



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Civil

**DIAGNÓSTICO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO
PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

Wender Estuardo Delgado Martínez

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, mayo de 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DIAGNÓSTICO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y
SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO
PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

WENDER ESTUARDO DELGADO MARTÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2007

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II:	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V:	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Ángel Roberto Sic García
EXAMINADOR:	Ing. Jeovanni Miranda Castañón
EXAMINADOR:	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA:	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DIAGNÓSTICO MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO AMBIENTAL DEL MUNICIPIO DE SAN ANTONIO PALOPÓ, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de octubre de 2006.

Wender Estuardo Delgado Martínez.

ACTO QUE DEDICO A:

Mi padre Tereso Angelino Delgado González.

Mi madre Fidelia Martínez.

Mis hermanos Nelly, Lesly, Yener, Nineth y Mildred.

Mis abuelitos Isabel Delgado y Amanda González.

A todos mis familiares y amigos

A la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios Porque sin el nada fuera posible.

Mi asesor Por su apoyo y motivación para que este trabajo fuera posible realizarlo.

Mis abuelitos Por sus sabios consejos.

A todas las personas que a lo largo de mi proceso de formación profesional me han apoyado, principalmente a mis padres que con su esfuerzo y sacrificio he podido seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XIII
INTRODUCCIÓN	XV

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO

1.1. Aspectos históricos.....	1
1.2. Localización geográfica.....	2
1.2.1. Vías de comunicación.....	4
1.2.2. Colindancias.....	4
1.2.3. Coordenadas y extensión territorial.....	5
1.3. Topografía e hidrografía.....	6
1.4. Clima.....	6
1.5. División político administrativa.....	7
1.5.1. Demografía.....	7
1.5.2. Integración territorial.....	7
1.6. Actividades productivas.....	8
1.7. Servicios públicos existentes.....	9
1.8. Índices de mortalidad y morbilidad.....	11

2. METODOLOGÍA GENERAL PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO

2.1. Metodología para evaluación de sistemas de agua para consumo humano.....	13
--	----

2.1.1. Indicadores utilizados para evaluación de sistemas	14
2.1.1.1. Riesgo sanitario.....	14
2.1.1.2. Calidad	15
2.1.1.3. Cantidad	16
2.1.1.4. Cobertura.....	17
2.1.1.5. Continuidad	17
2.1.1.6. Capacidad administración, operación y mantenimiento ...	19
2.1.2. Clasificación de sistemas de agua.....	20
2.2. Metodología en sistemas de saneamiento ambiental.....	21
2.2.1. Desechos sólidos.....	22
2.2.1.1. Censo poblacional	22
2.2.1.2. Pruebas e investigación de campo.....	22
2.2.1.3. Clasificación de desechos sólidos	22
2.2.1.3.1. Desecho orgánico	23
2.2.1.3.2. Desecho inorgánico.....	23
2.2.1.4. Parámetros a evaluar	23
2.2.1.4.1. Pesaje de muestras.....	24
2.2.1.4.2. Volumen de muestras	24
2.2.2. Excretas y aguas residuales	24
2.2.2.1. Excretas.....	24
2.2.2.2. Aguas residuales	25
2.2.3. Indicadores evaluados para cada sistema.....	25
2.2.3.1. Cobertura.....	25
2.2.3.2. Riesgo sanitario.....	26
2.2.3.3. Ponderación sugerida.....	29
2.2.4. Clasificación de sistemas de aguas residuales y excretas	29

3. SITUACIÓN ACTUAL EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

3.1. Agua para consumo humano	32
-------------------------------------	----

3.1.1. Situación diagnóstica de los sistemas actuales	32
3.1.1.1. Deficiencias.....	33
3.1.2. Recurso hídrico	39
3.1.3. Clasificación de los sistemas de agua.....	40
3.2. Disposición de desechos sólidos	40
3.2.1. Recolección de desechos sólidos	41
3.2.2. Producción de desechos sólidos	41
3.2.3. Disposición final	42
3.3. Disposición de excretas y aguas residuales	44
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO	
4.1. Clasificación de los sistemas de agua para consumo humano, según grado de emergencia.....	47
4.1.1. Proyección de capacidad de las fuentes para abastecer a la población	49
4.2. Clasificación de los sistemas de saneamiento básico según grado de emergencia	51
4.2.1. Consecuencias de la disposición actual.....	54
4.3. Acciones a realizar en cada componente	54
4.4. Priorización de acciones.....	61
5. EDUCACIÓN SANITARIA	
5.1. Administración operación y mantenimiento de sistemas existentes ..	65
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES.....	69
BIBLIOGRAFÍA	73
ANEXOS	75
APÉNDICE.....	95

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa ubicación del departamento de Sololá en Guatemala.....	2
2. Mapa ubicación del municipio de San Antonio Palopó en el departamento de Sololá.....	2
3. Croquis de centros poblados del municipio de San Antonio Palopó.....	3
4. Municipios colindantes de San Antonio Palopó.....	5
5. Ubicación de comunidades evaluadas.....	31

TABLAS

I. Ponderación del indicador de riesgo sanitario.....	15
II. Ponderación del indicador de calidad del agua.....	16
III. Ponderación del indicador de cantidad de agua.....	16
IV. Ponderación del indicador de cobertura del servicio.....	17
V. Ponderación del indicador de continuidad del servicio.....	18
VI. Ponderación del indicador de administración, operación y mantenimiento.....	20
VII. Clasificación sugerida de los sistemas de agua según resultados de evaluación.....	21
VIII. Ponderación del indicador de cobertura en saneamiento.....	26
IX. Ponderación del indicador de riesgo sanitario para letrinas.....	28
X. Ponderación sugerida para la clasificación del riesgo sanitario.....	29

XI.	Clasificación sugerida sistema de letrización.....	29
XII.	Clasificación sugerida sistema de desechos sólidos y aguas residuales.....	30
XIII.	Clasificación sugerida para los tres sistemas evaluados.....	30
XIV.	Datos básicos de los sistemas de agua.....	32
XV.	Comunidades con fuentes disponibles.....	40
XVI.	Producción de basura	42
XVII.	Disposición final de desechos sólidos.....	44
XVIII.	Cobertura de letrinas y pozos sumideros.....	45
XIX.	Clasificación de sistemas de agua para consumo humano.....	47
XX.	Proyección de vida útil de las fuentes de agua para atender la demanda futura.....	49
XXI.	Clasificación del sistema de disposición de excretas.....	51
XXII.	Clasificación del sistema de aguas residuales.....	52
XXIII.	Clasificación de los tres sistemas de saneamiento.....	53
XXIV.	Tipo de acciones y fase de intervención en agua.....	63
XXV.	Tipo de acciones y fase de intervención en sistemas de disposición de excretas y aguas negras.....	64
XXVI.	Evaluación de captación de brote definido o galería de infiltración.....	90
XXVII.	Evaluación de pozo mecánico.....	91
XXVIII.	Evaluación de pozo con bomba manual.....	91
XXIX.	Evaluación de pozo excavado a mano.....	92
XXX.	Evaluación de línea de conducción.....	92
XXXI.	Evaluación de una línea de bombeo.....	93
XXXII.	Evaluación de una unidad de cloración.....	94
XXXIII.	Evaluación de tanque de distribución.....	94
XXXIV.	Evaluación de red de distribución.....	95
XXXV.	Evaluación de continuidad del servicio.....	95
XXXVI.	Evaluación de administración, operación y mantenimiento.....	96

GLOSARIO

Acuífero	Formación geológica subterránea que contiene agua.
Agua potable	Agua adecuada para beber, cuya ingestión no ocasiona efectos nocivos a la salud.
Aguas negras	Son las aguas que son contaminadas durante su uso en actividades realizadas por las personas; éstas provienen de usos domésticos, industriales y agrícolas.
Contaminación	Es la introducción en un medio cualquiera de un contaminante, es decir, la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio inicial.
Déficit	Saldo en el que los egresos son mayores que los ingresos.
Desecho sólido	Basta y heterogénea gama de objetos que el hombre utiliza en sus actividades y que, una vez cumplida su actividad, se desechan.

Dotación	Cantidad de agua en litros por habitante por día, que un sistema brinda a determinada población.
Examen bacteriológico	Análisis de las características que se observan en el agua para determinar la presencia de microorganismos coliformes y definir si se encuentran dentro de los límites permisibles que deben cumplirse de acuerdo con la normas COGUANOR.
Examen físico-químico	Análisis para determinar satisfactoriamente las características, especificaciones, y límites de componentes, como: color, olor, sabor, pH, temperatura, fluoruro, calcio, hierro, etc.
Factible	Cuando un determinado proyecto llena los requerimientos mínimos para ser realizado.
Grupo coliforme	Grupo de bacterias que habitan predominantemente en el intestino del hombre, pero que también se encuentran en vegetales, incluyéndose todos los bacilos aeróbicos facultativos y aerobios gramnegativos.
Lixiviados	Líquidos que se han filtrado o percolado, a través de los residuos sólidos u otros medios, y que se ha extraído, disuelto o suspendido materiales a partir de ellos, pudiendo contener materiales potencialmente dañinos.

Morbilidad	Relativo a enfermedad.
Nivel freático	La altura máxima del agua subterránea.
Per cápita	Cantidad de desechos que produce una persona en un día, expresada como kilogramo por habitante y por día.
Riesgo sanitario	<p>Es la probabilidad de deterioro en la salud y calidad de vida de la población, resultante de la ponderación de situaciones de accesibilidad a los sistemas adecuados en agua y saneamiento.</p> <p>Para efectos de este trabajo se llamará riesgo sanitario en los sistemas de agua potable, a la medición de la sensibilidad de ser contaminados por un agente externo, debido al mal estado o inexistencia de los sistemas o componentes básicos del mismo.</p> <p>En los sistemas de saneamiento básico es la medición de la sensibilidad que las personas tienen de ser afectadas por la contaminación de su entorno, debido al mal estado o inexistencia de los sistemas de saneamiento.</p>

Saneamiento

Es la rama de la salubridad destinada a eliminar los riesgos del ambiente natural, sobre todo, resultantes de la vida en común, crear y promover en él, las condiciones óptimas para la salud.

Sistema de información geográfica (SIG)

Se refiere a una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos programados adecuadamente, los que permiten manejar una serie de datos espaciales y realizar análisis complejos de éstos, siguiendo los criterios impuestos por el equipo científico.

Superávit

Saldo en el que los ingresos son mayores que los egresos.

RESUMEN

El municipio de San Antonio Palopó, Sololá, tiene una extensión de 34 kilómetros cuadrados, con una población de 13479 habitantes, distribuidas en catorce comunidades, que se dividen en un pueblo, dos aldeas, siete cantones y cuatro caseríos.

El diagnóstico municipal de agua y saneamiento, desarrollado en todo el municipio, se planificó en función de criterios de priorización. Se evalúan los riesgos sanitarios que los sistemas puedan tener; ya que por el paso de la tormenta Stan fueron afectados la mayoría de los sistemas de agua potable. Estos fueron reparados provisionalmente, pero no se garantiza su buen funcionamiento.

La cobertura de sistemas de agua representa un 96%; el recurso hídrico más apropiado para abastecer de agua al municipio son los manantiales, debido a su facilidad de conducción en sistemas por gravedad y que genera menor costo de operación; pero debido a la escasez de estos recursos en el municipio ya no será posible en un futuro el uso de los mismos.

En lo que respecta a saneamiento básico el porcentaje de cobertura varía entre 15% y 75%, siendo éste el que mayores deficiencias presenta y el de mayor inversión para llevar a cabo el diagnóstico. Se plantean soluciones factibles a cada uno de los problemas identificados que incluyen letrización, pozos sumideros, sistemas de drenajes, relleno sanitario y basureros familiares.

OBJETIVOS

- **General**

Realizar un diagnóstico que defina las condiciones en las que se encuentran, actualmente, los sistemas de agua potable, aguas residuales, desechos sólidos y excretas, en las comunidades del municipio de San Antonio Palopó, departamento de Sololá.

- **Específicos**

1. Evidenciar la poca importancia que se le da al manejo del agua potable y saneamiento ambiental por parte de la población, debido a la falta de información sobre los mismos.
2. Presentar una información consistente que sirva de base para la formulación de proyectos futuros, relacionados con el agua potable y saneamiento ambiental.
3. Involucrar a las comunidades en la toma de conciencia para que a los sistemas actuales de agua potable se les dé el mantenimiento necesario.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de graduación consiste en realizar la evaluación de la situación actual en que vive la población de todas las comunidades del municipio de San Antonio Palopó, departamento de Sololá, en lo que se refiere a los sistemas de agua potable y saneamiento ambiental, para determinar y dar a conocer las necesidades prioritarias.

Se describe la metodología utilizada para ambos sistemas, en donde se definen los indicadores de cada uno de los componentes con los que cuenta cada sistema, así como las boletas que se utilizaron para lograr que se obtenga información organizada.

La situación actual de los sistemas de agua potable y saneamiento ambiental se define en base a los parámetros establecidos, y con ello se establece el grado de intervención que se requiere en cada comunidad, los cuales se presentan en las tablas de clasificación.

En los sistemas de agua se presentan se presentan los riesgos identificados en cada uno de los componentes, además del costo de inversión que se requiere para eliminarlos, se incluyen también los exámenes bacteriológicos y físico-químicos del agua para determinar su calidad.

Para el saneamiento, se evalúa la disposición de excretas, aguas residuales y desechos sólidos. Para ambos sistemas se presentan datos fundamentales para la formulación de proyectos.

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO

1.1. Aspectos históricos

Durante el período colonial, San Antonio Palopó perteneció primero al corregimiento de Tecpán Atitlán, que a partir de 1730 se convirtió, junto con el corregimiento de Atitlán, en la alcaldía Mayor de Sololá. En 1872, al ser creado el departamento de Quiché, San Antonio Palopó aparece entre los 21 municipios que permanecieron como parte integrante del departamento de Sololá.

Los pobladores le dieron el nombre de San Antonio a la imagen que hallaron en ese lugar, y Palopó que se deriva de dos palabras de diferente idioma, castellano y Kaqchikel: “Palo” que se refiere a árbol, y “Po” es apócope de “Po’j”, o planta de amate, esto se interpreta como “árbol de amate” debido a la abundancia de dicho árbol en el lugar.

1.2. Localización geográfica

Figura 1. Ubicación del departamento de Sololá en Guatemala



Figura 2. Ubicación del municipio de San Antonio Palopó en el departamento de Sololá

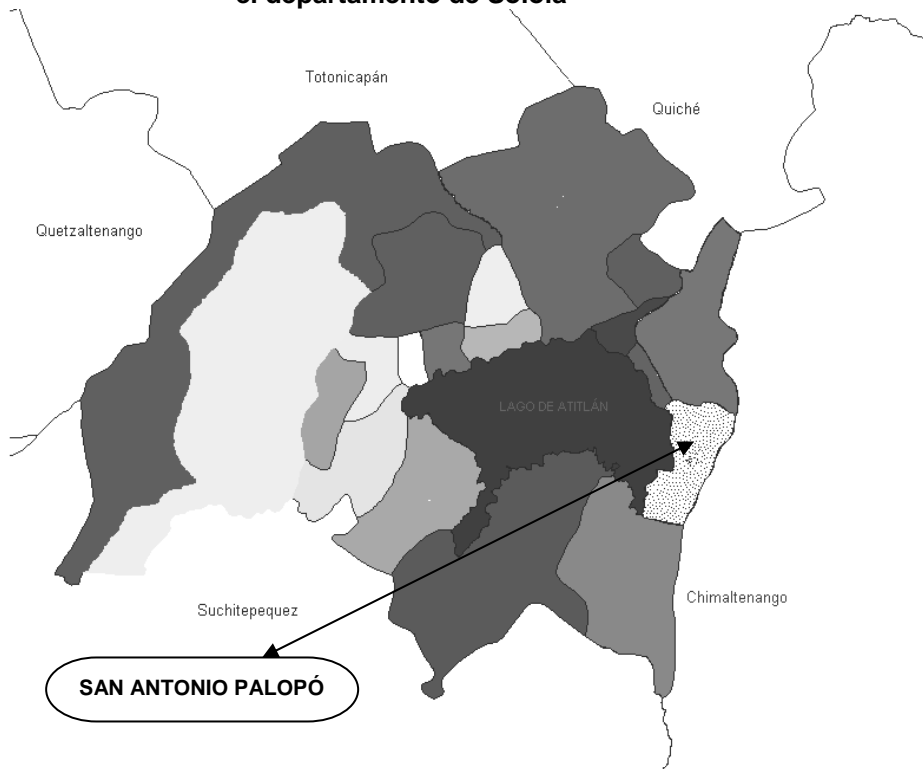
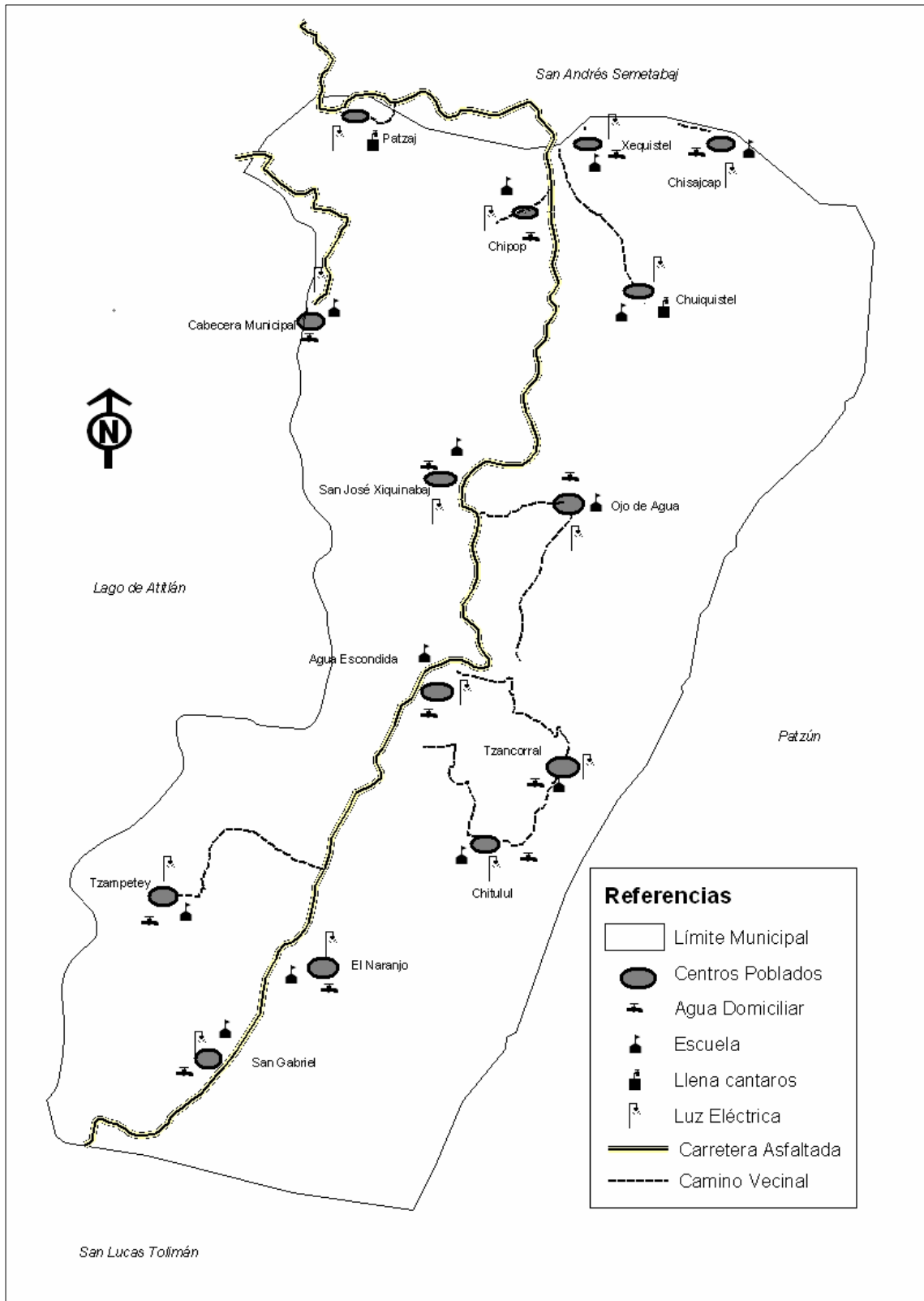


Figura 3. Croquis de centros poblados del municipio de San Antonio Palopó



1.2.1. Vías de comunicación

Al municipio de San Antonio Palopó, se puede acceder desde la ciudad capital por dos vías diferentes. La más utilizada (158.50 kms), es la carretera Interamericana CA-1, pasando por la cabecera departamental, Panajachel y Santa Catarina Palopó, para llegar a la cabecera de San Antonio Palopó. El otro acceso desde la ciudad capital se hace a través del Municipio de San Andrés Semetabaj, vía Patzún (departamento de Chimaltenango), con una longitud de 140.50 kilómetros.

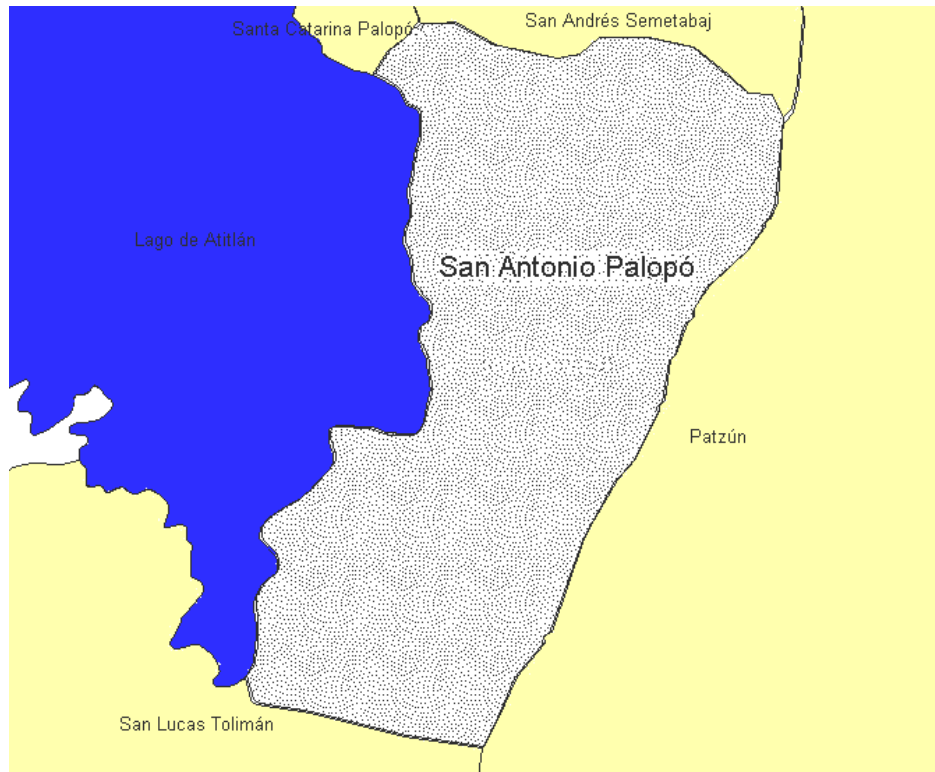
El acceso desde la Cabecera Municipal de San Antonio Palopó hacia la Cabecera Departamental de Sololá, es por carretera asfaltada y cuenta con una longitud de 20.50 kilómetros. La comunicación directa del área rural con la cabecera municipal, se realiza por medio de caminos de herradura o veredas. Las áreas urbana y rural se comunican a través de la carretera asfaltada, que conduce de Godínez hacia Panajachel.

