

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

VULNERABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO PARA CONSUMO HUMANO Y
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN, EN EL CASCO URBANO DE ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA

TESIS DE GRADO

LEONEL SALAS JUÁREZ
CARNET 22451-09

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS

VULNERABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO PARA CONSUMO HUMANO Y
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN, EN EL CASCO URBANO DE ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
LEONEL SALAS JUÁREZ

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

JUTIAPA, SEPTIEMBRE DE 2015
SEDE REGIONAL DE JUTIAPA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S.J.

VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO

VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA S.J.

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS

SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS

VICEDECANA: LICDA. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ

SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES

DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. JERSON ELIZARDO QUEVEDO CORADO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. VIRGINIA MOSQUERA SALLES
ING. SERGIO ALEJANDRO MANSILLA JIMÉNEZ
LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNANDEZ

Guatemala, 05 de septiembre de 2015

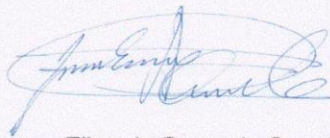
Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante **Leonel Salas Juárez**, carné **22451-09**, titulada: **"Vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano y medidas de adaptación, en el casco urbano de Asunción Mita, Jutiapa"**.

La cual considero que cumple con los requisitos establecidos por Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Jerson Elizardo Quevedo Corado, MSc.
Colegiado No. 3,096
Código URL. 18352

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante LEONEL SALAS JUÁREZ, Carnet 22451-09 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN RIEGOS, de la Sede de Jutiapa, que consta en el Acta No. 0683-2015 de fecha 28 de agosto de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**VULNERABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO PARA CONSUMO HUMANO Y
MEDIDAS DE ADAPTACIÓN, EN EL CASCO URBANO DE ASUNCIÓN MITA, JUTIAPA**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO AGRÓNOMO CON ÉNFASIS EN RIEGOS en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 3 días del mes de septiembre del año 2015.


ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A Dios por estar siempre conmigo, siempre ayudarme, por no permitirme desmayar, por darme las fuerzas para seguir avanzando y terminar mi trabajo de graduación.

A mis hermanas Veraly, Orfelina, Lorena, Olga, Rosario con las que he compartido mis alegrías y tristezas. Mis más sinceros agradecimientos por su amor, comprensión, y apoyo incondicional en todo momento.

A mis hermanos Moris, Ronaldo y Juan Carlos por su apoyo en lo largo de mi carrera.

A mi asesor MGTR. Jerson Elizardo Quevedo Corado por su tiempo y esmero, conocimientos, amistad y gran apoyo, su desinteresado empeño y consejos durante el desarrollo de la presente investigación, le estoy muy agradecido, que Dios le bendiga siempre.

A mis amigos y compañeros de estudio Omar Renata, Selvin Hernández, Alberto Sandoval, Oscar Salguero, Adin Alas, Eder Cruz, Adriana Gómez, Joseline Sarceño, Deily Navas por los momentos y aprendizajes compartidos.

Al Ing. Roni Carrillo e Inga. María Isabel Moran por brindarme el apoyo en la agilización de mis trámites académicos y sus sabios consejos para la vida profesional.

Al Ing. Sergio Alejandro Mansilla Jiménez por el apoyo brindado en proceso de revisión del trabajo de graduación.

Al Lic. Abel Medrano por todo el apoyo que me ha brindado en el transcurso de mis estudios, siempre pendiente de todos los becados.

A la Universidad Rafael Landívar por brindarme la oportunidad de concluir mis estudios y dejarme grandes enseñanzas.

Al departamento de Dirección de Asistencia Económica y Financiera (DAEF), por brindarme el apoyo con una beca para poder concluir mis estudios, mil gracias.

Al alcalde Rubén Arturo Rodríguez Lima por abrirme las puertas de la municipalidad del municipio de Asunción Mita, Jutiapa para la realización de mi trabajo de tesis.

A Robel Cordón por darme la oportunidad de poder realizar mis estudios de muestras de agua en el Ministerio de Salud de Asunción Mita, Jutiapa.

DEDICATORIA

A Dios

Que es todo poderoso, por haberme guiado e iluminado a lo largo de mis estudios.

A mi madre Dominga Juárez Gómez

Quien sería la persona más feliz del logro alcanzado, siempre la llevo en mi corazón, por sus penas y apoyo desde el inicio hasta el final de mi carrera universitaria.

A mi padre Leonardo Salas Enríquez

Por todos sus esfuerzos y sacrificios en el transcurso de mi carrera, gracias papá.

INDICE GENERAL

| | | |
|------|--|----|
| I. | INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. | MARCO TEÓRICO | 3 |
| | 2.1 RECURSOS HÍDRICOS | 3 |
| | 2.2 RECURSO HÍDRICO EN GUATEMALA | 4 |
| | 2.3 MARCO LEGAL RELACIONADO CON LOS RECURSOS HÍDRICOS..... | 5 |
| | 2.4 CICLO HIDROLÓGICO..... | 5 |
| | 2.5 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO..... | 6 |
| | 2.6 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO | 7 |
| | ZONA DE RECARGA HÍDRICA..... | 8 |
| | FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA..... | 9 |
| | TOMA DE AGUA Y OBRA DE CAPTACIÓN | 9 |
| | LÍNEA DE CONDUCCIÓN | 9 |
| | RED DE DISTRIBUCIÓN..... | 9 |
| | TRATAMIENTO DEL AGUA | 9 |
| | USO Y MANEJO DEL AGUA EN EL HOGAR | 9 |
| | MANEJO DE AGUA POST-USO | 10 |
| | GESTIÓN ADMINISTRATIVA..... | 10 |
| | 2.7 VULNERABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO..... | 10 |
| | 2.8 CONCEPTO DE VULNERABILIDAD Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD | 11 |
| | 2.9 ADAPTACIÓN | 12 |
| III. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN | 14 |
| IV. | OBJETIVOS..... | 15 |
| | 4.1 GENERAL | 15 |
| | 4.2 ESPECÍFICOS | 15 |

| | |
|---|----|
| V. METODOLOGÍA | 16 |
| 5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN..... | 16 |
| 5.2 AMBIENTE DE TRABAJO..... | 16 |
| 5.3 SUJETO Y/O UNIDADES DE ANÁLISIS | 16 |
| 5.4 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA | 17 |
| A). PRIMERA FASE DE GABINETE..... | 17 |
| B). PRIMERA FASE DE CAMPO..... | 18 |
| C). SEGUNDA FASE DE GABINETE | 18 |
| D). SEGUNDA FASE CAMPO | 18 |
| E). TERCERA FASE DE GABINETE | 19 |
| 5.5 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES | 19 |
| VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 24 |
| 6.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE | 24 |
| 6.2 CARACTERIZACIÓN Y VULNERABILIDAD DEL SISTEMA | 25 |
| 6.3 VULNERABILIDAD DEL COMPONENTE A: ZONA DE RECARGA HÍDRICA (ZRH) | 26 |
| 6.4 COMPONENTE B: FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA | 32 |
| 6.5 DEMANDA | 34 |
| 6.6 CAUDAL MEDIO | 34 |
| 6.7 PROYECCIÓN POBLACIONAL = $(PO * R) + PO$ | 35 |
| 6.8 BALANCE ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA..... | 36 |
| 6.9 COMPONENTE C: TOMA DE AGUA Y OBRA DE CAPTACIÓN. | 39 |
| 6.10 COMPONENTE D: LÍNEA DE CONDUCCIÓN. | 43 |
| 6.11 COMPONENTE E: TANQUE DE ALMACENAMIENTO..... | 47 |
| 6.12 COMPONENTE F: RED DE DISTRIBUCIÓN | 50 |

| | |
|---|----|
| 6.13 COMPONENTE G: TRATAMIENTO DE AGUA | 53 |
| 6.14 COMPONENTE H: MANEJO DEL AGUA EN EL HOGAR..... | 54 |
| 6.15 COMPONENTE I: MANEJO DE AGUA POST-USO | 60 |
| 6.16 COMPONENTE J: GESTIÓN ADMINISTRATIVA..... | 62 |
| 6.17 ANÁLISIS DE LOS INDICADORES | 66 |
| 6.18 CÁLCULOS DE VULNERABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO | 68 |
| 6.19 VULNERABILIDAD DE LOS COMPONENTES | 71 |
| 6. 20 CALIDAD DEL AGUA..... | 73 |
| 6.21 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN..... | 78 |
| VII. CONCLUSIONES | 83 |
| VIII. RECOMENDACIONES | 85 |
| IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 87 |
| X. ANEXOS..... | 93 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Sistema general de abastecimiento de agua potable (MSPAS, 2011)..... | 7 |
| Figura 2. Sistema de distribución de agua en una población (MSPAS, 2011)..... | 8 |
| Figura 3. Croquis de campo del área de estudio..... | 24 |
| Figura 4. Vulnerabilidad global del sistema de abastecimiento..... | 25 |
| Figura 5. Indicadores evaluados del componente A..... | 26 |
| Figura 6. Uso actual de la tierra 2012..... | 28 |
| Figura 7. Uso actual de la tierra 2003..... | 30 |
| Figura 8. Indicadores evaluados del componente B..... | 32 |
| Figura 9: pendiente de la fuente de abastecimiento..... | 33 |
| Figura 10. Balance entre la oferta y demanda de agua..... | 38 |
| Figura 11. Indicadores evaluados del componente C..... | 40 |
| Figura 12. Pendiente de la zona donde se encuentran las obras de captación..... | 39 |
| Figura 13. Estado de las obras de captación..... | 87 |
| Figura 14. Mantenimiento de las obras de captación..... | 41 |
| Figura 15. Tipo de la obra de captación..... | 41 |
| Figura 16. Indicadores evaluados del componente D..... | 43 |
| Figura 17. Vulnerabilidad de la línea de conducción a derrumbes..... | 44 |
| Figura 18. Fugas de la línea de conducción..... | 45 |
| Figura 19. Trabajos de mantenimiento en la línea de conducción..... | 46 |
| Figura 20. Indicadores evaluados del componente E..... | 47 |
| Figura 21. Estado de los tanques..... | 49 |
| Figura 22. Indicadores evaluados del componente F..... | 50 |
| Figura 23. Vulnerabilidad a deslizamientos de la red de distribución..... | 51 |

| | |
|---|----|
| Figura 24. Estado de las tuberías y cajas de válvulas..... | 51 |
| Figura 25. Indicadores evaluados del componente G..... | 53 |
| Figura 26. Indicadores evaluados del componente H..... | 55 |
| Figura 27. Fuga que provoca el mayor desperdicio de agua..... | 58 |
| Figura 28. Respiradero de agua mal establecido..... | 59 |
| Figura 29. Indicadores evaluados del componente I..... | 60 |
| Figura 30. Indicadores evaluados del componente J..... | 63 |

INDICE DE CUADROS

| | |
|---|----|
| Cuadro 1. Posibles medidas de adaptación de un sistema de abastecimiento de agua potable para una población..... | 13 |
| Cuadro 2. Escala cualitativa que se fijo para cada indicador (con valores cuantitativos) para su análisis..... | 19 |
| Cuadro 3. Componentes que integran el sistema de abastecimiento de agua potable.. | 19 |
| Cuadro 4. Caracterización general de la vulnerabilidad en porcentajes..... | 22 |
| Cuadro 5. Uso de la tierra 2003-2012..... | 29 |
| Cuadro 6. Proyección poblacional urbana, Asunción Mita (generación propia)..... | 35 |
| Cuadro 7. Balance Hídrico Sistema de Distribución de Agua Potable del Casco Urbano de Asunción Mita, Jutiapa..... | 36 |
| Cuadro 8. Análisis de los indicadores..... | 67 |
| Cuadro 9. Peso relativo a cada componente..... | 69 |
| Cuadro 10. Vulnerabilidad del sistema de abastecimiento con ponderación..... | 70 |
| Cuadro 11. Peso relativo a cada componente | 68 |
| Cuadro 12. Vulnerabilidad del sistema de abastecimiento con ponderación. | 69 |
| Cuadro 13. Resultado de las muestra de agua enviadas al laboratorio | 73 |
| Cuadro 14. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para el consumo humano | 74 |
| Cuadro 15. Características clínicas que debe tener el agua para el consumo humano. | 74 |
| Cuadro 16. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud | 75 |
| Cuadro 17. Medidas de adaptación prioritarias que se deben de emplear para reducir la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua..... | 76 |

Vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano y medidas de adaptación, en el casco urbano de Asunción Mita, Jutiapa

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio de Asunción Mita, Jutiapa. La investigación se realizó caracterizando el sistema de abastecimiento en diez componentes: zona de recarga hídrica, fuentes de abastecimiento, toma de agua o obra de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, tratamiento de agua, uso y manejo de agua en el hogar, manejo de agua post uso y gestión administrativa. La metodología se dividió en tres fases de gabinete y dos fases de campo para el análisis y caracterización de los componentes. Los resultados obtenidos muestran que el sistema de abastecimiento de agua posee una vulnerabilidad media (46%) y que el componente más vulnerable lo constituye el manejo de aguas post uso con 90%, debido a que no existen planes de manejo ni plantas de tratamiento de aguas negras. El segundo componente más vulnerable es el uso y manejo de agua en el hogar con 79% de vulnerabilidad por falta de conciencia de la población en el desperdicio del recurso. Las medidas de adaptación se plantearon de acuerdo con el grado de vulnerabilidad que presentó cada componente y de acuerdo con los contextos biofísicos y socioeconómicos del área de estudio. Los resultados del análisis de calidad de agua realizados por el Ministerio de Salud, muestran que el agua en los nacimientos es de buena calidad y cumple con los requisitos mínimos de salubridad vigentes en el país.

Vulnerability of water resources for human consumption and adaptation measures, in the urban area of Asunción Mita, Jutiapa

SUMMARY

The objective of the study was to determine the vulnerability of the of water supply system of the town of Asunción Mita, Jutiapa. The research was conducted to characterize the supply system in ten components: water recharge area, collection works, pipeline, storage tank, distribution network, water treatment, use and management of household water, wastewater management and administrative management. The methodology was divided into three phases of desk job and two phases of field for the analysis and characterization of the components. The results show that the water system has an average vulnerability (46%) and the most vulnerable component is the management of wastewater 90% because there aren't management plants. The second most vulnerable component is the use and management of water in the home with 79% of vulnerability due to lack of awareness of the population in the waste of water. Adaptation measures were raised according to the degree of vulnerability presented each component according to the biophysical and socio-economic contexts of the study area. The results of water quality analysis conducted by the Ministry of Health show that water sources are of good quality and meet the minimum health requirements in the country.

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres 2011 (EIRD-ONU, 2011), Guatemala es uno de los países con mayor “riesgo extensivo”, el cual se asocia a muchas amenazas meteorológicas localizadas, y se construye directamente por factores como la urbanización mal planificada y mal gestionada, la degradación ambiental y la pobreza. Esta situación pone en riesgo la infraestructura incluyendo los sistemas de abastecimiento de agua potable los cuales se encuentran expuestos a los riesgos que ocasionan dichas calamidades principalmente en zonas de alta vulnerabilidad (Cano, 2006).

La construcción de los sistemas de abastecimiento de agua ha representado un gran esfuerzo económico para los países en vías de desarrollo, y aún más, para los habitantes que generalmente pertenecen a las clases más pobres y marginadas. Estos sistemas han mostrado ser vulnerables al impacto de fenómenos naturales tales como sismos y erupciones volcánicas y ante las amenazas inducidas por el cambio climático (deslizamientos, inundaciones y sequías), que se presentan con relativa frecuencia (Cano, 2006).

En la mayoría de los casos los sistemas de abastecimiento de agua potable se están viendo afectados principalmente por la degradación de los recursos naturales en las zonas de recarga, obra de captación, tanques de abastecimiento, línea de conducción, etc. Esta degradación se da principalmente por el crecimiento de la población, el aumento de las actividades extractivas, el incremento en la actividad económica y la búsqueda de una mejor calidad de vida; conducen a conflictos y a una creciente competencia por el recurso hídrico. La combinación de desigualdad social, marginalidad económica y carencia de programas de superación de la pobreza, obligan a las personas que viven en la extrema pobreza a sobreexplotar las tierras y los recursos forestales; estas acciones sumadas a la falta de medidas de control de la

contaminación, influyen en la degradación de los recursos hídricos (GWP, 2000); por lo tanto, uno de los grandes desafíos en Guatemala es controlar la degradación de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas, principalmente del recurso hídrico (Chica *et al.* 2006).

Por tal razón, la municipalidad de Asunción Mita está interesada en mejorar su sistema de abastecimiento de agua potable para contribuir a mejorar las condiciones de vida de sus habitantes e integrar estas acciones con otros servicios municipales tales como el manejo de descargas residuales, manejo de desechos sólidos, energía eléctrica e infraestructura. En los últimos años el servicio de distribución y abastecimiento de agua potable en Asunción Mita no se da abasto, es intermitente y crea inconformidad en la población, aunado a esto hay poca información generada especialmente de infraestructura y operación del sistema, afectando en la toma de decisiones para crear soluciones. La captación de agua, distribución, uso y descargas deben tener una adecuada organización y control para que se logre satisfacer las necesidades de agua potable de la población del área urbana del municipio, sin afectar el entorno ambiental de la cuenca.

Dado el interés existente por parte de las autoridades municipales, en esta investigación se presenta un análisis de la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable y las medidas de adaptación necesarias para enfrentar las amenazas inducidas por el cambio climático, la variabilidad climática y las futuras demandas de la población del casco urbano del municipio de Asunción Mita.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 RECURSOS HÍDRICOS

El agua es un elemento fundamental para la vida en el planeta, ligado al desarrollo integral de la sociedad y a la calidad ambiental. Aunque es un recurso natural renovable, también tiene la particularidad de ser un recurso finito, por lo que la disponibilidad está limitada espacial y temporalmente, y su aprovechamiento está condicionado por los criterios de prioridad en el uso, así como por su calidad (Quesada, 2002).

La evaluación de la cantidad de agua en el planeta es complicada debido a que es un recurso dinámico en el tiempo y espacio. Aproximadamente 97.5% del total del agua es salina y 2,5% es dulce. Sin embargo, sólo 0.26% del agua dulce está disponible para satisfacer los requerimientos de los ecosistemas y los seres humanos. La agricultura (sector importante para la economía de muchos países) utiliza alrededor del 70% del total de agua extraída, mientras que el sector industrial utiliza el 20% y el 10% restante es para consumo doméstico (FAO 2002, Shiklomanov y Rodda, 2002). El volumen disponible de agua para consumo humano puede variar año con año, pero en promedio es de 42.750 km³/año. El continente americano cuenta con una cantidad importante de recursos hídricos (996.000 m³/km²/año) y sobre todo se concentran en Canadá, Brasil, Colombia y Venezuela (Shiklomanov y Rodda, 2002).

En general los países desarrollados son los principales consumidores de agua per cápita, son de igual forma los que tienen una larga tradición en el manejo del recurso hídrico y en el ordenamiento territorial para proteger las cuencas hidrográficas. Por lo tanto, estos países están mejor organizados para enfrentar las crisis. A lo anterior, también contribuye un alto nivel de desarrollo tecnológico y fuentes permanentes de ingresos e impuestos bien utilizados en las inversiones de la infraestructura asociada al abastecimiento y ahorro del agua y al control de la contaminación (Quesada, 2002).

La situación del agua en muchas regiones del mundo se está haciendo cada vez más crítica, con problemas de escasez y calidad que generan crisis de salud, hambrunas y hasta conflictos armados. La crisis se ve acelerada por el rápido crecimiento demográfico y la falta de conocimiento y conciencia entre las personas que compiten por el agua, la derrochan y la contaminan (Tejada et al. 2000).

2.2 RECURSO HÍDRICO EN GUATEMALA

El país cuenta con una alta disponibilidad hídrica (aproximadamente 93,388.50 millones de m³ anuales de agua dulce) que se da en función del régimen ordinario del ciclo hidrológico. Esta disponibilidad, sin embargo, no redundaría necesariamente en bienestar para la población en general (IARNA-URL, 2012).

A pesar de esta alta abundancia, se estima que solo se aprovecha cerca de un 16.4% del total del agua, debido principalmente a la alta irregularidad en la disponibilidad de este recurso, inducida sobre todo por la alteración y comportamiento del ciclo hidrológico. Esto da como resultado un exceso de agua en la época lluviosa que llega incluso a causar inundaciones y, en el mes más seco, la disponibilidad apenas alcanza un 5.14% de la oferta total (4,800 millones de m³), provocando estrés hídrico. Esta escasez se manifiesta en todo el país, pero es más fuerte en el altiplano oriental, altiplano central occidental, la costa sur y en el norte de Petén (IARNA-URL e IIA, 2006).

De acuerdo con Martínez (2002), Guatemala cuenta con una gran cantidad de recursos hídricos evidencia de esto son los 1,186 cuerpos de agua que hacen que el país tenga un caudal medio superficial de 100,000 millones de m³ /año (3,207 m³ /seg).

Novib y Fundación Solar (2001), menciona que Guatemala cuenta con un recurso hídrico suficiente para satisfacer las necesidades actuales y futuras, no significa que para hacer accesible el recurso a los demandantes se realicen esfuerzos que trasciendan a los individuos, grupos e instituciones públicas, pues el recurso no se encuentra ni en el momento, ni en el lugar requerido por la sociedad.

Como acontece en la mayoría de países del mundo, los límites de las unidades hidrológicas, vertientes y cuencas, no coinciden con los límites políticos administrativos, lo cual constituye uno de los retos más importantes para la administración de las acciones del manejo integral de los recursos hídricos, pues es necesario conciliar competencias administrativas de diferentes niveles y jurisdicción. De las aguas superficiales del país se estima que un 55% drena hacia otras naciones lo cual las convierte en un recurso estratégico, parte del interés público. Para lograr y garantizar el MIRH (Manejo Integral de los Recursos Hídricos) en Guatemala es necesario definir acuerdos de aprovechamiento con México, Belice, Honduras y El Salvador.

2.3 MARCO LEGAL RELACIONADO CON LOS RECURSOS HÍDRICOS

Según Bocaletti y de Noack (2007), en Guatemala se deben de tomar en cuenta las siguientes leyes que rigen el uso del agua para consumo humano:

- Constitución Política de la República de Guatemala
- Acuerdos de Paz: Acuerdo de Aspectos Socioeconómicos y Situación Agraria
- Política Forestal
- Política de Conservación, Protección y Mejoramiento del Ambiente y los Recursos Naturales
- Política Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
- Estrategia Nacional de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos
- Política Nacional de Desarrollo Rural

2.4 CICLO HIDROLÓGICO

De acuerdo al tribunal Centro Americano del Agua (1999), el ciclo hidrológico describe el movimiento continuo y cíclico del agua en el planeta tierra. El agua puede cambiar su estado entre líquido, vapor y hielo en varias etapas del ciclo, y los procesos pueden ocurrir en cuestión de segundos o en millones de años. Aunque el equilibrio del agua en

la tierra permanece relativamente constante con el tiempo, las moléculas de agua individuales pueden circular muy rápido.

Las principales fases del ciclo hidrológico son:

- **Evaporación:** Cuando el agua pasa a estado gaseoso se le denomina evaporación, a este proceso contribuyen el agua de los océanos, la sudoración de animales y las plantas. Las plantas aportan un 10% de agua a la atmósfera.
- **Condensación:** Cuando el vapor va ascendiendo y se convierte en las nuevas.
- **Precipitación:** Una vez formadas las nubes, se enfrían y se crean gotas más gordas que finalmente caen a la tierra por su mayor peso.
- **Infiltración:** Una vez que el agua cae a la tierra esta empieza a adentrarse llegando al subsuelo y alcanzando acuíferos.
- **Escorrentía:** El agua en vez de filtrarse, comienza a desplazarse erosionando el terreno.
- **Fusión:** El agua que se ha helado comienza a derretirse y volviendo otra vez a líquido mediante el deshielo.
- **Solidificación:** si la temperatura de una nube está por debajo de los 0°C, el agua se congela y se precipitará en forma de nieve o granizo.

2.5 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO

Un sistema es un conjunto de componentes, equipos y métodos operativos que tiene un propósito definido. El sistema de abastecimiento de agua para consumo humano está integrado por diversas fases, componentes y equipos indispensables para captar, conducir, tratar, almacenar y distribuir el agua, a la cual se suman las acciones de operación, mantenimiento y administración que garanticen la cantidad, calidad, continuidad y costos adecuados (Morales *et al.* 2001).

2.5.1 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO

Un sistema de abastecimiento de agua potable está formado por cuatro componentes que son: la fuente, la línea de conducción, almacenamiento y distribución de líneas y redes (figura 1). La fuente es el componente que provee de agua en cantidad y calidad suficiente al sistema y pueden ser una o varias, de un mismo tipo o distintas. Los manantiales, los ríos, los lagos, el agua subterránea son los tipos de fuente mayormente utilizados.

Con relación a la captación, las estructuras deben garantizar seguridad, estabilidad, durabilidad y funcionamiento en todos los casos. La obra de captación deberá reducir el riesgo de contaminación de la fuente y evitará la entrada de elementos en suspensión y flotantes y organismos indeseables al sistema y la estructura de la obra (MSPAS, 2011).

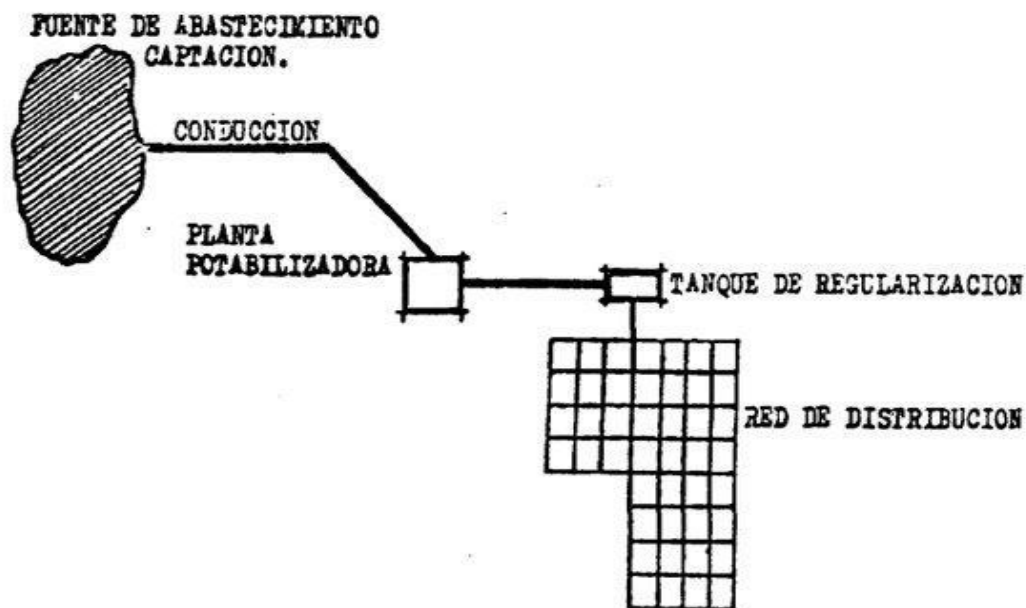


Figura 1. Sistema general de abastecimiento de agua potable (MSPAS, 2011).

La distribución de agua en la población se logra utilizando líneas de transporte de agua, redes, válvulas, llaves de paso y otros dispositivos de control cuya función es distribuir el agua en la población de manera eficiente (figura 2). Regularmente el agua se distribuye en cada domicilio mediante conexiones domiciliarias o mediante conexiones prediales o comunales (MSPAS, 2011).

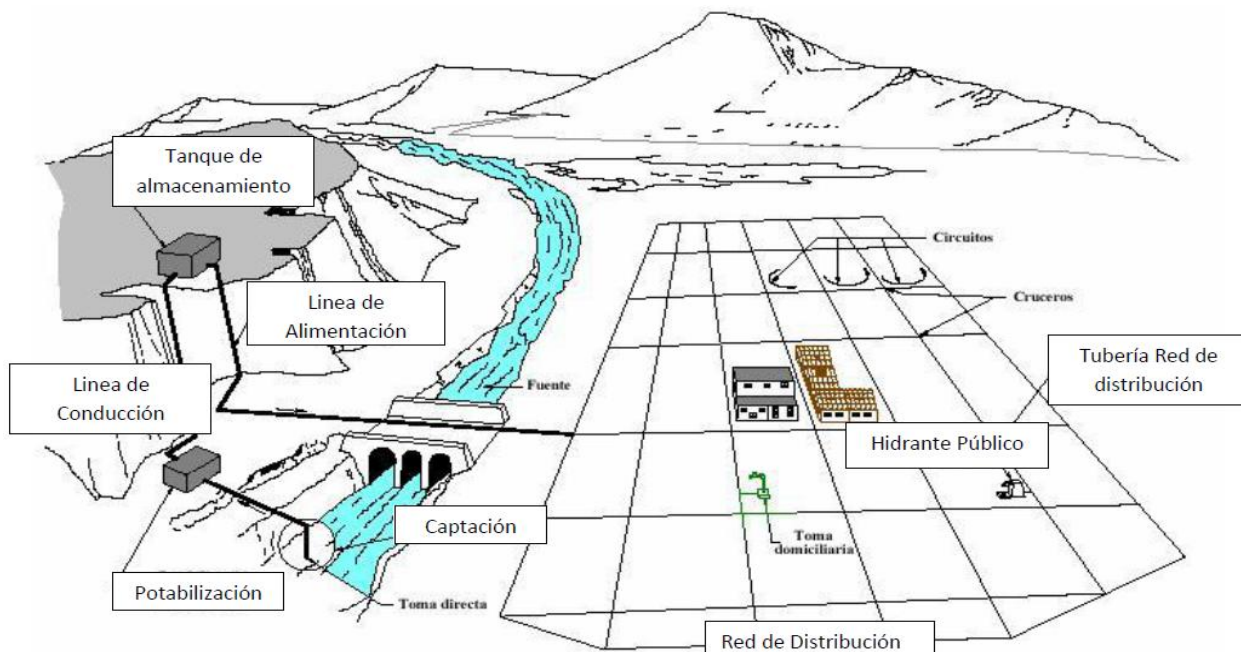


Figura 2. Sistema de distribución de agua en una población (MSPAS, 2011).

