



# PLAN DE MEJORA EN AGUA Y SANEAMIENTO

SISTEMA DOS, CANTÓN PACHIPAC, NAHUALÁ.

Centrados en el objetivo de garantizar el acceso al agua y a la salud como derecho humano, este plan de mejoras contiene toda la información necesaria para establecer un perfil claro de las condiciones sanitarias actuales de la comunidad evaluada, propone un grupo de soluciones y mejoras del sistema sanitario con un presupuesto priorizado que permita mejorar también la capacidad de gestión de las organizaciones comunitarias encargadas de operar los sistemas de agua y saneamiento.

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:

Ing. Moisés Chay y HELVETAS Swiss Intercooperation Guatemala.

### Municipalidad de Nahualá:

Manuel Guarchaj Tzep  
Alcalde Municipal.

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



## Contenido

Índice de tablas.....	6
FICHA TÉCNICA.....	1
Resumen ejecutivo.....	2
Resumen del estado actual del sistema de agua y saneamiento, las mejoras que se deben implementar.....	3
Localización de la zona de estudio.....	5
Datos generales de la comunidad.....	6
Objetivos del plan.....	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos.....	7
Información del sistema de agua y saneamiento.....	8
Mapa de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento.....	9
Diagrama de flujo del proceso del sistema de agua evaluado.....	10
Determinación de los peligros y eventos peligrosos y evaluación de los riesgos.....	11
Análisis del saneamiento en la comunidad.....	14
Análisis de la disposición de aguas residuales.....	15
Descripción de sistema de aguas residuales.....	15
Descripción de la disposición de excretas.....	15
Análisis de la disposición de residuos sólidos.....	15
Descripción de disposición de desechos sólidos.....	15
Consecuencias de la disposición actual del sistema sanitario.....	15
Proyecto de mejoramiento de sistema de saneamiento.....	16
Estado de enfermedades de origen hídrico.....	16
Análisis de la oferta.....	17
Análisis de la demanda.....	17
Análisis de la capacidad de almacenamiento.....	17
Principales mejoras identificadas del sistema de agua.....	21
Mejoras en el sistema de agua a corto plazo.....	21
Mejoras en el sistema de agua a mediano plazo.....	21
Mejoras en el sistema de agua a largo plazo.....	21



Mejoras identificadas del sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad ....	22
Principales mejoras identificadas de saneamiento .....	22
Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo.....	22
Mejoras en el sistema de saneamiento a mediano plazo .....	23
Mejoras en el sistema de saneamiento a largo plazo .....	23
Principales mejoras identificadas de residuos sólidos.....	23
Análisis de sostenibilidad .....	25
Técnica .....	25
Saneamiento básico.....	26
Ambiental.....	27
Presupuesto de mejoras .....	28
Manual de operación y mantenimiento .....	29
Operación:.....	29
OPERACIÓN.....	29
MANTENIMIENTO.....	31
Mantenimiento: .....	31
Cronograma de operación y mantenimiento .....	34
Control de la calidad de agua.....	37
Anexo 1: .....	41
Análisis de sostenibilidad técnica: .....	41
Análisis de sostenibilidad ambiental: .....	45
Anexo 2: Presupuesto de mejoras.....	47
Presupuesto Integrado .....	48
Presupuesto desglosado .....	49
ANEXO 3: PLANOS.....	53
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	58
GENERALIDADES.....	58
SUJECIÓN A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PLANOS.....	58
LINEAMIENTOS GENERALES .....	58
PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD.....	58
NORMAS DE SEGURIDAD .....	59
TRÁMITES Y PERMISOS .....	59



PRUEBAS Y OTROS RENGLONES .....	59
LIMPIEZA FINAL .....	59
RESPECTO A LOS PROYECTOS .....	59
RENGLONES DE TRABAJO A CONSIDERAR .....	60
LIMPIA, CHAMPEO Y DESTRONQUE.....	60
CAPTACIÓN (NACIMIENTO).....	60
LÍNEA DE CONDUCCIÓN .....	60
VÁLVULAS DE LIMPIEZA .....	60
CAJA ROMPE PRESIÓN (con y sin válvula de flote).....	60
PASOS AÉREOS .....	60
PASOS DE ZANJÓN .....	61
RED DE DISTRIBUCIÓN.....	61
VÁLVULA DE COMPUERTA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	61
COLORADOR DE PASTILLAS .....	61
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN .....	62
CERCO PERIMETRAL .....	62
LETRINA.....	62
SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA VIVIENDA .....	63
POZO DE ABSORCIÓN .....	63
EJECUCIÓN .....	63
LIMPIA, CHAPEO Y DESMONTE .....	63
OBRAS PERMANENTES.....	63
DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA.....	64
GENERALIDADES.....	64
ZANJEO .....	65
INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC .....	66
RELLENO DE ZANJAS.....	66
LAVADO Y DESINFECCIÓN INTERIOR DE LA TUBERÍA .....	66
DISEÑO DE LA MEZCLA.....	67
CALIDAD DE LA MEZCLA .....	67
DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS.....	67
CONSISTENCIA.....	67



DOSIFICACIÓN DEL AGUA .....	67
VACIADO DEL CONCRETO.....	68
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES .....	68
REFUERZO Y EMPOTRADOS .....	68
TEMPERATURA .....	68
TIEMPO DE COLOCACIÓN .....	68
SEGREGACIÓN.....	68
DESCARGA DEL CONCRETO.....	68
CAPACIDAD DE COLOCACIÓN.....	69
CURADO DEL CONCRETO .....	69
ESPECIFICACIÓN .....	69
PROCESO .....	69
COMPACTACIÓN Y RELLENO ESTRUCTURAL.....	69
MATERIALES.....	70
TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC.....	70
MATERIAL DE RELLENO Y COMPACTACIÓN.....	70
CONCRETO CICLÓPEO .....	70
CONCRETO .....	70
MAMPOSTERÍA DE PIEDRA.....	71
ALISADO.....	71
REPELLO.....	71
REFUERZO .....	71
CEMENTO.....	71
AGREGADO FINO .....	71
AGREGADO GRUESO .....	72
BLOCK VACÍO DE CONCRETO.....	73
MADERA.....	73
AGUA.....	74
CAL .....	74
SEGURIDAD .....	74
Bibliografía.....	74





## Índice de tablas

Tabla 1: Ficha técnica del sistema de agua y saneamiento abordado .....	1
Tabla 2: Estado del sistema de agua .....	4
Tabla 3: Estado de saneamiento .....	4
Tabla 4: Localización del estudio .....	5
Tabla 5: Datos generales .....	6
Tabla 6: Servicios básicos.....	7
Tabla 7: Información del sistema de agua .....	8
Tabla 8: Tabla de peligros en las fuentes.....	11
Tabla 9: Tabla de peligros en sistema de desinfección. ....	13
Tabla 10: Tabla de peligros en red de distribución.....	13
Tabla 11: Tabla de peligros en puntos de consumo.....	13
Tabla 12: Tabla de análisis de demanda.....	19
Tabla 13 Mejoras en el sistema de agua a corto plazo.....	21
Tabla 14 Mejoras en el sistema de agua a largo plazo .....	22
Tabla 15 Mejoras del sistema de agua que pueden ser implementadas por la comunidad .....	22
Tabla 16 Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo .....	23
Tabla 17: Tabla de sostenibilidad técnica de agua. ....	25
Tabla 18: Tabla de sostenibilidad de saneamiento básico.....	26
Tabla 19: Tabla de sostenibilidad ambiental. ....	27



# 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:	Nahualá	
Institución implementadora:	Cocode y comité de agua de Cantón Pachipac, Nahualá	
Componentes:	Técnico y Ambiental	
Beneficiarios:	Aumentar la calidad, cantidad y cobertura de agua en el área rural del Cantón Pachipac del municipio de Nahualá para 1,380 personas	
Opciones de Financiamiento:	Fondos Propios, Presupuesto municipal, fondos del Consejos de Desarrollo	
Periodo de ejecución:	3 años	
Acciones estratégicas:	Aprobación del Plan por parte del comité de agua del Cantón Pachipac, para darle legitimidad y carácter de oficial, apoyar la institucionalización del servicio fortaleciendo la DAS	
	Sensibilizar al área rural, dar a conocer los costos de operación y mantenimiento del servicio, implementar acciones para mejorar la sostenibilidad	
	Fomentar la transparencia en la administración y operación del sistema	
	Actualizar el reglamento del servicio	
	Realizar censo para actualizar usuarios e identificar conexiones ilícitas	
Inversiones priorizadas	Implementación de plan de operación y mantenimiento	Q2,000.00
	Sensibilización sistema de desinfección	Q2,500.00
	Equipamiento a fontaneros	Q1,500.00
	Sensibilización de ahorro de agua	Q2,000.00
	Implementación SANTOLIC para lograr comunidad FIDAL	Q7,100.00
	Implementación de kit de higiene buco dental y lavado de manos	Q11,880.00
	Sensibilización manejo de residuos sólidos	Q2,500.00
	Mejoramiento de captaciones	Q2,978.00
	Mejoramiento de tanques de distribución	Q5,238.24
Mejoramiento de red de distribución	Q3,310.00	

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

## Resumen ejecutivo



El Sistema Dos del Cantón Pachipac se construyó en el año de 1,986 con el nombre de Sistema Sarruch, este sistema abastece a 142 viviendas del sector Sechuyut, está actualmente en funcionamiento, aunque ha empezado a presentar deficiencias en los últimos 10 años.

Para realizar este plan de mejora se tomó como referencia la información proporcionada por el COCODE y el Comité de Agua de la comunidad, también se obtuvo información disponible en el sector salud, se determinó en base a un muestreo estadístico con la visita a 20 viviendas de un total de 230.

No se cuenta con un plan de mejora para la comunidad 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 cuenta con un servicio de letrinas y tazas lavables para la disposición de excretas ya que existe en la comunidad sistema de drenaje con planta de tratamiento, las aguas grises también las eliminan por el drenaje. En el tema de residuos sólidos no cuentan con un sistema de recolección y disposición final, por lo cual las familias deben utilizar sistemas individuales de eliminación de la basura producida quemándola o enterrándola en los terrenos aledaños y en algunos casos la tiran en barrancos, actualmente la comunidad tiene un usuario que no puede conectarse al sistema de drenaje por la ubicación en la que se encuentra y desfoga sus desechos al barranco, el resto de usuarios se conecta al drenaje.

El Sistema Dos de abastecimiento de agua tiene más de 30 años de haberse construido según los miembros del COCODE y del Comité de agua. Los principales problemas identificados en el sistema están localizados en la red de distribución ya que por la



topografía del lugar se forman sifones en la tubería y no se tienen válvulas de aire ni válvulas de limpieza.

El Sistema Dos está formado por una captación, caja reunidora, línea de conducción, tanque de distribución y red de distribución.

También existen problemas de bajo mantenimiento, infraestructura vulnerable, personal técnico permanente inexistentes, para proveer de un servicio adecuado y de calidad, el sistema debe contar con mejoras que pueden ser implementadas por la comunidad, principalmente en la red de distribución, actualmente hay algunas conexiones a las que no les llega agua en ciertas horas del día y en época de verano se reduce el caudal de las fuentes, el sistema no cuenta con sistema de desinfección, por lo que es altamente recomendable sugerir la implementación de dicho 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
Capacidades operadores de sistema de agua	Funcionando de manera deficiente	Fortalecimiento a operadores de sistema de agua a través de capacitaciones, implementación de manuales de O&M y equipamiento de equipo de fontanería	Q8,000.00	Entidad externa	Espacio de salón para capacitaciones
Captaciones	Funcionando de manera deficiente	Mejoras en limpieza, protección y acceso a captaciones, limpieza de captaciones,	Q2,978.00	Comunidad / Municipalidad / COCODE	Madera, Arena y piedra local.
Tanques de distribución	Funcionando	Implementación de sistemas de desinfección en tanques.	Q5,238.00	Comunidad / Municipalidad / COCODE	Madera, Arena y piedra local.

Distribución	Funcionand o	Instalación de válvulas de aire y de limpieza para mejorar el sistema	Q3,310.00	Comunidad / Municipalidad / COCODE	Madera, Arena y piedra local.
--------------	-----------------	---	-----------	------------------------------------	-------------------------------

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
Educación sanitaria	Sin funcionamiento	Implementación SANTOLIC	Q7,100.00	Entidad externa	Espacio de salón para capacitaciones
Educación en higiene preventiva	Sin funcionamiento	Capacitación para el lavado de manos, kit de higiene bucodental y lavado de manos,	Q11,880.00	Entidad externa	
Disposición de desechos sólidos	Sin funcionamiento eficiente	Sensibilización para el manejo de residuos sólidos	Q2,500.00	Entidad externa	

Tabla 3: Estado de saneamiento

## Localización de la zona de estudio



Identificación	
Cabecera Municipal	Nahualá
Comunidad	Cantón Pachipac
Colindancias	
Al norte	Municipio Santa Catarina Ixtahuacan
Al Sur	Caserío Patzite
Al Este	Caserío Palanquix Cotiyab
Al Oeste	Aldea Pasajquim
Coordenadas geográficas	
Latitud	14°50'07.65"N
Longitud	-91°20'30.49"W
Altura	2,597 msm
Extensión territorial	
Superficie	1 km <sup>2</sup>
Microcuenca	Nahualate alto
Cuenca	Nahualate
Características particulares	
Clima	Templado
Rango de temperatura anual	7 °C - 19 °C
Rango de precipitación media	1092 mm/año
Tipo de suelo	Vitrands-Psamments-Orthents (Clasificación MAGA)
Uso de suelo y vegetación	Siembra y vivienda

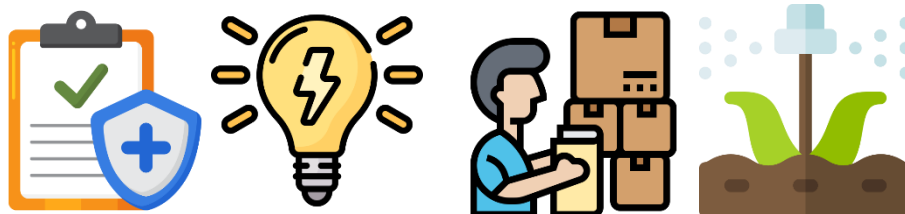
Tabla 4: Localización del estudio

## Datos generales de la comunidad



DATOS GENERALES	
Nombre:	Cantón Pachipac
Población:	142 viviendas
Personas/viviendas con acceso a agua del sistema evaluado	142 viviendas
Porcentaje de cobertura de agua	38.20 %
Personas/viviendas con acceso a saneamiento	142 viviendas
Porcentaje de cobertura de saneamiento	100 %
Costo de acceso a un servicio de abastecimiento de agua	Q 3,000.00 Dos meses
Costo de acceso a un servicio de saneamiento letrina/drenaje	Q 3,000.00

Tabla 5: Datos generales



SERVICIOS BÁSICOS	
Educación:	Escuela primaria
Salud	Centro de salud cercano
Energía Eléctrica	Toda la comunidad cuenta con servicio eléctrico

Principal actividad productiva	Agricultura
--------------------------------	-------------

Tabla 6: Servicios básicos

## Objetivos del plan



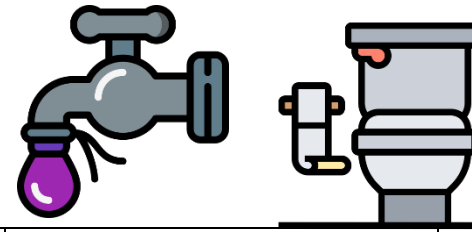
### Objetivo General

Proporcionar mejoras al sistema de agua potable y saneamiento del Cantón Pachipac del municipio de Nahualá a corto, mediano y largo plazo que propicien la gestión de recursos para su buen funcionamiento garantizando el cumplimiento de los parámetros mínimos de garantía de derecho humano al agua y saneamiento, así como determinar la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua.

### Objetivos Específicos

- ✓ Presentar de manera sistematizada la información relevante del estado actual del sistema de agua y saneamiento del Cantón Pachipac del municipio de Nahualá a través de un análisis de funcionamiento.
- ✓ Definir la caracterización del sistema de agua y saneamiento del Cantón Pachipac del municipio de Nahualá.

