENDIENTES (0-15%) Y SIN ANTECEDENTES DE EVENTOS	PENDIENTES (16-50%) Y SIN ANTECEDENTES DE EVENTOS	PENDIENTES (Mayor 50%) O CON ANTECEDENTES DE EVENTOS

Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.  
0.5

1.50	2	1	0
<b>Índice de sostenibilidad ambiental</b>	Puntuación máxima 4	Puntuación obtenida 3	

El resultado de la evaluación del índice de sostenibilidad ambiental, indica un resultado medio alto, por ende, se debe seguir con el cuidado, preservación, del ambiente, con el fin de preservar los recursos y asegurar a sostenibilidad.

## Manual de operación y mantenimiento



### Operación:

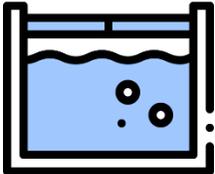
Son todas aquellas actividades que se llevan a cabo en las instalaciones del sistema, para permitir su funcionamiento de acuerdo a lo planificado.

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

Funciones del operador o fontanero del sistema:

- Operar y mantener adecuadamente el sistema de agua potable.
- Inspeccionar periódicamente cada componente del sistema.
- Informar mensualmente al comité de agua sobre el estado de conservación y funcionamiento del sistema de agua potable.
- Llevar los registros y control de las actividades de operación y mantenimiento en el cuaderno del operador.
- Solicitar al COCODE y comité de agua de la comunidad sobre las necesidades de compra de materiales, herramientas, equipo de protección personal, repuestos e insumos.
- Maniobrar las válvulas de control del sistema de agua potable, como el único autorizado.

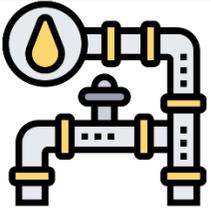
### OPERACIÓN

	<p><b>CAPTACIÓN:</b> elemento que sirve para recolectar el agua de la fuente o nacimiento, para luego por medio de la conducción llegar al tanque de distribución.</p>	<p>-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. -Revisar si hay algún agente que esté obstaculizando el paso del agua en el sistema de captación, especialmente en las tuberías de salida. -Revisar que la</p>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>
---	--	---	------------------------	--

		<p>caja reunidora de caudales esté recibiendo correctamente el agua captada de los nacimientos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <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><b>VALVULAS DE AIRE:</b> Accesorio que sirve para liberar el aire que se encuentra en la línea de conducción. Principalmente cuando existe llenado de tubería.</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 liberar las presiones que están atrapadas dentro del sistema de conducción.</li> </ul>	Cada tres meses	Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.
	<p><b>VALVULA DE LIMPIEZA:</b> Como su nombre lo indica, este accesorio sirve para la limpieza de la conducción, la limpieza de solidos en las cotas mas bajas de la conducción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Revisar que las válvulas funcionen adecuadamente, abrir y cerrar completamente para evaluar si están en buen estado.</li> </ul>	Cada tres meses	Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.

		<p>-Revisar que el sistema de limpieza funcione. -Abrir válvula cuando se realice la limpieza rutinaria, dejar abierto por 10 minutos y luego cerrar. -Revisar si luego de la limpieza el sistema recorre con normalidad.</p>		
	<p><b>LINÉA DE CONDUCCIÓN:</b> tramo de tubería que permite el paso de agua desde la captación hasta el tanque de distribución.</p>	<p>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 aire acumulado en la tubería: Abrir la válvula de aire durante 10 minutos y luego cerrarla.</p>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>

	<p><b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO:</b> Unidad que permite el almacenamiento de agua, con el fin de regular las variaciones horarias del consumo o demanda, considerando la capacidad de producción del nacimiento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Abrir la válvula de compuerta de ingreso de agua, lo suficiente.</li> <li>-Esperar a que el tanque este lleno a 4/5 de la altura y proceder a abrir la válvula de paso hacia el sistema de distribución.</li> </ul>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>
	<p><b>PASO AEREO O PASO DE ZANJON:</b> Estructuras que permiten el paso de la tubería de conducción o distribución, para librar accidentes naturales o existentes, tales como ríos, zanjones, profundidades muy pronunciadas.</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 hayan 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>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>

	<p><b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN:</b> Tubería instalada desde el tanque de distribución, hasta llevar el agua potable, hasta las viviendas.</p>	<p>-Para poner en funcionamiento: En el tanque de distribución, abrir la válvula de ingreso y de salida, cerrar las válvulas de limpieza Terminado las actividades abrir la válvula de ingreso y salida, mantener cerrados las válvulas de limpieza. -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>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>
		<p>-Abrir las válvulas de limpieza para eliminar sedimentos y aire acumulados en las tuberías. Luego cerrarlos. -Abrir y calibrar las válvulas de paso de acuerdo a la demanda en cada sector y anotar esta acción en el cuaderno del operador. En caso de arreglo de roturas o para</p>		

		<p>realizar nuevas instalaciones, cerrar la válvula. Terminada la actividad, abrirla. -Al final de los trabajos de desinfección de la línea de conducción y red de distribución abrir las válvulas de limpieza para el eliminar el agua con el desinfectante de las tuberías.</p>		
	<p><b>ACOMETIDAS COMICILIARES:</b> Estructuras compuestas por válvula de chorro, que están instalados en pilas o depósitos, con el fin de disponer de agua potable.</p>	<p>-Para poner en funcionamiento, abrir y regular el ingreso de agua con la llave de paso. -Abrir el grifo de los lavaderos cuando se requiera. -Cerrar las llaves del lavadero o de paso cuando se requiera. -En casos de mantenimiento de la conexión domiciliar interna o corte temporal de agua, cerrar la llave de paso. -En caso de emergencia, cortar el servicio. -En caso de mantenimiento de las conexiones domiciliarias</p>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>

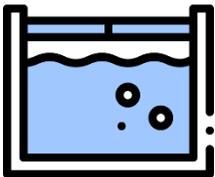
		externas, cerrar el agua en la válvula de control más próxima y terminada la actividad, abrirla.		
	OPERACIÓN: todas las actividades que conllevan poner a funcionar el sistema.	Contar con el equipo adecuado (llaves, grifa, sierras, cortadora, pegamento, wype, guantes) y personal calificado para la adecuada operación del sistema, el fontanero debe conocer el estado del sistema y debe hacer recorridos para identificar si existen fallas antes que estas puedan surgir.	Cada tres meses	Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.

## MANTENIMIENTO

### Mantenimiento:

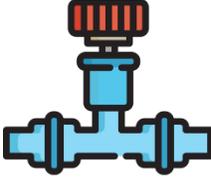
Es el conjunto de acciones que se realizan con la finalidad de prevenir y corregir daños que se producen en las instalaciones o componentes del sistema de agua.

Evaluación del mantenimiento: que se debe mejorar en el mantenimiento

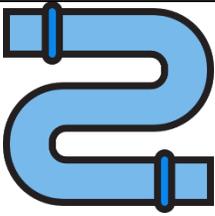
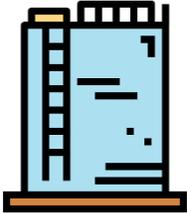
	<b>CAPTACIÓN:</b> elemento que sirve para recolectar el agua de la fuente o nacimiento, para luego por medio de la conducción llegar al tanque de distribución.	<b>Externo:</b> -Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores retirando malezas, piedras y objetos extraños. -Profundizar y/o limpiar la tubería	Cada tres meses	Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.
---	---	--	-----------------	---

		<p>de salida y de limpieza.</p> <ul style="list-style-type: none"> <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 estado de la tapadera de ingreso, los peldaños y el candado.</li> </ul> <p>Aplicación de pintura anticorrosiva a ganchos de tapaderas y peldaños de hierro.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Reparar los alambres de púa del cerco perimetral.</li> </ul> <p><b>Interno:</b></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,</li> </ul>		
--	--	--	--	--

		<p>recomendable que sea con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios.</p> <ul style="list-style-type: none"> <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</li> </ul>		
--	--	--	--	--

		<p>internas y piso de la captación. -La solución sobrante guardar y utilizar en otras estructuras de nacimientos, caja reunidora, rompe presión, distribución, rompe presión, tanque de distribución. Usar máximo hasta 4 veces.</p>		
	<p><b>VALVULAS DE AIRE:</b> Accesorio que sirve para liberar el aire que se encuentra en la línea de conducción. Principalmente cuando existe llenado de tubería.</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</li> </ul>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>

		<p>cepillo y escobilla las paredes de la caja y tapadera. -Con la solución de desinfección y un paño, limpiar las paredes para evitar el ingreso de insectos.</p>		
	<p><b>VALVULA DE LIMPIEZA:</b> Como su nombre lo indica, este accesorio sirve para la limpieza de la conducción, la limpieza de solidos en las cotas mas bajas de la conducción.</p>	<p>-Retirar maleza, basura, piedras o tierra que pueda estar perjudicando la caja donde se encuentra la válvula. -Asegurarse que el candado de la tapadera funcione bien. -Abrir la tapadera y revisar que se encuentra en buen estado. -Limpiar la caja internamente de válvula retirando hierbas, piedras y todo material extraño. -Revisar que cercano a la caja no exista algún riesgo de deslizamiento. -Abrir la válvula y dejar que libere el aire contenido. -Limpiar con un cepillo y escobilla las paredes de la caja y tapadera. -Desinfectar con la misma solución</p>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>

	<p><b>LINÉA DE CONDUCCIÓN:</b> tramo de tubería que permite el paso de agua desde la captación hasta el tanque de distribución.</p>	<p>usada en la captación.</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> <li>-Verificar tubería expuesta, por ende se le deberá brindar cobertura según las características de la exposición.</li> </ul>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>
	<p><b>TANQUE DE ALMACENAMIENTO:</b> Unidad que permite el almacenamiento de agua, con el fin de regular las variaciones horarias del consumo o demanda,</p>	<p>Externa: Limpiar externamente las estructuras y sus alrededores eliminando hierbas, piedras y otros materiales</p>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>

	<p>considerando la capacidad de producción del nacimiento.</p>	<p>extraños. -Limpiar el dado de rebalse. -En caso de grietas y rajaduras resanar las partes dañadas con partes iguales de cemento y arena fina. -Abrir las tapaderas del tanque de almacenamiento y de la caja de válvulas Interna: -Levantar la tapa de las cajas. -Retire el dado móvil. Cerrar la válvula de ingreso y salida, abrir la válvula de limpieza. -Esperar a que el tanque se vacíe. -Ingresar dentro del tanque de almacenamiento con los equipos de protección personal y materiales necesarios. -Limpiar con cepillos escobas de plástico y espátulas las paredes, piso, parte interna de las tapaderas y pichacha. -Abrir la válvula de ingreso de</p>		
--	--	---	--	--

