

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN GESTION AMBIENTAL**



Universidad de El Salvador

Hacia la libertad por la cultura

**"ANÁLISIS DE SOSTENIBILIDAD DEL SERVICIO DE AGUA
SUMINISTRADA POR ANDA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL,
AÑO 2012"**

DOCENTE DIRECTOR: M Sc. MARIO ANTONIO ORELLANA NÚÑEZ

POR:

**CAMPOS JOSE ROBERTO
DELGADO DELGADO JUANA VILMA
ROMERO MOREJON HECTOR**

**TESIS DE POSTGRADO PARA OPTAR AL TITULO DE
MAESTRA/O, EN GESTION AMBIENTAL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2012.



SAN MIGUEL

EL SALVADOR

CENTRO AMÉRICA

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTOR:

Ing. Mario Roberto Nieto Lovo

VICERECTORA ACADEMICA:

M Sc. Ana María Glower de Alvarado

SECRETARIA GENERAL:

Dra. Ana Leticia Zavaleta de Amaya

FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL

DECANO:

Lic. Cristóbal Hernán Ríos Benítez

SECRETARIO:

Lic. Jorge Alberto Ortez



DIRECTOR DE ESCUELA DE POSTGRADO:

M. Sc. David Amílcar González Rivas

COORDINADORA DE PROCESO DE GRADUACIÓN

M. Sc. María del Carmen Castillo de Heski

TRABAJO DE GRADUACIÓN APROBADO POR:

DOCENTE DIRECTOR

M Sc. Mario Antonio Orellana Núñez



RESUMEN

La investigación se realizó en la ciudad de San Miguel en 170 colonias que poseen el servicio de agua potable suministrado por la Administración Nacional de Acueducto y Alcantarillado (ANDA).

El objetivo de la investigación fue analizar el nivel de sostenibilidad del servicio de agua potable de ANDA, considerando el aspecto social, ambiental y económico. Además, por ser parte importante del sistema de abastecimiento se identificó y analizó las plantas de bombeo con las que cuenta el sistema y finalmente por estar relacionado con las plantas de bombeo se realizaron visitas de campo a la zona de recarga acuífera para determinar el estado general del lugar y caracterizar la vegetación existente.

Por cada área de evaluación se obtuvo información de campo (encuestas) y documental (datos de otras investigaciones) que se analizó en el programa SPSS V. 19. Obtenida la información se eligieron 22 indicadores (social=7, Ambiental=8 y económico =7). Luego se seleccionaron los criterios de calificación de cada uno de los indicadores, en donde se establecieron tres parámetros: bajo (calificación 1), medio (calificación 5) y alto (calificación 10); posteriormente, se calificó de forma individual cada indicador en el SPSS V. 19. La identificación y análisis de las estaciones de bombeo y zona de recarga hídrica se hizo a través de verificación en campo utilizando una guía de observación. La integración y análisis de cada uno de los indicadores utilizados para evaluar la sostenibilidad se hizo mediante diagramas tipo AMIBA y para el caso de las estaciones de bombeo la información se resumió en una ficha técnica.

Los resultados del análisis de sostenibilidad del agua suministrada por ANDA en la ciudad de San Miguel demostraron que estadísticamente el valor medio de la sostenibilidad obtenido 5.8, es mayor o igual al umbral de calificación 5 en los niveles social, ambiental y económico; por tanto se puede determinar que existe sostenibilidad estadísticamente hablando, donde se destaca el mayor nivel de sostenibilidad es en el nivel económico y en menor escala el nivel ambiental.



AGRADECIMIENTOS.

Al Creador del Universo por darnos la oportunidad de culminar el proceso de investigación

AGRADECIMIENTOS A INSTITUCIONES

A la Universidad de El Salvador y Facultad Multidisciplinaria Oriental por permitirnos estudiar en sus Recintos Universitarios.

Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados ANDA Regional San Miguel por proporcionarnos información cuando la solicitamos

A NUESTROS ASESOR: M Sc. Mario Orellana Nuñez, por su apoyo y valiosa colaboración para la realización de esta investigación.

A LA COORDINADORA DE LA MAESTRÍA:

María del Carmen Castillo de Heski, por tener la paciencia y proporcionarnos las orientaciones necesarias durante la etapa de su coordinación

A NUESTROS MAESTROS/AS

Que compartieron e intercambiaron conocimientos y experiencias con nosotros

A NUESTROS COMPAÑEROS/AS DE MAESTRÍA

Por compartir en las alegrías y tristezas

A NUESTROS COMPAÑEROS/AS DE TRABAJO

Por entendernos y compartir con nosotros

A NUESTROS AMIGOS/AS

Por entendernos en los momentos de dificultad que se nos presentaron

Y A TODOS/AS QUE DE MANERA DIRECTA O INDIRECTA NOS APOYARON



DEDICATORIA.

A DIOS TODO PODEROSO Y LA VIRGEN MARIA: Por darme la sabiduría y ser un apoyo constante en mi vida.

A MI MADRE: Sonia Campos Hernández, por su apoyo moral y espiritual, en el transcurso de mi formación profesional.

A MI ABUELA: María Catalina Campos, porque siempre ha estado pendiente de mi.

A MI HERMANO Y SU ESPOSA: Donaldo Natividad Aparicio Campos y María Félix Ríos de Aparicio; por sus muestras de cariño.

A MIS SOBRINAS: Rocío Victoria Aparicio Ríos y Katherine Gabriela Aparicio Ríos.

A MIS AMIGOS: Francisco Yáñez, Sofía de Yáñez, Jairo, Orlando Castro, Edwin Castro, Abilio, Magdalena, y Roberto de Jesús

A MIS COMPAÑEROS DE MAESTRIA: Por los momentos de alegría y tristeza vividos

José Roberto Campos



DEDICATORIA.

A JEHOVA:

Por permitirme culminar el proceso de formación de la Maestría y alcanzar la meta que me propuse.

A MIS PADRES:

PAPÁ: José Camilo Delgado de grata recordación porque él siempre tuvo la aspiración de la formación académica

MAMÁ: Regina de Mercedes Vda. de Delgado por limitar el tiempo que podía dedicarle

A MIS HIJAS: Lucía y Brenda, por todo el sacrificio al que las sometí, ya que tuve que quitarle mucho del tiempo que necesitaban

AMIS HERMANOS/AS Y AL RESTO DE MI FAMILIA Y AMIGOS CON MUCHO AFECTO Y CARIÑO.