Los componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano son:

- **Zona de recarga hídrica**

Es la zona aparente donde se da el proceso de recarga de los acuíferos y manantiales mediante la infiltración del agua de lluvia; zona aparente donde se da el proceso de infiltración y alimentación de las fuentes superficiales y subsuperficiales que abastecen a las poblaciones.

- **Fuentes de abastecimiento de agua**

Son los cuerpos de agua que abastecen a las poblaciones (ríos, embalses, lagos, manantiales, acuíferos, nevados, mar).

- **Toma de agua y obra de captación**

Son las obras necesarias para captar el agua de la fuente a utilizar y poder aprovecharla durante todo el año.

- **Línea de conducción**

Es el conjunto de estructuras y elementos que sirven para transportar el agua desde la obra toma o sistema de captación hasta al reservorio o planta de tratamiento.

- **Tanque de almacenamiento**

Es un elemento cuya función principal es la de suministrar reservas de agua, que cubran las variaciones horarias del consumo de la comunidad y las necesidades de esta, cuando requiera efectuar reparaciones en la obra toma o la línea de conducción.

- **Red de distribución**

Es la tubería que une al tanque de almacenamiento con la red de distribución, tiene la función de entregar el agua a los usuarios en la entrada de sus viviendas.

- **Tratamiento del agua**

Es el método o procedimiento que se sigue para que se logre la calidad del agua necesaria para que sea potable o lo más potable posible.

- **Uso y manejo del agua en el hogar**

Es la forma en que se utiliza el agua dentro de la vivienda, se refiere a la distribución de la cantidad para cada una de las actividades, los elementos que se toman en cuenta para conservar la calidad y las medidas para el ahorro de la misma.

- **Manejo de agua post-uso**

Es el tratamiento que se da a las aguas residuales después de su utilización en el hogar o el sitio de habitación.

- **Gestión administrativa**

Es el proceso que consiste en las actividades de planeación, organización, ejecución y control desempeñados para el manejo del recurso hídrico para consumo humano.

2.6 VULNERABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

Los sistemas naturales y sociales de las diversas regiones tienen múltiples características, recursos e instituciones, y están sometidos a una diversidad de presiones que dan lugar a diferentes grados de vulnerabilidad y capacidad de adaptación (IPCC, 2001).

Existen varios conceptos que sirven como base de inspiración y de desarrollo para la elaboración de métodos para los análisis de vulnerabilidad. Algunos, se basan más en el análisis de los grupos vulnerables y se inspiran, en parte, en las estrategias para la lucha contra la pobreza; otros parten del análisis de vida actual en el lugar y en los hogares (Kohler *et al.* 2004)

En el caso de los sistemas hídricos, la probabilidad de una mayor vulnerabilidad se presenta en sistemas mal administrados y que actualmente están bajo tensión o cuya ordenación es deficiente e insostenible debido a políticas que desalientan al uso eficaz o la protección de la calidad del agua, o a causas como una ordenación inadecuada de las cuencas fluviales, a no administrar el suministro variable de aguas y su demanda, o a la inexistencia de orientación profesional bien fundada. En sistemas sin adecuada ordenación apenas hay estructuras establecidas para amortiguar los efectos de la variabilidad hidrológica en cuanto a la calidad del agua y su suministro (IPCC, 2001).

2.6.1 CONCEPTO DE VULNERABILIDAD Y ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad es un concepto que se ha usado en diferentes tradiciones y disciplinas (Adger, 2006), sin embargo, no existe una unificación del significado (Gallopín, 2006).

De acuerdo con UNESCO-IHE (2004) citado por Ávila (2005), la vulnerabilidad del recurso hídrico es el proceso que conlleva a situaciones críticas e irreversibles en torno a la calidad y cantidad de los recursos hídricos que ponen en riesgo el desarrollo humano y el funcionamiento de los ecosistemas.

Para que haya daño debe ocurrir: a) un evento potencialmente adverso (un riesgo endógeno o exógeno); b) una incapacidad de respuesta frente a esa contingencia; y c) una inhabilidad para adaptarse al nuevo escenario generado por la materialización del riesgo.

El análisis de vulnerabilidad es un proceso para determinar y priorizar los componentes críticos, que incrementan la vulnerabilidad y así tomar las medidas de prevención, preparación y mitigación, a fin de procurar la reducción o eliminación de esa vulnerabilidad (AMUNIC, 2004; Jiménez, 2007). Se aplica a diferentes fenómenos tales como: el impacto de fenómenos naturales graves como terremotos y huracanes, riesgo implícito de accidentes que afectan los servicios, como es el caso de contaminaciones, brotes epidémicos y roturas de tuberías (CEPIS/OPS/OMS, 1996b). La vulnerabilidad global está interpretada por diferentes vulnerabilidades, cada una de las vulnerabilidades constituye un eje y se deben analizar en su conjunto, de lo contrario, los resultados no reflejarían ninguna realidad (Wilches-Chaux, 1993).

Para analizar un la vulnerabilidad de un sistema de abastecimiento de recurso hídrico se implementan componentes y estos deben estar compuestos por distintos indicadores que son herramientas potenciales que se utilizan para identificar y monitorear la vulnerabilidad a través del tiempo y el espacio, además, permiten desarrollar y priorizar estrategias para reducir la vulnerabilidad y para determinar la efectividad de éstas. La tarea importante en la valoración de la vulnerabilidad es la identificación de los

indicadores más convenientes y la construcción de un índice de vulnerabilidad global (Rygel et al. 2006).

2.7 ADAPTACIÓN

La adaptación es una estrategia necesaria a todos los niveles como complemento de los esfuerzos de mitigación y permite reducir los impactos negativos, sin embargo, los costos son elevados y no impedirá todos los daños. De acuerdo a algunos análisis que se han realizado, se concluye que, hasta cierto punto, los sistemas humanos y naturales se adaptarán automáticamente a los problemas de reducción de la calidad y cantidad de agua para consumo (IPCC, 2001). Los procedimientos de adaptación y prácticas de dirección de riesgo para el sector de agua están desarrollándose en algunos países y regiones que han reconocido los cambios hidrológicos proyectados con relación a las incertidumbres (IPCC, 2007).

En el cuadro 1, se encuentran posibles medidas de adaptación de un sistema de abastecimiento de agua potable para una determinada población.

Cuadro 1. Posibles medidas de adaptación de un sistema de abastecimiento de agua potable.

| COMPONENTE | MEDIDAS DE ADAPTACIÓN |
|----------------------------------|--|
| Zona de recarga hídrica | - Reducción de la degradación de los ecosistemas |
| Fuentes de abastecimiento | - Establecimiento de nuevas áreas protegidas |
| Toma de agua o obra de captación | - Uso adecuado y manejo de las fuentes de abastecimiento, protección del agua subterránea y planes de restauración |
| Línea de conducción | - Construcción de más obras de captación |
| Tanque de almacenamiento | - mantenimiento de la toma de agua |
| Red de distribución | - Cambio de la tubería |
| Tratamiento de agua | - Mantenimiento de la línea de conducción |
| Uso y manejo de agua en el hogar | - Planes de prevención de los tanques de almacenamiento |
| Manejo de agua post-uso | - Mantenimiento de los tanques |
| Gestión administrativa | - Cambio en el diseño de la tubería |
| Adaptado de IPCC (2007) | - reducción de fugas de agua |
| | - Tratamiento adecuado e instalación de sistemas de cloración |
| | - Ahorro de agua en el hogar |
| | - Concientización a la población en el uso adecuado del agua |
| | - Construcción y capacitación de plantas de tratamiento de aguas negras |
| | - Aumento en la tarifa de cobro |
| | - control de conexiones ilegales |

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El municipio de Asunción Mita, Jutiapa posee un sistema de abastecimiento de agua potable abastecido principalmente a través de fuentes superficiales de agua (nacimientos), que ya tiene varios años de estar funcionando. Las zonas de recarga donde se ubican dichos nacimientos muestran altos grados de deterioro y los tanques y acueductos han evidenciado deficiencias que afectan la disponibilidad del recurso por parte de la población. Por otro lado, es importante mencionar que al sistema de abastecimiento de agua no se le ha dado ningún mantenimiento y actualmente no se ha hecho una evaluación de la vulnerabilidad que presenta cada componente del sistema, es decir, la vulnerabilidad de los nacimientos, los acueductos, los tanques, etc.

En ese sentido, la Municipalidad de Asunción Mita se interesó en determinar la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano para poder planificar en el mediano y en el largo plazo las medidas de adaptación necesarias de implementar para asegurar la sostenibilidad del sistema y sobre todo asegurar agua para las futuras generaciones.

Esta investigación pretende evaluar la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento del recurso hídrico el cual está conformado por diez componentes: zona de recarga hídrica, fuentes de abastecimiento de agua, toma de agua y obra de captación, línea de conducción, tanque de almacenamiento, red de distribución, tratamiento del agua, uso y manejo del agua en el hogar, manejo de agua post-uso, gestión administrativa. Los resultados de esta investigación se espera obtener información el estado de la vulnerabilidad de todo el sistema para que las autoridades municipales tomen decisiones para disminuir la vulnerabilidad del mismo.

IV. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- Analizar la vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano y determinar las medidas de adaptación en el casco urbano del municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

4.2 ESPECÍFICOS

- Caracterizar el sistema de abastecimiento de agua para consumo humano para el casco urbano del municipio de Asunción Mita, Jutiapa.
- Desarrollar un análisis de vulnerabilidad para cada uno de los componentes del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano.
- Identificar las medidas de adaptación para la reducción de la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua para consumo humano en el casco urbano de Asunción Mita, Jutiapa.

V. METODOLOGÍA

5.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación es de tipo descriptiva la cual consistió en realizar un análisis del recurso hídrico del consumo humano y medidas de adaptación en el casco urbano del municipio de Asunción Mita.

5.2 AMBIENTE DE TRABAJO

El trabajo se realizó en el municipio de Asunción Mita, departamento de Jutiapa; ubicado a una altitud de 504 msnm, una longitud 14° 20' 2" N, 89° 42' 34" W. Este municipio se encuentra ubicado en la región sur oriente de Guatemala a una distancia de 146 kilómetros de la ciudad capital, sus límites y colindancias son: Al Norte con Santa Catarina Mita y Agua Blanca (Jutiapa); al Este con Agua Blanca y la República de El Salvador; al Sur con Atescatempa, Yupiltepeque (Jutiapa) y la República de El Salvador y al Oeste con Jutiapa y Yupiltepeque.

Esta investigación se realizó un análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para el consumo humano y medidas de adaptación en el casco urbano del municipio de Asunción Mita, Jutiapa. En el área de influencia de Aldea las Crusitas donde se encuentran los tanques de abastecimiento de agua y la cuenca Ostúa-Güija de Asunción Mita, departamento de Jutiapa.

5.3 SUJETO Y/O UNIDADES DE ANÁLISIS

El sujeto y/o unidades de análisis lo constituyen los componentes del sistema de abastecimiento de agua potable para el casco urbano de Asunción Mita Jutiapa.

5.4 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

Para la elaboración de esta investigación se hizo una adaptación descrita por Mendoza (2008), basada en la evaluación de la vulnerabilidad por componente y la vulnerabilidad global del sistema, esta metodología consiste en desarrollar, elaborar y validar una propuesta metodológica para el análisis de la vulnerabilidad de los sistemas de abastecimiento e identificar las medidas de adaptación para la reducción de la vulnerabilidad del recurso hídrico. Esta metodología tuvo varias modificaciones en sus componentes, por ejemplo, el componente A: ZRH, Mendoza (2008), lo evaluó en conjunto con evaluadores, en este caso debido a que no existe un estudio que determine la zona de recarga hídrica, se procedió a utilizar Arcgis para su análisis, en el indicador A.2 Tenencia de la tierra y el indicador A.2 Porcentaje de cobertura vegetal del suelo, A.3 Uso de la tierra, A.4 Tendencia de uso del suelo. Para el indicador B.6 Balance entre oferta y demanda de agua se modificó la metodología, debido a que se decidió utilizar la guía metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de agua potable de SEGEPLAN. Mendoza (2008), recomienda calcular la vulnerabilidad bajo dos escenarios: con ponderación y sin ponderación, mientras que en este caso se decidió calcular la vulnerabilidad con ponderación, colocándole un peso relativo a cada componente, debido que da un resultado más exacto.

a). Primera fase de gabinete

Revisión de la información básica

En la primera fase de gabinete se realizó una revisión bibliográfica de la información existente relacionada con los métodos para la vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable. Con base a esta revisión se identificó la metodología de Mendoza (2008), aplicada a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano en los municipios de Santa Rita, Cabañas, Concepción, San Agustín, Paraíso, La Unión y San Jerónimo que se encuentran ubicados en la subcuenca del río Copán,

Honduras. Así mismo se revisó y analizó información sobre agua potable, condiciones socioeconómicas, censos y población del municipio de Asunción Mita.

b). Primera fase de campo

La primera fase de campo se inició con la realización de una presentación ante el Consejo Municipal de Asunción Mita. En esta presentación se explicó la importancia del estudio así como las ventajas y desventajas de las medidas de adaptación posibles que se aplicarían de acuerdo a su grado de vulnerabilidad, las actividades que se realizarían y el apoyo que se requería de la municipalidad.

Así mismo se realizó la presentación de la investigación al Inspector Ambiental del Centro de Salud para que en conjunto con él y fontaneros de la municipalidad se caracterizara el sistema de abastecimiento y tomar muestras de agua para luego enviarlas a laboratorio. Luego se procedió al reconocimiento del área de estudio en compañía con los fontaneros y el inspector ambiental del centro de salud.

c). Segunda fase de gabinete

En la segunda fase de gabinete se realizó un croquis de campo el cual se elaboró a base de Google Earth en donde se identifica el área donde se aplicó la investigación así como los componentes: zona de recarga hídrica, tanques de almacenamiento, obras de captación, línea de conducción y red de distribución. En esta segunda fase de gabinete se elaboró un plan de trabajo para visitas de campo el cual consistió en programar fechas y horarios para visitar y caracterizar los componentes. Luego se prepararon las boletas para entrevistar al conjunto de evaluadores (fontaneros, inspector ambiental y alcalde municipal), para caracterizar cada componente y que ellos le ponderarán una calificación para calcular el grado de vulnerabilidad.

d). Segunda fase campo

La segunda fase de campo se inició con las visitas de campo al área donde se aplicó la metodología de Mendoza (2008), para caracterizar los componentes en conjunto con

los evaluadores, así mismo se aplicaron las boletas de entrevistas establecidas para la investigación.

e). Tercera fase de gabinete

Esta fase consistió en la identificación de componentes, cálculo de la vulnerabilidad, medidas de adaptación para cada componente y análisis de calidad de agua.

5.5 IDENTIFICACIÓN DE COMPONENTES

Con los datos obtenidos en las fases de campo se identificaron 10 componentes en todo el sistema de abastecimiento de agua potable como se muestra en el cuadro 2, cada componente está integrado por distinto número de indicadores (anexo 1-10), luego de caracterizar los 10 componentes se procedió a calcular la vulnerabilidad con ponderación.

Cuadro 2. Componentes que integran el sistema de abastecimiento de agua potable

| Componente | Nombre del componente |
|------------|-----------------------------------|
| A | Zona de recarga hídrica |
| B | Fuente de abastecimiento de agua |
| C | Toma de agua o obra de captación |
| D | Línea de conducción |
| E | Tanque de almacenamiento |
| F | Red de distribución |
| G | Tratamiento de agua |
| H | Uso y manejo del agua en el hogar |
| I | Manejo del agua post-uso |
| J | Gestión administrativa |

(Mendoza, 2008)

El cuadro 3, muestra una calificación de 0 a 4 para el análisis de cada indicador de los componentes evaluados, esta calificación determina el grado de vulnerabilidad o el nivel de importancia.

Donde:

0: Es bueno para la naturaleza del indicador debido a que es la calificación más muy baja.

1: Es bueno para la evaluación del indicador, debido que parece estar en buen estado ya que la puntuación sigue siendo baja.

2: Es una puntuación moderada, debido que se debe poner atención ya que el estado del indicador no es ni bueno ni malo.

3: corresponde a una puntuación en donde es malo para indicador evaluado y se debe poner mucha atención en este indicador para reducir la vulnerabilidad del mismo.

4: Es la puntuación más alta de la escala cualitativa del análisis, por lo que deja mal evaluado al indicador, debido a que, la vulnerabilidad es muy alta.

Cuadro 3. Escala cualitativa que se fijo para cada indicador (con valores cuantitativos) para su análisis

| Descripción | Puntaje |
|-------------|---------|
| Muy baja | 0 |
| Baja | 1 |
| Moderada | 2 |
| Alta | 3 |
| Muy alta | 4 |

(Mendoza, 2008)

Para la caracterización del componente A: Zona de recarga hídrica, dado que no existe información al respecto se realizó el trazo de las cuencas adyacentes a los nacimientos los cuales de acuerdo con el mapa de captación y regulación hidrológica el 70% tiene muy alta capacidad de captación, el 30% es de mediana captación, n sus indicadores A.1, A.2, A.3 A.4 y el indicador A.5 de evaluó con el criterio de CONAP.

Para el cálculo de la vulnerabilidad se realizó una adaptación de la metodología descrita por Mendoza (2008). Se realizó un análisis de la metodología para evaluar su aplicabilidad al contexto del territorio. La vulnerabilidad del sistema se calculó asignando un peso relativo a los componentes esto permite hacer un cálculo más concertado de la vulnerabilidad ya que aunque todos los componentes influyen en la vulnerabilidad del sistema, no todos tienen el mismo grado de influencia.

Los cálculos de la vulnerabilidad con ponderación se realizaron de la siguiente manera: Se realizó la sumatoria de los valores de los índices de calificación de los indicadores de cada componente luego se procedió a dividir la sumatoria entre el número total de indicadores por componente, esto da un resultado promedio para cada componente, este resultado se divide entre diez, que es el número total de componentes.

El resultado se multiplica por cien y se divide entre 4 (valor mayor de la escala de evaluación) y da el valor de la vulnerabilidad en porcentaje (cuadro 4). Después se calculó la vulnerabilidad con ponderación en donde se le asignó un peso relativo a cada componente, lo que surgió de la siguiente fórmula:

$$VS = \Sigma (A*f) + (B*f) + (C*f) + (D*f) + (E*f) + (F*f) + (G*f) + (H*f) + (I*f) + (J*f)$$

Donde:

VS = Vulnerabilidad del sistema

A = Vulnerabilidad del componente A,

B = Vulnerabilidad del componente B,

C = Vulnerabilidad del componente C,

D = Vulnerabilidad del componente D,

E = Vulnerabilidad del componente E,

F = Vulnerabilidad del componente F,

G = Vulnerabilidad del componente G,

H = Vulnerabilidad del componente H,

I = Vulnerabilidad del componente I,

J = Vulnerabilidad del componente J,

f = Contribución relativa (%) a la vulnerabilidad global

El cuadro 4, muestra la vulnerabilidad general de los componentes en porcentajes:

Donde:

0% a 20%, es vulnerabilidad es muy baja o nula

20% a 40%, es vulnerabilidad baja

40% a 60%, es vulnerabilidad media

60% a 80%, es vulnerabilidad alta

80% a 100%, es vulnerabilidad muy alta importancia

Cuadro 4. Caracterización general de la vulnerabilidad en porcentajes

| Niveles | Índice (%) |
|-----------------|------------|
| Muy alta | 80 -100 |
| Alta | 60 – 80 |
| Media | 40 -60 |
| Baja | 20 -40 |
| Muy baja o nula | 0 -20 |

(Mendoza, 2008)

Luego de caracterizar los componentes y calcular la vulnerabilidad se tomaron 14 muestras de agua para analizar la calidad de la misma y se enviaron al laboratorio del Ministerio de Salud para el examen bacteriológico y 4 para el examen físico-químico. Estas muestras de agua sirvieron para analizar la calidad de agua que se consume en el municipio.

Para el caso de calidad de agua se decidieron tomar solo 14 muestras de agua para el examen bacteriológico y 4 para el examen físico-químico por cuestión de escasos recursos económicos, por tal razón, se decidió hacer una coordinación con el Ministerio de Salud el cual autorizó solo dicha cantidad de muestras de agua para determinar las condiciones del agua.

5.6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Para el análisis de la información se utilizaron las matrices antes mencionadas y la descripción de la información se ordenó utilizando excel, SIG (Arcgis versión 9.3), etc.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 CARACTERIZACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Para la realización de la caracterización, inicialmente fue necesario identificar los componentes y ubicarlos en el territorio para realizar un mejor análisis de los mismos. En ese sentido se identificaron diez componentes del sistema de abastecimiento del recurso hídrico para consumo humano en Asunción Mita, Jutiapa, los cuales fueron evaluados en conjunto con el alcalde municipal, fontaneros e inspector ambiental del centro de salud del municipio. Para esto, inicialmente, se elaboró un croquis de campo (figura 3) para identificar la zona de estudio en donde se realizó la investigación. En este croquis pueden identificarse algunos de los componentes evaluados, tales como: componente A, componente B, componente C, componente D y componente E.



Figura 3. Croquis de campo del área de estudio

Tal y como se menciona en el apartado 5.4 en el inciso e (tercera fase de gabinete), la caracterización de los componentes del sistema, se realizó con base a la metodología

propuesta por Mendoza (2008). Esta metodología evalúa indicadores para diferentes variables para cada componente.

A continuación se presentan los resultados de las evaluaciones para la caracterización de cada componente.

6.2 CARACTERIZACIÓN Y VULNERABILIDAD DEL SISTEMA

De acuerdo con la figura 4, muestra la vulnerabilidad en porcentaje de los diez componentes el sistema de abastecimiento La Vegona. En esta figura se evidencia que los componentes que poseen mayor vulnerabilidad corresponden al componente I y H con valores que alcanzan el 90% y 79% respectivamente. Para el caso del componente I, los principales factores que influyeron en la ponderación de la vulnerabilidad de este componente fue la falta de tratamiento de aguas post uso y para el caso del componente H, la ausencia de educación y de medidas enfocadas al logro de la eficiencia en el uso del agua en el hogar.

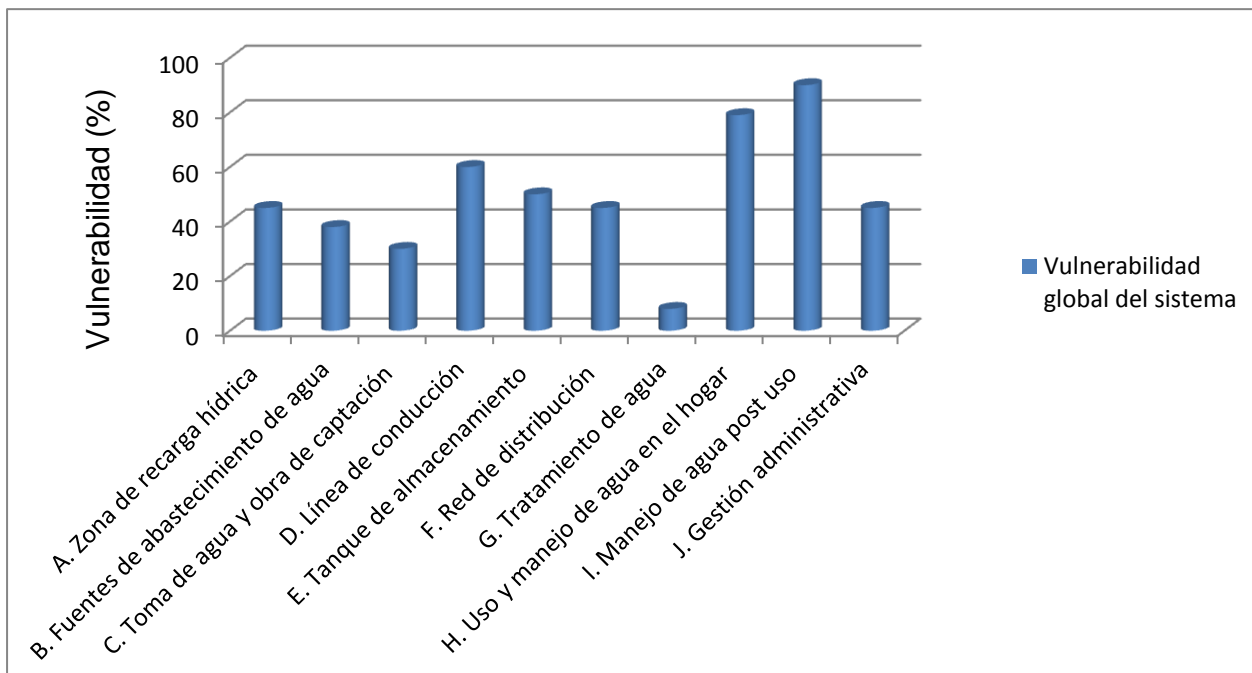


Figura 4. Vulnerabilidad global del sistema de abastecimiento de agua potable

6.3 VULNERABILIDAD DEL COMPONENTE A: ZONA DE RECARGA HÍDRICA (ZRH)

El componente A (ZRH), está conformado por cinco indicadores: A.1 Tenencia de la tierra, A.2 Porcentaje de cobertura vegetal del suelo, A.3 Uso actual de la tierra, A.4 Tendencia del uso del suelo y A.5 Planificación (POT, Plan de acción, plan de manejo, otro). Para analizar dichos indicadores se procedió a utilizar la aplicación ArcGis, versión 9.3 y los valores obtenidos se muestran en la figura 5.

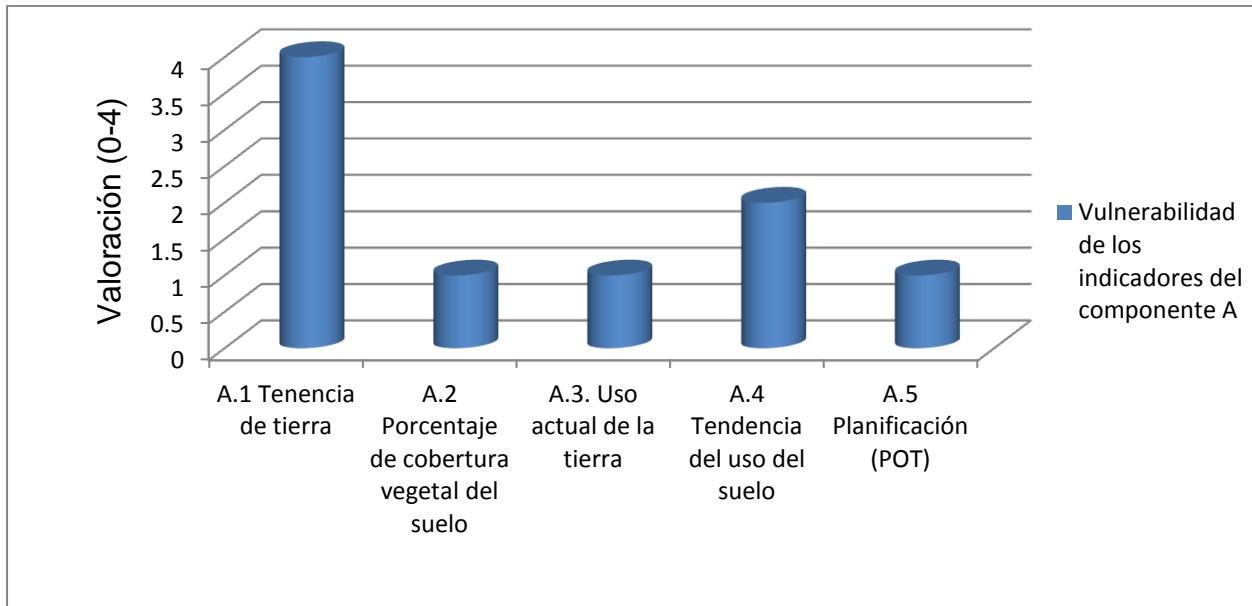


Figura 5. Indicadores evaluados del componente A: Zona de recarga hídrica

La zona de recarga hídrica se extiende por las cuencas adyacentes del valle de Asunción Mita, Jutiapa y tiene una extensión de 1,935.73 ha.

De acuerdo con la figura 4, la vulnerabilidad del componente A, fue de 45% esto debido a que sus indicadores fueron evaluados con diferente valoración como lo muestra la figura 5, el indicador A.1 (Tenencia de tierra) se le otorgó una calificación (4), esto se debe a que la ZRH se extiende por las cuencas adyacentes del valle de Asunción Mita, Jutiapa con una extensión de 1,935.73 ha de las cuales aproximadamente un 80% del área es propiedad privada con presencia de conflictos y sin ningún acuerdo por parte de las autoridades municipales ni gubernamentales y

existe un 20% que es propiedad del Estado que corresponde a las 400 ha de área protegida (Chapin et al. 2000).