		<p>agua, lo suficiente como para enjuagar con abundante agua el tanque de distribución y dejar salir el agua sucia por el tubo de limpieza, terminado la actividad cerrar la válvula de ingreso y colocar el dado móvil.</p> <p>Desinfección:</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</li> </ul>		
--	--	--	--	--

		<p>preparar otra manteniendo la misma concentración.</p> <p>-Abrir la válvula de ingreso lo necesario como para poder enjuagar con abundante agua las paredes, accesorios y piso, permitiendo que corra por la tubería de limpia</p>		
	<p><b>PASO AEREO O PASO DE ZANJON:</b> Estructuras que permiten el paso de la tubería de conducción o distribución, para librar accidentes naturales o existentes, tales como ríos, zanjones, profundidades muy pronunciadas.</p>	<p>-Revisar que no haya maleza creciendo alrededor de la tubería ó los cables de anclaje.</p> <p>-Limpiar alrededores quitando piedras que puedan provocar rupturas de la tubería.</p> <p>-Evaluar que no haya insectos cerca de los anclajes.</p> <p>-Revisar el estado de los cables y limpiar con un cepillo y agua.</p> <p>-Revisar como se encuentran las columnas del sistema, en caso de estar dañadas se debe resanar.</p>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>

	<p><b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN:</b> Tubería instalada desde el tanque de distribución, hasta llevar el agua potable, hasta las viviendas.</p>	<p>-Comunicar a la población con la debida anticipación el trabajo de mantenimiento y la interrupción temporal en el servicio de abastecimiento de agua. Pedir a la población que cierren sus llaves de paso</p> <p>-Limpieza de obras de arte de maleza, basura y piedras o insectos que puedan estar aledaños al sistema.</p> <p>-Recorrido para poder visualizar fugas en el sistema.</p> <p>-Limpieza de las líneas expuestas.</p> <p><b>Desinfección:</b> Para la desinfección de la línea de distribución se utiliza la solución clorada que se dejó reposar en el tanque durante 2 horas. 2. Asegurarse que las llaves de paso y válvulas de limpieza de la red estén cerradas. 3.</p>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>
--	--	---	------------------------	--



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

		mg/lt. 8. Se recomienda utilizar el servicio al día siguiente del trabajo de mantenimiento realizado.		
	<p><b>ACOMETIDAS COMICILIARES:</b> Estructuras compuestas por válvula de chorro, que están instalados en pilas o depósitos, con el fin de disponer de agua potable.</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>	Cada tres meses	Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.

	<p><b>MANTENIMIENTO:</b> Todas las actividades predictivas y correctivas en el sistema de agua potable.</p>	<p>Se debe contar con el equipo adecuado para realizar las actividades de mantenimiento del sistema de distribución.</p>	<p>Cada tres meses</p>	<p>Mejora del sistema de agua por medio del seguimiento del manual de operación y mantenimiento.</p>
---	---	--	------------------------	--

## Cronograma de operación y mantenimiento



CRONOGRAMA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO														
CADA AÑO														
NO.	ELEMENTO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	UNIDAD EJECUTORA
1	CAPTACIÓN													COMITÉ DE AGUA
2	LINEA DE CONDUCCIÓN													COMITÉ DE AGUA
3	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN													COMITÉ DE AGUA
4	DESINFECCIÓN DEL SISTEMA													COMITÉ DE AGUA
5	LINEA DE DISTRIBUCIÓN													COMITÉ DE AGUA / USUARIOS
6	CONEXIONES DOMICILIARES													USUARIOS

Tabla 29: 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 no existe sistema de cloración, la desinfección de tuberías y componentes debe ser trimestralmente (ver proceso de desinfección en manual). Si existe sistema de cloración, debe realizarse semestralmente.
- El mantenimiento del sistema debe realizarse la primera semana de cada mes indicado.
- El mantenimiento 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.



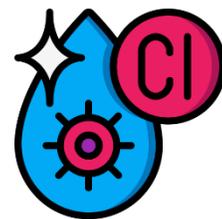
## Resultados de la calidad de agua

Los integrantes del comité, aseguran que los habitantes de la comunidad no aceptan agregarle cloro al agua. Se realizó la medición en el tanque como también en viviendas, corroborando en efecto, no cloran el agua, dando como resultado cero en este parámetro.

Fotografía 19. Medición de cloro en la comunidad.

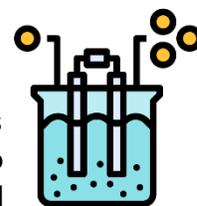


Fuente: Visita técnica 29/09/2021



## Medición de potencial de Hidrogeno

Para la medición del potencial de hidrogeno se ha basado en lo establecido por la norma NGO 29001, en la cual en su apartado 5.1 denominado “Características físicas y organolépticas” refiere que el rango entre 6.5 y 8.5 está catalogado dentro del límite máximo permisible para agua de consumo humano, motivo por el cual al analizar la calidad de agua en cuestión de acidez, se ha encontrado que cumple los requisitos necesarios para ser consumida sin riesgo a provocar efectos en la comunidad, dado que el promedio de medición en las viviendas fue de 7.5, sin embargo, la variación en este parámetro se debe al cambio de temperatura ambiente durante el día de visita a viviendas, como también el rango de variación de tiempo en el cual se realizó la prueba.



El agua no tiene sabor, no tiene color u olor extraño, por lo que se considera bajo los criterios básicos de análisis, ideal para consumo humano. No se ha medido cloro residual, dado que la comunidad no desea implementar el sistema de desinfección, debido a que rechazan rotundamente el olor y sabor del cloro. Por este motivo el sistema es susceptible a contaminación del líquido, dado que no se realiza un adecuado proceso de desinfección.

Fotografía 20. Medición de pH en la comunidad.



Fuente: Visita técnica 29/09/2021

## Control de la calidad de agua



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

***Semanalmente***

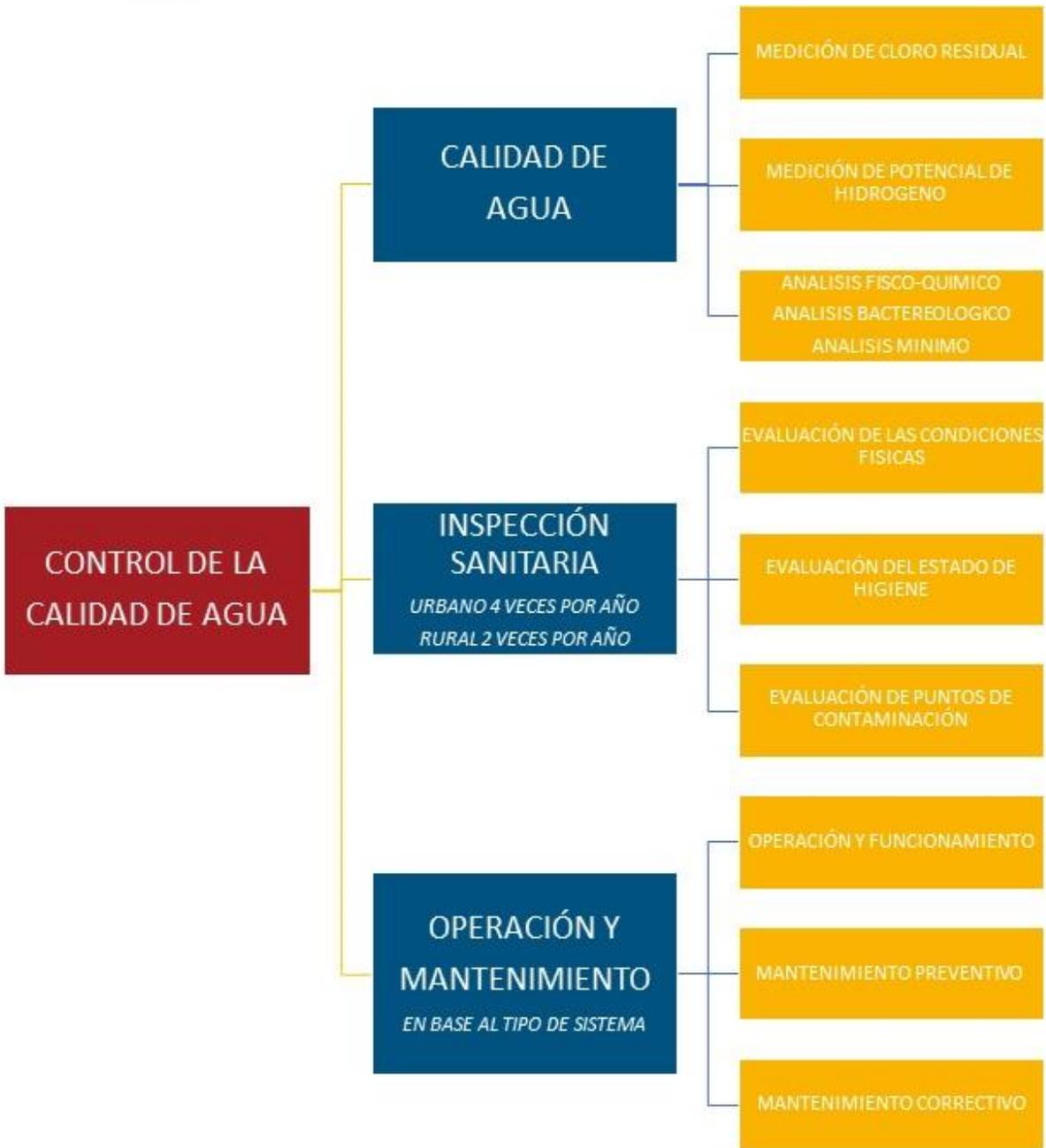
**Medición de potencial de  
Hidrógeno/ *COGUANOR 29001***

***Semanalmente***

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

**al menos una vez por año**

**Analisis minimo/ *COGUANOR  
29001***



## Anexo 1:

### Análisis de sostenibilidad técnica:

	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	
	El sistema en su conjunto funciona correctamente	Nº 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	0,5. Sistema con funcionamiento bajo. Necesidad de reponer algún componente que falla.	En caso que no funcione correctamente que se necesita implementar para su mejora:
	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	
	El caudal es suficiente para todos los usuarios			0,5. La cantidad de agua que reciben los usuarios es entre 20-50 l/persona/día.	
	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas entre las organizaciones comunitarias para la prestación de los servicios de agua	Nº de capacitaciones técnicas realizadas	*Material entregado en las capacitaciones	0. No ha habido ninguna capacitación	
	6. Existen fontaneros asignados para el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	Nº de fontaneros		0. No existen técnicos encargados del mantenimiento del sistema	

	Se realizan actividades de operación y mantenimiento	Nº de informes sobre las actividades llevadas a cabo en la O&M	*Documentos de Planes de Operación & Mantenimiento elaborados *Cronograma de actividades para llevar a cabo diariamente el Plan de O&M	0,5. El sistema está parcialmente mantenido sobre una planificación de los planes de O&M	
	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema			1. Existen suministros, repuestos y servicios disponibles a nivel local y/o regional y accesibles a la comunidad.	