Y A TODOS AQUELLOS/AS QUE LUCHARON PORQUE EXISTIERAN MEJORES CONDICIONES EN NUESTRO PAIS

Juana Vilma Delgado Delgado



DEDICATORIA.

A DIOS TODOPODEROSO Y LA VIRGEN MARÍA: Por guiarme e iluminarme a lo largo de mi formación académica y permitirme alcanzar la meta que me propuse.

A MIS PADRES: Bonifacio Romero Chávez y Cecilia Angelina Morejón de Romero (Q.D.D.G.), por ser ejemplos de vida y pilares importantes para mi formación profesional, brindándome siempre apoyo incondicional en los momentos más difíciles.

A MI ESPOSA: Fráncisca Daysi Aguilar de Romero: Por darme el apoyo y comprensión para cumplir esta meta

A MI HIJO: Héctor David Romero Aguilar, por su apoyo moral

A MIS NUEVE HERMANOS: Por estar pendientes de mí, dándome ánimo y constantemente el apoyo moral.

AL EQUIPO DOCENTE DE LA MAESTRIA: Que nos acompañó en esta formación profesional

DOCENTE DIRECTOR: M Sc. Mario Antonio Orellana Núñez, por su asesoría y apoyo científico en el desarrollo del tema

AL RESTO DE MI FAMILIA Y AMIGOS CON MUCHO AFECTO Y CARIÑO

Héctor Romero Morejón



INDICE

| | |
|--|------|
| RESUMEN | iv |
| AGRADECIMIENTOS..... | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| INDICE DE CUADROS | xiii |
| INDICE DE FIGURAS | xiv |
| INTRODUCCION | 1 |
| CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA. | 3 |
| CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA..... | 10 |
| 2.1 Agua distribución y consumo a nivel mundial. | 10 |
| 2.1.1 El agua en el planeta..... | 10 |
| 2.1.2 Importancia y disponibilidad del agua en la tierra | 11 |
| 2.1.3 Agua y sostenibilidad | 12 |
| 2.1.4 Salud, agua potable y saneamiento en el desarrollo humano sostenible.. | 13 |
| 2.1.5 Retos y perspectivas en la situación actual de agua potable y saneamiento. | 14 |
| 2.1.6 Funciones de las instituciones relacionadas con agua y saneamiento | 15 |
| 2.2 Tendencias actuales de los servicios de agua potable y saneamiento en América Latina..... | 16 |
| 2.3 El estado del agua en El Salvador..... | 17 |
| 2.3.1 Importancia y disponibilidad del agua en El Salvador | 21 |
| 2.3.2 Consumo de agua embotellada | 23 |
| 2.4 Principios fundamentales para la Gestión Integrada del Agua. | 24 |
| 2.5 La cuenca hidrográfica..... | 26 |
| 2.5.1 Concepto de cuenca | 26 |
| 2.5.2 Elementos de una cuenca..... | 27 |
| 2.5.3 Clasificación de las cuencas | 28 |
| 2.5.4 Funciones de la cuenca | 28 |
| 2.5.5 Implicaciones del manejo integrado y sostenible de las cuencas hidrográficas..... | 29 |
| 2.5.6 Cuencas que constituyen el territorio de El Salvador | 30 |



| | |
|--|----|
| 2.5.7 Principales cuencas y regiones hidrográficas de El Salvador | 30 |
| 2.5.8 La microcuenca | 32 |
| 2.5.8.1 Importancia de la microcuenca | 32 |
| 2.5.8.2 Zonas de una microcuenca | 33 |
| 2.6 Aguas subterráneas en El Salvador | 33 |
| 2.6.1 El concepto de acuífero..... | 34 |
| 2.6.2 Áreas principales de recarga en El Salvador | 36 |
| 2.6.2.1 Depósitos de Agua Subterránea en El Salvador..... | 36 |
| 2.6.2.2 Área de descarga naturales..... | 37 |
| 2.6.2.3 Principales acuíferos de El Salvador | 37 |
| 2.6.2.4 Importancia de conservar las áreas de recarga..... | 40 |
| 2.7 Principales usos del agua en El Salvador y sus efectos | 40 |
| 2.7.1 Abastecimientos de agua potable y alcantarillado sanitario | 41 |
| 2.8 El acuífero en la zona de influencia de San Miguel | 42 |
| 2.8.1 Ubicación de la Ciudad de San Miguel..... | 42 |
| 2.8.2 Los acuíferos en la zona de influencia de la Ciudad de San Miguel | 42 |
| 2.8.3 Formaciones geológicas | 44 |
| 2.8.4 Niveles freáticos..... | 45 |
| 2.8.5 Características Hidrogeológicas..... | 45 |
| 2.9 Agua potable en San Miguel..... | 47 |
| 2.10 Proceso metodológico para la evaluación de sostenibilidad de los sistemas. 48 | |
| 2.10.1 Determinación del objeto de evaluación..... | 49 |
| 2.10.2 Determinación de los puntos críticos del sistema..... | 49 |
| 2.10.3 Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores. | 49 |
| 2.10.4 Conjunción de indicadores | 51 |
| 2.10.5 Medición y monitoreo de los indicadores. | 52 |
| 2.10.6 Presentación e integración de resultados. | 52 |
| 2.10.6.1 Técnicas cuantitativas. | 53 |
| 2.10.6.2 Técnicas cualitativas..... | 54 |
| 2.10.6.3 Técnicas gráficas o mixtas. | 54 |