De acuerdo con el uso de la tierra de 2012 elaborado por el GIMBOT (Grupo Interinstitucional de Bosques y Uso de la Tierra), la figura 6 y cuadro 5, muestran que para el indicador A.2 que hace alusión al (porcentaje de cobertura vegetal del suelo) se determinó que aproximadamente el 88% (1,700.78 ha) poseen vegetación arbustiva baja (guamil-matorral). De acuerdo con los criterios descritos en la metodología se otorgó una calificación de (1), esto debido a que la cobertura vegetal está entre 60%-80%. El resto del área (12%) se encuentra cubierto en su mayoría por pastizales (7%). Estos pastizales también facilitan la infiltración favoreciendo la recarga de acuíferos.

Cuadro 5. Uso de la tierra de las cuencas adyacentes que influyen en la recarga de los sistemas de abastecimiento del municipio de Asunción Mita, Jutiapa

| Categorías de uso de la tierra 2012 | Área (ha) | Área en % |
|---|------------------|------------------|
| Matorral bajo o monte bajo | 1,700.78 | 87.86 |
| Agricultura anual | 22.36 | 1.16 |
| Bosques | 2.77 | 0.14 |
| Cuerpos de agua | 20.2 | 1.04 |
| Cultivos permanentes arbóreos | 10.79 | 0.56 |
| Espacios abiertos sin o con poca vegetación | 16.05 | 0.83 |
| Pastizales | 141.11 | 7.29 |
| Urbano | 21.67 | 1.12 |
| TOTAL | 1,935.73 | 100 |

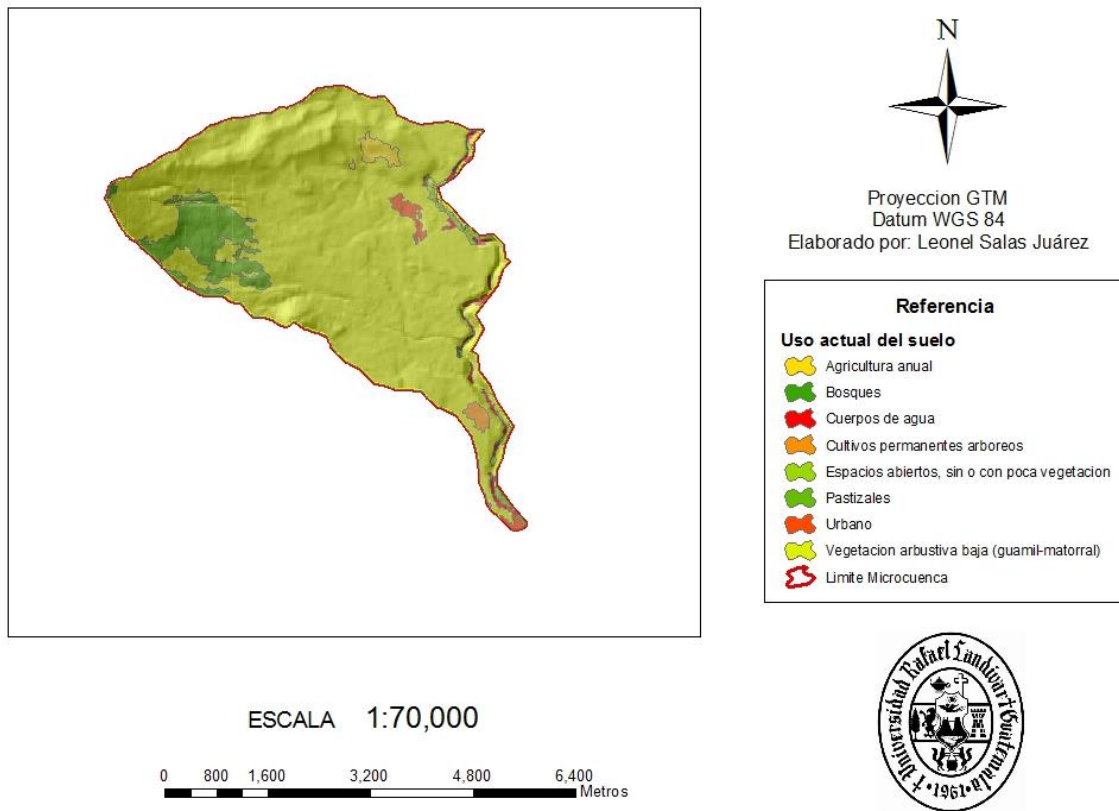


Figura 6. Uso actual de la tierra 2012 de las cuencas adyacentes que influyen en la recarga de los sistemas de abastecimiento

Para el indicador A.3 (Uso actual de la tierra), de acuerdo con lo descrito anteriormente, se le otorgó una calificación de (1), es decir de baja importancia debido a que más del 80% del área corresponde a zonas de matorrales bajos o montes bajos, los cuales se caracterizan por brindar una cobertura similar o superior a los sistemas agroforestales. Para el indicador A.4 (Tendencia del uso del suelo) se analizaron los mapas de uso de la tierra de 2003 y 2012, sin embargo, es importante mencionar que ambos fueron elaborados con metodologías totalmente diferentes, lo cual hace imposible compararlos. En todo caso es importante resaltar, que para el año 2003 existía más áreas con presencia de árboles y para el año 2012, dada la presión por el uso de la leña y madera principalmente, muchas de estas áreas ya no cuentan con este tipo

árboles y se han convertido en áreas de matorral o monte bajo. Así mismo se evidencia el aumento de áreas de pastizales, que tal y como se dijo anteriormente, estas áreas representan alrededor del 7.3% del área total.

Cuadro 6. Comparación del uso de la tierra 2003-2012 de las cuencas adyacentes del que influyen en la recarga de los sistemas de abastecimiento

| Uso de la tierra | 2003 (Área ha) | 2012 (Área ha) |
|---|---------------------------|---------------------------|
| Claros | 532.92 | |
| Árboles dispersos | 542.42 | |
| Bosque conífero mezclado con árboles caducifolios | 701.82 | |
| Lago perenne | 0.29 | |
| Matorral o monte bajo | 140.39 | 1,700.78 |
| Río perenne | 17.89 | |
| Agricultura anual | | 22.36 |
| Bosques | | 2.77 |
| Cuerpos de agua | | 20.2 |
| Cultivos permanentes arbóreos | | 10.79 |
| Espacios abiertos | | 16.05 |
| Pastizales | | 141.11 |
| Urbano | | 21.67 |
| TOTAL | 1,935.73 | 1,935.73 |

Dada esta situación, a este indicador se le otorgó una calificación de (2), esto significa que se ha venido aumentando el área de sistemas silvopastoriles y terrenos con presencia de guamiles o montes bajos y áreas de cultivo anual sin obras de conservación de suelo y agua.

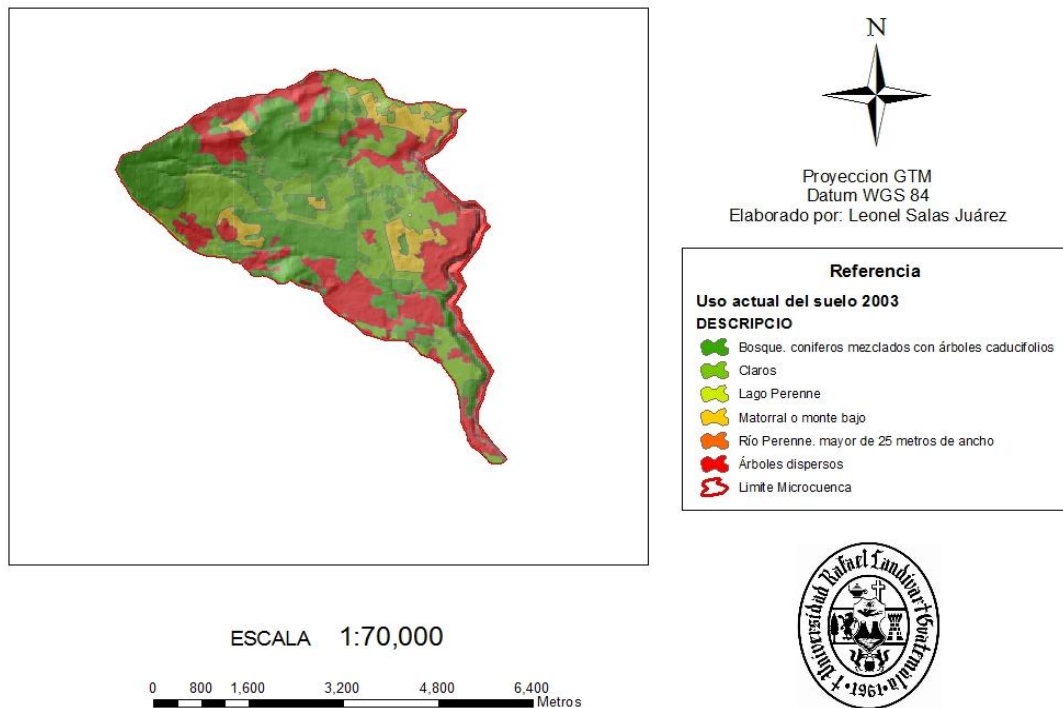


Figura 7. Uso actual de la tierra 2003 de las cuencas adyacentes que influyen en la recarga de los sistemas de abastecimiento

De acuerdo con CONAP (2013), para el indicador A.5 Planificación (POT, Plan de acción, Plan de manejo, otro) se le otorgó una calificación de (1), según la escala cualitativa, corresponde a la categoría de baja importancia debido que si existen planes de manejo para la conservación de los recursos naturales del volcán Suchitán, que representa la parte alta de esta área de estudio. Estos planes de manejo son implementados por el CONAP, con el apoyo de ONG'S tales como: Asociación de Productores Agropecuarios del Suchitán (APAS), Proyecto de Desarrollo Comunitario "Arcoiris" y las municipalidades de Asunción Mita y Santa Catarina Mita, del departamento de Jutiapa.

Según CONAP (2013), la importancia que tiene el sitio para la conservación de la biodiversidad, en el área aún se conserva un macizo de bosque latifoliado en la cresta de dicho volcán, el cual en su mayor parte es un bosque nuboso que presenta características interesantes para la conservación.

Los principales problemas y amenazas que afronta el área son la pérdida y degradación del bosque, provocado por el avance de la frontera agrícola, el sobrepastoreo desmedido que impide el crecimiento de los árboles y los incendios forestales.

6.4 COMPONENTE B: FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El componente B está conformado por seis indicadores: B.1 Tenencia de la tierra, B.2 Obras de protección de la fuente, B.3 Fuentes de contaminación, B.4 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos, deslizamientos, etc), B.5 Conflictos por el uso del agua de la fuente, B.6 Balance entre oferta y demanda. Los indicadores fueron calificados con diferentes ponderaciones a cada indicador. Según la figura 8, describe a los seis indicadores que conforman al componente B donde se determinó que el indicador más vulnerable es B.2 (Obras de protección de la fuente con calificación de (4), ya que es de muy alta importancia.

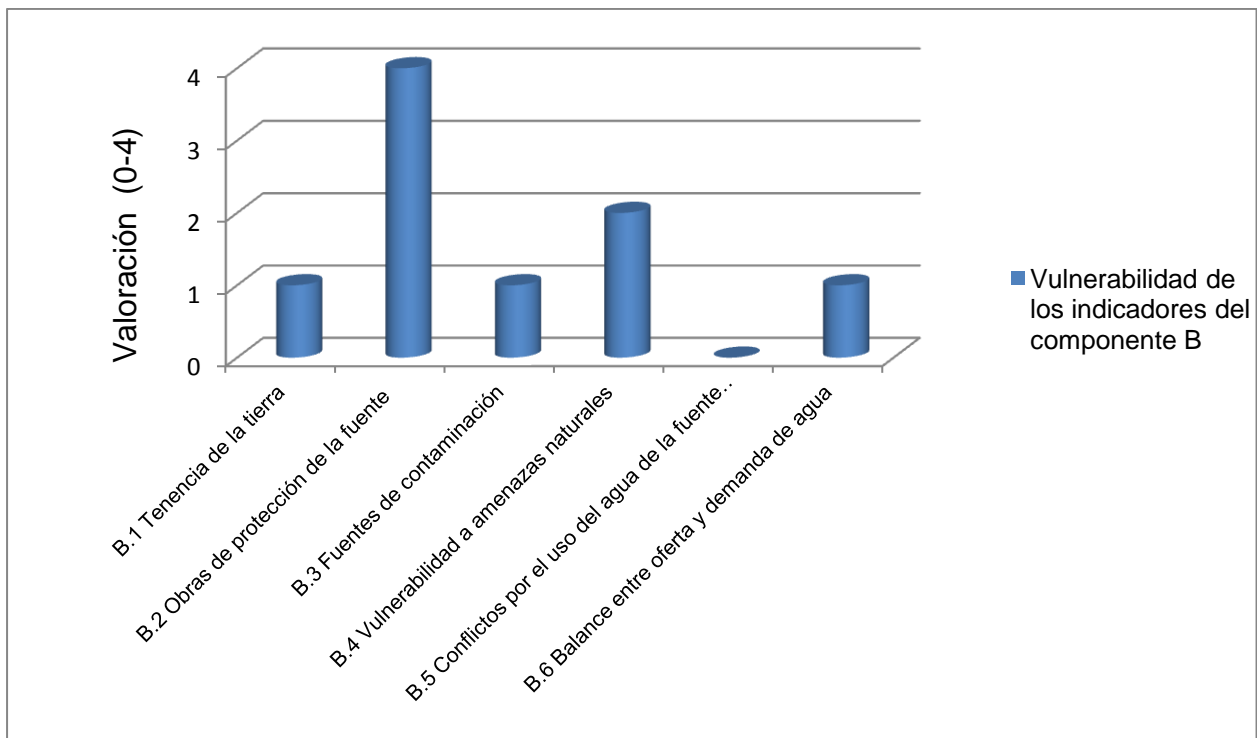


Figura 8. Indicadores evaluados del componente B: Fuentes de abastecimiento de agua

De acuerdo con la figura 4, la vulnerabilidad total para este componente es de 38%, esto debido a que el indicador más vulnerable fue el indicador B.2 (Obras de protección de la fuente) como lo muestra la figura 8, ya que el valor para este indicador fue definido en (4), lo cual corresponde a la categoría muy alta importancia debido que el

100% de la propiedad donde se encuentran las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano se encuentran sin cerco. Por esta razón las personas pueden acceder libremente a las infraestructuras y pueden deteriorar las obras de protección de la fuente.

El segundo componente más vulnerable fue el indicador B.4 (Vulnerabilidad a amenazas naturales avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos y deslizamientos), debido a que este indicador la calificación fue definida en (2), lo que corresponde a la categoría moderada importancia, esto significa que la tierra donde se encuentran las fuentes de abastecimiento de agua tiene una pendiente relativamente alta y con alta probabilidad de ocurrencia de deslizamientos. Por lo tanto, estas fuentes deben ser protegidas para evitar daños que puedan ocasionarse por la ocurrencia de estas amenazas naturales tal como lo muestra la figura 9.



Figura 9

a). Pendiente del área adyacente donde se encuentra una de las obras de captación de agua del sistema de abastecimiento



b). Sistema de abastecimiento de agua potable

Los siguientes indicadores tuvieron una ponderación más baja, por ejemplo el indicador B.1 (Tenencia de tierra), para este indicador se definió una calificación de (1), la cual corresponde a la categoría de baja importancia, esto debido a que la mayor parte de la tierra donde se encuentran las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano son propiedad del Estado y solo un 20% aproximadamente es propiedad privada, esta situación es de importancia para la municipalidad para que realicen planes de manejo y protección en la propiedad del Estado para asegurar la durabilidad de las fuentes de agua.

Así mismo para el indicador B.3 (Fuentes de contaminación), se otorgó la calificación de (1), que corresponde a la categoría baja importancia, debido que las fuentes de contaminación son de origen natural y humana en todo el área donde se encuentran las fuentes de abastecimiento de agua, debido a que se encuentra sin cerco, por lo que la municipalidad debe de crear campañas de concientización a la población aledaña para contrarrestar este tipo de conflicto.

Para evaluar el indicador B.6 (Balance entre oferta y demanda de agua), se calculó la oferta y demanda de agua actual y futura para el año 2030 por lo tanto se realizó de la siguiente manera.

6.5 DEMANDA

El objetivo principal de un sistema de abastecimiento de agua potable es satisfacer la demanda de la población actual y pensar en la población futura. De acuerdo al último censo poblacional elaborado en el 2002 por el Instituto Nacional de Estadística, se realizó una estimación proyectada del año 2014 al año 2030 en el municipio de Asunción Mita concentrada en el área urbana. Con este dato se utilizó la guía metodológica para la formulación y evaluación de proyectos de agua potable y saneamiento de SEGEPLAN para generar el balance entre la oferta y la demanda de agua.

6.6 CAUDAL MEDIO

El caudal medio fue determinado a partir de la información censal y a partir de información proporcionada por los censos, proyecciones y de la información de

consumo. Con relación a la información censal es importante mencionar que al censo urbano se le aplicó la tasa de crecimiento poblacional de 2.6% registrada por el INE (Instituto Nacional de Estadística), y presentada en el informe poblacional 2,010 del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, con el fin de obtener la población proyectada el año 2014 al año 2030, como lo describe el cuadro 7, en el área urbana de Asunción Mita y lograr realizar la relación oferta/demanda proyectada.

Cuadro 7. Proyección poblacional urbana, Asunción Mita

| Año | Población (No. Hab) |
|------|---------------------|
| 2014 | 14,425 |
| 2015 | 14,800 |
| 2016 | 15,185 |
| 2017 | 15,580 |
| 2018 | 15,985 |
| 2019 | 16,401 |
| 2020 | 16,827 |
| 2021 | 17,265 |
| 2022 | 17,714 |
| 2023 | 18,175 |
| 2024 | 18,648 |
| 2025 | 19,133 |
| 2026 | 19,630 |
| 2027 | 20,140 |
| 2028 | 20,664 |
| 2029 | 21,201 |
| 2030 | 21,752 |

6.7 PROYECCIÓN POBLACIONAL = $(PO * R) + PO$

Proyección poblacional = $(14,425 * 0.026) + 14,425$

(hasta 2,030)

Donde:

Po = Población actual (último censo registrado)

r = tasa de crecimiento

Esto generó un resultado de 21,752 habitantes para el año 2030 según el cuadro 7.

Aplicado a la fórmula de demanda media de agua:

- $Q_m = (P_o * \text{dotación}) / 86,400 = \text{l/s}$ [litros por Segundo]
- $Q_m = (14,425 * 250) / 86,400 = \text{l/s}$ [litros por Segundo]
- $Q_m = 41.73 \text{ l/s}$

Donde:

Q_m = caudal medio en litros por segundo

P_o = Población actual

86,400 = factor para convertir el tiempo de día en segundos.

Este resultado muestra que para el año 2014 hay una demanda media de cuarenta y dos litros por segundo. El departamento de agua de la municipalidad vende el servicio en términos de paja completa equivalente a treinta mil litros mensuales con un cobro de dos quetzales y diez centavos al mes. Actualmente predomina el servicio de paja completa y en el departamento de agua lo estiman para una familia de cinco personas con una dotación aproximada de 250 litros por habitante al día durante un mes.

Para el año 2030 asumiendo una persistencia de cinco personas por familia utilizando el servicio de paja completa de agua, la demanda aproximada a considerar según la proyección poblacional, sería de:

- $Q_m = (P_o * \text{dotación}) / 86,400 = \text{l/s}$ [litros por Segundo]
- $Q_m = (21,752 * 250) / 86,400 = \text{l/s}$ [litros por Segundo]
- $Q_m = 62.93 \text{ l/s}$

La proyección generada indica un aumento en la demanda de veintidós litros más de agua por segundo del año 2014 al año 2030.

6.8 BALANCE ENTRE LA OFERTA Y LA DEMANDA

Finalizada la fase de campo y observación para recopilar los datos necesarios para generar el balance se procedió a la elaboración del balance entre la oferta y demanda según la metodología de Segeplan y el aforo que se realizó dio como resultado de 1.02 lt/s. Este se muestra a continuación en el cuadro 8.

Cuadro 8. Balance Hídrico Sistema de Distribución de Agua Potable del Casco Urbano de Asunción Mita, Jutiapa.

| No | Año | Población | Dotación Consumo | Demanda Consumo | Oferta | Exceso/Déficit |
|----|------|-----------|------------------|-----------------|----------|----------------|
| | | (No. Hab) | (lt/hab/día) | Total (lt/día) | (lt/día) | (lt/día) |
| 1 | 2014 | 14,425 | 250 | 3606250 | 88128 | -3518122 |
| 2 | 2015 | 14,800 | 250 | 3700000 | 88128 | -3611872 |
| 3 | 2016 | 15,185 | 250 | 3796250 | 88128 | -3708122 |
| 4 | 2017 | 15,580 | 250 | 3895000 | 88128 | -3806872 |
| 5 | 2018 | 15,985 | 250 | 3996250 | 88128 | -3908122 |
| 6 | 2019 | 16,401 | 250 | 4100250 | 88128 | -4012122 |
| 7 | 2020 | 16,827 | 250 | 4206750 | 88128 | -4118622 |
| 8 | 2021 | 17,265 | 250 | 4316250 | 88128 | -4228122 |
| 9 | 2022 | 17,714 | 250 | 4428500 | 88128 | -4340372 |
| 10 | 2023 | 18,175 | 250 | 4543750 | 88128 | -4455622 |
| 11 | 2024 | 18,648 | 250 | 4662000 | 88128 | -4573872 |
| 12 | 2025 | 19,133 | 250 | 4783250 | 88128 | -4695122 |
| 13 | 2026 | 19,630 | 250 | 4907500 | 88128 | -4819372 |
| 14 | 2027 | 20,140 | 250 | 5035000 | 88128 | -4946872 |
| 15 | 2028 | 20,664 | 250 | 5166000 | 88128 | -5077872 |
| 16 | 2029 | 21,201 | 250 | 5300250 | 88128 | -5212122 |
| 17 | 2030 | 21,752 | 250 | 5438000 | 88128 | -5349872 |

Según el cuadro 8, es preciso destacar que este resultado es teórico y la realidad de la densidad poblacional y de tipo de usuarios puede ser totalmente distinta a la realidad, sin embargo esto proporciona una idea de la posible población a la que se atiende actualmente y a la que tendrá que hacer frente el gobierno municipal con la demanda de agua potable en un plazo no mayor a 20 años.

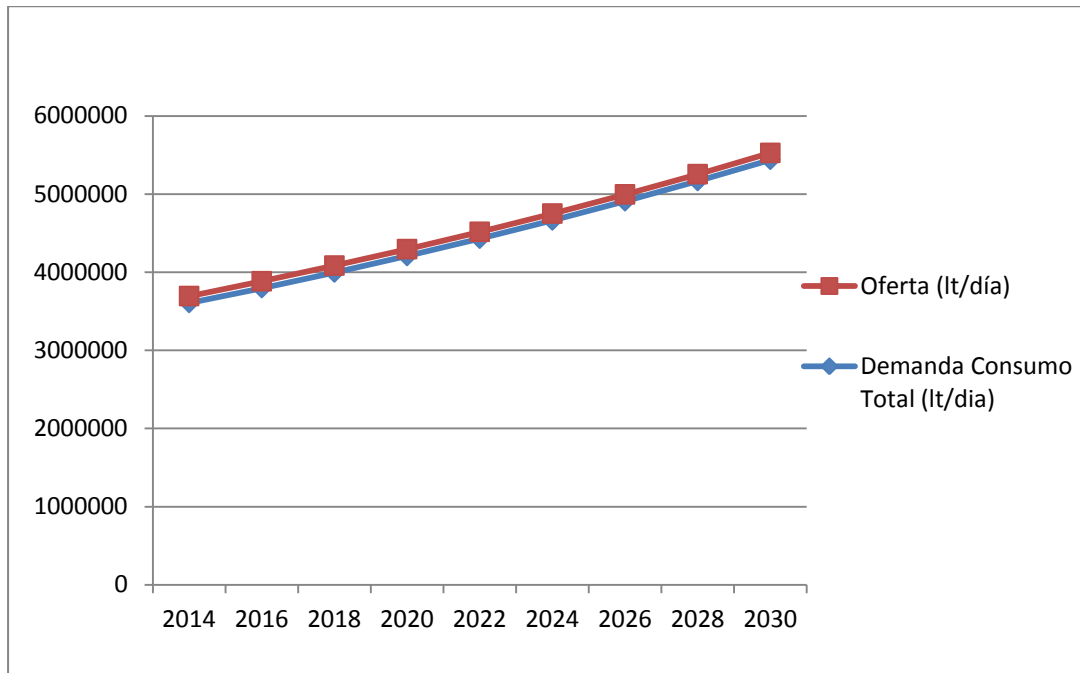


Figura 10. Balance entre la oferta y demanda de agua del municipio de Asunción Mita, Jutiapa.

De acuerdo con la (figura 10), el resultado muestra una demanda por debajo de la oferta, esto parece anormal y contradictorio, debido a que en las observaciones en campo la realidad es otra. Los tanques se manejan las 24 horas en toda la población del casco urbano. Sin embargo esto se presenta como un escenario ideal en donde los usuarios son solo domiciliarios con un consumo muy alejado de lo desmedido. En este balance entre la oferta y demanda no se presentan usuarios como mercados, rastos, escuelas, hoteles, restaurantes, hospitales, centros de salud, comercio, industria entre otros debido a que no se ha generado un censo general de usuarios ni mucho menos, un censo por tipo de usuario, por lo tanto, no se tienen datos.

De acuerdo con el balance hídrico entre oferta y demanda de agua, a este indicador le dan la calificación de (1), lo que corresponde a la categoría de baja importancia, esto debido a que la oferta de agua solo satisface las necesidades de la población actual y no la población a futuro lo que significa que las autoridades que administran el agua tienen que buscar otras maneras de obtener más agua para las futuras generaciones.

El último indicador de este componente es el indicador B.5 (Conflictos por el uso del agua de la fuente de abastecimiento), se determinó una calificación de (0), lo que corresponde a la categoría de muy baja importancia, esto indica que en la fuente de abastecimiento no se presentan conflictos al menos durante los últimos cinco años debido que los volúmenes de agua son altos para el consumo de la población.

6.9 COMPONENTE C: TOMA DE AGUA Y OBRA DE CAPTACIÓN

Son cinco los indicadores que integran el componente C: C.1 Tipo de obra de captación, C.2 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos, deslizamientos, etc), C.3 Disponibilidad de accesorios y repuestos, C.4 Estado de la obra de captación, C.5 Frecuencia de mantenimiento. Para este grupo de indicadores los evaluadores de manera mayoritaria, le otorgaron la calificación de muy baja a los indicadores C.1 y C.3, baja al indicador C.5, moderada al indicador C.4 y alta importancia al indicador C.2 como lo muestra la figura 11.

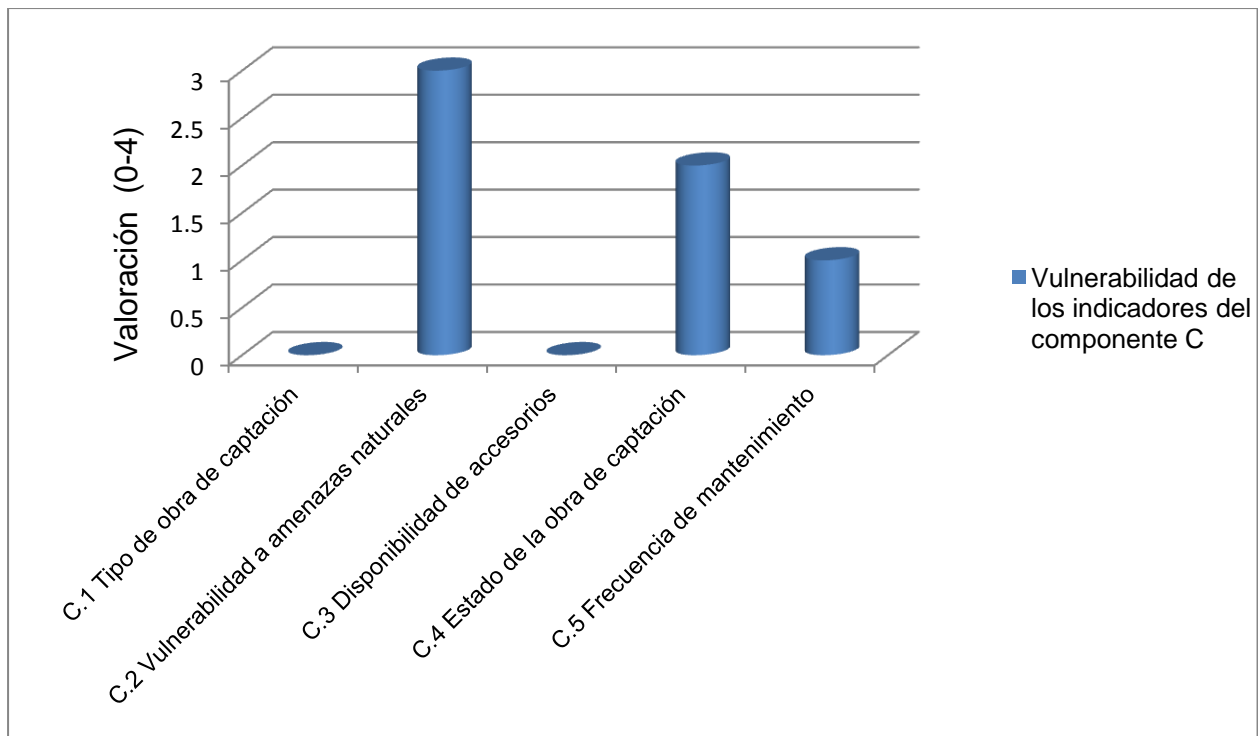


Figura 11. Indicadores evaluados del componente C: Toma de agua y obra de captación

Este componente fue determinado con una vulnerabilidad de 30%, esto significa que tiene una vulnerabilidad baja, debido a diferentes valores asignados a los indicadores que lo conforman (figura 11).