## Información del sistema de agua y saneamiento

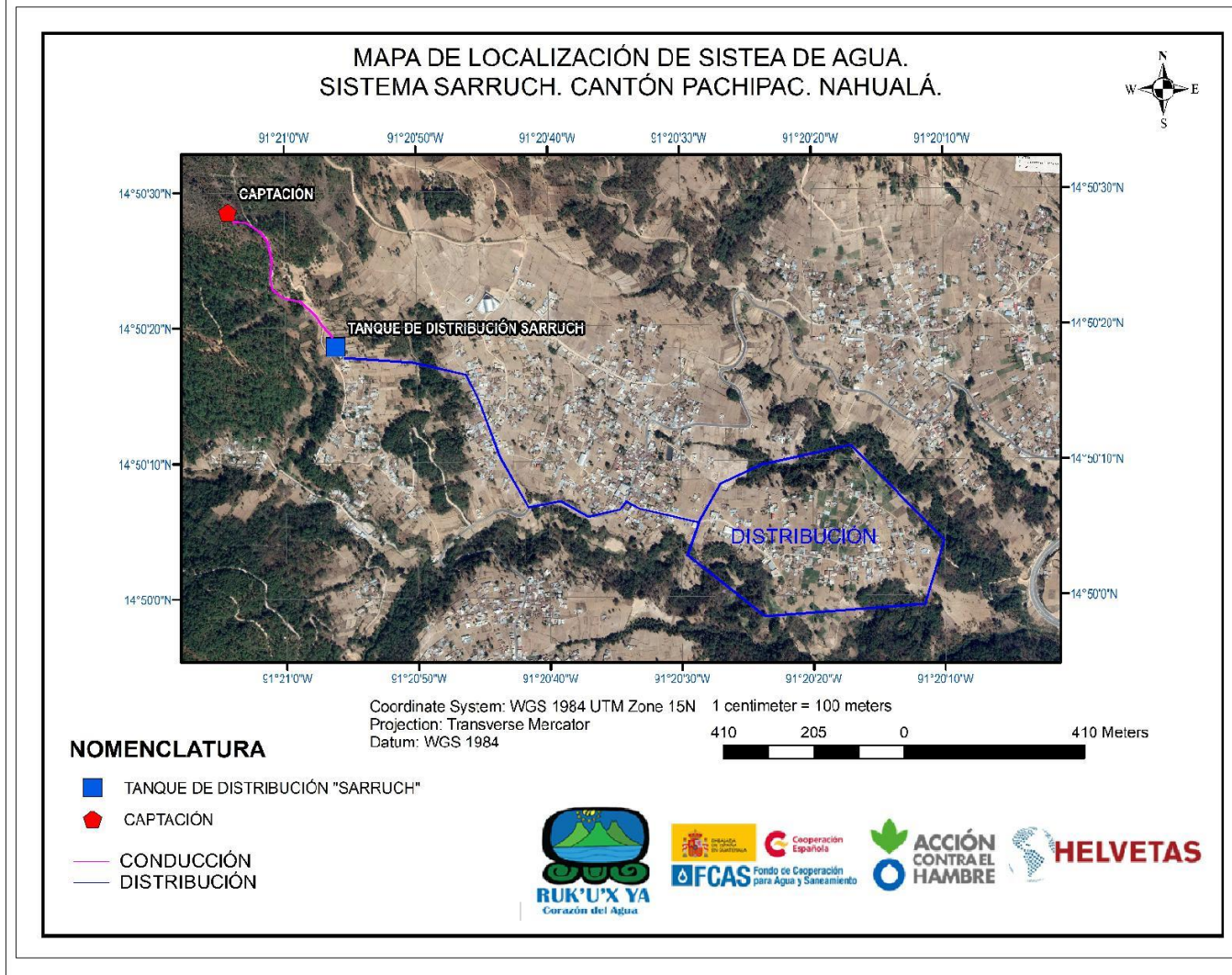


Nombre del sistema	Administrado por	Categoría	Tipo de sistema	Conexión	Caudal que ingresa al sistema	Cuenta con sistema de cloración	El sistema está en funcionamiento	Fuentes de agua utilizadas			Comunidades que abastece			
								Nombre de las fuentes utilizadas	Tipo de fuentes	Coordenadas de las fuentes	Nombre de la comunidad	Municipio	Población beneficiada	Viviendas beneficiadas
Cantón Pachipac	Cocode y Comité de agua Cantón Pachipac	Rural	Por gravedad	Domiciliar	0.34 l/s	No	Si	Pachimacho 1	Nacimiento	Latitud 14.8417N Longitud -91.3507 Altura 2,792.4 msm	Cantón Pachipac	Nahualá	852	142

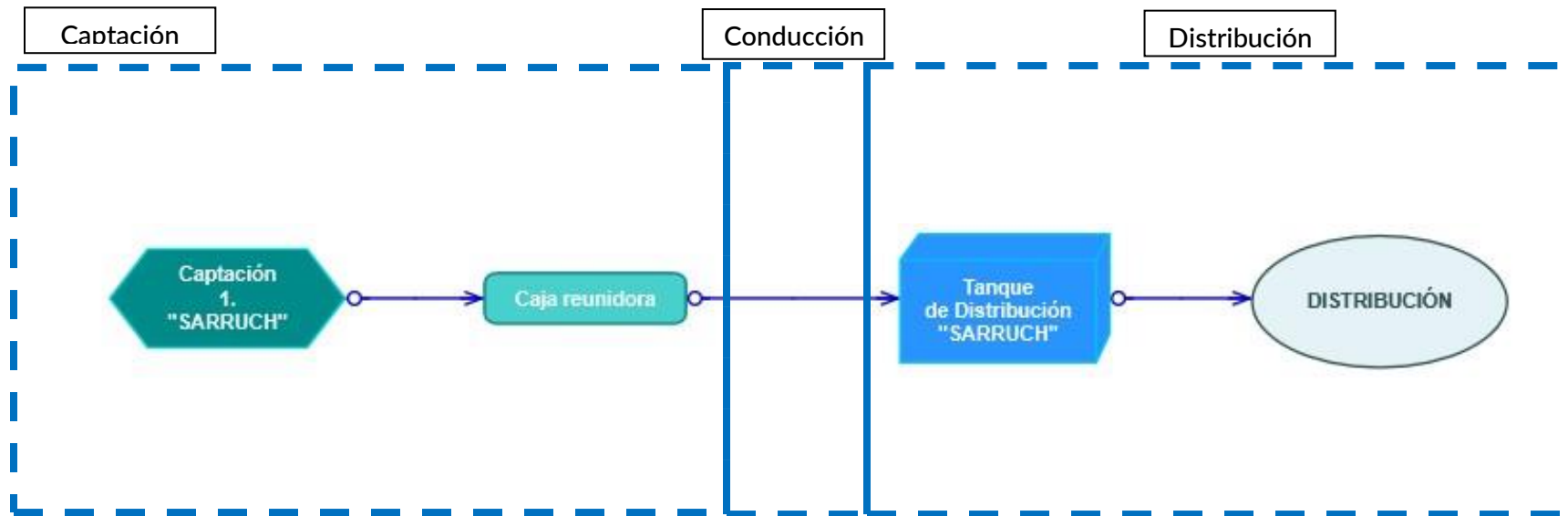
Tabla 7: Información del sistema de agua



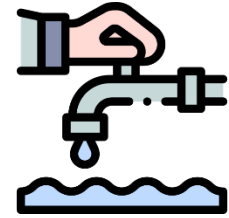
## Mapa de ubicación de la comunidad y del sistema de agua y saneamiento



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



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



Determinación de peligros que pueden afectar a las fuentes.

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Eventos meteorológicos y climáticos	Inundación, cambios rápidos en la calidad del agua de la fuente. Existe un tramo de línea de conducción colocado en zona poco accesible y riesgo de deslaves.
Variaciones estacionales	Cambios en la calidad del agua de la fuente
Fauna	Contaminación microbiológica
Acuífero no confinado	Cambios inesperados en la calidad del agua
Inundación	Cantidad y calidad suficientes de agua cruda
Rotura de tubería / tubería expuesta	Entrada de contaminación

Tabla 8: Tabla de peligros en las fuentes.



Fotografía 1. Nacimientos

Elaboración propia.





Fotografía 2. Captación

Elaboración propia



Fotografía 3. Tanque de distribución Sistema Sarruch

Elaboración propia.

Determinación de peligros que pueden afectar al tratamiento/desinfección.

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Capacidad de las instalaciones de tratamiento	No se cuenta con instalaciones para la desinfección.
Desinfección	Fiabilidad, subproductos de la desinfección
Avería del tratamiento	Agua no tratada
Obstrucción de filtros	Eliminación insuficiente de partículas
Seguridad deficiente / vandalismo	Contaminación / corte de suministro
Rotura de tubería / tubería expuesta	Entrada de contaminación

Tabla 9: Tabla de peligros en sistema de desinfección.

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

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Rotura de tubería / tubería expuesta	Entrada de contaminación
Intermitencia del suministro	Entrada de contaminación
Apertura y cierre de válvulas	Perturbación de depósitos por la inversión o modificación del flujo, introducción de agua viciada
Conexiones no autorizadas	Contaminación por contraflujo
Embalse de servicio con fugas	Entrada de contaminación
Acceso no protegido a embalse de servicio	Contaminación
Seguridad / vandalismo	Contaminación

Tabla 10: Tabla de peligros en red de distribución.

Determinación de peligros que pueden afectar a los puntos de consumo.

Evento peligroso	Peligros asociados (y cuestiones que tener en cuenta)
Conexiones no autorizadas	Contaminación por contraflujo
Tuberías de servicios de plástico	Contaminación por derrame de aceites o solventes

Tabla 11: Tabla de peligros en puntos de consumo.



Fotografía 4. Pila

Elaboración propia

## Análisis del saneamiento en la comunidad

El Cantón Pachipac del municipio de Nahualá está ubicado en un área montañosa con pendientes medias de entre 40% - 20%, es una zona templada con temperaturas medias entre 7°C - 19°C con una precipitación media de 1098 mm/año. Se estima un crecimiento demográfico anual de 3.5%. Los suelos son utilizados principalmente para cultivo de maíz, es una zona forestada en la región donde se encuentran los nacimientos mientras que en el área de concentración de las viviendas se tiene una alta deforestación, lo que supone un área con alta escorrentía y un riesgo alto para el funcionamiento inadecuado del sistema de saneamiento.

El Cantón Pachipac del municipio de Nahualá cuenta con letrinas, tazas lavables, sistema de drenaje y planta de tratamiento, el 100% de las viviendas cuentan con tratamiento de excretas aunque no todas están en buen estado.

Los servicios públicos en la comunidad son: una escuela primaria con retretes y lavamanos, centro de salud, iglesias, no cuenta con industrias que generen desechos químicos.

## Análisis de la disposición de aguas residuales

### Descripción de sistema de aguas residuales

Las aguas residuales producidas luego del uso en las pilas son colectadas por el mismo sistema de drenaje que colecta las aguas de saneamiento y llevadas hacia la planta de tratamiento. El Cantón concentra las viviendas en cuatro sectores y el 100% de las viviendas generan aguas residuales. Es importante mencionar que la mayoría de las viviendas utilizan temascal para realizar su aseo personal.



Aunque existen viviendas en la parte más baja que no se pueden conectar al drenaje por la altura en las que están ubicadas y envían las aguas residuales a un zanjón.

### Descripción de la disposición de excretas

La disposición de excretas en las viviendas se da en un 100 % con uso de letrinas y tazas lavables. La mayoría de las letrinas en uso están en buen estado y funcionando bien. Las letrinas usadas están hechas con materiales lavables no perecederos y cercanas a las viviendas, con paredes bien aisladas exceptuando algunas que únicamente tienen nylon para su recubrimiento. Las letrinas, en su mayoría no cuentan con tapadera. La limpieza interior en general es aceptable, aunque los recipientes de depósito de papel no cuentan con tapadera. Se puede observar que la presencia de vectores (moscas) es poca en todas las viviendas.

## Análisis de la disposición de residuos sólidos

### Descripción de disposición de desechos sólidos

La comunidad no cuenta con el servicio de tren de aseo y disponen de la basura inorgánica con incineración incontrolada y enterrando la basura orgánica en los terrenos de cultivo. Son muy pocas personas las que llevan su basura a un tren de aseo que es municipal y pasa lejos de la comunidad. Pudo observarse que no existe contaminación considerable en la comunidad y tampoco en los lechos de los ríos aledaños a la comunidad. Sin embargo, se sugiere la implementación de educación sanitaria continua para mejorar el manejo de los desechos sólidos.



### Consecuencias de la disposición actual del sistema sanitario

Como consecuencia del manejo actual de las aguas residuales y el manejo de residuos sólidos existen los siguientes riesgos:

- Contaminación del medio ambiente.
- Proliferación de vectores transmisores de enfermedades.
- Producción de malos olores.



- No disminución de índices de mortalidad por enfermedades de tipo sanitario.

## Proyecto de mejoramiento de sistema de saneamiento

A través del análisis del sistema sanitario de la comunidad se plantean las siguientes soluciones para mejorar su sistema sanitario:

### Aguas grises:

- La comunidad cuenta con drenaje de aguas negras y grises con pozos de visita correctamente ubicados y con planta de tratamiento, la cual no pudo ser evaluada por estar en zona de conflicto de Nahuala y Santa Catarina Ixtahuacan; en entrevista con los operadores del sistema se concluyó que ellos desconocen el tipo de sistema que se opera en la planta de tratamiento.

### Disposición de residuos sólidos:

- Implementación de educación sanitaria continua para mejorar el manejo de los desechos sólidos.

## Estado de enfermedades de origen hídrico



El centro de salud encargado de cubrir el área del Cantón Pachipac es el centro de salud del distrito 6 de Nahualá que se encuentra en el casco urbano del municipio de Nahualá.

Según la información proporcionada por dicho centro de salud se tiene un registro para lo que va del año 2021 que han habido 336 casos y ningún caso de cólera, fiebre tifoidea, polio, meningitis y hepatitis.

Otro factor importante son los casos de desnutrición. Según el sistema de información gerencial de salud -SIGSA- para el departamento de Sololá el registro más actualizado obtenido que es de 2019 se tuvieron 149 casos. En el caso particular de los casos registrados en el centro de salud distrito 6 de Nahualá en el año 2021 se tuvieron 5 casos de los cuales, 2 aún están en desnutrición aguda, 1 caso recuperado y 2 casos más que están en monitoreo y seguimiento para poder recuperarlos de la desnutrición aguda.



## Análisis de la oferta



Para el sistema evaluado existe actualmente una captación de tipo manantial que puede alimentar al sistema de agua potable del Cantón Pachipac del municipio de Nahualá y alimentan a un tanque de distribución. La región donde se encuentra la captación es llamada Pachimacho, es área boscosa. El caudal disponible en las captaciones es de 0.34 litros/segundo, lo que se traduce a un total de 29.4 m<sup>3</sup>/día que están disponibles en el sistema.

Para una población de 142 viviendas contabilizadas para el Sistema Dos del Cantón Pachipac el caudal que tiene la captación es insuficiente para cubrir las necesidades de la población.

La población servida con el sistema evaluado tiene agua en el tanque y está en funcionamiento.

## Análisis de la demanda

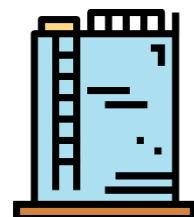


Actualmente existe un total de 142 viviendas conectadas al Sistema Dos evaluado del Cantón Pachipac con una cobertura del 100 % de las viviendas del Cantón. El 100% de las viviendas cuentan con chorros, sin embargo, hace cerca de 10 años que el servicio de agua de este sistema comenzó a tener problemas en su funcionamiento.

Se estima una dotación de al menos 60 litros/habitante/día.

El caudal disponible en las captaciones es insuficiente para las necesidades de la comunidad.

## Análisis de la capacidad de almacenamiento





Se tiene un tanque de distribución en el sistema de agua de la comunidad con volumen disponible de 62.0 m<sup>3</sup>.

Se tiene un caudal disponible en el nacimiento de 0.34 litros/segundo el cual no es capaz de llenar el tanque de distribución existente

El volumen del tanque es suficiente para cubrir la demanda de la población actual con una dotación de 50 litros/habitante/día.

Se presenta el siguiente cuadro con el análisis tanto del funcionamiento actual como el funcionamiento proyectado a 20 años.

Volumen almacenamiento disponible	62.00	m <sup>3</sup>
Dotación	50.00	l/h/d
Habitantes por vivienda	6.00	h/v
Total de viviendas servidas	142.00	viviendas
Habitantes presentes	852.00	hab
Crecimiento poblacional	3.50	%
Periodo proyectado	20.00	años
Habitantes futuros	1,696.00	hab
<b>Funcionamiento Actual</b>		
Qm	0.49	l/seg
FDM	1.20	
Qdm	0.59	l/seg
DHM	1.80	
Qhm	0.89	l/seg
Factor reducción volumétrica	35.00	%
Volumen actual requerido almacenamiento	14.91	m <sup>3</sup>
<b>Funcionamiento para período proyectado (20 años)</b>		
Qm	0.98	l/seg
FDM	1.20	
Qdm	1.18	l/seg
DHM	1.80	
Qhm	1.77	l/seg
Factor reducción volumétrica	35.00	%
Volumen futuro requerido almacenamiento	29.68	m <sup>3</sup>

Tabla 12: Tabla de análisis de demanda.

### Grafico Volumen disponible vs requerido de almacenamiento de agua. (m<sup>3</sup>)



## Análisis de oferta-demanda

DEPARTAMENTO: Solá  
 MUNICIPIO: Nahualá  
 CANTÓN: Pachipac

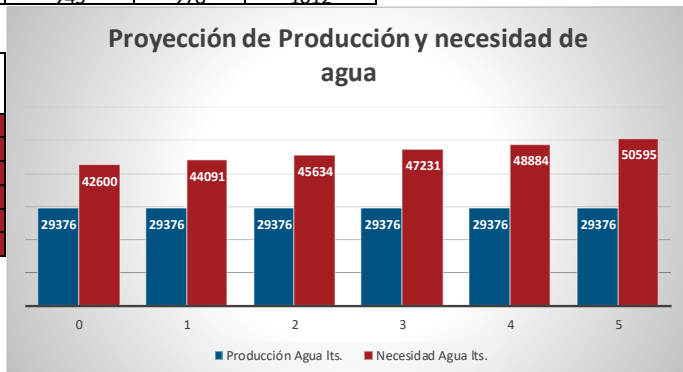
POBLACION:	852 personas.
DENSIDAD HABITACIONAL	6 personas/vivienda.
TIPO DE SISTEMA:	GRAVEDAD
VIVIENDAS CON SERVICIO DE AGUA	142 viviendas.
CAUDAL:	0.34 litros/segundo
DOTACIÓN:	50.00 litros/habitante/día

#### CRECIMIENTO POBLACIONAL

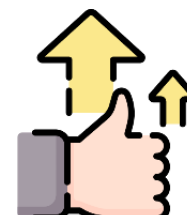
2021	2022	2023	2024	2025	2026
852	882	913	945	978	1012

Año	Producción Agua lts.	Necesidad Agua lts.
0	29376	42600
1	29376	44091
2	29376	45634
3	29376	47231
4	29376	48884
5	29376	50595

#### Proyección de Producción y necesidad de agua



## Principales mejoras identificadas del sistema de agua



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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Operadores de sistema de agua	Funcionando deficientemente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación de plan de operación y mantenimiento de sistemas de agua.</li> <li>- Sensibilización a la comunidad para la desinfección de agua</li> <li>- Equipamiento a operadores de sistema con equipo de fontanería</li> </ul>	Q8,000.00
Captación	En funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limpieza de captaciones.</li> <li>- Cerco perimetral captación.</li> </ul>	Q2,978.00
Línea de distribución	En funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Válvulas de aire y de limpieza.</li> </ul>	3,310.00

Tabla 13 Mejoras en el sistema de agua a corto plazo

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

No se proponen mejoras al sistema de agua a mediano plazo.