En total, el Municipio cuenta con una red vial de aproximadamente 35.50 kilómetros, de los cuales 17 kilómetros (47.88%) corresponden a carretera asfaltada, 14 kilómetros (39.44%) a caminos de terracería y 4.50 kilómetros (12.68 %) a calles adoquinadas.

1.2.2. Colindancias

San Antonio Palopó colinda con tres municipios del mismo departamento y uno del departamento de Chimaltenango: al Norte, con San Andrés Semetabaj y Santa Catarina Palopó; al Este, con Patzún (Chimaltenango); al Sur con San Lucas Tolimán y al Oeste, con el Lago de Atitlán.

Figura 4. Municipios colindantes de San Antonio Palopó



1.2.3. Coordenadas y extensión territorial

Su altitud oscila entre 1,570 a 2,228 metros sobre el nivel del mar. Las partes más altas se encuentran ubicadas al Noroeste del municipio, correspondientes al Caserío Chuiquistel (2,228 m.), y la parte más baja, corresponde a la Cabecera Municipal, situada a orillas del Lago de Atitlán a 1,570 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas son: latitud 14° 41' 26" y longitud: 91° 07' 00". Tiene una extensión territorial de 34 kilómetros cuadrados.

1.3. Topografía e hidrografía

El Municipio pertenece a las tierras altas de la cadena volcánica, con montañas, colinas moderadas y conos. Su geografía es quebrada en un 45% de territorio, especialmente en las partes montañosas.

El principal recurso hídrico con el que cuenta el municipio es el lago de Atitlán, ya que la cabecera se encuentra a inmediaciones del mismo; el único río que discurre por el municipio es el Madre Vieja que sirve de límite entre los departamentos de Sololá y Chimaltenango; éste desemboca en el océano pacífico.

1.4. Clima

De acuerdo con datos de la estación meteorológica ubicada en Santiago Atitlán, San Antonio Palopó posee las siguientes características:

Clima:	Semifrío
Precipitación promedio anual:	1,000 a 2,000 mm
Humedad relativa anual:	83%
Temperatura media anual:	18 a 24 °C
Viento:	Norte a sur a velocidad media de 2.8 km/h
Evaporación promedio anual:	4.9 mm

1.5. División político administrativa

1.5.1. Demografía

Según censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística, el Municipio de San Antonio Palopó, en el año 2,002 tenía 10,520 habitantes. La densidad de población era entonces de 309 habitantes por kilómetro cuadrado, o sea una densidad muy por arriba del promedio departamental (290 hab/Km²) e incluso superior a la media nacional (103 hab/Km²). El crecimiento de la población ocurre a un promedio anual de 2.76 %.

La población está dividida de la manera siguiente: el 66% vive en el área rural, mientras que un 34% habita en la cabecera municipal (casco urbano). Según datos del I.N.E. 2,002. La mayoría de pobladores es indígena, pertenecientes a las etnias mayas kaqchiquel (67%) y k'iché (27%), que constituyen el 94% de la población total. (Ligeramente por debajo del promedio departamental de población indígena, que es de 96.44%), y viven tanto en el área urbana como en el área rural, mientras el 6% restante corresponde a la población ladina o mestiza.

1.5.2. Integración territorial

El Municipio de San Antonio Palopó, cuenta con 14 centros poblados, que constituyen la cabecera y trece comunidades rurales.

Centros poblados:

1. Cabecera municipal
2. Aldea Xequistel
3. Aldea Agua Escondida
4. Cantón El Porvenir Chipop
5. Cantón Ojo de Agua
6. Cantón Tzancorral
7. Cantón Chitulul
8. Cantón El Naranja
9. Cantón San Gabriel
10. Cantón Tzampetey
11. Caserío San José Xiquinabaj
12. Caserío Chuisajcap
13. Caserío Chuiquistel
14. Caserío Patzaj

Comparado con la mayoría de municipios del departamento y del país, San Antonio Palopó es uno de los más pequeños. Por lo tanto, no existe dependencia entre sus centros poblados, sino que todos mantienen una relación directa con la municipalidad para tratar los asuntos de interés.

1.6. Actividades productivas

En el municipio existen diferentes sectores productivos: agricultura, ganadería (crianza de aves de corral, cerdos, bovinos), artesanía, comercio y turismo.

El más señalado es el agrícola. El clima imperante en el municipio es óptimo para la producción de varios tipos de cultivos, por lo que en la mayoría de comunidades se cuenta con los siguientes: granos básicos (maíz y frijol), hortalizas (cebolla, cilantro, anís, papa y garbanzo), frutales (aguacate, durazno y cítricos), flores y café. A esta actividad se suman otras, como la crianza de animales, ya que la mayoría de las familias cuenta con crianza de animales, especialmente aves de corral para la producción de carne y huevos, que son utilizados fundamentalmente para el autoconsumo. También, en menor proporción, se crían cerdos y bovinos.

En cuanto a la actividad artesanal, principalmente las mujeres, realizan tejidos y bordados en todas las comunidades; además en la cabecera municipal se cuenta con estructuras para tejidos de pedal. También es importante la producción de diversidad de objetos de cerámica en la cabecera, cuyos diseños son propios del municipio, éstos son comercializados a nivel local, nacional e internacional. Con relación al sector comercial, en la cabecera municipal existen varios locales de venta de artesanías.

1.7. Servicios públicos existentes

Agua para consumo humano: 12 comunidades cuentan con agua entubada con conexiones domiciliarias, una cuenta con pozos que funcionan con bomba eléctrica y pilas comunitarias y una comunidad con pila comunitaria.

Mercado: no existe ningún edificio de mercado, en la cabecera municipal, este se encuentra en proceso de construcción. Sólo existen mercados en la aldea Xequistel y la cabecera que se forma en las calles principales.

Cementerio: 4 comunidades cuentan con cementerio: la cabecera municipal, Xequistel, Agua Escondida y El Naranjo.

Electricidad: el 93% de la población cuenta con servicio de alumbrado domiciliar y el 100% de la población cuenta con servicio de alumbrado público.

Teléfono: solamente la cabecera municipal cuenta con línea telefónica tipo residencial, Xequistel cuenta con teléfono comunitario y el resto, solo con telefonía móvil.

Templos religiosos: la religión predominante es la católica que cuenta con edificios religiosos en siete comunidades; la religión evangélica cuenta con un total de 14 templos: 3 en la cabecera y 11 repartidos entre 7 comunidades del área rural.

Educación: según información proporcionada por la Municipalidad y la Supervisión Educativa por medio del Plan comunitario de desarrollo del municipio de San Antonio Palopó, la situación al año 2004 en el área urbana y rural es la siguiente:

- Nivel pre – primario y primario

El número de escuelas es de catorce, una en cada centro poblado, a excepción de la cabecera donde hay dos, y en Patzaj, donde no existe. En la mayor parte de los casos, el nivel pre – primario está incorporado a las escuelas de primaria, por lo que también existen catorce escuelas.

- Nivel básico

Funcionan tres institutos de educación básica por cooperativa, sin edificio propio: uno en la cabecera, otro en Agua Escondida y uno más en El Naranjo.

- Nivel diversificado

En el municipio no se cuenta con un establecimiento que cubra el nivel diversificado, 67 estudiantes acuden a los municipios cercanos como Panajachel, San Lucas Tolimán y la cabecera departamental, como también a Quetzaltenango y a la ciudad capital.

Además existen 10 grupos en proceso de alfabetización: 6 en la cabecera y 4 en el área rural.

Salud: el municipio cuenta con puestos de salud tipo B en 2 comunidades, los cuales son atendidos por una auxiliar de enfermería; además cuenta con 8 centros de convergencia, una clínica médica tipo comunitaria y un clínica dental privada. En el municipio no existe centro de salud, los puestos de salud pertenecen a la jurisdicción del centro de salud de San Lucas Tolimán.

1.8. Índices de mortalidad y morbilidad

- Morbilidad infantil: infecciones respiratorias agudas, diarrea y parasitismo.
- Morbilidad materna: infecciones respiratorias agudas, infecciones urinarias, dolores estomacales, cefaleas (dolor de cabeza) y anemia.
- Morbilidad adulta: infecciones respiratorias agudas, infecciones intestinales y enfermedades de la piel.
- Mortalidad infantil: neumonía, infecciones intestinales y mortinato.
- Mortalidad materna: bronconeumonía mal definida.
- Mortalidad adulta: neumonía, senilidad (vejez) y alcoholismo.

2. METODOLOGÍA GENERAL PARA REALIZAR EL DIAGNÓSTICO

2.1. Metodología para evaluación de sistemas de agua para consumo humano

Para el desarrollo efectivo del diagnóstico en este componente, se hizo necesaria la utilización de un proceso que combinara la información obtenida de manera directa (evaluación directa) con la información que se tiene en la actualidad acerca del área de estudio, para obtener los resultados que definan de manera concreta la situación actual de cada uno de los componentes que conforman los sistemas. Para ello se utilizaron los sistemas de información geográfica (SIG), por sus siglas en inglés GIS (*geographic information system*), así como cámara fotográfica, cronómetro y recipiente, como equipo principal.

Para el diagnóstico de los sistemas de agua para consumo humano, se recorrió cada sistema desde la captación hasta las conexiones domiciliarias, con el fin de evaluar cada componente (captación, línea de conducción, tanque de distribución, sistema de desinfección y red de distribución). Se verificó si éstos contaban con los accesorios y unidades mínimas, para su buen funcionamiento, así como su estado físico, ya que por el paso de la tormenta Stan fueron afectados. Esto para el caso de los sistemas por gravedad con conexiones domiciliarias, que son los existentes en la mayoría de comunidades. Mientras que para el sistema de pozos con bomba manual se evaluó la cantidad de agua existente y la profundidad a la que se encuentra el agua, así como el estado de sus componentes.

Para determinar el porcentaje de riesgo, se utilizaron las boletas donde se define la cantidad de riesgos existentes para cada componente, del total evaluado.

2.1.1. Indicadores utilizados para evaluación de sistemas

2.1.1.1. Riesgo sanitario

Este parámetro mide el nivel de sensibilidad a que un sistema de agua pueda ser contaminado en cualquier momento por un agente externo. Se calcula de la manera siguiente:

- Se evalúan todos los componentes que integran el sistema de agua, desde la captación hasta la red de distribución.
- Se identifican los riesgos existentes, los cuales corresponden a los identificados en la columna de en medio de las boletas utilizadas, para evaluar cada componente del sistema (ver anexo 2).
- Se contabiliza el total de riesgos identificados y el total de riesgos evaluados en todos los componentes del sistema.
- Finalmente, se calcula el porcentaje de riesgo de contaminación del sistema, de la manera siguiente:

$$R\% = \frac{\text{tri} * 100}{\text{tre}}$$

Donde:

R% = riesgo sanitario en porcentaje.

tri = total de riesgos identificados.

tre = total de riesgos evaluados.

El valor que se obtiene representa el porcentaje de riesgo que tiene el sistema de ser contaminado por un agente externo en cualquier momento.

Tabla I. Ponderación del indicador de riesgo sanitario

Riesgo en %	Punteo
Menor de 50	1
Entre 50 y 75	2
Mayor de 75	3

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.1.1.2. Calidad

Este parámetro evalúa la calidad del agua de los sistemas en operación desde el punto de vista bacteriológico y físico-químico, de tal manera que cumpla con las normas COGUANOR NGO 29001, AGUA POTABLE.

Estos resultados estuvieron a cargo de laboratorios aprobados por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. En este caso fueron realizados por el laboratorio de Microbiología Sanitaria de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el área de salud del Hospital Nacional de Sololá.

Tabla II. Ponderación del indicador de calidad del agua

Coliformes fecales por 100 ml	Punteo
Ausencia de colonias	1
Presencia de colonias	10

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.1.1.3. Cantidad

Parámetro que establece la dotación promedio de agua que el sistema brinda, expresada en litros por habitante por día. Ésta se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Dotación} = \frac{Q * 86,400}{N}$$

Donde:

Q = caudal que ingresa a la red de distribución en litros/segundo.

N = número de habitantes con servicio de agua.

86,400 = cantidad de segundos que tiene un día.

Tabla III. Ponderación del indicador de cantidad de agua

Cantidad en litros por habitante por día	Punteo
Mayor de 100	1
Entre 70 y 100	2
Menor de 70	3

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.1.1.4. Cobertura

Determina la cantidad de personas que cuentan con el servicio del sistema en relación con la población total. Se expresa en porcentaje y se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Cobertura (\%)} = \frac{\text{tvs} * 100}{\text{Tv}}$$

Donde:

tvs = total de viviendas con servicio de agua.

Tv = total de viviendas existentes en cada comunidad

Tabla IV. Ponderación del indicador cobertura del servicio

Cobertura en %	Punteo
Mayor de 90	1
Entre 75 y 90	2
Menor de 75	3

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.1.1.5. Continuidad

Determinación del tiempo promedio diario en horas que las personas tienen acceso al servicio de agua durante el año.

Para la determinación de este parámetro fue necesario entrevistar a personas de viviendas situadas en distintas zonas de cada comunidad para tener resultados significativos. El cálculo de la continuidad en invierno y verano por cada vivienda se realiza de la siguiente manera:

Continuidad del servicio:

$$\text{Continuidad en verano} = \frac{\text{hd} \cdot \text{dm} \cdot \text{mv} \cdot 100}{8640}$$

$$\text{Continuidad en invierno} = \frac{\text{hd} \cdot \text{dm} \cdot \text{mi} \cdot 100}{8640}$$

Donde:

hd = horas al día con agua.

dm = días al mes con agua.

mv = duración en meses del verano.

mi = duración en meses del invierno

Los dos modelos anteriores expresan la continuidad promedio del servicio de agua en una vivienda durante el año; mientras que el valor obtenido, indica el porcentaje del día que la vivienda recibe agua durante el año. Para expresar la continuidad del servicio sólo se deberá multiplicar el porcentaje por 24 horas que tiene el día.

La continuidad promedio del servicio es igual a la suma de la continuidad del servicio en las viviendas evaluadas y la división del resultado entre el número de viviendas evaluadas.

Tabla V. Ponderación del indicador de continuidad del servicio

Continuidad en %	Punteo
Mayor de 75	1
Entre 50 y 75	2
Menor de 50	3

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.1.1.6. Capacidad de administración, operación y mantenimiento

Busca establecer la vulnerabilidad del sistema por falta de capacidad de la comunidad o institución para garantizar la adecuada administración, operación y mantenimiento del sistema. Para su cálculo se procede de la manera siguiente:

- Establecer el saldo entre ingresos y egresos por la prestación del servicio (superávit o déficit).
- Establecer la capacidad humana e infraestructura adecuada instalada, para garantizar una correcta administración, operación y mantenimiento.

Los aspectos que se toman en cuenta para el cálculo de ingresos por prestación del servicio son:

- La tarifa que paga el usuario por el servicio.
- Número de usuarios que están al día en el pago de la tarifa.
- El ingreso anual, el cual se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Ingreso anual} = u * t * 12$$

Donde:

u = usuarios al día en pago de tarifa.

t = tarifa por mes.

12 = número de meses del año.

Los egresos considerados por la prestación del servicio son:

- Salario anual de fontanero y tesorero.
- Costo anual por cloración.

- Costo anual por compra de herramientas, materiales, equipo e insumos.
- Papelería y útiles de oficina.

Para establecer si la tarifa es adecuada para cubrir los costos de administración, operación y mantenimiento, se restan los egresos de los ingresos y si la diferencia es cero o positiva, la tarifa es adecuada; si es negativa, entonces no es adecuada, por lo tanto se procede a calcular una tarifa adecuada.

Tabla VI. Ponderación del indicador de administración, operación y mantenimiento

Administración, operación y mantenimiento	Punteo
Buena (superávit y capacidad instalada)	1
Regular (déficit y capacidad instalada o superávit y sin capacidad instalada)	2
Mala (déficit y sin capacidad instalada)	3

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.1.2. Clasificación de sistemas de agua

Para medir la magnitud del parámetro y clasificar los sistemas evaluados, se ha establecido una escala según el riesgo del indicador; siendo estos valores 1, 2, 3 y 10, en donde 1 indica poco riesgo, 2 mediano riesgo, 3 alto riesgo y 10 riesgo extremo. El último valor (10) es utilizado para calificar el impacto de un sistema que se encuentra contaminado con coliformes fecales, porque la población en ese momento está expuesta a padecer cualquier enfermedad de origen hídrico.

Tabla VII. Clasificación sugerida de los sistemas de agua según resultados de evaluación

Resultados de la evaluación				
Punteo obtenido en la evaluación	Clasificación del sistema por letra	Clasificación del sistema por color	Grado de intervención	Tiempo de intervención
6	A	Verde	Bajo	Largo plazo
7 a 11	B	Amarillo	Medio	Mediano plazo
12 a 25	C	Rojo	Alto	Corto plazo

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.2. Metodología en sistemas de saneamiento ambiental

En el componente de saneamiento básico se incluyen los temas de disposición de excretas y de aguas servidas y manejo de desechos sólidos.

Al igual que en los sistemas de agua para consumo humano, fue necesario recorrer cada sistema, evaluando los diferentes componentes que cada uno debe tener, los cuales están relacionados directamente con el riesgo sanitario, cobertura, estado y capacidad en administración operación y mantenimiento de los sistemas.

Para evaluar cada componente se utilizaron boletas que permiten la evaluación de cada sistema existente en las diferentes comunidades. Para el caso de las letrinas se pregunta el tipo, se evalúan los conocimientos actitudes y prácticas de los usuarios, así como sus condiciones sanitarias, tomando en cuenta cada uno de los componentes que la conforman (techo, paredes, puerta, taza, tubo de ventilación, tapadera, losa y brocal). En el caso de pozos de absorción, la cobertura y el estado actual de sus componentes y para el manejo de desechos sólidos, se evalúa principalmente la cobertura de los mismos, así como los métodos adecuados existentes en cada comunidad.

De la evaluación al igual que los sistemas de agua se obtiene la clasificación por medio de grado de intervención: alto, medio o bajo, para efectos didácticos a los resultados se les asignan los siguientes colores: rojo, amarillo, verde y las literales C, B, A respectivamente. Al tener cada sistema de saneamiento clasificado, se realiza una nueva clasificación, para determinar el orden de intervención para cada comunidad.

2.2.1. Desechos sólidos

2.2.1.1. Censo poblacional

Para la obtención de resultados fiables en materia de producción de desechos sólidos, es necesario tener el número exacto de viviendas, así como la cantidad de habitantes por vivienda para determinar la cantidad y calidad de desechos que produce cada una, para luego tener un dato de la cantidad total de producción.

2.2.1.2. Pruebas e investigación de campo

Con la realización de estas actividades se pretende obtener la información necesaria, como la cantidad y calidad de desechos sólidos que las comunidades producen, para realizar los análisis respectivos cuyos resultados contribuyan a un futuro proponer soluciones adecuadas.

2.2.1.3. Clasificación de desechos sólidos

Para obtener resultados exactos de los diferentes tipos de desechos sólidos, éstos son clasificados de la siguiente manera: desechos domésticos, comerciales y agrícolas.

Los desechos domésticos son todos aquellos que se originan en las residencias particulares. Los desechos comerciales son los que provienen de pequeños comercios como tiendas, librerías, panaderías, carpinterías, carnicerías y molinos de nixtamal. Serán considerados desechos agrícolas todos aquellos que intervienen directamente en esta actividad, como fertilizantes químicos y abonos, sean orgánicos o inorgánicos. Para el presente estudio se consideran solamente los desechos domésticos y comerciales por ser los de mayor producción en las comunidades del municipio.

2.2.1.3.1. Desecho orgánico

Se denominan así a los desechos de rápida descomposición a través de procesos naturales o artificiales en un corto período de tiempo. Es decir, material biodegradable que tiene la particularidad de despedir líquidos. Este desecho se compone fundamentalmente de restos vegetales y animales, como residuos de comida, cáscaras, frutas y verduras en descomposición.

2.2.1.3.2. Desecho inorgánico

Material cuya descomposición o cambio biológico es lento con la intervención de procesos naturales. Éste se compone en su mayoría de vidrio, metales, plásticos y papel.

2.2.1.4. Parámetros a evaluar

Para la evaluación de desechos sólidos se tomaron en cuenta tres parámetros importantes: volumen, peso y porcentaje de desecho orgánico e inorgánico.

Para la obtención de estos datos se procedió de la siguiente manera: Se distribuyeron dos bolsas plásticas (una para desecho orgánico y otra para desecho inorgánico) por cada 15 viviendas existentes en cada comunidad a lo largo de una semana. Luego se procedió a determinar los parámetros mencionados con anterioridad.

2.2.1.4.1. Pesaje de muestras

Realizado con una balanza de 50 kilogramos de capacidad, se pesó cada una de las muestras previamente clasificadas (desecho orgánico e inorgánico).

2.2.1.4.2. Volumen de muestras

Este proceso consistió en determinar el volumen de desecho orgánico e inorgánico por medio de un recipiente de volumen previamente calculado, para luego obtener el porcentaje de basura orgánica e inorgánica.

2.2.2. Excretas y aguas residuales

2.2.2.1. Excretas

La disposición de excretas se realiza por medio de letrinas, e inodoros lavables con pozos de absorción; entre ellos el más utilizado y el que presenta mayores deficiencias, es el sistema de letrinas. Para el caso de las letrinas, se preguntó el tipo y se evaluaron los conocimientos, actitudes y prácticas de los usuarios, así como también las condiciones sanitarias de la letrina en cada componente que la conforma (techo, paredes, puerta, taza, tubo de ventilación, tapadera, losa y brocal).

2.2.2.2. Aguas residuales

En cada vivienda se evaluaron los métodos utilizados para la disposición final de las aguas servidas. Se determinó que una mínima cantidad cuenta con pozos de absorción en los que se evaluó si tiene: fosa séptica, caja trampa de grasa, ubicación, profundidad aproximada, estado físico de todos sus componentes y el mantenimiento que se le da.

2.2.3. Indicadores evaluados para cada sistema

Para determinar cada componente se utilizaron boletas, que permiten la evaluación de cada indicador, para los distintos sistemas existentes en las diferentes comunidades (Ver boletas en anexo 3).