Para este componente el indicador más vulnerable fue el indicador C.2 (vulnerabilidad de amenazas naturales, avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos, deslizamientos, etc), debido a esto se le determinó una calificación de (3), lo que corresponde a la categoría de alta importancia debido a que al igual que las fuentes de abastecimiento de agua es muy vulnerable a deslizamientos y derrumbes en la zona. Debido a que la zona tiene una pendiente muy pronunciada.

El indicador C.4 (Estado de la obra de captación), es el segundo indicador más vulnerable debido a que le dan la calificación de (2), lo que corresponde a la categoría de moderada importancia, esto se debe a que el estado de la obra de captación es regular ya que cuenta con presencia de fugas de agua en algunas obras, figura 12.



Figura 12. Grietas en las obras de captación del sistema de abastecimiento

El tercer indicador más vulnerable es el C.5 (Frecuencia de mantenimiento), debido a que se determinó el valor de (1), lo que significa que es de baja importancia, debido que los fontaneros le dan un mantenimiento frecuente cada dos meses a la obra de captación (figura 13).



Figura 13. Mantenimiento realizados por los fontaneros a las obras de captación para mantenerlas en buen estado

Los últimos indicadores fueron determinados de muy baja importancia, debido a que fueron evaluados con el mismo valor. El indicador C.1 (Tipo de obra de captación), de acuerdo con las características de las obras de captación del sistema se determinó que el índice que caracteriza este componente es (0), esto debido a que estas obras son de concreto reforzado y mampostería. Esto significa que las obras de captación se encuentran en buen estado, por lo tanto se debe de seguir dando un constante mantenimiento, figura 14.



Figura 14. Muestra que el tipo de la obra de captación es de concreto y en buen estado

El indicador C.3 (Disponibilidad de accesorios y repuestos), el conjunto de evaluadores se otorgaron la calificación de (0), lo que corresponde a la categoría de muy baja importancia, debido a que la obra de captación cuenta con todos los accesorios (tubos de rebalse, tubo de limpieza con tapón, válvulas de control, etc), en buen estado y la municipalidad cuenta con los repuestos necesarios en cantidad suficiente incluso para cualquier situación imprevista.

6.10 COMPONENTE D: LÍNEA DE CONDUCCIÓN

Este componente está integrado por cinco indicadores: D.1 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos, deslizamiento, etc), D.2 Disponibilidad de accesorios, D.3 Estado de la tubería, D.4 Mantenimiento y D.5 Medidas de mitigación y prevención. El grupo de evaluadores opinaron mayoritariamente que los indicadores varían su nivel de importancia de muy baja a alta.

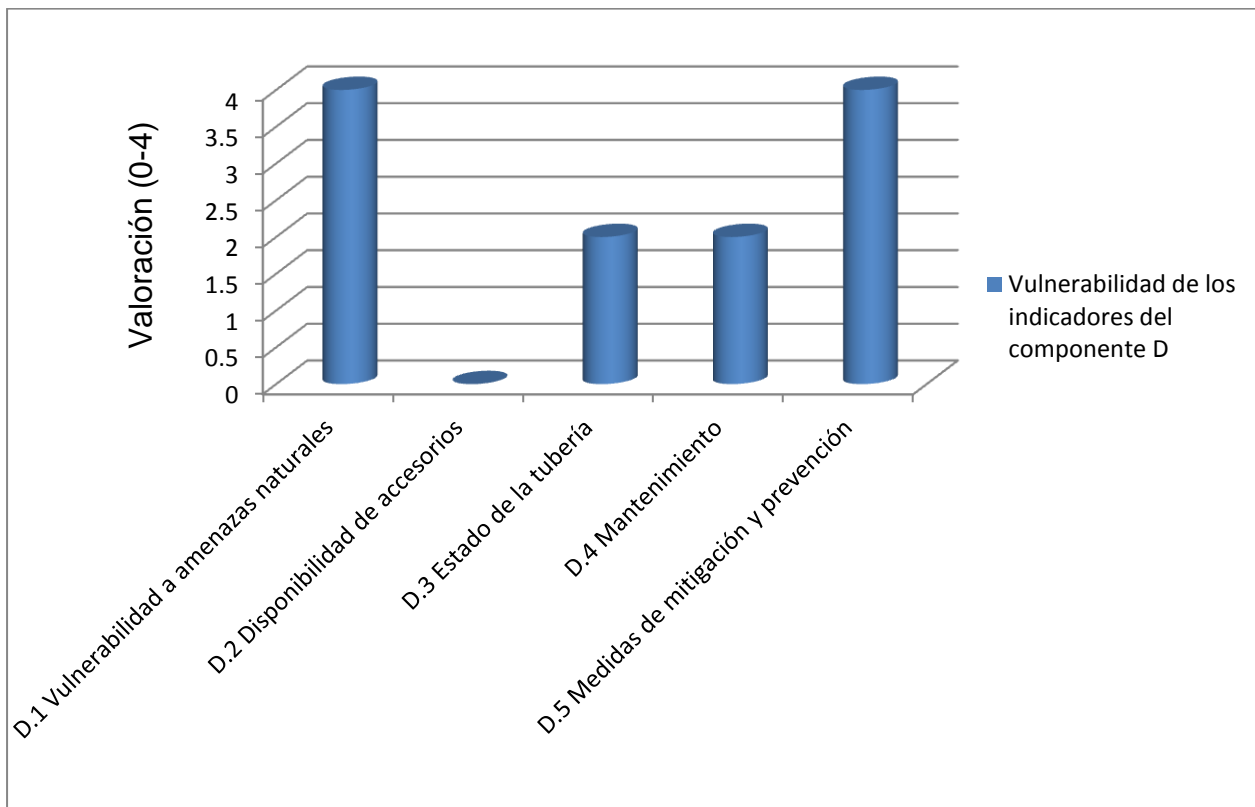


Figura 15. Indicadores evaluados del componente D: Línea de conducción

El componente D, fue determinado con 60% de vulnerabilidad, debido que ha sido distinta manera sus indicadores. Los indicadores D.1 y D.5 ponderaron con muy alta vulnerabilidad, según la figura 16.

El indicador D.1 (vulnerabilidad a amenazas naturales, avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos, deslizamiento, etc), para este indicador se determinó un valor de (4), que hace alusión a muy alta importancia, debido a que la mayor parte de la línea de conducción es vulnerable a deslizamientos y derrumbes, debido a que la línea de conducción en su trayecto hacia el pueblo, alguno tramos pasan entre las peñas como se muestra en la figura 16.



Figura 16. Vulnerabilidad de la línea de conducción a derrumbes y deslizamientos, debido a la alta pendiente por donde pasa la tubería

El segundo indicador más vulnerable es el indicador D.5 (Medidas de mitigación y prevención), esto hace alusión que para este indicador se determinó un valor de (4), que en la escala cualitativa para su análisis corresponde a la categoría de muy alta importancia, debido a que las autoridades municipales que son ellos quienes administran el recurso hídrico del pueblo no tienen un plan de medidas de mitigación y prevención por falta de conocimientos, no se han interesado en el tema, por lo tanto se deben de crear planes de mitigación para mantener en buen estado la línea de conducción para que la población pueda acceder al recurso siempre que sea necesario.

El tercer indicador del componente D más vulnerable es el indicador D.3 (Estado de la tubería), debido que se le otorgó la calificación de (2), que hace alusión a moderada importancia, debido a que el estado de la tubería es regular por que dicha tubería se encuentra expuesta en algunos tramos y presencia de fugas poco frecuente esto significa que si hay un deslizamiento la parte expuesta puede sufrir daños y afectar la tubería (figura 17). Según Mendoza (2008), la línea de conducción es un componente importante dentro del sistema del recurso hídrico para consumo humano, ya que muchas de las pérdidas de agua se presentan en esta fase o componente del sistema, debido a que las tuberías son viejas y por lo general no reciben el mantenimiento necesario. Los materiales de la línea de conducción y el mantenimiento preventivo y correctivo ayudan a disminuir las fugas y por ende a maximizar el recurso. Así, durante la etapa de diseño de la línea de conducción debe planearse su ubicación, de tal forma que sea accesible para su inspección y mantenimiento y al mismo tiempo, considerar elementos que ayuden a disminuir los riesgos de amenazas naturales.



Figura 17. Fuga de la línea de conducción del sistema de abastecimiento causado por un derrumbe de peña

El indicador D.4 (Mantenimiento), se definió una calificación de (2), debido a esto significa que corresponde a la categoría de moderada importancia, debido a que el mantenimiento por parte de los fontaneros que trabajan en la municipalidad es poco

frecuente ya que lo realizan cada cuatro semanas, de tipo preventivo y/o correctivo y con personal con capacitación mínima a regular, como se observa en la figura 18.



Figura 18. Cambio de un tramo de la tubería en mal estado de la línea de conducción del sistema de abastecimiento

El indicador D.2 (Disponibilidad de accesorios y repuestos), para este indicador el grupo de evaluadores le dan una calificación de (0), lo que corresponde en la escala cualitativa para su análisis a la categoría de muy baja importancia, debido que la en la bodega de la municipalidad cuenta con todos los accesorios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc), necesarios para darle mantenimiento a la línea de conducción, esto significa que se encuentra en buen estado y poseen los repuestos en cantidad suficiente incluso para cualquier situación imprevista.

6.11 COMPONENTE E: TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Este componente está conformado por siete indicadores: E.1 Tenencia de la tierra, E.2 Disponibilidad de accesorios, E.3 Estado del tanque, E.4 Capacidad de almacenamiento, E.5 Mantenimiento, E.6 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos, deslizamientos, etc), E.7 Medidas de mitigación y prevención. El conjunto de evaluadores determinó que los indicadores varía su nivel de importancia de muy baja importancia a muy alta importancia. La figura 20, muestra la valoración de cada indicador.

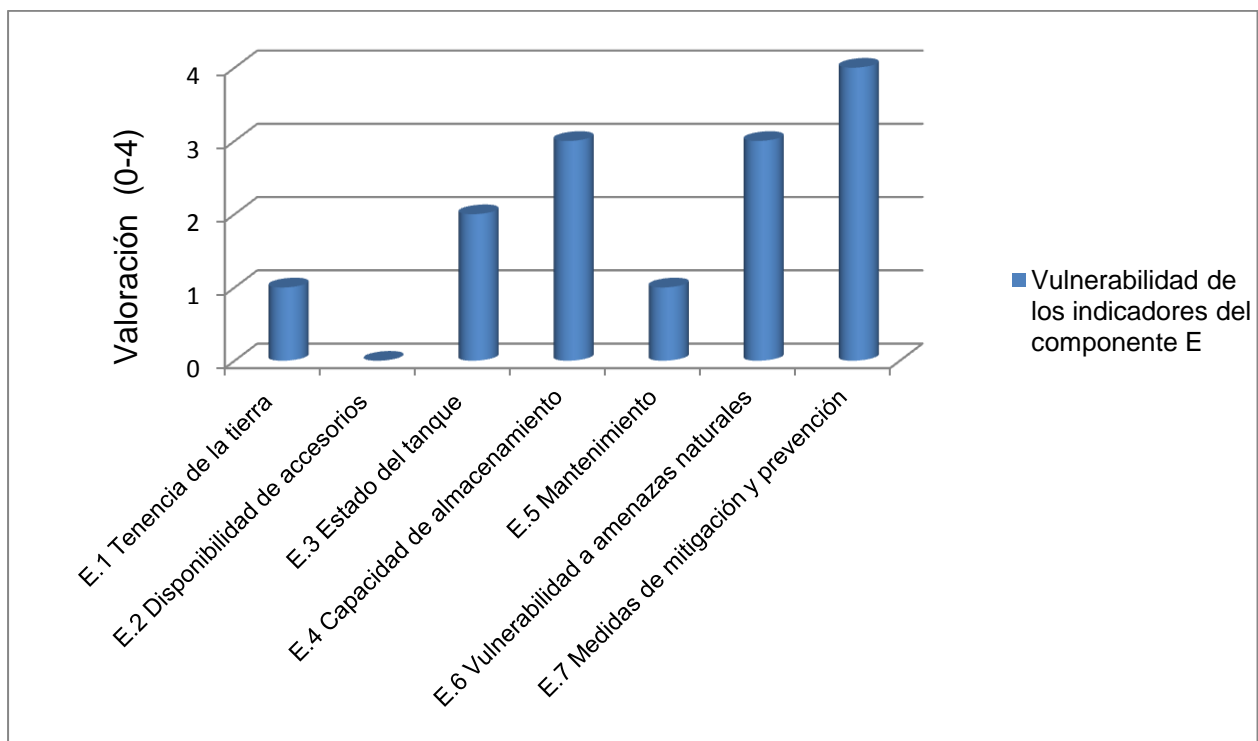


Figura 19. Indicadores evaluados del componente E: Tanque de almacenamiento

La vulnerabilidad del componente E: Tanques de almacenamiento fue 50%. Esta vulnerabilidad es de clase media, debido a que el indicador E.7 (Medidas de mitigación y prevención que se aplican), de acuerdo al análisis de este indicador se determinó la calificación de (4), que corresponde a la categoría de muy alta importancia, debido a que las autoridades municipales no tienen un plan de medidas de mitigación y

prevención que garanticen durabilidad de los tanques, esto es causa de la falta de conocimientos e interés por parte de las autoridades, por la falta de concientización.

Así mismo los indicador E.4 (Capacidad de almacenamiento o horas para vaciarse), fue calificado con un valor de (3), a este indicador se considera de alta importancia, esto significa que los tanques tienen una durabilidad de 15 a 20 horas para vaciarse, es decir, que los tanques de almacenamiento poseen agua las 24 horas y que es muy difícil que se queden vacíos debido a un caudal bastante alto que abastece a estos tanques, esta situación hace alusión a que el sistema cuenta con tanques de tamaño suficiente para suplir las necesidades tanto en cantidad como calidad de agua para la población.

Para el indicador E.6 (Vulnerabilidad a amenazas naturales), se definió un valor de (3), que corresponde a alta importancia, debido a que la vulnerabilidad a amenazas naturales es frecuente, con derrumbes y deslizamientos causados por la humedad que existe y por alta pendiente de la zona.

Los indicadores E.1 y E.3 son menos vulnerables que los anteriores, debido que el indicador E.1 (Tenencia de tierra), de acuerdo con el análisis a este indicador se le determinó el valor de (1), que corresponde a la categoría de baja importancia, debido a que el lugar donde se encuentran los tanques de almacenamiento es propiedad del Estado, esto significa que es bueno para la población, debido a que si la tierra es del gobierno hay que cuidarla y protegerla para mantener los tanques de almacenamiento en buenas condiciones y así contribuir al manejo de los mismos para captar el agua con fines humanos.

El indicador E.3 (Estado del tanque), según el análisis le dan una calificación de (2), que corresponde en la escala cualitativa para su análisis a la categoría moderada importancia debido a que los tanques se encuentran en regular estado, esto significa que algunos tanques de almacenamiento poseen grietas por donde por donde el agua se desperdicia, tal como lo muestra la figura 20.



Figura 20. Estado de los tanques (existen fugas en los tanques donde pueden ser contaminados por medio del contacto animal o humano)

El indicador E.5 (Mantenimiento), fue calificado con valor de (1), correspondiente a la categoría de baja importancia, de acuerdo con su análisis, esto significa que el mantenimiento de los tanques de almacenamiento por parte de los fontaneros es frecuente (cada dos meses), de tipo preventivo y/o correctivo con personal con capacitación mínima o buena para evitar trabajos mayores que se originen por el contacto animal o humano no pertenecientes a las autoridades municipales.

Para el indicador E.2 (Disponibilidad de accesorios y repuestos), se otorgó la calificación de (0), a este indicador que corresponde a la categoría de muy baja importancia según su análisis, debido a que la municipalidad tiene todos los accesorios y repuestos necesarios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc)

y en buen estado para que el agua que sea almacenada sea de buena calidad, la cantidad de repuestos es suficiente para los requerimientos típicos de manejo.

6.12 COMPONENTE F: RED DE DISTRIBUCIÓN

Este componente está conformado por siete indicadores para su evaluación: F.1 Cobertura del servicio, F.2 Continuidad del servicio, F.3 Estado de la tubería, F.4 Estado de las conexiones domiciliarias, F.5 Mantenimiento, F.6 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos, deslizamientos, etc), F.7 Medidas de mitigación y prevención. Según el análisis la valoración varía de muy baja a muy alta importancia según la escala cualitativa para su análisis.

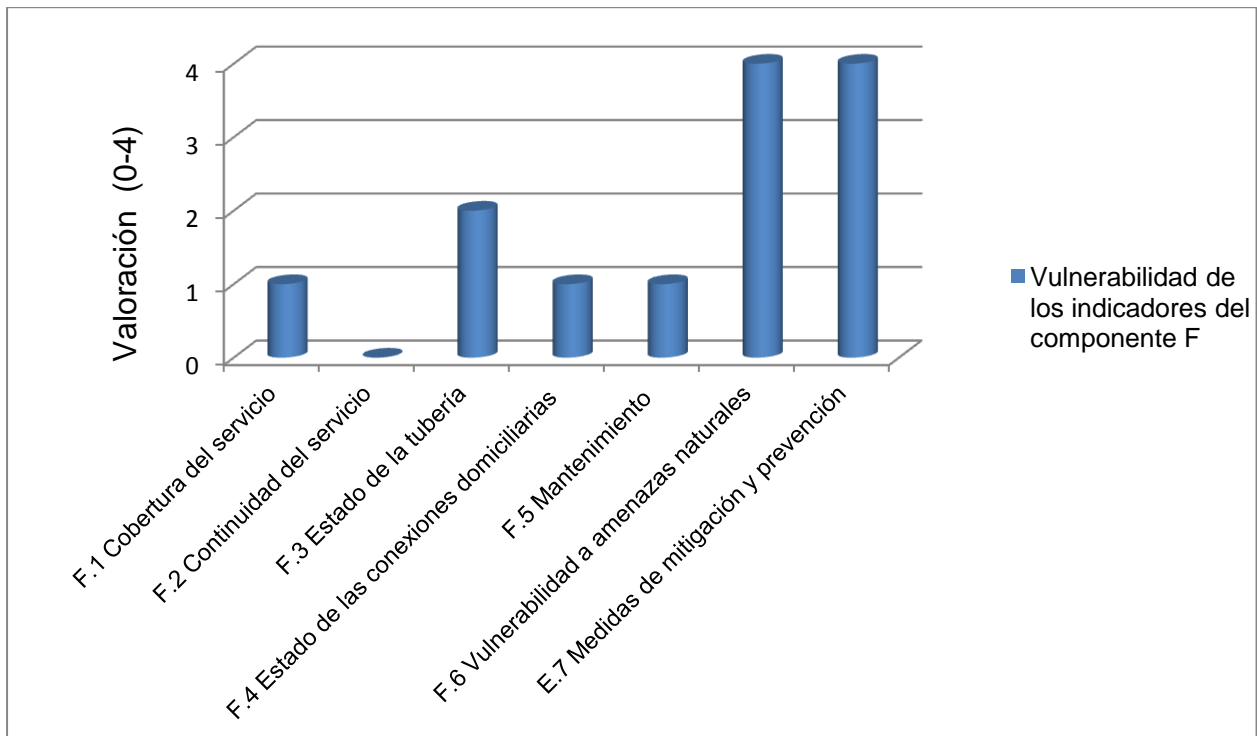


Figura 21. Indicadores evaluados del componente F: Red de distribución

Este componente ponderó una vulnerabilidad de 45%, debido que el indicador más vulnerable es F.6 (Vulnerabilidad a amenazas naturales como avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos, deslizamiento, etc).

De acuerdo con el análisis de este indicador se determinó la calificación con valor de (4), que corresponde a la categoría de muy alta importancia, debido a que casi en todo el tramo por donde atraviesa la tubería, está expuesta a deslizamientos y derrumbes por la ubicación y pendiente del lugar ya que la mayor parte de esta es área, figura 22.



Figura 22. Vulnerabilidad a deslizamientos de la red de distribución del sistema de abastecimiento de agua potable

El segundo indicador más vulnerable es el Indicador F.7 (Medidas de mitigación y prevención que se aplican), se determinó una calificación de (4), correspondiente a muy alta importancia, debido a que las autoridades municipales no cuentan con un plan de medidas de mitigación y prevención para evitar problemas en la tubería.

El tercer indicador más vulnerable es el indicador F.3 (Estado de la tubería y de las cajas de válvulas), el valor para este indicador fue de (2), que hace alusión de moderada importancia, debido a que el estado de las tuberías y de las cajas de válvulas se encuentran en regular estado, ya que en algunos tramos la tubería presenta fugas poco frecuentes como se visualiza en la figura 23, y las cajas de válvulas se encuentran un poco deterioradas, debido a falta de mantenimiento por parte de las autoridades municipales.



Figura 23.

a). Caja de válvulas en mal estado, debido a que se han deteriorado



b). Fuga en la tubería de la red de distribución del sistema de abastecimiento

El indicador F.1 (Cobertura del servicio), es el cuarto indicador más vulnerable, para este indicador se determinó un valor de (1), baja importancia, esto significa que el 90% de la población cuenta con el servicio de agua potable las 24 horas y un 10% es abastecida por pozos, debido a que por la altitud de algunos barrios y el diseño de la tubería el agua lo logra llegar con normalidad.

El indicador F.4 (Estado de las conexiones domiciliarias), es el quinto indicador más importante de este componente debido a la calificación de (1), que para este indicador es de categoría baja importancia, esto debido que las conexiones domiciliarias se encuentran en un estado bueno, esto significa que están bastantes protegidas debido que en las conexiones domiciliarias no se encuentran fugas de agua y cuentan con llaves en buen estado para su funcionamiento.

El indicador F.5 (Mantenimiento), según los evaluadores le dan una calificación de (1), que corresponde a la categoría de baja importancia, esto se debe a que el mantenimiento por parte de los fontaneros que laboran en la municipalidad de Asunción

Mita es frecuente ya que ellos lo hacen cada dos semanas de tipo correctivo y preventivo con personal con capacitación buena.

El último indicador de este es el indicador F.2 (Continuidad del servicio), debido que la calificación dada para este indicador es de (0), de muy baja importancia, debido a que la continuidad del servicio de agua es sin interrupciones, esto significa que la continuidad del servicio es constante por lo que no existen interrupciones.

6.13 COMPONENTE G: TRATAMIENTO DE AGUA

El componente G está integrado por tres indicadores: G.1 Tratamiento que necesita y se aplica al agua, G.2 Frecuencia del tratamiento, G.3 Porcentaje de la población que toma agua tratada. Los indicadores fueron considerados en conjunto con el grupo de fontaneros, alcalde municipal y el inspector ambiental de moderada, alta y muy alta importancia para realizar el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano.

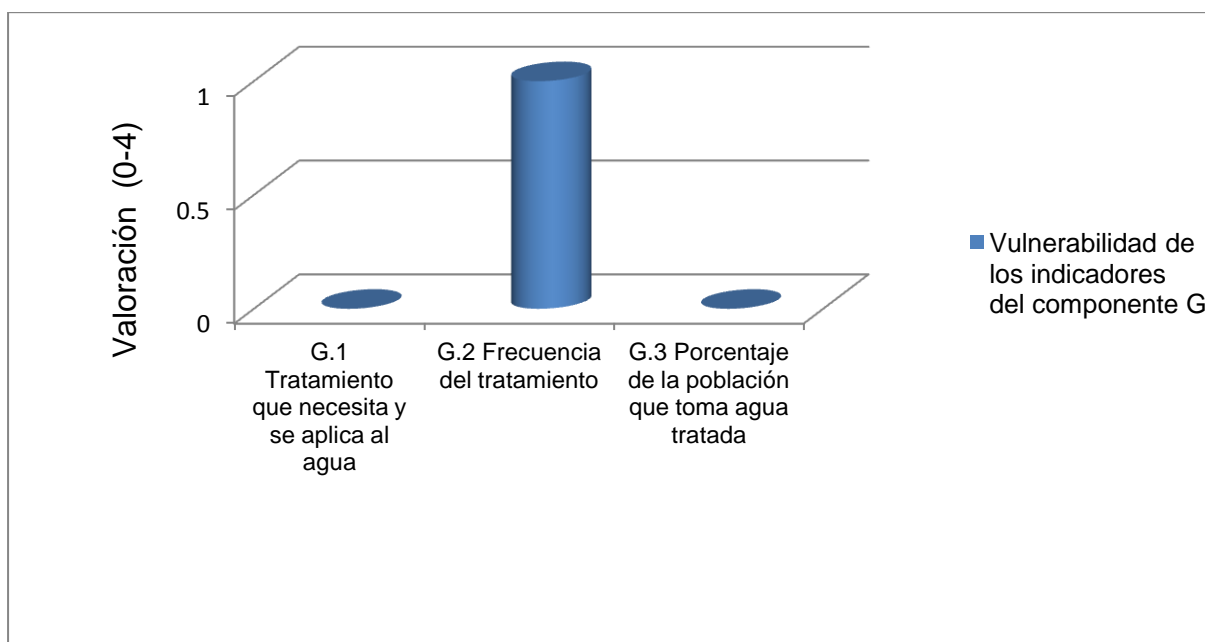


Figura 24. Indicadores evaluados del componente G: Tratamiento de agua

Este componente hace alusión al contexto real del agua en el municipio y se determinó una vulnerabilidad de 8%, esto significa que tiene muy baja vulnerabilidad, debido a que el indicador G.2 (Frecuencia del tratamiento), es determinado con una calificación de (1), debido que el agua no requiere de cloración, sin embargo existe un clorador en buen estado y se aplica el tratamiento.

El segundo indicador más importante es el indicador G.1 (Tratamiento que necesita y se aplica al agua), de acuerdo a las muestras de agua enviadas al laboratorio, se definió un valor de (0), debido a que el agua del sistema es de buena calidad y de acuerdo a las normas COGUANOR y al examen bacteriológico está apta para consumo humano por lo que se debe seguir clorando el agua. Se clora cada vez que se requiere.

El tercer indicador G.3 (Porcentaje de la población que consume agua tratada) Según el análisis para este indicador se otorgó el valor de (0), que corresponde a la categoría de muy baja importancia, debido a que el 100% de la población consume agua tratada lo que significa que se debe clorar el agua constantemente para mantener la calidad del agua para consumo humano.

6.14 COMPONENTE H: USO Y MANEJO DE AGUA EN EL HOGAR

El componente H está compuesto por seis indicadores (anexo 8). Como se muestra en la figura 26, los indicadores H.5 (motivos de ahorro del agua), fue considerado con la categoría de muy alta importancia, debido que hay mucho desperdicio de agua. H.1 (calidad, estado y mantenimiento de la red domiciliaria de distribución de agua), H.2 (porcentaje de viviendas en las que se requiere almacenar agua), H.4 (personas capacitadas sobre el uso y manejo del agua en el hogar) fueron considerados con muy alta importancia y H.3 (calidad de las medidas que se practican para el almacenamiento del agua en el hogar) fue calificado con alta importancia y el H.6 (porcentaje de familias que cuentan con pila u otro dispositivo de almacenamiento) de muy baja importancia.