| | |
|---|----|
| CAPITULO III. JUSTIFICACIÓN OBJETIVOS E HIPÓTESIS | 56 |
| 3.1 Justificación de la Investigación..... | 56 |
| 3.2 Objetivos..... | 57 |
| 3.2.1 Objetivo general: | 57 |
| 3.2.2 Objetivos específicos: | 57 |
| 3.3 Hipotesis..... | 58 |
| CAPITULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN | 59 |
| 4.1 Tipo de Investigación | 59 |
| 4.2 Unidades de análisis:..... | 59 |
| 4.3 Variables y medición..... | 59 |
| 4.3.1 Definición de las variables..... | 59 |
| 4.3.2 Indicadores y su medición..... | 62 |
| 4.3.2.1 Instrumentos de medición..... | 62 |
| 4.4 Técnicas y procedimientos empleados en la recopilación de la información... | 63 |
| 4.4.1 Identificación de fuentes (pozos)..... | 63 |
| 4.4.2 Evaluación de la sostenibilidad del agua de la ciudad de San Miguel..... | 64 |
| 4.4.2.1 Elección de los indicadores por área de evaluación | 65 |
| 4.4.2.2 Determinación de los valores cuantitativos y cualitativos de los indicadores..... | 65 |
| 4.4.2.3 Determinación de los criterios de evaluación | 65 |
| 4.4.2.4 Calificación de los indicadores..... | 65 |
| 4.4.2.5 Elaboración de los diagrama tipo AMIBA. | 66 |
| 4.5 Procesamiento y análisis | 66 |
| CAPITULO V: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS..... | 67 |
| 5.1 Situación actual de estaciones de bombeo - ANDA | 67 |
| 5.1.1 Planta de bombeo El Jalacatal..... | 67 |
| 5.1.2 Planta de bombeo El Sitio I | 68 |
| 5.1.3 Planta de bombeo El Sitio II | 69 |
| 5.1.4 Planta de bombeo Residencial El Sitio..... | 70 |
| 5.1.5 Planta de bombeo Hirleman..... | 71 |



| | |
|---|-----|
| 5.1.6 Planta de bombeo Belén | 72 |
| 5.1.7 Planta de bombeo El Molino | 73 |
| 5.1.8. Planta de bombeo La Paz | 74 |
| 5.1.9 Planta de bombeo Ciudad Real | 75 |
| 5.1.10 Planta de bombeo Centro de Gobierno I..... | 76 |
| 5.1.11 Planta de bombeo Centro de Gobierno II..... | 77 |
| 5.1.12 Planta de bombeo Loma de Chaparrastique | 78 |
| 5.1.13 Planta de bombeo Santa Fé..... | 79 |
| 5.1.14 Situación general de las estaciones de bombeo | 80 |
| 5.1.15 Zona de recarga hídrica | 82 |
| 5.1.15.1 Flora de la zona de recarga hídrica y su relación con la sostenibilidad..... | 82 |
| 5.1.15.1.1 Análisis de flora de la zona de recarga hídrica por especie | 83 |
| 5.1.15.1.2 Análisis de flora de La zona de recarga hídrica por estación. | 84 |
| 5.2 Análisis Global de la Sostenibilidad del Servicio de Agua Potable Suministrado por ANDA, en la Ciudad de San Miguel..... | 85 |
| 5.2.1 Prueba de hipótesis para el nivel de sostenibilidad..... | 91 |
| VI. CONCLUSIONES | 94 |
| VII. RECOMENDACIONES | 96 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 98 |
| ANEXOS | 104 |



INDICE DE CUADROS

| | |
|--|-----|
| Cuadro 1 Estadísticos para una muestra | 91 |
| Cuadro 2 Prueba “t” para una muestra..... | 92 |
| Cuadro A- 3 Colonias atendidas por ANDA en la ciudad de San Miguel | 105 |
| Cuadro A- 4 Determinación del tamaño de muestra para número de viviendas (para un alfa de 0.05) | 107 |
| Cuadro A- 5 Estratificación de muestra | 107 |
| Cuadro A- 6 Criterios de calificación cualitativos área social | 108 |
| Cuadro A- 7 Criterios de calificación área ambiental..... | 109 |
| Cuadro A- 8 Criterios de calificación cualitativos y cualitativos área económica.... | 110 |
| Cuadro A- 9 Valores cualitativos y cuantitativos de indicadores sociales | 111 |
| Cuadro A- 10 Valores cualitativos y cuantitativos de indicadores ambientales | 112 |
| Cuadro A- 11 Valores cualitativos y cuantitativos de indicadores económicos | 113 |
| Cuadro A- 12 Calificación de indicadores sociales..... | 114 |
| Cuadro A- 13 Calificación de indicadores ambientales | 115 |
| Cuadro A- 14 Calificación de indicadores económicos | 116 |
| Cuadro A- 15 Administración Nacional de Acueducto y Alcantarillado Gerencia Regional / Departamento de Operaciones Reporte de Producción de Agua Potable y Consumo de Energía: mes de Producción del 21 de Enero al 20 de Febrero Año 2012 | 117 |
| Cuadro A- 16 Valores t de Student y probabilidad P asociada..... | 118 |



INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Fig. 1. Principales reservas hídricas en el mundo (Fuente: PNUMA)..... | 10 |
| Fig. 2 Imagen de una cuenca hidrográfica (Fuente: RIOB, 2009) | 27 |
| Fig. 3 Cuencas hidrográficas en El Salvador (Fuente: MARN, s.f.)..... | 31 |
| Fig. 4 Acuífero no confinado (Fuente: Kalipedia, s.f.)..... | 34 |
| Fig. 5 Aguas subterráneas en El Salvador (Fuente: MARN, f.s.) | 37 |
| Fig. 6 Acuífero de San Miguel, (Chevez, 2005)..... | 43 |
| Fig. 7 Zona de recarga Hídrica-Acuífero de San Miguel (Fuente: Chévez, 2005) | 46 |
| Fig. 8 Proceso metodológico para la evaluación de la sostenibilidad (Adaptado, Masera O, et al.1999)..... | 48 |
| Fig. 9 Delimitación y georeferenciación por punto de muestreo (Flora de la zona de recarga hídrica) | 64 |
| Fig. 10 Ficha técnica estación de bombeo El Jalacatal..... | 67 |
| Fig. 11 Ficha técnica estación de bombeo Sitio I | 68 |
| Fig. 12 Ficha técnica planta de bombeo El Sitio II..... | 69 |
| Fig. 13 Ficha técnica planta de bombeo Residencial El Sitio | 70 |
| Fig. 14 Ficha técnica planta de bombeo Hirleman | 71 |
| Fig. 15 Ficha técnica planta de bombeo Belén..... | 72 |
| Fig. 16 Ficha técnica planta de bombeo El Molino | 73 |
| Fig. 17 Ficha técnica planta de bombeo La Paz..... | 74 |
| Fig. 18 Ficha técnica planta de bombeo Ciudad Real | 75 |
| Fig. 19 Ficha técnica planta de bombeo Centro de Gobierno I | 76 |
| Fig. 20 Ficha técnica planta de bombeo Centro de Gobierno II | 77 |
| Fig. 21 Ficha técnica planta de bombeo Loma de Chaparrastique | 78 |
| Fig. 22 Ficha técnica planta de bombeo Santa Fé | 79 |
| Fig. 23 Georeferenciación de plantas de bombeo de agua potable de la ciudad de San Miguel | 81 |
| Fig. 24 Porcentaje de plantas de bombeo en relación al número total de pozos funcionando..... | 81 |
| Fig. 25 Cultivo de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>), punto medio de zona de recarga hídrica | 82 |