2.2.3.1. Cobertura

Se utiliza para determinar la cantidad de viviendas que cuentan con servicio de letrinas, pozos sumideros o drenaje sanitario y manejo de desechos sólidos de la comunidad evaluada, con relación al total de población existente en la comunidad. El resultado se expresa en porcentaje y se calcula de la manera siguiente:

$$\text{Cobertura (\%)} = \frac{nv * 100}{ntv}$$

Donde:

nv = número de viviendas con servicio

ntv = número total de viviendas existentes en la comunidad

Tabla VIII. Ponderación del indicador de cobertura en saneamiento

Cobertura en %	Ponderación
Mayor de 90	1
Entre 75 y 90	2
Menor de 75	3

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.2.3.2. Riesgo sanitario

Este parámetro se utiliza para establecer la sensibilidad a que el sistema de saneamiento básico en la comunidad, mediante el estado del mismo, pueda ser insalubre y poner en riesgo la salud de las personas. El resultado se expresa en porcentaje.

$$R\% = \frac{r * 100}{tr}$$

Donde:

R% = Riesgo sanitario en porcentaje

r = total de riesgos identificados

tr = total de riesgos evaluados

Los riesgos que se consideraron según el sistema son:

- Existencia del sistema o de componentes del sistema.
- El estado del sistema.
- Prácticas de uso y manejo.
- Localización.
- Materiales adecuados de sus componentes.
- Sistema con disposición final.

En el caso del riesgo sanitario para el sistema de letrización se tomaron en cuenta los siguientes riesgos:

- Distancia a pozo o fuente de agua.
- Distancia a vivienda.
- Prácticas de uso.
- Año de construcción.
- Materiales adecuados.
- Estado general de los materiales.

Para el sistema de pozos sumideros, se tomaron en cuenta los siguientes riesgos:

- Distancia a pozo o fuente de agua.
- Distancia a vivienda.
- Estado general del sistema.

Para el riesgo sanitario del sistema de drenajes, se tomaron en cuenta los siguientes riesgos:

- Existencia de planta de tratamiento.
- Estado general del sistema.

Para el riesgo sanitario del sistema de manejo de desechos sólidos se tomaron en cuenta los siguientes riesgos:

- Existencia del sistema.
- Prácticas de manejo.

Se calcula de la manera siguiente:

- Se identifican los riesgos existentes mencionados en el párrafo anterior, los cuales corresponden a los identificados en las boletas utilizadas para evaluar cada componente del sistema.
- Se hace el conteo total de riesgos identificados y el total de riesgos evaluados en todos los componentes del sistema.
- Se encuentra el riesgo sanitario en porcentaje.

Tabla IX. Ponderación del indicador de riesgo sanitario para letrinas

Parámetro evaluado	Indicador	Ponderación
Uso de letrina	sí	0
	no	5
Distancia a pozo o fuente	15 m o más	0
	menos de 15 m	4
Distancia a vivienda	5 m o más	0
	menos de 5 m	3
Año de construcción	menos de 5 años	0
	de 5 a 10 años	1
	más de 10 años	3
Techo, paredes, puerta, taza, plancha y tubo de ventilación	bueno	0
	regular	1
	malo	5
	no tiene	5

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.2.3.3. Ponderación sugerida

Tabla X. Ponderación sugerida para la clasificación del riesgo sanitario

Riesgo sanitario en %	Punteo
Menor a 20	1
Entre 20 y 40	2
Mayor de 40	3

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

2.2.4. Clasificación de sistemas de aguas residuales y excretas

Para la fácil identificación del estado de los diferentes indicadores evaluados en los sistemas de letrización, pozos de absorción y manejo de desechos sólidos, se ha establecido un punteo que definirá la situación en la que se encuentra cada sistema en las comunidades. Si al evaluar no existe sistema, el punteo que éste recibe es automáticamente de tres (3), pues presenta el máximo riesgo al no tener un sistema adecuado.

Tabla XI. Clasificación sugerida sistema de letrización

Resultados de la evaluación				
Punteo obtenido en la evaluación	Clasificación del Sistema por letra	Clasificación del sistema por color	Grado de intervención	Tiempo de intervención
1 a 2	A	Verde	Bajo	Largo plazo
3 a 4	B	Amarillo	Medio	Mediano plazo
5 a 6	C	Rojo	Alto	Corto plazo

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XII. Clasificación sugerida para el sistema de desechos sólidos y aguas residuales

Resultados de la evaluación				
Punteo obtenido en la evaluación	Clasificación del Sistema por letra	Clasificación del sistema por color	Grado de intervención	Tiempo de intervención
1	A	Verde	Bajo	Largo plazo
2	B	Amarillo	Medio	Mediano plazo
3	C	Rojo	Alto	Corto plazo

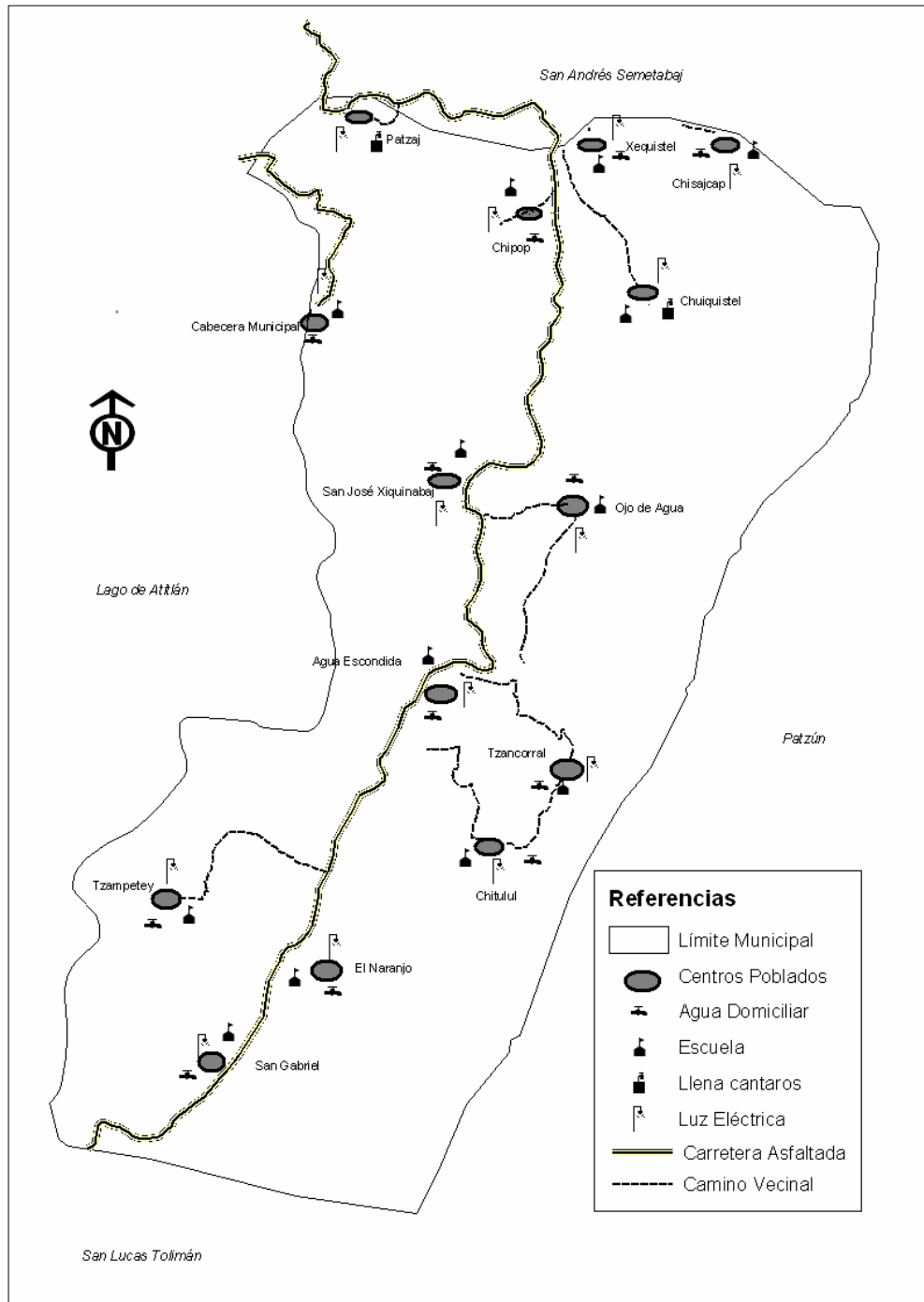
Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XIII. Clasificación sugerida para los tres sistemas evaluados

Resultados de la evaluación				
Punteo de los 3 sistemas	Clasificación del sistema por letra	Clasificación del sistema por color	Grado de intervención	Tiempo de intervención
3 a 4	A	Verde	Bajo	Largo plazo
5 a 8	B	Amarillo	Medio	Mediano plazo
9 a 12	C	Rojo	Alto	Corto plazo

3. SITUACIÓN ACTUAL EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

Figura 5. Ubicación de las comunidades evaluadas



3.1. Agua para consumo humano

3.1.1. Situación diagnóstica de los sistemas actuales

Actualmente las comunidades se abastecen por medio de sistemas de agua potable por gravedad con conexiones domiciliarias, utilizados por la mayoría de ellas. Una comunidad cuenta con sistema de pila comunitaria y otra con dos sistemas, de pozos con bomba manual y pila comunitaria.

En la tabla siguiente se muestra el tipo de sistema existente en cada comunidad, así como la localización de los nacimientos y la distancia a la que se encuentran de la comunidad.

Tabla XIV. Datos básicos de los sistemas de agua

Comunidad	Tipo de sistema	Año de construcción	No. De Fuentes	Localización de las fuentes	Distancia a la comunidad km.
Cabecera	Por gravedad	1996	5	Chuitestancia, San Andrés Semetabaj	20
	Por gravedad	1990	6	Chirijaj, cabecera	0.8
Xequistel	Por gravedad	2006	1	Quekixajay, Tecpán	9.5
	Por gravedad	1992	1	Quekixajay, Tecpán	21
Agua Escondida	Por gravedad	2001	2	María del Carmen, Tecpán	14
	Por gravedad	1956	1	Ojo de Agua, San Antonio Palopó	2
	Por gravedad	1977	1	Paxulá, Patzún	5.5
El Porvenir Chipop	Por gravedad	1997	4	Potrerió, Tecpán	13
	Pila comunitaria	1984	1	Coumunidad	0
Ojo de Agua	Por gravedad	1999	2	Quekixajay, Tecpán	13
	Por gravedad	1984	3	Panibaj, Patzún	4
Tzancorral	Por gravedad	1997	2	Patzún	3.5
	Por gravedad	1977	1	Paxulá, Patzún	5.5
Chitulul	Por gravedad	1993	1	Xetzac. Patzún	3.5
	Por gravedad	1977	1	Paxulá, Patzún	5.5
El Naranjo	Por gravedad	1977	1	Paxulá, Patzún	5.5
San Gabriel	Por gravedad	1977	1	Paxulá, Patzún	5.5
Tzampetey	Por gravedad	1977	1	Paxulá, Patzún	5.5
San José Xiquinabaj	Por gravedad	1994	6	Pacamán, Santa Catarina Palopó	4.5

Continúa

Chuisajcap	Por gravedad	2005	3	Tecpán	12
	Por gravedad	1992	1	Quekixajay, Tecpán	20
Chuiquistel	Pozo con bomba	2006	21	Comunidad	0
	Pila comunitaria	1987	2	Comunidad	0
Patzaj	Pila comunitaria	1995	1	Comunidad	0

3.1.1.1. Deficiencias

Las deficiencias identificadas, que representan los principales problemas que se deben atender en cada sistema, se describen a continuación:

- Cabecera municipal

De acuerdo con la información de cada uno de los componentes de los sistemas, que se presenta en el anexo 2, el problema principal radica en las deficiencias que éstos presentan, a causa de los daños provocados por la tormenta Stan que no fueron reparados en su totalidad, además de la cobertura que se tiene en el servicio.

- Aldea Xequistel

El problema radica en los daños que los sistemas sufrieron por el paso de la tormenta Stan, principalmente en toda la línea de conducción, cuya reconstrucción fue provisional, únicamente para reactivar el servicio de agua en la comunidad. El sistema B posee mayores deficiencias por deterioro ya que el tiempo que tiene de servicio es de 14 años.

- Aldea Agua Escondida

Aún con las deficiencias identificadas en las líneas de conducción, las pérdidas de caudal durante el trayecto son mínimas; por ello la cantidad de agua que llega a los dos tanques es suficiente para abastecer a toda la comunidad con una dotación adecuada, pero la continuidad del servicio varía de 2 a 24 horas diarias en diferentes sectores de la comunidad, esto a causa de distintas deficiencias que se pudieron detectar, entre ellas: el mal diseño de la red de distribución y los cambios que el fontanero ha realizado de forma empírica al diseño original, el desperdicio de agua en varias viviendas, accesorios deteriorados como válvulas de compuerta, carencia de un control de consumo por vivienda. Todo esto provoca que las partes altas de la comunidad tengan menos agua, y en época de verano deban turnarse el servicio para un mejor aprovechamiento.

Las deficiencias en todos los componentes del sistema A son menores, por lo reciente de la construcción; estas deficiencias se incrementaron durante el paso de la tormenta Stan, afectando directamente la línea de conducción y parte de la red de distribución. Para los sistemas B y C, las deficiencias obedecen al tiempo de servicio que tienen los mismos, por ello poseen deficiencias por deterioro.

- Cantón El Porvenir Chipop

El caudal que produce la fuente es suficiente para abastecer a toda la comunidad, pero debido a fugas existentes en la línea de conducción no llega en su totalidad al tanque de distribución, existiendo una pérdida de 0.11 litros por segundo.

El principal problema en el sistema radica en la continuidad del servicio, ya que existen variaciones de 3, 6, 12 y 24 horas diarias en distintas viviendas de la comunidad, problema que se debe al mal diseño de la red de distribución; a éste le sumamos la mala ubicación de una caja rompe presión, que le resta presión al ramal principal del sistema.

- Cantón Ojo de Agua

A pesar de que la continuidad en el servicio de agua es de 24 horas diarias, ambos sistemas poseen deficiencias en varios de sus componentes, en la mayoría de éstos, son por deterioro; tales deficiencias se incrementaron con el paso de la tormenta Stan, afectando mayoritariamente a las líneas de conducción (sistema A y sistema B). Particularmente el sistema B fue el más afectado ya que sus componentes tienen 22 años de servicio.

- Cantón Tzancorral

La línea de conducción no logra canalizar la totalidad del caudal que produce la fuente (0.63 litros/segundo), hacia el tanque de distribución. Esto se debe a que el diámetro de la tubería de conducción no es suficiente para conducir todo el caudal y prueba de ello es que el caudal que no llega al tanque se va a través del rebalse de la caja de reunión (0.38 litros por segundo) de la captación No. 2. El resto de los componentes del sistema propio de la comunidad, se encuentran en condiciones aceptables; mientras que el sistema antiguo se encuentra totalmente deteriorado por el tiempo que tiene de servicio.

- Cantón Chitulul

El problema radica en la continuidad del servicio siendo éste únicamente de 3 horas diarias, cuando deberían de ser por lo menos 16 horas, ya que la capacidad del nacimiento es de 0.77 litros por segundo, suficientes para abastecer a la población con una dotación de 96.56 litros por habitante por día. Entre las posibles causas de esta escasez se encuentra la pérdida de caudal en la línea de conducción que es de 0.07 litros por segundo, aunado a ello está la conexión al sistema, de varios edificios públicos como lo son: una escuela primaria, un centro de convergencia y una iglesia; todas de reciente construcción.

Además el sistema no cuenta con método de desinfección, por lo que el agua se encuentra contaminada. (Ver resultado de examen en anexo 2).

- Cantón El Naranjo

En la actualidad la comunidad de El Naranjo se abastece de dos sistemas de agua, uno de ellos es el sistema que comparte con otras cinco comunidades (sistema de Paxulá). Este sistema abastece a la comunidad por medio de siete chorros de uso público (llena cántaros) y por ello, es utilizado como auxiliar al momento de existir desperfecto en el sistema principal. Respecto al sistema principal de la comunidad, éste no pudo ser evaluado ya que los comunitarios y el comité de agua respectivo se opusieron a la evaluación del mismo. Cabe mencionar que los cantones San Gabriel y Tzampetey utilizan los mismos sistemas de agua.

El caudal de 3.04 litros por segundo que proviene del sistema que comparten las 6 comunidades, se divide de la siguiente manera:

Comunidad	Caudal (%)
Aldea Agua Escondida	25.00
Cantón Chitulul	12.50
Cantón Tzancorral	12.50
Cantón el Naranja	16.66
Cantón San Gabriel	16.66
Cantón Tzampetey	16.66

- Caserío San José Xiquinabaj

El problema principal radica en la cantidad de agua que solamente es suficiente para abastecer a la población actual, adicional a ello está la continuidad del servicio variando de 1/2 a 5 horas cada dos días, dependiendo del sector en que se encuentra cada vivienda en la comunidad, cuando debiesen ser por los menos de 16 horas diarias, ya que la capacidad de los nacimientos es suficiente para abastecer a la población actual con una dotación cercana a la mínima que es de 70 litros por habitante día. Entre las posibles causas que se pudieron detectar, está el mal diseño de la red de distribución, accesorios deteriorados como válvulas de compuerta y la carencia de un control de consumo en cada vivienda, además de fugas que se encuentran en la línea de conducción. Es importante resaltar también que esta línea no logra conducir la totalidad del caudal que proveen todas las fuentes.

Otro de los problemas que presenta el sistema es el deterioro de varios de sus componentes por la falta de mantenimiento que se da al sistema.

- Caserío Chuisajcap

Por lo reciente de la construcción y reconstrucción del sistema A, la continuidad en el servicio de agua es de 24 horas diarias, por ello la mayoría de sus componentes se encuentran en buenas condiciones. Existen deficiencias menores en los componentes provocados por el paso de la tormenta Stan, que no fueron reparadas durante la reconstrucción del sistema.

- Caserío Chuiquistel

La mayor parte de la población hace uso de pozos excavados a mano, de los cuales extraen el agua aprovechando la profundidad a la que ésta se encuentra. La extracción la realizan por medio de bombas de baja potencia, las cuales fueron instaladas tras el paso de la tormenta Stan. En muchos de los casos el agua que se extrae de los pozos no es suficiente para las viviendas, mientras que en otras, el agua es abundante. Esto se debe a que el nivel freático en la comunidad, varía de profundidad.

Las familias que no cuentan con pozo de agua, se ven obligadas a acudir a dos pilas comunitarias que se abastecen de nacimientos cercanos a ellas, dentro del perímetro de la comunidad. El problema en este caso es, que las pilas se localizan en las partes bajas de la comunidad, lo cual dificulta la conducción del agua a estas viviendas, además, para poder abastecerse del servicio, los habitantes se ven obligados a caminar aproximadamente 0.5 Km. hasta donde se encuentran las pilas.

El problema principal en ambos sistemas es la calidad de agua; ésta se encuentra contaminada, debido a que la población no practica métodos de desinfección, como se muestra en los análisis realizados. (ver resultados en anexo 2).

- Caserío Patzaj

No cuenta con nacimiento propio, y del nacimiento que se abastecen, que es privado, no posee un sistema adecuado, debido a la dificultad de construir en propiedad privada una captación adecuada; puesto que según los miembros del consejo comunitario, el propietario no autoriza la construcción de una captación. El agua se conduce directamente del nacimiento al tanque de distribución. Además de esto, el agua que se está consumiendo en la comunidad está contaminada, ya que la población no practica métodos de desinfección de la misma (Ver resultados en anexo 2).

3.1.2. Recurso hídrico

El municipio de San Antonio Palopó cuenta con pocas fuentes de agua (nacimientos) que puedan abastecer a la población en un futuro, la mayoría de las fuentes que actualmente proveen se encuentran localizadas en el departamento de Chimaltenango, a esto se debe sumar que las fuentes existentes en ese departamento ya no pueden ser adquiridas debido a la escasez del vital líquido que los afecta, por lo que será necesario tomar medidas que puedan solucionar esta situación. Actualmente tres comunidades cuentan con nacimientos disponibles, que en un futuro pueden ser utilizados.

Tabla XV. Comunidades con fuentes disponibles

Comunidad	Descripción
El porvenir Chipop	Tiene un nacimiento de su propiedad disponible, localizado cerca de los que abastecen al sistema actual, el caudal de este nacimiento es de 1.33 litros por segundo.
Chitulul	Existe un nacimiento cercano al que utilizan actualmente, éste puede ser adquirido por la comunidad para introducirlo al sistema actual, el caudal es de 0.85 litros por segundo.
San José Xiquinabaj	Cuenta con fuentes que recientemente compraron, ubicadas a 20 kilómetros de la comunidad en el municipio de Tecpán, el caudal total es de 1.54 litros por segundo.

3.1.3. Clasificación de los sistemas de agua

La clasificación de los sistemas se determina con base en la evaluación de todos sus indicadores, y así definir el grado de intervención, como se describe en el inciso 4.1. El sistema aunque sea de intervención a corto plazo no significa que sea el de mayor inversión; los sistemas que poseen deficiencias en la calidad representan intervención inmediata y menos inversión que la implementación de un nuevo sistema de agua.

3.2. Disposición de desechos sólidos

El problema de la basura es uno de los temas de mayor importancia en la actualidad, su inadecuado manejo trae consecuencias que afectan no sólo la calidad de vida del ser humano sino también el de su entorno. Esto debido a la poca importancia que las autoridades municipales le brindan y al desarrollo que existe en las comunidades; además de tener un mayor impacto, otros aspectos como el de agua para consumo humano.

3.2.1. Recolección de desechos sólidos

La mayoría de los centros poblados no cuenta con un sistema de recolección de basura, por lo que con el paso del tiempo se hace evidente el crecimiento en la acumulación de basura en distintos puntos como: basureros clandestinos no autorizados, botaderos a cielo abierto sin ningún tratamiento, barrancos, veredas y caminos.

Solamente la cabecera municipal y el cantón Tzampetey cuentan con sistema de recolección de basuras que luego son depositados en lugares estipulados para tal efecto, sin tener un tratamiento efectivo, y esto viene a degradar el medio ambiente. Las demás comunidades no cuentan con ningún método que sea adecuado.

3.2.2. Producción de desechos sólidos

De acuerdo con el diagnóstico realizado en cada uno de los centros poblados, se han obtenido los siguientes resultados:

Tabla XVI. Producción de basura

Comunidad	Viviendas	Habitantes	Volumen m³/día	Peso kg/día	Per cápita kg/hab-día	ton./año	Volumen m³/año
Cabecera	986	5755	10.96	1541.5	0.26	562.65	4001.6
Xequistel	162	852	1.09	281.15	0.33	102.62	400.44
Agua Escondida	341	1689	2.17	426	0.25	155.49	793.83
El Porvenir Chipop	235	1279	1.24	131.45	0.10	47.98	291
Ojo de Agua	89	479	0.67	166.33	0.35	60.71	244.29
Tzancorral	44	196	0.20	20.55	0.10	7.5	73
Chitulul	126	689	0.67	200	0.29	73	245.35
El Naranjo	146	747	0.26	240.11	0.32	87.64	97.37
San Gabriel	107	572	1.02	137.89	0.24	50.33	372.52
Tzampetey	39	274	0.43	76.44	0.28	27.9	155.86
San José Xiquinabaj	76	402	0.71	122.03	0.30	44.54	262.02
Chuisajcap	65	340	0.52	99.67	0.29	36.38	190.40
Chuiquistel	31	123	0.07	13.12	0.10	4.79	27.00
Patzaj	17	82	0.07	16.44	0.20	6.00	26.3
Total	2464	13479	20.08	3472.68	0.24	1267.53	7180.98

3.2.3. Disposición final

Siendo evidente la carencia de un sistema de tren de aseo y tratamiento de basuras en la mayoría de las comunidades, los pobladores optan por utilizar métodos inadecuados para el manejo de sus desechos. A continuación se describen cada uno de ellos:

Incineración incontrolada

Consiste en la quema de los residuos, en su mayoría inorgánicos, sin tener en cuenta que esto genera dióxido de carbono, óxido de azufre y nitrógeno y otros contaminantes gaseosos que no sólo contaminan el medio ambiente, sino que provocan un aumento de enfermedades de tipo respiratorio; además este tipo de medida es uno de los causantes de los incendios forestales.