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

Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
---------------------	--------	--------------------	-------------

Tanque de distribución	Funcionando	Sistema de desinfección de tanque	Q5,238.24
------------------------	-------------	-----------------------------------	-----------

Tabla 14 Mejoras en el sistema de agua a largo plazo

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



Elemento/componente	Estado	Acciones de mejora	Presupuesto
Operadores de sistema		-	
Captación	En funcionamiento	- Limpieza de captaciones. - Cerco perimetral captación.	Q2,978.00
Línea de distribución	En funcionamiento	- Válvulas de aire y de limpieza.	3,310.00

Tabla 15 Mejoras del 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
---------------------	--------	--------------------	-------------

Educación Sanitaria	Deficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Implementación SANTOLIC</li> <li>- Implementación de kit de higiene bucal y lavado de manos</li> <li>- Sensibilización para el manejo adecuado de residuos sólidos</li> </ul>	Q21,480.00
---------------------	------------	--	------------

Tabla 16 Mejoras en el sistema de saneamiento a corto plazo

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

No existen mejoras a mediano plazo.

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

No existen mejoras a mediano plazo.

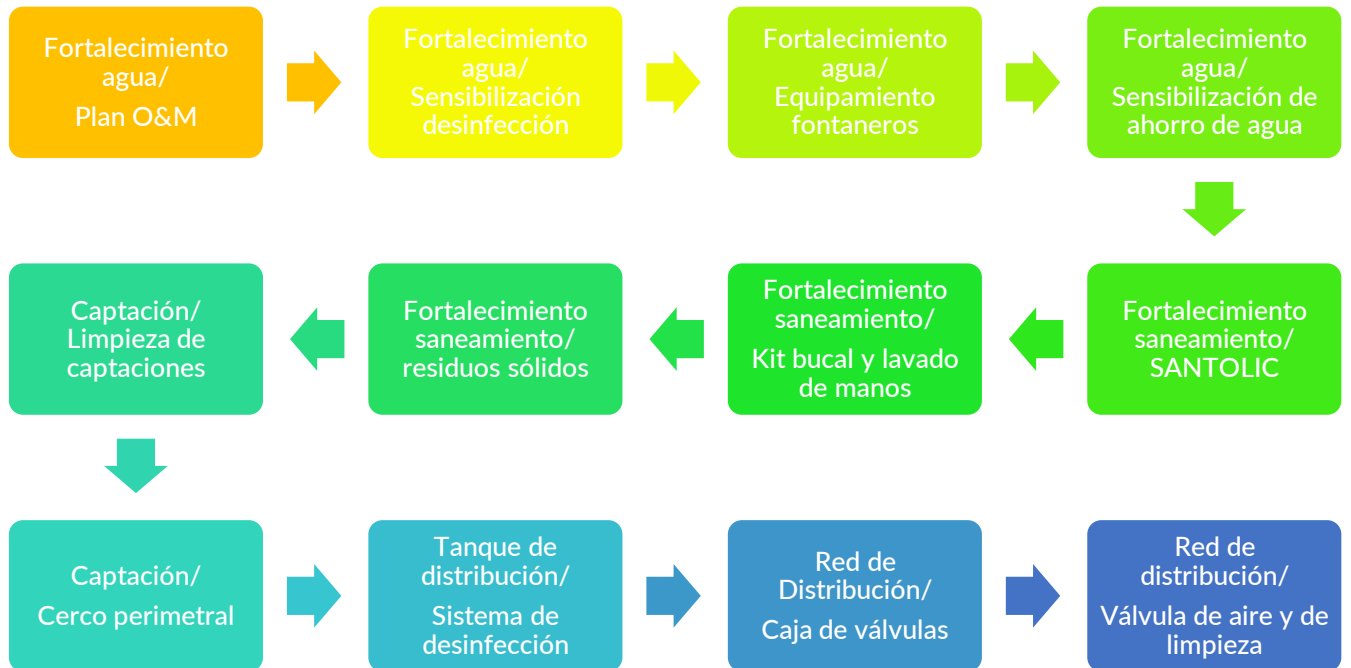
## Principales mejoras identificadas de residuos sólidos



No se tiene un sistema de servicio de tren de aseo e implementarlo implicará bastante educación sanitaria.

Por lo anterior la mejora planteada es la implementación de educación continua del manejo de la basura y los beneficios que este manejo trae consigo para la comunidad. Se recomienda la implementación de un tren de aseo para la comunidad, aunque por la situación cultural y los hábitos en la comunidad se plantea esta mejora a largo plazo.

## Hoja de ruta para la gestión de mejoras





## Análisis de sostenibilidad

### Técnica

Índice de sostenibilidad sistema de agua.			
Descripción del índice.	1	0.5	0
1 El sistema en su conjunto funciona correctamente conforme a los criterios establecidos en el diseño del proyecto ejecutivo	1	.	.
2 El sistema de agua funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable	1	.	.
3 El sistema de agua arroja un caudal diario suficiente para abastecer a todos los usuarios, teniendo en cuenta la estacionalidad de las fuentes. (Cantidad de agua disponible)	.	.	0
4 El caudal que llega a los usuarios es igual o mayor a 50 litros/persona/día (Cantidad de agua de consumo)	.	.	0
5 Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas para la prestación de los servicios de agua	.	.	0
6 Existen técnicos/fontaneros trabajando en el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	.	.	0
7 Se realizan actividades de operación y mantenimiento en base a los Planes de O&M elaborados	.	.	0
8 Se han elaborado Planes de O&M y están al alcance de todas las personas interesadas o implicadas en el sistema	.	.	0
9 La tecnología implantada y decidida en conjunto con la población beneficiaria es la más asequible y la más apropiada para las condiciones locales estudiadas	1	.	.
10 El sistema de agua se encuentra a una distancia máxima de 500m-30min desde la vivienda al punto donde se toma el agua	1	.	.
11 Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	1	.	.
12 El prestador de servicios tiene capacidad suficiente y adecuada para disponer de personal en la diferentes actividades de operación y mantenimiento	.	.	0
13 El prestador de servicios tiene toda la documentación técnica del sistema (planos, diseños... ) además de manuales y guías de mantenimiento y operación	.	.	0
	5	0	0
Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.			
	0.153846154		
	0.77		
<b>Índice de sostenibilidad de agua.</b>		Puntuación máxima 13	Puntuación obtenida 5

Tabla 17: Tabla de sostenibilidad técnica de agua.

## Saneamiento básico

Índice de sostenibilidad en saneamiento básico.			
Descripción del índice.	1	0.5	0
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.	1	.	.
Los dispositivos de saneamiento son seguros, previenen el contacto de las personas y animales con las excretas, permiten privacidad, principalmente para mujeres y niñas.	1	.	.
Los dispositivos considerados lavables cuentan con un tratamiento básico de las aguas que desechan, previniendo la presencia de contaminación fecal al aire libre.	1	.	.
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.	1	.	.
La presencia de estructuras de coordinación comunitaria que pudieran incidir en la gestión adecuada del saneamiento es relevante y se interesan en el tema.	.	.	0
La accesibilidad física en los lugares públicos, es total, estando cerca o dentro de ellos y con caminos seguros.	.	0.5	.
Los espacios públicos cuentan con tratamiento básico de excretas y aguas grises así como infraestructura para el lavado de manos.	1	.	.
El total de familias de la comunidad cuenta con un área y dispositivo de lavado de manos asociado al uso del baño o letrina.	1	.	.
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.	1	.	.
El total de familias de la comunidad cuentan con un tratamiento al menos básico de las aguas grises que desfogon.	1	.	.
El total de las familias de la comunidad conocen ¿Cómo? y realizan el mantenimiento a su sistema de tratamiento de aguas grises.	.	.	0
La forma de disposición final de los residuos sólidos generados en la comunidad es técnica y ambientalmente sostenible.	.	.	0
	8	0.5	0
Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.			
	0.166666667		
		Puntuación máxima	Puntuación obtenida
	1.42	12	8.5
<b>Índice de sostenibilidad de saneamiento.</b>			

Tabla 18: Tabla de sostenibilidad de saneamiento básico.

## Ambiental



Índice de sostenibilidad ambiental			
<b>Descripción del índice.</b>	<b>1</b>	<b>0.5</b>	<b>0</b>
1 Existencia de áreas verdes o bosque alrededor de la fuente / toma de agua	1	.	.
2 Existencia de contaminación causada por basuras de hogares o por aguas servidas alrededor de la toma de agua (presencia de letrinas, animales, viviendas, basura doméstica, etc.) O se presentan indicios o riesgo de contaminación causada por productos químicos o residuos alrededor de la toma de agua con origen en actividades industriales	1	.	.
3 Tipo de erosión presente en la zona	1	.	.
4 Nivel de vulnerabilidad de riesgos	.	.	0
	3	0	0
Factor de ponderación sobre 2 unidades enteras.	1		
		Puntuación máxima	Puntuación obtenida
	3.00	4	3
<b>Índice de sostenibilidad de saneamiento.</b>			

Tabla 19: Tabla de sostenibilidad ambiental.

## Presupuesto de mejoras



A continuación, se presenta el cuadro presupuestario en el que se resume el presupuesto total requerido para la implementación de las mejoras del sistema del Cantón Pachipac del municipio de Nahuálá. Tómese en consideración que este presupuesto representa precios comerciales tanto de materiales como de mano de obra, sin considerar costos indirectos como administración, supervisión y utilidades.

En el anexo 2 se presenta tanto los cuadros resumen como la integración unitaria de cada renglón.

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO SUBRENGLON	PRECIO TOTAL SUBRENGLON	PRECIO TOTAL RENGLON	NIVEL DE PRIORIDAD
<b>1</b>	<b>FORTALECIMIENTO A OPERADORES DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b>					<b>Q 8,000.00</b>	
1.1	IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA	global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00		CORTO PLAZO
1.2	SENSIBILIZACIÓN A LA COMUNIDAD PARA DESINFECCIÓN DEL AGUA	global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00		CORTO PLAZO
1.3	EQUIPAMIENTO A FONTANEROS O ENCARGADOS DE MANTENIMIENTO	global	1	Q 1,500.00	Q 1,500.00		CORTO PLAZO
1.4	SENSIBILIZACIÓN DE AHORRO DE AGUA	global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00		CORTO PLAZO
<b>2</b>	<b>FORTALECIMIENTO A SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>					<b>Q 21,480.00</b>	
2.1	IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR COMUNIDAD FIDAL	global	1	Q 7,100.00	Q 7,100.00		CORTO PLAZO
2.2	IMPLEMENTACIÓN DE KIT DE HIGIENE BUCODENTAL Y LAVADO DE MANOS	global	1	Q 11,880.00	Q 11,880.00		CORTO PLAZO
2.3	SENSIBILIZACIÓN PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS	global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00		CORTO PLAZO
<b>3</b>	<b>CAPTACIÓN</b>					<b>Q 2,978.00</b>	
3.1	LIMPIEZA DE CAPTACIONES	global	1	Q 800.00	Q 800.00		CORTO PLAZO
3.2	CERCO PERIMETRAL CAPTACIONES	global	1	Q 2,178.00	Q 2,178.00		CORTO PLAZO
<b>4</b>	<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>					<b>Q 5,238.24</b>	
5.1	SISTEMA DE DESINFECCIÓN TANQUE	unidad	1	Q 5,238.24	Q 5,238.24		LARGO PLAZO
<b>5</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>					<b>Q 3,310.00</b>	
	CAJA DE VALVULAS	unidad	2	Q 857.50	Q 1,715.00		CORTO PLAZO
	VALVULA DE AIRE	unidad	1	Q 640.00	Q 640.00		CORTO PLAZO
	VALVULA DE LIMPIEZA	unidad	1	Q 955.00	Q 955.00		CORTO PLAZO
<b>TOTAL DE MEJORAS A IMPLEMENTAR EN SISTEMA EXISTENTE</b>						<b>Q 41,006.24</b>	

## Manual de operación y mantenimiento

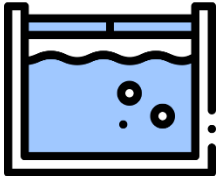
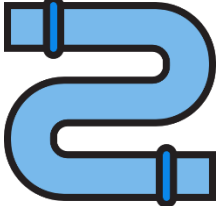



### Operación:

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

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

### OPERACIÓN

	<p>CAPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión de pichachas de plástico en salida.</li> <li>Llave de paso en conducción y llave de paso de salida de limpieza en buen estado.</li> </ul>	<p>Revisión una vez por semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambiar llaves, reparar cercos, sellar fugas.</li> </ul>
	<p>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llaves de paso hacia conducción y a través de la conducción en buen estado.</li> <li>Línea de conducción operativa el cien por ciento del tiempo.</li> </ul>	<p>Revisión a cada semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambiar un tramo de tubería de la línea de conducción actual.</li> <li>Al cambiar un tramo de la tubería debe también cambiar la posición de la línea de conducción hacia terreno firme.</li> </ul>
	<p>VÁLVULA DE LIMPIEZA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Llave de paso hacia conducción y llave de paso de salida de limpieza en buen estado.</li> </ul>	<p>Una vez por semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mejorar limpieza en cajas de válvulas para evitar contaminación y aumentar período de vida</li> </ul>

	<p>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerrar llave de limpieza llenar con agua y abrir la llave de paso del sistema de distribución.</li> <li>• Tapaderas íntegras.</li> <li>• Cerco perimetral íntegro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión una vez por semana, luego de limpieza y desinfección del tanque.</li> </ul>	<p>útil de llaves de paso.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar limpieza en cajas de válvulas para evitar contaminación y aumentar período de vida útil de llaves de paso.</li> <li>• Construir cerco perimetral en área de tanque.</li> </ul>
	<p>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvulas en funcionamiento adecuado.</li> <li>• Regulación de llaves de paso para la línea de distribución.</li> <li>• Tapar todas las fugas existentes en la línea de distribución.</li> </ul>	<p>Revisión una vez a cada 3 meses.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear plano/croquis del sistema de distribución para identificar los elementos que conforman el sistema.</li> <li>• Mejorar limpieza en cajas de válvulas para evitar contaminación y aumentar período de vida útil de llaves de paso.</li> <li>• Sellar fugas creadas a través de todo el sistema.</li> </ul>
	<p>ACOMETIDAS DOMICILIARES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chorros operando.</li> </ul>	<p>Una vez al mes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar frecuencia de revisión.</li> <li>• Crear croquis y listado de usuarios.</li> </ul>

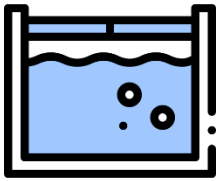
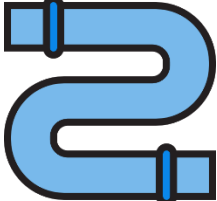
## MANTENIMIENTO


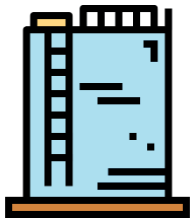
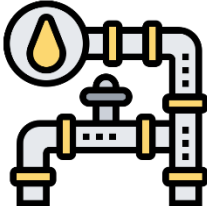
### Mantenimiento:

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.

Existe el mantenimiento preventivo que no es más que todas las acciones que se realizan antes de que se produzcan daños en el sistema de agua y así evitar problemas de funcionamiento; y existe el mantenimiento correctivo que es la acción de reparar daños por causa de accidentes o desgaste de los elementos del sistema.