| | |
|--|-----|
| Fig. 26 Puntos de muestreo de la zona de recarga hídrica | 83 |
| Fig. 27 Análisis de flora por especies..... | 84 |
| Fig. 28 Análisis de flora por estación..... | 85 |
| Fig. 29 Diagrama General de la Sostenibilidad | 86 |
| Fig. 30 Gráficas sobre tipo de agua consumida e inversión en agua embotellada... | 87 |
| Fig. 31 Gráfica sobre tarifa de agua y cancelación de recibos | 88 |
| Fig. 32 Gráfica sobre posibilidad de pago de doble tarifa | 89 |
| Fig. 33 Gráfica sobre nivel de sostenibilidad de colonias Vs. Umbral de calificación | 90 |
| Fig. 34 Calificación de sostenibilidad por área de evaluación | 91 |
| Fig. 35 Prueba "t" para una cola..... | 92 |
| Fig. A-36 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 1 | 119 |
| Fig. A-37 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 2 | 120 |
| Fig. A-38 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 3 | 121 |
| Fig. A-39 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 4 | 122 |
| Fig. A-40 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 5 | 123 |
| Fig. A-41 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 6 | 124 |
| Fig. A-42 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 7 | 125 |
| Fig. A-43 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 8 | 126 |
| Fig. A-44 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 9 | 127 |
| Fig. A-45 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 10..... | 128 |
| Fig. A-46 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 11..... | 129 |
| Fig. A-47 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 12..... | 130 |
| Fig. A-48 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 13..... | 131 |
| Fig. A-49 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 14..... | 132 |
| Fig. A-50 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 15..... | 133 |
| Fig. A-51 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 16..... | 134 |
| Fig. A-52 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 17..... | 135 |
| Fig. A-53 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 18..... | 136 |
| Fig. A-54 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 19..... | 137 |
| Fig. A-55 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 20..... | 138 |



INTRODUCCION

El agua es un líquido indispensable para la vida de los seres humanos por lo que es vital analizar la protección uso e importancia en toda la acción humana.

Hoy en día se hace necesario actuar en función de la sostenibilidad porque no se puede pensar en su empleo olvidando las generaciones futuras de ahí la necesidad de hacer un uso racional de este recurso ya que en la actualidad a nivel del planeta existen problemas con la calidad y disponibilidad del agua para consumo humano, estudios realizados demuestran datos en donde se plantea que los acuíferos están contaminados con algunos metales pesados y también existe problemas a nivel bacteriológico.

Se requiere reflexionar sobre la calidad del agua potable que se suministra a la población tanto en calidad, accesibilidad y disponibilidad.

Es así como se presenta el siguiente proyecto de investigación donde se analiza la sostenibilidad del recurso agua en la ciudad de San Miguel; para ello se estableció un procedimiento metodológico iniciando con el planteamiento del problema donde se destaca la naturaleza de la investigación en la ciudad de San Miguel, así mismo se plantean algunos fundamentos teóricos sobre la problemática en estudio donde se puede visualizar ciertos parámetros acerca de la sostenibilidad del recurso, por otra parte se presenta la importancia de realizar este estudio así como las finalidades e hipótesis que sirvió de base para probar las interrogantes planteadas en la investigación.

Un elemento que reviste vital importancia en dicho estudio es la metodología ya que esta permitió concretar la investigación, de ahí que el estudio fue de carácter descriptivo, explicativo y de campo, se trabajó con 170 colonias de la ciudad de San Miguel, así mismo se emplearon las técnicas de: la encuesta, la observación y los datos obtenidos fueron vaciados en el programa SPSS, el tipo de estadístico que se utilizó para probar la hipótesis fue: la prueba “t” para una muestra.



La metodología permitió abordar el objetivo principal de esta investigación que fue analizar la Sostenibilidad del servicio de agua potable suministrada por ANDA en la ciudad de San Miguel



CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El agua es uno de los mejores regalos que la naturaleza le ha brindando a la humanidad, esencial y vital para la vida, la fuente de toda forma de vida, la sobrevivencia de una persona depende del agua, ya que nuestro organismo es 70% agua como también lo es el 70% de la tierra; el agua es el elemento más importante para la buena salud, es necesario para todas las funciones del organismo: para la eliminación de los residuos, transporte de nutrientes, reparación de tejidos, mantenimiento de la temperatura corporal y demás funciones metabólicas (El milagro del agua antioxidante, s.f.).

La cantidad de agua con la que contamos en la Tierra no aumenta ni disminuye, pero la población humana sí ha crecido drásticamente, y por lo tanto ha crecido también la necesidad que tenemos de este recurso. Además, si bien la cantidad de agua es constante, no lo es la forma en que se distribuye en el tiempo; ya que es irregular a lo largo del año y también varía en diferentes años dependiendo de las condiciones climáticas globales (Mazari, s.f.).

La gestión del agua bajo los principios de la sostenibilidad permite asegurar a largo plazo un equilibrio adecuado entre su uso económico, su función ambiental y su valor social. Lejos de presentar tres elementos independientes, estos tres pilares de la sostenibilidad se apoyan entre sí y debieran sostener el edificio institucional que debe hacer posible que siempre haya agua suficiente para las generaciones futuras (Guaita, 2008).

La sostenibilidad es sumamente importante porque las decisiones que tomamos y sus acciones asociadas afectarán a todo en el futuro. Necesitamos tomar decisiones drásticas en el presente para no limitar las decisiones de las generaciones futuras. Por ejemplo, si continuamos malgastando el agua y contaminando las cada vez más escasas reservas de agua dulce (La importancia de la sostenibilidad y la ecología, 2011).