Botadero a cielo abierto

Es un lugar destinado por la municipalidad, donde se deposita la basura sobre la tierra o en depresiones topográficas, sin darle algún tipo de tratamiento. No es recomendable, ya que contribuye a la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por los lixiviados que produce. Se deben considerar también los malos olores que esta práctica produce durante la descomposición de la basura, ya que atrae vectores que son refugio de insectos, roedores y otros portadores de enfermedades.

Botadero clandestino

Al contrario de los botaderos a cielo abierto, los botaderos o basureros clandestinos no están autorizados por la municipalidad. Son producidos también por la acumulación de basuras en áreas no adecuadas y generan consecuencias similares a las de los botaderos a cielo abierto.

Además de estos tres métodos de disposición final, en menor escala, los desechos sólidos son enterrados o en su defecto son utilizados para abono de cultivos. En la tabla se muestra el porcentaje de la población que hace uso de cada método.

Tabla XVII. Disposición final de desechos sólidos

Comunidad	Incineración (%)	La tiran (%)	La entierran (%)	Para abono (%)	Orgánico (%)	Inorgánico (%)
Cabecera	25.00	70.00	2.00	3.00	75	25
Xequistel	33.16	61.22	4.08	1.54	88	11
Agua Escondida	28.39	60.93	6.51	4.16	68.5	31.5
El Porvenir Chipop	37.87	47.66	2.98	11.91	60	40
Ojo de Agua	38.46	49.92	11.62	0.00	80	20
Tzancorral	38.00	42.00	20.00	0.00	62.5	37.5
Chitulul	40.93	32.16	17.44	9.40	64.5	35.5
El Naranjo	34.00	55.00	2.00	9.00	78	22
San Gabriel	13.93	79.51	5.14	0.82	85.7	14.3
Tzampetey	26.00	66.00	2.00	6.00	72.7	27.3
San José Xiquinabaj	18.52	69.14	4.94	7.40	80	20
Chuisajcap	32.25	46.65	5.28	15.82	72	28
Chuiquistel	39.47	55.27	2.63	2.63	80	20
Patzaj	29.83	64.43	2.87	2.87	95	5
Promedio	31.14	57.14	6.39	5.33	75.85	24.15

Del total de residuos que se producen el 76% es de origen orgánico, esencialmente en las viviendas; mientras que el resto, es de origen inorgánico, producido en pequeños comercios.

3.3. Disposición de excretas y aguas residuales

Para el manejo de excretas, el sistema más utilizado por todas las comunidades es el de letrinas de hoyo ciego, correspondiente al 65.5% de la población; mientras que una mínima parte cuenta con inodoros lavables con pozos de absorción.

La principal deficiencia es el estado en el que actualmente se encuentran las letrinas, que en su mayoría están deterioradas, por lo que necesitan la construcción de nuevas letrinas y en otros casos reparaciones pequeñas.

La disposición de aguas residuales, en su mayoría, el destino final son los cultivos o simplemente corren a flor de tierra; en muy pocas ocasiones cuentan con pozos de absorción, los que son utilizados también para la deposición de excretas.

Tabla XVIII. Cobertura de letrinas y pozos de absorción

Comunidad	Estado de la letrina			No tiene letrina	Inodoro lavable	Pozo de absorción	Total de Viviendas
	Bueno	Regular	malo				
Cabecera	215	230	275	156	110	110	986
Xequistel	11	38	35	44	34	20	162
Agua Escondida	37	59	68	54	123	123	341
El Porvenir Chipop	33	46	69	87	0	6	235
Ojo de Agua	2	27	33	24	3	5	89
Tzancorral	3	6	16	19	0	0	44
Chitulul	2	50	49	25	0	0	126
El Naranjo	3	36	45	39	23	23	146
San Gabriel	11	23	46	25	2	2	107
Tzampetey	13	5	18	3	0	10	39
San José Xiquinabaj	0	12	36	27	1	0	76
Chuisajcap	4	9	24	25	3	3	65
Chuiquistel	0	6	9	16	0	0	31
Patzaj	0	0	10	7	0	0	17
Total	334	547	733	551	299	302	2464

De la tabla anterior, los datos para la cabecera municipal se encontraron utilizando una proyección de una muestra tomada de 100 viviendas; debido al tamaño de la población y por el hecho de ser una zona urbana en donde la densidad de viviendas es grande y no es posible la implementación de letrinas y pozos de absorción.

Del total de viviendas, el 65.5% cuenta con letrinas, el 12.13% inodoros lavables y 22.37% no tiene ningún sistema para el tratamiento de excretas.

Del total de letrinas, el 20.69% se encuentra en buenas condiciones, 33.89% tiene pequeñas deficiencias como caseta en mal estado, o le hace falta algún componente y el 45.42% se encuentran totalmente deterioradas.

Solamente el 12.25% cuenta con pozos de absorción para el tratamiento de aguas residuales.

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL DIAGNÓSTICO

4.1. Clasificación de los sistemas de agua para consumo humano, según grado de emergencia

Tabla XIX. Clasificación de sistemas de agua para consumo humano

Riesgo Sanitario (%)	Calidad UFC	Cobertura (%)	Continuidad Horas/día/año	Cantidad Lts/hab/día	Administración Operación y Mantenimiento	Punteo Total
Cabecera municipal						
52.45	00	90.06	24	112.8	Insuficiente recurso humano y económico	
2	1	1	1	1	3	9
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		COLOR		GRADO DE INTERVENCIÓN		TIEMPO DE INTERVENCIÓN
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO
Xequistel						
41.12	00	100.00	24	440.11	Insuficiente recurso económico	
1	1	1	1	1	2	7
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO
Agua Escondida						
56.71	00	100.00	5.38	197	Insuficiente recurso humano y económico	
2	1	1	3	1	3	11
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO
El Porvenir Chipop						
46.81	00	98.72	9.5	185	Insuficiente recurso humano y económico	
1	1	1	3	1	3	10
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO
Ojo de Agua						
45.13	00	96.62	24	401	Insuficiente recurso humano y económico	
1	1	1	1	1	3	8
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO
Tzancorral						
61.06	00	90.9	24	184	Insuficiente recurso humano y económico	
2	1	1	1	1	3	9
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO

Continúa

Chitulul						
54.73	03	78.5	3	92.8	Insuficiente recurso humano y económico	
2	10	3	3	2	3	23
C		ROJO		ALTO		CORTO PLAZO
El Naranjo						
81	00	100	24	59	Insuficiente recurso humano y económico	
3	1	1	1	3	3	12
C		ROJO		ALTO		CORTO PLAZO
San Gabriel						
81	00	100	24	77	Insuficiente recurso humano y económico	
3	1	1	1	2	3	11
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO
Tzampetey						
81	00	100	24	160	Insuficiente recurso humano y económico	
3	1	1	1	1	3	9
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO
San José Xiquinabaj						
49.62	00	89.47	1.8	92.42	Insuficiente recurso humano y económico	
1	1	2	3	2	3	12
C		ROJO		ALTO		CORTO PLAZO
Chuisajcap						
37.89	00	96.92	24	571	Insuficiente recurso humano y económico	
1	1	1	1	1	3	8
B		AMARILLO		MEDIO		MEDIANO PLAZO
Chiquistel						
41.34	04	100	De 1 a 24	21 a 1106	Insuficiente recurso humano y económico	
1	10	1	3	3	3	21
C		ROJO		ALTO		CORTO PLAZO
Patzaj						
64.62	33	100	24	163	Insuficiente recurso humano y económico	
2	10	1	1	1	3	18
C		ROJO		ALTO		CORTO PLAZO

La clasificación de los sistemas para las comunidades de El Naranjo, San Gabriel y Tzampetey, se realizó para el sistema secundario; en los demás casos se tomaron los sistemas existentes.

4.1.1. Proyección de capacidad de las fuentes para abastecer a la población

Tabla XX. Proyección de vida útil de las fuentes de agua para atender la demanda futura

Comunidad	Sistema A	Sistema B	Tiempo (años)
	Caudal (lts/seg)	Caudal (lts/seg)	
Cabecera municipal	6.77	1.27	9
Xequistel	3.56	3.17	mas de 30
Agua Escondida	3.89	1.50	25
El Porvenir Chipop	2.81	1.94	25
Ojo de Agua	4.35	0.29	mas de 30
Tzancorral	0.63	3.04	mas de 30
Chitulul	0.77	3.04	1
El Naranjo		3.04	Terminado
San Gabriel		3.04	Terminado
Tzampetey		3.04	7
San José Xiquinabaj	0.43		Terminado
Chuisajcap	2.18	3.17	mas de 30
Chiquistel	Variable	0.227	20
Patzaj	0.15		18

En la tabla anterior se hace referencia a la vida útil de las fuentes de los sistemas principales que abastecen actualmente a las comunidades evaluadas, con una dotación de 90 litros por habitante por día y una tasa de crecimiento de 2.76%. En el caso de El Naranjo, San Gabriel y Tzampetey se hace referencia al sistema secundario, el cual es compartido con otras tres comunidades.

Las autoridades locales que son generalmente las responsables del buen funcionamiento de los sistemas existentes deben garantizar que la calidad y cantidad del agua sea adecuada, por eso es importante que se tome en cuenta lo referente a la protección y conservación de las captaciones. Tal es el caso de la comunidad de San José Xiquinabaj y Chitulul en la que los sistemas tienen una vida útil corta, pues las fuentes ya no poseen la capacidad de abastecer a la población en un futuro, siendo este el problema principal.

Al tomar en cuenta la alta degradación del medio ambiente, con lo que se provoca el agotamiento acelerado de los caudales de las fuentes y el crecimiento poblacional, se presenta la clara necesidad de tomar acciones relacionadas a la búsqueda de una mejor forma de explotación y manejo del recurso.

Es necesaria la implementación de un estudio hidrogeológico, del cual se obtenga información referente a la explotación del recurso agua, debido a la escasez de fuentes superficiales en el municipio.

Este estudio beneficiaría en un futuro a la mayoría de las comunidades cuando los sistemas de agua cumplan ya su vida útil. Esto debido a que no se cuenta actualmente con fuentes superficiales disponibles y a la escasez de las mismas.

4.2. Clasificación de los sistemas de saneamiento básico según grado de emergencia

Tabla XXI. Clasificación del sistema de disposición de excretas (letrinas)

Indicadores evaluados	CABECERA		XEQUISTEL	
	% de riesgo	Ponderación	% de riesgo	Ponderación
Riesgo sanitario	65.73	3	48.06	3
Cobertura	84.18	3	72.84	3
TOTAL		6		6
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		C		C
GRADO DE INTERVENCIÓN		ALTO		ALTO
COLOR		ROJO		ROJO
	AGUA ESCONDIDA		EL PORVENIR CHIPOP	
Riesgo sanitario	34	2	66	3
Cobertura	84	2	64	3
TOTAL		4		6
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		B		C
GRADO DE INTERVENCIÓN		MEDIO		ALTO
COLOR		AMARILLO		ROJO
	OJO DE AGUA		TZANCORRAL	
Riesgo sanitario	64	3	72.56	3
Cobertura	73	3	56.82	3
TOTAL		6		6
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		C		C
GRADO DE INTERVENCIÓN		ALTO		ALTO
COLOR		ROJO		ROJO
	CHITULUL		EL NARANJO	
Riesgo sanitario	72	3	56.72	3
Cobertura	80	2	73.28	3
TOTAL		5		6
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		C		C
GRADO DE INTERVENCIÓN		ALTO		ALTO
COLOR		ROJO		ROJO

Continúa

	SAN GABRIEL		TZAMPETEY	
Riesgo sanitario	67.95	3	41.63	3
Cobertura	76.64	2	92.30	1
TOTAL		5		4
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		C		B
GRADO DE INTERVENCIÓN		ALTO		MEDIO
COLOR		ROJO		AMARILLO
	SAN JOSÉ XIQUINABAJ		CHUISAJCAP	
Riesgo sanitario	70.00	3	65.00	3
Cobertura	64.47	3	61.54	3
TOTAL		6		6
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		C		C
GRADO DE INTERVENCIÓN		ALTO		ALTO
COLOR		ROJO		ROJO
	CHUIQUISTEL		PATZAJ	
Riesgo sanitario	76.00	3	64.93	3
Cobertura	48.39	3	58.82	3
TOTAL		6		6
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		C		C
GRADO DE INTERVENCIÓN		ALTO		ALTO
COLOR		ROJO		ROJO

Tabla XXII. Clasificación del sistema de aguas residuales

Indicador evaluado	Cobertura	
	Cobertura %	Ponderación
Comunidad		
Cabecera	5	3
Xequistel	12.34	3
Agua Escondida	36	3
El porvenir Chipop	2.55	3
Ojo de Agua	5.6	3
Tzancorral	0	3
Chitulul	0	3
El Naranja	15.75	3
San Gabriel	1.86	3
Tzampetey	25.64	3
San José Xiquinabaj	0	3
Chuisajcap	4.62	3
Chiquistel	0	3
Patzaj	0	3
CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA		C
GRADO DE INTERVENCIÓN		ALTO
COLOR		ROJO

En la tabla anterior se plantea solamente la cobertura en cuanto al sistema más apropiado que utilizan todas las comunidades, que es el de pozos de absorción, ya que el estado de los mismos es deficiente en la totalidad de los casos por no contar con todos los componentes necesarios para su buen funcionamiento, siendo simplemente pozos ciegos que no tienen ningún tratamiento preliminar por medio de fosas sépticas y cajas trampa de grasa.

Para el tratamiento de los desechos sólidos únicamente la cabecera municipal y el cantón Tzampetey cuentan con disposición final por medio de tren de aseo en donde la disposición final son basureros a cielo abierto.

Tabla XXIII. Clasificación de los tres sistemas de saneamiento

Resultados de la evaluación				
Punteo de los 3 sistemas	Clasificación del sistema por letra	Clasificación del sistema por color	Grado de intervención	Tiempo de intervención
9 a 12	C	Rojo	Alto	Corto plazo

Los sistemas de aguas residuales y desechos sólidos en todas las comunidades presentan serias deficiencias, la puntuación de ambos sistemas es equivalente a 6 puntos. En el sistema de disposición de excretas, la comunidad que presenta menor riesgo (Tzampetey) tiene una puntuación mínima de 4 puntos; por tanto, la puntuación mínima de los tres sistemas en conjunto suma 10 puntos, lo que determina que todas las comunidades se encuentran clasificadas como se muestra en la tabla anterior.

4.2.1. Consecuencias de la disposición actual

Como consecuencia del manejo inadecuado de excretas, aguas residuales y desechos sólidos se corren los siguientes riesgos:

- Contaminación del medio ambiente
- Proliferación de vectores transmisores de enfermedades (cucarachas, mosquitos, roedores, etc)
- Producción de malos olores
- Considerable aumento en los índices de mortalidad por enfermedades
- Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
- Contaminación del lago de Atitlán por medio de los lixiviados

4.3. Acciones a realizar en cada componente

De los resultados obtenidos en la evaluación de los sistemas, aplicada la metodología, permite identificar los tipos de acciones necesarias a considerar para que los sistemas puedan clasificarse según el grado de deficiencia que éstos presentan. Para ello, además, es necesario establecer los criterios que se deben considerar al momento de definir el tipo de proyecto a realizar.

Se han establecido varios tipos de proyecto de agua y saneamiento a implementar, según el resultado de evaluación de cada comunidad; para ello, es necesario tomar en cuenta los fundamentos, criterios y bases matemáticas para la construcción de sistemas de agua potable y saneamiento.

Descripción de los proyectos

Proyectos de agua potable

La selección del tipo de sistema que abastecerá a cada comunidad dependerá de los siguientes parámetros:

- Si la fuente se encuentra más baja que la comunidad se procederá a instalar una bomba para conducir el agua en un punto elevado, que pueda por gravedad abastecer a la comunidad.
- Si la fuente se encuentra más arriba que la comunidad, entonces se adoptará el método por gravedad.
- Para la explotación de pozos con bomba, es necesario conocer el comportamiento del agua subterránea por medio de un estudio hidrogeológico.
- Para la construcción y diseño de las diferentes acciones y elementos para cada sistema, se tomarán en cuenta los parámetros de diseño establecidos en el anexo 1

Tipo 1

Construcción de nuevo sistema por gravedad

Contempla la captación de manantiales, conducción del agua a través de acueductos por gravedad, tanque de distribución, sistema de desinfección, red de distribución e instalación de llena cántaros y/o conexión domiciliar. Este tipo de proyecto es factible si cumple con los requisitos siguientes:

- Contar con fuentes superficiales con caudal suficiente para cubrir la demanda, además de estar a una distancia acorde al tamaño de la población, para asegurar que su costo no esté fuera de los límites normales para este tipo de proyectos.
- Disponer de derechos de paso y uso.
- Tomar en cuenta que sólo existe esta fuente de agua y no existe información sobre la situación del agua subterránea.
- Que la comunidad se comprometa a aportar su mano de obra al proyecto, y pagar la tarifa adecuada de operación, administración y mantenimiento.

Tipo 2

Ampliación y mejoramiento del sistema actual

Contempla la ampliación y mejoramiento de los componentes ya existentes, captación de manantial, línea de conducción, tanque de distribución, sistema de desinfección, red de distribución y conexión domiciliar. Este tipo de proyecto es factible si cumple con los requisitos siguientes:

- Contar con fuentes superficiales con caudal suficiente para cubrir la demanda de la población.
- Disponer de derechos de paso y uso.
- Tomar en cuenta que sólo existe esta fuente de agua y no existe información sobre la situación del agua subterránea.
- Que la comunidad se comprometa a aportar su mano de obra al proyecto, y pagar la tarifa adecuada de operación, administración y mantenimiento.

Tipo 3

Perforación de pozos mecánicos y manuales

Contempla la excavación de pozos e instalación de equipo, construcción de línea de bombeo, ampliación y mejoramiento de tanque de distribución, sistema de desinfección, red de distribución y conexión domiciliar. Este tipo de proyecto es factible si cumple con los requisitos siguientes:

- Que no se cuente con fuentes superficiales.
- Darle mayor preferencia a un sistema de bombeo, por parte de las autoridades y comunidades.
- Implementarse en comunidades con capacidad de pago de la operación y mantenimiento.
- Que la población sea mayor de 500 habitantes, para el caso de un pozo mecánico.
- Estar confirmado el apoyo para el mantenimiento del sistema por bombeo por parte de la comunidad o comunidades y la municipalidad.
- Tener convenios de pago de tarifas adecuadas.
- Contar con derechos de paso y uso.
- Disponer de energía eléctrica.
- Contar con la información generada por medio de un estudio hidrogeológico.
- Que la comunidad se comprometa a aportar su mano de obra al proyecto y pagar la tarifa adecuada de operación, administración y mantenimiento.

Proyectos de saneamiento

Tipo 1

Sistema de drenajes

Contempla la implementación de un sistema de drenaje sanitario para aguas residuales. Éste debe considerar el diseño de una planta de tratamiento. El proyecto de saneamiento es factible si cumple con los requisitos siguientes:

- Tener agua domiciliar
- Contar con una población mayor de 500 habitantes
- Que la ubicación de las viviendas no sea dispersa, de manera que imposibilite la implementación de otro sistema
- Que la topografía del terreno sea apropiada para el drenaje
- Contar con un estudio de diseño final.
- Disponer de un predio para la construcción de la planta de tratamiento.
- Contar con derechos de paso.
- Que la comunidad se comprometa a aportar su mano de obra al proyecto y pagar la tarifa adecuada de operación, administración y mantenimiento.

Tipo 2

Pozos de absorción

Contempla la implementación de pozos de absorción para aguas negras; la estructura de dichos pozos debe proporcionar la facilidad de poder agregar fosas sépticas así como trampa de grasa. Este tipo de proyecto es factible si cumple con los requisitos siguientes:

- Tener agua domiciliar.
- Disponer de información de capacidad de infiltración del suelo y nivel freático.
- No tener otro sistema de disposición de aguas negras.
- Contar con terreno para su construcción.
- Que la comunidad se comprometa a aportar su mano de obra al proyecto y darle la operación y mantenimiento adecuado.

Tipo 3

Letrinas

Contempla la implementación de letrinas para disposición de excretas, las cuales deben tener los componentes necesarios como: caseta, plancha, tasa, y tubo de ventilación. Este tipo de proyecto es factible si cumple con los requisitos siguientes:

- Disponer de información sobre el nivel freático.
- No tener otro sistema de disposición de excretas o tenerlo en mal estado.
- Contar con terreno para su construcción.
- Que la población existente en la comunidad sea mínima
- Que la comunidad se comprometa a aporte de mano de obra al proyecto.

Tipo 4

Relleno sanitario

Contempla la implementación de un tren de aseo y construcción de un relleno sanitario municipal. Este tipo de proyecto es factible si cumple con los requisitos siguientes:

- Contar con un predio adecuado para la implementación del relleno sanitario
- Que la ubicación del predio sea estratégica de manera que todas las comunidades tengan acceso al sistema
- No tener ningún sistema de manejo de desechos sólidos.
- Que la producción de basura en las comunidades sea elevada
- Contar con un estudio de diseño final
- Que la municipalidad conforme una entidad encargada de la operación, administración y mantenimiento del relleno sanitario
- Que la comunidad se comprometa a aportar su mano de obra al proyecto y pagar la tarifa adecuada para la operación, administración y mantenimiento.

Tipo 5

Basureros familiares

Contempla la implementación de basureros familiares, a comunidades que por su baja producción de desechos y falta de vías de acceso adecuadas, no serán beneficiadas con el tren de aseo y relleno sanitario municipal. Este tipo de proyecto es factible si cumple con los requisitos siguientes:

- No estar incluido en el proyecto de tren de aseo y relleno sanitario.
- No tener ningún sistema de manejo de desechos sólidos.
- Tener baja producción de desechos sólidos
- No contar con vías de acceso adecuadas
- Disponer de terreno para su construcción
- Que la comunidad se comprometa a aportar su mano de obra al proyecto.

Para que el tipo de proyecto que sea implementado y traiga beneficios a la población, es importante también que participen en proyectos de capacitación en el tema de educación sanitaria, operación, administración y mantenimiento. Estas capacitaciones deberán ser impartidas por las instituciones financiadoras en coordinación con la municipalidad, a través de la oficina municipal de planificación y el departamento municipal de agua.

Tipo 6

Educación sanitaria

La educación sanitaria es uno de los principales proyectos que la municipalidad en coordinación con otras instituciones debe implementar para garantizar el buen funcionamiento en los sistemas de agua y saneamiento. En el capítulo siguiente se describe de forma más específica el tema de educación sanitaria para los sistemas con los que actualmente cuentan las comunidades.