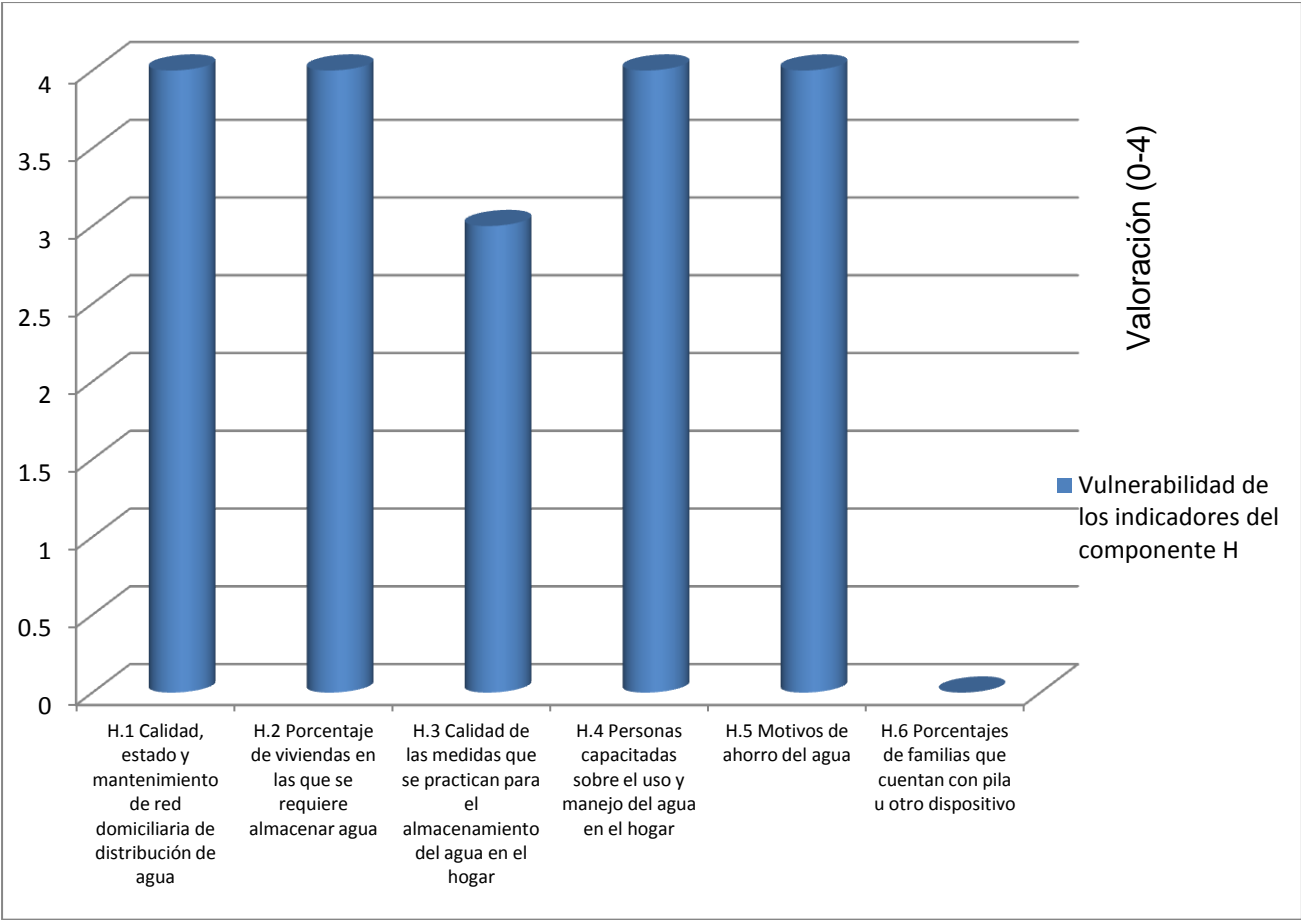


Figura 25. Indicadores evaluados del componente H: Uso y manejo de agua en el hogar

Este componente ponderó una vulnerabilidad alta de 79%, debido a que los indicadores H.2, H.4 y H.5 son los más vulnerables según el análisis establecido.

El indicador H.2 (Porcentaje de viviendas en las que se requiere almacenar agua), con una calificación de (4), dada para este indicador que hace alusión a la categoría de muy alta importancia, debido a que el porcentaje de viviendas en las que se requiere almacenar agua es menor del 60% de la población del municipio, esto significa que este porcentaje de la población que requiere almacenar agua es mínimo por la razón que tienen el agua disponible las 24 horas del día.

El indicador H.4 (Personas capacitadas sobre el uso y manejo del agua en el hogar), se definió este indicador con calificación de (4), es de muy alta importancia, debido a que más del 70% de los usuarios que habitan en la vivienda no están capacitadas en el uso y manejo del agua en el hogar por lo que muchas veces existe mal uso y por ende más gasto de agua.

Fontaneros del departamento de agua indican por actividades de monitoreo o reparaciones han entrado en alguna ocasión a las casas de usuarios y en algunos casos fue posible observar falta de conciencia del uso adecuado del agua potable en labores del hogar. Entonces, es probable que algún porcentaje de la población no utilice el agua de forma adecuada, la conciencia de uso eficiente pudiese ser baja. El desperdicio del agua es el reflejo de falta de visión de futuro debido a que no se conserva el recurso que se va a necesitar en los años venideros.

Las medidas deben estar enfocadas a crear en la población una cultura de ahorro a fin de tener impacto positivo en todos los indicadores que se evalúan en el uso y manejo del agua en el hogar. El derecho de acceso al agua exige esfuerzos para preservar la calidad y cantidad de este recurso vital de nuestro planeta. Este esfuerzo concierne a todos los niveles jerárquicos, desde la utilización personal y comunitaria, hasta la administración nacional e internacional. Por tal razón, se determinó un valor de (4), para el indicador H.5 (Motivos del ahorro del agua).

El segundo indicador más importante es el indicador H.3 (Calidad de las medidas que se practican para el almacenamiento del agua en el hogar), según el análisis de este indicador se otorgó una calificación de (3), ya que es de alta importancia, debido que la población del municipio que almacena agua tienen mal manejadas las medidas para almacenamiento del agua en el hogar, debido a que poseen recipientes de almacenamiento bastante seguros, pero sin desinfectar y a veces tiene pequeñas fugas expuestos a la contaminación del agua almacenada.

Así mismo el tercer indicador más vulnerable es el indicador H.1 (Calidad, estado y mantenimiento de red domiciliaria de distribución del agua), debido a que la calidad del agua es buena de acuerdo a las muestras de agua que se enviaron a laboratorio (anexo 11-25) , el estado del agua es bueno mientras que el mantenimiento de red domiciliaria de distribución de agua es regular, esto debido a que se usan los materiales mayoritariamente adecuados, de calidad aceptable (media), red en mal estado debido a que existen muchas fugas frecuentemente, y solo se produce mantenimiento correctivo por parte de los fontaneros.

Transitando por algunos sectores se observa topografía irregular en calles con pendientes muy pronunciadas donde el flujo del agua se puede volver irregular si la presión de la columna de agua no es la adecuada. Es posible que la topografía influya hasta cierto punto el flujo del transporte de agua en algunos sectores. Del lado de la gestión administrativa existe un 5% de conexiones ilegales. Es probable que un porcentaje del caudal que se oferta, no esté siendo controlado.

A esto se le suma los tapones en tubería que pueden dejar sin agua áreas considerables de cualquier sector más las fugas internas en infraestructura que no pueden ser detectadas en el momento debido al ancho considerable del pavimento de las calles y la profundidad a la que se encuentra enterrada la tubería. Se han detectado y reparado fugas por hundimientos en el pavimento debido a que el agua socaba el área y también porque en tubería poco profunda por algunas ranuras el agua pasa el pavimento hacia la superficie. Es probable que en el casco urbano incluyendo las casas de los usuarios existan fugas que aún no se han detectado e influyen en la pérdida de agua y pérdida de presión en la red de tubería general. El uso inadecuado del agua y la dificultad de controlar infraestructura interna en el casco urbano no propicia a encaminar la gestión integrada de recursos hídricos.

Debido a que casi siempre en los sistemas de abastecimiento de agua en los cascos urbanos de los municipios hay desperdicios de agua, Asunción Mita cuenta con un sistema con muchas fugas tal es el caso de la línea de conducción en la cual una parte

llamada el paso de la muerte por su alta pendiente y paso aéreo a las orillas del Río Ostúa, se derrumbó una piedra de alto peso y quebró el tubo de Hg de 10 pulg, los fontaneros con su trabajo lograron reparar y siempre hay fugas y el desperdicio de agua es el siguiente: Según el aforo que se realizó se pierden 0.58 lt/s y luego por regla de estequiometría se estima que al año se desperdician 18, 290,880 lt/año, figura 26.



Figura 26. Fuga que provoca el mayor desperdicio de agua del sistema de abastecimiento del municipio de Asunción Mita

Con lo que las autoridades municipales tienen que solucionar lo más antes posible este problema ya que esa agua que se está desperdiciando puede abastecer a 610 hogares en el año, lo mismo sucede con uno de los respiraderos que tiene la línea de conducción.

Se aforó uno de los respiraderos y con un caudal de 0.11 lt/s y luego por regla de estequiometría se estimó un desperdicio de agua al año de 3, 468,960 lt/año.



Figura 27. Respiradero de agua mal establecido, debido que el diámetro es demasiado grande

Con este desperdicio de agua se pudiera abastecer 116 hogares, este tipo desperdicio de agua se debe a que los respiraderos tienen un diámetro grande por lo que los fontaneros tienen que tratar de reducir el diámetro para reducir el desperdicio.

Debido a esto se determinó el valor de (4), para este indicador que corresponde a muy alta importancia, debido que en el sistema ocurren mucho desperdicio de agua tanto en la línea de conducción como en el hogar por lo que es urgente que las autoridades municipales traten de evitar estos desperdicios para poder tener siempre el agua.

El indicador H.6 (Porcentaje de familias que cuentan con pila u otro dispositivo ya sea tanque de almacenamiento familiar), de acuerdo con el análisis a este indicador se le otorgó la calificación de (0), ya que es de muy baja importancia, debido a que el 100% de la población que almacena agua cuentan con pila o tanque de almacenamiento familiar para almacenar el agua.

6.15 COMPONENTE I: MANEJO DE AGUA POST-USO

El componente I está integrado por cinco indicadores: I.1 Cobertura del servicio de alcantarillado, I.2 Porcentaje de tratamiento de aguas negras, I.3 Nivel de tratamiento de aguas residuales, I.4 Sitio de descarga de aguas negras I.5 Capacitación a la población para el manejo de aguas negras. Es muy importante destacar que la figura 29 muestra que cuatro de cinco indicadores (I.2, I.3, I.4 y I.5) fueron calificados en la categoría de muy alta importancia, sólo el indicador I.1 fue calificado en la categoría de baja importancia.

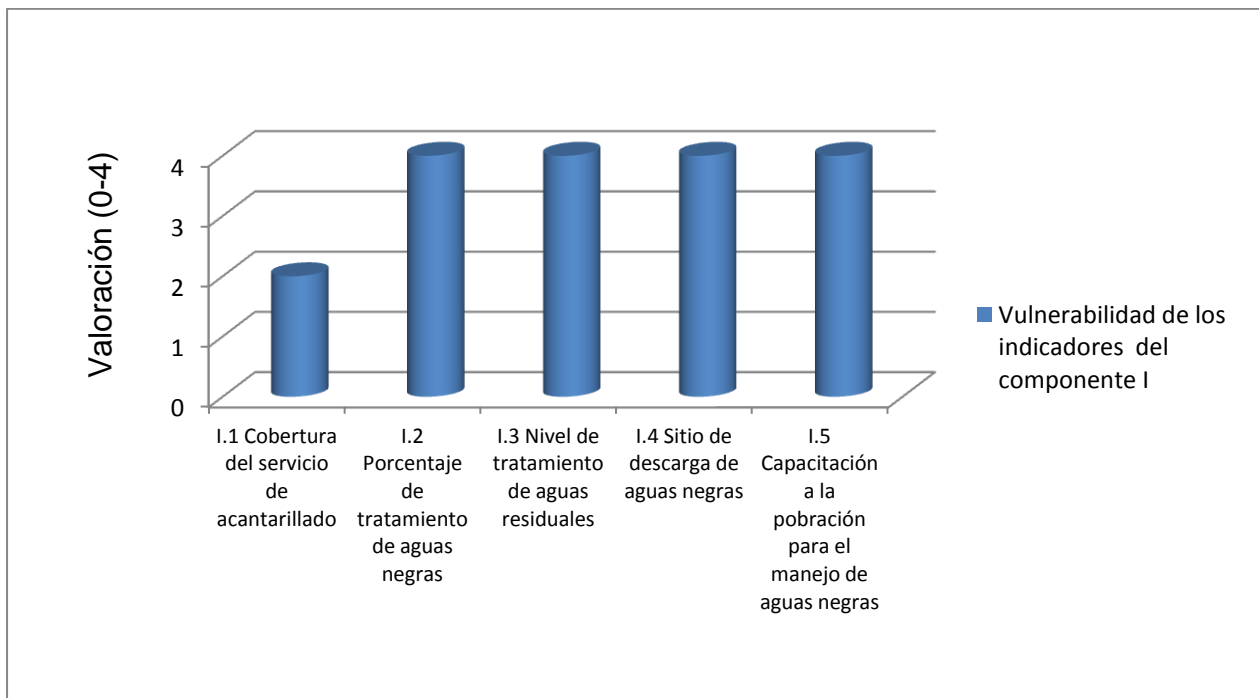


Figura 28. Indicadores evaluados del componente I: Manejo de agua post uso

Este componente es el más vulnerable del sistema de abastecimiento de agua potable de Asunción Mita, debido a que se determinó con una vulnerabilidad alta de 90%, esto hace alusión que cuatro de sus indicadores que fueron calificados con el valor de (4).

El indicador I.2 (Tratamiento de aguas negras, % de aguas que son tratadas), debido a que menos del 60% de las aguas negras son tratadas, en conjunto con los evaluadores se determinó una calificación de (4), que en la escala cualitativa para su análisis corresponde a la categoría de muy alta importancia.

Así mismo para el indicador I.3 (Nivel de tratamiento de las aguas residuales), con una calificación de (4), que corresponde a la categoría de muy alta importancia en fue evaluado este indicador debido a que no se le da tratamiento a las aguas residuales de la población por no poseer plantas de tratamiento de aguas residuales por tal razón es que todas estas aguas van a desembocar al río Ostúa.

El indicador I.4 (Sitio de descarga de las aguas negras), este indicador fue determinado con un valor de (4), que es de muy alta importancia, debido a que todas las aguas negras se descargan en el río llamado Ostúa y este va a desembocar al lago de Güija que a su vez deteriora la flora y fauna del mismo.

Debido a que no se da capacitación a las personas sobre el uso y manejo de aguas residuales en la población se definió la calificación de (4), que es de muy alta importancia para indicador I.5 (Capacitación a la población para el manejo de aguas residuales), esto significa que en el sistema de abastecimiento es importante que la municipalidad y todas las instituciones que trabajan con relación a los recursos naturales y en especial el recurso hídrico para consumo humano establezcan mecanismos para orientar a la población de Asunción Mita sobre el uso y manejo de las aguas residuales o negras, de tal forma que se utilice este valioso recurso de forma adecuada y sin provocar un alto grado de desperdicio. Por ello, se deben plantear medidas correctivas eficientes, tanto en las costumbres como en los procesos de manejo de las instalaciones.

El indicador I.1 (Cobertura del servicio de alcantarillado o % de la población con el servicio), se definió para este indicador la calificación de (2), que corresponde a la categoría de baja importancia, debido a que el 85% de la población cuenta con

cobertura del servicio de alcantarillado en el casco urbano del municipio, esto significa que el municipio cuenta con cantidades adecuadas de drenajes ya que este tipo de servicio es básico la construcción de urbanizaciones.

6.16 COMPONENTE J: GESTIÓN ADMINISTRATIVA

El último componente del índice para evaluación de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano es el componente J, este componente es el que tiene una mayor cantidad de indicadores, un total de 14 indicadores: J.1 Organización que administra el recurso hídrico para consumo humano, J.2 Nivel de avance de la organización para la constitución con personería jurídica, J.3 Reglamento interno de la organización, J.4 Equidad de género en la integración, participación, y toma de decisiones en la organización local gestora del agua, J.5 Funciones de la organización de agua, J.6 Capacitación de las organizaciones, J.7 Frecuencia de reuniones de la organización y grado de participación, J.8 Cobertura de micromedición (medidores de agua), J.9 Tarifas de cobro, J.10. Porcentaje de morosidad en el pago, J.11 Porcentaje de conexiones ilegales, J.12 Fontanero capacitado y tiempo completo, J.13 Disponibilidad de herramientas, equipo y materiales, J.14 Manejo y gestión de fondos económicos. La calificación de cada indicador varía según su análisis como lo muestra la figura 30.

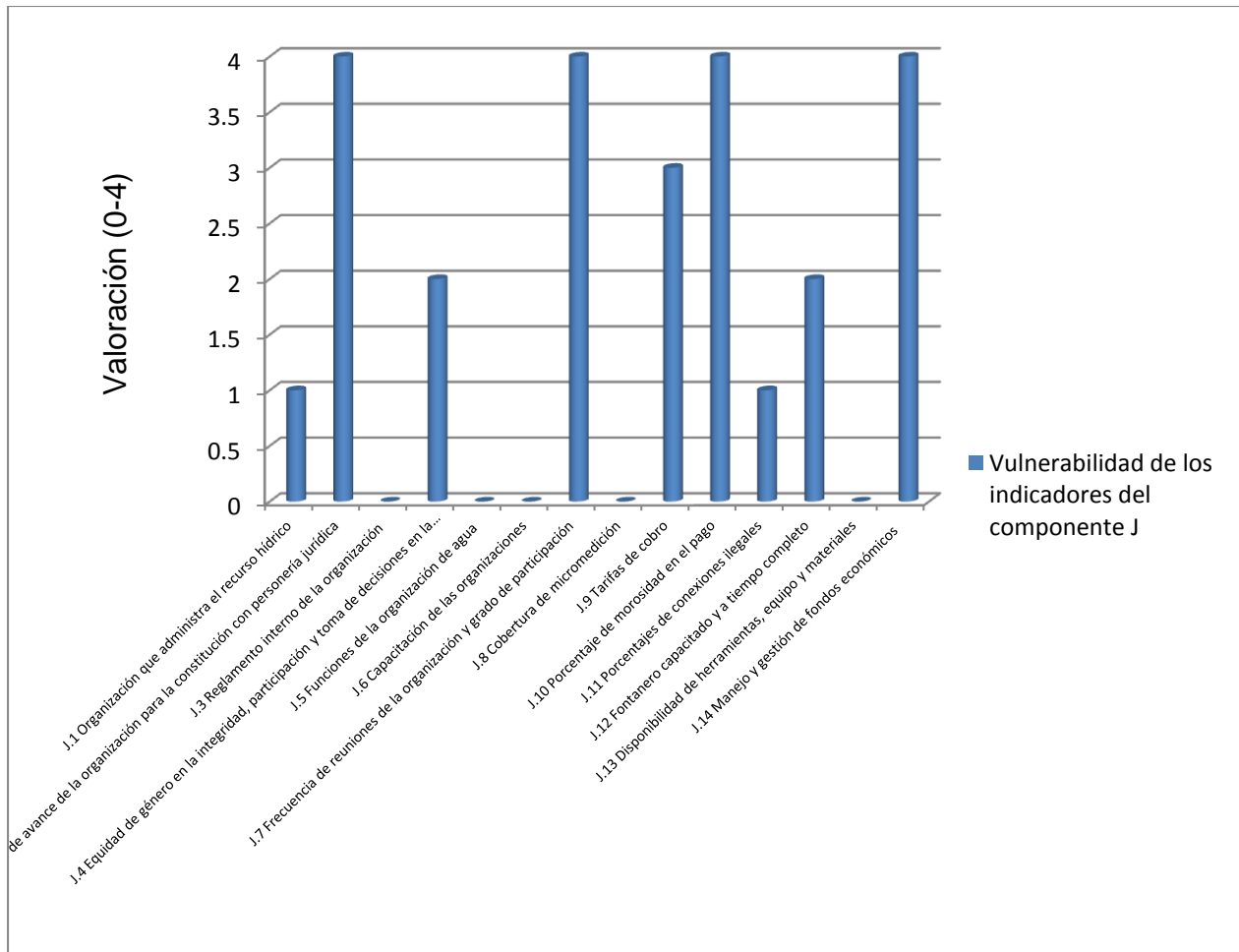


Figura 29. Indicadores evaluados del componente J: Gestión administrativa

El componente J: Gestión administrativa es determinado con una vulnerabilidad de 45%, debido a que tres de sus indicadores los cuales ponderaron un índice alto de vulnerabilidad los cuales son:

El indicador J.7 (Frecuencia de reuniones de la organización y grado de participación), el valor de este indicador se determinó que es (4), corresponde a la categoría de muy alta importancia, debido a que las reuniones de la organización se realizan cada 12 semanas, generalmente con participación del 75% de los integrantes, esto significa que las la reuniones deben de ser constantes y que la participación de los integrantes sea del 100% para una mejor toma de decisiones en el aspecto administrativo.

El indicador J.10 (Porcentaje de morosidad en el pago), de acuerdo con el análisis de este indicador el valor determinado fue (4), que corresponde a la categoría de muy alta importancia, debido a que más del 20% de la población no pagan la cuota mensual del recurso, esto significa que la población debe de estar puntual en sus pagos para que haya un mejor servicio de agua y no llegue a casos donde las autoridades municipales se vean obligados a cortar el servicio.

El indicador J.14 (Manejo y gestión de fondos económicos), debido a que no se tienen fondos económicos, es el último del componente gestión administrativa, en la categoría de muy alta importancia, con un valor de (4), esto significa que la municipalidad no cuenta con caja de ahorros, no tiene cuentas en el banco funcionando. Para iniciar el proceso de la buena gestión del recurso hídrico para consumo humano es importante trabajar en la definición de los roles de cada institución y sobretodo que la institución encargada cumpla la función de velar por el buen manejo y cuidado de este recurso tan necesario para la vida.

Los segundos más vulnerables son los indicadores J.2 y J.9.

El indicador J.2 (Nivel de avance de la organización para la constitución con personería jurídica), este segundo indicador fue evaluado con una calificación de (4), es de muy alta importancia, debido a que la municipalidad que administra el recurso hídrico no tiene un respaldo legal para obtener la personería jurídica. Esto significa que la municipalidad tiene la capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones.

Para el indicador J.9 (Tarifas de cobro), debido a que la tarifa de cobro es simbólica y no cubre los gastos de operación y mantenimiento, se otorgó la calificación de (3), que es de alta importancia, esto debido a que la tarifa de cobro es baja, esto significa que lo ideal es aumentar el costo mensual de agua para que haya una mejor valoración de la misma.

Los terceros indicadores vulnerables son J.4 y J.12

El indicador J.4 (Equidad de género en la integración, participación y toma de decisiones en la organización local gestora del agua), debido a que existe regular interés de las mujeres en integrarse a la directiva de la organización que administra el agua por lo que el 40% de los integrantes son mujeres, esto significa que es importante darle la participación a la mujer que una mejor toma de decisiones, por tal razón se determinó un valor de (2), para este indicador que es de moderada importancia.

El indicador J.12 (Fontanero capacitado y a tiempo completo), según el análisis de este indicador el valor asignado fue de (2), que corresponde a la categoría de moderada importancia, debido a que la municipalidad cuenta con fontaneros capacitados, a tiempo completo y con salario.

Se determinó que los cuartos indicadores vulnerables fueron J.1 y J.11

El indicador J.1 (Organización que administra el recurso hídrico para consumo humano), para este indicador se determinó un valor de (1) que corresponde a la categoría de baja importancia, debido a que el servicio de agua potable se administra a nivel municipal y no de COCODES, debido a que la municipalidad cuenta con todas las herramientas para su funcionalidad.

El indicador J.11 (Porcentaje de conexiones ilegales), fue evaluado con la calificación de (1), que es de baja importancia, debido a que el porcentaje de conexiones ilegales del vital líquido dentro del pueblo es del 1% al 5%. Esta situación significa que si existen conexiones ilegales y por la tanto esas personas no pagan el recurso.

Los últimos indicadores vulnerables fueron J.3, J.5, J.6, J.8, J.13

El indicador J.3 (Reglamento interno de la organización), debido a que la municipalidad cuenta con un reglamento y que se está aplicando, este indicador se le otorgó el valor de (0), que es de muy baja importancia. Esto significa que es importante que el reglamento se aplique para un mejor uso del agua por parte de la población.

El indicador J.5 (Funciones de la organización de agua), para este indicador se definió la valoración de (0), que corresponde a la categoría de muy baja importancia, esto significa que las funciones de la municipalidad es buena ya que cumple con las funciones de administración, operación, mantenimiento, participación de mujeres y hombres en la toma de decisiones y gestión.

El indicador J.6 (Capacitación de las organizaciones), según el análisis de este indicador se le otorgó una calificación de (0), debido a que la municipalidad en conjunto con el centro de salud brinda capacitación sobre: organización, operación y mantenimiento, aspectos legales, desinfección del agua, microcuencas y procesos. Esto significa que hay que implementar más estas capacitaciones para un mejor uso del agua.

Para el indicador J.8 (Cobertura de micromedición o medidores de agua), se definió la calificación de (0), que es de muy baja importancia, debido a que el 100% de la población cuenta con medidores de agua en sus hogares, esta situación es importante debido a que los medidos marcan la cantidad gastada de agua y con la ayuda de estos medidores hay un mejor control en el gasto y cobro del agua.

El indicador J.13 (Disponibilidad de herramientas, equipo y materiales), debido a que la municipalidad cuenta con herramientas, equipo y materiales necesarios para ejercer tanto los trabajos administrativos como de campo, se otorgó la calificación de (0), que es de muy baja importancia.

6.17 ANÁLISIS DE LOS INDICADORES

El cuadro 9, muestra el análisis de la vulnerabilidad desde una perspectiva más específica, para definir acciones puntuales que influyan en la disminución de la vulnerabilidad de los componentes y por ende, del sistema. Para el sistema de abastecimiento de agua potable de Asunción Mita se determinó que 18 indicadores tuvieron la valoración más alta (4), figuras 6,7,8,9,10,11,12,13,14) y 12 el valor más

bajo (0). El componente J (gestión administrativa), aún cuando está integrado por 14 indicadores, cinco de ellos fueron calificados con el valor cero.

Cuadro 9. Análisis de los indicadores

| Componente | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| No. de indicadores con valor de cuatro | 0 | 1 | 0 | 2 | 1 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 |
| No. de indicadores con valor de cero | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 5 |

La municipalidad de Asunción Mita debe poner mucho énfasis en la etapa de implementación de un plan de acción y manejo para que realmente se logre orientar la transformación, ocupación y utilización de los espacios geográficos de tal manera que se alcance una armonía con el medio ambiente. Este proceso requiere bastante tiempo, por ello, se debe tomar acciones inmediatas sobre los demás indicadores, tal es el caso del indicador B.2 relacionado con la protección de la fuente. La protección de la fuente de agua, el uso y manejo adecuado del suelo en la zona de recarga hídrica y las fuentes de abastecimiento, así como un buen tratamiento del agua, mejorará considerablemente la calidad de la misma que recibe la población del municipio de Asunción Mita. Durante el camino para reducir la vulnerabilidad, el organismo encargado de administrar el sistema debe proponer acciones para incidir en los demás indicadores (B. 2, D.1, D.5 I.2, I.3, I.4, I.5, E.7, F.6, F.7, G.2, H.2, J.5, J.10, J. 14 H.4, H.5).

El cuadro 10, muestra los indicadores que fueron determinados en diferentes componentes con alta y muy alta vulnerabilidad en el sistema de abastecimiento de agua potable.

Cuadro 10. Indicadores con vulnerabilidad alta y muy alta

| INDICADOR | PUNTUACIÓN | VULNERABILIDAD |
|---|------------|----------------|
| A.1 Tenencia de la tierra | 4 | Muy alta |
| B.2 Obras de protección de la fuente | 4 | Muy alta |
| C.2 Vulnerabilidad a amenazas naturales | 3 | Alta |
| D.1 Vulnerabilidad a amenazas naturales | 4 | Muy alta |
| D.5 Medidas de mitigación y prevención | 4 | Muy alta |
| E.4 Capacidad de almacenamiento | 3 | Alta |
| E.6 Vulnerabilidad a amenazas naturales | 3 | Alta |
| E.7 Medidas de mitigación | 4 | Muy alta |
| F.6 Vulnerabilidad a amenazas naturales | 4 | Muy alta |
| F.7 Medidas de mitigación | 3 | Alta |
| H.2 Porcentaje de viviendas donde se requiere almacenar agua | 4 | Muy alta |
| H.3 Calidad de las medidas que se practican para el almacenamiento de agua | 3 | Alta |
| H.4 Personas capacitadas sobre el uso y manejo de agua en el hogar | 4 | Muy alta |
| H.5 Motivos del ahorro del agua | 4 | Muy alta |
| I.2 Tratamiento de aguas negras | 4 | Muy alta |
| I.3 Nivel de tratamiento de las aguas residuales | 4 | Muy alta |
| I.4 Sitio de descarga de las aguas negras | 4 | Muy alta |
| I.5 Capacitación a la población para el manejo de las aguas residuales | 4 | Muy alta |
| J.2 Nivel de avance de la organización para la constitución con personería jurídica | 3 | Alta |
| J.7 Frecuencia de reuniones de la organización y grado de participación | 4 | Muy alta |
| J. 9 Tarifas de cobro | 3 | Alta |
| J. 10 Porcentaje de morosidad en el pago | 4 | Muy alta |
| J. 14 Manejo y gestión de fondos económicos | 4 | Muy alta |

6.18 CÁLCULOS DE VULNERABILIDAD DEL RECURSO HÍDRICO

La vulnerabilidad del sistema del recurso hídrico para consumo humano se calculó otorgando un peso relativo a cada componente dentro del sistema, debido a que todos los componentes son parte fundamental, no todos influyen en el mismo grado. Al hacer una diferencia entre los componentes se puede determinar con mayor precisión la vulnerabilidad del sistema. En el cuadro 11, muestra el peso relativo de acuerdo con la metodología de Mendoza (2008), a cada componente de acuerdo a su nivel de importancia.