### Análisis de sostenibilidad ambiental:

Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	
El agua que se distribuye en los sistemas de agua construidos o mejorados cumple con las normas de calidad de agua del país para su consumo humano COGUANOR 29001	Concentración de cloro y elementos nocivos	Muestras y análisis del agua para ver su grado de potabilización	1. El sistema funciona correctamente y todos sus componentes están en buen estado	En caso que no sea cual es la razón por la cual no cumple
Se hacen análisis de agua mensuales para asegurar que la	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	

calidad del agua cumple con lo establecido en las normas de calidad de agua exigidas por el país				
La toma de agua a la que pertenece la fuente de agua esta forestada, cercada y protegida de contaminación (*)	Observación directa	*Fotos *Documentos que validen la protección de la fuente	1. La toma de agua está forestada, cercada y protegida de contaminación	
Las aguas que entran y que posteriormente conduce el sistema no están contaminadas (Salinización, alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua...)	Nº de análisis/analysis 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	
Se realizan actividades para mantener las fuentes de agua protegidas y aisladas de posibles contaminaciones	Nº actividades	Fotografías de actividades	0,5. Se realizan actividades esporádicas pero no suficientes para mantener las fuentes de agua protegidas	
Todos los usuarios del sistema de	Nº de capacitaciones en educación ambiental	Contenidos de las capacitaciones/documentos de educación ambiental	0,5. El sistema está parcialmente mantenido	

<p>agua al menos han sido capacitados una vez en educación ambiental</p>			<p>sobre una planificación de los planes de O&amp;M</p>	
<p>Existencia de un análisis inicial de riesgos e identificación y puesta en marcha de medidas específicas de reducción del riesgo y en general medidas destinadas a reforzar la permanencia de la infraestructura y la continuidad del servicio. (*)</p>	<p>Nº análisis existentes</p>	<p>Documentación del análisis</p>	<p>0. No existe ningún tipo de análisis sobre los riesgos en la zona de intervención</p>	
<p>Existencia de planes de contingencia donde se establezcan procedimientos operativos para la respuesta conforme a los requisitos de recursos previstos y a la capacidad necesaria para determinados riesgos a nivel local, regional o nacional (Ej. desastres naturales</p>	<p>Nº de planes</p>	<p>Copias de los planes de contingencia</p>	<p>0. No existen planes de contingencia</p>	

y limitaciones de suministro)				
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	0. No existen planes de manejo de cuenca	

## Anexo 2: Presupuesto de mejoras



### Presupuesto Integrado agua potable

#### PRESUPUESTO DESGLOSADO A CORTO PLAZO

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>MEJORAS EN CAPTACIONES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>2</b>	<b>Q 875.00</b>	<b>Q 1,750.00</b>
1.1	Cemento portland de 4000 PSI	Saco	06.00	75.00 Q	Q 450.00
1.2	Arena de río	M³	00.30	200.00 Q	Q 60.00
1.3	Piedrin triturado	M³	00.30	200.00 Q	Q 60.00
1.4	Pichacha acero inoxidable	Unidad	02.00	50.00 Q	Q 100.00
1.5	Candado para intemperie	unidad	2	Q 90.00	Q 180.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 850.00</b>
<b>APORTE COMUNITARIO</b>					
1.1	Remozamiento interno de captación	Unidad	2	450.00 Q	Q 900.00
<b>TOTAL APORTE MANO DE OBRA LOCAL</b>					<b>Q 900.00</b>
<b>TOTAL RENGLON</b>					<b>Q 1,750.00</b>



No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>2</b>	<b>CERCO PERIMETRAL CAPTACIONES</b>	<b>m</b>	<b>120</b>	<b>Q 186.12</b>	<b>Q 22,334.00</b>
2.1	Postes broton	unidad	41	Q 200.00	Q 8,200.00
2.2	Lañas	Unidad	164	Q 1.00	Q 164.00
2.3	Alambre Espigado	rollo	5	Q 450.00	Q 2,250.00
2.4	Candado para intemperie	unidad	3	Q 90.00	Q 270.00
2.5	Cemento portland de 4000 PSI	Saco	30	75.00 Q	Q 2,250.00
2.6	Arena de río	M³	3	200.00 Q	Q 600.00
2.7	Piedrin triturado	M³	3	200.00 Q	Q 600.00

TOTAL MATERIALES Q 14,334.00

**APORTE COMUNITARIO**

2.1	Acarreo de Material	Unidad	1	800.00 Q	Q 800.00
2.2	Construcción de cerco perimetral	m	120	60.00 Q	Q 7,200.00

TOTAL APORTE MANO DE OBRA LOCAL Q 8,000.00

TOTAL RENGLON Q 22,334.00

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>3</b>	<b>VALVULAS DE AIRE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>2</b>	<b>Q 415.00</b>	<b>Q 830.00</b>
3.1	Valvula de aire	Unidad	2	200.00 Q	Q 400.00
3.2	Accesorios para valvula	Unidad	2	25.00 Q	Q 50.00
3.3	Candado para intemperie	unidad	2	Q 90.00	Q 180.00

TOTAL MATERIALES Q 630.00

**APORTE COMUNITARIO**

3.1	Instalación de accesorios	Unidad	2	100.00 Q	Q 200.00
-----	---------------------------	--------	---	----------	----------

TOTAL APORTE MANO DE OBRA LOCAL Q 200.00

TOTAL RENGLON Q 830.00

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>4</b>	<b>MEJORAMIENTO PASO AEREO</b>	<b>m</b>	<b>60</b>	<b>Q 201.67</b>	<b>Q 12,100.00</b>
4.1	Tubería HG 1 1/2"	Unidad	10	250.00 Q	Q 2,500.00
4.2	Cemento portland de 4000 PSI	Saco	30	75.00 Q	Q 2,250.00
4.3	Arena de río	M³	3	200.00 Q	Q 600.00
4.4	Piedrin triturado	M³	3	200.00 Q	Q 600.00
4.5	Hierro 5/8	qq	5	400.00 Q	Q 2,000.00
4.2	Accesorios	Unidad	1	150.00 Q	Q 150.00

TOTAL MATERIALES Q 8,100.00

**APORTE COMUNITARIO**

4.1	Mejoramiento	Unidad	1	4,000.00 Q	Q 4,000.00
-----	--------------	--------	---	------------	------------

TOTAL APORTE MANO DE OBRA LOCAL Q 4,000.00

TOTAL RENGLON Q 12,100.00



No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>5</b>	<b>LINEA DE CONDUCCIÓN</b>	<b>m</b>	<b>360</b>	<b>Q 52.08</b>	<b>Q 18,750.00</b>
5.1	Tubería HG 2"	Unidad	60	250.00 Q	Q 15,000.00
5.2	Accesorios	Unidad	5	150.00 Q	Q 750.00

TOTAL MATERIALES Q 15,750.00

**APORTE COMUNITARIO**

5.1	Instalación de tubería	Unidad	60	50.00 Q	Q 3,000.00
-----	------------------------	--------	----	---------	------------

TOTAL APORTE MANO DE OBRA LOCAL Q 3,000.00

TOTAL RENGLON Q 18,750.00

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>6</b>	<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>Q 900.00</b>	<b>Q 900.00</b>
6.1	Valvula de compuerta	Unidad	1	280.00 Q	Q 280.00
6.2	Valvula de compuerta	Unidad	1	190.00 Q	Q 190.00
6.3	Accesorios para valvula	Unidad	2	25.00 Q	Q 50.00
6.4	Candado para intemperie	unidad	2	90.00 Q	Q 180.00

TOTAL MATERIALES Q 700.00

**APORTE COMUNITARIO**

6.1	Instalación de accesorios	Unidad	2	100.00 Q	Q 200.00
-----	---------------------------	--------	---	----------	----------

TOTAL APORTE MANO DE OBRA LOCAL Q 200.00

TOTAL RENGLON Q 900.00

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>7</b>	<b>CERCO PERIMETRAL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>m</b>	<b>80</b>	<b>Q 185.60</b>	<b>Q 14,848.00</b>
7.1	Postes broton	unidad	27	Q 200.00	Q 5,400.00
7.2	Lañas	Unidad	108	Q 1.00	Q 108.00
7.3	Alambre Espigado	rollo	4	Q 450.00	Q 1,800.00
7.4	Candado para intemperie	unidad	1	Q 90.00	Q 90.00
7.5	Cemento portland de 4000 PSI	Saco	18	75.00 Q	Q 1,350.00
7.6	Arena de río	M³	1	200.00 Q	Q 200.00
7.7	Piedrín triturado	M³	1.5	200.00 Q	Q 300.00

TOTAL MATERIALES Q 9,248.00

**APORTE COMUNITARIO**

7.1	Acarreo de Material	Unidad	1	800.00 Q	Q 800.00
7.2	Construcción de cerco perimetral	m	80	60.00 Q	Q 4,800.00

TOTAL APORTE MANO DE OBRA LOCAL Q 5,600.00

TOTAL RENGLON Q 14,848.00



No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>8</b>	<b>REPARACIONES EN RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	<b>m</b>	<b>540</b>	<b>Q 25.79</b>	<b>Q 13,924.00</b>
8.1	Tubo PVC de 1" 250 PSI	unidad	80.00	70.00 Q	Q 5,600.00
8.2	Tubo PVC de 3/4" 250 PSI	unidad	10.00	45.00 Q	Q 450.00
8.3	Pegamento PVC Tangit Pomo de 25 gr.	pomo	10.00	27.40 Q	Q 274.00
8.4	Unión de reparación 1" PVC	unidad	10.00	74.00 Q	Q 740.00
8.5	Unión de reparación 3/4" PVC	unidad	10.00	56.00 Q	Q 560.00

TOTAL MATERIALES					Q 7,624.00
------------------	--	--	--	--	------------

<b>APORTE COMUNITARIO</b>					
---------------------------	--	--	--	--	--

8.1	Zanjeo mas relleno	m3	76	75.00 Q	Q 5,700.00
8.2	Instalación	m	120	5.00 Q	Q 600.00

TOTAL APOORTE MANO DE OBRA LOCAL					Q 6,300.00
----------------------------------	--	--	--	--	------------

TOTAL RENGLON					Q 13,924.00
---------------	--	--	--	--	-------------

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>9</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>Q 1,500.00</b>	<b>Q 1,500.00</b>
9.1	Analisis de calidad de agua potable	unidad	02.00	500.00 Q	Q 1,000.00

TOTAL MATERIALES					Q 1,000.00
------------------	--	--	--	--	------------

<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
--------------------------------	--	--	--	--	--