4.4. Priorización de acciones

Con la priorización de acciones, el diagnóstico persigue un alto grado de intervención en proyectos de agua y saneamiento en las comunidades que mayores deficiencias tengan, con ello se podrán obtener las acciones en 3 fases de intervención, para lograr al máximo lo establecido en el presente diagnóstico.

- Primera fase: contempla la intervención inmediata de los sistemas en un lapso de 1 a 2 años.
- Segunda fase: intervención en un tiempo de 3 a 4 años.
- Tercera fase: intervención en un tiempo de 5 a 6 años.

Criterios de priorización

Para establecer el orden de intervención y la fase en la que se encuentra cada comunidad se toman en cuenta los resultados de la evaluación obtenida como se proyecta en la clasificación establecida en el capítulo 4, la cual indica la prioridad de acción (baja, media, alta), y que automáticamente se dividirá en tres fases.

Para los casos en que existan varias comunidades con los mismos niveles de prioridad de acción se realizará la siguiente clasificación:

- Se dará prioridad a los sistemas que mayores deficiencias tienen.
- Se ordenarán las comunidades en base a la población beneficiada en orden ascendente, ya que de la evaluación realizada las que presentan mayores inconvenientes en ambos sistemas son las de menor población, además de tener los más altos índices de pobreza y menor desarrollo.

Tabla XXIV. Tipo de acciones y fase de intervención en agua para consumo humano

Comunidad	Acción	Fase de intervención
Cabecera	Ampliaciones y mejoras a los dos sistemas actuales.	Segunda fase
Xequistel	Ampliaciones y mejoras en el que incluye la unificación de caudales a un mismo tanque de distribución, para utilizar solo una red de distribución.	Tercera fase
Agua Escondida	Ampliaciones, mejoras, estudio para red de distribución principal y estudio de sistema secundario.	Segunda fase
El Porvenir Chipop	Ampliaciones y mejoras a sistema principal, construcción de nueva pila comunitaria.	Segunda fase
Ojo de Agua	Ampliaciones y mejoras que incluyen la unificación de ambos sistemas a un mismo tanque de distribución	Tercera fase
Tzancorral	Ampliaciones y mejoras que incluyen la unificación de ambos sistemas a un mismo tanque de distribución.	Segunda fase
Chitulul	Ampliaciones y mejoras, compra de nacimiento e introducción al sistema principal, construcción de nuevo tanque de distribución y estudio de red de distribución.	Primera fase
El Naranja	El sistema Paxulá compartido por seis comunidades requiere de un estudio completo.	Tercera fase
San Gabriel		Tercera fase
Tzampetey		Tercera fase
San José Xiquinabaj	Estudio y construcción de nuevo sistema de agua por gravedad, mejoras y ampliaciones al sistema actual que incluye nuevo diseño de red distribución.	Primera fase
Chuisajcap	Ampliaciones y mejoras de ambos sistemas	Tercera fase
Chuiquistel	Construcción de pozos con bomba manual a las viviendas que carecen de éste	Primera fase
Patzaj	Búsqueda de nacimiento para construcción de sistema por gravedad, mejoras al sistema actual.	Primera fase

En clasificación descrita en el inciso 4.1, la comunidad del Naranja, aunque presenta un grado de intervención a corto plazo, la fase de intervención que muestra la tabla anterior es la tercera, por tratarse del sistema secundario. Al igual que las comunidades de San Gabriel y Tzampetey.

Tabla XXV. Tipo de acciones y fase de intervención en sistemas de disposición de excretas y aguas negras

Comunidad	Acción	Fase de intervención
Cabecera	Estudio de factibilidad y diseño final de sistema de drenajes para aguas residuales y excretas con su respectiva planta de tratamiento	Segunda fase
Xequistel	Estudio de factibilidad y diseño final de sistema de drenajes para aguas residuales y excretas con su respectiva planta de tratamiento	Primera fase
Agua Escondida	Estudio de factibilidad y diseño final de sistema de drenajes para aguas residuales y excretas con su respectiva planta de tratamiento, construcción de letrinas y pozos de absorción para las viviendas que no sea posible incorporarse al sistema.	Tercera fase
El Porvenir Chipop	Estudio de factibilidad y diseño final de sistema de drenajes para aguas residuales y excretas con su respectiva planta de tratamiento	Segunda fase
Ojo de Agua	Mejoramiento de 27 letrinas, construcción de 57 letrinas nuevas, construcción de 86 pozos sumideros	Segunda fase
Tzancorral	Mejoramiento de 6 letrinas, construcción de 35 letrinas nuevas, construcción de 44 pozos sumideros	Primera fase
Chitulul	Mejoramiento de 50 letrinas, construcción de 74 letrinas nuevas, construcción de 126 pozos sumideros	Primera fase
El Naranja	Mejoramiento de 36 letrinas, construcción de 84 letrinas nuevas, construcción de 123 pozos sumideros	Segunda fase
San Gabriel	Mejoramiento de 23 letrinas, construcción de 71 letrinas nuevas, construcción de 105 pozos sumideros	Segunda fase
Tzampetey	Mejoramiento de 5 letrinas, construcción de 21 letrinas nuevas, construcción de 39 pozos sumideros	Tercera fase
San José Xiquinabaj	Mejoramiento de 12 letrinas, construcción de 63 letrinas nuevas, construcción de 75 pozos sumideros	Primera fase
Chuisajcap	Mejoramiento de 9 letrinas, construcción de 49 letrinas nuevas, construcción de 62 pozos sumideros	Segunda fase
Chuiquistel	Mejoramiento de 6 letrinas, construcción de 25 letrinas nuevas, construcción de 31 pozos sumideros	Primera fase
Patzaj	Construcción de 17 letrinas nuevas, construcción de 17 pozos sumideros	Primera fase

Para el tratamiento de desechos sólidos la acción más viable es la construcción de un relleno sanitario que cubra a 13 comunidades, a excepción del caserío Patzaj donde se deben construir basureros familiares; esto debe realizarse en un tiempo mínimo.

5. EDUCACIÓN SANITARIA

5.1. Administración operación y mantenimiento de los sistemas existentes

La educación sanitaria, constituye uno de los proyectos principales en la implementación del diagnóstico, ya que es el que posee mayores deficiencias debido a la poca importancia que se le da por parte de las autoridades municipales como también de las mismas comunidades.

Con el fin de disminuir los índices de enfermedades ocasionadas por la contaminación y mejorar la calidad de vida de la población, la municipalidad deberá educar a los habitantes en actividades de higiene básica para la aplicación a nivel personal, familiar y colectivo (escuelas, iglesias, mercados, etc.). Se debe iniciar por la capacitación a los promotores de la municipalidad y de las comunidades, especialmente a los líderes, en aspectos de higiene y educación en saneamiento, quienes posteriormente deberán educar a la población en general.

La municipalidad tendrá la obligación de promover campañas de limpieza reforzándolas con actividades que difundan el mensaje de higiene con énfasis en el lavado de las manos, manejo de alimentos, lavado de utensilios de cocina, lavado de depósitos de agua, manejo de la basura y limpieza de letrinas, así como su forma adecuada de mantenimiento. Todas estas operaciones con el fin de llegar a un verdadero cambio de conducta en determinado tiempo.

Para obtener mejores resultados en materia de campañas y capacitaciones, se deberá involucrar a todos los grupos organizados del municipio: ONG's, organismos internacionales, instituciones estatales, entidades religiosas, cooperativas y especialmente a los consejos comunitarios de desarrollo (COCODES) de cada comunidad.

Para la administración, operación y mantenimiento de los proyectos de agua y saneamiento, las comunidades deberán tener un comité respectivo, en el caso de los sistemas de agua potable. En donde ya existen comités es necesario que la capacitación se implemente de manera inmediata, ya que éstos desconocen el funcionamiento del mismo.

Es importante concientizar a la población acerca del consumo adecuado que se le debe dar al agua, ya que este municipio no posee fuentes de aguas superficiales (nacimientos) que puedan ser utilizados para abastecer la demanda futura. Debe informarse también sobre como preservar los nacimientos actuales, así como las consecuencias que trae consigo, el mal manejo de éstos.

La educación sanitaria debe estar proyectada al aseo personal, operación y mantenimiento adecuado de los sistemas de agua potable, de las letrinas, manejo adecuado de los desechos sólidos, protección de los mantos acuíferos y de la contaminación del medio ambiente en general.

CONCLUSIONES

1. Las condiciones en que se encuentra la población del municipio de San Antonio Palopó en los sistemas de agua potable y saneamiento del medio, son deficientes en la mayoría de los casos; principalmente, en el aspecto de saneamiento.
2. La falta de conciencia, conocimientos y desinterés por parte de las autoridades locales y los habitantes de las comunidades rurales, con respecto al estado actual de los sistemas de agua potable, aguas residuales, desechos sólidos y excretas, provoca el aumento de los porcentajes de morbi-mortalidad y contaminación ambiental, degradando con ello la calidad de vida de los habitantes y del medio ambiente.
3. Los sistemas de agua potable existentes fueron afectados por el paso de la tormenta Stan en el año 2005, a raíz de eso fueron intervenidos por una ONG internacional “Lagun Artean”, con el apoyo de la municipalidad y las comunidades, para la reactivación de los sistemas; pero debido a los diversos daños, estos poseen deficiencias que urge contrarrestar, para garantizar el funcionamiento adecuado.
4. No se tiene personal capacitado y equipo necesario para operar, administrar y darle mantenimiento adecuado al sistema.
5. La cobertura de agua en el municipio es de 96%, y el saneamiento, tomando en cuenta los tres sistemas, varía de 15% a 75%.

6. La mayoría de excretas en todas las comunidades son manejadas a través de letrinas de pozo ciego, mientras que las aguas residuales carecen de un sistema de tratamiento adecuado, por lo que éstas son evacuadas en los caminos o corren a flor de tierra en los cultivos; en el caso de la cabecera municipal, el destino final es el lago de Atitlán, sin tener un tratamiento previo.
7. Los desechos sólidos no cuentan con disposición final adecuada, para su tratamiento se utilizan varias formas, entre las más comunes están la incineración de la basura inorgánica, la utilización de la basura orgánica como abono para los cultivos, creación de basureros clandestinos y basureros a cielo abierto.
8. La cabecera municipal y el cantón Tzampetey son los únicos que cuentan con tren de aseo para los desechos sólidos, pero la disposición final son botaderos a cielo abierto y esto viene a contaminar el Lago de Atitlán por medio de los lixiviados.
9. No existen fuentes disponibles en el municipio que puedan ser utilizadas para implementar nuevos sistemas de agua por gravedad.

RECOMENDACIONES

1. Que la municipalidad de San Antonio Palopó tome en cuenta las consideraciones que se describen en el presente informe, para el desarrollo integral de proyectos de agua potable y saneamiento, de acuerdo con el grado de intervención que requiere cada uno de los sistemas.
2. Con el apoyo de instituciones nacionales e internacionales, se debe iniciar la gestión para la puesta en marcha de las soluciones propuestas.
3. Se deberá coordinar, a corto plazo, la implementación de sistemas de desinfección para los tres sistemas en los que el agua se encuentra contaminada y, crear campañas de capacitación para la operación adecuada de los métodos existentes en cada sistema.
4. Conseguir financiamiento para el estudio de diseño final y ejecución del nuevo proyecto de sistema de agua potable por gravedad, para el caserío de San José Xiquinabaj.
5. Es necesario implementar una tarifa por el servicio de agua y la capacitación de los miembros del comité respectivo para la administración, operación y mantenimiento de sistemas de agua, con el objeto de que éstos sean autosostenibles.

6. Promover campañas en materia de educación sanitaria y correcto uso del agua, con la participación de instituciones nacionales e internacionales; así como, de las organizaciones comunitarias, para que a través de ellas se difunda la información pertinente a todos los pobladores para mejorar su calidad de vida.
7. Reforestar el área de influencia de la actual fuente para evitar su agotamiento, ya que prevalece la escasez de fuentes superficiales en el municipio.
8. Se debe realizar un estudio hidrogeológico a largo plazo, que presente información de mantos freáticos, zonas de descarga, cantidad de agua disponible y planes de manejo del recurso agua, información útil para la ejecución de nuevos proyectos de agua potable.
9. Adquirir un predio para el diseño de un tren de aseo y relleno sanitario, que posea las características requeridas para la disposición final de los desechos sólidos.
10. Promover la construcción de basureros familiares para la comunidad de Patzaj, de acuerdo con normas que preserven el medio ambiente.
11. Implementar letrinas de hoyo seco y pozos sumideros para la disposición de excretas y aguas residuales. Así como el estudio, diseño final y construcción de sistema de drenajes en las comunidades que así lo requieran.

12. Fortalecer la participación comunitaria en la ejecución de proyectos, con el fin de crear en ellos la conciencia necesaria acerca de su importancia para el desarrollo de sus comunidades.
13. Conservar la recién creada Oficina Municipal de Agua y que ésta sea la encargada de darle seguimiento al presente proyecto.
14. Realizar la ejecución de los proyectos con base en la priorización contemplada en el diagnóstico municipal y con ello subsanar los problemas encontrados en las comunidades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Juárez Aguilar, Juan Estuardo. Plan maestro en agua y saneamiento, municipio de San Andrés Semetabaj, departamento de Sololá. Tesis de graduación de ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala: 2004.
2. **Instituto Geográfico Nacional.** Mapa cartográfico del departamento de Sololá. Escala 1:50,000 HOJA 1960 II.
3. **Instituto Nacional de Estadística (INE).** Censo poblacional 2002.
4. **Manual de saneamiento, vivienda, agua y desechos.** Dirección de ingeniería sanitaria. Secretaria de Salubridad y Asistencia. México: Editorial LIMUSA, S.A. de C.V. México, 1990.
5. **Plan de desarrollo integral 2005-2014.** Municipio de San Antonio Palopó, Sololá. Guatemala, 2004.
6. **Planes comunitarios de desarrollo. Años 2005-2015.** Municipio de San Antonio Palopó, Sololá. Guatemala, 2004.

ANEXOS

ANEXO 1

FUNDAMENTOS, CRITEROS Y BASES MATEMÁTICAS PAR EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS DE AGUA Y SANEAMIENTO

Diseño y construcción de sistemas de agua potable

1.1 Información preliminar

La información preliminar que se recopila al iniciar el estudio es de suma importancia, ya que identifica la situación actual de la comunidad en cuanto a la necesidad principal, se obtiene información relacionada con: población, vivienda, accesos, abastecimiento actual de agua, disposición de excretas, otros servicios existentes, fuentes disponibles de agua, organización comunitaria etc. Se realiza mediante boletas de encuesta.

1.2 Aforo de nacimientos

Los aforos a los nacimientos se realizan en época de estiaje (verano), por un método práctico y fácil de comprender para las personas que intervienen en el proceso de estudio de un sistema de agua, este método es el volumétrico, el que es realizado de la siguiente manera:

Se limpia toda el área que comprende el nacimiento, luego se reúne en un sólo cauce y se procede a aforarlo. Se debe utilizar un recipiente del cual se conozca su volumen, después de ello se toma el tiempo en el que se llena el recipiente, el proceso se realiza 3 veces, y se obtiene el tiempo promedio para obtener el resultado final del aforo, que se realiza dividiendo el volumen del recipiente en litros dentro del tiempo promedio establecido en segundos; el dato final será dado en litros/segundo.

1.3 Levantamiento topográfico

Parte del proceso de planificación de un sistema de agua se refiere a la medición de la proyección de la línea de conducción o distribución, como de su nivelación, la que dependerá de la exactitud del método topográfico. el mejor método para levantamiento topográfico es el que usa teodolito (planimetría, proyección sobre un plano horizontal) y nivel de precisión (altimetría, diferencias de nivel).

Consideraciones para el dibujo topográfico de un sistema de agua

- Cálculo de libreta topográfica.
- Obtención de información sobre accidentes geográficos en la libreta topográfica.
- Utilización de la escala adecuada.
- Caminamientos y niveles.
- Plano de conjunto del proyecto.
- Nomenclatura estándar a utilizar bien definida
- Seguimiento del orden de la hoja en cuanto a su contenido
- Información del personal que interviene en las fases del proyecto

1.4 Cálculo hidráulico

Para el caso de sistemas de agua potable por gravedad, se utiliza la fórmula de Hazen Williams, que tiene una relación entre diámetro caudal y el coeficiente de rugosidad y longitud.

$$H_f = \frac{1743.811141 * L * Q^{1.852}}{C^{1.852} * D^{4.87}}$$

Donde:

H_f = Pérdida de energía por fricción o pérdidas de carga

L = Longitud de tramo en metros

Q = Caudal

D = Diámetro nominal

C = Coeficiente de rugosidad

Para PVC, el valor de C es igual a 140 y para HG C es igual a 100.

Para el caso de sistemas de bombeo se utilizan las siguientes fórmulas.

$$\text{Caudal de bombeo: } Q_b = \frac{Q_{md} * 24 \text{hrs}}{\text{Tiempo de bombeo}} = \text{litros/segundo.}$$

$$\text{Diámetro de impulsión: } D_e = 1.8675 * Q_b^{1/2} = \text{pulgadas.}$$

Para el cálculo de pérdida de carga se utiliza la fórmula de Hazen Williams.

Potencia de la bomba:

$$\text{Pot} = (Q_b * CDT) / (76 * e) = \text{HP}$$

Donde:

Qb = Caudal de bombeo

CDT = Carga dinámica total

e = Eficiencia de la bomba

HP = Caballos de fuerza

En el cálculo hidráulico se maneja el concepto de cota piezométrica y ésta se define como la presión que existe en cada punto del terreno y se representa por la línea piezométrica.

1.5 Datos de diseño para sistemas de agua potable por gravedad

Los datos necesarios para el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable son los siguientes:

Crecimiento de la población

Permite conocer el número de habitantes a servir y el crecimiento de la población con el tiempo.

Los acueductos se calculan para un período de 15 a 20 años y es necesario saber cómo se incrementa la población en este tiempo; para hacer este cálculo se recomienda utilizar el "Método Geométrico".

Calculo de población

$$P_f = P_a (1+r)^n$$

Donde:

Pf = número de habitantes al final del período de diseño correspondiente.

Pa = número de habitantes actuales.

r = tasa de crecimiento geométrico, determinada con base en censos de población.

n = período de diseño correspondiente en años.

Consumo de agua potable

La dotación es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante. Se expresa en litros por habitante por día (Lts./Hab./Día).

Dotación = 40-60 Lts./Hab./Día para llena cántaros.

60-90 Lts./Hab./Día para conexión domiciliar.

Consumo medio diario Qm

El consumo medio diario (CMD) será el producto de la dotación adoptada por el número de habitantes que se estime al final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{P_f \cdot \text{dotación}}{86400} = \text{Lts./seg.}$$

Caudal máximo diario: (caudal de conducción) Qc

Es el consumo máximo en un día observado en un período de un año.

$$Q_c = Q_m \cdot \text{factor día máximo}$$

Para comunidades rurales el factor de día máximo utilizado es de 1.2, según normas del Instituto de Fomento Municipal.

Caudal máximo horario: (caudal de distribución) Qd

Es el consumo máximo en una hora, observado en un período de un día.

$$Qd = qm * \text{factor hora máxima}$$

Para comunidades rurales el factor de hora máximo utilizado es de 2.2, según normas del Instituto de Fomento Municipal.

Para diseño de proyectos menores de 55 viviendas se empleará la fórmula de caudal instantáneo, que es $0.15(n-1)^{0.5}$ con dotaciones de 90 lts./hab./día o el caudal mayor de distribución.

Tanque de distribución

Se utilizará 25%, 40% y 45% del caudal medio diario para clima frío, templado y cálido respectivamente. Para este estudio se utilizó un factor de almacenamiento del 40%.

Criterios de diseño en conducción

Se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- Instalar tuberías de PVC y HG cuando las presiones lo requieran, en zanjones o pasos aéreos se utilizará tubería HG.

- Se instalarán tuberías PVC y HG en base a las siguientes presiones:

De 0 – 90 metros columna de agua tubería PVC de 160 PSI

De 90 – 175 metros columna de agua tubería PVC de 250 PSI

De 175 o más metros columna de agua tubería HG

- Se instalarán válvulas de aire en lugares altos e inicios de pendientes prolongadas.
- Se instalarán válvulas de limpieza en las partes más bajas donde haya cambio de pendiente de negativa a positiva (sifones).
- En cada obra de arte, la cota piezométrica será mayor a la cota del terreno.

Criterios de diseño en distribución

- Se instalarán válvulas de aire en lugares altos, siempre y cuando las viviendas no sean concentradas.
- Se instalarán válvulas de limpieza en sifones donde no exista mucha concentración de viviendas.
- La presión mínima será de 6 metros.
- Las cajas rompe presión se ubicarán entre 40 a 60 metros de desnivel, con válvula de flote del diámetro que entra a la caja.
- Cuando la presión en la entrada de una caja rompe presión exceda los 6 metros sobre la cota de terrenos, se instalará una válvula de globo de ½” para bajar la piezométrica.
- Los criterios anteriores pueden tomarse en casos especiales y cuando las condiciones hidráulicas lo permitan.

Especificaciones

- **Obras de arte**

Captación: esta estructura recibirá el agua proveniente del brote por medio de un tubo PVC y se construirá para una capacidad de 1 m³. los muros se harán de mampostería de piedra, con un espesor de 0.25 m, con sello sanitario (losa) y tapadera de concreto reforzado. Además se cercarán con alambre espigado, puerta y candado.

Caja reunidora de caudales: esta estructura servirá para la protección de las captaciones y se introducirá a la línea de conducción, construyéndose para una capacidad de 1 m³, similar a la captación.

Línea de conducción: es la tubería, en su mayoría PVC, que sale de la captación o de una reunidora de caudales hacia el tanque de distribución, en ésta se consideran las siguientes obras: caja de válvula de limpieza, caja de válvula de aire, anclajes de tubería HG, pasos de zanjón y pasos aéreos con tubería hg.

Caja rompe presión: obra utilizada para colocar la presión al nivel de la presión atmosférica.

Tanque de distribución: depósito para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, su volumen es igual al 40% del caudal medio diario.

Red de distribución: son las tuberías que distribuyen el agua a los puntos de toma que pueden ser llena cántaros, conexiones domiciliarias o prediales, según se especifique en cada proyecto. Las tuberías de la red de distribución salen del tanque de distribución formando una red de ramales abiertos.

- **Calidad del agua**

El análisis de muestras estará regido bajo normas COGUANOR, tanto para análisis bacteriológicos como físicos químicos.

- **Memoria de diseño**

La memoria de diseño es un documento en el que se encuentran anotados todos los cálculos para la solución de problemas de abastecimiento de agua. En ella se encuentra ordenada la información sobre el tipo de tubería y su calidad, la cantidad de tubos, ubicación de obras, pasos aéreos y zanjones y todos los datos que se necesitan para interpretar los planos en cualquier fase de planificación o ejecución.

Letrinas y pozos de absorción

Cuando no es posible la implementación de un sistema de drenajes con planta de tratamiento para la disposición de excretas y aguas residuales, las comunidades pueden ser atendidas en forma económica, higiénica y confiable por medio de letrinas y pozos de absorción. Para ser implementado dicho sistema debe cumplir con lo siguiente:

Letrinas

Debe estar conformada por caseta, taza, plancha, y tubo de ventilación.