Cuadro 11. Peso relativo a cada componente

| Componente | Peso relativo |
|------------|---------------|
| A | 15% |
| B | 13% |
| C | 11% |
| D | 8% |
| E | 8% |
| F | 8% |
| G | 9% |
| H | 8% |
| I | 7% |
| J | 13% |

Mendoza (2008)

Cuadro 12. Vulnerabilidad del sistema de abastecimiento con ponderación

| Componente | Vulnerabilidad promedio (a) | Peso relativo (b) | a x b |
|---|-----------------------------|-------------------|--------------|
| A | 1,8 | 0,15 | 0,27 |
| B | 1,5 | 0,13 | 0,19 |
| C | 1,2 | 0,11 | 0,13 |
| D | 2,4 | 0,08 | 0,19 |
| E | 2 | 0,08 | 0,16 |
| F | 1,8 | 0,08 | 0,14 |
| G | 0,33 | 0,09 | 0,029 |
| H | 3,16 | 0,08 | 0,25 |
| I | 3,6 | 0,07 | 0,25 |
| J | 1,78 | 0,13 | 0,23 |
| Sumatoria a x b | | | 1,84 |
| Vulnerabilidad global ponderada | | | 46 |
| Caracterización de la vulnerabilidad | | | Media |

El sistema de abastecimiento de agua potable que se evaluó en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa presentó vulnerabilidad media de 46% con ponderación como muestra el cuadro 12. Esto significa que el sistema está en condición media para su funcionamiento, debido a que en los componentes algunos de sus indicadores presentaron una vulnerabilidad física, operativa u organizativa, esto hace alusión a sus características estructurales, recursos con los que se cuenta para el manejo de los sistemas, capacitación del personal, métodos operativos y la propia organización que administra el agua.

6.19 VULNERABILIDAD DE LOS COMPONENTES

De acuerdo con el cuadro 12, el componente con vulnerabilidad alta, fue el I (manejo del agua post-uso), cinco componentes obtuvieron la categoría de vulnerabilidad media, un componente muy baja vulnerabilidad, dos con vulnerabilidad baja, un componente alta vulnerabilidad y uno con muy alta vulnerabilidad, debido que en el municipio de Asunción Mita, menos del 60% de aguas negras son tratadas por lo que se considera importante capacitar a la población del municipio sobre este tema y así mismo que las autoridades tanto municipales como ambientales del país busquen una manera de tratar estas aguas por medio de la construcción de plantas de tratamiento y volver a utilizar esa agua ya sea para riego o consumo humano, debido que el sitio de descarga de estas aguas es el Río Ostúa y este va a desembocar al Lago de Güija deteriorando de esta manera a la flora y fauna de este lago. El segundo componente con vulnerabilidad más alta fue el componente H: manejo de agua en el hogar con 79%, debido a el desperdicio del agua en los hogares es muy visible en el municipio, sobre todo en la zona céntrica, que por su importancia para el desarrollo de la actividades como car wash y turística, es donde les llega el agua con mayor regularidad y por ende sufren en menor grado la escasez de agua. Las evidencias de desperdicio de agua son varias, entre ellas se subrayan tres muy importantes:

- Utilización del agua para regar y lavar las calles
- Presencia de fugas en la red doméstica
- Mal manejo del agua en el hogar

Una estrecha relación tiene la contaminación del agua con el tratamiento de agua post-uso, componente que debe ser considerado para disminuir la vulnerabilidad en el sistema de abastecimiento. En el municipio de Asunción Mita no se da tratamiento a las aguas negras y un buen porcentaje de estas son vertidas directamente al río Ostúa, ocasionando la contaminación del mismo y afectando considerablemente a la población que se ubica aguas abajo.

Para solucionar este problema y mejorar las condiciones de salud y saneamiento en el municipio, se necesita que la municipalidad empiece a gestionar recursos para el establecimiento de plantas de tratamiento eficientes para el manejo de agua potable y aguas residuales. Los proyectos de este tipo requieren inversiones sustanciales de capital, sin embargo, es uno de los problemas que debe ser atendido para reducir la contaminación del agua, y por consiguiente, reducir la vulnerabilidad del recurso hídrico.

Existen varias alternativas para el manejo de aguas negras. Los sistemas de desecho en sitio (tanques sépticos o pozos negros) y las lagunas de estabilización son adecuados, si se manejan adecuadamente. Las lagunas de estabilización son una alternativa de bajo costo para el tratamiento de corrientes de residuos, pero requieren vastas extensiones de terreno. Las aguas de alcantarillado también pueden ser aplicadas al terreno y utilizadas como una fuente de agua para los cultivos agrícolas. Los sistemas de tratamiento acuático incluyen estanques o ciénagas con plantas que tienen la capacidad de tomar los contaminantes dañinos que se encuentran en las aguas negras. Estos sistemas pueden ser ciénagas naturales o hechas por el hombre (Reynolds 2002).

Es necesario hacer una evaluación del nivel óptimo de tratamiento requerido, al igual que una evaluación práctica de cuáles métodos de tratamiento está dentro del presupuesto. El manejo efectivo de aguas residuales debe dar como resultado un efluente, ya sea reciclable o reusable o en su caso, uno que pueda ser descargado de manera segura, sin afectar el ambiente. La municipalidad está cumpliendo con el papel

que manda la ley de municipalidades, ya que brinda el servicio de abastecimiento de agua a la población de Asunción Mita, sin embargo, la gestión del recurso requiere que se fortalezca la gestión administrativa de tal forma que se incremente la eficiencia en la administración, uso y manejo del recurso.

6. 20 CALIDAD DEL AGUA

Para la determinación de la calidad del agua se realizaron toma de muestras de agua, para ser sometida a análisis físico-químicos y bacteriológicos. Los parámetros que se analizarán en las muestras serán de acuerdo a los parámetros que exigen las normas COGUANOR NTG 29001 de agua para consumo humano.

De acuerdo con los análisis bacteriológicos y físico-químico realizados a las muestras de agua, el recurso hídrico con el que cuenta el municipio de Asunción Mita esta apta para consumo humano de acuerdo a las normas COGUANOR NTG 29001.

Al igual con las cuatro muestras del examen físico-químico el resultado es que cumple con las normas COGUANOR NTG 29001 agua para consumo humano en el sistema de abastecimiento de agua potable La Vegona, Asunción Mita, Jutiapa (anexo 11-28).

El cuadro 13, muestra los resultados de las muestras de agua que fueron enviadas al laboratorio del Ministerio de Salud, debido que por la falta de recursos económicos no se logró medir todos los parámetros de acuerdo con las normas COGUANOR NTG 29001.

Cuadro 13. Resultado de las muestras de agua enviadas al laboratorio del sistema de abastecimiento de agua

| Parámetros según Normas COGUANOR | Resultado Muestra 1 | Resultado Muestra 2 | Resultado Muestra 3 | Resultado Muestra 4 |
|---|-----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Olor | No rechazable | No rechazable | No rechazable | No rechazable |
| Turbiedad | 2,4 UNT | 2,8 UNT | 3,4 UNT | 3,3 UNT |
| Conductividad eléctrica | 537,0 µS/cm | 195,4 µS/cm | 243,0 µS/cm | 201,0 µS/cm |
| Potencial de hidrógeno | 7,38 | 7,47 | 7,34 | 7,47 |
| Sólidos totales disueltos | Parámetro no analizado----- | | | |
| Cloro residual libre ^(a) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Dureza Total (CaCO ₃) | 208,87 mg/L | 78,52 mg/L | 114,96 mg/L | 87,91 mg/L |
| Cloruro (Cl ⁻) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Sulfato (SO ₄ ⁻) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Aluminio (Al) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Calcio (Ca) | 63,86 mg/L | 17,30 mg/L | 33,38 mg/L | 21,21 mg/L |
| Zinc (Zn) | < 0,35 mg/L | < 0,35 mg/L | < 0,35 mg/L | < 0,35 mg/L |
| Color | 1,4 u | 1,8 u | | |
| Cobre (Cu) | < 0,35 mg/L | < 0,35 mg/L | < 0,35 mg/L | < 0,35 mg/L |
| Magnesio (Mg) | 12,00 mg/L | 8,58 mg/L | 7,68 mg/L | 8,49 mg/L |
| Manganeso total (Mn) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Hierro total (Fe) ^(b) | < 0,03 mg/L | < 0,03 mg/L | < 0,03 mg/L | < 0,03 mg/L |
| Arsénico (As) | < 0,005 mg/L | < 0,005 mg/L | 0,0063 mg/L | < 0,005 mg/L |
| Bario (Ba) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Boro (B) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Cadmio (Cd) | < 0,00075 mg/L | < 0,00075 mg/L | < 0,00075 mg/L | < 0,00075 mg/L |
| Cianuro (CN ⁻) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Cromo total (Cr) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Mercurio total (Hg) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Plomo (Pb) | < 0,005 mg/L | < 0,005 mg/L | < 0,005 mg/L | < 0,005 mg/L |
| Selenio (Se) | Parámetro no analizado----- | | | |
| Nitrato (NO ₃ ⁻) | 7,71 mg/L | 5,85 mg/L | 10,86 mg/L | 5,45 mg/L |
| Nitrito (NO ₂ ⁻) | < 0,033 mg/L | 0,036 mg/L | < 0,033 mg/L | < 0,036 mg/L |
| Compuestos organoclorados | Parámetro no analizado----- | | | |
| Ácidos fenoxi | Parámetro no analizado----- | | | |
| Fumigantes | Parámetro no analizado----- | | | |
| Triazinas | Parámetro no analizado----- | | | |
| Acetanilidas | Parámetro no analizado----- | | | |
| Carbamatos | Parámetro no analizado----- | | | |
| Amidas | Parámetro no analizado----- | | | |
| Organofosforados | Parámetro no analizado----- | | | |
| No hubo presencia de E. coli en las muestras realizadas | ----- | | | |

De acuerdo con los cuadros 14 y 15, muestran los límites máximos aceptable y los límites máximos permisibles de las normas COGUANOR NTG 29001. De acuerdo con los resultados, todas las muestras tomadas del sistema de abastecimiento y la red de distribución están de manera aceptable según las normas para consumo humano.

Cuadro 14. Características físicas y organolépticas que debe tener el agua para consumo humano

| Características | LMA | LMP |
|---------------------------|----------------|--------------------------------|
| Color | 5,0 u | 35,0 u ^(a) |
| Olor | No rechazable | No rechazable |
| Turbiedad | 5,0 UNT | 15,0 UNT ^(b) |
| Conductividad eléctrica | 750 μ S/cm | 1500 μ S/cm ^(d) |
| Potencial de hidrógeno | 7,0-7,5 | 6,5-8,5 ^{(c) (d)} |
| Sólidos totales disueltos | 500,0 mg/L | 1000,0 mg/L |

(a) Unidades de color en la escala de platino-cobalto
(b) Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT).
(c) En unidades de pH
(d) Límites establecidos a una temperatura de 25°C.

Cuadro 15. Características químicas que debe tener el agua para consumo humano

| Características | LMA (mg/L) | LMP (mg/L) |
|--|------------|------------|
| Cloro residual libre ^(a) | 0,5 | 1,0 |
| Cloruro (Cl ⁻) | 100,0 | 250,0 |
| Dureza Total (CaCO ₃) | 100,0 | 500,0 |
| Sulfato (SO ₄ ²⁻) | 100,0 | 250,0 |
| Aluminio (Al) | 0,050 | 0,100 |
| Calcio (Ca) | 75,0 | 150,0 |
| Cinc (Zn) | 3,0 | 70,0 |
| Cobre (Cu) | 0,050 | 1,500 |
| Magnesio (Mg) | 50,0 | 100,0 |
| Manganeso total (Mn) | 0,1 | 0,4 |
| Hierro total (Fe) ^(b) | 0,3 | ----- |

- a) El Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social será el ente encargado de indicar los límites mínimos y máximos de cloro residual libre según sea necesario o en caso de emergencia.
b) No se incluye el LMP porque la OMS establece que no es un riesgo para la salud del consumidor a las concentraciones normales en el agua para consumo humano, sin embargo el gusto y apariencia del agua pueden verse afectados a concentraciones superiores al LMA.

El cuadro 16, hace alusión a los resultados de las muestras del sistema de abastecimiento de agua que tienen relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud humana.

Cuadro 16. Relación de las sustancias inorgánicas cuya presencia en el agua es significativa para la salud

| Substancia | LMP (mg/L) |
|---|------------|
| Arsénico (As) | 0,010 |
| Bario (Ba) | 0,70 |
| Boro (B) | 0,30 |
| Cadmio (Cd) | 0,003 |
| Cianuro (CN ⁻) | 0,070 |
| Cromo total (Cr) | 0,050 |
| Mercurio total (Hg) | 0,001 |
| Plomo (Pb) | 0,010 |
| Selenio (Se) | 0,010 |
| Nitrato (NO ₃ ⁻) | 50,0 |
| Nitrito (NO ₂ ⁻) | 3,0 |

El cuadro 17, muestra las medidas de adaptación prioritarias del sistema de abastecimiento de agua potable que la municipalidad de Asunción Mita debe de poner énfasis para poder reducir la vulnerabilidad del sistema y por ende mejorar la disponibilidad del recurso para la población.

Cuadro 17. Medidas de adaptación prioritarias que se deben de emplear para reducir la vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua

| | |
|--|--|
| Medidas de adaptación prioritarias del sistema de abastecimiento de agua potable | <ul style="list-style-type: none">- Prácticas de conservación de suelos en la ZRH e implementar por medio del INAB programas de incentivos forestales- Búsqueda de más fuentes de agua para obtener una oferta de agua para satisfacer necesidades futuras- Mejorar la infraestructura de las obras de captación- Crear planes de mitigación y prevención que garanticen la protección de la línea de conducción- Crear un plan de acción para reducir las fugas- Ahorrar agua, es necesario trabajar en la concientización de la población sobre uso y manejo del agua realizando alianzas con el Ministerio de Salud, MAGA, INAB y MINEDUC- Implementar planta de tratamiento de aguas negras- Controlar el porcentaje de conexiones ilegales- Aumentar el precio del recurso hídrico para que la población haga un mejor uso de la misma. |
|--|--|

6.21 MEDIDAS DE ADAPTACIÓN

De acuerdo con las evaluaciones realizadas a cada componente las medidas de adaptación deben enfocarse en:

Componente A: zona de recarga hídrica

Según el análisis del componente zona de recarga hídrica se determinó que las medidas de adaptación para este componente son las siguientes:

- Prácticas de conservación de suelos en las áreas desprovistas de las cuencas adyacentes del volcán Suchitán. Hacer alianzas con la unidad de cuencas del MAGA y con el INAB para la implementación de PINPEP.
- Sistemas agroforestales con especies que mejoren la infiltración de agua de lluvia y así aumente el caudal de agua en el sistema en la parte alta y media del volcán.
- Zanjales de infiltración para que se acumule el agua y se infiltre en el suelo en las partes más inclinadas del volcán y dedicadas a pastizales.

Componente B: fuentes de abastecimiento de agua

De acuerdo con la vulnerabilidad para el componente B, las medidas identificadas para este componente de acuerdo al contexto son las siguientes:

- Cercar las áreas circundantes a las fuentes de abastecimiento de agua
- Buscar más fuentes de abastecimiento de agua para obtener una oferta de agua capaz de satisfacer las necesidades futuras de la población.

- Tener planes de manejo para la vegetación que protege las tierras altas en la cuenca hidrográfica haciendo alianzas con el INAB para que la población participe en el programa de incentivos forestales.

Componente C: toma de agua y obra de captación

Para el componente C las medidas de acuerdo al análisis de sus indicadores son las siguientes:

- Es necesario que las cajas de concreto sean repelladas para que no haya peligro de contaminación por medio de animales, ser humano o derrumbes y deslizamientos.
- Mejorar estas obras de captación para que no hayan problemas de desperdicio de agua.
- Darle mantenimiento estas obras de captación cada mes o cada vez sea necesario.

Componente D: línea de conducción

De acuerdo con la vulnerabilidad para el componente D, las medidas identificadas para este componente de acuerdo al contexto son las siguientes:

- Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la línea de conducción debido a que ayudan a disminuir las fugas y por ende a maximizar el recurso.
- Crear planes de mitigación y prevención para la línea de conducción que garanticen la protección de la misma y se eviten gastos de recurso hídrico.
- Reforzar tramos para evitar que la tubería se quiebre por las amenazas naturales como derrumbes y deslizamientos.

- Redireccionar parte de la tubería que es aérea en las orillas del río Ostúa.

Componente E: Tanques de almacenamiento

Las medidas de adaptación para el componente E, determinadas según su análisis son las siguientes:

- Es necesario que el tanque de almacenamiento cuente con los accesorios para que el agua almacenada sea de buena calidad, además, se debe contar con un tanque de tamaño suficiente para suplir las necesidades, tanto en cantidad como calidad de las poblaciones objetivo.
- Crear un plan de medidas de prevención que garanticen el estado de los tanques, así mismo es necesario darles mantenimiento ya que cuentan los tanques con grietas que pueden influir en la contaminación del agua.

Componente F: Red de distribución

De acuerdo con los análisis establecidos en los indicadores del componente F, fueron determinadas las siguientes medidas de adaptación.

- Se deben de realizar estudios de diseño para una nueva instalación de la tubería que aunque maximice costos garantice la durabilidad del proyecto para futuras generaciones y así no poner en riesgo la vida humana de los fontaneros que con esfuerzos y amarrados con lazos solucionan los problemas cuando hay derrumbes de piedras y quiebran los tubos que conducen el agua. Mas sin embargo lo principal para llegar a solucionar este problema es llegar a un acuerdo de parte de la municipalidad con los dueños de los terrenos por donde pasa la tubería.
- Crear un conjunto de acciones que se realicen con la finalidad de prevenir o corregir daños que se producen en la red de distribución permiten reducir

considerablemente las fugas y por consiguiente reducir las grandes pérdidas de agua.

Componente G: Tratamiento de agua

De acuerdo con la vulnerabilidad para el componente B, las medidas identificadas para este componente de acuerdo al contexto son las siguientes:

- El agua debe recibir el tratamiento adecuado y con ello mejorar su calidad, de tal forma que cumpla con las exigencias para ser considerada como potable, debido a que del sistema y la frecuencia de tratamiento del agua depende la maximización de los niveles de potabilidad y por consiguiente, se influye positivamente en la salud de las personas.
- Es necesario instalar sistemas de cloración para tratar el agua para consumo humano.

Componente H: Manejo del agua en el hogar

Según la evaluación del componente H, las medidas de adaptación determinadas son las siguientes:

- Es necesario ahorrar agua, esto significa unir esfuerzos para reservar un recurso necesario para la vida y para el desarrollo económico. El esfuerzo debe ser doble, por una parte, disminuir el consumo y, por otra, reducir la carga de contaminantes.
- Es urgente trabajar sobre la cultura que hay sobre el agua, de otra forma, todo esfuerzo para subsanar la situación será en vano, ya que las medidas de pago por el recurso y el marco legal que regula el consumo, no garantiza el uso racional y el manejo adecuado del agua para cubrir las necesidades básicas del usuario de manera sostenible.

Componente I: Manejo de agua post-uso

De acuerdo con el estado del componente I, las medidas identificadas para este componente de acuerdo al contexto son las siguientes:

- Se debe implementar una planta de tratamiento para este tipo de aguas de manera que puedan volver ser utilizada ya sea para consumo humano o para riego de cultivo.
- Capacitar a la gente para que ellos realicen un buen uso eficiente de este recurso valioso.

Componente J: Gestión administrativa

De acuerdo con el estado de este componente, las medidas de adaptación son las siguientes:

- Es necesario aumentar la tarifa de cobro y de la misma manera que las personas que hagan un mayor gasto de agua paguen más y realizar un mejor control de las personas morosas al recurso hídrico para que la gestión de fondos económicos sea mejor y que el sistema de agua sea autosustentable.
- Controlar el porcentaje de conexiones ilegales que se poseen en el pueblo ya que no es correcto que unas personas paguen el recurso y otras no.
- Hacer alianzas con MINEDUC para proporcionar educación en escuelas, poseer fontaneros educados y capacitados. Alianzas con el MARN para que capaciten en uso eficiente del agua.

VII. CONCLUSIONES

- De acuerdo con la metodología la vulnerabilidad del sistema es 46% por lo tanto el sistema está en condiciones medias para su funcionamiento debido a que poseen vulnerabilidad alta en los indicadores de algunos componentes que hacen alusión a sus características físicas, operativa u organizativa.
- Los componentes menos vulnerables fueron: fuente de abastecimiento de agua y toma de agua u obra de captación esto debido a que se encuentran en propiedad del Estado.
- De acuerdo con la carencia de sistemas de drenaje y plantas de tratamiento, el componente más vulnerable es el manejo de agua post-uso. Actualmente no existe tratamiento de aguas y solamente un 60% de los hogares del municipio tienen acceso a drenajes.
- No se tiene un censo actualizado por lo que no se sabe qué tipo de usuarios no domiciliarios utilizan el agua, así como el tipo de uso y la cantidad diaria, esto propicia a no tener control de cierto porcentaje del agua que se está demandando cada día.
- De acuerdo a sus características físicas, químicas y bacteriológicas el agua es de buena calidad y cumple con los requisitos mínimos de salubridad vigentes en el país.
- Las principales esfuerzos de adaptación para la disminución de la vulnerabilidad deben enfocarse en:
 - Cada municipio debe tener como directriz una estrategia de gestión integrada del recurso hídrico.
 - Reducir rezagos y limitaciones a la disponibilidad del agua.
 - Avanzar en el saneamiento integral de cuencas.

- Otorgar seguridad jurídica en el derecho al uso de aguas nacionales y bienes inherentes.
 - Contribuir al proceso de transición hacia el desarrollo sustentable.
 - Ampliar los canales de participación de la sociedad en la planeación y utilización del agua.
-
- A nivel de reglamentos municipales para el moramiento del sistema se deben crear plan de organización y manejo de instrumentos enfocados a atender los pagos del servicio de agua potable para el mejoramiento del sistema.
 - Para disminuir la vulnerabilidad del sistema es necesario iniciar la implementación de acciones enfocadas a atender los siguientes temas:
 - Tratamiento de aguas
 - Eficiencia de agua
 - Implementar contadores en todo el municipio
 - Tener un 100% de acceso a drenaje
 - Saneamiento ambiental
 - La no existencia de reglamentos claros a nivel municipal hace que el aprovechamiento sea insostenible, penalización para los que desperdician y roban agua.
 - La no existencia de educación y concienciación está provocando actualmente un uso deficiente de agua por parte de la población y problemas en las aguas residuales.

VIII. RECOMENDACIONES

- Lo más urgente de atender en el sistema de abastecimiento de agua potable es crear reglamentos para obtener un mejor control en temas de uso adecuado del agua, estado de la línea de conducción, morosidad, vulnerabilidad a amenazas naturales en los tanques de abastecimiento y obras de captación para garantizar su sostenibilidad del agua potable.
- Es urgente integrar otras medidas de adaptación, tales como: implementación de la planificación territorial y uso adecuado del territorio en las cuencas hidrográficas y, incremento de la eficiencia y optimización del uso del recurso hídrico.
- Implementar prácticas de conservación de suelos en las ZRH y fuentes de abastecimiento debido a que la agricultura crea desbalance en la entrega de los volúmenes de agua en las acometidas domiciliarias.
- Establecer acuerdos y alianzas estratégicas con entidades privadas, autónomas, públicas y comunidades para conservar los recursos naturales y el medio ambiente en la ZRH.
- Realizar un monitoreo constante de la calidad del recurso agua, realizando como mínimo un análisis físico-químico y microbiológico al año de acuerdo a las normas COGUANOR NGO 29 001 agua potable. Para garantizar la salud de los consumidores.
- Aumentar la tarifa de cobro por parte de la municipalidad para que la población valore el recurso hídrico y de la misma manera le dé un mejor uso para evitar el desperdicio del mismo.

- Crear alianzas por parte de la municipalidad y Ministerio de salud para concientizar a la población sobre temas de agua potable y el saneamiento. Debido a que el manejo de aguas post uso fue el más vulnerable del sistema se recomienda implementar plantas de tratamiento de aguas negras y residuales para poder reutilizarla.
- Concientizar en temas de saneamiento ambiental y ordenamiento territorial a la población del municipio.
- Es necesario implementar las medidas de adaptación prioritarias descritas en el cuadro 17 para reducir el grado de vulnerabilidad del sistema de abastecimiento de agua potable del municipio y volverlo más eficiente.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adger, WN. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*. 16(3):268–281.

AMUNIC (Asociación de Municipios de Nicaragua). (2004). *El riesgo y el municipio*. Managua, Nicaragua, SINAPRED, AMUNIC, ASDI. 76 p.

Ávila, P. (2005). *Cambio global y recursos hídricos en México: hidropolítica y conflictos contemporáneos por el agua*. México, INE, Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de Ecosistemas, Proyecto INE/ADE 045/2002. 107

Bocaletti, M y de Noack, J. (2007). *Manejo jurídico de los Servicios Hidrológicos de Guatemala*. Programa de Comunicaciones WWF Centroamérica. 98 p.

Cano, W. (2006). *Análisis de la vulnerabilidad de agua potable de santa Catarina pínula, Guatemala*. Tesis, Ingeniería Civil, Universidad de San Carlos de Guatemala. 141 p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). (2008). Programa “Innovación, Aprendizaje, y Comunicación para la Cogestión Adaptativa de Cuencas” FOCUENCAS II: propuesta para la segunda fase (documento digital). Turrialba, Costa Rica. CATIE. 85 p.

CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente), OPS (Organización Panamericana de la Salud), OMS (Organización Mundial de la Salud). (1996b). *Guías para el análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua potable y alcantarillado sanitario*. Lima, Perú. CEPIS-OPS-OMS. 77 p.

Chapin, F., & et al. (2000). Consequences of changing biodiversity. *Nature*, 405, 234- 242.

Chica, N; León, J y Prins, K. (2006). Elementos claves para la cogestión comunitaria del agua: experiencia en siete comunidades de Copán Ruinas, Honduras. Serie técnica, Informe técnico/CATIE No. 348. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 42 p.

CONAP. (2013). Ficha técnica del corredor biológico del bosque seco de Ostúa, Jutiapa. Documento técnico No. 105-01-2013. 90 p.

Downing, TE y Patwardhan, A. (2003). Vulnerability assessment for climate Adaptation Technical Paper 3, United Nations Development Programme, New York City, NY. 69-89 p.

EIRD-ONU . (2011). Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres. Ginebra, Suiza.: ONU.

FAO (Organización de las Naciones Unidad para la Agricultura y la Alimentación). (2002). Informe de la cumbre mundial sobre la alimentación: cinco años después. FAO. 84 p.

Gallopín, GC. (2006). Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Global Environmental Change*. 16(3)293–303.

Girof, P y Jiménez, A. (2002). Marco regional de adaptación al cambio climático para los recursos hídricos en Centroamérica. Diálogo Centroamericano sobre el Agua y el Clima. San José, Costa Rica. 60 p.

Guatemala. Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, Instituto Nacional de Bosques & Consejo Nacional de Áreas Protegidas. (2004). Plan de Uso Público Parque Nacional Lachuá. Gobierno Real de los Países Bajos; Unión Mundial de Conservación de la Naturaleza. 81 p.

Guatemala: Síntesis del Subsector Forestal y de la Dinámica de la Cobertura Forestal (1990-2000). Plan de Acción Forestal, Guatemala.

GWP (Global Water Partnership). (2000). Manejo integrado de recursos hídricos. Tac Background Papers No. 4. Estocolmo, Suecia, GWP-TAC. 80 p.

IARNA-URL e IIA. (2006). Perfil Ambiental de Guatemala: Tendencias y reflexiones sobre la gestión ambiental. Guatemala, Guatemala.

IARNA-URL. (2012). Perfil Ambiental de Guatemala 2010-2012: Vulnerabilidad local y creciente construcción de riesgo. Guatemala.

INE (Instituto Nacional de Estadística). (2003). Censo agropecuario.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2001). Cambio climático (2001): impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. Ginebra, Suiza, IPPCC. Reporte del grupo de trabajo II. 92 p.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007). Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability, Technical Summary, Report of the Working Group No. 2. Policymarkers. Brussels. 23 p.

IUCN (The World Conservation Union). (2003). Climate Change and Nature – adapting for the future. Gland, Switzerland, IUCN. 6 p.

Jiménez, F. (2007). Notas de clase del curso: Gestión del riesgo a desastres. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 253 p.

Kohler, A; Jülich, S; Blomertz, L. (2004). Manual: el análisis de riesgo-una base para la gestión de riesgo de desastres naturales. Eschborn, GTZ-Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo.71 p.

Martínez Tuna, Miguel (2002). Valoración Económica del Agua en la Ciudad de Guatemala. FLACSO Guatemala. Guatemala.

Mendoza, M. (2008). Metodología para el análisis de vulnerabilidad del recurso hídrico para consumo humano; aplicación y determinación de medidas de adaptación en la subcuenca del río Copán, Honduras. Tesis *Magister Scientiae* en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas, Turrialba, Costa Rica, CATIE. 113 p.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Creación de los Escenarios Climáticos para la Cuenca del Río Naranjo y para la Sub Cuenca del Río San José. Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. Guatemala, 87 pags.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Evaluación de la Adaptación Autóctona a Efecto de las Inundaciones en Guatemala. Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. Guatemala, 75 pags.

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. (2006). Evaluación de las Políticas Y Escenarios Socioeconómicos de Primera Comunicación Sobre Cambio Climático. Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. Guatemala, 109 Pags.