9.1	Toma de muestra	UNIDAD	1	500.00 Q	Q 500.00
-----	-----------------	--------	---	----------	----------

TOTAL APOORTE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 500.00
---------------------------------------	--	--	--	--	----------

TOTAL RENGLON					Q 1,500.00
---------------	--	--	--	--	------------

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>10</b>	<b>CAPACITACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>Q 3,500.00</b>	<b>Q 3,500.00</b>
10.1	Materiales de apoyo	UNIDAD	132.00	5.30 Q	Q 700.00
10.2	Alquiler de equipo visual y sonido	UNIDAD	01.00	350.00 Q	Q 350.00
10.3	Herramientas y accesorios	UNIDAD	01.00	850.00 Q	Q 850.00

TOTAL MATERIALES					Q 1,900.00
------------------	--	--	--	--	------------

<b>MANO DE OBRA CALIFICADA</b>					
--------------------------------	--	--	--	--	--

10.1	Profesional encargado (2 personas, 3 horas por día)	DÍA	2	800.00 Q	Q 1,600.00
------	---	-----	---	----------	------------

TOTAL APOORTE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 1,600.00
---------------------------------------	--	--	--	--	------------

TOTAL RENGLON					Q 3,500.00
---------------	--	--	--	--	------------



## Presupuesto Integrado saneamiento

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>CAPACITACIÓN SANEAMIENTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>Q 10,000.00</b>	<b>Q 10,000.00</b>
1.1	Materiales de apoyo	UNIDAD	132.00	9.00 Q	Q 1,188.00
1.2	Alquiler de equipo visual y sonido	UNIDAD	04.00	366.00 Q	Q 1,464.00
1.3	Herramientas y accesorios	UNIDAD	132.00	9.00 Q	Q 1,188.00

TOTAL MATERIALES					Q 3,840.00
------------------	--	--	--	--	------------

MANO DE OBRA CALIFICADA					
1.1	Profesional encargado (3 personas, 4 horas por día)	DÍA	4	1,540.00 Q	Q 6,160.00

TOTAL APORTE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 6,160.00
--------------------------------------	--	--	--	--	------------

TOTAL RENGLON					Q 10,000.00
---------------	--	--	--	--	-------------

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>2</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE LAVADO DE MANOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>132</b>	<b>Q 200.30</b>	<b>Q 26,440.00</b>
2.1	Recipiente de lavado	UNIDAD	132.00	100.00 Q	Q 13,200.00
2.2	Jabon antibacterial	UNIDAD	132.00	20.00 Q	Q 2,640.00
2.3	Instalación hidráulica	UNIDAD	132.00	20.00 Q	Q 2,640.00

TOTAL MATERIALES					Q 18,480.00
------------------	--	--	--	--	-------------

MANO DE OBRA CALIFICADA					
2.1	Profesional capacitación (3 personas, 4 horas por día)	DÍA	4	1,000.00 Q	Q 4,000.00
2.2	Instalación de sistemas	DÍA	132.00	30.00 Q	Q 3,960.00

TOTAL APORTE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 7,960.00
--------------------------------------	--	--	--	--	------------

TOTAL RENGLON					Q 26,440.00
---------------	--	--	--	--	-------------

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>3</b>	<b>MEJORAS PARED Y TECHOS LETRINAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>132</b>	<b>Q 2,030.00</b>	<b>Q 267,960.00</b>
3.1	Estructura prefabricada letrina	unidad	132	Q 1,400.00	Q 184,800.00
3.2	Tubo PVC 3"	Unidad	132	Q 160.00	Q 21,120.00
3.3	Codo PVC 3" 90°	Unidad	132	Q 25.00	Q 3,300.00
3.4	Candado para intemperie	unidad	132	Q 90.00	Q 11,880.00
3.5	Cemento portland de 4000 PSI	Saco	132	75.00 Q	Q 9,900.00
3.6	Arena de río	M³	13.2	200.00 Q	Q 2,640.00
3.7	Piedrin triturado	M³	13.2	200.00 Q	Q 2,640.00

TOTAL MATERIALES					Q 236,280.00
------------------	--	--	--	--	--------------

APORTE COMUNITARIO					
3.1	Albañil	Jomales	132	150.00 Q	Q 19,800.00
3.2	Ayudante de Albañil	Jomales	132	90.00 Q	Q 11,880.00

TOTAL APORTE MANO DE OBRA LOCAL					Q 31,680.00
---------------------------------	--	--	--	--	-------------

TOTAL RENGLON					Q 267,960.00
---------------	--	--	--	--	--------------



No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>4</b>	<b>CAPACITACIÓN EN CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>1</b>	<b>Q 8,474.00</b>	<b>Q 8,474.00</b>
4.1	Materiales de apoyo	UNIDAD	132.00	3.50 Q	Q 462.00
4.2	Alquiler de equipo visual y sonido	UNIDAD	04.00	347.50 Q	Q 1,390.00
4.3	Herramientas y accesorios	UNIDAD	132.00	3.50 Q	Q 462.00

TOTAL MATERIALES					Q 2,314.00
------------------	--	--	--	--	------------

MANO DE OBRA CALIFICADA					
4.1	Profesional encargado (3 personas, 4 horas por día)	DÍA	4	1,540.00 Q	Q 6,160.00

TOTAL APORTE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 6,160.00
--------------------------------------	--	--	--	--	------------

TOTAL RENGLON					Q 8,474.00
---------------	--	--	--	--	------------

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>5</b>	<b>DOTACIÓN DE RECIPIENTES PARA CLASIFICACIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>132</b>	<b>Q 131.36</b>	<b>Q 17,340.00</b>
5.1	Recipiente para basura organica	UNIDAD	132.00	60.00 Q	Q 7,920.00
5.2	Recipiente para basura inorganica	UNIDAD	132.00	60.00 Q	Q 7,920.00

TOTAL MATERIALES					Q 15,840.00
------------------	--	--	--	--	-------------

MANO DE OBRA CALIFICADA					
5.1	Entrega	DÍA	1	1,500.00 Q	Q 1,500.00

TOTAL APORTE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 1,500.00
--------------------------------------	--	--	--	--	------------

TOTAL RENGLON					Q 17,340.00
---------------	--	--	--	--	-------------

PRESUPUESTO INTEGRADO A CORTO PLAZO					
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>SISTEMA DE AGUA</b>					
1	MEJORAS EN CAPTACIONES	UNIDAD	2.00	Q 875.00	Q 1,750.00
2	CERCO PERIMETRAL CAPTACIONES	m	120.00	Q 186.12	Q 22,334.00
3	VALVULAS DE AIRE	UNIDAD	2.00	Q 415.00	Q 830.00
4	MEJORAMIENTO PASO AEREO	m	60.00	Q 201.67	Q 12,100.00
5	LINEA DE CONDUCCIÓN	m	360.00	Q 52.08	Q 18,750.00
6	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	UNIDAD	1.00	Q 900.00	Q 900.00
7	CERCO PERIMETRAL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	m	80.00	Q 185.60	Q 14,848.00
8	REPARACIONES EN RED DE DISTRIBUCIÓN	m	540.00	Q 25.79	Q 13,924.00
9	CONTROL DE CALIDAD DE AGUA	UNIDAD	1.00	Q 1,500.00	Q 1,500.00
10	CAPACITACIÓN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	UNIDAD	1.00	Q 3,500.00	Q 3,500.00
<b>COSTO TOTAL MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA</b>					<b>Q 90,436.00</b>
<b>SANEAMIENTO BASICO</b>					
1	CAPACITACIÓN SANEAMIENTO	UNIDAD	1.00	Q 10,000.00	Q 10,000.00
2	IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE LAVADO DE MANOS	UNIDAD	132.00	Q 200.30	Q 26,440.00
3	MEJORAS PARED Y TECHOS LETRINAS	UNIDAD	132.00	Q 2,030.00	Q 267,960.00
4	CAPACITACIÓN EN CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS	UNIDAD	1.00	Q 8,474.00	Q 8,474.00
5	DOTACIÓN DE RECIPIENTES PARA CLASIFICACIÓN	UNIDAD	132.00	Q 131.36	Q 17,340.00
<b>COSTO TOTAL MEJORAS EN SANEAMIENTO BASICO</b>					<b>Q 330,214.00</b>
<b>TOTAL MEJORAS A CORTO PLAZO</b>					<b>Q 420,650.00</b>



No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>1</b>	<b>COLECTOR Y TRAMPA DE GRASAS</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>132</b>	<b>Q 1,417.48</b>	<b>Q 187,107.14</b>
1.1	Cemento Solvente para PVC 1/4 gal	unidad	18.86	112.00 Q	Q 2,112.00
1.2	Tubo PVC 3"	Unidad	132.00	160.00 Q	Q 21,120.00
1.3	Tee PVC 3"	Unidad	132.00	26.00 Q	Q 3,432.00
1.4	Codo PVC 3" 90°	Unidad	264.00	25.00 Q	Q 6,600.00
1.5	Wype	Lb	4.00	15.00 Q	Q 60.00
1.6	Acero Liso 1/4" Grado 40 Original	Varilla	356.40	10.00 Q	Q 3,564.00
1.7	Acero 3/8" Grado 40 Original	Varilla	594.00	30.00 Q	Q 17,820.00
1.8	Alambre de Amarre	Lb	136.40	5.00 Q	Q 682.00
1.9	Block 0.14x0.19x0.39	Unidad	3,960.00	4.50 Q	Q 17,820.00
1.10	Cemento portland de 4000 PSI	Saco	301.71	75.00 Q	Q 22,628.57
1.11	Arena de río	M³	30.17	200.00 Q	Q 6,034.29
1.12	Piedrin triturado	M³	30.17	200.00 Q	Q 6,034.29

TOTAL MATERIALES Q 107,907.14

**APORTE COMUNITARIO**

1.1	Albañil	Jornales	330	150.00 Q	Q 49,500.00
1.2	Ayudante de Albañil	Jornales	330	90.00 Q	Q 29,700.00

TOTAL APOORTE MANO DE OBRA LOCAL Q 79,200.00

TOTAL RENGLON Q 187,107.14

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>2</b>	<b>POZO DE ABSORCIÓN DE 3.00 MT DE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>132</b>	<b>Q 3,194.45</b>	<b>Q 421,668.00</b>
2.1	Cemento Solvente para PVC 1/4 gal	unidad	18.86	112.00 Q	Q 2,112.00
2.2	Tubo de concreto 36" perforado	Unidad	396.00	750.00 Q	Q 297,000.00
2.3					
2.4	Codo PVC 3" 90°	Unidad	132.00	25.00 Q	Q 3,300.00
2.5	Wype	Lb	4.00	15.00 Q	Q 60.00
2.6	Acero Liso 1/4" Grado 40 Original	Varilla	132.00	10.00 Q	Q 1,320.00
2.7	Acero 3/8" Grado 40 Original	Varilla	396.00	30.00 Q	Q 11,880.00
2.8	Alambre de Amarre	Lb	132.00	5.00 Q	Q 660.00
2.9	Piedra Bola	m3	66.00	120.00 Q	Q 7,920.00
2.10	Cemento portland de 4000 PSI	Saco	158.40	75.00 Q	Q 11,880.00
2.11	Arena de río	M³	15.84	200.00 Q	Q 3,168.00
2.12	Piedrin triturado	M³	15.84	200.00 Q	Q 3,168.00