En 1995 Ismail Serageldin citado por Zavala (s.f.), vicepresidente del Banco Mundial, profetizó: “si las guerras del siglo pasado se libraron por el petróleo, las del presente siglo, se librarán por el agua”

En muchos países de Latinoamérica y el mundo la visión tradicional sobre el manejo del agua se ha enfocado en lograr un mayor acceso a recurso con énfasis en el cumplimiento de metas de cobertura de agua potable para satisfacer la demanda de sus pobladores en otras palabras explotación de fuentes de agua para responder a la demanda presente y proyectada a un número de años, potabilización, almacenamiento y conducción hacia los usuarios para fines domésticos, industriales, institucionales, todo ello sin considerar medidas de protección de las áreas de recarga hídrica que alimentan a dichas fuentes (MINED et al., 2005).

Se estima que en América Latina y el Caribe alrededor de 80 millones de personas no tienen acceso de agua potable y unos 120 millones de personas carecen de servicios adecuados de saneamientos (CEPAL, 2003).

Según Banco Mundial, s.f. citado por el MINED et al. (2005), en su estrategia del medio ambiente para América Latina, destaca que los principales problemas que se enfrentan en el sector hídrico en la región son los siguientes:

- a) Las canículas y sequías provocadas por la deforestación
- b) La contaminación de acuíferos , aguas superficiales y subterráneas, en su mayor parte como resultado de la falta de tratamiento de aguas residuales industriales y aguas negras
- c) La gestión inadecuada y sobreexplotación de los recursos hídricos

Al inicio de la década de los sesenta, se realizó un diagnóstico de la Región Centroamericana, que permitió identificar con mayor precisión las deficiencias en el servicio de agua potable y su estrecha relación con los problemas de salud. Los resultados del referido diagnóstico condujeron a tomar la decisión de crear empresas nacionales centralizadas para la administración de los servicios de agua potable y alcantarillado de agua potable, y en este marco surge en El Salvador la



Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA), a través del decreto de Ley #341 del Directorio Cívico Militar del 17 de octubre de 1961, publicado en el diario oficial, 191, tomo 193, del 19 de octubre de 1961 (CDC, 2005).

Un agua potable segura y un saneamiento adecuado son cruciales para la reducción de la pobreza, para un desarrollo sostenible y para lograr todos y cada uno de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. 884 millones de personas en el mundo carecen de acceso seguro al agua potable. 2.600 millones de personas carecen de acceso a un saneamiento básico, lo que supone el 40% de la población mundial (El derecho humano al agua y al saneamiento. s.f.).

La meta del Objetivo de Desarrollo del Milenio 7 insta a “reducir a la mitad para 2015, la proporción de personas sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”. El 28 de julio de 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró, mediante su Resolución A/RES/64/292, el acceso seguro a un agua potable salubre y al saneamiento como un derecho humano fundamental para el completo disfrute de la vida y de todos los demás derechos humanos (El derecho humano al agua y al saneamiento. s.f.).

El Salvador es uno de los tres países de América Latina que viven el estrés hídrico, la constante destrucción de Árboles en muchos casos ubicados en zonas de recarga acuífera, la grave contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, la sobre explotación de los acuíferos, los evidentes problemas de disponibilidad y acceso son sólo algunas señales de la grave problemática en que se encuentra en este país los recursos hídricos y dentro de estos el agua para consumo humano, el acceso de agua segura es determinante para la salud y la vida de los habitantes y el desarrollo de las personas (CDC, 2007).

La creciente escasez de agua además está siendo acompañada por una disminución de su calidad resultado de una mayor contaminación de los acuíferos así como de los ríos y lagos y otras aguas superficiales. Sin embargo, a pesar de su importancia estratégica y de la considerable oferta natural de agua que posee el país, los problemas de interrupción del ciclo hidrológico (que disminuye la recarga de



los acuíferos); contaminación (que reduce la calidad); y las fallas institucionales, expresadas en la ausencia de reglas claras para avanzar a una gestión integrada del agua, hacen que el país viva en “escasez en medio de la abundancia (Dimas, 2010).

Según el Banco Mundial, s.f. citado por Magaña (2006), El Salvador es uno de los países de América Latina, con menor disponibilidad de agua por habitante; pero no sólo eso, sino que lo más crítico son los pronósticos en relación al balance hídrico, que indican que para el año 2030, El Salvador, enfrentará un déficit hídrico (Banco Mundial), esto quiere decir que la demanda de agua será superior a la disponibilidad (oferta de agua), generando un desequilibrio, que sin lugar a dudas afectará el desarrollo económico y social del país.

Uno de los problemas muy críticos en el país es la baja cobertura del sistema de agua potable, del total de 1 millón 700 mil hogares del país en el año 2005, tan sólo el 58.6%, se abastecía a través de cañería dentro y fuera del hogar; el 6.7% por cañería del vecino; 10% por pila o grifo (chorro) público. En forma conjunta podemos decir que el 75.4% se abastecía de fuentes mejoradas de agua; el resto de los hogares el 24.6%, lo hacía de diversas formas, dentro de esta categoría tenemos: un 4% comprando agua a los camiones o pipas, que no necesariamente venden agua potable; el 10% la extrae del subsuelo a través de pozos; el 7% se abastecía directamente de alguna fuente natural superficial, como son los ríos o quebradas, ojos de agua, lagunas, lagos, etc; y el 3% a través de otros medios (FUNDE, 2006).

En la ciudad de San Miguel, la situación del recurso hídrico es crítica ya que según Chévez (2005), de 2005 a 2029 existirá un descenso total acumulado de 27.90m con un promedio anual de 1.12 m, que representa una pérdida de 63,450,071.36 m³ del acuífero de San Miguel¹.

La problemática de la calidad, disponibilidad y accesibilidad del agua identificada y que afecta tanto a nivel mundial, regional y nacional, conlleva la enorme importancia de realizar estudios que permitan analizar la capacidad de

¹ Este dato se integró al análisis general de la sostenibilidad como “Nivel freático del acuífero”



Sostenibilidad esto no sólo a nivel mundial, sino regional, nacional y porque no decir localmente.

Formulación del problema.

¿Por cuánto tiempo, al menos el 95% de los habitantes de la ciudad de San Miguel tendrán un servicio de abastecimiento de agua potable socialmente aceptado, económicamente viable y ambientalmente sostenible?