- La ubicación de la letrina es muy importante, por lo que se debe cumplir con lo siguiente:
- Debe estar por lo menos a 5 metros de la vivienda, para su acceso en la noche, el mal olor, etc.
- Debe colocarse de tal manera que el viento predominante no arrastre malos olores hacia la vivienda.
- No debe ubicarse a menos de 15 metros de distancia de una fuente de agua, manantial o pozo y localizarse aguas debajo de los mismos; además, debe estar por lo menos a 5 metros del nivel freático.
- La profundidad de la letrina es de 2 a 3 metros.

Pozos de absorción

Están compuestos por un pozo de recepción, brocal de mampostería, tapadera de registro, paredes filtrantes construidas con ladrillos y lecho filtrante de grava de diferente diámetro; además deben contar con fosa séptica y trampa de grasa. Deben cumplir lo siguiente:

- Debe estar por lo menos a 6 metros de la vivienda.
- No debe ubicarse a menos de 15 metros de distancia de una fuente de agua, manantial o pozo. Además debe estar por lo menos a 1.5 metros del nivel freático.
- Las dimensiones y número de pozos necesarios dependerán de la permeabilidad del terreno y del número de habitantes de cada vivienda.

Basureros familiares

Son apropiados para las comunidades que generan niveles bajos y no tienen acceso apropiado para el vehículo de recolección. Se recomienda la construcción de un basurero unifamiliar mediante enterramiento cubierto. Esta opción se recomienda antes que un basurero comunal, debido a su bajo nivel de aceptación por los problemas que supone para la comunidad y la cesión del terreno donde se ubicaría el basurero. En este basurero sólo se puede depositar material orgánico.

Dichos basureros están compuestos de:

- foso de 2m³ de excavado.
- brocal que evitará, junto con un chaflán, la entrada de agua al foso.
- losa y tapadera de concreto armado, el cual protegerá la abertura del foso y evitará los malos olores y la concentración de vectores.

Fuente: Juárez Aguilar, Juan Estuardo. Plan maestro en agua y saneamiento, municipio de San Andrés Semetabaj, departamento de Sololá Tesis de graduación de ingeniero civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala 2004. Páginas: 95-106

ANEXO 2

SISTEMA DE AGUA

- 1. Boletas de evaluación para sistemas de agua**

1. Boletas de evaluación para sistemas de agua

1.1 Información general

“AGUA POTABLE”

A. UBICACIÓN

Nombre del sistema:.....Municipio:.....Aldea:.....

Inspector:.....Fecha de inspección:.....

B. SERVICIOS EXISTENTES

Población:.....

No. total de viviendas:.....

Puesto o centro de salud: sí () no () Teléfono:.....

Escuela: sí () no ()

Energía eléctrica: sí () no () Otro:.....

C. SISTEMA DE AGUA

Tiene sistema de abastecimiento de agua: sí () no ()

Tipo de servicio: Conexión domiciliaria () Llena cántaro () Bomba manual ()

Pluvial () Camión cisterna () Pozo artesiano ()

Tipo de sistema existente:

- Sistema entubado por gravedad o bombeo ()
- Sistema por medio de pozo con bombas manuales ()
- Sistema por medio de pozos artesianos ()
- Sistema de captación de agua de lluvia ()
- Sistema de distribución por camión cisterna ()

Autoridad administrativa del agua potable: Municipalidad () Comité de agua ()

Comité pro – mejoramiento () No hay ()

Sistema construido por: División de saneamiento del medio () UNEPAR ()

Municipalidad () Comunidad ()

FONAPAZ () FIS ()

Año de construcción:.....

Cuentan con información del proyecto (planos, informe final) especifique:.....

Población:.....

Viviendas con el servicio:.....

Cobertura:.....

Comunidades que se abastecen con el sistema:

No.	Comunidad	Habitantes	Viviendas	Municipio y departamento
1				
2				

1.2 Evaluación del sistema

Tabla XXVI. Evaluación de captación de brote definido o galería de infiltración

NOMBRE										
REFERENCIA										
COORDENADAS										
	RIESGO	RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
1	Tiene cerco perimetral	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
2	El cerco está en buenas condiciones	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
3	El cerco tiene candado de seguridad	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
4	La captación tiene sello sanitario	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
5	La captación tiene caja de reunión	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
6	Las tapaderas tienen candados	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
7	La captación tiene rebalse adecuado	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
8	Existe zanja para desvío de agua pluvial	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
9	Puede ingresar agua desde el exterior		sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
10	Existe defecación en un radio de 50 m		sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
11	La tubería de salida tiene pichacha	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
12	Se practica la fumigación de cultivos cerca de la captación		sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
13	La captación tiene fugas		sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
14	La captación está sucia		sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
15	Aforo de fuente en l/s									
	Total de riesgos identificados									
	Total de riesgos evaluados									

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXVII. Evaluación de pozo mecánico

NOMBRE									
REFERENCIA									
COORDENADAS									
	RIESGO	RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO	
1	Existen letrinas a menos de 10 m	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
2	Existen drenajes a flor de tierra cerca del pozo	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
3	El pozo tiene sello sanitario	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
4	Existe cerco perimetral	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
5	El cerco está en buenas condiciones	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
6	El cerco tiene candado de seguridad	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
7	Puede ingresar grúa al área del pozo	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
8	Puede ingresar agua al interior del pozo	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
9	Existe caseta para acometida eléctrica	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
10	Total de riesgos identificados								
11	Total de riesgos evaluados								

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXVIII. Evaluación de pozo con bomba manual

NOMBRE									
REFERENCIA									
COORDENADAS									
	RIESGO	RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO	
1	Existen letrinas a menos de 10 m	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
2	Existe defecación cerca del pozo	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
3	Tiene piso de cemento a su alrededor	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
4	Tiene drenaje para evacuar el agua	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
5	Tiene techo	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
6	Puede ingresar agua al pozo en el anclaje de la bomba	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
7	El pozo tiene sello sanitario	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
8	Tienen acceso los animales al pozo	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
9	Existe personal que puede reparar la Bomba	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
10	Hay existencia de repuestos para las bombas	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
11	El pozo produce agua todo el año	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
12	La bomba abastece a más de 10 familias	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
13	Total de riesgos identificados								
14	Total de riesgos evaluados								

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXIX. Evaluación de un pozo excavado a mano

NOMBRE										
REFERENCIA										
COORDENADAS										
	RIESGO	RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
1	Tiene brocal	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
2	Tiene tapadera	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
3	Tiene techo	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
4	Existe letrina a menos de 10 m		sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
5	Existe depósito de aguas residuales cerca del pozo		sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
6	Es posible la contaminación del lazo y Cubeta		sí	no	sí	no	sí	no	sí	no
7	El pozo está revestido en su interior	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
8	Se desinfecta frecuentemente	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
9	Total de riesgos identificados									
10	Total de riesgos evaluados									

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXX. Evaluación de línea de conducción

NOMBRE										
REFERENCIA										
	RIESGO	RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
1	Existen fugas	sí	no	sí	No	sí	no	sí	no	
2	Existe tubería PVC expuesta	sí	no	sí	No	sí	no	sí	no	
3	Existen conexiones domiciliarias	sí	no	sí	No	sí	no	sí	no	
4	Válvulas de aire y limpieza operan Adecuadamente	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
5	Cajas para válvulas en buen estado	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
6	Existen cajas rompepresión	sí	no	sí	No	sí	no	sí	no	
7	Las cajas rompepresión están en buen Estado	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
8	Existen pasos aéreos	sí	no	sí	No	sí	no	sí	no	
9	Los pasos aéreos tienen tubería Hg.	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
10	Las crecidas de los ríos cubren la tubería		si	no	si	No	si	no	si	no
11	Existen tramos con tubería Hg.	sí	no	sí	No	sí	no	sí	No	
12	La tubería Hg. se encuentra anclada	sí	no	sí	no	sí	no	sí	no	
	Total de riesgos identificados									
	Total de riesgos evaluados									

Las casillas 6, 8 y 11 no son riesgos.

Si no existen cajas rompe presión, no incluir el numeral 7. Si no existen pasos aéreos, no incluir numeral 9.

Si no existen tramos de tubería Hg., no incluir numeral 12.

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXXI Evaluación de una línea de bombeo

NOMBRE							
REFERENCIA							
COORDENADAS							
RIESGO		RIESGO		RIESGO		RIESGO	
1	Existen fugas	sí	no	sí	no	sí	no
2	Existe tubería PVC expuesta	sí	no	sí	no	sí	no
3	Existen conexiones domiciliarias	sí	no	sí	no	sí	no
4	Existen pasos aéreos	sí	no	Sí	no	sí	no
5	Los pasos aéreos tienen tubería Hg.	sí	no	Sí	no	sí	no
6	Las crecidas de los ríos cubren la tubería	sí	no	sí	no	sí	No
7	Existen tramos con tubería Hg.	sí	no	Sí	no	sí	No
8	La tubería Hg. se encuentra anclada	sí	no	Sí	no	sí	no
9	Existe caseta de bombeo	sí	no	Sí	no	sí	no
10	La bomba está sobre nivel del piso	sí	no	Sí	no	sí	no
11	El equipo de bombeo cuenta con pararrayos	sí	no	Sí	no	sí	no
12	El equipo opera automáticamente	sí	no	Sí	no	sí	no
13	El sistema cuenta con guarda niveles	sí	no	Sí	no	sí	no
14	Horas de bombeo por día						
15	Potencia de bomba en HP						
16	Caudal de bombeo						
Total de riesgos identificados							
Total de riesgos evaluados							

Las casillas 4 y 7 no son riesgos.

Si no existen pasos aéreos, no tomar en cuenta numeral 5; y si no existe tubería Hg., no tomar en cuenta numeral 8.

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXXII. Evaluación de una unidad de cloración por medio de hipoclorito de calcio o de sodio

NOMBRE		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
	RIESGO	RIESGO	RIESGO	RIESGO	RIESGO	RIESGO	RIESGO	
1	Existe unidad de cloración	sí	no	sí	no	sí	no	
2	La unidad de cloración está operando	sí	no	sí	no	sí	no	
3	Hay stock de cloro	sí	no	sí	no	sí	no	
4	Existe comparador de cloro libre residual	sí	no	sí	no	sí	no	
5	Existen reactivos para cloro libre residual	sí	no	sí	no	sí	no	
6	La frecuencia de preparación de solución es mayor de 3 días		sí	no	sí	no	sí	No
7	El operador está capacitado para preparar solución	sí	no	sí	no	sí	no	
8	Total de riesgos identificados							
9	Total de riesgos evaluados							

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXXIII. Evaluación de tanque de distribución

NOMBRE		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
REFERENCIA		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
COORDENADAS		RIESGO		RIESGO		RIESGO		
	RIESGO	RIESGO	RIESGO	RIESGO	RIESGO	RIESGO	RIESGO	
1	Tiene cerco perimetral	sí	no	sí	no	sí	no	
2	El cerco está en buenas condiciones	sí	no	sí	no	sí	no	
3	El cerco tiene candado de seguridad	sí	no	sí	no	sí	no	
4	La tapadera de visita tiene candado	sí	no	sí	no	sí	no	
5	La tapadera de visita está cerca de la tubería de entrada	sí	no	sí	no	sí	no	
6	La tapadera de visita permite ingreso de agua al tanque		sí	no	sí	no	sí	No
7	Válvulas de compuerta en buen estado	sí	No	sí	No	sí	No	
8	Cajas para válvulas en buen estado	sí	no	sí	no	sí	no	
9	Las tapaderas de las cajas de válvulas tienen candados	sí	no	sí	no	sí	no	
10	La losa está a nivel de piso		sí	no	sí	no	sí	No
11	Tiene rebalse adecuado	sí	no	sí	no	sí	no	
12	Existen fugas		sí	no	sí	no	sí	No
13	Existe defecación en un radio de 50 metros		sí	no	sí	no	sí	No
14	El tanque está sucio		sí	no	sí	no	sí	No
15	La tubería de salida tiene pichacha	sí	no	sí	no	sí	no	
16	Existe respiradero	sí	no	sí	no	sí	no	
17	El respiradero tiene cedazo	sí	no	sí	no	sí	no	
18	Volumen del tanque de distribución en m ³							
19	Aforo de entrada a tanque en l/s							
20	Aforo de rebalse en tanque en l/s							
	Total de riesgos identificados							
	Total de riesgos evaluados							

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXXIV. Evaluación de la red de distribución

NOMBRE							
REFERENCIA							
COORDENADAS							
	RIESGO	RIESGO		RIESGO		RIESGO	
1	Existen fugas en la red	sí	No	sí	no	sí	No
2	Existe tubería PVC expuesta	sí	No	sí	no	sí	No
3	Existen conexiones domiciliarias ilícitas	sí	No	sí	no	sí	No
4	Existen válvulas de compuerta	sí	no	sí	no	sí	no
5	Las válvulas de compuerta operan adecuadamente	sí	no	sí	no	sí	no
6	Existen cajas rompepresión	sí	No	sí	no	sí	No
7	Las cajas rompepresión están en buen estado	sí	no	sí	no	sí	no
8	Las cajas rompepresión tienen válvula de flote	sí	no	sí	no	sí	no
9	Existen pasos aéreos	sí	No	sí	no	sí	No
10	Los pasos aéreos tienen tubería HG.	sí	no	sí	no	sí	no
11	Las crecidas de los ríos cubren la tubería de los pasos aéreos	sí	No	sí	no	sí	No
12	Existe manipuleo de válvulas	sí	No	sí	no	sí	No
13	Existen fugas en las conexiones domiciliarias	sí	No	sí	no	sí	No
14	Total de riesgos identificados						
15	Total de riesgos evaluados						

Las casillas 6 y 9 no son riesgos.

Si no existen cajas rompepresión, no incluir el numeral 7 y 8. Si no existen pasos aéreos, no incluir numeral 10.

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXXV. Evaluación de continuidad del servicio

Coordenadas	Número de viviendas por sector, comunidad o zona	Horas por día	Días por mes	Meses por año	Habitantes por vivienda
	Invierno				
	Verano				
	Invierno				
	Verano				
	Invierno				
	Verano				
	Invierno				
	Verano				

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

Tabla XXXVI. Evaluación de capacidad de administración, operación y mantenimiento

NOMBRE							
REFERENCIA							
COORDENADAS							
	RIESGO	RIESGO		RIESGO		RIESGO	
1	Existe fontanero	sí	no	sí	no	sí	no
2	El fontanero está capacitado	sí	no	sí	no	sí	no
3	Se cuenta con herramientas y equipo	sí	no	sí	no	sí	no
4	Se practican acciones preventivas	sí	no	sí	no	sí	no
5	Existe en bodega stock de materiales para reparaciones	sí	no	sí	no	sí	no
6	Se cobra tarifa por el servicio de agua	sí	no	sí	no	sí	no
7	Existen planos del proyecto	sí	no	sí	no	sí	no
8	Existe cuenta bancaria	sí	no	sí	no	sí	no
9	La tarifa cubre los gastos por mantenimiento del sistema	sí	no	sí	no	sí	no
10	Total de riesgos identificados						
11	Total de riesgos evaluados						

CÁLCULO DE INGRESOS (MENSUALES) Q.	
1	Viviendas al día en el pago de su tarifa mensual
2	Tarifa mensual
3	Ingreso mensual (viviendas al día * tarifa)
4	Otros ingresos (pago por servicio de alcantarillado)
5	Ingreso mensual total

CÁLCULO DE EGRESOS (MENSUALES) Q.	
1	Pago mensual de fontanero
2	Pago de tesorero
3	Pago a otras personas
5	Gastos por viáticos
6	Gastos por compra de papelería
7	Gastos por compra de cloro
8	Gastos por compra de materiales, equipo y herramientas
9	Otros gastos
10	Total de egresos

Acciones recomendadas

Si los ingresos son superiores a los egresos, la tarifa cubre los costos de administración, operación y mantenimiento.

Si los ingresos son menores a los egresos, la tarifa no cubre los costos de administración, operación y mantenimiento.

Fuente: Cooperación Española, Sololá.

APÉNDICE

1. Resultados de evaluación de sistemas de agua

- Cabecera municipal

Captaciones (sistema A)					
Riesgos identificados	1	2	3	4	5
No tiene cerco perimetral	x	x	x	x	x
La caja de reunión esta Sucia y deteriorada	x	x	x	X	x
El candado no sirve	x	x	x	X	x
No tiene rebalse					x
No tiene zanja de desvío de agua pluvial	x	x	x	X	x
Ingresa agua desde el exterior	x		x	X	
No tiene rejilla de protección	x	x	x	X	x
La captación tiene fuga	x		x	X	
La captación esta sucia y Soterrada	x	x	x	X	x
Total riesgos identificados	8	6	8	8	7
Total riesgos evaluados	12	12	12	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q46139.00 por cada captación de nacimiento				
Total	Q230695.00				

Captaciones (sistema B)						
Riesgos identificados	1	2	3	4	5	6
No tiene cerco perimetral	x	x	X	X	X	x
No tiene caja de reunión				X		
No tiene candado				X	X	x
No tiene rebalse	x	x	X		X	x
No tiene zanja de desvío de agua pluvial	x	x	X	X	X	x
Ingresa agua desde el exterior	x	x	X	X		x
No tiene rejilla de protección	x	x	X		X	x
La captación esta sucia	x	x	X	X	X	x
Total riesgos identificados	6	6	6	6	6	7
Total riesgos evaluados	12	12	12	12	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q4656.00 por cada captación de nacimiento					
Total	Q27936.00					

Línea de conducción		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Existen fugas	X	
Tubería PVC expuesta	X	
Válvulas de aire y limpieza deterioradas	X	
Válvulas que no poseen caja	X	
Pasos de zanjón de tubería PVC	X	
Cajas rompe presión deterioradas		X
Total de riesgos identificados	5	1
Total de riesgos evaluados	8	4
Presupuesto de reconstrucción	Q118249.00	Q19744.00
Total	Q137993.00	

Tanque de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No tiene cerco perimetral	X	X
La tubería de entrada no está cerca de tapadera de visita	X	
Tapadera de visita no tiene candado		X
No tiene válvula de entrada		X
Existe defecación cerca del tanque		X
El tanque está sucio	X	X
No tiene rejilla de protección		X
El respiradero no tiene cedazo	X	X
Total de riesgos identificados	4	7
Total de riesgos evaluados	15	15
Presupuesto de reconstrucción	Q23085.00	Q19533.00
Total	Q42618.00	

Sistema de desinfección		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No hay stock de cloro	X	
No hay comparador de cloro residual	X	
No hay reactivos para cloro residual	X	
No cuenta con método de desinfección		X
Total de riesgos identificados	3	1
Total de riesgos evaluados	7	1
Presupuesto de reconstrucción	Q700.00	Q5850.00
Total	Q6550.00	

Red de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A y B
Dos válvulas de compuerta tienen fuga	X
Fugas en conexiones domiciliarias	X
Total de riesgos identificados	2
Total de riesgos evaluados	7
Presupuesto de reconstrucción	Q3500.00

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A y B
No se cuenta con suficiente herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
Los materiales existentes no son suficientes	X
No existe cuenta bancaria	X
La tarifa no cubre los gastos para mantenimiento	X
Total de riesgos identificados	5
Total de riesgos evaluados	7
Presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

- **Xequistel**

Captación de nacimiento		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No tiene cerco perimetral	X	X
No tiene rejilla de protección	X	X
Total de riesgos identificados	2	2
Total de riesgos evaluados	11	12
Presupuesto de reconstrucción	Q3262.00	Q3754.00
Total	Q7016.00	

Línea de conducción		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Tubería PVC expuesta	X	X
Válvulas de aire y limpieza inadecuadas	X	X
Existen fugas	X	X
Cajas de válvulas en mal estado	X	
Pasos aéreos en malas condiciones	X	
Tramo de tubería HG deteriorado	X	X
Válvulas de aire no poseen caja		X
Total de riesgos identificados	6	5
Total de riesgos evaluados	8	9
Presupuesto de reconstrucción	Q109967.00	Q43964.00
Total	Q153931.00	

Tanque de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No tiene cerco perimetral	X	X
Tapadera de visita sin candado		X
La tubería de entrada no está cerca de tapadera de visita		X
No tiene válvula de entrada		X
Caja de válvula de salida deteriorada		X
No tiene rejilla de protección		X

El respiradero no tiene cedazo	X	X
Total de riesgos identificados	2	7
Total de riesgos evaluados	15	15
Presupuesto de reconstrucción	Q31060.00	No requiere
Total	Q31060.00	
Nota: El tanque de distribución del sistema B no requiere de inversión, ya que es más conveniente conducirlo al tanque del sistema A, por lo que quedaría inhabilitado.		

Sistema de desinfección		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No hay comparador de cloro residual	X	
No hay reactivos para cloro residual	X	
No cuenta con método de desinfección		X
Total de riesgos identificados	2	1
Total de riesgos evaluados	7	1
Presupuesto de reconstrucción	Q250.00	No requiere
Total	Q250.00	
Nota: Al tener solo un tanque se utilizaría el sistema de desinfección actual del sistema A		

Red de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Fugas en conexiones domiciliarias	X	X
Tubería PVC expuesta		X
Ramales secundarios no tienen válvulas		X
Válvulas existentes no sirven		X
Total de riesgos identificados	1	4
Total de riesgos evaluados	7	7
Presupuesto de reconstrucción	No requiere	No requiere
Nota: El sistema B posee mayores deficiencias, pero al unificar ambos sistemas, se estaría inhabilitando y así reducir costos de inversión en ambos.		

Administración, operación y mantenimiento		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No existe fontanero	X	
No se practican acciones preventivas	X	X
No hay en bodega stock de materiales	X	
No se cobra tarifa por el servicio	X	
No se cuenta con herramientas y equipo		X
Materiales para reparaciones insuficientes		X
La tarifa no cubre gastos para mantenimiento		X
No existe cuenta bancaria		X
Total de riesgos identificados	4	5
Total de riesgos evaluados	7	9
Presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00	No requiere
Total	Q20000.00	

- Agua escondida

Captaciones				
Riesgos identificados	Sistema A		Sistema B	Sistema C
	1	2	1	1
La captación esta soterrada	X			
La captación y todos sus componentes están deteriorados			X	
Caja de reunión deteriorada			X	
Area de captación está deforestada	X			
No tiene cerco perimetral	X	X	X	X
Ingresa agua desde el exterior	X	X		X
Sello sanitario deteriorado		X		
No tiene rebalse adecuado		X		X
La captación no tiene candado		X		
No existe zanja para desvío de agua		X	X	X
No tiene rejilla de protección		X		X
La captación tiene fugas				X
La captación está sucia		X		X
Total de riesgos identificados	4	8	8	7
Total de riesgos evaluados	7	12	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q13945.00	Q26272.00	Q25197.00	Q25197.00
Total	Q90611.00			

Línea de conducción			
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B	Sistema C
Tubería PVC expuesta	X	X	X
Existen fugas			X
Válvulas de aire y limpieza inadecuadas	X	X	X
Cajas de válvulas deterioradas	X	X	X
Pasos aéreos y de zanjón inadecuados	X	X	X
Tramos de tubería HG no anclados			X
Existen conexiones domiciliarias en la línea		X	
Total de riesgos identificados	4	5	6
Total de riesgos evaluados	10	9	9
Presupuesto de reconstrucción	Q106958.00	Q15000.00	Q25000.00
Total	Q146958.00		
Nota: para los sistemas B y C, los presupuestos son para estudios de la línea			

Tanque de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B y C
No tiene cerco perimetral	X	X
Tapadera de visita sin candado	X	
Existen fugas		X
Existe defecación cerca del tanque		X
No tiene válvula de entrada	X	X
No tiene rejilla de protección	X	X
El respiradero no tiene cedazo		X
Total de riesgos identificados	4	6
Total de riesgos evaluados	15	15
Presupuesto de reconstrucción	Q27226.00	Q26092.00
Total	Q53318.00	

Sistema de desinfección		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B y C
No hay comparador de cloro residual	X	
No hay reactivos para cloro residual	X	
No cuenta con método de desinfección		X
Total de riesgos identificados	2	1
Total de riesgos evaluados	7	1
Presupuesto de reconstrucción	Q250.00	Q4886.00
Total	Q5136.00	

Red de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B y C
Existen fugas en la red		X
Fugas en conexiones domiciliarias	X	X
Tubería PVC expuesta	X	X
Ramales secundarios no tienen válvulas	X	X
Válvulas existentes no sirven	X	X
Total de riesgos identificados	4	5
Total de riesgos evaluados	7	7
Presupuesto de reconstrucción	Q45000.00	Q25000.00
Total	Q70000.00	
Para ambos sistemas el presupuesto es para estudios en la red.		