Evaluación del mantenimiento: que se debe mejorar en el mantenimiento

	<p>CAPTACIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de: sello sanitario, existencia de charcos de agua, grietas en suelo u obra gris.</li> <li>• Inspección de cercos de protección.</li> <li>• Quitar vegetación, tierra, piedras o cualquier material extraño.</li> <li>• Chequear la presencia de animales alrededor.</li> <li>• Observar si existe deforestación alrededor.</li> <li>• Limpieza y desinfección de interior de captación.</li> </ul>	<p>A cada semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la limpieza de los sellos sanitarios.</li> <li>• Implementar cercos de protección.</li> <li>• Hacer desinfección con hipoclorito de calcio.</li> <li>• Mejorar frecuencia de revisión de estado de captaciones.</li> </ul>
	<p>LÍNEA DE CONDUCCIÓN.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspección de elementos de línea de conducción.</li> <li>• Recubrir o enterrar tramos expuestos en línea de conducción.</li> <li>• Limpieza del terreno, quitando ramas, hierbas, rocas o cualquier material perjudicial.</li> <li>• Observar si existen fugas, deslizamientos o hundimientos de terreno.</li> <li>• Observar y eliminar empozamientos de agua sobre la línea de conducción.</li> </ul>	<p>Una vez al mes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recubrir tramos expuestos en línea de conducción.</li> <li>• Chequear con más frecuencia las válvulas de limpieza.</li> </ul>

	<p>VÁLVULA DE LIMPIEZA</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar si existen filtraciones en las llaves de paso y accesorios.</li> <li>• Observar el estado de las tapaderas y el sistema de seguridad con candado de cada caja de llaves.</li> <li>• Mantener limpio el interior de la caja, llaves y accesorios.</li> <li>• Observar el estado de las llaves y de ser necesario limpiar y pintar con pintura anticorrosiva las partes metálicas.</li> </ul>	<p>Una vez por mes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar mantenimiento de cajas de válvulas, en cuanto a limpieza y frecuencia de inspección.</li> </ul>
	<p>TANQUE DE ALMACENAMIENTO</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar y de ser necesario arreglar cerco.</li> <li>• Inspeccionar estado de candados en tapaderas.</li> <li>• Revisar estado de tuberías de rebalse, limpieza y ventilación.</li> <li>• Controlar filtraciones en tuberías de rebalse, limpieza, ingreso, salida.</li> <li>• Limpieza y desinfección del interior de tanque.</li> <li>• Inspeccionar estado de pintura exterior de tanque. Al menos una vez al año pintar con pintura resistente a la intemperie.</li> <li>• Inspeccionar cajas y llaves de paso, de ser necesario limpiar y pintar las partes metálicas con pintura anticorrosiva.</li> <li>• Hacer limpieza profunda en cajas de ingreso y salidas.</li> <li>• Inspeccionar si existen filtraciones en paredes, losas y en juntas muro-losa.</li> </ul>	<p>Una vez a la semana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconstruir cerco perimetral.</li> <li>• Reparar protección de cajas de salida.</li> <li>• Mejorar regularidad de inspección.</li> </ul>
	<p>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar llaves de paso de la línea de distribución. Se deben abrir y cerrar varias veces de manera lenta para eliminar sedimentos. Lubricar con aceite de ser necesario.</li> <li>• Verificar que el paso de zanjón existente en la red de</li> </ul>	<p>Una vez por mes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar el paso de zanjón 1 y 2 para evitar posible colapso en caso de desbordamiento de ríos.</li> </ul>



		<p>distribución se encuentre en buen estado.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar caja rompe presión en línea de distribución 1.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar cajas y llaves de paso y sustituir de ser necesario.</li> </ul>
	<p>ACOMETIDAS DOMICILIARES</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeccionar acometidas a fin de verificar que no se tengan fugas, reparar fugas de ser necesario.</li> <li>• Revisar los chorros de cada vivienda a fin de verificar y reparar fugas en los chorros.</li> </ul>	<p>Una vez por mes</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar mantenimiento o preventivo de verificación una vez por mes del sistema de distribución S</li> </ul>
	<p>SISTEMA DE DESINFECCIÓN</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza de caja y sistema de desinfección</li> <li>• Revisión de tapadera y sistema de seguridad de caja.</li> <li>• Inspección, limpieza y mantenimiento de accesorios y tubería de sistema de desinfección.</li> </ul>	<p>Revisión una vez por semana o menos en función del rendimiento de las pastillas de hipoclorito de calcio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de caja y accesorios de sistema de desinfección.</li> <li>• Implementación de sistemas de desinfección.</li> <li>• Implementación de sistema de control de cloro residual.</li> </ul>



## Cronograma de operación y mantenimiento



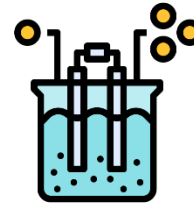


No.	Actividades	FRECUENCIA	Para un semestre (período en semanas)																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
<b>1 CAPTACIÓN</b>																												
1.1	Inspección de pichachas de salida	Semanal																										
1.2	Tubería entre captación y cajas reunidoras de caudales, integra	Semanal																										
1.3	Llaves de paso operando correctamente	Semanal																										
1.4	Inspección de sello sanitario	Semanal																										
1.5	Inspección de cercos de protección	Semanal																										
1.6	Limpieza de vegetación, tierra, piedras o material extraño.	Semanal																										
1.7	Chequeo de animales o desechos de animales	Semanal																										
1.8	Chequeo de deforestación alrededor de la fuente	Semanal																										
1.9	Limpieza y desinfección de interior de captación	Semanal																										
<b>2 VALVULAS DE PASO Y VALVULAS DE LIMPIEZA</b>																												
2.1	Llaves de paso y válvulas de limpieza operando correctamente	Semanal																										
2.2	Observación de filtraciones o fugas en válvulas	Semanal																										
2.3	Observación de estado de tapaderas de cajas de válvulas	Semanal																										
2.4	Limpieza en el interior de cajas	Semanal																										
2.5	Mantenimiento de llaves, limpieza, lubricación y pintura	Semanal																										
<b>3 LINEA DE CONDUCCIÓN</b>																												
3.1	Llaves de paso en conducción operando correctamente	Mensual																										
3.2	Inspección de estado en elementos de línea de conducción	Mensual																										
3.3	Chequeo y recubrimiento de tubería expuesta	Mensual																										
3.4	Limpieza en zona de paso de línea de conducción	Mensual																										
3.5	Chequeo de fugas y filtraciones en línea de conducción	Mensual																										
3.6	Chequeo de empozamientos sobre línea de conducción	Mensual																										
<b>4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO</b>																												
4.1	Operación de llaves de limpieza	Semanal																										
4.2	Inspeccionar y reparar cerco perimetral	Semanal																										
4.3	Inspeccionar y reparar tapaderas de tanque	Semanal																										
4.4	Revisión de estado de tuberías de rebalse, limpieza y ventilación	Semanal																										
4.5	Control de filtraciones en tuberías de rebalse, limpieza, ingreso y salida	Semanal																										
4.6	Limpieza y desinfección de interior de tanque	Semanal																										
4.7	Inspección de estado de pintura exterior	Anual																										
4.8	Inspección de cajas y llaves de paso	Mensual																										
4.9	Limpieza en interior de cajas de accesorios	Mensual																										
4.10	Inspección de filtraciones y grietas en muros y losa de tanque	Mensual																										
<b>5 PASOS AEREOS Y PASOS DE ZANJON</b>																												
5.1	Anclajes pila-tubo funcionando	Mensual																										
5.2	Revisión de pilas y anclajes de concreto	Mensual																										
5.3	Revisión de estado de cables cargadores	Mensual																										
5.4	Revisión de bases de soporte por socavamiento o hundimiento	Mensual																										
5.5	Revisión de fugas en uniones de tubos HG	Mensual																										
<b>6 LINEA DE DISTRIBUCIÓN</b>																												
6.1	Válvulas en funcionamiento	Trimestral																										
6.2	Regulación de llaves de paso	Trimestral																										
6.3	Inspección y reparación de válvulas en red de distribución	Mensual																										
6.4	Inspección de paso de zanjón en red de distribución	Mensual																										
6.5	Inspección caja rompe presión en línea de distribución	Mensual																										
<b>7 LINEA DE DISTRIBUCIÓN</b>																												
7.1	Chorros y acometidas operando	Mensual																										
7.2	Inspección de acometidas y chorros en busca de fugas	Mensual																										
<b>8 SISTEMA DE DESINFECCIÓN</b>																												
8.1	Implementación de sistema de desinfección	Una sola vez																										
8.2	Stock de pastillas de hipoclorito de calcio	Mensual																										
8.3	Limpieza de caja y sistema de desinfección	Semanal																										
8.4	Revisión de estado de caja y tapadera	Mensual																										
8.5	Inspección, limpieza y mantenimiento de accesorios de sistema	Semanal																										



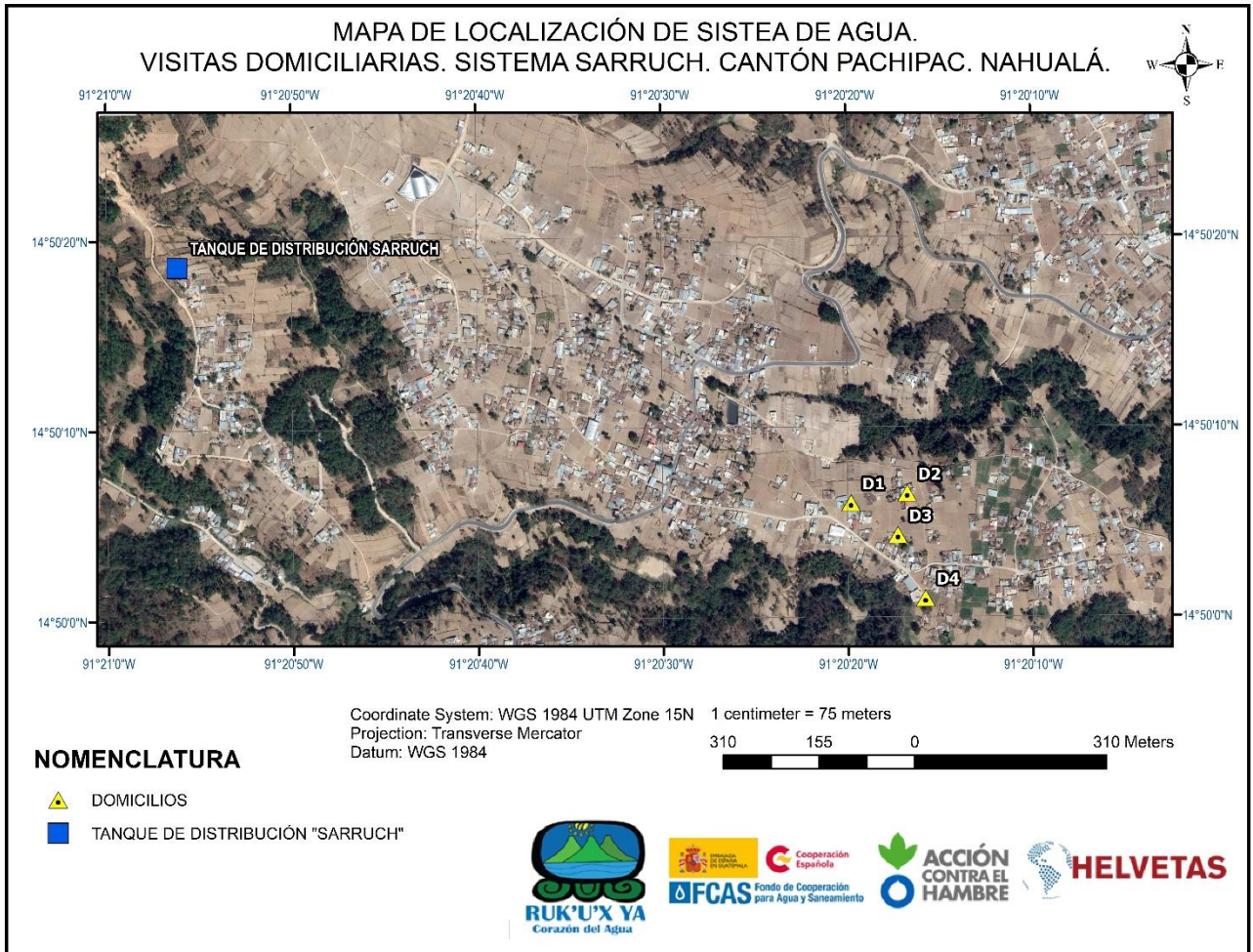
## Medición de potencial de Hidrogeno

No. Vivienda	PH medido
1	6.9
2	7.2
3	7.2
4	7.3

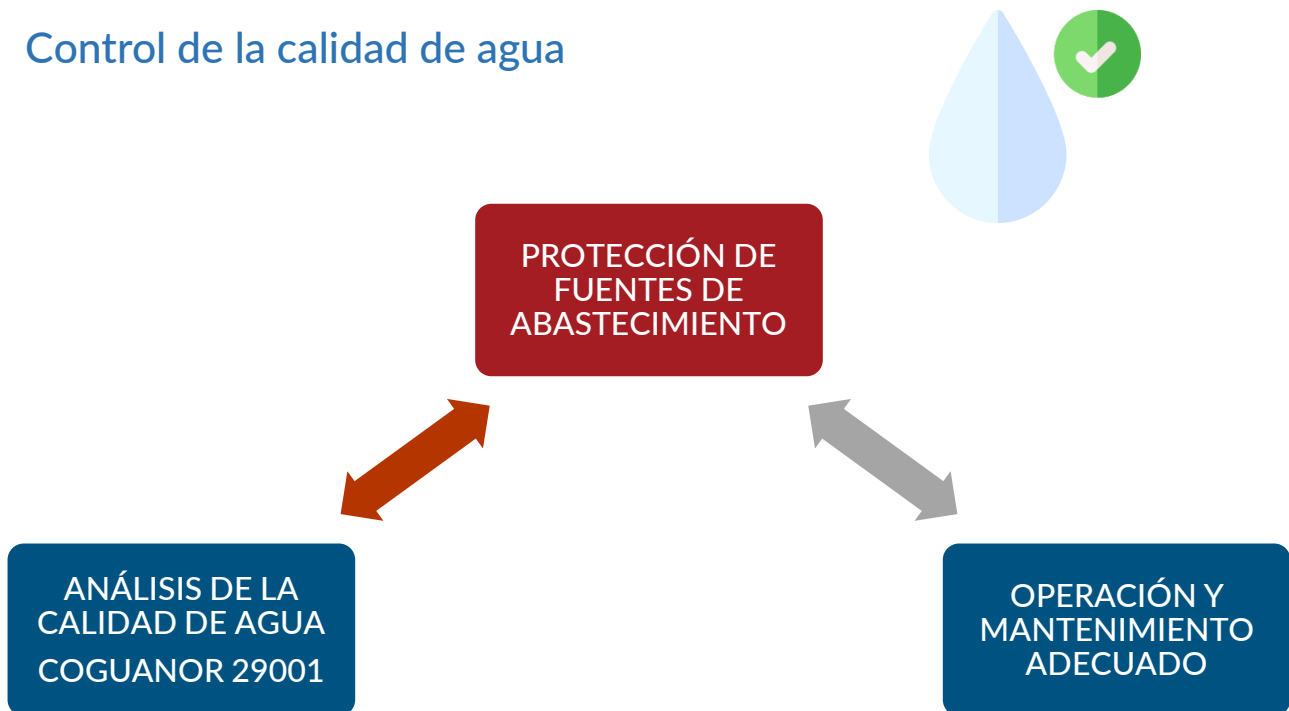


El Cantón Pachipac pertenece al municipio de Nahualá y se encuentra dentro de la zona de conflicto entre Nahualá y Santa Catarina Ixtahuacan, no fue posible acceder a todas las viviendas abastecidas por el Sistema Sarruch puesto que en el momento de la intervención se iniciaron graves conflictos.

## Mapa de visitas domiciliarias



## Control de la calidad de agua





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

***Semanalmente***

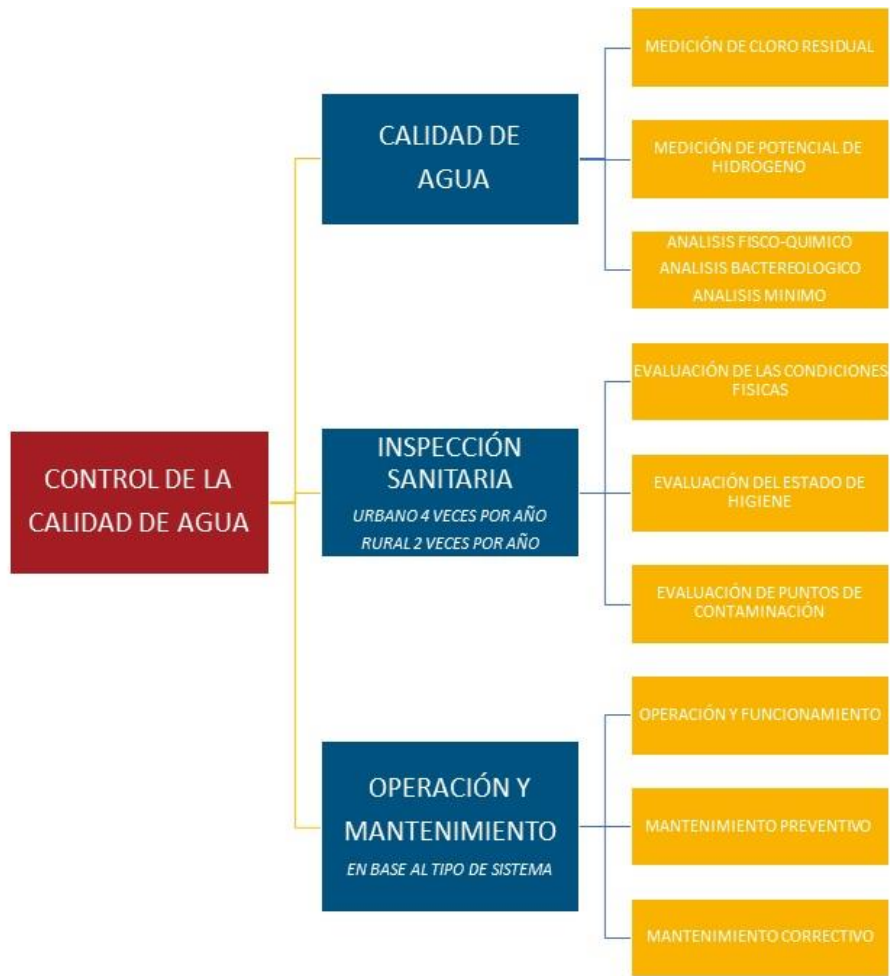
**Medición de potencial de  
Hidrógeno/ *COGUANOR 29001***

***Semanalmente***

**Coliformes fecales/ Escherichia  
Coli/ *COGUANOR 29001***

**al menos una vez por año**

**Análisis mínimo/ *COGUANOR  
29001***





## Anexo 1:

### Análisis de sostenibilidad técnica:

	Indicador	Unidad	Fuente de verificación	Rango de medición	
1	El sistema en su conjunto funciona correctamente	852 personas	Fotografías de todo el sistema. Se recorrió todo el sistema desde la fuente hasta las viviendas para establecer el criterio de funcionamiento.	0	- Cerco perimetral -Reubicación de línea de conducción. - Implementar sistema de desinfección. - Educación y sensibilización del ahorro del agua.
2	El sistema de agua construido funciona al menos 6 horas diarias continuadas para garantizar que el 100% de los usuarios tomados en cuenta en el proyecto se beneficien de agua potable.	Mayor a 6 horas/día	Se verificó en el tanque de distribución que llega el agua del sistema evaluado.	1	El sistema de agua construido funciona al menos 6 horas diarias
3	El caudal diario es suficiente para abastecer a todos los usuarios, teniendo en cuenta la estacionalidad de las fuentes.	29.4 m <sup>3</sup> /día	Con un total de 142 viviendas en el sistema, 6 habitantes/vivienda, un caudal de 50 l/h/d se tiene un caudal necesario presente de 42.6m <sup>3</sup> /día presente.	0	El caudal de las fuentes es insuficiente para la población servida.
4	El caudal que llega a los usuarios es igual o mayor a 50 litros/habitante/día	Menor a 50 l/habitante/día	El caudal actualmente llega a todos.	0	