TOTAL MATERIALES Q 342,468.00

**APORTE COMUNITARIO**

2.1	Albañil	Jornales	330	150.00 Q	Q 49,500.00
2.2	Ayudante de Albañil	Jornales	330	90.00 Q	Q 29,700.00

TOTAL APOORTE MANO DE OBRA LOCAL Q 79,200.00

TOTAL RENGLON Q 421,668.00



PRESUPUESTO INTEGRADO A MEDIANO PLAZO						
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>SISTEMA DE AGUA</b>						
1	Monitoreo de captaciones	UNIDAD	1.00	Q 5,000.00	Q	5,000.00
2	Línea de Conducción	UNIDAD	1.00	Q 40,000.00	Q	40,000.00
3	Tanque de distribución (Acceso a agua segura)	UNIDAD	1.00	Q 21,348.00	Q	21,348.00
4	Línea de distribución	UNIDAD	132.00	Q 80.00	Q	10,560.00
<b>COSTO TOTAL MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA</b>						Q 76,908.00
<b>SANEAMIENTO BASICO</b>						
1	COLECTOR Y TRAMPA DE GRASAS	UNIDAD	132.00	Q 1,417.48	Q	187,107.14
2	POZO DE ABSORCIÓN DE 3.00 MT DE PROFUNDIDAD	UNIDAD	132.00	Q 3,194.45	Q	421,668.00
3	IMPLEMENTACION DE ABONERAS	UNIDAD	132.00	Q 250.00	Q	33,000.00
<b>COSTO TOTAL MEJORAS EN SANEAMIENTO BASICO</b>						Q 641,775.14
<b>TOTAL MEJORAS A MEDIANO PLAZO</b>						Q 718,683.14

PRESUPUESTO INTEGRADO A LARGO PLAZO						
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>SISTEMA DE AGUA</b>						
1	Perforación de pozo mecanico	UNIDAD	1.00	Q 850,000.00	Q	850,000.00
2	Línea de Conducción	UNIDAD	1.00	Q 685,000.00	Q	685,000.00
3	Tanque de distribución	UNIDAD	1.00	Q 158,500.00	Q	158,500.00
4	Línea de distribución	UNIDAD	1.00	Q 500,000.00	Q	500,000.00
<b>COSTO TOTAL MEJORAS EN SISTEMA DE AGUA</b>						Q 2,193,500.00
<b>SANEAMIENTO BASICO</b>						
1	LETRINAS LAVABLES	UNIDAD	132.00	Q 3,500.00	Q	462,000.00
2	DRENAJE SANITARIO	UNIDAD	1.00	Q 2,000,000.00	Q	2,000,000.00
3	PLANTA DE TRATAMIENTO	UNIDAD	1.00	Q 2,000,000.00	Q	2,000,000.00
<b>COSTO TOTAL MEJORAS EN SANEAMIENTO BASICO</b>						Q 4,462,000.00
<b>TOTAL MEJORAS A LARGO PLAZO</b>						Q 6,655,500.00



## Anexo 3: Especificaciones técnicas de materiales

### Introducción

Las presentes especificaciones técnicas, tienen como objeto dar los lineamientos generales a seguir, en cuanto a calidades de materiales, procedimientos constructivos y acabados durante la ejecución de la obra, como complemento de los planos.

### Especificaciones técnicas control de los materiales

- **Requisitos de calidad de los materiales**

Todos los materiales que suministre el constructor, serán nuevos y deberán llenar los requisitos y condiciones que se señalan en las especificaciones y planos.

Las fuentes de abastecimiento de los materiales deberán ser aprobados antes de que se principien a efectuar las entregas, debiéndose presentar muestras representativas del tipo y cantidad de los materiales requeridos, para su inspección y análisis, de acuerdo con los métodos a que se haga referencia en las especificaciones. El supervisor podrá requerir al constructor un certificado del producto, extendido por un laboratorio independiente y de confianza, el que podrá ser aceptado en lugar de hacer los análisis. Podrá tomar sus propias muestras en cualquier momento para efectuarle los ensayos correspondientes, con fines de controlar la calidad del material o de disipar alguna duda con respecto a este.

- **Inspección y análisis en fuentes de abastecimiento**

El supervisor o las personas que se nombren para este fin, deberán tener libre acceso en todo momento a las plantas dedicadas a la fabricación o producción de los materiales que son utilizados durante el proceso constructivo de la obra.

Todos los materiales aprobados y aceptados en las fuentes de abastecimiento, podrán ser analizados cuando así lo disponga el supervisor, después de que hayan sido entregados en la Obra y los materiales que al analizarse de nuevo no se ajusten a los requisitos de las especificaciones, serán rechazados.

- **Control por medio de muestras y pruebas**

Las muestras, análisis y métodos de laboratorio que se utilicen para efectuar los ensayos, deberán estar indicados en las especificaciones, pero en caso de no ser así, se utilizarán los indicados en la American Society for Testing Materials (A.S.T.M) y/o la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

El Constructor deberá hacer sus pedidos de materiales con suficiente anticipación a la fecha en que serán incorporados a la obra, a fin de que pueda disponerse del suficiente tiempo para el muestreo y análisis.



- **Materiales defectuosos**

Todos los materiales que no llenen los requisitos de las especificaciones, los que hayan sido en cualquier forma dañados, o los que se hayan mezclado con material nocivo, serán considerados defectuosos. Los que así fueren considerados, podrán ser corregidos por el constructor, solamente mediante una autorización previa del supervisor o bien exigirse su retiro inmediato de la obra.

- **Instrucciones de los fabricantes**

Todos los artículos manufacturados, materiales y equipos que deban ser incorporados a la obra, serán almacenados, manipulados, instalados, erigidos, utilizados y acondicionados, de conformidad con las instrucciones que indiquen los fabricantes. El constructor remitirá al supervisor copia de todas las instrucciones que reciba por parte de los fabricantes.

- **Equipo de construcción**

El constructor deberá disponer en todo momento, de equipo adecuado y en suficiente cantidad. El supervisor podrá requerir el uso de equipo adicional y demás elementos que se necesiten, a fin de que el progreso real sea el planificado. Con la presencia del equipo en obra, deberá tenerse cuidado de que no dañe otras partes de la obra, así como las propiedades adyacentes o instalaciones.

- **Cemento**

Todo cemento a utilizarse deberá estar de acuerdo a las normas COGUANOR NGO 41001 y ASTM C-595, entregado en la obra en su empaque original y deberá permanecer sellado hasta el momento de su uso.

Las bodegas para el almacenamiento de cemento permanecerán secas, para lo cual se cerrarán todas las grietas y aberturas de la bodega. Las bolsas deberán ser estibadas lo más cerca posible unas de otra para reducir la circulación de aire, evitando su contacto con paredes exteriores.

Las bolsas deberán estibarse sobre plataformas de madera, levantadas 0.15 m. sobre el piso, la altura de estibamiento máximo debe ser de 10 sacos sobre las bancas (dicho límite de estibamiento se aplica también en los vehículos durante el traslado del cemento) y deberán estar ordenadas para poder retirar el cemento más antiguo durante su uso y a la vez, colocar cemento nuevo sin dificultad.

No se permitirá el uso de cemento endurecido por el almacenamiento o parcialmente fraguado en ninguna parte de la obra. El contratista deberá usar el cemento que tenga más tiempo de estar almacenado, antes de utilizar el cemento acopiado recientemente.



## **NINGÚN CEMENTO DEBERÁ PERMANECER EN LA BODEGA POR MAS DE UN MES.**

No se permitirá mezclar en un mismo colado cementos de diferentes marcas, tipos o calidades.

- **Agregados**

Los agregados a usarse son: fino (arena) y grueso (piedra triturada o clasificada). Ambos deberán considerarse como elementos separados del cemento.

Deben estar de acuerdo con las especificaciones para agregados según Norma ASTM C-33, se podrá usar otros agregados siempre y cuando se haya demostrado por medio de la práctica o ensayos especiales que producen concreto con resistencia y durabilidad adecuada, siempre que el Supervisor autorice su uso, toda variación deberá estar avalada por un laboratorio de garantía. El Agregado fino (arena) deberá cumplir con lo siguiente:

- **Agregados finos**

1. La arena deberá tener granos duros y resistentes, libres de arcilla, limo, álcalis, mica, materias orgánicas, u otros materiales perjudiciales.
2. No contendrá un porcentaje con respecto al peso total de más de 5% del material que pase por tamiz 200 en caso contrario el exceso debe ser eliminado mediante el lavado correspondiente.
3. El módulo de finura no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. La arena no debe ser uniforme, deberá tener una mezcla de granos finos y gruesos entre el rango establecido.
4. El agregado fino no deberá contener arcillas o tierra, en porcentaje que exceda el 3% en peso, el exceso deberá ser eliminado con el lavado correspondiente.

- **Agregados gruesos**

1. El agregado grueso debe ser grava o piedra triturada limpia, no debe contener tierra o arcilla en superficie en un porcentaje que exceda del 1% en peso en caso contrario el exceso se eliminará mediante el lavado, el agregado grueso deberá ser proveniente de rocas duras y estables, resistentes a la abrasión por impacto y a la deterioración causada por cambios extremos de temperatura o heladas.
2. El porcentaje de desgaste no debe ser mayor a 40% después de 500 revoluciones en el ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles.
3. 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, no debe sobrepasar de 15% en masa.
4. El tamaño o granulometría del agregado, será de  $\frac{3}{4}$ " como máximo y de  $\frac{1}{2}$ " como mínimo o lo que indique el proporcionamiento de mezcla de diseño, en función a la procedencia del material.
5. En elementos de espesor reducido o cuando existe gran densidad de armadura se podrá disminuir el tamaño máximo de agregado, siempre que se obtenga gran trabajabilidad y se cumpla con el "SLUMP" o asentamiento requerido y que la resistencia del concreto que se



obtenga, sea la indicada en este documento, para lo cual se deberán hacer cilindros de prueba y ensayarlos antes de la fundición.