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A, B y C
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe cuenta bancaria	X
La tarifa no cubre los gastos para mantenimiento	X
Total de riesgos identificados	6
Total de riesgos evaluados	9
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

- El Porvenir Chipop

Captaciones				
Riesgos identificados	1	2	3	4
No tiene cerco perimetral	X	X	X	X
Tapaderas sin candado	X	X	X	X
No tiene rebalse adecuado		X		X
No tiene zanja de desvío de agua	X	X	X	X
No tiene rejilla de protección	X	X	X	X
Ingresa agua desde el exterior	X	X	X	X
La captación está sucia		X		
Total de riesgos identificados	5	7	5	6
Total de riesgos evaluados	12	12	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q7634.00	Q25445.	Q10178.00	Q5089.00
Total	Q48356.00			

Línea de conducción	
Riesgos identificados	Sistema A
Existen fugas	X
Tubería PVC expuesta	X
Pasos aéreos y de zanjón en mal estado	X
Válvulas de aire y limpieza inadecuadas	X
Cajas para válvulas en mal estado	X
Total de riesgos identificados	5
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto de reconstrucción	Q146098.00

Tanque de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A
No tiene cerco perimetral	X
Tapadera de visita sin candado	X
Cajas de válvulas sin candado	X
Existe defecación cerca del tanque	X
El respiradero no tiene cedazo	X
Total de riesgos identificados	5
Total de riesgos evaluados	15
Total presupuesto de reconstrucción	Q21602.00

Sistema de desinfección	
Riesgos identificados	Sistema A
No hay stock de cloro	X
No existe comparador de cloro libre residual	X
No existen reactivos para cloro libre residual	X
Total de riesgos identificados	3
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto de reconstrucción	Q700.00

Red de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A
Ubicación de caja rompe presión reduce la presión en un sector de la comunidad	X
Fugas en conexiones domiciliarias	X
Total de riesgos identificados	2
Total de riesgos evaluados	11
Total presupuesto de reconstrucción	Q7236.00

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A
No existe fontanero	X
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe tarifa por el servicio	X
Total de riesgos identificados	6
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

- Ojo de Agua

Riesgos identificados	Captaciones				
	Sistema A		Sistema B		
	1	2	1	2	3
No tiene cerco perimetral	X	X	X	X	X
La caja de reunión deteriorada			X	X	X
El candado no sirve		X		X	X
No tiene zanja de desvío de agua pluvial	X	X		X	X
Ingresar agua desde el exterior	X	X		X	X
No tiene rejilla de protección	X	X	X	X	X
La captación esta sucia	X	X	X	X	X
Total riesgos identificados	5	6	8	7	7
Total riesgos evaluados	12	12	12	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q26544.00	Q11376.00	Q3400.00	Q6802.00	Q6802.00
Total	Q54924.00				

Línea de conducción		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Existen fugas	X	X
Tubería PVC expuesta	X	X
Válvulas de aire y limpieza deterioradas	X	X
Cajas para válvulas no sirven	X	
Paso aéreo de tubería PVC		X
Tramo de tubería HG deteriorado	X	X
Total de riesgos identificados	5	5
Total de riesgos evaluados	8	9
Presupuesto de reconstrucción	Q31281.00	Q35028.00
Total	Q66309.00	

Tanque de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No tiene cerco perimetral	X	X
Existe defecación cerca del tanque	X	
La rejilla de protección no es adecuada	X	X
El respiradero no tiene cedazo		X
Total de riesgos identificados	3	3
Total de riesgos evaluados	15	15
Presupuesto de reconstrucción	Q17728.00	No requiere
Total	Q17728.00	

Nota: el caudal del sistema B puede ingresar al tanque del sistema A, por lo que el tanque de este sistema quedaría inhabilitado, y así utilizar un mismo sistema de desinfección y una red de distribución

Sistema de desinfección		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No hay comparador de cloro residual	X	
No hay reactivos para cloro residual	X	
No cuenta con método de desinfección		X
Total de riesgos identificados	2	1
Total de riesgos evaluados	7	1
Presupuesto de reconstrucción	Q250.00	No requiere
Total	Q250.00	

Red de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Existe tubería PVC expuesta	X	X
Fugas en conexiones domiciliarias	X	X
Total de riesgos identificados	2	2
Total de riesgos evaluados	7	9
Presupuesto de reconstrucción	No requiere	No requiere
Total	No requiere	

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A y B
No existe fontanero	X
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe tarifa por el servicio	X
No existe cuenta bancaria	X
Total de riesgos identificados	7
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

- Tzancorral

Captaciones			
Riesgos identificados	Sistema A		Sistema B
	1	2	1
No tiene cerco perimetral	X	X	X
No tiene rebalse			X
Las tapaderas no tienen candado	X	X	
No tiene zanja para desvío de agua	X	X	X
Ingresa agua del exterior	X	X	X
Las captación esta sucia	X	X	X
No tiene rejilla de protección			X
La captación tiene pequeñas fugas			X
Total de riesgos identificados	5	5	7
Total de riesgos evaluados	12	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q6834.00	Q6834.00	Q25197.00
Total	Q38865.00		

Línea de conducción		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Existen fugas		X
Tubería PVC expuesta		X
Válvulas de aire y limpieza deterioradas		X
Cajas para válvulas no sirven	X	X
Paso aéreo de tubería PVC		X
Tramos de tubería HG no anclados		X
Total de riesgos identificados	1	6
Total de riesgos evaluados	9	9
Presupuesto de reconstrucción	Q2454.00	Q25000.00
Total	Q27454.00	

Tanque de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No tiene cerco perimetral	X	X
Tapadera de visita sin candado		X
Tubería no esta cerca de la tapadera		X
Ingresa agua al tanque		X
Válvulas de compuerta en mal estado	X	
Cajas de válvulas en mal estado	X	X
Tapaderas de cajas sin candado	X	X
No tiene rebalse adecuado		X
Existe defecación cerca del tanque	X	X
El tanque está sucio	X	X
No existe respiradero		X
La rejilla de protección no es adecuada	X	X
El respiradero no tiene cedazo	X	
Total de riesgos identificados	8	12
Total de riesgos evaluados	15	15
Presupuesto de reconstrucción	Q16386.00	No requiere
Total	Q16386.00	
Se debe inhabilitar el tanque B y utilizar el tanque A, para así poder usar solo un sistema de desinfección y una red de distribución.		

Sistema de desinfección		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
La unidad de cloración no esta operando	X	
No hay stock de cloro	X	
No hay comparador de cloro residual	X	
No hay reactivos para cloro residual	X	
No cuenta con método de desinfección		X
Total de riesgos identificados	4	1
Total de riesgos evaluados	7	1
Presupuesto de reconstrucción	Q700.00	No requiere
Total	Q700.00	

Red de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Existe tubería PVC expuesta		X
No existen válvulas de compuerta	X	X
Fugan en la red		X
Fugas en conexiones domiciliarias	X	X
Total de riesgos identificados	2	4
Total de riesgos evaluados	5	5
Presupuesto de reconstrucción	Q4000.00	No requiere
Total	Q4000.00	

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A y B
No existe fontanero	X
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe tarifa por el servicio	X
No existe cuenta bancaria	X
Total de riesgos identificados	7
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

- Chitulul

Captaciones		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No tiene cerco perimetral	X	X
Candados de tapaderas no sirven	X	
No tiene rebalse	X	X
Ingresar agua del exterior	X	X
No tienezanja de desvío de agua pluvial		X
Rejilla de protección inadecuada	X	X
Existen fugas	X	X
La captación esta sucia	X	X
Total de riesgos identificados	7	7
Total de riesgos evaluados	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q27668.00	Q25197.00
Total	Q52865.00	

Línea de conducción		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Existen fugas	X	X
Tubería PVC expuesta	X	X
Válvulas de aire y limpieza deterioradas	X	X
Cajas para válvulas no sirven	X	X
Paso aéreo de tubería PVC	X	X
Tramos de tubería HG no anclados	X	X
Total de riesgos identificados	6	6
Total de riesgos evaluados	8	9
Presupuesto de reconstrucción	Q56536.00	Q25000.00
Total	Q81536.00	

Tanque de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A y B	
	1	2
No tiene cerco perimetral	X	X
Válvulas de compuerta en mal estado		X
Cajas de válvulas en mal estado		X
Cajas sin candado		X
Existe defecación cerca del tanque	X	X
El tanque está sucio	X	
No tiene rejilla de protección	X	X
Total de riesgos identificados	4	6
Total de riesgos evaluados	15	15
Presupuesto de reconstrucción	Q147141.00	Q147141.00
Total	Q147141.00	
Nota: el presupuesto es para la construcción de un tanque de distribución de 30 m ³ y deshabilitar los existentes.		

Sistema de desinfección		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No cuenta con método de desinfección	X	X
Total de riesgos identificados	1	1
Total de riesgos evaluados	1	1
Presupuesto de reconstrucción	Q5371.00	Q5371.00
Total	Q5371.00	

Red de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A y B
Tubería PVC expuesta	X
Total de riesgos identificados	1
Total de riesgos evaluados	9
Presupuesto de reconstrucción	Q40000.00
Total	
Nota: el presupuesto es para el estudio de una nueva red de distribución	

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A y B
No existe fontanero	X
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe tarifa por el servicio	X
No existe cuenta bancaria	X
Total de riesgos identificados	7
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

- El Naranjo, San Gabriel y Tzampetey

Captación	
Riesgos identificados	Sistema B
No tiene cerco perimetral	X
No tiene rebalse	X
No tiene zanja para desvío de agua pluvial	X
Ingresa agua del exterior	X
No tiene rejilla de protección	X
La captación tiene pequeñas fugas	X
La captación esta sucia	X
Total de riesgos identificados	7
Total de riesgos evaluados	12
Total presupuesto de reconstrucción	Q25197.00

Línea de conducción	
Riesgos identificados	Sistema B
Existen fugas	X
Existe tubería PVC expuesta	X
Válvulas de aire y limpieza no son adecuadas	X
Cajas de válvulas están deterioradas	X
Pasos aéreos de tubería PVC	X
Tramos de tubería HG no anclados	X
La captación esta sucia	X
Total de riesgos identificados	6
Total de riesgos evaluados	9
Total presupuesto de reconstrucción	Q25000.00

Sistema de desinfección	
Riesgos identificados	Sistema B
No cuenta con método de desinfección	X
Total de riesgos identificados	1
Total de riesgos evaluados	1
Total presupuesto de reconstrucción	Q5371.00

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema B
No existe fontanero	X
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe tarifa por el servicio	X
No existe cuenta bancaria	X
Total de riesgos identificados	7
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

- San José Xiquinabaj

Captaciones						
Riesgos identificados	1	2	3	4	5	6
No tiene cerco perimetral	X	X	X	X	X	
El cerco está deteriorado						X
El cerco no tiene candado						X
No tiene caja de reunión			X	X	X	X
No tiene candado			X			
No tiene rebalse			X			
No tiene zanja de desvío de agua pluvial				X		
Ingresar agua desde el exterior			X	X		
No tiene rejilla de protección	X	X	X	X	X	X
La captación esta sucia	X	X	X	X	X	X
Total riesgos identificados	3	3	7	6	4	5
Total riesgos evaluados	12	12	12	12	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q3798.00	Q3798.00	Q7597.00 c/u para captación 3, 4, 5 y 6.			
Total	Q37984.00					

Línea de conducción	
Riesgos identificados	Sistema A
Existen fugas	X
Existe tubería PVC expuesta	X
Válvulas de aire y limpieza deterioradas	X
Cajas de válvulas están deterioradas	X
Pasos aéreos de tubería PVC	X
Tramo de tubería HG no anclado	X
Total de riesgos identificados	5
Total de riesgos evaluados	8
Total presupuesto de reconstrucción	Q35766.00

Tanque de distribución		
Riesgos identificados	Sistema A	
	1	2
No tiene cerco perimetral	X	X
Tubería no está cerca de tapadera	X	
No tiene válvula de compuerta	X	X
No tiene rebalse adecuado		X
Existe defecación cerca del tanque	X	X
El tanque esta sucio	X	X
No tiene rejilla de protección	X	X
El respiradero no tiene cedazo	X	X
No tiene rejilla de protección		
Total de riesgos identificados	7	7
Total de riesgos evaluados	15	15
Presupuesto de reconstrucción	Q22080.00	Q22080.00
Total	Q44160.00	

Sistema de desinfección	
Riesgos identificados	Sistema A
No cuenta con método de desinfección	X
Total de riesgos identificados	1
Total de riesgos evaluados	1
Total presupuesto de reconstrucción	Q5310.00

Red de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A
Tubería PVC expuesta	X
Válvula de compuerta no sirve	X
Caja rompe presión no tiene válvula de flote	X
Existe manipuleo de válvulas	X
Fugas en conexiones domiciliarias	X
Total de riesgos identificados	5
Total de riesgos evaluados	10
Total presupuesto de reconstrucción	Q25000.00
Nota: presupuesto para una nueva red de distribución	

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A
No existe fontanero	X
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe tarifa por el servicio	X
No existe cuenta bancaria	X
Total de riesgos identificados	7
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto de reconstrucción	Q20000.00

- Chuisajcap

Captaciones				
Riesgos identificados	Sistema A			Sistema B
	1	2	3	1
No tiene cerco perimetral	X	X	X	X
No tiene caja de reunión	X	X		
No tiene rebalse	X			
No tiene zanja para desvío de agua	X	X		
No tiene rejilla de protección	X	X	X	X
La captación esta sucia	X	X		
Total de riesgos identificados	6	5	2	2
Total de riesgos evaluados	12	12	12	12
Presupuesto de reconstrucción	Q11336.00	Q14575.00	Q6477.00	Q3754.00
Total	Q36142.00			

Línea de conducción		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Tubería PVC expuesta		X
Válvulas de aire y limpieza deterioradas	X	X
Existen conexiones domiciliarias		X
Válvulas de aire no poseen caja		X
Paso aéreo con deficiencias	X	
Tramo de tubería HG no anclado		X
Total de riesgos identificados	2	5
Total de riesgos evaluados	9	9
Presupuesto de reconstrucción	Q8750.00	Q43964.00
Total	Q52714.00	

Tanque de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A
No tiene cerco perimetral	X
Tubo de sistema B no está cerca de tapadera	X
No tiene válvula de entrada	X
No tiene rejilla de protección	X
El respiradero no tiene cedazo	X
Total de riesgos identificados	5
Total de riesgos evaluados	15
Total presupuesto de reconstrucción	Q38715.00

Sistema de desinfección	
Riesgos identificados	Sistema A y B
La unidad de cloración no funciona adecuadamente	X
No existe comparador de cloro libre residual	X
No existen reactivos para cloro libre residual	X
Total de riesgos identificados	3
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto de reconstrucción	Q2925.00

Red de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A
Tubería PVC expuesta	X
Total de riesgos identificados	1
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto de reconstrucción	Q250.00

Administración, operación y mantenimiento		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No existe fontanero	X	
No se practican acciones preventivas	X	X
No hay en bodega stock de materiales	X	
No se cuenta con herramientas y equipo	X	X
Materiales para reparaciones insuficientes		X
La tarifa no cubre gastos para mantenimiento	X	X
No existe cuenta bancaria	X	X
Total de riesgos identificados	6	5
Total de riesgos evaluados	9	8
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00	

- **Chuiquistel**

Pozo con bomba manual (sistema A)				
Riesgos identificados	Si	riesgo	Cantidad de pozos	No
Existen letrinas a menos de 10 m.	X	1	1	
Existe defecación cerca del pozo		0	21	X
Tiene piso de concreto a su alrededor	X	0	21	
Tiene drenaje para agua residual alrededor	X	0	21	
Tiene techo		4	4	X
Tiene sello sanitario		3	3	X
Pueden ingresar animales al pozo	X	3	3	
Tiene bomba		4	4	X
Ingresar agua al pozo por el anclaje de la bomba		0	17	X
Existe personal que pueda reparar la bomba		21	17	X
Hay existencia de repuestos para la bomba		21	17	X
El pozo mantiene el nivel del agua todo el año		21	21	X
La bomba abastece a mas de 10 familias		0	21	X
Existe algún método de desinfección		21	21	X
Riesgos evaluados por cada pozo		14		
Número de pozos evaluados		21		
Total de riesgos identificados		99		
Total de riesgos evaluados		294		
Presupuesto de reconstrucción	Q22000.00			
Total	Q22000.00			

Sistema de pila comunitaria

Captación de nacimiento		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No tiene cerco perimetral	X	
No tiene caja de reunión	X	
No tiene rebalse adecuado	X	
No existe zanja para desvío de agua pluvial	X	
No tiene rejilla de protección	X	
No tiene captación		X
Total de riesgos identificados	5	1
Total de riesgos evaluados	12	1
Presupuesto de reconstrucción	Q11000.00	Q25197.00
Total	Q36197.00	

Línea de conducción		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
Tubería PVC expuesta		X
Total de riesgos identificados		1
Total de riesgos evaluados		3
Presupuesto de reconstrucción	No requiere	No requiere
Total	No requiere	

Sistema de desinfección		
Riesgos identificados	Sistema A	Sistema B
No cuenta con método de desinfección	X	X
Total de riesgos identificados	1	1
Total de riesgos evaluados	1	1
Presupuesto de reconstrucción	Q2925.00	Q2925.00
Total	Q5850.00	

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A
No existe fontanero	X
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe tarifa por el servicio	X
No existe cuenta bancaria	X
Total de riesgos identificados	7
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

- Patzaj

Captación de nacimiento	
Riesgos identificados	Sistema A
No tiene captación	X
Riesgos identificados	1
Riesgos evaluados	1
Presupuesto de reconstrucción	No requiere
Nota: debido a que el nacimiento no es propio, no se puede construir una captación adecuada, así como de implementación de componentes en el tanque de distribución.	

Línea de conducción	
Riesgos identificados	Sistema A
La tubería PVC esta expuesta	X
Existen fugas	X
Riesgos identificados	2
Riesgos evaluados	6
Presupuesto de reconstrucción	Q300.00

Tanque de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A
No tiene cerco perimetral	X
Tubería no esta cerca de tapadera	X
Tapadera de visita no tiene candado	X
No tiene válvulas de compuerta	X
No tiene rebalse adecuado	X
El tanque esta sucio	X
No tiene rejilla de protección	X
El respiradero no tiene cedazo	
Riesgos identificados	7
Riesgos evaluados	15
Presupuesto de reconstrucción	No requiere

Sistema de desinfección	
Riesgos identificados	Sistema A
No existe sistema de desinfección	X
Riesgos identificados	1
Riesgos evaluados	1
Presupuesto de reconstrucción	Q5371.00

Línea de distribución	
Riesgos identificados	Sistema A
Existe tubería PVC expuesta	X
Riesgos identificados	1
Riesgos evaluados	7
Presupuesto de reconstrucción	Q100.00

Administración, operación y mantenimiento	
Riesgos identificados	Sistema A
No existe fontanero	X
No se cuenta con herramienta y equipo	X
No se practican acciones preventivas	X
No existe bodega con stock de materiales	X
No existen planos del proyecto	X
No existe tarifa por el servicio	X
No existe cuenta bancaria	X
Total de riesgos identificados	7
Total de riesgos evaluados	7
Total presupuesto que incluye capacitaciones	Q20000.00

2. Resultados de exámenes bacteriológico y físico-químico

3. Boletas de evaluación para sistemas de saneamiento

“LETRINAS”

Tiene letrina: sí () no ()

Tipo de letrina: Abonera () Pozo ciego () Letrina mejorada con pozo ventilado ()

Inodoro lavable ()

Prácticas de uso y mantenimiento.

Utiliza la letrina: sí () no () Si tiene letrina y no la utiliza que uso le da:.....

Ha recibido capacitación de uso de letrinas: sí () no ()

Le da mantenimiento al servicio: sí () no () No. de veces al año:.....

Si tiene letrina abonera, cada cuanto tiempo vacía los depósitos:.....

Existe defecación alrededor de la letrina: sí () no ()

Ubicación de letrina.

Distancia a pozo: Menos de 15 m () 15 m o más ()

Distancia a casa: Menos de 5 m () 5 m o más ()

Profundidad aproximada de letrina: 2 a 3 m () 3 m o más ()

Estado de letrina:

Tiene techo: sí () no () Material: lámina, paja, nylon, madera, otro.....
Estado: Bueno () Regular () Malo ()

Tiene paredes: sí () no () Material: caña, block, madera, adobe, lámina, otro.....
Estado: Bueno () Regular () Malo ()

Tiene puerta: sí () no () Material: tela, plástico, caña, madera, otro.....
Estado: Bueno () Regular () Malo ()

Tiene taza: sí () no () Material: concreto, madera, plástico, otro.....
Estado: Bueno () Regular () Malo ()

Tiene plancha: sí () no () Material: concreto, madera, plástico, otro.....
Estado: Bueno () Regular () Malo ()

Tubo de ventilación: sí () no () Material: PVC, lámina, otro.....
Estado: Bueno () Regular () Malo ()

Sistema construido por:

División de saneamiento del medio () UNEPAR ()

Municipalidad () Comunidad () Otro:.....

Año de construcción:.....

Cuentan con información del proyecto sí () planos, no ()

Personas por vivienda.....

“POZOS DE ABSORCIÓN”

Cuenta con pozo de absorción: sí () no ()
Cuenta con fosa séptica: sí () no ()
Cuenta con caja trampa de grasa: sí () no ()
Mantenimiento a cada:..... años.

Ubicación de pozo sumidero:

Distancia a pozo de agua: Menos de 5 m () 5 m o más ()
Distancia a casa: Menos de 2 m () 2 m o más ()
Profundidad aproximada de pozo de absorción: 3 a 6 m () 6 m o más ()

Estado del pozo de absorción:

Tiene revestimiento en su interior: sí () no () material:..... Estado:.....
Tiene brocal: sí () no () material:..... Estado:.....
Tiene tapadera: sí () no () material:..... Estado:.....
Tiene lecho filtrante: sí () no () material:..... Estado:.....