5	Se han llevado a cabo capacitaciones técnicas entre las organizaciones comunitarias para la prestación de los servicios de agua	0	No existen documentos y los representantes comunitarios afirman no haber recibido capacitación	0	- Promover capacitaciones de haciendo énfasis en la conservación de la documentación para transmitir dicha información a cada cambio de comité de mantenimiento local.
6	Existen fontaneros asignados para el mantenimiento y funcionamiento del sistema de agua, cubriendo el 100% del sistema	0	No existe personal a pago fijo encargado del sistema. El comité elegido anualmente se encarga de hacer mantenimiento correctivo.	0	- Implementar la cultura de mantenimiento preventivo por parte del comité de mantenimiento de agua.
7	Se realizan actividades de operación y mantenimiento en base a los planes de Operación y Mantenimiento.	0	El mantenimiento tiene un plan establecido por el comité central de Mantenimiento de agua. Cuentan con un plan de limpieza del tanque del sistema que cumplen a cada cierto período de tiempo, pero no tienen un plan formal e impreso el cual seguir a cabalidad.	0	- Realizar un plan de Operación y mantenimiento formal e impreso que se mantenga en poder de cada comité de agua electo anualmente.
8	Se han elaborado planes de Operación y mantenimiento y están al alcance de todas las personas interesadas o	0	No se tienen planes de operación y mantenimiento en poder del comité de mantenimiento de agua.	0	- Realizar un plan de Operación y mantenimiento formal e impreso que se mantenga en poder de cada

	implicadas en el sistema				comité de agua electo anualmente.
9	La tecnología implantada y decidida en conjunto con la población beneficiaria es la más asequible y la más apropiada para las condiciones locales estudiadas	1 sistema por gravedad	Se verificó que todo el sistema en conjunto cuenta con elementos convencionales para un sistema por gravedad. Los elementos y accesorios del sistema pueden adquirirse fácilmente por proveedores locales. No existen elementos tecnológicos de difícil manejo o reparación.	1	
10	El sistema de agua se encuentra a una distancia máxima de 500m-30min desde la vivienda al punto donde se toma el agua	230 viviendas	El sistema de distribución tiene acometidas en el 100% de las viviendas beneficiadas por lo que cada vivienda en su interior cuenta con un chorro.	1	
11	Existen suministros, repuestos y servicios disponibles accesibles a la comunidad y es conocida por los responsables del mantenimiento del sistema	El Cantón está ubicado en una zona cercana de la carretera interamericana y de Nahualá.	La comunidad tiene acceso a una ferretería dentro de la comunidad	1	- Mantener un stock de accesorios para reparación del sistema
12	El prestador de servicios tiene capacidad suficiente y adecuada para	4 personas	El comité no está organizado para operación y mantenimiento.	0	Implementación de manual de operación y mantenimiento.



	disponer de personal en la diferentes actividades de operación y mantenimiento				
13	El prestador de servicios tiene toda la documentación técnica del sistema (planos, diseños etc.) además de manuales y guías de operación y mantenimiento.	0	No tienen información que se haya utilizado para la construcción del sistema.	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hacer croquis de sistema.</li> <li>- Crear e implementar manuales de operación y mantenimiento para la comunidad.</li> </ul>

## 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	0		0	
Se hacen análisis de agua mensuales para asegurar que la calidad del agua cumple con lo establecido en las normas de calidad de agua exigidas por el país	0 análisis		0	
La toma de agua a la que pertenece la fuente de agua esta forestada, cercada y protegida de contaminación (*)	Observación directa	El área no está protegida por cercos y el área alrededor no está forestada.	0	El área de las captaciones no tienen cerco
Las aguas que entran y que posteriormente conduce el sistema no están contaminadas (Salinización, alteración de las propiedades fisicoquímicas del agua)	0	No se realizaron análisis fisicoquímicos	0	No se tienen registros del sistema de salud.
Se realizan actividades para mantener las	0	Solamente existen actividades de limpieza en fuentes y	0	No se realizan actividades específicas

fuentes de agua protegidas y aisladas de posibles contaminaciones		tanque de almacenamiento.		dirigidas a evitar contaminaciones indirectas.
Todos los usuarios del sistema de agua al menos han sido capacitados una vez en educación ambiental	0	No existe documentación	0	No ha habido capacitaciones para todos los usuarios.
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. (*)	0	No existe documentación	0	No existe la cultura de mantenimiento preventivo en la comunidad.
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	0	No existe plan de contingencia	0	El área no está sujeta de manera cotidiana a eventos naturales que hayan desarrollado el sentido de prevención ante contingencias posibles.

	naturales 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	0	No existe documentación	0	La cuenca que abastece los manantiales es comunitaria. Existe de manera empírica el principio de la conservación de la flora y fauna de la cuenca. Hasta ahora este manejo les parece suficiente.

## Anexo 2: Presupuesto de mejoras





## Presupuesto Integrado

No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO SUBRENGLON	PRECIO TOTAL SUBRENGLON	PRECIO TOTAL RENGLON	NIVEL DE PRIORIDAD
<b>1</b>	<b>FORTALECIMIENTO A OPERADORES DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE</b>					<b>Q 8,000.00</b>	
1.1	IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA	global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00		CORTO PLAZO
1.2	SENSIBILIZACIÓN A LA COMUNIDAD PARA DESINFECCIÓN DEL AGUA	global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00		CORTO PLAZO
1.3	EQUIPAMIENTO A FONTANEROS O ENCARGADOS DE MANTENIMIENTO	global	1	Q 1,500.00	Q 1,500.00		CORTO PLAZO
1.4	SENSIBILIZACIÓN DE AHORRO DE AGUA	global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00		CORTO PLAZO
<b>2</b>	<b>FORTALECIMIENTO A SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>					<b>Q 21,480.00</b>	
2.1	IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR COMUNIDAD FIDAL	global	1	Q 7,100.00	Q 7,100.00		CORTO PLAZO
2.2	IMPLEMENTACIÓN DE KIT DE HIGIENE BUCODENTAL Y LAVADO DE MANOS	global	1	Q 11,880.00	Q 11,880.00		CORTO PLAZO
2.3	SENSIBILIZACIÓN PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS	global	1	Q 2,500.00	Q 2,500.00		CORTO PLAZO
<b>3</b>	<b>CAPTACIÓN</b>					<b>Q 2,978.00</b>	
3.1	LIMPIEZA DE CAPTACIONES	global	1	Q 800.00	Q 800.00		CORTO PLAZO
3.2	CERCO PERIMETRAL CAPTACIONES	global	1	Q 2,178.00	Q 2,178.00		CORTO PLAZO
<b>4</b>	<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>					<b>Q 5,238.24</b>	
5.1	SISTEMA DE DESINFECCIÓN TANQUE	unidad	1	Q 5,238.24	Q 5,238.24		LARGO PLAZO
<b>5</b>	<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>					<b>Q 3,310.00</b>	
	CAJA DE VALVULAS	unidad	2	Q 857.50	Q 1,715.00		CORTO PLAZO
	VALVULA DE AIRE	unidad	1	Q 640.00	Q 640.00		CORTO PLAZO
	VALVULA DE LIMPIEZA	unidad	1	Q 955.00	Q 955.00		CORTO PLAZO
<b>TOTAL DE MEJORAS A IMPLEMENTAR EN SISTEMA EXISTENTE</b>						<b>Q 41,006.24</b>	



## Presupuesto desglosado

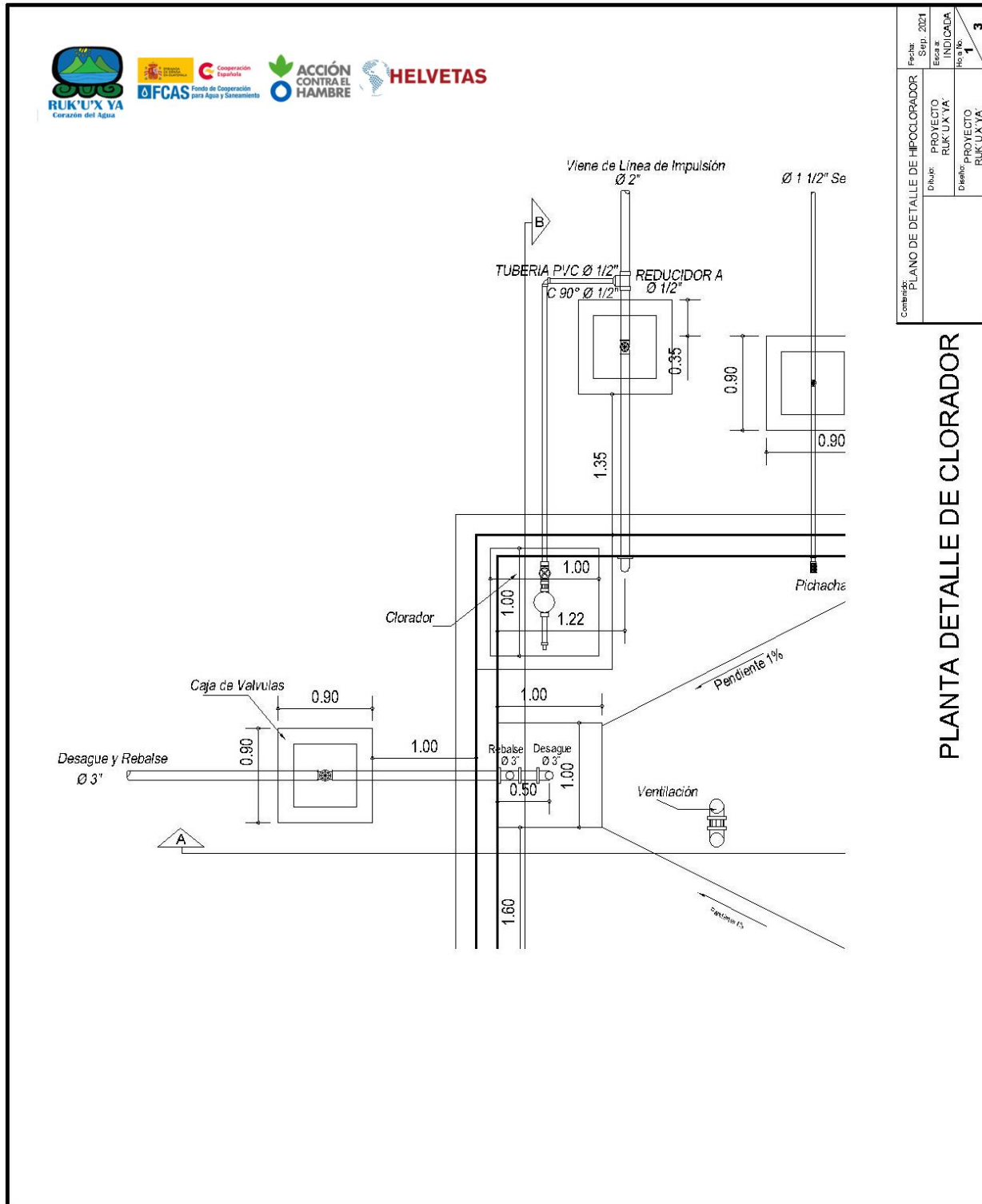
PRESUPUESTO DESGLOSADO					
1. FORTALECIMIENTO A OPERADORES DE SISTEMAS DE AGUA POTABLE					
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
<b>1.1 IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA</b>					
	Capacitación de uso de plan de operación y mantenimiento	global	1	Q 1,000.00	Q 1,000.00
	Cronograma anual de mantenimiento	global	1	Q 500.00	Q 500.00
	Entrega de plan de operación y mantenimiento a operadores del sistema	global	1	Q 500.00	Q 500.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 2,000.00</b>
<b>B-TOTAL - 1.1 IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE AGUA</b>					<b>Q 2,000.00</b>
<b>1.2 SENSIBILIZACIÓN A LA COMUNIDAD PARA DESINFECCIÓN DEL AGUA</b>					
	Reuniones de sensibilización con la comunidad	global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00
	Entrega de plan de control de calidad del agua	global	1.00	Q 500.00	Q 500.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 2,500.00</b>
<b>SUB-TOTAL - 1.2 SENSIBILIZACIÓN A LA COMUNIDAD PARA DESINFECCIÓN DEL AGUA</b>					<b>Q 2,500.00</b>
<b>1.3 EQUIPAMIENTO A FONTANEROS O ENCARGADOS DE MANTENIMIENTO</b>					
	Kit de herramientas para fontanería	unidad	1	Q 1,500.00	Q 1,500.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 1,500.00</b>
<b>SUB-TOTAL - 1.3 EQUIPAMIENTO A FONTANEROS O ENCARGADOS DE MANTENIMIENTO</b>					<b>Q 1,500.00</b>
<b>1.5 SENSIBILIZACIÓN DE AHORRO DE AGUA</b>					
	Taller de sensibilización para el ahorro del agua	global	1	Q 2,000.00	Q 2,000.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 2,000.00</b>
<b>SUB-TOTAL - 1.5 SENSIBILIZACIÓN DE AHORRO DE AGUA</b>					<b>Q 2,000.00</b>

<b>2. FORTALECIMIENTO A SISTEMA DE SANEAMIENTO</b>						
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>2.1 IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR COMUNIDAD FIDAL</b>						
	Material didático e insumos para facilitador	global	1	Q 500.00	Q	500.00
	Insumos para la celebración FIDAL	global	1	Q 1,800.00	Q	1,800.00
	Rótulo FIDAL para la comunidad	global	1	Q 1,300.00	Q	1,300.00
	Costo de facilitador	global	1	Q 2,000.00	Q	2,000.00
	Visita de verificación por el comité FIDAL	global	1	Q 1,500.00	Q	1,500.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>						<b>Q 7,100.00</b>
<b>SUB-TOTAL - 2.1 IMPLEMENTACIÓN SANTOLIC PARA LOGRAR COMUNIDAD FIDAL</b>						
						<b>Q 7,100.00</b>
<b>2.2 IMPLEMENTACIÓN DE KIT DE HIGIENE BUCODENTAL Y LAVADO DE MANOS</b>						
	Kit de higiene bucodental	unidad	120	Q 59.00	Q	7,080.00
	Kit de lavado de manos	unidad	120.00	Q 40.00	Q	4,800.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>						<b>Q 11,880.00</b>
<b>SUB-TOTAL - 2.2 IMPLEMENTACIÓN DE KIT DE HIGIENE BUCODENTAL Y LAVADO DE MANOS</b>						
						<b>Q 11,880.00</b>
<b>2.3 SENSIBILIZACIÓN PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>						
	Capacitaciones de manejo de basura	global	1	Q 2,000.00	Q	2,000.00
	Implementación de manual de manejo de basura	global	1.00	Q 500.00	Q	500.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>						<b>Q 2,500.00</b>
<b>SUB-TOTAL - 2.3 SENSIBILIZACIÓN PARA EL MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b>						
						<b>Q 2,500.00</b>
<b>3. CAPTACIÓN 1</b>						
	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>3.1 LIMPIEZA DE CAPTACIONES</b>						
<b>TOTAL MATERIALES</b>						
						<b>Q -</b>
	Mano de obra	global	1	800.00 Q	Q	800.00
<b>SUB-TOTAL - 3.1 LIMPIEZA DE CAPTACIONES</b>						<b>Q 800.00</b>

3.2 CERCO PERIMETRAL CAPTACIONES						
	Parales de 3"*3"*2m	unidad	22	Q 25.00	Q 550.00	
	Lañas	caja	6	Q 10.00	Q 60.00	
	Alambre Espigado	rollo	0.5	Q 400.00	Q 200.00	
	Candado Yale de 40mm	unidad	1	Q 60.00	Q 60.00	
	Clavo para madera de 3"	libra	2	Q 9.00	Q 18.00	
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 888.00</b>	
	Mano de obra	global	1	1,290.00 Q	Q 1,290.00	
<b>SUB-TOTAL - 3.2 CERCO PERIMETRAL CAPTACIONES</b>					<b>Q 2,178.00</b>	
<b>4. TANQUE DE DISTRIBUCIÓN 1</b>						
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
4.1 SISTEMA DE DESINFECCIÓN TANQUE						
	Concreto 3000 psi	m3	1	1,250.00 Q	Q 1,250.00	
	Clavo para madera de 2½"	Libra	2	8.40 Q	Q 16.80	
	Alambre de Amarre calibre 16	Libra	2	8.40 Q	Q 16.80	
	Varilla de Hierro Grado 40 de 3/8"	Varilla	8	33.17 Q	Q 265.36	
	Clorador artesanal de 4"	Unidad	1	450.00 Q	Q 450.00	
	Tee PVC Lisa de 1"	unidad	1	6.50 Q	Q 6.50	
	Tee PVC Lisa de ½"	unidad	1	3.73 Q	Q 3.73	
	Válvula de Globo ½" URREA	unidad	1	127.40 Q	Q 127.40	
	Llave de Chorro C/Rosca PVC de ½"	unidad	2	37.40 Q	Q 74.80	
	Adaptador PVC Macho de ½"	unidad	3	3.23 Q	Q 9.69	
	Adaptador PVC Hembra de ½"	unidad	2	3.96 Q	Q 7.92	
	Tapadera metalica de 0.60 X 0.60 X 1/8"	unidad	1	752.40 Q	Q 752.40	
	Candado Yale de 40 mm	unidad	1	57.40 Q	Q 57.40	
	Reducidor Bushing PVC Liso de 1 1/2" a ½"	unidad	2	6.50 Q	Q 13.00	
	Tubo PVC de ½" *20' C/315 PSI	unidad	5	21.78 Q	Q 108.90	
	Pegamento PVC Tangit Pomo de 25 gr.	pomo	1	27.40 Q	Q 27.40	
	Codo de 90 Grados PVC Liso de ½"	unidad	6	3.47 Q	Q 20.82	
	Codo de 45 Grados PVC Liso de ½"	unidad	4	5.38 Q	Q 21.52	
	kit para determinar cloro libre HAC 2231-02	unidad	1	700.00 Q	Q 700.00	
	Niple Hg con rosca 1/2"X0.20	unidad	2	8.90 Q	Q 17.80	
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q 3,948.24</b>	
	Mano de obra calificada	global	1	1,290.00 Q	Q 1,290.00	
<b>SUB-TOTAL - 4.1 SISTEMA DE DESINFECCIÓN TANQUE</b>					<b>Q 5,238.24</b>	