- **Agua**

El agua empleada en el mezclado del concreto deberá ser limpia y estar libre de cantidades perjudiciales de material orgánico, elementos en suspensión y turbidez excesiva (apta para el consumo humano). Los agregados y/o aditivos deben sumarse a los materiales que pueden aportar al agua de mezclado el contenido total de sustancias inconvenientes. No se utilizará en la preparación del concreto, en el curado del mismo o en el lavado del equipo, aquellas aguas que no cumplan con los requisitos de calidad mínimas. Cuando se almacene agua en toneles o cualquier otro recipiente, estos deberán tener algún tipo de tapadera para evitar que el agua se contamine.

### **Especificaciones técnicas estructura de concreto armado**

Esta unidad cuenta con un espesor de pared y de fondo indicado en planos, será de concreto reforzado, la resistencia del concreto es de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , a excepción de plantas de tratamiento la resistencia del concreto es de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .

- **Concreto**

Es la mezcla constituida por cemento, agregados, agua y eventualmente aditivos, en proporciones adecuadas para obtener las propiedades requeridas en este documento. Y que conjuntamente con el refuerzo de acero en la cantidad indicada en los planos de estructuras actúan para resistir los esfuerzos a los cuales estará sometida la estructura.

- **Consistencia del concreto**

La proporción entre agregados deberá garantizar una mezcla con un alto grado de trabajabilidad y resistencia de manera que se acomode dentro de las esquinas y ángulos de las formas del refuerzo, por medio del método de colocación en la obra, que no permita que se produzca un exceso de agua libre en la superficie.

El asentamiento o Slump permitido, según Norma ASTM C-143 (cada obra deberá contar con un cono de Abrahams, con base metálica y una varilla de 5/8" lisa y con punta redondeada para la realización de este ensayo), según la clase de construcción y siendo el concreto vibrado, se propone de la siguiente forma:

#### **EN CENTÍMETROS**

<b>TIPO DE ELEMENTO</b>	<b>MÁXIMO</b>	<b>MÍNIMO</b>
Muros de cimentación	7.5	2.5
Muros reforzados	10.0	2.5
Losas	7.5	2.5
Concreto masivo	5	2.5



Concretos ciclópeos



7.5



2.5

El asentamiento permitido puede variar en un rango de 2.5 a 7.5 centímetros.

- **Mezclado del concreto y pruebas de resistencia**

Este deberá hacerse con un sistema mecanizado (mezcladora), para todo el concreto que se funda en obra. El concreto debe ser mezclado sólo en la cantidad que se vaya usar de inmediato, el excedente será eliminado. En caso de agregar una nueva carga la mezcladora deberá ser descargada.

El mezclado deberá continuarse por lo menos durante 1 minuto, después que todos los materiales estén dentro del tambor, a menos que se muestre que un tiempo menor es satisfactorio. Las mezcladoras estacionarias deben ser de un tipo aprobado y un diseño que garantice su capacidad para mezclar los ingredientes de concreto, por lo tanto se requiere de una mezcladora con capacidad de 2 sacos de cemento, mas agregados. La velocidad del tambor de la mezcladora debe ser constante entre 18 a 20 revoluciones por minuto.

Orden de colocación: 50% de agua + agregado grueso + agregado fino + cemento + 50% de agua final + aditivo. Debiendo respetar el tiempo de mezclado, así como su capacidad para descargarlo sin segregación y con un grado de uniformidad que cumpla con los requisitos de las normas AASHTO M 157, ASTM C 94 ó COGUANOR NG 41068.

Se deberá elaborar testigos del concreto fundido, debidamente identificados, producto del concreto fabricado, de la siguiente forma: por cada día de producción del concreto se extraerán testigos (de concreto) uno al inicio de la fundición, otro a la mitad de la fundición y uno al final de la misma o por cada 10 m<sup>3</sup> producidos o por cada 50 m<sup>2</sup> cubiertos, queda a criterio del supervisor.

El molde utilizado para elaborar los cilindros de concreto, debe ser metálico y tener 6" de diámetro y 12" de altura y su varilla de acero de 5/8" liso con la punta redondeada para evitar la inclusión de aire al espécimen. No se permitirán improvisaciones para la toma de muestras.

Los testigos de concreto deben mantenerse sumergidos en agua por el periodo necesario para su respectivo curado y luego ser trasladados (Al menos 2 días antes de que tenga que ser probado el primer cilindro en el laboratorio).

**EN NINGÚN RENGLÓN DE CONCRETO SÉ PERMITIRÁ QUE SE REALICE UNA MEZCLA ESPECIFICA PARA LOS CILINDROS, SE DEBERÁ TOMAR DEL CONCRETO REALIZADO PARA LA ESTRUCTURA A FUNDIR.**

Si los resultados de los ensayos de concretos no cumplen con la resistencia nominal requerida y sus tolerancias, de acuerdo a la norma ASTM-C39, se procederá a la extracción de corazones de concreto (diamantinas) tal y como lo indica la norma ASTM-C42, si estos resultados no son los adecuados, entonces se evaluará cada caso en particular para darle una solución específica



tomando en cuenta que cualquier costo adicional en este aspecto debe ser absorbido por el ejecutor debido a la responsabilidad que él tiene en el asunto.

En la identificación de los cilindros de concreto, debe incluirse:

- a) Nombre de la comunidad donde se construye la obra.
  - b) Proyecto.
  - c) Fecha de fundición.
  - d) Elemento fundido.
- **Colocación, vibrado y curado del concreto**

La colocación se realizara previa autorización del supervisor, cuando se verifique que el acero esté libre de óxidos, rebabas, aceites, pinturas y otras sustancias que perjudiquen la adherencia del concreto con el acero de refuerzo.

El concreto que se encuentre parcialmente endurecido o contaminado (arcillas o terrones) no será aceptado, además el concreto deberá ser colocado a una altura no mayor de 1.50. No deberá de ser colocado en presencia de lluvias fuertes, ya que el incremento de agua modificará la resistencia nominal requerida.

Todo concreto tendrá que ser vibrado de forma mecánica y esta vibración deberá de realizarse a cada 0.75 metros con un tiempo de 5 segundos para evitar segregaciones de los materiales; también se debe de tener el cuidado de no topa con el acero o la formaleta de los elementos.

El tiempo de curado de los elementos de concreto, será de 7 días como mínimo, donde el concreto se deberá de mantener húmedo en especial en horas de mayor exposición al sol. Esta actividad iniciará de ocho a doce horas después de fundido o cuando el supervisor lo considere conveniente.

- **Aditivos**

Los aditivos que el contratista proponga utilizar, durante el proceso constructivo, deberán someterse a la aprobación del supervisor. Además debe demostrarse que con el uso del aditivo se obtendrá la resistencia a compresión final requerida.

- **Acero de refuerzo**

El refuerzo para el concreto consistirá en varillas de acero de lingotes nuevos. Las varillas de acero serán de grado 40 (resistencia a la tensión de 40,000 libras/pul<sup>2</sup>). Deberán estar libres de defectos y mostrar un acabado uniforme. La superficie de las mismas deberá estar libre de óxido, escamas y materias extrañas que perjudiquen la adherencia con el concreto. Las varillas de acero no deberán tener grietas, dobladuras y laminaciones.

Todo el refuerzo empleado en la construcción de la estructura será de acero LEGÍTIMO y corrugado, exceptuando el acero de ¼" de diámetro el cual será liso, y será acero legítimo según lo indicado en planos, en cualquier otro caso podrá ser comercial.



- **Traslapes**

Las longitudes de desarrollo y traslapes deben ser como mínimo 50 veces el diámetros de barra. (Véase detalles en planos)

Los traslapes no se deberán realizar en zonas de alto esfuerzo y preferiblemente se realizarán en el eje neutro, o donde las flexiones o compresiones sean menores; además los empalmes en un elemento estructural nunca se deberán realizar a un mismo nivel, para que no existan planos débiles.

En los empalmes de traslape, las barras deben colocarse en contacto entre sí y amarrarse con alambre, de tal manera, que mantengan la alineación de las mismas y su espaciamiento, dentro de las distancias libres mínimas especificadas, en relación a las demás barras y a las superficies del concreto.

- **Dobleces de las varillas**

Las varillas serán dobladas en frío y antes de ser colocadas en las formaletas. No deberán doblarse aquellas que se encuentren parcialmente fundidas en el concreto, a menos que el doblez se efectúe, mínimo a una distancia de 2.00 m. De la parte fundida.

El doblez del gancho debe colocarse tan cerca de la cara exterior del concreto como lo permitan los requisitos de recubrimiento del refuerzo. Ver detalle en planos.

- **Longitudes de desarrollo y traslapes en cambios a 90° permisibles**

Los elementos de refuerzos transversales que actúan con el corte, deberán tener la longitud de desarrollo adecuada, así como el doblez requerido en estribos, eslabones y en cambios de dirección de a 90° de cimientos corridos y vigas. Ver plano de detalles de traslapes y longitudes de desarrollo.

## **Especificaciones técnicas por renglones de trabajo**

### **1. MEJORAMIENTO DE CAPTACIONES.**

**REPELLO INTERNO:** Material que se colocará en la parte interna de la unidad, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.

La tubería y los accesorios a instalar deberán ser específicos para conducir agua potable y su clase, diámetro y longitud se indicarán en los planos y en las especificaciones especiales del proyecto.

La tubería será de cloruro de Polivinilo (PVC) debe cumplir la norma CS-256 y las Especificación ASTM D 2241. Los accesorios para PVC deben estar de acuerdo con la especificación ASTMD 2466 cédula 40.



- **Válvulas de compuerta**

Definición: Son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua. Constan de cuerpo, sección desmontable, compuerta, vástago y volante.

Especificaciones: El cuerpo, la sección desmontable y la compuerta deben ser de bronce, que llene los requisitos de norma ASTM B-62, relativas a la aleación UNSC 83600 (designación antigua 85-5-5). Las roscas deben estar hechas a perfección, sin orillas irregulares de acuerdo a especificaciones de la ASPT. El diseño de la compuerta debe ser simple y efectivo. Pueden ser vástago fijo o ascendente, debiendo operar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 lb/plg<sup>2</sup>). Las de diámetro no mayor de 100 mm. (4") serán de extremos roscados conforme especificaciones ASPT. Las de diámetro mayores a 4" serán de acople con brida plana roscada asegurada por pernos, con cuerpo de hierro fundido.

Instalación: Cada válvula debe estar protegida por una caja de concreto o mampostería según diseño tipo que se indiquen en los planos.

## **2. CERCO PERIMETRAL CAPTACIONES 80.00 m.**

Bases con postes tipo brotón con altura mínima de 2 metros desde el nivel de suelo, con bases de concreto fundidas y dimensiones de 0.30x0.30x0.60 metros colocados a cada 3 metros de distancia. Se colocarán 6 filas de alambre de púas, sujetado por medio de lañas de instalación.