Sistematización del problema

NIVEL SOCIAL:

- ✚ ¿Cuál es la continuidad del servicio de agua potable suministrada por ANDA en la ciudad de San Miguel?
- ✚ ¿Cuál es el grado de satisfacción del usuario con relación al suministro del servicio de agua potable?
- ✚ ¿Cuál es el grado de participación ciudadana en la toma de decisiones en el manejo de las fuentes de agua que administra ANDA en la ciudad de San Miguel?
- ✚ ¿Cuál es la disponibilidad que tienen los usuarios para ser capacitados sobre el buen uso del recurso hídrico?
- ✚ ¿Cuál es el número de capacitaciones recibidas por los usuarios en temas relacionados al uso adecuado del agua potable?
- ✚ ¿Cuánto es el tiempo que tienen los usuarios de tener servicio de agua potable?
- ✚ ¿Cuál ha sido la evolución que ha tenido el servicio de agua potable de ANDA en términos de cantidad y calidad?



NIVEL AMBIENTAL:

- ✚ ¿Qué acciones concretas relacionadas a la protección de las fuentes de agua se aplican en el proceso de suministro del servicio de agua potable por ANDA?
- ✚ ¿Cuál es la percepción que tienen los usuarios con respecto a la calidad de agua potable que distribuye ANDA en la Ciudad de San Miguel?
- ✚ ¿Cuál es el tipo de agua que consumen los usuarios de ANDA de la Ciudad de San Miguel?
- ✚ ¿Cuál es el nivel de conocimiento del usuario del servicio de agua potable con respecto a la protección de las zonas de recarga hídrica que alimenta el servicio de agua potable en la ciudad de San Miguel?
- ✚ ¿Cuál es la disponibilidad que tienen los usuarios para ser capacitados sobre protección de cuenca?
- ✚ ¿Cuál es la disponibilidad que tienen los usuarios del servicio de agua potable de ANDA de reforestar las zonas de recarga hídrica?
- ✚ ¿Cuál es el uso que le dan al agua los usuarios del servicio de agua potable de ANDA?
- ✚ ¿Cuál es el nivel de variación que está teniendo el nivel freático del acuífero de la ciudad de San Miguel?

NIVEL ECONOMICO:

- ✚ ¿Cuánto es el número de pozos que se encuentran funcionando en las estaciones de bombeo de ANDA en la ciudad de San Miguel?
- ✚ ¿Cuál es la tarifa de agua suministrada por ANDA en la ciudad de San Miguel?



- ✚ ¿Cancelan los usuarios los recibos de cobro del servicio de agua potable en las fechas indicadas (morosidad)?
- ✚ ¿Existe fuga de agua potable a nivel domiciliar?
- ✚ ¿Cuál es la posibilidad que tienen los usuarios del servicio de agua potable de ANDA de pagar una doble tarifa para mantener el servicio?
- ✚ ¿Cuánto es la inversión que tienen los usuarios de ANDA en agua embotellada mensualmente?
- ✚ ¿Cuál es el nivel de inversión realizado en obras de mantenimiento y reparación del sistema del servicio de agua potable que se suministra en la ciudad de San Miguel?



CAPITULO II: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Agua distribución y consumo a nivel mundial.

2.1.1 El agua en el planeta

El contenido de agua del planeta se estima en 1.300 trillones de litros. La mayor parte, un 97,47% (Fig. 1), la almacenan los océanos, el resto es agua dulce. El agua dulce es un recurso limitado y su calidad está bajo presión constante. El agua potable es un bien escaso por la cantidad de energía que hay que invertir en su formación. El agua de los polos no es directamente utilizable a gran escala, y es necesario recurrir a los acuíferos, algunos de los cuales son fósiles, es decir, no renovables, y a los ríos. Preservar la calidad del agua dulce es importante para el abastecimiento del agua potable o la producción de alimentos. El mayor porcentaje de esta agua se encuentra en los casquetes polares y en las aguas subterráneas. Esta cantidad ha estado circulando siempre por la tierra, originando y conservando la vida en ella. Disponemos actualmente de la misma cantidad de la que disfrutaban los dinosaurios hace 65 millones de años (Ambroggi, 2001).

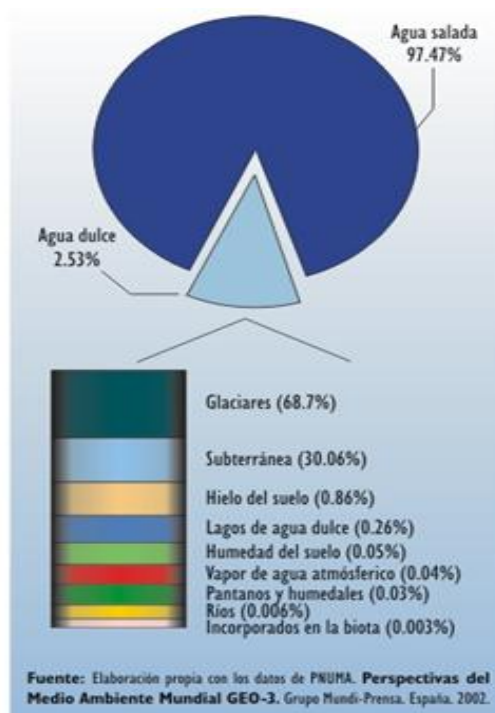


Fig. 1. Principales reservas hídricas en el mundo (Fuente: PNUMA)



La escasez de agua dulce es uno de los principales problemas ambientales ante los que nos encontramos. De forma sencilla se puede decir que se está alcanzando el límite de extraer agua dulce de la superficie terrestre, pero el consumo no deja de aumentar. Sin embargo, una gran amenaza la constituye el efecto que el cambio climático tendrá sobre el ciclo hidrológico y la disponibilidad de agua dulce. Básicamente se agravarán las condiciones de escasez de las zonas que ya son áridas (menos lluvias y mayor evaporación). Actualmente el 20% de la población no tiene acceso a agua de calidad suficiente y el 50% carece de saneamiento. Para asegurar nuestras necesidades básicas necesitamos de 20 a 50 litros de agua potable, libre de contaminantes, por día. Un recién nacido en un país desarrollado consume una cantidad de agua 30 a 50 veces mayor que la de un recién nacido en un país en desarrollo (UNESCO, 2001).

2.1.2 Importancia y disponibilidad del agua en la tierra

De todas las sustancias que son necesarias para la vida tal como las conocemos en la tierra, el agua es por mucho la más importante, la más familiar y la más maravillosa. El agua tiene muchas curiosas facetas. Esta universalmente presente y ha permanecido incambiable en cantidad y en carácter sobre millones de años, es a la vez el sirviente y maestro del hombre. Sin embargo, el hombre no se percata de ello solo cuando hay fallas en su suministro o cuando lo pone en peligro. Entonces su impacto puede ser dramático, y es a menudo acompañado por falsas impresiones, conclusiones y soluciones (Ventura, 1999).