Ubicación de fosa séptica:

Distancia a pozo o fuente de agua: Menos de 15 m () 15 m o más ()
Distancia a casa: Menos de 3 m. () 3 m o más ()
Profundidad aproximada de fosa: 1 a 1.50 m () 1.5 m o más ()

Profundidad de nivel freático:.....m

Sistema construido por:

División de saneamiento del medio () UNEPAR ()
Municipalidad () Comunidad () Otro:.....

Año de construcción:.....

Cuentan con información del proyecto (planos, informe final)

Especifique:.....

Población:.....

Viviendas con el servicio:.....

“DESECHOS SÓLIDOS”

Que hacen con la basura que producen:

La queman: () La tiran a botadero municipal o clandestino: ()
La entierran: () La utilizan para abono () Otro.....

Cuentan con servicio de extracción de Basura:

Si () no ()

Se cuenta con terreno en la vivienda para la ejecución de una fosa para enterramiento de basura:

Si () no ()

Estaría dispuesto a ceder parte del predio de la vivienda para ejecutar una fosa cubierta para enterramiento de basura:

Si () no ()

Origen de la basura:

Comercial () Industrial () Domiciliar () otros.....

Cantidad de basura por muestra recibida:

VOLUMEN

Basura orgánica	
Basura inorgánica	
Volumen total	

PESO

Basura orgánica	
Basura inorgánica	
Volumen total	

Producción diaria:

Peso:..... Volumen.....

Producción mensual:

Peso:..... Volumen.....

Producción anual:

Peso:..... Volumen.....



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 20 514			INF. No. A-199 330
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERIA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Wander Estuardo Delgado</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Xequistel</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2006-08-25: 10h 05min</u>
FUENTE:	<u>grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2006-08-25: 15 h 00min.</u>
MUNICIPIO:	<u>San Antonio Palenó</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
01,00 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
00,10 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua es potable, según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo. 
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CI / USAC




 M. Sc. Oscar Roberto García
 JEFE TÉCNICO LABORATORIO





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CII)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 20 514		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-199 332	
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Wander Estuardo Delgado</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Chipop</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2006-08-25: 09h38min</u>		
FUENTE:	<u>grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2006-08-25: 15 h 00min</u>		
MUNICIPIO:	<u>San Antonio Palopé</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>clara</u>	CLORO RESIDUAL:	<u>----</u>		
OLOR:	<u>Inodora</u>				

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FÓRMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
01,00 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
00,10 cm ³	-----	innecesaria	innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 2	< 2

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20TH
 NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo.
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CII / USAC



[Handwritten signature]
 Ing. César Alfonso García Guerra
 Director CII / USAC





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS
 HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 20 514		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No. A-199 331	
INTERESADO	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Wender Estuardo Delgado</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Patzún</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2006-08-25: 08h05min</u>		
FUENTE:	<u>arroyo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2006-08-25: 15 h 00min</u>		
MUNICIPIO:	<u>San Antonio Palopó</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Sololá</u>	SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>
ASPECTO:	<u>clara</u>	CLORO RESIDUAL	<u>----</u>		
OLOR:	<u>Inodora</u>				

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	++++-
01,00 cm ³	+++++	+++++	++++-
00,10 cm ³	+++++	+++++	++++-
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMESES COLIFORMES/100cm ³		> 1 600	33


TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSIÓN Bacteriológicamente el agua NO ES POTABLE, según norma COGUANOR NGO 29001.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo. 
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CI/USAC





Zona 12, Ciudad Universitaria, Zona 12
 Tel. 504 2411 2000 ext. 220
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Info. Técnica Laboratori

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCIÓN DE ÁREA DE SALUD SOLOLA

Tu Salud
es nuestro compromiso



Ministerio de Salud Pública

RESULTADO DE MUESTRA DE AGUA A TRAVÉS DEL MÉTODO DE MEMBRANA DE FILTRACIÓN.

ANÁLISIS REALIZADO: BACTERIOLÓGICO (específicamente Coliformes Fecales).

MUNICIPIO: San Antonio Palopó

RESPONSABLE DEL ENVÍO DE LA MUESTRA: TSR. FLORINDA S. VASQUEZ YAX

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 21/08/06. FECHA DE INFORME: 24/08/06.

No	COMUNIDAD	No. DE COLONIAS DE COLIFORMES FECALES POR CADA 100 ML. DE AGUA.			
		Nacimiento de Agua	Tanque de distribución	Chorro domiciliar	Chorro público o Comunitario.
01	Caserío Tzancorral			00	
02	San Antonio Palopó			00	
03	Cantón Tzampetey			00	
04	Cantón Chitulum			03	
05	Aldea, Agua Escondido			00	
06	Cantón Chuisajcap.	00 Pozo Público.			

OBSERVACIONES: De acuerdo a las normas COGUANOR NG 29001-99, no se aceptan coliforme fecales en el agua para consumo humano, si el resultado fuera de uno a más colonias por cada 100/ml. de agua, es necesario realizar medidas preventivas (limpieza y desinfección de tanques a base de hipoclorito calcio) o en todo caso, promover la implementación de un sistema de desinfección del agua a base de cloro residual ante la autoridad municipal correspondiente, para evitar enfermedades diarreicas a la población.

Israel Saloj Barreno
ISRAEL SALOJ BARRENO
SUPERVISOR DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS



Oliver Gilberto Martínez Castillo
Vo. Bo. DR. OLIVER GILBERTO MARTINEZ CASTILLO
DIRECTOR DE AREA DE SALUD DE SOLOLA



FINAL CALZADA VENANCIO BARRIOS, ZONA 2 SOLOLA TELEFAX: 77623044 / 5

SIRVIENDO CON CALIDEZ, CALIDAD Y COBERTURA

MINISTERIO DE SALUD PÚBLICA Y ASISTENCIA SOCIAL
DIRECCIÓN DE ÁREA DE SALUD SOLOLA

Tu Salud
ES NUESTRO COMPROMISO



Ministerio de Salud Pública

RESULTADO DE MUESTRA DE AGUA A TRAVÉS DEL MÉTODO DE MEMBRANA DE FILTRACIÓN.

ANÁLISIS REALIZADO: BACTERIOLÓGICO (específicamente Coliformes Fecales).

MUNICIPIO: San Antonio Palopó

RESPONSABLE DEL ENVÍO DE LA MUESTRA: TSR. Florinda Vásquez Yax.

FECHA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA: 21/08/06. FECHA DE INFORME: 24/08/06

N o	COMUNIDAD	No. DE COLONIAS DE COLIFORMES FECALES POR CADA 100 ML. DE AGUA.			
		Nacimiento de Agua	Tanque de distribución	Chorro domiciliar	Chorro público o Comunitario.
07	Cantón Patzaj.		33 Pila Pública		
08	San José Xiquinabaj.			00	
09	Ojo de Agua.			00	
10	El Porvenir Chipop.			00	
11	Aldea Xequistal.			00	
12	Caserío Chuiquistel.			04	

OBSERVACIONES: De acuerdo a las normas COGUANOR NG 29001-99, no se aceptan coliforme fecales en el agua para consumo humano, si el resultado fuera de uno a más colonias por cada 100/ml. de agua, es necesario realizar medidas preventivas (limpieza y desinfección de tanques a base de hipoclorito calcio) o en todo caso, promover la implementación de un sistema de desinfección del agua a base de cloro residual ante la autoridad municipal correspondiente, para evitar enfermedades diarreicas a la población.

Israel Saloj Barreno
ISRAEL SALOJ BARRENO
SUPERVISOR DE SANEAMIENTO AMBIENTAL
RESPONSABLE DEL ANÁLISIS



Vo. Bo. DR. OLIVER GILBERTO MARTINEZ CASTILLO
DIRECTOR DE ÁREA DE SALUD DE SOLOLA

FINAL CALZADA VENANCIO BARRIOS, ZONA 2 SOLOLA TELEFAX: 77623044 / 5

SIRVIENDO CON CALIDEZ, CALIDAD Y COBERTURA



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 13


O.T. No.20 500		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 473	
INTERESADO:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	Azúl Alferez	DEPENDENCIA:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Coleccion San Antonio Palopó	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-08-25, 10 h 55 min.		
FUENTE:	Charro domiciliar	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-08-25, 15 h 00 min.		
MUNICIPIO:	San Antonio Palopó	CÓNDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Solalá				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Lig. turbio	4. OLORES:	inodora	7. TEMPERATURA (En el momento de recolección):	-- ° C
2. COLOR:	19,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	163,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	06,42 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,20 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,31	6. CLORUROS (Cl)	05,50	11. SÓLIDOS TOTALES	106,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,33	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	15,00
3. NITRATOS (NO ₃)	04,18	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SÓLIDOS FIJOS	91,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9 HIERRO TOTAL (Fe)	00,29	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	13,00
5. MANGANESO (Mn)	00,31	10. DUREZA TOTAL	70,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	86,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	32,00	32,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: COLOR, TURBIEDAD, HIERRO en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 79001.

TECNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19th EDITION 1 991, NORMA COGUANOR NGO 4 608 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo Bo. 
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CI/USAC




 Ing. César Alfonso García Guerra
 Ing. Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS)- CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No 20 514		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No 22 474	
INTERESADO:	FACULTAD DE INGENIERIA	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	Wander Delgado	DEPENDENCIA:	U.S.A.C.		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Xequinil	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-08-25, 10 h 05 min		
FUENTE:	Orzo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-08-25, 15 h 00 min		
MUNICIPIO:	San Antonio Palapa	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Solalá				
RESULTADOS					
1. ASPECTO	Claro	4. OI. OR	inodora	7. TEMPERATURA (En el momento de muestreo)	... ° C
2. COLOR	01,00 Unidades	5. SABOR	.....	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	51,00 umhos/cm
3. TURBIEDAD	00,00 UNT	6. potencial de Hidrogeno (pH):	07,40 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,16	6. CLORUROS (Cl ⁻)	05,50	11. SOLIDOS TOTALES	36,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,20	12. SOLIDOS VOLATILES	05,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	01,10	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SOLIDOS FUOS	31,00
4. CLORO RESIDUAL	....	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,05	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,007	10. DUREZA TOTAL	32,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	27,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	96,00	96,00		

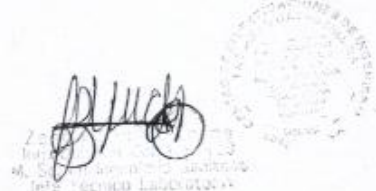
OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico quimico sanitario, el agua es blanda. Las demas determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Limites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NCO 29001.

TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA APHA. - A.W.W.A. W.E.F. 16th EDITION 1 990, NORMA COGUANOR NCO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS, GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo.
 Ing. César Alfonso Guerra
 DIRECTOR CIUSAC





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No.20 500		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 466
INTERESADO:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:	Victoriano Coché	DEPENDENCIA:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Agua Escudada	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-08-25: 07 h 58 min.	
FUENTE:	Cloro domiciliar	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-08-25: 15 h 00 asis.	
MUNICIPIO:	San Antonio Palopó	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Solalá			

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	inodora	7 TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	.. °C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	174,00 μ mhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,39 LINT	6 potencial de hidrógeno (pH):	07,30 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONÍACO (NH ₃)	00,20	6. CLORUROS (Cl ⁻)	07,50	11. SÓLIDOS TOTALES	102,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,28	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	08,80	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	18,00	13. SÓLIDOS FIJOS	96,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,04	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,40
5. MANGANESO (Mn)	00,015	10. DUREZA TOTAL	62,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	92,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	76,00	76,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico quimico sanitario. Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NCO 25000.

TECNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 20th EDITION 2 000. NORMA COGUANOR NCO 1 410 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 25000 AGUA POTABLE Y SUS DERIVADOS. GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Va.Bo.
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CHIA/SAC



2006-09-05
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CHIA/SAC
 Info. Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CI)
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No.20 514		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 476	
INTERESADO:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD</u>		
RECOLECTADA POR:	<u>Wender Delgado</u>	DEPENDENCIA:	<u>U.S.A.C.</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	<u>Chigop</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2006-08-25, 09 h 38 min.</u>		
FUENTE:	<u>Grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2006-08-25, 15 h 00 min.</u>		
MUNICIPIO:	<u>San Antonio Palopó</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	<u>Sin refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Soleá</u>				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	<u>Claro</u>	4. OLOR:	<u>inodora</u>	7. TEMPERATURA:	<u>... °C</u> <small>(En el momento de recolección)</small>
2. COLOR:	<u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR:	<u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:	<u>155,00 µmhos/cm</u>
3. TURBIDEDAD:	<u>00,18 UNT</u>	6. potencial de hidrogeno (pH):	<u>07,20 unidades</u>		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,16	6. CLORUROS (Cl ⁻)	08,00	11. SOLIDOS TOTALES	88,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,12	12. SOLIDOS VOLÁTILES	04,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	15,62	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	06,00	13. SOLIDOS FIJOS	84,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,002	10. DUREZA TOTAL	66,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	82,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	66,00	66,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico quimico sanitario: Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Limites Máximos Aceptables de normalidad Según norma COGULANOR NCGO 79001

TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 20th EDITION 1 990, NORMA COGULANOR NCGO 4 608 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 1980 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-08-05

Vo.Bo.
Ing. César Alfonso García Guerra
DIRECTOR CI/USAC



[Handwritten signature]
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Banco Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 20 500		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 470	
INTERESADO:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	Técnicos agua	DEPENDENCIA:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Cambio Ojo de Agua	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-08-25, 09 h 25 min.		
FUENTE:	Charro domiciliario	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-08-25; 15 h 00 min		
MUNICIPIO:	San Antonio Palopó	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Soletá				

RESULTADOS					
1 ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	inodora	7. TEMPERATURA:	... °C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	136,00 μ mhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,26 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH)	05,80 unidades		

SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONÍACO (NH ₃)	00,16	6. CLORUROS (Cl ⁻)	09,00	11. SÓLIDOS TOTALES	80,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,12	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	13,64	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	07,00	13. SÓLIDOS FIJOS	74,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,008	10. DUREZA TOTAL	60,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	72,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	90,00	90,00


OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 10TH EDITION 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS, GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05


 Vo Bu
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR IUISAC


 Ing. César Alfonso García Guerra
 M. S. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRAULICOS (ERIS) - CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CI)
DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 13

O.T. No.20 500		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 468
INTERESADO:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:	Técnicos agua	DEPENDENCIA:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Cañón Tzucarcán	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-08-25, 08 h 54 min	
FUENTE:	Chorro domiciliario	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-08-25; 15 h 00 min	
MUNICIPIO:	San Antonio Palopó	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Solalá			

RESULTADOS					
1 ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	inodora	7 TEMPERATURA:	-- °C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5 SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:	234,00 $\mu\text{mhos/cm}$
3. TURBIEDAD	00,15 UNT	6 potencial de Hidrógeno (pH):	07,40 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,19	6. CLORUROS (Cl)	06,50	11. SÓLIDOS TOTALES	133,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,15	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	05,28	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	17,00	13. SÓLIDOS FIJOS	127,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,60
5. MANGANESO (Mn)	00,011	10. DUREZA TOTAL	116,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	174,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	120,00	120,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.I.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 20th EDITION 1 800, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo.
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CI/USAC



Ing. [Signature]
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS)-CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No.20 500		INF. No. 22 467	
INTERESADO:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPÓ	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD
RECOLECTADA POR:	Técnicos agua	DEPENDENCIA:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPÓ
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Centro Chanul	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-08-25: 08 h 30 min
FUENTE:	Cloro domiciliario	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-08-25: 15 h 00 min.
MUNICIPIO:	San Antonio Palopó	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración
DEPARTAMENTO:	Solotó		
RESULTADOS			
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----
3. TURBIDEZ:	00,31 UNT	6 potencial de hidrogeno (pH):	07,30 unidades
7. TEMPERATURA (En el momento de recolección)		--- °C	
8 CONDUCTIVIDAD ELECTRICA		153,00 μ mhos/cm	
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,17	6. CLORUROS (Cl ⁻)	06,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,26
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	06,82	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	01,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02
5. MANGANESO (Mn)	00,011	10. DUREZA TOTAL	62,00
11. SOLIDOS TOTALES	88,00	12. SOLIDOS VOLÁTILES	05,00
13. SOLIDOS FIJOS	83,00	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,20
15. SOLIDOS DISUELTOS	81,00		
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)			
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	80,00	80,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 16TH EDITION 1 609, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo.
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CI/USAC

[Handwritten signature]



**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CI)
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

O.T. No. 20 500		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 465	
INTERESADO:		MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPÓ		PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:		Victoriano Coché		DEPENDENCIA: MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPÓ	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		Carrizal El Naranjo		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2006-08-25: 07 h 20 min	
FUENTE:		Pantano 4		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2006-08-25: 15 h 00 min.	
MUNICIPIO:		San Antonio Palopó		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:		Solalá			
RESULTADOS					
1. ASPECTU:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	-- °C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	115,00 μ mhos/cm
3. TURBIDEZ:	00,37 UNT	6 potencial de Hidrógeno (pH):	07,10 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONÍACO (NH ₃)	00,17	6. CLORUROS (Cl)	05,00	11. SÓLIDOS TOTALES	70,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,18	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃)	04,18	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SÓLIDOS FIJOS	64,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,40
5. MANGANESO (Mn)	00,019	10. DUREZA TOTAL	50,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	01,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	66,00	66,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario, las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad, Según norma COGUANOR NGD 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 20th EDITION 2000, NORMA COGUANOR NGD 4101 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo.
Ing. Crespo Alfonso García Guerra
DIRECTOR CIUSAC



Zona 12, Ciudad Universitaria, 2006-08-25
Ing. Victoriano Coché
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS)-CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CI)
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No.20 500		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 471
INTERESADO:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPÓ	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:	Técnicos agua	DEPENDENCIA:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPÓ	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Carrizal San José Xiquirabaj	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-08-25; 09 h 50 min	
FUENTE:	Charro domiciliario	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-08-25; 15 h 00 min	
MUNICIPIO:	San Antonio Palopó	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Solalá			

RESULTADOS					
1. ASPECTO	Claro	4. OLOR:	ausente	7 TEMPERATURA (En el momento de recolección)	... ° C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5 SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	166,00 μ mhos/cm
3. TURBIEDAD	00,42 UNT	6 potencial de Hidrógeno (pH):	07,10 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,23	6. CLORUROS (Cl)	07,00	11. SÓLIDOS TOTALES	97,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,30	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	06,16	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	08,00	13. SÓLIDOS FIJOS	91,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,60
5. MANGANESO (Mn)	00,004	10. DUREZA TOTAL	77,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	88,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	50,00	50,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario. Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGD 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 20th EDITION 2 000, NORMA COGUANOR NGD 4 810 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo.
 Ing. César Alberto García Guerra
 DIRECTOR CI/USAC



Zed. de San Antonio Palopó
 Ing. César Alberto García Guerra
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) - CENTRO
 DE INVESTIGACIONES (CI)
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No.20-500		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 472	
INTERESADO:		MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO		PROYECTO: CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:		Técnicos agua		DEPENDENCIA: MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		Caserío Chajetzap		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2006-08-25; 10 h:30 min.	
FUENTE:		Cloro domiciliario		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2006-08-25; 15 h:00 min.	
MUNICIPIO:		San Antonio Palopó		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:		Solalá			
RESULTADOS					
1. ASPECTO: Claro		4. OLOR: incoloro		7. TEMPERATURA (del momento de recolección): -- °C	
2. COLOR: 01,00 Unidades		5. SABOR: -----		8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: 105,00 µmhos/cm	
3. TURBIEDAD: 00,37 UNT		6. potencial de hidrógeno (pH): 07,10 unidades			
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
mg/L		mg/L		mg/L	
1. AMONIACO (NH ₃)	00,20	6. CLORUROS (Cl ⁻)	07,00	11. SÓLIDOS TOTALES	64,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,16	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	06,16	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	07,00	13. SÓLIDOS FIJOS	58,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SÓLIDOS EN SUSPENSION	61,20
5. MANGANESO (Mn)	00,003	10. DUREZA TOTAL	38,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	56,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	96,00	96,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario. Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19th EDITION 1 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo.Bo.
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CI/USAC



Ing. [Signature]
 Jefe Técnico Laboratorio



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS)-CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CI)
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No.20 514 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO INF. No. 22 475

INTERESADO: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA</u>	PROYECTO: <u>CONTROL DE CALIDAD</u>
RECOLECTADA POR: <u>Wendler Delgado</u>	DEPENDENCIA: <u>U.S.A.C.</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Patzún</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2006-08-25: 08 h 05 min.</u>
FUENTE: <u>Cribo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2006-08-25: 15 h 00 min</u>
MUNICIPIO: <u>San Antonio Palopó</u>	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Sin refrigeración</u>
DEPARTAMENTO: <u>Solalá</u>	

RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Claro</u>	4 OLOR: <u>inodora</u>	7 TEMPERATURA: <u>... °C</u> <small>(Si el número de mediciones)</small>			
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5 SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>200,00 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>00,89 UNT</u>	6 potencial de Hidrógeno (pH): <u>06,80 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,20	6. CLORUROS (Cl)	05,00	11. SÓLIDOS TOTALES	113,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F)	00,34	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	04,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	02,70	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	08,00	13. SÓLIDOS FIJOS	109,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,08	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,80
5. MANGANESO (Mn)	00,017	10. DUREZA TOTAL	80,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	106,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	64,00	64,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario, Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 19th EDITION 1 006, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS) GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo Bo
 Ing. César Alfonso García Guerra
 DIRECTOR CI/USAC



[Handwritten signature]
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio 3





LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CII)
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 13

O.T. No.20 500		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 469
INTERESADO:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD	
RECOLECTADA POR:	Wander Delgado	DEPENDENCIA:	MUNICIPALIDAD SAN ANTONIO PALOPO	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Chiquistul	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2006-08-25: 09 h 17 min	
FUENTE:	Pozo con bomba manual	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2006-08-25: 15 h 00 min.	
MUNICIPIO:	San Antonio Palopó	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración	
DEPARTAMENTO:	Solalá			

RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	inodora	7. TEMPERATURA:	... °C
2. COLOR:	02,00 Unidades	5. SABOR:	.....	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA:	153,00 μ mhos/cm
3. TURBIDIDAD:	02,61 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH):	06,90 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,20	6. CLORUROS (Cl)	10,00	11. SÓLIDOS TOTALES	97,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,0066	7. FLUORUROS (F)	00,34	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	11,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	31,02	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	01,00	13. SÓLIDOS FIJOS	86,00
4. CLORO RESIDUAL	....	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,16	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	04,00
5. MANGANESO (Mn)	00,014	10. DUREZA TOTAL	54,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	81,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS	CARBONATOS	BICARBONATOS	ALCALINIDAD TOTAL		
mg/L	mg/L	mg/L	mg/L		
00,00	00,00	46,00	46,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario, Las determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de normalidad. Según norma COGUANOR NGO 29001.

TÉCNICA: "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 18TH EDITION 2000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 | SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 29001 | AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS, GUATEMALA.

Guatemala, 2006-09-05

Vo Bo
 Ing. César Alfonso García Cuatz
 DIRECTOR-ERISAC



Ing. [Signature]
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Ing. Técnico LABORATORIO