<b>5. RED DE DISTRIBUCIÓN</b>						
No.	DESCRIPCIÓN RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
<b>5.1 CAJA PARA VALVULA</b>						
	Cemento	saco	8	Q 78.00	Q	624.00
	Arena	m <sup>3</sup>	1	Q 50.00	Q	50.00
	Piedrin	m <sup>3</sup>	1	Q 50.00	Q	50.00
	Varilla No. 3	Varilla	14	Q 30.00	Q	420.00
	Alambre de amarre	libra	2	Q 8.00	Q	16.00
	Madera	docena	0.5	Q 250.00	Q	125.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>1,285.00</b>
	Mano de obra	global	1	430.00 Q	Q	430.00
<b>SUB-TOTAL - 5.1 CAJA PARA VALVULA</b>					<b>Q</b>	<b>1,715.00</b>
<b>5.2 VALVULA DE AIRE</b>						
	Valvula de aire de bronce 3/4"	unidad	1	Q 105.00	Q	105.00
	Nipple HG 3/4"	unidad	1	Q 15.00	Q	15.00
	Tee pvc 2"	unidad	1	Q 250.00	Q	250.00
	Reducidor de tubería de 2" a 3/4"	unidad	1	Q 50.00	Q	50.00
	Adaptador hembra 3/4"	unidad	1	Q 5.00	Q	5.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>425.00</b>
	Mano de obra	global	1	215.00 Q	Q	215.00
<b>SUB-TOTAL - 5.2 VALVULA DE AIRE</b>					<b>Q</b>	<b>640.00</b>
<b>5.3 VALVULA DE LIMPIEZA</b>						
	Tee de pvc 2"	unidad	1	Q 30.00	Q	30.00
	Reducidor 2" a 1"	unidad	1	Q 20.00	Q	20.00
	Adaptador macho 1"	unidad	2	Q 15.00	Q	30.00
	Valvula de compuerta 1"	unidad	1	Q 150.00	Q	150.00
	Tubo pvc 1"	metro	1	Q 80.00	Q	80.00
<b>TOTAL MATERIALES</b>					<b>Q</b>	<b>310.00</b>
	Mano de obra	global	1	645.00 Q	Q	645.00
<b>SUB-TOTAL - 5.3 VALVULA DE LIMPIEZA</b>					<b>Q</b>	<b>955.00</b>

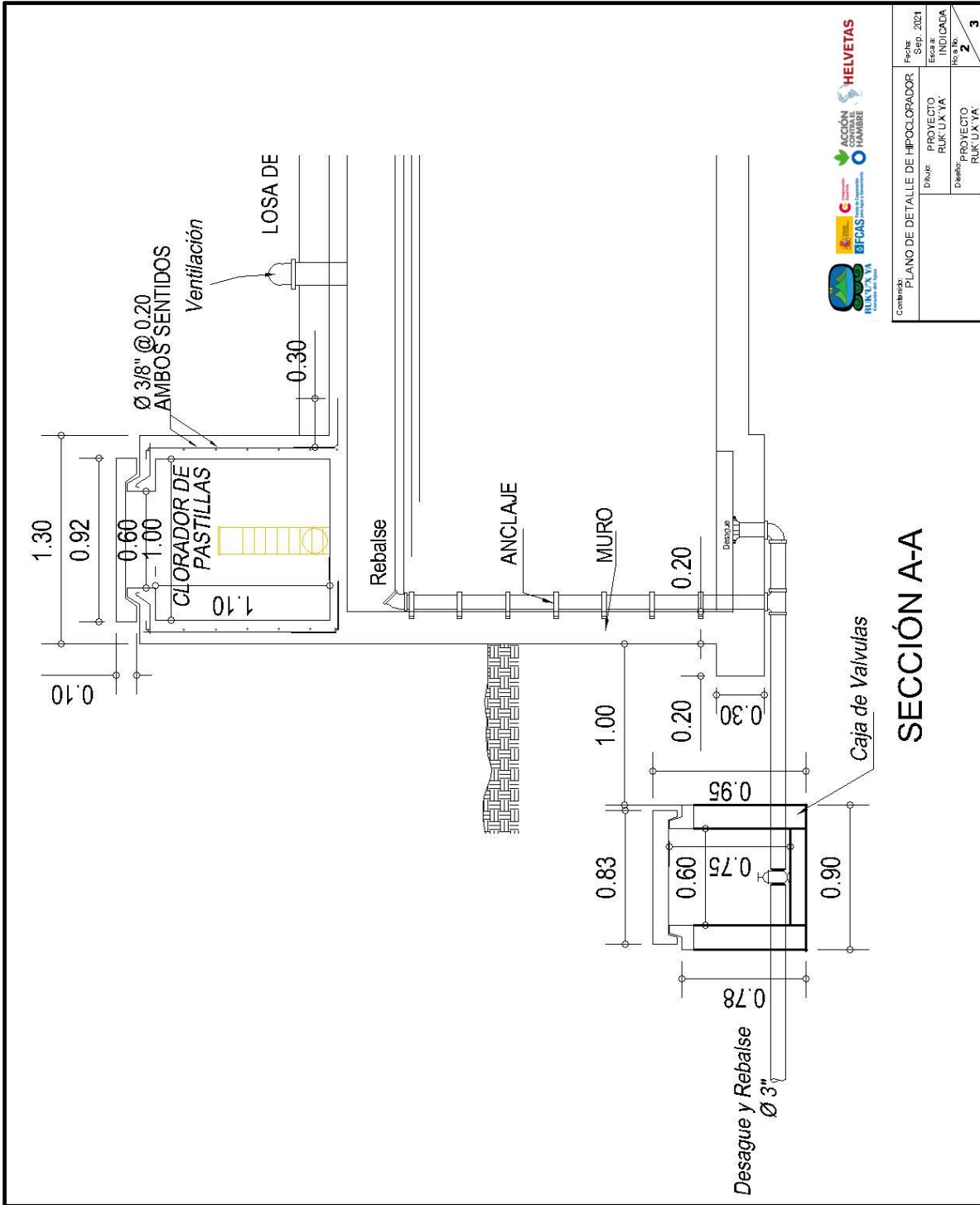
### ANEXO 3: PLANOS

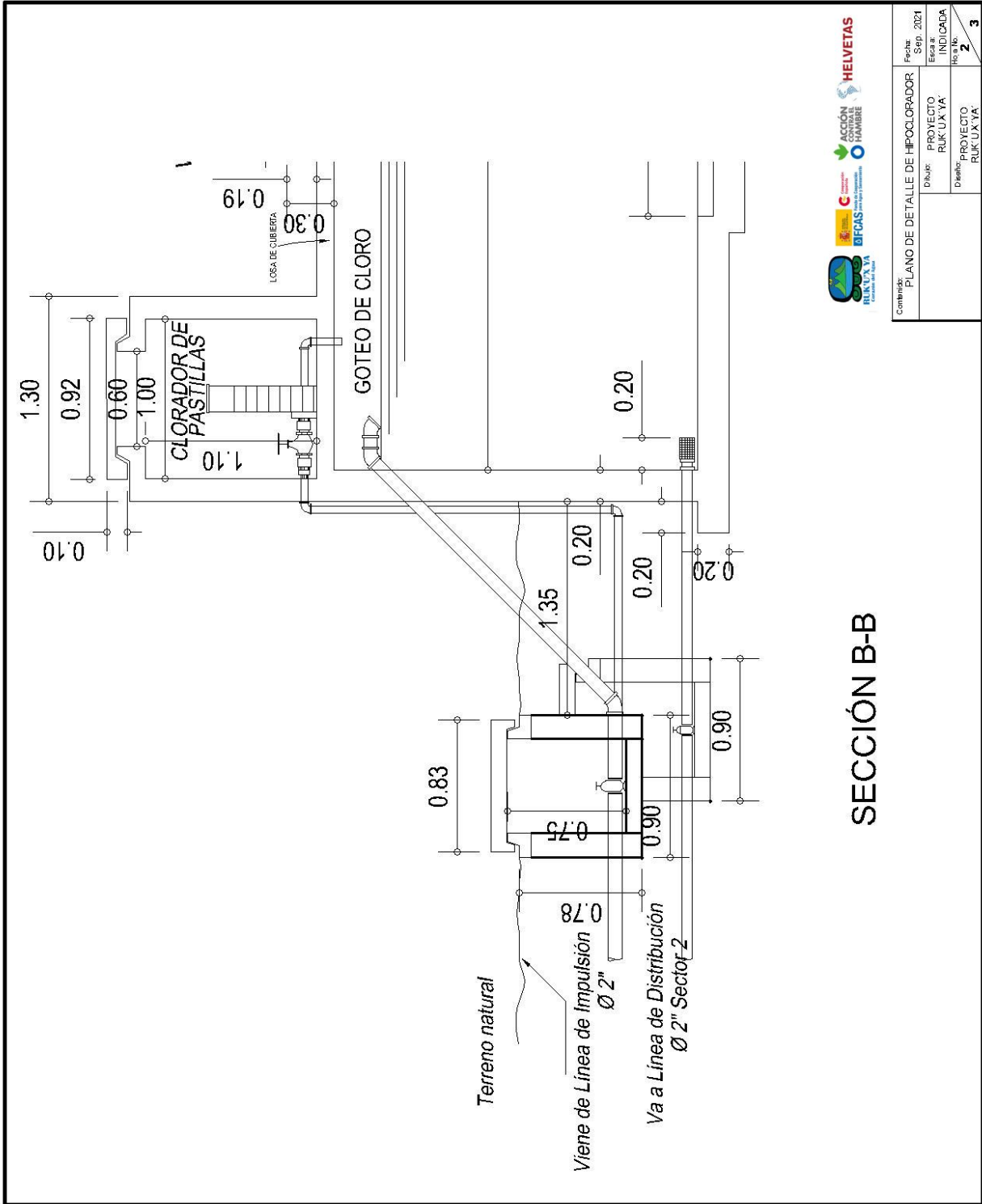


Fecha:	Sept. 2021
Estado:	ELABORADA
Dibujo:	PROYECTO RUK'UX YA
Diseño:	PROYECTO RUK'UX YA
Hoja No.:	1
Total Hojas:	3

Contenido: PLANO DE DETALLE DE HIPOCLORADOR

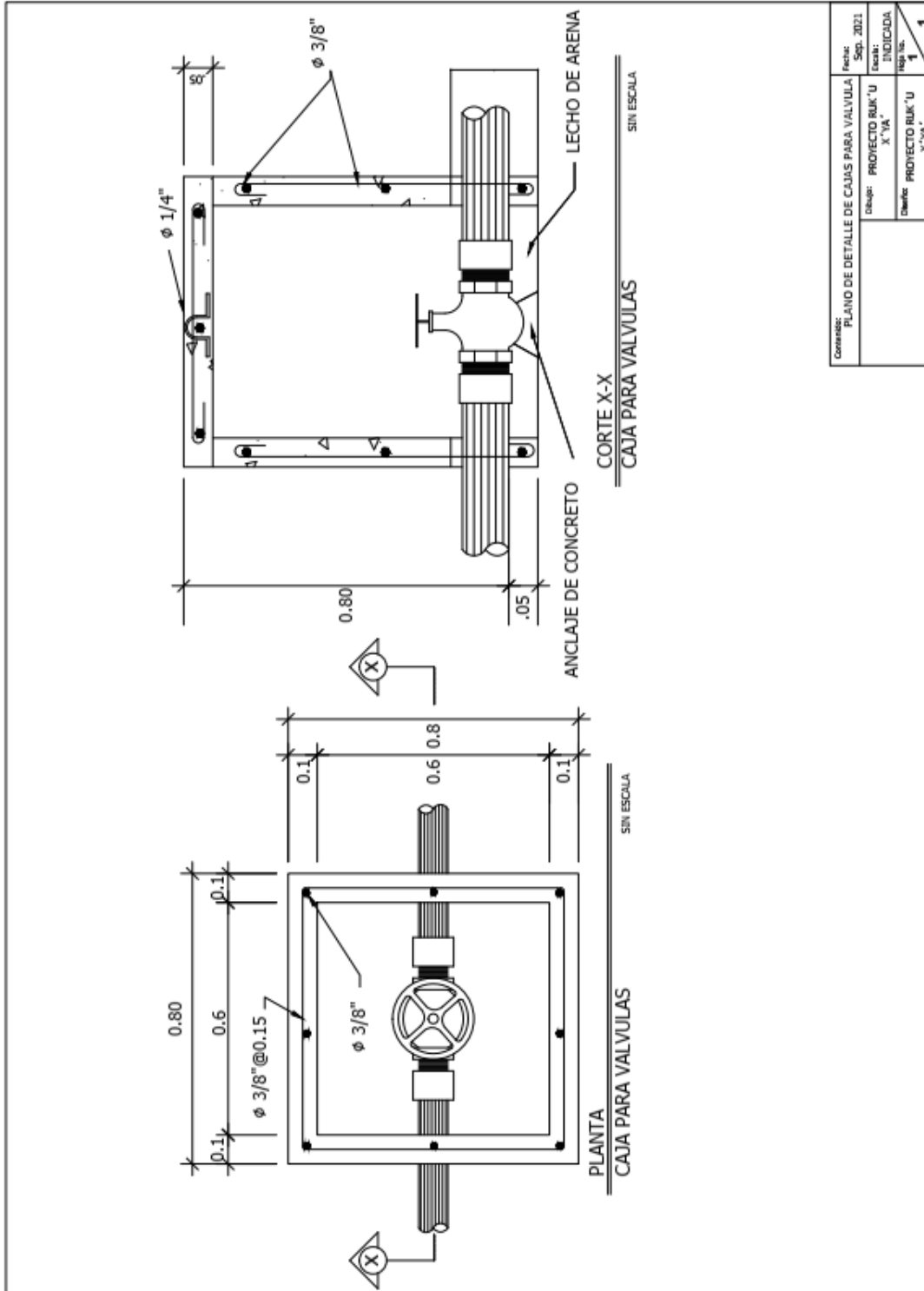
**PLANTA DETALLE DE CLORADOR**





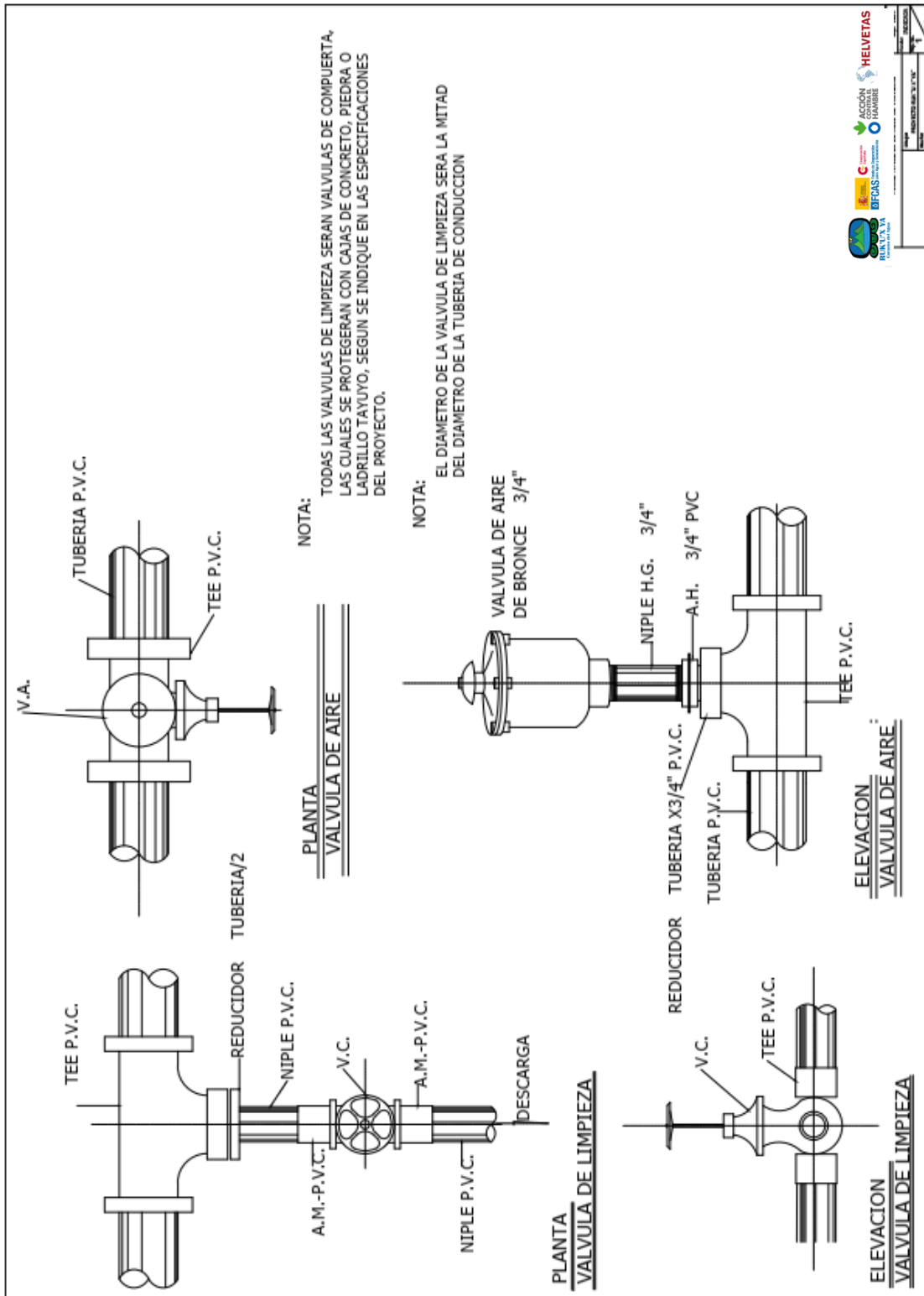
**SECCIÓN B-B**

Contenido:	PLANO DE DETALLE DE HIPOCLORADOR	Fecha:	Sep. 2021
Dibujó:	PROYECTO RUK'U'X'YA'	Escala:	INDICADA
Diseño:	PROYECTO RUK'U'X'YA'	No. de Hoja:	2
		No. de Hoja:	3



Comenzado:	PLANO DE DETALLE DE CAJAS PARA VALVULA	Fecha:	Sep. 2021
Diseño:	PROYECTO RUK'U X'YA	Estado:	INDICADA
Dibujos:	PROYECTO RUK'U X'YA	Hoja No.:	1
		1	







## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

### GENERALIDADES

Objeto de las especificaciones técnicas

El objeto de las especificaciones técnicas, es definir y regir la construcción de las distintas obras, que conforman el plan de mejora; que deberán ejecutarse de acuerdo a las condiciones establecidas en el contrato.