Dentro de los planetas del sistema solar la tierra es la única favorecida con grandes cantidades de agua en su estado líquido, cuenta con una disponibilidad de 1336.21 millones de kilómetros cúbicos de agua. De igual importancia la cantidad de la habilidad del globo terráqueo para mantener los tres estados del agua: líquido, sólido y gaseoso. El agua es la única sustancia que está en esos tres estados en la tierra y el nuestro aparentemente el único planeta del sistema solar que posee el agua en esas tres formas (Ventura, 1999).



2.1.3 Agua y sostenibilidad

Según García (2004), cerca de las tres cuartas partes de la tierra están cubiertas de agua. Sin embargo, la cantidad disponible para consumo humano ni siquiera llega al uno por ciento, porque la mayor parte del agua es agua salada no potable. Además, este elemento indispensable para la vida no está distribuido uniformemente sobre la superficie del globo terrestre y la cuestión de la propiedad del agua puede ser causa de notables tensiones sociales y políticas. El consumo de agua casi se ha duplicado en los últimos cien años. La agricultura utiliza más de las dos terceras partes de las reservas totales de agua potable.

El crecimiento demográfico, la urbanización y la industria, unidos al cambio climático, con sus consecuencias sobre el ciclo hidrológico, son los principales causantes de la escasez de un recurso indispensable para la vida. Actualmente unos cincuenta países están amenazados de padecer escasez de agua. En todo el mundo mil cien millones de seres humanos no tienen asegurado el acceso a agua potable limpia, cifra podría casi duplicarse hasta el 2030. Unos 2.400 millones de seres humanos no disponen de instalaciones sanitarias suficientes. Cada año mueren 1,5 millones de niños menores de cinco años por consumir agua contaminada. Existe la necesidad de soluciones eficaces e innovadoras a la par que sostenibles en el sector del agua es especialmente importante en el caso de los países en vías de desarrollo y los países industriales emergentes (Delors et al, 1996).

El agua es difícil de depurar, costosa de transportar e imposible de sustituir, el agua es esencial para la producción alimenticia, para el desarrollo económico y para la vida misma. A lo largo de la historia de la humanidad, asegurar el acceso al agua dulce ha sido vital para la estabilidad social de las culturas y las civilizaciones. El acceso se puede entender como un proceso por el cual las civilizaciones llegaron a desarrollar culturas hídricas muy avanzadas, que permitieron establecer conceptos como “el agua amiga de la comunidad” y en muchos otros casos “enemiga de la comunidad”, ya que, efectivamente, el acceso al agua se convirtió en una fuente de poder o en una fuente de discordia que ha generado grandes conflictos desde tiempos inmemoriales (Rodríguez, 2002).



La escasez de agua en muchas regiones del mundo conlleva a una situación de crisis. Los países en vías de desarrollo suelen ser los más vulnerables. En estas sociedades las mujeres se ven obligadas a caminar largas distancias para obtener agua potable y poder sacar adelante a sus familias. Por otro lado, en estos países es muy frecuente la desnutrición y las enfermedades vinculadas al agua (Rodríguez, 2002).

En el Objetivo 7 de las Metas del Milenio, se enfatiza la importancia del acceso al agua como derecho humano, la necesidad de servicios de agua y saneamiento como eje para el desarrollo y el valor del agua como un bien económico, son plenamente reconocidos por la comunidad internacional; al respecto, la ONU ha establecido como meta lo siguiente : Reducir a la mitad, de aquí al año 2015, la proporción de personas que carecen de un acceso sostenible a un suministro adecuado y económicamente asequible de agua potable (Sostenibilidad de los servicios de agua potable y Saneamiento frente a desastres naturales, s.f.).

La gestión del agua bajo los principios de la sostenibilidad permite asegurar a largo plazo un equilibrio adecuado entre su uso económico, su función ambiental y su valor social. Lejos de presentar tres elementos independientes, estos tres pilares de la sostenibilidad se apoyan entre sí y debieran sostener el edificio institucional que debe hacer posible que siempre haya agua suficiente para las generaciones futuras. El agua, soporte fundamental de la vida humana y los ecosistemas, es un recurso clave para nuestra calidad de vida, tanto en su variable de cantidad como de calidad, que tiene que ser gestionado con racionalidad, eficiencia y equidad (Guaita, 2008).

2.1.4 Salud, agua potable y saneamiento en el desarrollo humano sostenible

Según CEIDIR (2010), el desarrollo humano es el proceso mediante el cual es posible aumentar las opciones para todos los habitantes de un país o región en diversos ámbitos como lo son el educativo, laboral, material, recreativo y cultural. De esta manera, el concepto de desarrollo humano se concentra en incrementar el bienestar integral del individuo y no sólo en su mejoría material.



A pesar de los avances en la cobertura de agua y saneamiento en la Región de las Américas, aún 76,6 millones de personas no tienen acceso fácil a opciones adecuadas de abastecimiento de agua y 103,3 millones no lo tienen a opciones de saneamiento. En América Latina y el Caribe, solo 13,7% de las descargas de los alcantarillados reciben algún tratamiento. Además, 50% de los países con información sobre continuidad en el abastecimiento urbano de agua reportan problemas de intermitencia. Los porcentajes de población rural en la Región sin acceso adecuado a agua y saneamiento son cinco veces más altos que en la población urbana. Además, las familias pobres gastan proporcionalmente más en este servicio que las de mayor ingreso (OPS, 2001).

La protección de la salud trasciende el acto de velar por la calidad del agua que consume la población. Producir y distribuir agua de buena calidad requiere de un sector bien organizado y con servicios regulados. A los ministerios de salud les corresponde velar por la salud pública, abogando por coberturas universales, mejoramiento de la calidad de los servicios y el abatimiento de inequidades. Para ello requieren realizar funciones en inteligencia, regulación, asociación y negociación, e intervenciones directas. Para hacer operativas estas funciones, es necesario fortalecer las capacidades de gestión, concertación y promoción de los ministerios de salud (OPS, 2001).