## **3. VALVULAS DE AIRE 2.00 UNIDADES.**

Definición: Son válvulas cuya función es evacuar la acumulación de aire, por llenado y vaciado en la conducción, están diseñadas para operación automático.

Instalación: Para su instalación deberá observarse lo indicado en los manuales de los fabricantes y su ubicación conforme los planos o donde lo indique el Supervisor. Especificaciones: La válvula de aire debe ser de bronce, que se ajuste a norma ASTM B-62, relativa a la aleación UNS C 83600 (DESIGNACIÓN ANTIGUA 85-5-5-5). Deberá funcionar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 lb/plg<sup>2</sup>).

## **4. LINEA DE CONDUCCIÓN 60.00 m.**

- La tubería de Hierro Galvanizado será rígida tipo mediano.
- Los accesorios serán de la misma clase, para una presión mínima de 250 libras/pulg.<sup>2</sup>, para tubos de diámetro mayor a 1" y 315 libras/pulg.<sup>2</sup> para diámetros menores.
- La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (National Sanitation Foundation) o de otra institución similar.
- Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección.



- Se almacenarán bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no reciban directamente los rayos del sol.
- Los tubos no deben apilarse a más de 60 centímetros de altura y deben tomarse las precauciones necesarias para que no se camine sobre ellos.

## 5. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 1.00 UNIDAD.

**REPELLO INTERNO:** Material que se colocará en la parte interna de la unidad, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.

La tubería y los accesorios a instalar deberán ser específicos para conducir agua potable y su clase, diámetro y longitud se indicarán en los planos y en las especificaciones especiales del proyecto. La tubería será de cloruro de Polivinilo (PVC) debe cumplir la norma CS-256 y las Especificación ASTM D 2241. Los accesorios para PVC deben estar de acuerdo con la especificación ASTM D 2466 cédula 40.

- **Válvulas de compuerta**

**Definición:** Son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua. Constan de cuerpo, sección desmontable, compuerta, vástago y volante.

**Especificaciones:** El cuerpo, la sección desmontable y la compuerta deben ser de bronce, que llene los requisitos de norma ASTM B-62, relativas a la aleación UNSC 83600 (designación antigua 85-5-5). Las roscas deben estar hechas a perfección, sin orillas irregulares de acuerdo a especificaciones de la ASPT. El diseño de la compuerta debe ser simple y efectivo. Pueden ser vástago fijo o ascendente, debiendo operar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 lb/plg<sup>2</sup>). Las de diámetro no mayor de 100 mm. (4") serán de extremos roscados conforme especificaciones ASPT. Las de diámetro mayores a 4" serán de acople con brida plana roscada asegurada por pernos, con cuerpo de hierro fundido.

**Instalación:** Cada válvula debe estar protegida por una caja de concreto o mampostería según diseño tipo que se indiquen en los planos.

## 6. CERCO PERIMETRAL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 80.00 m.

Bases con postes tipo brotón con altura mínima de 2 metros desde el nivel de suelo, con bases de concreto fundidas y dimensiones de 0.30x0.30x0.60 metros colocados a cada 3 metros de distancia. Se colocarán 6 filas de alambre de púas, sujetado por medio de lañas de instalación.

## 7. REPARACIONES EN RED DE DISTRIBUCIÓN 120.00 m.

La tubería de PVC (cloruro de polivinilo rígido) será rígida y debe satisfacer la norma ASTM-D2467-67 y CS-256-63. Será para una presión de trabajo mínima de: Para tubo de ½" de 315 PSI, para tubo de ¾" de 250 PSI, para tubo de diámetro igual o mayor de 1", la presión que se indique en las bases especiales o en los planos. Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga.



Los accesorios serán de la misma clase, para una presión mínima de 250 libras/pulg.<sup>2</sup>, para tubos de diámetro mayor a 1" y 315 libras/pulg.<sup>2</sup> para diámetros menores.

La tubería y los accesorios deberán tener la aprobación de NSF (National Sanitation Foundation) o de otra institución similar.

Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección.

Se almacenarán bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no reciban directamente los rayos del sol.

Los tubos no deben apilarse a más de 60 centímetros de altura y deben tomarse las precauciones necesarias para que no se camine sobre ellos.

- **Pruebas de presión**

1. La instalación de la tubería, deberá ser probada a la resistencia y estanquidad. La tubería deberá someterse a una presión interna de agua inyectada por medio de bomba u otro.
2. Se aplicará una presión, no menor de 7 Kg/ cm<sup>2</sup> (100 psi) o la presión estática más un 20%, según lo que fuere mayor, por un período de 2 horas en las que no deberá de existir descenso de presión.
3. En la prueba, antes y durante el tiempo de la misma, se deberán inspeccionar todas las uniones corrigiéndose las que tengan fugas visibles.
4. La presión de prueba será mantenida por medio de una bomba del tipo aprobado por el Supervisor que deberá tener conectado por el manómetro, ambos proporcionados por el Contratista.

- **Lavado y desinfección de tuberías**

1. Antes de ponerse en servicio la instalación se debe proceder a lavar y desinfectar interiormente la tubería. Para el lavado del sistema se hará circular agua a una velocidad no menor de 0.75 metros por seg. (m/s) durante un período no menor de 15 minutos
2. Lavada la tubería se procederá a la desinfección para lo cual la tubería deberá estar completamente vacía y se llenará con agua que contenga 20 mg de cloro por litro de agua la que se mantendrá durante 24 horas.
3. Cumplidas las 24 horas, se vaciarán las tuberías y se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar el agua empleada en la desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.



## Especificaciones técnicas generales para sistemas de agua potable (instalación de tuberías)

- **Descripción**

El trabajo consiste en las operaciones que deberá ejecutar el Contratista para colocar, empalmar, fijar y probar en el área de trabajo las tuberías, los accesorios, las conexiones, piezas especiales y demás dispositivos señalados en los planos y conforme a las especificaciones del proyecto.

- **Tubería y accesorios de PVC**

1. La tubería y los accesorios a instalar deberán ser específicos para conducir agua potable y su clase, diámetro y longitud se indicarán en los planos y en las especificaciones especiales del proyecto.
2. La tubería será de cloruro de Polivinilo (PVC) debe cumplir la norma CS-256 y las Especificación ASTM D 2241. Los accesorios para PVC deben estar de acuerdo con la especificación ASTM D 2466 cédula 40.

- **Ejecución de los trabajos**

Previo instalación de cualquier clase de tubería, el Ingeniero Supervisor comprobará personalmente que la misma tenga las dimensiones, peso y tolerancia que corresponda a la especificada.

En la instalación de la tubería, el Contratista deberá utilizar las herramientas apropiadas y los métodos de trabajo recomendados por el fabricante. Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos. Se colocará en la alineación definitiva para evitar tener que forzarla a posiciones diferentes posteriormente.

- **Pruebas de presión**

5. La instalación de la tubería, deberá ser probada a la resistencia y estanquidad. La tubería deberá someterse a una presión interna de agua inyectada por medio de bomba u otro.
6. Se aplicará una presión, no menor de 7 Kg/ cm<sup>2</sup> (100 psi) o la presión estática más un 20%, según lo que fuere mayor, por un período de 2 horas en las que no deberá de existir descenso de presión.
7. En la prueba, antes y durante el tiempo de la misma, se deberán inspeccionar todas las uniones corrigiéndose las que tengan fugas visibles.
8. La presión de prueba será mantenida por medio de una bomba del tipo aprobado por el Supervisor que deberá tener conectado por el manómetro, ambos proporcionados por el Contratista.

- **Lavado y desinfección de tuberías**

4. Antes de ponerse en servicio la instalación se debe proceder a lavar y desinfectar interiormente la tubería. Para el lavado del sistema se hará circular agua a una velocidad no menor de 0.75 metros por seg. (m/s) durante un período no menor de 15 minutos



5. Lavada la tubería se procederá a la desinfección para lo cual la tubería deberá estar completamente vacía y se llenará con agua que contenga 20 mg de cloro por litro de agua la que se mantendrá durante 24 horas.
6. Cumplidas las 24 horas, se vaciarán las tuberías y se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar el agua empleada en la desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.
  - **Válvulas de compuerta**
    1. Definición: Son válvulas que funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua. Constan de cuerpo, sección desmontable, compuerta, vástago y volante.
    2. Especificaciones: El cuerpo, la sección desmontable y la compuerta deben ser de bronce, que llene los requisitos de norma ASTM B-62, relativas a la aleación UNSC 83600 (designación antigua 85-5-5). Las roscas deben estar hechas a perfección, sin orillas irregulares de acuerdo a especificaciones de la ASPT. El diseño de la compuerta debe ser simple y efectivo. Pueden ser vástago fijo o ascendente, debiendo operar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 lb/plg<sup>2</sup>). Las de diámetro no mayor de 100 mm. (4") serán de extremos roscados conforme especificaciones ASPT. Las de diámetro mayores a 4" serán de acople con brida plana roscada asegurada por pernos, con cuerpo de hierro fundido.
    3. Instalación: Cada válvula debe estar protegida por una caja de concreto o mampostería según diseño tipo que se indiquen en los planos.
      - **Válvulas de paso (llave de paso)**
        1. Definición: Son válvulas que funcionan mediante una cuña horadado que al girar permite el cierre o paso del agua. Constan de cuerpo, sección desmontable.
        2. Especificaciones: La válvula de paso debe ser de bronce, que se ajuste a norma ASTM B-62, relativa a la aleación UNS C 83600 (DESIGNACIÓN ANTIGUA 85-5-5-5). El cono exterior debe terminar en un tornillo de cabeza cuadrada que permita el uso de vástago de operación. Las roscas deben estar hechas a perforación, los hilos deben ser perfectos, sin orillas irregulares y de acuerdo con normas ASTM o ANSI. Deberá funcionar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 lb/plg<sup>2</sup>).
      - **Válvulas de globo**
        1. Definición: Son válvulas cuya función es estrangular o regular el flujo del líquido a cualquier grado requerido o para dar cierres seguros, están diseñadas para operación manual.
        2. Instalación: Para su instalación deberá observarse lo indicado en los manuales de los fabricantes y su ubicación conforme los planos o donde lo indique el Supervisor.
        3. Especificaciones: La válvula de globo debe ser de bronce, que se ajuste a norma ASTM B-62, relativa a la aleación UNS C 83600 (DESIGNACIÓN ANTIGUA 85-5-5-5). Deberá funcionar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 lb/plg<sup>2</sup>).



- **Válvulas de aire**

1. Definición: Son válvulas cuya función es evacuar la acumulación de aire, por llenado y vaciado en la conducción, están diseñadas para operación automático.
2. Instalación: Para su instalación deberá observarse lo indicado en los manuales de los fabricantes y su ubicación conforme los planos o donde lo indique el Supervisor.
3. Especificaciones: La válvula de aire debe ser de bronce, que se ajuste a norma ASTM B-62, relativa a la aleación UNS C 83600 (DESIGNACIÓN ANTIGUA 85-5-5-5). Deberá funcionar satisfactoriamente a presión de trabajo de 10.5 Kg/cm<sup>2</sup> (150 lb/plg<sup>2</sup>).