Morales, Y; González, O y Echeverría, JA. (2001). Análisis de vulnerabilidad de sistemas de abastecimiento de agua. *Ingeniería Hidráulica Ambiental*. 22(4):46-50.

MSPAS (Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social). (2011). Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano. Gobierno de Guatemala. Guatemala. Consultado el 6 de marzo de 2013. Disponible en: http://mspas.gob.gt/index.php?option=com_content&view=article&id=467&Itemid=217

Novib y Fundación Solar. (2001). Estado del Agua en Guatemala Documento de Discusión, Guatemala. Guatemala.

Quesada, C. (2002). Componente recursos hídricos. Plan nacional de desarrollo. José, Costa Rica, UCR-CIEDES. 36 p.

Reynolds, KA. (2002). Tratamiento de aguas residuales en Latinoamérica: Identificación del problema. *Agua Latinoamérica*. 4 p. Consultado 20 oct. 2008. Disponible en <http://www.agualatinoamerica.com/docs/PDF/DeLaLaveSepOct02.pdf>

Rygel, L; O'Sullivan, D y Yarnal, B. (2006). A method for constructing a social vulnerability index: an application to hurricane storm surges in a developed country. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 11:741–764.

SEGEPLAN. (2011). Planificación y Ordenamiento Territorial, Plan de Desarrollo Municipio de Asunción Mita, Jutiapa. Consultado agosto 2011.

Shiklomanov, IA y Rodda, J. (2002). World water resources at the beginning of the 21st century. New York, Cambridge University Press 40 west 20th St., 453 p.

- Tejada, JC; Cerrato, ME y Hernández, C. (2000). Seguridad del agua: metodología para el manejo participativo y sostenible de las cuencas del trópico húmedo de Costa Rica. Costa Rica, Universidad EARTH. 26 p.
- Tribunal Centro Americano del Agua. (1999). Agua de los Trópicos. San José Costa Rica.
- UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization). (2007). Groundwater resources sustainability indicators. Eds. J Vrba; A Lipponen. Francia. UNESCO-IAEA-IAH. 114 p. (IHP-IV Series on Groundwater No. 14).
- Wilches-Chaux, G. (1993). La vulnerabilidad global. *In* Los desastres no son naturales. Marskey. A. Comp. Colombia, La Red, tercer mundo editores.
- Yohe, GW y Tol, RSJ. (2002). Indicators for social and economic coping capacity-moving towards a working definition of adaptive capacity. *Global Environmental Change*. 12(1):25-40.

X. ANEXOS

Anexo 1. Modelo de la boleta para la caracterización del componente A: zona de recarga hídrica.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|--|--|--------|
| A.1 Tenencia de la tierra | - Del 80 al 100% del área es propiedad de la organización que administra o presta el servicio de agua para consumo humano y/o propiedad del estado y/o propiedad ejidal o comunal. | 0 |
| | - Del 60 al 80% del área es propiedad de la organización que administra o presta el servicio de agua para consumo humano y/o propiedad del estado y/o propiedad ejidal o comunal. | 1 |
| | - Del 40 al 60% del área es propiedad de la organización que administra o presta el servicio de agua para consumo humano y/o propiedad del estado y/o propiedad ejidal o comunal. | 2 |
| | - Más del 60% del área es propiedad privada en donde se han establecido acuerdos con el dueño para protección de la ZRH. | 3 |
| | - Más del 40% del área es propiedad privada con presencia de conflictos y sin ningún acuerdo. | 4 |
| A.2 Grado o porcentaje de cobertura vegetal del suelo | 80 - 100% | 0 |
| | 60 – 80% | 1 |
| | 40 – 60% | 2 |
| | 20 – 40% | 3 |
| | 0 - 20% | 4 |
| A.3 Uso del suelo | -Del 90 al 100% del área corresponde a área natural protegida y/o bosque (primario, secundario o ribereño) . | 0 |
| | - Más del 80% del área corresponde a zonas con sistemas agroforestales con cultivos perennes y/o cultivos perennes con amplia cobertura del suelo. y/o plantaciones forestales con cobertura del suelo y/o bosque (primario, secundario y ribereño) . | 1 |
| | - Más del 60% del área corresponde a zonas con sistemas silvopastoriles sin pasturas degradadas y/o tacañales y/o terrenos cultivados con obras de conservación de suelo y/o sistemas agroforestales y/o plantaciones forestales y/o bosques (primario, secundario y ribereño) . | 2 |
| | - Más del 60% del área corresponde a terrenos cultivados sin ninguna obra de conservación de suelo y agua. | 3 |
| | - Más del 60% del área corresponde a terrenos agropecuarios con manejo intensivo, suelos desnudos y/o terrenos con desarrollo urbanístico. | 4 |

| | | |
|--|---|---|
| A.4 Tendencia de uso del suelo | - Aumento del área de bosque primario, bosque secundario, bosque ribereño o áreas naturales protegidas. | 0 |
| | - Aumento el área ocupada por sistemas agroforestales, cultivos permanentes de amplia cobertura del suelo y plantaciones forestales a partir de terrenos agropecuarios con uso intensivo, de suelos desnudos, de suelos con desarrollo urbanístico, de suelos cultivados sin obras de conservación de suelos y aguas. | |
| | - Aumento del área de sistemas silvo pastoriles, tacotales y terrenos cultivados con obras de manejo y conservación de suelos, a partir de terrenos agropecuarios en uso intensivo, de suelos desnudos, de suelos con desarrollo urbanístico, de suelos cultivados sin obras de conservación de suelos y aguas. | 1 |
| | - Aumento el área de suelos con terreno cultivados sin obras de manejo y conservación de suelos y aguas a partir de terrenos agropecuarios con uso intensivo, de suelos desnudos y suelos con desarrollo urbanístico. | 3 |
| | - Aumento del área de suelos con uso agropecuario intensivo, los suelos desnudos, las áreas con desarrollo urbanístico | 4 |
| A.5 Planificación (POT, Plan de acción, Plan de manejo, otro) | - El plan (POT, Plan de acción, Plan de manejo, otro) se encuentra en ejecución y está funcionando adecuadamente | 0 |
| | - Se ha iniciado la implementación del plan (POT, Plan de acción, - -- Plan de manejo, otro) | 1 |
| | - Se tiene el plan (POT, Plan de acción, Plan de manejo, otro) pero no se ha implementado | 2 |
| | - Se está elaborando plan (POT, Plan de acción, Plan de manejo, otro) | 3 |
| | - No hay plan (POT, Plan de acción, Plan de manejo, otro) | 4 |

(Mendoza, 2008)

Anexo 2. Modelo de la boleta para la caracterización del componente B: fuente de abastecimiento de agua.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|---|--|--------|
| B.1 Tenencia de la tierra | - Propiedad de la organización que administra o presta el servicio de agua para consumo humano | 0 |
| | - Propiedad del estado | 1 |
| | - Propiedad ejidal o comunal | 2 |
| | - Propiedad privada en donde se han establecido acuerdos con el dueño para protección de la fuente de agua | 3 |
| | - Propiedad privada con presencia de conflictos | 4 |
| B.2 Obras de protección de la fuente | - Cercado en condiciones adecuadas | 0 |
| | - Cercado en condiciones regulares | 1 |
| | - Cercado en condiciones inadecuadas | 2 |
| | - En proceso de cercado | 3 |
| | - Sin cercado | 4 |

| | | |
|---|---|---|
| B.3 Fuentes de Contaminación | - No se presentan fuentes de contaminación | 0 |
| | - Las fuentes de contaminación solamente son de origen natural | 1 |
| | - Se presenta dos o menos fuentes de contaminación difusa y ninguna puntual | 2 |
| | - Se presentan una o dos fuentes de contaminación difusa y una de tipo puntual | 3 |
| | - Se presentan tres o más fuentes de contaminación difusa y una o más de una de tipo puntual | 4 |
| B.4 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos deslizamientos, etc). | - Nula | 0 |
| | - Baja | 1 |
| | - Moderada | 2 |
| | - Alta | 3 |
| | - Muy alta | 4 |
| B.5 Conflictos por el uso del agua de la fuente de abastecimiento | - No se presentan conflictos o al menos no durante los últimos años (5 ó menos) | 0 |
| | - Existen pocos conflictos (menos de 2 por año) y se deben al uso de volúmenes bajos de agua de la fuente para consumo animal, riego, recreación o para otros usos | 1 |
| | - Existe regular cantidad de conflictos (menos de 3 por año) y se deben al uso moderado del agua para consumo animal, riego, recreación o para otros usos; o existen pocos conflictos (menos de 2 por año), pero se deben al alto uso del agua de la fuente para los fines mencionados. | 2 |
| | - Existen bastantes conflictos (3 a 4 por año) y se deben al alto uso del agua de la fuente para animales, riego, recreación o para otros usos; o existen pocos o regular cantidad de conflictos (menos de 3 por año), pero se deben al alto uso de agua de la fuente para los fines mencionados. | 3 |
| | - Existen muchos conflictos (más de 4 por año) y se deben al uso muy alto de agua de la fuente para animales, riego, recreación o para otros usos. | 4 |
| B.6 Balance entre oferta y demanda de agua | - La oferta de agua es mayor que la demanda actual y puede satisfacer la demanda en el futuro. | 0 |
| | - La oferta de agua sólo satisface las necesidades de la población actual . | 1 |
| | - La oferta de agua sólo satisface la demanda en época de lluvias pero en la época de estiaje es necesario buscar otra fuente de agua para satisfacer las necesidades. | 2 |
| | - La oferta de agua sólo satisface la demanda en época de lluvias y en la época de estiaje se raciona el servicio. | 3 |
| | - La oferta de agua no satisface la demanda actual en todo el año | 4 |

(Mendoza, 2008)

Anexo 3. Modelo de la boleta para la caracterización del componente C: toma de agua y obra de captación.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|--|---|--------|
| C.1 Tipo de obra de captación | - Caja (caja cerrada de concreto reforzado o de mampostería de piedra o de tabique) | 0 |
| | - Galería de infiltración o pozo | 1 |
| | -Presa derivadora o de almacenamiento | 2 |
| | - Obra de captación rustica | 3 |
| | - Sin obra de captación | 4 |
| C.2 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos deslizamientos, etc). | Nula | 0 |
| | Baja | 1 |
| | Moderada | 2 |
| | Alta | 3 |
| | Muy alta | 4 |
| C.3 Disponibilidad de accesorios y repuestos | -Tiene todos los accesorios (tubo de rebalse, tubo de limpieza con tapón, válvulas de control, desarenador, etc.) en buen estado y repuestos necesarios en cantidad suficiente incluso para cualquier situación imprevista . | 0 |
| | - Tiene todos o casi todos los accesorios (tubo de rebalse, tubo de limpieza con tapón, válvulas de control, desarenador, etc.) en buen estado y la cantidad de repuestos es suficiente para los requerimientos típicos. | 1 |
| | - Tiene algunos accesorios (tubo de rebalse, tubo de limpieza con tapón, válvulas de control, desarenador), sin embargo, no todos están en buen estado; y la cantidad o stock de repuestos no es suficiente para las necesidades típicas . | 2 |
| | -Tiene muy pocos accesorios (tubo de rebalse, tubo de limpieza con tapón, válvulas de control, desarenador) y además, pocos son los que se encuentran en buen estado; y la cantidad de repuestos es insuficiente para necesidades típicas. | 3 |
| | - No cuenta con ellos | 4 |
| C.4 Estado de la obra de captación | - Muy bueno (no presenta ningún problema, materiales de construcción sólidos, de muy buena calidad, con muy buena protección a daños, sin presencia de fugas) . | 0 |
| | - Bueno (problemas muy leves, materiales de construcción de buena calidad, obra hermética y con protección a daños, sin presencia de fugas o muy esporádicas) . | 1 |
| | - Regular (algunos problemas, materiales de construcción de buena calidad, con protección a daños, con presencia de fugas poco frecuente) . | 2 |
| | -Malo (Bastantes problemas, materiales de construcción de regular a buena calidad, caja con tapa en mal estado y poca a regular calidad de protección a daños, con presencia de fugas frecuentes). | 3 |
| | - Muy malo (Muchos problemas, materiales de construcción de baja o regular calidad, sin o con poca protección a daños, con presencia de fugas frecuentes o muy frecuentes) | 4 |

| | | |
|--|--|---|
| | - Mantenimiento muy frecuente (cada mes) | 0 |
| C.5 Frecuencia de mantenimiento | - Mantenimiento bastante frecuente (cada 2 meses) | 1 |
| | -Mantenimiento frecuente (cada 3 a 4 meses) | 2 |
| | - Mantenimiento poco frecuente (cada 5 a 12 meses) | 3 |
| | - Mantenimiento inexistente o muy poco frecuente (más de cada 12 meses). | 4 |

(Mendoza, 2008)

Anexo 4. Modelo de la boleta para la caracterización del componente D: línea de conducción.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|---|--|--------|
| D.1 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos deslizamientos, etc). | Nula | 0 |
| | Baja | 1 |
| | Moderada | 2 |
| | Alta | 3 |
| | Muy alta | 4 |
| D.2 Disponibilidad de accesorios y repuestos | - Tiene todos los accesorios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc.) necesarios y en buen estado, y repuestos en cantidad suficiente incluso para cualquier situación imprevista. | 0 |
| | - Tiene todos o casi todos los accesorios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc.) en buen estado y la cantidad de repuestos es suficiente para los requerimientos típicos. | 1 |
| | - Tiene algunos accesorios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc.), sin embargo, no todos están en buen estado; y la cantidad o stock de repuestos no es suficiente para las necesidades típicas. | 2 |
| | - Tiene muy pocos accesorios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc.) y además, pocos son los que se encuentran en buen estado; y la cantidad de repuestos es insuficiente para necesidades típicas. | 3 |
| | - No cuenta con ellos | 4 |
| D.3 Estado de la tubería | - Excelente (la tubería se instaló adecuadamente, se encuentra soterrada y las partes expuestas son tubos de HG (hierro galvanizado), no se presentan fugas). | 0 |
| | - Bueno (la tubería se encuentra soterrada y no se presentan fugas). | 1 |
| | - Regular (tubería expuesta en algunos tramos y presencia de fugas poco frecuentes). | 2 |
| | - Malo (tubería expuesta y con presencia de fugas constantes). | 3 |
| | - Muy malo (envejecimiento de la tubería, deficiencias en la instalación, tubería de materiales poco resistentes y se encuentra expuesta, presencia de fugas). | 4 |
| D.4 Mantenimiento | - Muy frecuente (cada semana), de tipo preventivo y correctivo, y con personal capacitado. | 0 |
| | - Frecuente (cada 2 semanas), de tipo preventivo y/o correctivo, con personal con capacitación mínima a buena. | 1 |
| | - Poco frecuente (cada 3 a 4 semanas), de tipo preventivo y/o correctivo y con personal con capacitación mínima a regular. | 2 |
| | - Poco frecuente (cada 5 a 12 semanas), principalmente de tipo correctivo y con personal con mínima o poca capacitación. | 3 |

| | | |
|---|--|---|
| | - Muy poco frecuente (mayor de cada 12 semanas) o no existe mantenimiento. | 4 |
| D.5 Medidas de mitigación y prevención | - En el diseño e instalación de la línea de conducción se contemplaron las medidas necesarias para reducir el riesgo a las amenazas. | 0 |
| | - Se están ejecutando actividades de mitigación y prevención. | 1 |
| | - Se han realizaron estudios para determinar a qué amenazas está expuesta la zona y se han propuesto las medidas de mitigación y prevención, pero no se han ejecutado. | 2 |
| | - Se tienen planes de hacer estudios para poder diseñar un plan de acción. | 3 |
| | - No se tiene un plan de medidas de mitigación y prevención | 4 |

(Mendoza, 2008)

Anexo 5. Modelo de la boleta para la caracterización del componente E: tanque de almacenamiento.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|---|--|--------|
| E.1 Tenencia de la tierra | - Propiedad de la organización que administra o presta el servicio de agua para consumo humano. | 0 |
| | - Propiedad del estado | 1 |
| | - Propiedad ejidal o comunal que corresponde a los usuarios | 2 |
| | - Propiedad privada sin conflictos | 3 |
| | - Propiedad privada con presencia de conflictos | 4 |
| E.2 Disponibilidad de accesorios y repuestos | - Tiene todos los accesorios y repuestos (válvulas, flotadores, etc.) necesarios en buen estado y repuestos en cantidad suficiente. | 0 |
| | - Tiene todos o casi todos los accesorios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc.) en buen estado y la cantidad de repuestos es suficiente para los requerimientos típicos. | 1 |
| | - Tiene algunos accesorios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc.), sin embargo, no todos están en buen estado; y la cantidad o stock de repuestos no es suficiente para las necesidades típicas. | 2 |
| | - Tiene muy pocos accesorios (válvulas de aire, válvulas de descarga, caja rompe-presión, etc.) y además, pocos son los que se encuentran en buen estado; y la cantidad de repuestos es insuficiente para | |

| | | |
|--|---|---|
| | necesidades típicas. | 3 |
| | - No cuenta con ellos | |
| | | 4 |
| | - Muy bueno (no presenta ningún problema, materiales de construcción sólidos y de muy buena calidad, con muy buena protección a daños). | 0 |
| E.3 Estado del tanque | - Bueno (problemas muy leves, materiales de construcción de buena calidad, con protección a daños). | 1 |
| | - Regular (algunos problemas, materiales de construcción de buena calidad, con protección a daños). | 2 |
| | - Malo (bastantes problemas, materiales de construcción de regular a buena calidad, poca a regular calidad de protección a daños). | 3 |
| | - Muy malo (muchos problemas, materiales de construcción de baja a regular calidad, sin o con poca protección a daños). | 4 |
| E.4 Capacidad de almacenamiento (horas para vaciarse) | Más de 24 horas | 0 |
| | 24 horas | 1 |
| | 20 a 24 horas | 2 |
| | 15 a 20 horas | 3 |
| | Menos de 15 horas | 4 |
| | - Muy frecuente (cada mes), de tipo preventivo y/o correctivo, y con personal capacitado. | 0 |
| E.5 Mantenimiento | - Frecuente (cada 2 meses), de tipo preventivo y/o correctivo, con personal con capacitación mínima a buena. | 1 |
| | - Poco frecuente (cada 3 a 4 meses), de tipo preventivo y correctivo y con personal con capacitación mínima a regular. | 2 |
| | - Poco frecuente (cada 5 a 12 meses), principalmente de tipo correctivo y con personal con mínima o poca capacitación. | 3 |
| | - Muy poco frecuente (mayor de cada 12 meses) o no existe mantenimiento | 4 |
| E.6 Vulnerabilidad a amenazas naturales | Nula | 0 |
| | Baja | 1 |
| | Moderada | 2 |
| | Alta | 3 |
| | Muy alta | 4 |

| | | |
|--|--|---|
| E.7 Medidas de mitigación y prevención que se aplican | - En el diseño e instalación se contemplaron las medidas necesarias para reducir el riesgo a las amenazas. | 0 |
| | - Se están ejecutando actividades de mitigación y prevención. | 1 |
| | - Se han realizaron estudios para determinar a qué amenazas está expuesta la zona y se han propuesto las medidas de mitigación y prevención. | 2 |
| | - Se tienen planes de hacer estudios para poder diseñar un plan de acción. | 3 |
| | - No se tiene un plan de medidas de mitigación y prevención | 4 |

(Mendoza, 2008)

Anexo 6. Modelo de la boleta para la caracterización del componente F: red de distribución.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|-------------------------------------|---|--------|
| F.1 Cobertura del servicio | 95 a 100% | 0 |
| | 90 a 95% | 1 |
| | 80 a 90% | 2 |
| | 70 a 80% | 3 |
| | Menor del 70% | 4 |
| F.2 Continuidad del servicio | - Sin interrupciones o muy esporádicas (cada 60 días o más y generalmente menores de 5 horas cada vez). | 0 |
| | - Interrupciones poco frecuentes (entre cada 30 y 60 días y generalmente menores de 5 horas cada vez). | 1 |
| | - Interrupciones frecuentes (entre cada 10 y 30 días y cerca de la mitad de las veces mayor de 5 horas). | 2 |
| | - Interrupciones bastantes frecuentes (entre cada 3 a 10 días y generalmente de más de 5 horas cada vez). | 3 |
| | - Interrupciones muy frecuentes (cada tres días o menos y de más de 5 horas cada vez) | 4 |

| | | |
|--|--|---|
| | - Excelente (la tubería se instaló adecuadamente, se encuentra soterrada y las partes expuestas son tubos de HG (hierro galvanizado), no se presentan fugas; las cajas de válvulas se encuentran en buen estado y funcionan muy bien). | 0 |
| F.3 Estado de la tubería y de la caja de válvulas | - Bueno (la tubería se encuentra soterrada y no se presentan fugas, las cajas válvulas se encuentran en buen estado y funcionan bien). | 1 |
| | - Regular (tubería expuesta en algunos tramos y presencia de fugas poco frecuentes, las cajas de válvulas se encuentran en estado regular o bueno y funcionan entre bien y muy bien). | 2 |
| | - Malo (tubería expuesta y con presencia de fugas constantes, las cajas de válvulas se encuentran descubiertas y funcionan entre regular y bien). | 3 |
| | - Muy malo (envejecimiento de la tubería, deficiencias en la instalación, tubería de materiales poco resistentes y se encuentra expuesta, presencia de fugas; las cajas de válvulas funcionan entre mal y regular). | 4 |
| | Excelente (la conexión se instaló adecuadamente, se cuenta con llave y no se presentan fugas, materiales de buena calidad, conexiones protegidas) . | 0 |
| F.4 Estado de las conexiones domiciliarias | Bueno (se cuenta con llaves, las fugas son esporádicas, materiales de buena calidad, conexiones bastante protegidas). | 1 |
| | Regular (se cuenta con llave pero se presentan fugas frecuentes, materiales de regular a buena calidad, conexiones medianamente protegidas). | 2 |
| | Malo (no se cuenta con llaves, hay bastantes fugas y muy frecuentes o casi constantes, materiales de baja a regular calidad, conexiones poco protegidas). | 3 |
| | Muy malo (la conexión se instaló con fallas, no hay llaves, muchas fugas y casi permanentes, materiales de baja calidad, conexiones desprotegidas) | 4 |
| | - Muy frecuente (cada semana), de tipo preventivo y correctivo, y con personal capacitado. | 0 |
| F.5 Mantenimiento | - Frecuente (cada 2 semanas), de tipo preventivo y/o correctivo, con personal con capacitación mínima a buena. | 1 |
| | - Poco frecuente (cada 3 a 4 semanas), de tipo preventivo y correctivo y con personal con capacitación mínima a regular. | 2 |
| | - Poco frecuente (cada 5 a 12 semanas), principalmente de tipo correctivo y con personal con mínima o poca capacitación. | 3 |
| | - Muy poco frecuente (mayor de cada 12 semanas) o no existe mantenimiento | 4 |

| | | |
|---|----------|---|
| F.6 Vulnerabilidad a amenazas naturales (avalanchas, huracanes, inundaciones, sismos deslizamientos, etc). | Nula | 0 |
| | Baja | 1 |
| | Moderada | 2 |
| | Alta | 3 |
| | Muy alta | 4 |

(Mendoza, 2008)

Anexo 7. Modelo de la boleta para la caracterización del componente G: tratamiento del agua

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|--|--|--------|
| G.1 Tratamiento que necesita y se aplica al agua | No necesita tratamiento | 0 |
| | El agua requiere solamente de cloración y existe clorador en buen estado y se aplica el tratamiento | 1 |
| | El agua requiere cloración, pero no siempre existe clorador o no está en muy buen estado o a veces no se aplica el tratamiento | 2 |
| | El agua requiere de tratamiento de cloración, pero no existe clorador o está en mal estado, por lo que casi no se aplica el tratamiento | 3 |
| | El agua requiere de cloración pero no existe clorador (no se aplica el tratamiento), además el agua requiere de filtración o de otros tratamientos | 4 |
| G.2 Frecuencia del tratamiento | Cada vez que se requiere, o al menos en el 95%, según las recomendaciones | 0 |
| | Entre el 90 y 95% de las veces que se requiere | 1 |
| | Entre el 80 y 90% de las veces que se requiere | 2 |
| | Entre el 70 y 80% de las veces que se requiere | 3 |
| | Menos del 70% de las veces que se requiere | 4 |
| G.3 Porcentaje de la población que consume agua tratada | 95 a 100% | 0 |
| | 90 a 95% | 1 |
| | 80 a 90% | 2 |
| | 70 a 80% | 3 |
| | Menor del 70% | 4 |

Mendoza (2008)

Anexo 8. Modelo de la boleta para la caracterización del componente H: manejo del agua en el hogar.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|--|---|--------|
| H.1 Calidad, estado y mantenimiento de red domiciliaria de distribución del agua | Excelente: materiales adecuados y de buena calidad, no se presentan fugas, red en buen estado, y se le da mantenimiento preventivo frecuente (cada mes). | 0 |
| | Bueno: materiales adecuados y de buena calidad, fugas esporádicas, red en buen estado, mantenimiento preventivo esporádico o solamente correctivo. | 1 |
| | Regular: materiales mayoritariamente adecuados, de calidad aceptable (media), red en regular estado, fugas poco frecuentes (menos de una por mes), solo mantenimiento correctivo. | 2 |
| | Malo: materiales de regular a mala calidad, no son los más adecuados o recomendados, red en mal estado, hay fugas frecuentes (más de una por mes), mantenimiento correctivo esporádico. | 3 |
| | Muy malo: materiales de baja calidad, no son los recomendados, red en mal estado, fugas muy frecuentes (más de 4 por mes), no hay mantenimiento, solo reparación en casos graves. | 4 |
| H.2 Porcentaje de viviendas en las que se requiere almacenar agua | 90 a 100% | 0 |
| | 80 a 90% | 1 |
| | 70 a 80% | 2 |
| | 60 a 70% | 3 |
| | Menor del 60% | 4 |
| H.3 Calidad de las medidas que se practican para el almacenamiento del agua en el hogar | Excelente: recipientes de almacenamiento adecuados para ese fin, seguros, sin fugas de agua, desinfectados, bien tapados, sin riesgo de contaminación. | 0 |
| | Bueno: recipientes de almacenamiento seguros, adecuados para ese fin, sin fugas de agua, mecanismos de cierre (tapa) aceptable, riesgo bajo de contaminación | 1 |
| | Regular: Recipientes de almacenamiento adecuados para ese fin, seguro, sin fugas, pero sin desinfección, parcialmente tapados y parcialmente expuestos a la contaminación. | 2 |
| | Malo: recipientes de almacenamiento bastante seguros, pero sin desinfectar, a veces tiene pequeñas fugas, abiertos y expuestos a la contaminación | 3 |
| | Muy malo: recipientes de almacenamiento inseguros, sin desinfectar, abiertos, expuestos a la contaminación. | 4 |
| H.4 Personas capacitadas sobre el uso y manejo del agua en el Hogar | El 100% (toda la familia) capacitada | 0 |
| | Entre el 90 y 100 de los usuarios del líquido que habitan en la vivienda | 1 |
| | Entre el 80 y 90% de los usuarios del líquido que habitan en la vivienda | 2 |
| | Entre el 70 y 80 de los usuarios del líquido que habitan en la vivienda | 3 |
| | Menos del 70% de los usuarios del líquido que habitan en la vivienda | 4 |

| | | |
|---------------------------------------|--|---|
| H.5 Motivos de ahorro del agua | Se ahorra porque se tienen conocimientos de los problemas de escasez que se avecinan | 0 |
| | Se ahorra por medidas oficiales de ahorro | 1 |
| | Se ahorra por razones económicas | 2 |
| | Se ahorra porque el servicio de suministro es racionado | 3 |
| | No se ahorra el agua | 4 |

| | | |
|---|---------------|---|
| H.6 Porcentaje de familias que cuentan con pila u otro dispositivo (tanque de almacenamiento familiar) | 90 a 100% | 0 |
| | 80 a 90% | 1 |
| | 70 a 80% | 2 |
| | 60 a 70% | 3 |
| | Menor del 60% | 4 |

Mendoza (2008)

Anexo 9. Modelo de la boleta para la caracterización del componente I: manejo de agua post-uso.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|---|---|--------|
| I.1 Cobertura del servicio de alcantarillado (% de la población con el servicio) | 90 a 100% | 0 |
| | 80 a 90% | 1 |
| | 70 a 80% | 2 |
| | 60 a 70% | 3 |
| | Menor del 60% | 4 |
| I.2 Tratamiento de aguas negras (% de aguas que son tratadas) | 90 a 100% | 0 |
| | 80 a 90% | 1 |
| | 70 a 80% | 2 |
| | 60 a 70% | 3 |
| | Menor del 60% | 4 |
| I.3 Nivel de tratamiento de las aguas residuales | Tratamiento avanzado (eliminación de contaminantes recalcitrantes) | 0 |
| | Tratamiento terciario (se eliminan sales inorgánicas disueltas, entre las que destacan el nitrógeno y el fósforo) | 1 |
| | Tratamiento secundario (reducción de la materia orgánica no biodegradable, principalmente, a través de procesos biológicos) | 2 |
| | Pretratamiento o tratamiento primario (eliminación de elementos sólidos suspendidos) | 3 |
| | No se da tratamiento | 4 |
| I.4 Sitio de descarga de las aguas negras | Planta de tratamiento | 0 |
| | Lagunas de estabilización | 1 |
| | Fosas sépticas | 2 |
| | Suelo con o sin cobertura vegetal | 3 |
| | Cuerpo de agua (río, quebrada, lago, laguna) | 4 |
| I.5 Capacitación a la población para el manejo del agua | Se capacita a toda la población | 0 |
| | Se brinda capacitación a las personas responsables de tratar las aguas residuales y a un integrante de cada familia | 1 |
| | Se brinda capacitación a las personas responsables de tratar las aguas residuales | 2 |

| | | |
|------------------|--------------------------------------|---|
| Residuals | Se brinda capacitación a autoridades | 3 |
| | No se da capacitación | 4 |