Serán de carácter complementario y todo lo que se designe o especifique en cualquiera de ellos será como si se hiciera en ambos. Se procederá de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas.

### SUJECIÓN A ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y PLANOS

El plan de mejora de agua y saneamiento básico se construirá de conformidad con las especificaciones técnicas de construcción y planos elaborados para el presente estudio. El ejecutor no podrá variar las especificaciones técnicas sin previa autorización por escrito de la comunidad o de una persona experta en el ramo.

Otros documentos que son importantes para la debida construcción del proyecto son:

Estudio técnico

Planos del proyecto

Contrato

Normas de construcción de INFOM-UNEPAR

### LINEAMIENTOS GENERALES

Los trabajos que no sean descritos en estas especificaciones generales, deberán realizarse de acuerdo a las mejores prácticas de ingeniería civil, sanitaria, eléctrica; mecánica e hidráulica, requeridas por la obra,

### PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD

Se protegerá toda propiedad pública o privada contra daños, que pueda ser afectada en el proceso de transporte de materiales para la construcción del plan de mejora de agua y saneamiento básico.

Los trabajos que se tengan que realizar y que se encuentren cerca de propiedades, servicios privados, teléfonos, líneas de conducción eléctrica, carretera etc., se harán con todas las precauciones necesarias.

Si existiera el caso de indemnizaciones por daños ocasionados éstas correrán por cuenta de la comunidad.

Deberá cubrir subsanación de errores o fallos ocultos que se pongan de manifiesto o se descubran mediante pruebas cualesquiera y otros medios.



Los productos originados como consecuencia de la subsanación de fallos deberán cumplir con todos los requerimientos y especificaciones contenidas en este documento.

#### NORMAS DE SEGURIDAD

Será obligación aplicar todas las disposiciones de seguridad de los reglamentos y las regulaciones sobre seguridad industrial que se encuentren vigentes en el país, tomando las precauciones necesarias con las personas y propiedades.

Se deberá cumplir con las leyes, reglamentos y normas que indica el Código de trabajo.

La comunidad deberá velar por el cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas en el Estudio de Impacto Ambiental en la etapa de construcción.

#### TRÁMITES Y PERMISOS

Se realizarán todos los trámites y permisos ante los organismos nacionales, departamentales y/o municipales que pudieren tener jurisdicción, de ser necesario de acuerdo a la legislación vigente.

El pago de derechos, tasas, contribuciones y otros gastos que pudieren corresponder por estos trámites, serán por cuenta y cargo de la comunidad.

#### PRUEBAS Y OTROS RENGLONES

Se puede solicitar una copia de las constancias o certificados de garantías de los materiales, tuberías, equipos y componentes sujetos a reclamo de garantía.

Aquellos materiales que no cumplan con las especificaciones o que no reúnan las condiciones estipuladas serán rechazados de inmediato y no serán utilizados.

#### LIMPIEZA FINAL

Se deberá completar la limpieza final de la obra con anterioridad a la inspección referida a la recepción provisoria de la obra.

Limpiar y reparará los daños ocasionados por la instalación o el uso de obras temporales.

Eliminará todo rastro de morteros y demolerá las canchas de preparación de mezclas que pudiera haber utilizado, restituyendo la tierra a su estado original.

Retirá de la obra los desechos, material sobrante, basura y construcción.

#### RESPECTO A LOS PLANES

Los planes de mejora de agua de agua y saneamiento se construirán de forma integral para reducir el riesgo del padecimiento de enfermedades de origen fecal – oral por los beneficiarios.

Las obras que se describen y especifican en este documento están acordes con las normas de diseño y especificaciones de construcción que tiene el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, el Instituto de Fomento Municipal y otras instituciones que se dedican a la distribución de agua para consumo humano a nivel rural.



En este documento se utilizarán las abreviaturas siguientes:

PVC: Cloruro de Polivinilo Rígido

HG: Hierro Galvanizado

ASTM: American Standard for Testing of Materials

CS: California Standard

NSF: national Sanitation Foundation

ASPT: American Standard for Piping Test.

## REGLONES DE TRABAJO A CONSIDERAR

### LIMPIA, CHAMPEO Y DESTRONQUE

Este renglón comprende los trabajos de limpieza y destronque de los predios donde hallan existentes o se construyan: captaciones, tanques de distribución, líneas de conducción y redes de distribución. Acciones que se deberán realizar antes de iniciar los trabajos de construcción.

### CAPTACIÓN (NACIMIENTO)

Con la finalidad de poder mejorar las condiciones bacteriológicas del agua se efectuarán captaciones con sello sanitario de tipo brote definido. Ver planos típicos.

### LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Se denominará línea de conducción a la instalación de distintas longitudes y clases de tubería desde los nacimientos hasta el tanque de distribución, con objetivo de conducir el agua a utilizar para consumo humano desde la fuente, hasta el tanque de almacenamiento y distribución.

### VÁLVULAS DE LIMPIEZA

Con la finalidad de poder evacuar sedimentos que pueden acumularse dentro de la tubería se ha considerado la instalación de válvulas de limpieza, las cuales serán de bronce y estarán protegidas con caja de concreto, se instalarán en las estaciones indicadas en los planos, principalmente donde hay vértices invertidos o depresiones profundas. Las válvulas de limpieza serán de 1" de diámetro.

### CAJA ROMPE PRESIÓN (con y sin válvula de flote)

Con el propósito de regular presiones hidráulicas estáticas, en las líneas de conducción y distribución, se construirán cajas rompe presión de un metro cúbico, las cuales se ubicarán en las estaciones indicadas en el mapa y para mayores detalles consultar el plano típico específico. La colocación y uso de la válvula de flote, en una caja rompe presión, dependerá principalmente de su ubicación o de la posibilidad de perder caudal en las horas cuando no hay consumo. Las que se ubican entre la captación y el tanque, en la línea de conducción, normalmente no llevan válvula de flote. Las que se ubican después del tanque de distribución, normalmente si llevan válvula de flote.

### PASOS AÉREOS

Para librar algunas irregularidades del terreno o atravesar arroyos, ríos o depresiones pronunciadas, los pasos aéreos utilizan tubería de hierro galvanizado (HG), por estar expuestas al medio ambiente, del mismo diámetro con que viene la línea de conducción o distribución de agua.



Dicha tubería está sostenida por cables de acero longitudinales y transversales, fijadas por mordazas a lo largo de su longitud; apoyadas por columnas con zapatas para su estabilidad, tal como se muestra en los planos típicos correspondientes.

### PASOS DE ZANJÓN

Para librar pequeñas irregularidades del terreno o atravesar arroyos, ríos o pequeñas depresiones del terreno. Los cuales utilizan tubería de hierro galvanizado (HG), por estar expuestas al medio ambiente; del mismo diámetro de la tubería que conduce o distribuye el agua, en toda la longitud del paso de zanjón. Por las dimensiones del paso de zanjón, usualmente sólo se apoya la tubería con anclajes de concreto o mampostería.

### RED DE DISTRIBUCIÓN

Está integrada por las tuberías que salen del tanque de distribución y que distribuyen el agua a las viviendas de los beneficiarios y para este proyecto son conexiones domiciliarias.

Estas para su ejecución se componen de:

Instalación de tubería: estas en su mayoría serán de PVC y estarán a una profundidad de 1.00 metro, o la que se indique en el detalle de zanja en los planos y con excavación de zanjas de 0.60 metros de ancho para la instalación y después de probada la tubería se tendrá que rellenar con el material extraído. En casos de suelos duros, se harán hasta 0.80 metros y en suelos de piedra se revestirá con mampostería de piedra. La máxima presión estática en la red de distribución debe ser de 60 metros columna de agua.

Válvulas de compuerta: son útiles para aislar ramales durante el proceso de mantenimiento, reparación de fugas o instalación de nuevas conexiones domiciliarias.

Cajas de válvulas: Esta estructura servirá para la protección de la válvula de compuerta y para las válvulas reguladoras de presión. Se hará de concreto armado con un espesor de 0.08 metros, la losa y tapadera de concreto reforzado. La válvula será de bronce, adaptada para tubería y accesorios de PVC. Esta obra se colocará siempre y cuando el diseño hidráulico lo indique.

### VÁLVULA DE COMPUERTA EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN

Salvo indicación de otro tipo en los planos o en bases especiales. Las válvulas de compuerta de hasta 4" serán de bronce, vástago ascendente, disco de cuña sencillo o doble y para una presión de 160 libras/pulg<sup>2</sup>, excepto que se indique otra presión en los planos.

### CLORADOR DE PASTILLAS

En vista de que el caudal a ingresar en el tanque es menor a 8 Lts/seg y por la facilidad en la operación del mismo, la desinfección del agua se realizará utilizando pastillas de hipoclorito de calcio de 65% al 90%, para lo cual se hará una conexión con la tubería de conducción antes de la entrada al tanque. La derivación permite la entrada de agua al dispositivo de pastillas en donde por medio de la abrasión causada por la velocidad del agua en las pastillas se desarrolla el efecto de cloración. Se deberán graduar las llaves del clorador para evitar dosificaciones mayores de 0.50 miligramos por litro. El dispositivo de pastillas deberá estar protegido por medio de una caja de



concreto reforzado según se especifica en planos. Para garantizar que se está dosificando la cantidad adecuada, el operador deberá comprobar la concentración de cloro libre en la red en la parte más lejana y en la parte más alta y el resultado deberá ser de 0.50 miligramos por litro. Si el dato resultare ser menor, deberá abrir más la válvula del clorador y si resultare ser mayor, deberá cerrarla más. Esta acción la debe repetir hasta lograr la dosificación deseada.

La caja será de concreto reforzado con varillas No. 3 grado 40 a una separación de 20 cm. Con espesores de pared de 0.10 m.

### TANQUE DE DISTRIBUCIÓN

El tanque de distribución es un depósito de concreto que se utiliza para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, teniendo como objetivo almacenar agua en las horas de menor consumo. El volumen del mismo es un porcentaje alrededor del 30% del caudal medio diario.

### CERCO PERIMETRAL

Todos los predios donde existan estructuras pertenecientes al sistema de agua deberán ser circundados con un cerco perimetral, el cual se construirá con columnas de concreto y block, separados a una distancia de 1.50 metros, complementados con cinco hiladas de alambre espinado y malla galvanizada.

Dejando del mismo material una puerta que permita el acceso al predio.

### LETRINA

Estructuras utilizadas para la disposición sanitaria de las excretas (heces y orina) y está integrada por los componentes siguientes:

#### TAZA DE LETRINA

Esta deberá ser prefabricada, deberá contar con una tapadera y un adaptador para que los niños y niñas puedan hacer uso de la letrina.

#### LOSA O PLANCHA DE LETRINA

Estructura de soporte de la taza de la letrina y con capacidad para soportar a la persona que hará uso de la letrina. Es de concreto reforzado y las dimensiones y refuerzo se indican en los planos correspondientes.

#### CASETA DE LA LETRINA

Tiene una estructura de madera utilizada para soportar las paredes de la caseta y techo de la misma. Las paredes son de material prefabricado de fibrocemento. El techo debe ser de lámina de zinc calibre 28. Las dimensiones de la caseta, de las paredes, techo y estructura están dadas en los planos correspondientes.

#### BROCAL DEL POZO



Estructura que sirve de protección al pozo para evitar la infiltración de agua de escorrentía al pozo y de soporte para la losa de piso de la taza. Su estructura es de concreto ciclópeo. Para ello se debe consultar el plano correspondiente.

#### AGUJERO DE LA LETRINA

Obra destinada para la disposición final de las heces y orina de las personas que integran una familia. Las dimensiones del agujero están indicadas en el plano correspondiente. El periodo de vida útil de la letrina se estima en 5 años.

#### TUBO DE VENTILACIÓN

Es la mitad de un tubo PVC clase 80 PSI de 3 pulgadas de diámetro con cedazo mosquitero en la parte superior del mismo. Se coloca en una esquina posterior o trasera de la letrina y debe ir anclado a la caseta. Para evitar el ingreso de agua a la fosa, en la parte superior del tubo se colocará un codo de 90 grados y cedazo mosquitero.

#### SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA VIVIENDA

##### POZO DE ABSORCIÓN

Estructura destinada para la infiltración del agua residual en el subsuelo. Se puede construir de un ancho de 1.00 metro con un lecho de grava en el fondo y en las paredes, se debe consultar plano típico. El diámetro y profundidad del pozo dependen de la capacidad de absorción del suelo. Previo a la construcción, se recomienda que se realice la prueba de infiltración en cada vivienda para determinar la profundidad real del pozo.

#### EJECUCIÓN

##### LIMPIA, CHAPEO Y DESMONTE

La línea para instalación de la tubería deberá ser inicialmente limpiada de troncos, árboles, vegetación viva o muerta, en un ancho mínimo de 0.60 metros; 0.30 metros a cada lado del eje de instalación de la tubería.

Se pueden preservar árboles u otro tipo de vegetación dentro del área de limpieza.

Todo el material resultante de la limpieza, chapeo y desmonte, deberá ser conveniente dispuesto donde no se ocasione daño a las propiedades vecinas.

#### OBRAS PERMANENTES

Son todos los trabajos necesarios para materializar la infraestructura solicitada en estos documentos y toda obra adicional que, de acuerdo a la buena práctica de ingeniería, pueda mejorar el buen funcionamiento y la durabilidad del proyecto, esté solicitada o no en estos documentos. Entre los renglones de obras necesarias a considerar están:

- Colocación e instalación de tubería, válvulas y accesorios, (fabricación de anclajes y cajas de válvulas).
- Pruebas de presión.





- Cubrimiento de tubería y relleno de zanja.
- Otras obras (reposición de cualquier otra estructura que haya sido demolida temporalmente para instalar la tubería).

## DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INSTALACIÓN DE TUBERÍA

Este comprende todo trabajo de instalación de tuberías de agua y que no esté en otra sección de estas especificaciones.

Trabajo incluido:

Generalidades

Limpia, chapeo y desmonte

Zanjeo

Soportes para tuberías

Instalación de tubería de PVC

Prueba de tuberías

Relleno de zanjas

Lavado y desinfección interior de la tubería

Materiales.

### GENERALIDADES

Esta sección incluye la limpieza del terreno, zanjeo, colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y relleno de la zanja de acuerdo a lo indicado en los planos, descripción del proyecto y las especificaciones generales para cada operación.

Antes de iniciar el trabajo se deberán localizar las instalaciones y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente. Es responsabilidad de la comunidad el daño que ocasione, así como el arreglo del material de acabado de calles que sea necesario remover.

Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.

Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.

Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijen las bases especiales, predominando las últimas.





Deberá utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.

Cualquier pavimento que fuera necesario romper para instalar la tubería, deberá reponerse y dejarse en condiciones iguales o superiores a las que tenía antes de la instalación.

## ZANJEO

Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos.

Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo; a menos que las bases especiales indique algo distinto.

En terrenos cultivados, caminos o áreas de tránsito liviano, 0.80 metros.

En caminos de tránsito pesado, 1.00 metro.

Donde no exista posibilidad de tránsito o cultivo, 0.60 metros.

El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería. En los casos de suelos que contengan piedras y pedruscos, se deberá remover todas las que aparezcan en el fondo de la zanja rellenando los espacios con material suelto compactado para uniformar el fondo de la zanja.

En los suelos con poca estabilidad se deberá apuntalar la zanja para evitar desplomes de las paredes, se deberá tomar las medidas necesarias para vaciar la zanja de agua proveniente de infiltración o lluvia por medio de desagüe en los puntos bajos, por bombeo o por tablestacados según convenga el caso, manteniéndola seca hasta que se rellene.

En los casos en que la tubería deba ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavarse la roca hasta un mínimo de 15 centímetros por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material adecuado compacto para formar apoyo uniforme.

Si los materiales que se encuentran a la profundidad de instalación de la tubería no son satisfactorios porque pueden causar asentamientos desiguales; o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0.20 metros, reponiéndolo con material satisfactorio debidamente compactado.

El ancho de la zanja, deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de la misma.

Según el tipo de tubería que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una adecuada instalación de las uniones.

En general, el ancho de la zanja a ser cortada por métodos manuales deberá ser entre 0.60 y 0.80 m según sea el caso, más el diámetro exterior de la tubería.



## INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC

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

Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el cemento empieza a endurecerse en el frasco, deberá desecharse.

Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.

El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacer rápidamente, ya que el cemento seco en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente, sino que solo darles un revestimiento a las dos piezas.

Para el ensamble se deberá hacer una rotación de  $\frac{1}{4}$  de vuelta, presionando el tubo cuando las superficies todavía estén húmedas, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.

La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla que los operarios no se paren en ella.

La tubería se colocará en la zanja y se cubrirá dejando expuesta las uniones para hacer la prueba que más adelante se especifica.

Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando esté fría y no dilatada por la acción del calor.

## RELLENO DE ZANJAS

Las zanjas de instalación de tubería, deberán ser rellenadas, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación. Las tuberías deberán enterrarse a una profundidad mínima de 0.60 metros sobre la corona del tubo. Si los terrenos son dedicados a la agricultura, la profundidad mínima será de 0.80 metros. En caminos, calles urbanas o paso de vehículos de carga, la profundidad de colocación no será menor a 1.20 metros.

El material de relleno no debe ser lanzado desde alturas superiores a 1.50 metros y debe estar libre de elementos de gran tamaño y peso. Se utilizará material granular fino o material seleccionado de la excavación, apisonándolo por medios manuales hasta alcanzar la compactación.

## LAVADO Y DESINFECCIÓN INTERIOR DE LA TUBERÍA

Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá procederse a lavarlas y desinfectarlas interiormente.

Primero se procederá al lavado para lo que se hará circular agua a velocidad no menor de 0.75 metros por segundo, por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por las tuberías, según el que sea mayor.



Para la desinfección se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 miligramos por litro de cloro, la que se mantendrá 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, se introducirá un volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenido, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada para desinfección.

Después de las 24 horas, se vaciarán las tuberías o se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada para desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.

## DISEÑO DE LA MEZCLA

### CALIDAD DE LA MEZCLA

Todos los materiales a utilizarse deben de proporcionarse de tal manera que produzcan una mezcla bien graduada de alta densidad y máxima trabajabilidad con una resistencia a la compresión a los 28 días no menor a la especificada. Los agregados como arena y pedrín deben de estar limpios libres de tierra y otro tipo de materiales.

### DOSIFICACIÓN DE AGREGADOS

Los agregados deberán medirse con precisión y mezclarse hasta lograr una apariencia uniforme. Para efectuar lo anterior, el contratista podrá dosificar las mezclas por volumen o por peso, según lo apruebe previamente la supervisión. Las mezcladoras deberán estar en perfecto estado de funcionamiento y con capacidad de producir mezclas uniformes con el revenimiento de acuerdo al diseño realizado. Se fabricará sólo la cantidad necesaria para el uso inmediato.

### CONSISTENCIA

Se requiere uniformidad en la consistencia del concreto en los diferentes colados, por lo que cada etapa del manejo, transporte y colado del concreto deberá controlarse cuidadosamente para mantener dicha uniformidad. La consistencia del concreto deberá seleccionarse según los requerimientos de su uso.

### DOSIFICACIÓN DEL AGUA

Para la dosificación del agua en mezclas, se tomará en cuenta el estado de humedad de los agregados al momento de su uso. La relación agua cemento, para la mezcla de concreto a utilizar en elementos estructurales primarios como cimentaciones, vigas, columnas, paredes y losas no deberá exceder de 0.50. En ningún momento o bajo ninguna circunstancia las mezclas podrán contener agua en cantidad mayor de la establecida en el diseño. Se prohíbe la producción de concreto de revenimiento excesivo o agregar agua (que exceda a la relación agua cemento de diseño) para compensar la pérdida de revenimiento como resultado de demoras en la entrega o en la colocación.



## VACIADO DEL CONCRETO

### PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

Antes de comenzar a colocar el concreto, todas las superficies estarán, debidamente trazadas, niveladas y encofradas; deberán limpiarse, humedecerse bien y colocársele desencofrantes. Todo material extraño e inadecuado que se encuentre en la superficie a colar deberá ser removido. No se aceptará el colado de elementos sobre superficies que no hayan sido aprobadas por la supervisión. Tanto el encofrado como el equipo de transporte deberán estar libres de concreto endurecido o de cualquier material extraño inmediatamente antes del colado. Cuando la fundición o vaciado se deposite directamente sobre suelo nivelado y compactado, se colocará plástico o una capa de mezcla para evitar que el agua del concreto sea absorbida por el suelo. Se podrán considerar los recubrimientos de acero de acuerdo al ACI.

### REFUERZO Y EMPOTRADOS

Previo a cualquier colado, deberá estar completo el encofrado la armadura y/o cualquier dispositivo que deba quedar empotrado en el concreto debidamente aprobado por la supervisión. Deberá tenerse cuidado de que el acero de refuerzo quede rodeado de concreto y que no queden huecos o cavidades (zompoperas o colmenas).

### TEMPERATURA

Durante la colocación, la temperatura del concreto deberá ser respetada conforme los límites máximos y mínimos de fundición según lo indica el ACI. La temperatura del concreto depende de una serie de factores externos como son la temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad del viento, las cuales en conjunto definen la velocidad de evaporación de la mezcla, establecida en el ACI 305 de 1 Kg/m<sup>2</sup>/hora como límite. No se podrán efectuar colados cuando la temperatura ambiente o calor latente, con la suficiente capacidad de provocar cambios a la temperatura del concreto, que lo haga exceder los 32°C (90°F), el cual es un parámetro promedio para condiciones consideradas estándar.

### TIEMPO DE COLOCACIÓN

El concreto deberá ser conducido tan rápidamente como sea posible a su destino, previniendo la segregación y/o pérdidas con el fin de mantener uniforme la calidad requerida del concreto. Bajo ninguna circunstancia el tiempo entre el comienzo de la mezclada y la colocación del concreto no deberá exceder de 60 minutos.

### SEGREGACIÓN

Los canales de conducción deberán revestirse de lámina galvanizada y debe tener el tamaño específico para empalmar la tolva de descarga y los canales de recorrido y la pendiente óptima evitando retenciones o acumulaciones de material, o por el contrario provocar segregaciones de los componentes de la mezcla.

### DESCARGA DEL CONCRETO

La descarga del concreto podrá efectuarse con recipientes, tolvas, carritos propulsados a mano o con motor, conductos o tubos de caída, bandas transportadoras, aire comprimido, bombas, tubo embudo. Un requisito básico del equipo y métodos de colocación, como de todos los demás equipos y métodos de manejo, es que deberá conservar la calidad del concreto en lo referente a



la relación agua cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad. Deberá evitarse la descarga a alta velocidad que origina la segregación del concreto y desde alturas muy grandes.

#### CAPACIDAD DE COLOCACIÓN

Debe preverse suficiente capacidad de colocación, mezclado y transporte, de manera que el concreto pueda mantenerse plástico y libre de juntas frías durante su colocación.

#### CURADO DEL CONCRETO

##### ESPECIFICACIÓN

El concreto deberá mantenerse a una temperatura de más de 10° C y en una condición húmeda, por al menos catorce días después del fundido (colado).

##### PROCESO

Inmediatamente después del fundido, el concreto deberá protegerse de la pérdida de humedad y daños mecánicos. Las superficies horizontales deberán cubrirse con una capa de arena solamente si las condiciones no permitan curar directamente con agua durante un período no menor de 14 días después del colado. Los encofrados que se encuentran en contacto con el concreto deberán mantenerse mojados durante por lo menos 7 días después del fundido. Si los moldes o formaletas fuesen removidos en ese lapso, la superficie del concreto se mantendrá húmeda hasta el término de los siete días. El agua que se utilice para el curado deberá ser potable.

Los tiempos para la remoción de las formaletas, contando a partir de la terminación de las fundiciones se especifican de la siguiente manera.

Vigas	14 días
Losas	14 días
Columnas mampostería	de 2 días
Muros y contrafuertes	14 días
Faldones de vigas	7 días

#### COMPACTACIÓN Y RELLENO ESTRUCTURAL

El valor soporte del suelo deberá ser mejorado si las condiciones locales no cumplen con un valor soporte mínimo de 8 Ton/m<sup>2</sup>. Para los rellenos se emplean materiales seleccionados limpios, naturales, adecuados para este fin.

El material a utilizar para relleno estructural deberá ser previamente aprobado por el supervisor. La compactación será mecánica extendiendo los materiales por estratos sucesivos, dándole el espesor que permitan los medios de compactación utilizados sin que estas sean mayores de 300 mm ni menores de 100 mm. Se humectarán las capas si fuera necesario para lograr una compactación correcta. Después de la compactación se harán las pruebas de laboratorio necesarias para determinar si se obtuvo el valor soporte de suelo requerido.



## MATERIALES

### TUBERÍA Y ACCESORIOS DE PVC

La tubería de PVC (cloruro de polivinilo rígido) será rígida y debe satisfacer la norma ASTM D 2241.

Las presiones que deberá cumplir la tubería serán: 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 160 libras/pulg<sup>2</sup>, para tubos de diámetro mayor a 1" y 315 libras/pulg<sup>2</sup> para diámetros menores.

El solvente será recomendado por el fabricante de la tubería.

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.

### MATERIAL DE RELLENO Y COMPACTACIÓN

El tamaño máximo del agregado que contenga el material de relleno, no debe exceder de 70 milímetros ni exceder de ½ espesor de la capa. El material no debe tener más del 50% en peso de partículas que pasen el tamiz 0.425 mm, ni más del 25% en peso, de partículas que pasen el tamiz 0.075 mm.

Impurezas: todo material para compactación debe estar exento de materias vegetales, basura, terrones de arcilla, o sustancias que incorporadas dentro de la capa puedan causar fallas

### 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 mina triturada certificada y pedrín triturado certificado en una proporción volumétrica 1:2:3.

### CONCRETO

Material compuesto de cemento, arena y pedrín en una proporción volumétrica 1:2:3 o con una proporción que garantice una resistencia  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  (3,000 psi). Las proporciones de agregados y cemento para cualquier resistencia de concreto serán tales que produzcan una mezcla trabajable, de tal manera que, con el método de colocación y compactación empleado en la obra, llegue a todas las esquinas y ángulos del encofrado y envuelva completamente el acero de refuerzo, pero sin permitir que los materiales segreguen o que se acumule exceso de agua libre sobre la superficie.



### MAMPOSTERÍA DE PIEDRA

Material compuesto de piedra bola en un 67% con un 33% de mortero. El mortero se realizará con cemento y arena de mina triturada certificada en una proporción 1:2.

### 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 mina triturada certificada en una proporción 2:1.

### REPELLO

Material que se colocará en la parte externa de todas las cajas o depósitos, el cual se realizará con un mortero con una proporción 1:2 de cemento y arena de mina triturada certificada.

### REFUERZO

Se hará con varillas de acero especificado en planos y con una resistencia no menor a 2810 Kilogramos/centímetro cuadrado (40,000 psi) Grado 40 a menos que en los planos se indique una resistencia mayor.

### CEMENTO

El cemento que se usará será portland tipo I, nacional o importado y deberá llenar las especificaciones C-150 de la ASTM. El transportar el cemento en bolsas, éstas tendrán que estar perfectamente cerradas y alejadas de la humedad. Se rechazará el cemento que llegue a la obra en bolsas rotas. El cemento será dispuesto en un almacén previsto en la obra, con ambiente seco y protegido contra la humedad; de tal forma que permita el fácil acceso y adecuada inspección e identificación de las remesas. Será colocado sobre plataformas de madera levantadas 15 cm sobre el piso y protegido convenientemente de la acción del clima.

No se permitirá almacenar el cemento en estibas de más de ocho bolsas. No se permitirá el uso de cemento endurecido por almacenamiento o parcialmente fraguado; cualquier cemento que haya sido afectado por la humedad, o por otras causas, será retirado inmediatamente de la obra. Podría aceptarse el uso de cemento 5800 PSI.

### AGREGADO FINO

Se entenderá por agregado fino a aquella parte de los agregados que pasa la malla No. 4 (4.76 mm) y es retenido en la malla No. 200 (0.0074 mm) de graduación US Standard. La arena estará formada por partículas sanas, duras, exentas de polvo, grasas, sales, álcalis, sustancias orgánicas y otras perjudiciales para el concreto. Condiciones de uso. Los porcentajes en peso de sustancias perjudiciales en la arena para su uso, en la fabricación del concreto, no excederán los valores indicados en la siguiente tabla:

Tipo de material	% en peso
------------------	-----------



Material que pasa el tamiz No. 200 (ASTM c-117)	3%
Arcillas (ASTM c-142)	1%
Total otras partículas (álcali, mica, granos recubiertos, limo, etc.)	2%
Suma máxima de sustancias perjudiciales	6%

La arena deberá almacenarse de manera tal que evite la contaminación. Además, la arena utilizada para la mezcla del concreto será de mina triturada certificada bien graduada y al probarse por medio de mallas estándar (ASTM C-135), deberá satisfacer los límites siguientes:

Malla	% que pasa
3/8"	100
N° 4	90-100
N° 8	70-85
N° 16	50-85
N° 30	30-70
N° 50	10 a 45
N° 100	0-10

El módulo de fineza de la arena está entre los valores de 2.50 a 2.90, sin embargo, la variación del módulo de fineza no excederá de 0.30.

#### AGREGADO GRUESO

El agregado grueso para el concreto consistirá de pedrín triturado certificado o pedrín azul, proveniente de roca sana y compacta, libre de impurezas, la grava deberá ser roca dura y cristalina, libre de pizarra, laja o piezas en descomposición

El agregado grueso a aquella parte de los agregados que no pasa la malla No. 4 (4.76 mm). El tamaño máximo del agregado no deberá ser mayor de 1/5" de la dimensión menor entre los lados de los moldes de los miembros en el cual se va a usar el concreto, ni mayor de 3/4" de la separación mínima entre barras o paquetes de barras de refuerzo.

Condiciones de uso: los porcentajes en peso de sustancias dañinas no excederán los valores siguientes:



Tipo de agregado grueso	% en peso
Material que pasa el tamiz No. 200	(ASTM c-117) 0.5%
Materiales ligeros	(ASTM c-330) 2.0%
Terrones de arcillas	(ASTM c-124) 0.5%
Total de otras sustancia dañinas	1.00%
Suma máxima de sustancias dañinas	3.00%

Los agregados gruesos no serán aceptados, si no cumplen lo siguiente:

Prueba de desgaste o absorción (ASTM C-131), si la pérdida usando la graduación estándar (tipo a) supera el 10% en peso, para 100 revoluciones ó 40% en peso para 500 revoluciones. Resistencia a la acción del sulfato de sodio (ASTM C-88), si la pérdida media en peso, después de 5 ciclos, supera el 14%. Si el peso específico del material, en estado de saturación con superficie seca, es inferior a 2.58 g/cm<sup>3</sup> (ASTM c-127).

#### BLOCK VACÍO DE CONCRETO

El block de concreto para muros debe cumplir con los requisitos que se detalla en AGIES NSE 4-1. Tener como mínimo una resistencia a la compresión medida sobre el área bruta de 35 Kg/cm<sup>2</sup> o 3.50 MPa. Y con las medidas especificadas en planos.

Las unidades perforadas pueden tener hasta un 65% de vacíos, medido en un plano paralelo al plano sobre el cual se sienta. Las celdas que se usen para colocar barras de refuerzo no pueden tener ninguna dimensión menor de 50 mm ni áreas menores de 30.00 cm<sup>2</sup>. La pared entre celdas debe tener un espesor mayor que 13 mm y la pared exterior debe tener un espesor mayor o igual a 25 mm.

#### MADERA

La formaleta deberá diseñarse para producir un concreto endurecido que tenga la forma, los alineamientos y las dimensiones que se muestren en los planos. En consecuencia, la madera que se utilice para formaletas estará de acuerdo con este propósito y las condiciones adicionales que se dan a continuación.

La madera que se une en la construcción de las formaletas para las estructuras de concreto será laminada o deberá ser cepillada o machihembrada del lado de la superficie que haya de quedar expuesta. Deberá estar exenta de bombeos, abultamientos y nudos flojos, ser sana y de espesor uniforme. La madera sin ser cepillada de no más de 20 cm de anchura de bordes sanos y cuadrangulares, podrá usarse para respaldar superficies que no hayan de quedar expuestas al finalizar la obra. Las formaletas para las superficies a la vista deberán ser colocadas de madera regular con la mayor dimensión de los paneles en el sentido vertical y todas las juntas alineadas.



La formaleta no deberá producir superficies cóncavas o irregulares. La desviación máxima de la superficie plana no deberá exceder de 2 mm, por metro.

#### AGUA

El agua debe ser limpia, libre de residuos de aceite, ácidos, sales, álcalis, cloruros, materiales orgánicos y otras sustancias extrañas que puedan ser dañinas para el mortero o cualquier metal embebido en el concreto. El agua deberá estar conforme a la norma AASHTO t-26-94 y la turbidez no excederá de 2000 partes por millón.

#### CAL

Cal hidratada cumpliendo con la norma COGUANOR NGO 41018.

#### SEGURIDAD

En todas las tapaderas del proyecto se anclarán ganchos de acero de 1/2" de tal forma que puedan cerrarse con candado.

## Bibliografía

- Municipalidad de Nahualá  
Nahualá, 2020  
Plan Estratégico Institucional
- Proyecto paisajes productivos resilientes  
del  
al cambio climático y redes socio económicas fortalecidas en Guatemala  
2016  
Caracterización biofísica de la cuenca  
río Nahualate y las 19 sub -cuencas de  
interés para el proyecto Guatemala,
- AMSCLAE  
Autoridad para el manejo de la cuenca  
del lago de Atitlán y su entorno  
Priorización de cuencas Panajachel, 2018
- MAGA-UPIED / BID  
Primera aproximación al mapa de



Ing. Agr. Hugo Tobías

clasificación taxonómica de los suelos de  
la república de Guatemala, Guatemala, 2000