- **Válvulas de flote**

4. Definición: Son válvulas cuya función es permitir la apertura o cierre de la tubería que ingresa a las cajas rompe presión.
5. Instalación: Para su instalación deberá observarse lo indicado en los manuales de los fabricantes y su ubicación conforme los planos o donde lo indique el Supervisor.
3. Especificaciones: Resistencia mínima de cerrado de 100 psi, con sello de caucho y bola plástica.

- **Tipo de concreto y material de refuerzo**

Las siguientes especificaciones se aplicarán a los materiales de este tipo que se usen en la obra y que no tenga especificaciones en planos:

1. Concreto ciclópeo: material compuesto de piedra bola en un 67%, con un 33% de mortero. El mortero será un concreto compuesto de cemento, arena de río y piedrín en una proporción volumétrica 1:2:3.
2. Concreto: material compuesto de cemento arena y piedrín en una proporción volumétrica 1:2:3 o con una proporción que garantice una resistencia f'c igual a 210 kilogramos/centímetro cuadrado (3,000 psi).
3. Mampostería de piedra: material compuesto de piedra bola en un 67% con un 33% de mortero. El mortero será de sabieta con cemento y arena de río en una proporción 1:2.
4. Alisado: Material que se colocará en la impermeabilización interna de todas las cajas o depósitos principales que guarden agua. El mortero que se utilizará será de cemento y arena de río cernida en una proporción 2:1.
5. Repello: Material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida.
6. Refuerzo: el refuerzo de todas las obras de concreto armado se hará con el hierro de diámetro especificado en planos y de no estar especificado tendrá que tener una resistencia no menor a 2100 kilogramos/centímetro cuadrado (30,000 psi)



## Especificaciones técnicas para acabados finales

- **Concreto expuesto**

Las columnas, vigas, sillares, bordillos u otro elemento que se indique en los planos quedaran con un acabado perfecto y uniformemente expuesto (repello más cernido), y sus aristas quedan a filo, lisas y con textura uniforme. El espesor máximo de los acabados en elementos no debe sobrepasar 0.5 cm., es decir que todo elemento de concreto reforzado finalizado tendrá 1.00 cm. extra en las medidas finales con respecto a las cotas indicadas en planos.

A manera de evitar los cajones y/o agrietamientos en los acabados, se recomienda:

1. Picar levemente el o los elementos a tallar.
2. Saturar el elemento a tallar con agua.
3. Aplicar el tallado de ½ cm. de espesor, usando el aditivo adecuado.
4. Curar el acabado final al menos durante 3 días (por ejemplo, rociando agua continuamente, etc.).

Proporción 1 saco de cemento, 0.20 metros cúbicos de arena y 0.25 sacos de cal.

## Limpieza final y restauración

A la terminación de la obra, el contratista removerá de los alrededores de ellas las instalaciones temporales, ripio, materiales sin uso y materiales similares que le pertenezcan o que se hayan usado bajo su dirección. Una vez realizada la limpieza, se restaurarán las áreas utilizadas, de tal forma que estas zonas queden en similares o mejores condiciones que las encontradas inicialmente.

## Especificaciones técnicas de sistema de letrinas

- **Aplicación**

Es un sistema adecuado para la disposición de las excretas en zona que no permitan una solución con arrastre hidráulico.

- **Consideraciones generales**

Para construir una letrina se tiene que tener presente las siguientes consideraciones:

- a) Las letrinas no se deben construir en sitios de fácil inundación ni pantanosos.
- b) Su instalación en suelos rocosos no es conveniente por las dificultades que ofrecen.
- c) Su ubicación debe ser de preferencia en la periferia de las viviendas, pero que no sea muy alejado para ser usado por toda la familia.
- d) Cuando el terreno es montañoso la letrina, se debe ubicar en una parte más baja que la fuente de suministro de agua para evitar que ésta se contamine.
- e) En terrenos que presenten aguas subterráneas se recomienda que la base del hoyo se encuentre separada del nivel de agua por lo menos en 1,50 metros.



- **Procedimientos de construcción**

Para la construcción de cada uno de los componentes de la letrina considerará las siguientes especificaciones.

- **Losa**

Para la construcción de la losa se considera:

- a) El tamaño de la losa deberá ser 1.21 m x 0.60 m.
- b) El material con el cual se construirá la losa debe de ser de concreto según las especificaciones correspondientes para concreto incluido en este documento.
- c) El espesor de la losa deberá ser de 0.07 m.

- **Detalle de cimiento**

Para anclar los angulares al suelo se deben de realizar cuatro pequeñas excavaciones, una para cada angular y la forma correcta de hacerlo será la siguiente: Se utilizarán segmentos de tubo de PVC de 3" de 0.30 metros de longitud, y 0.15 metros van enterrados y 0.15 metros sobresale del suelo, se rellenará de concreto y los angulares se ahogan dentro del concreto. Esto con la finalidad de evitar que la humedad propia del suelo se traslade a los angulares, y de esta forma prolongar la vida útil del metal.

- **Estructura de angulares**

La estructura portante se construirá con angulares de acero y deberá ser capaz de soportar el forro de fibrocemento o plycem y la cubierta de lámina. La estructura estará formada por angulares de acero de 2" x 2" x 1/8", cortados y provistos de agujeros para la fijación de planchas por medio de tornillos y tuercas, deberán estar cubiertos uniformemente con pintura anticorrosiva. La longitud de los angulares y la perforación deberá estar de acuerdo a los planos típicos. En el angular adecuado se soldaran dos bisagras de 3" x 2" para acoplar la puerta de la letrina. Cada letrina utiliza un juego de cinco angulares.

- **Cubierta de fibrocemento o plycem**

El propósito del forro de fibrocemento o plycem, es recubrir y dar rigidez a la estructura en su conjunto. El forro de fibrocemento de las paredes será de 11 mm de espesor y la puerta será de 8 mm de espesor. La plancha de fibrocemento debe estar cortada y perforada adecuadamente para fijar las planchas a los angulares de acero. La fijación se hará con tornillos de 1/4" x 1 1/2" con tuerca de cabeza hexagonal y también se utilizaran arandelas planas de 1/4".

Las planchas de fibrocemento a pesar de ser frágil y tener un peso adecuado para su manipulación, si no se maneja adecuadamente se puede romper por su fragilidad. La vida útil de este material a la intemperie es larga.

- **Cubierta de lámina**

La cubierta de la letrina será de lámina de zinc, dicha cubierta estará compuesta por dos unidades de lámina de zinc calibre 28 de 6 pies de longitud, que tiene un largo efectivo de 1.82



metros aproximadamente. Las láminas se fijaran a la estructura de la letrina por medio de 6 pernos de 1/4" x 10" y con arandelas de zinc y hule para la parte superior de la lámina.

- **Tasa sanitaria**

Se utilizara una tasa sanitaria de fibra de vidrio (roto moldeado), La tapadera deberá cumplir con por lo menos lo siguiente: Será fijada a la letrina con tornillos galvanizados, y con un sistema de protección para que no sea fácilmente desprendida por niños.

- **Pasadores para puerta**

Se utilizaran 2 pasadores planos de 3" x 2" para adentro y afuera de la letrina. El pasador exterior debe ser un pasador plano con candado

- **Brocal**

El brocal será construido con ladrillo (6.5 x 11 x 23 cm). Los ladrillos se unirán con mortero.

### **Especificaciones técnicas de sistema de disposición de aguas grises**

- **Trampa de grasas**

Una trampa retiene por sedimentación los sólidos en suspensión y por flotación, el material graso. La trampa de grasas tiene 2 compartimentos, ambos separados por una cortina de concreto armado para no dejar pasar sólidos. En el compartimento por donde llegan las aguas grises con sólidos disueltos, la grasa se separa al ser más liviana que el agua. Por el otro compartimento, van a salir las aguas grises. La estructura está compuesta por tapadera de concreto armado y paredes y fondo de concreto fundido.

La trampa de grasas se colocará preferentemente en la parte posterior de la vivienda en un sitio que permita su revisión y limpieza periódica y a una distancia no menor de 3.50 metros de éste. La ubicación de la trampa de grasas debe satisfacer la condición de que el pozo de absorción o campo de absorción quede a un nivel inferior y suficientemente alejado de cualquier pozo de aprovisionamiento de agua potable

La trampa de grasas tendrá la función de descomponer retener grasas y solidos en suspensión, por lo que se hace necesaria su limpieza, al menos cada seis meses. Se construirá apegándose estrictamente a los planos.

### **Pozo de absorción**

Para la construcción del pozo se tiene que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- a) La excavación se realizará en forma manual, con ayuda de herramientas básicas como por ejemplo el uso de lampa, pico, pala, cubeta, etc.
- b) Se tiene que realizar una excavación de forma circular, rectangular o cuadrada; ver detalle en planos.
- c) Si se encuentra presencia de aguas subterráneas es recomendable que la base del pozo se encuentre separada del agua por lo menos 1.50 m.



El pozo deberá estar compuesto de dos capas, la primera una capa de piedra bola con espesor de 0.15 m, el cual servirá como material filtrante, posteriormente la segunda capa, compuesta por tubería perforada de concreto con diámetro de 36". En la base se deberá colocar piedra bola con un espesor de (30 cm).

Para la construcción de los anillos de refuerzo y tapadera se utilizará concreto reforzado (referirse al inciso "Especificaciones técnicas estructura de concreto armado"), para el anillo final se reforzarán con 2 varillas de acero No. 3 (3/8") y eslabones No.2 (1/4"), la tapadera se reforzará con acero de No. 3 (3/8") con separación de (20 cm) entre ambos sentidos.

- **Tubería de conducción**

Esta tubería debe ser de PVC. La tubería de conducción a la trampa de grasas es de 3" mientras que la tubería que va de la trampa de grasas al sumidero es de 3".

## Bibliografía

- INE, I. N. (2011). Proyección sobre ambiente natural y sociedad. Ciudad de Guatemala: INE.
- INFOM-UNEPAR. (2011). Guía de Normas Sanitarias para el Diseño de Sistemas Rurales de Abastecimiento de Agua para Consumo Humano. Ciudad de Guatemala: INFOM-UNEPAR.
- MARN, M. d. (2017). Plan de desarrollo municipal con enfoque territorial 2017-2032. Sololá, Guatemala. : Gobierno de Guatemala.
- SEGEPLAN, S. d. (2013). Guía de Costos Promedio de la Construcción. Ciudad de Guatemala: Gobierno de Guatemala.