Mendoza (2008)

Anexo 10. Modelo de la boleta para la caracterización del componente J: gestión administrativa.

| INDICADOR | CARACTERIZACIÓN | INDICE |
|--|---|--------|
| J.1 Organización que administra el recurso hídrico para consumo Humano | Nivel local | 0 |
| | Nivel municipal | 1 |
| | Nivel estatal | 2 |
| | Nivel regional | 3 |
| | Nivel nacional | 4 |
| J.2 Nivel de avance de la organización para la constitución con personería jurídica | Ya se encuentra constituida con personería jurídica | 0 |
| | Se ha iniciado el proceso | 1 |
| | Se tiene interés en constituirse con personería jurídica, pero no se ha iniciado el proceso | 2 |
| | No se tiene interés en constituirse con personería jurídica | 3 |
| | Las organizaciones no tienen un respaldo legal para obtener la personería jurídica | 4 |
| J.3 Reglamento interno de la organización | Tiene reglamento y se aplica | 0 |
| | Tiene reglamento pero no se aplica | 1 |
| | Esta en elaboración | 2 |

| | | |
|--|--|---|
| | El reglamento es obsoleto y no es adecuado con la realidad | 3 |
| | No tiene | 4 |
| J.4 Equidad de género en la integración, participación y toma de decisiones en la organización local gestora del agua | Igualdad de oportunidades y de participación real de hombres y mujeres y está reglamentado, más del 50% de los integrantes de directiva de la organización son mujeres | 0 |
| | Existe bastante oportunidades de participación e integración de las mujeres en la directiva de la organización, al menos 50% de los integrantes son mujeres | 1 |
| | Existe regular oportunidad e interés de las mujeres en integrarse a la directiva de la organización, al menos 40% de los integrantes son mujeres | 2 |
| | No hay igualdad de oportunidades, menos del 10% de directiva de organización son mujeres | 3 |
| | No hay igualdad de oportunidades, solo los hombres integran la directiva de la organización | 4 |
| J.5 Funciones de la organización de agua | Administración, operación, mantenimiento, participación en la toma de decisiones, gestión, entre otras. | 0 |
| | Administración, operación, mantenimiento y participación en la toma de decisiones | 1 |
| | Administración, operación y mantenimiento | 2 |
| | Operación y mantenimiento | 3 |
| | Administración | 4 |

Continuación.....

| INDICADOR | CARATERIZACIÓN | INDICE |
|--|--|--------|
| J.6 Capacitación de las organizaciones | Se brinda capacitación sobre: organización, operación y mantenimiento, aspectos legales, desinfección del agua, micorcuencas, procesos | 0 |
| | Se brinda capacitación sobre tres temática | 1 |
| | Se brinda capacitación sobre dos temáticas | 2 |
| | Se brinda capacitación sólo sobre una temática | 3 |
| | No se capacita | 4 |
| J.7 Frecuencia de reuniones de la organización y grado de participación | Cada 2 semanas o menos y participación de más del 90% de los integrantes | 0 |
| | Cada 2 a 4 semanas y participación de más del 75% de los integrantes | 1 |
| | Cada 4 a 8 semanas y participación de más del 75% de los integrantes | 2 |
| | Cada 8 a 12 semanas y/o participación generalmente de menos de 75% de de los integrantes | 3 |
| | Más de cada 12 semanas (muy poca frecuencia) y/o generalmente participación de menos del 75% de los integrantes | 4 |
| J.8 Cobertura de micromedición (medidores de agua) | 90 a 100% | 0 |
| | 80 a 90% | 1 |
| | 70 a 80% | 2 |
| | 60 a 70% | 3 |
| | Menor del 60% | 4 |
| J.9 Tarifas de cobro | La tarifa de cobro permite un sistema autosustentable | 0 |
| | La tarifa de cobro cubre los gastos de operación y mantenimiento y además, cubre los gastos para la protección de la zona de recarga | 1 |
| | La tarifa de cobro cubre los gastos de operación y mantenimiento | 2 |
| | La tarifa de cobro es simbólica y no cubre los gastos de operación y mantenimiento | 3 |
| | La tarifa de cobro es nula | 4 |
| J.10 Porcentaje de | 0 a 5% | 0 |

| | | |
|---|---|---|
| morosidad en el pago | 5 a 10% | 1 |
| | 10 a 15% | 2 |
| | 15 a 20% | 3 |
| | Más del 20% | 4 |
| J.11 Porcentaje de conexiones ilegales | 0% | 0 |
| | 1 al 5% | 1 |
| | 5 al 10% | 2 |
| | 10 al 15% | 3 |
| | Mayor del 15% | 4 |
| J.12 Fontanero capacitado y a tiempo Completo | Se tiene un fontanero de forma periódica y pagado | 0 |
| | Se tiene fontanero de acuerdo a las necesidades y pagado | 1 |
| | Se tiene fontanero de forma esporádica y con salario | 2 |
| | Se tiene fontanero pero sin salario | 3 |
| | No se tiene fontanero | 4 |
| J.13 Disponibilidad de herramientas, equipo y Materiales | Se cuenta con herramientas, equipo y materiales | 0 |
| | Se cuenta con todas las herramientas y equipo, pero se carece de materiales | 1 |
| | Se cuenta sólo con algunas herramientas y equipo | 2 |
| | Se cuenta con ellos, pero en mal estado | 3 |
| | No se cuenta con ello | 4 |
| J.14 Manejo y gestión de fondos económicos | Se tiene cuenta en el banco funcionando por más de un año | 0 |
| | Se tiene cuenta en el banco funcionando por menos de un año | 1 |
| | Se tiene una caja de ahorros | 2 |
| | Se tiene un fondo que maneja el tesorero de la organización | 3 |
| | No se tienen fondos económicos | 4 |

Mendoza (2008)

Anexo 11. Prueba No. 1 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE AGUA 1
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO 8.00 A.M.
SITIO Chorro DOMICILIAR MUNICIPALIDAD. A. MITA
FUENTE NACIMIENTO LA VEGONA.
PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA LEONEL SALAS JUAREZ
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3/03/2014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. Coli.
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

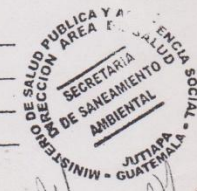
| Nº. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORME MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|-------------------------------|-------------------|--------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100CC</u> | <u>0cd</u> | <u>24 horas</u> | |

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir cbrando Agua

FECHAS: 3/03 DE 2014

(F) [Signature]
Laboratorista



[Signature]
26/02/2014

Anexo 12. Prueba No. 2 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE Agua 2
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO 9:00 A.M.
SITIO Tanque de captación sistema de asentamiento, Las Ciempas A. Mita.
FUENTE Nacimiento La Vegona
PERSONA QUE CAPTO LA MUESTRA Leonel Sala Juárez
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 31/03/2014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| Nº. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORME X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
|----------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|

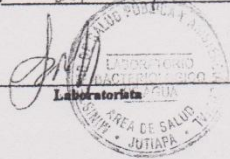
| | | | | |
|-----------|------------|--------------|--------------|-----------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0 col</u> | <u>24 horas</u> |
|-----------|------------|--------------|--------------|-----------------|

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir Clorando el Agua

FECHAS: 3 de Marzo DE 2014

(F) _____



Anexo 13. Prueba No. 3 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE AGUA 3
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO 9.15 A.M.
SITIO Tanque de Captación, sistema barrios Centrales, A. Mita
FUENTE Nacimiento La Vegona
PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Salas Juárez
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 31/3/2014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:


COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. Coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORME X 100/ ML. | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0col</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua Apta para Consumo Humano

OBSERVACIONES Seguir Clorando el Agua
FECHAS: 3 de Marzo DE 2,014

(F) _____
Laboratorio



Anexo 14. Prueba No. 4 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE AGUA 4

FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14

HORA EN QUE SE CAPTO 9:30 A.M.

SITIO Tanque de captación sistema barrio dos de abril y democracia A.1

FUENTE Nacimiento El Zapotillo

PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Salas Juárez

FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3/03/2014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna

INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. Coli

INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0cd</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua

FECHAS: 3 de Marzo DE 2014

(F) [Signature]
Laboratorista



Anexo 15. Prueba No. 5 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE AGUA 5
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO 10:00 AM.
SITIO Chorro domoediar, Lorena Centes, Bo. la Democracia.
FUENTE Nacimiento El Zapotillo A. Mita.
PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Salas Juárez.
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3103/2,014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. coli.
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0col</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua apta para el Consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua

FECHAS: 3 de Marzo DE 2,014

(F) [Signature]
Laboratorio



}

Anexo 16. Prueba No. 6 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE Agua l
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO 10:10 A.M.
SITIO Charro Domiciliar, Oscar González, Br. dos de abril. A.Mi
FUENTE Nacimiento El Zapotillo
PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Salas Juárez
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 310312, 074

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. Coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol DE MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|----------------|----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0col</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua

FECHAS: 3 de Marzo DE 2,014

(F)

Laboratorista



Anexo 17. Prueba No. 7 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE Agua 7

FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14

HORA EN QUE SE CAPTO 10:16 A.M.

SITIO Chorro Domiciliar, Leonel García, Bo. Maya, Asunción Mita.

FUENTE Nacimiento El amatillo y pozo mecánico -Tultepeque, A.M.

PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Salas Juárez.

FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3/03/2014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna

INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E-Coli

INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORME X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100 cc</u> | <u>0 col</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua Apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua

FECHAS: 3 de Marzo DE 2014

(F) _____
Laboratorista



Anexo 18. Prueba No. 8 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE AGUA
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO 10:30 AM.
SITIO Chorro domiciliar, Yaneth Lopez, Bo. Maya, A. Mito.
FUENTE Nacimiento El Amatillo y pozo mecánico Tultepeque, A. Mito.
PERSONA QUE CAPTO LA MUESTRA Leonel Salas Juárez.
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3/03/2,014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:


COLOR Clara
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E-coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0col</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua
FECHAS: 3 de Marzo DE 2,014

(F) _____
Laboratorista



Anexo 19. Prueba No. 9 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE AGUA 9
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/01/14
HORA EN QUE SE CAPTO 10:40 A.M.
SITIO Tanque de distribución, Bo. Maya, Asunción Mita.
FUENTE Nacimiento El amafilo, Asunción Mita.
PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Sakis Juárez
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3/03/2014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

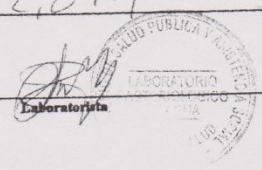
COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORME X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|---------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0 col</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua apta para Consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua.
FECHAS: 3 de Marzo DE 2,014

(F) _____
Laboratorista



Anexo 20. Prueba No. 10 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE AGUA 10

FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14

HORA EN QUE SE CAPTO 10:50 AM

SITIO Charro domiciliario, David Trabaniño, Bo. Tuttepeque A. Mito.

FUENTE pozo mecánico

PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Salas Jnárez

FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN Claro

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna

INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. coli



INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>Ocol</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua

FECHAS: 3 de marzo DE 2014

(F) 
Laboratorio 

Anexo 21. Prueba No. 11 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE Agua M
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO 11:55 A.M.
SITIO Jaque de distribución Bo. Tultepeque, A. Mita.
FUENTE POZO Mecánico, Bo. Tultepeque, A. Mita.
PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Salas Juárez.
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3/03/2014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. Coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0col</u> | <u>24 horas</u> |

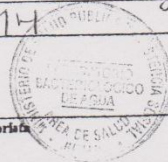
CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano.

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua.

FECHAS: 3 de Marzo DE 2014

(F)

Laboratorista



Anexo 22. Prueba No. 12 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE AGUA 12
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO 11:15 A.M.
SITIO Chorro domiciliar, Juan Escobar, Col. Sadviama, A. Mita
FUENTE Nacimiento La Vegana, A. Mita
PERSONA QUE CAPTO LA MUESTRA Leonel Salas Juárez
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN Claro

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. Coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45 S

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol DE MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|----------------|----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0col</u> | <u>24horas</u> |

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua

FECHAS: 3 de marzo DE 2014

(F) [Signature]
Laboratorista



Anexo 23. Prueba No. 13 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE Agua 13

FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14

HORA EN QUE SE CAPTO 11:20 AM.

SITIO Chorro domiciliar, Alba Lemus, Col. Adesini, A. Mita.

FUENTE Nacimiento La Vegona, A. Mita

PERSONA QUE CAPTÓ LA MUESTRA Leonel Balas Juarez

FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3/03/2014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro

SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna

INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. coli

INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol DE MUESTRA | COLIFORME X 100/ ML | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|----------------|---------------------|----------------------|
|----------------------------|-------------------|----------------|---------------------|----------------------|

| | | | | |
|-----------|------------|--------------|------------|-----------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0cd</u> | <u>24 horas</u> |
|-----------|------------|--------------|------------|-----------------|

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano

OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua

FECHAS: 3 de Marzo DE 2014

(F)

Laboratorista



Anexo 24. Prueba No. 14 Examen bacteriológico

Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
Dirección General de Servicios de Salud
DIRECCION DE AREA
Barrio Latino, Jutiapa
Telefax. 844-13-15

INFORME DEL EXAMEN BACTERIOLÓGICO
(Por medio de Membranas de Filtración)

EXAMEN BACTERIOLÓGICO:

MUESTRA DE Agua 14
FECHA QUE FUE CAPTADA 26/2/14
HORA EN QUE SE CAPTO M:30 A.M.
SITIO Chorro domiciliario, Centro de Salud, Bo. Guite Lindo, A. Mita
FUENTE Nacimiento La Vegana, A. Mita.
PERSONA QUE CAPTO LA MUESTRA Leonel Salas Juárez.
FECHA EN QUE DIO PRINCIPIO EL EXAMEN 3/03/2,014

CARACTERÍSTICAS GENERALES:

COLOR Claro
SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN Ninguna
INVESTIGACIÓN DEL GRUPO COLIFORME E. Coli
INCUBACIÓN A 35 GRADOS CENTIGRAFOS 45.5

| No. DE MEMBRANA FILTRANTES | MEDIOS SELECTIVOS | Vol. DE MUESTRA | COLIFORMES X 100/ ML. | TIEMPO DE INCUBACION |
|----------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| <u>01</u> | <u>MFC</u> | <u>100cc</u> | <u>0col</u> | <u>24 horas</u> |

CONCLUSIONES Agua apta para consumo humano.


OBSERVACIONES Seguir clorando el Agua.
FECHAS: 3 de Marzo DE 2,014

(F)

Laboratorista




Anexo 25. Prueba No. 1 Examen físico-químico



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS: APC14-0256
Nombre del Producto: AGUA
Tipo de Muestra: AGUA
Condición de la Muestra: APROPIADA
Remitente: ING. RUBEN PEREZ
Procedencia: MUESTRA No. 8. CHORRO DOMICILIAR CENTRO DE SALUD, BO CENTRAL. ASUNCION MITA, JUTIAPA. DEPARTAMENTO DE REGULACION DE PROGRAMAS DE LA SALUD Y AMBIENTE

Página 8 de 9

Marca: -----
Tipo de Recipiente: PLASTICO
Lote: -----
Fecha de Vencimiento: -----
Fecha de Ingreso: 26/03/2014
Fecha de Egreso: 23/04/2014

Resultado de Análisis

| ANALISIS | RESULTADO | SEGUN NORMA | |
|--|----------------|---------------|---------------|
| | | L.M.A.* | L.M.P.* |
| Olor ⁽¹⁾ : | NO RECHAZABLE | NO RECHAZABLE | NO RECHAZABLE |
| pH ⁽¹⁾ : | 7,38 | 7,0 - 7,5 | 6,5 - 8,5 |
| Conductividad Eléctrica ⁽¹⁾ : | 537,0 µS/cm | 750 µS/cm | 1500 µS/cm |
| Turbiedad ⁽¹⁾ : | 2,4 UNT | 5,0 UNT** | 15,0 UNT** |
| Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ : | < 0,033 mg/L | ----- | 3,0 mg/L |
| Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ : | < 0,03 mg/L | 0,3 mg/L | ----- |
| Nitrato (NO ₃) ⁽⁴⁾ : | 7,71 mg/L | ----- | 50,0 mg/L |
| Color ⁽¹⁾ : | 1,4 u | 5,0 u*** | 35,0 u*** |
| Calcio (Ca) ⁽¹⁾ : | 63,86 mg/L | 75,0 mg/L | 150,0 mg/L |
| Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ : | 12,00 mg/L | 50,0 mg/L | 100,0 mg/L |
| Dureza Total (CaCO ₃) ⁽¹⁾ : | 208,87 mg/L | 100,0 mg/L | 500,0 mg/L |
| Zinc ^(1,4) : | < 0,35 mg/L | 3,0 mg/L | 70,0 mg/L |
| Cobre ^(1,4) : | < 0,35 mg/L | 0,050 mg/L | 1,500 mg/L |
| Arsénico ^(1,4,5) : | < 0,005 mg/L | ----- | 0,01 mg/L |
| Cadmio ^(1,4,5) : | < 0,00075 mg/L | ----- | 0,003 mg/L |
| Plomo ^(1,4,5) : | < 0,005 mg/L | ----- | 0,01 mg/L |





Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.
 (2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002
 (3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001
 (4) Mars Xpress / CEM, Water-Microwave Sample Preparation.
 (5) Perkin Elmer Instruments. Analytical Techniques for Graphite Furnace AAS.

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

RESULTADO DE ANALISIS
 Inga. Monica Méndez de Maldonado
 LNS-DGRVCS MSPAS
 Supervisora
 Guatemala, C. A.

OBSERVACIONES:
 La muestra fue analizada a temperatura de 23,3°C
 Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón
 * LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
 ** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD
 *** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO
 DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001
 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE). ESPECIFICACIONES".

| | |
|---------------------|--------------------|
| Analista/Supervisor | Código Laboratorio |
| SHS_CCh/MdeM | CT53-CAS/170 |


GS

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.


KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Anexo 26. Prueba No. 2 Examen físico-químico



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS: APC14-0255

Nombre del Producto: AGUA

Tipo de Muestra: AGUA

Condición de la Muestra: APROPIADA

Remitente: ING. RUBEN PEREZ

Procedencia: MUESTRA No. 7. CHORRO DOMICILIAR FREDY GUERRERO, BO DEMOCRACIA. ASUNCION MITA, JUTIAPA. DEPARTAMENTO DE REGULACION DE PROGRAMAS DE LA SALUD Y AMBIENTE

Página 7 de 9

Marca: -----

Tipo de Recipiente: PLASTICO

Lote: -----

Fecha de Vencimiento: -----

Fecha de Ingreso: 26/03/2014

Fecha de Egreso: 23/04/2014

Resultado de Análisis

| ANALISIS | RESULTADO | SEGUN NORMA | |
|--|----------------|---------------|---------------|
| | | L.M.A.* | L.M.P.* |
| Olor ⁽¹⁾ : | NO RECHAZABLE | NO RECHAZABLE | NO RECHAZABLE |
| pH ⁽¹⁾ : | 7,47 | 7,0 - 7,5 | 6,5 - 8,5 |
| Conductividad Eléctrica ⁽¹⁾ : | 195,4 µS/cm | 750 µS/cm | 1500 µS/cm |
| Turbiedad ⁽¹⁾ : | 2,8 UNT | 5,0 UNT** | 15,0 UNT** |
| Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ : | 0,036 mg/L | ----- | 3,0 mg/L |
| Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ : | < 0,03 mg/L | 0,3 mg/L | ----- |
| Nitrato (NO ₃) ⁽⁴⁾ : | 5,85 mg/L | ----- | 50,0 mg/L |
| Color ⁽¹⁾ : | 1,8 u | 5,0 u*** | 35,0 u*** |
| Calcio (Ca) ⁽¹⁾ : | 17,30 mg/L | 75,0 mg/L | 150,0 mg/L |
| Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ : | 8,58 mg/L | 50,0 mg/L | 100,0 mg/L |
| Dureza Total (CaCO ₃) ⁽¹⁾ : | 78,52 mg/L | 100,0 mg/L | 500,0 mg/L |
| Zinc ^(1,4) : | < 0,35 mg/L | 3,0 mg/L | 70,0 mg/L |
| Cobre ^(1,4) : | < 0,35 mg/L | 0,050 mg/L | 1,500 mg/L |
| Arsénico ^(1,4,5) : | < 0,005 mg/L | ----- | 0,01 mg/L |
| Cadmio ^(1,4,5) : | < 0,00075 mg/L | ----- | 0,003 mg/L |
| Plomo ^(1,4,5) : | < 0,005 mg/L | ----- | 0,01 mg/L |

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

(2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

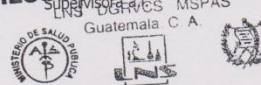
(3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

(4) Mars Xpress / CEM, Water-Microwave Sample Preparation.

(5) Perkin Elmer Instruments. Analytical Techniques for Graphite Furnace AAS.

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

Inga. Mónica Méndez de Montalvo
Supervisora de CS MSPAS
LNS - DGRVCS MSPAS
Guatemala C. A.



OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 23,3°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001

"AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE). ESPECIFICACIONES".

| | |
|---------------------|--------------------|
| Analista/Supervisor | Código Laboratorio |
| SHS,CCh/MdeM | CT53-CAS/169 |


GS

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.


KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Anexo 27. Prueba No. 3 Examen físico-químico



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS: APC14-0254

Nombre del Producto: AGUA

Tipo de Muestra: AGUA

Condición de la Muestra: APROPIADA

Remitente: ING. RUBEN PEREZ

Procedencia: MUESTRA No. 6. TANQUE DE DISTRIBUCION BO MAYA ASUNCION MITA, JUTIAPA. DEPARTAMENTO DE REGULACION DE PROGRAMAS DE LA SALUD Y AMBIENTE

Página 6 de 9

Marca: -----

Tipo de Recipiente: PLASTICO

Lote: -----

Fecha de Vencimiento: -----

Fecha de Ingreso: 26/03/2014

Fecha de Egreso: 23/04/2014

Resultado de Análisis

| ANALISIS | RESULTADO | SEGÚN NORMA | |
|--|----------------|---------------|---------------|
| | | L.M.A.* | L.M.P.* |
| Olor ⁽¹⁾ : | NO RECHAZABLE | NO RECHAZABLE | NO RECHAZABLE |
| pH ⁽¹⁾ : | 7,34 | 7,0 - 7,5 | 6,5 - 8,5 |
| Conductividad Eléctrica ⁽¹⁾ : | 243,0 µS/cm | 750 µS/cm | 1500 µS/cm |
| Turbiedad ⁽¹⁾ : | 3,4 UNT | 5,0 UNT** | 15,0 UNT** |
| Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ : | < 0,033 mg/L | 0,3 mg/L | ----- |
| Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ : | < 0,03 mg/L | ----- | 50,0 mg/L |
| Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ : | 10,86 mg/L | ----- | 35,0 u*** |
| Color ⁽¹⁾ : | 2,2 u | 5,0 u*** | 150,0 mg/L |
| Calcio (Ca) ⁽¹⁾ : | 33,38 mg/L | 75,0 mg/L | 100,0 mg/L |
| Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ : | 7,68 mg/L | 50,0 mg/L | 500,0 mg/L |
| Dureza Total (CaCO ₃) ⁽¹⁾ : | 114,96 mg/L | 100,0 mg/L | 70,0 mg/L |
| Zinc ^(1,4) : | < 0,35 mg/L | 3,0 mg/L | 1,500 mg/L |
| Cobre ^(1,4) : | < 0,35 mg/L | 0,050 mg/L | ----- |
| Arsénico ^(1,4,5) : | 0,0063 mg/L | ----- | 0,01 mg/L |
| Cadmio ^(1,4,5) : | < 0,00075 mg/L | ----- | 0,003 mg/L |
| Plomo ^(1,4,5) : | < 0,005 mg/L | ----- | 0,01 mg/L |

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

(2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

(3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

(4) Mars Xpress / CEM, Water-Microwave Sample Preparation.

(5) Perkin Elmer Instruments. Analytical Techniques for Graphite Furnace AAS.

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 23,3°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE). ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor

SHS_CCh/MdeM

Código Laboratorio

CT53-CAS/168


GS

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.


KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
 PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
 E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Anexo 28. Prueba No. 4 Examen físico-químico



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS"
DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

**Informe de Análisis Muestra(s) Control
de la Unidad de Alimentos**

UGCF095
Rev. 0 (1 de 1)

No. del LNS: APC14-0253

Nombre del Producto: AGUA

Tipo de Muestra: AGUA

Condición de la Muestra: APROPIADA

Remitente: ING. RUBEN PEREZ

Procedencia: MUESTRA No. 5. CHORRO DOMICILIAR ISAAC RODRIGUEZ BO, LOS ASENTAMIENTOS. ASUNCION MITA, JUTIAPA DEPARTAMENTO DE REGULACION DE PROGRAMAS DE LA SALUD Y AMBIENTE

Marca: -----

Tipo de Recipiente: PLASTICO

Lote: -----

Fecha de Vencimiento: -----

Fecha de Ingreso: 26/03/2014

Fecha de Egreso: 23/04/2014

Página 5 de 9

Resultado de Análisis

| ANALISIS | RESULTADO | SEGÚN NORMA | |
|--|----------------|---------------|---------------|
| | | L.M.A.* | L.M.P.* |
| Olor ⁽¹⁾ : | NO RECHAZABLE | NO RECHAZABLE | NO RECHAZABLE |
| pH ⁽¹⁾ : | 7,47 | 7,0 - 7,5 | 6,5 - 8,5 |
| Conductividad Eléctrica ⁽¹⁾ : | 201,0 µS/cm | 750 µS/cm | 1500 µS/cm |
| Turbiedad ⁽¹⁾ : | 3,3 UNT | 5,0 UNT** | 15,0 UNT** |
| Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ : | 0,036 mg/L | ----- | 3,0 mg/L |
| Hierro Total (Fe) ⁽³⁾ : | < 0,03 mg/L | 0,3 mg/L | ----- |
| Nitrato (NO ₃) ⁽¹⁾ : | 5,45 mg/L | ----- | 50,0 mg/L |
| Color ⁽¹⁾ : | 1,3 u | 5,0 u*** | 35,0 u*** |
| Calcio (Ca) ⁽¹⁾ : | 21,21 mg/L | 75,0 mg/L | 150,0 mg/L |
| Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ : | 8,49 mg/L | 50,0 mg/L | 100,0 mg/L |
| Dureza Total (CaCO ₃) ⁽¹⁾ : | 87,91 mg/L | 100,0 mg/L | 500,0 mg/L |
| Zinc ^(4,4) : | < 0,35 mg/L | 3,0 mg/L | 70,0 mg/L |
| Cobre ^(4,4) : | < 0,35 mg/L | 0,050 mg/L | 1,500 mg/L |
| Arsénico ^(1,4,5) : | < 0,005 mg/L | ----- | 0,01 mg/L |
| Cadmio ^(1,4,5) : | < 0,00075 mg/L | ----- | 0,003 mg/L |
| Plomo ^(1,4,5) : | < 0,005 mg/L | ----- | 0,01 mg/L |

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.


(2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

(3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001




(4) Mars Xpress / CEM, Water-Microwave Sample Preparation.

(5) Perkin Elmer Instruments. Analytical Techniques for Graphite Furnace AAS.

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomada(s).


Inga. Mónica Méndez de Maldonado
Supervisora a.i.

RESULTADO DE ANALISIS
LNS DGRVCS MSPAS
Guatemala C. A.

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 23,3°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** UNT= UNIDADES NEFELOMÉTRICAS DE TURBIEDAD

*** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA TÉCNICA GUATEMALTECA COGUANOR NTG 29001 "AGUA PARA CONSUMO HUMANO (AGUA POTABLE), ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor
SHS,CCh/MdeM

Código Laboratorio
CT53-CAS/167

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM. 22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C. A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Anexo 29. Actores que realizaron la evaluación de vulnerabilidad de los componentes.

- a). NOMBRE: Leonel Salas Juárez
CARGO: Tesista
- b). NOMBRE: Rubén Arturo Rodríguez Lima
CARGO: Alcalde municipal de la ciudad de Asunción Mita, Jutiapa
- c). NOMBRE: Robel Cordón
CARGO: Inspector Ambiental del Ministerio de Salud, Asunción Mita, Jutiapa.
- d). NOMBRE: Oscar Humberto Ramírez
CARGO: Jefe de fontaneros
- e). NOMBRE: Dionel García Grijalva
CARGO: Fontanero
- f). NOMBRE: Milton Magaña Palma
CARGO: Fontanero
- g). NOMBRE: Fernando Barrientos de León
CARGO: Fontanero
- h). NOMBRE: Walter Alexander Chacón
CARGO: Fontanero