2.1.5 Retos y perspectivas en la situación actual de agua potable y saneamiento.

La población mundial asciende a 6000 millones, 1100 millones no beben agua potable, 2600 millones no tienen acceso a medios de saneamiento

En América Latina y el Caribe: La población total asciende a 498 millones 26 millones de habitantes urbanos y 51 millones de habitantes rurales carecen de servicios de agua potable. La cobertura agua potable para América Latina y el Caribe, en el año 2000, es: Con servicio con conexión 74% 366 mill. Hab, Sin servicio 15 % 77 mill. hab., Con servicio fácil acceso 11 % 54 mill. Hab, Urbano 38%, Rural 62%. La cobertura total de agua potable es del 80 %, En el área urbana es del 88%, siendo 79% con conexiones domiciliarias y 9% con sistemas de fácil acceso. En el medio



rural, la cobertura es del 36%, siendo un 28% con conexiones, domiciliarias y un 8% con fácil acceso (Fernández, s.f.).

El gran reto en la Región es alcanzar y mantener con calidad y eficiencia el acceso de toda la población a los servicios de agua potable y saneamiento. Esto representa un reto político, financiero e institucional para los países. Este aumento de cobertura en agua y saneamiento debe darse en armonía con los usos del agua en otros sectores y áreas de desarrollo y en este contexto es estratégico el trabajo coordinado con las agencias ambientales y de desarrollo. La infraestructura de agua potable y saneamiento debe ser concebida, administrada, operada y mantenida eficientemente y los costos deben guardar armonía con los niveles de servicio y la capacidad de pago de los usuarios. Además, cuando sea necesaria, las políticas de subsidios deben ser transparentes, directas, y que estimulen el uso eficiente y la búsqueda de la sostenibilidad económica de los sistemas (OPS, 2001).

La gestión del agua debe tener por objeto promover la explotación sostenible de los recursos hídricos, de modo que se satisfagan las necesidades del presente sin poner en peligro el suministro para las generaciones futuras. Todo estudio de la disponibilidad, y, por ende, de la sostenibilidad de los recursos hídricos, no sólo debe tener en cuenta la cantidad, sino también la calidad. Si el agua es de mala calidad, su disponibilidad aparente será menor (Nixon, 2000).

2.1.6 Funciones de las instituciones relacionadas con agua y saneamiento

La protección de la salud trasciende el acto de velar por la calidad de agua de consumo humano. Distribuir agua de buena calidad, en cantidad suficiente, con continuidad y a precios accesibles, requiere de servicios bien organizados, regulados y administrados y de recursos humanos capacitados. Los estándares de calidad de agua y los laboratorios para la vigilancia no podrán contribuir significativamente a mejorar la calidad de los servicios si las entidades prestadoras no garantizan un buen servicio y si persisten limitaciones de cobertura e inequidades. Para superar estas limitaciones se requiere de acciones orientadas a fortalecer el sector para un mejor cumplimiento de sus funciones en el contexto de las tendencias actuales en la



Región. Estas funciones incluyen las de rectoría, regulación y control de los servicios y prestación de los mismos, además de la cooperación técnica, los sistemas de información y la participación responsable de la sociedad y de las organizaciones locales (OPS, 2001).

2.2 Tendencias actuales de los servicios de agua potable y saneamiento en América Latina

Una de las tendencias en la Región es hacia la descentralización de los servicios de agua potable y saneamiento dándoles mayor responsabilidad a los niveles locales en administración, operación y mantenimiento, con las premisas del desarrollo humano sostenible. Otra tendencia importante es la búsqueda de una gestión integral del agua, la cual comprende el manejo de los recursos hídricos en sus diferentes usos, incluida agua para el consumo humano, seguridad alimentaria y protección de ecosistemas. Esta gestión integral debe contribuir a mejorar la disponibilidad y calidad de agua y se hace crítica en zonas con escasez (OPS, 2001).

A pesar de los avances en la cobertura de agua y saneamiento, en América Latina y el Caribe persisten condiciones de riesgo para la salud de una parte importante de la población. Efectivamente, 76,5 millones de personas (15,4%) no tienen servicio de abastecimiento de agua y adicionalmente otros 53,9 millones (10%) se abastecen con sistemas sin conexión domiciliar, que implican trabajo de recolección, generalmente a cargo de mujeres y niños, y riesgos para la salud pública. Además, 103,2 millones de habitantes (20,8%) no tienen acceso a saneamiento y solo un 13,7% de las aguas residuales recolectadas por los alcantarillados que cubren el 48.6% de la población reciben tratamiento antes de su descarga (OPS, 2001).

Las brechas en agua potable y saneamiento están marcadas también por otros indicadores de la calidad de los servicios, junto al de cobertura. En la Evaluación 2000, 33 países informaron sobre la continuidad de sus sistemas urbanos de abastecimiento de agua y de ellos 16 reportaron intermitencia. La falta de continuidad constituye un riesgo para la salud pública y una utilización ineficiente de



la infraestructura construida, lo cual contribuye a deteriorar la imagen del servicio y su viabilidad económica (OPS, 2001).

Según la UNES (2008), tener y no tener acceso a diario a una cantidad justa de agua es un problema de supervivencia, sin embargo para satisfacer nuevas demandas en materia de agua y gestionar conflictos y riesgos, depende en gran medida de la capacidad para establecer sistemas sólidos y efectivos de gobernabilidad. En este mismo sentido la OMS (2003), establece que para que una persona asegure su higiene básica personal, lavandería, alimentos y baño debe tener acceso a 50 litros de agua /día, cuando se cumple con esta condición el nivel de afectación en la salud se considera bajo.

La población cubierta con sistemas adecuados de vigilancia y control de la calidad del agua en particular, y de los servicios de agua potable y saneamiento en general, es muy limitada en las áreas urbanas e insignificantes en las rurales, 52% de la población urbana de la Región de las Américas cuenta con sistemas efectivos de vigilancia de la calidad del agua. Dicho porcentaje disminuye a 24% para América Latina y el Caribe, lo que demuestra la precaria situación en la que se encuentran las poblaciones de estos países en materia del aseguramiento de la calidad de los servicios de agua potable (OPS, 2001).

2.3 El estado del agua en El Salvador

El Salvador es uno de los tres países de América Latina que viven en estrés hídrico, la constante destrucción de los árboles en muchos casos ubicados en las zonas de recarga acuífera, la grave contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, la sobreexplotación de los acuíferos, los evidentes problemas de disponibilidad y acceso son solo algunas señales de la grave problemática en que se encuentra en este país los recursos hídricos y dentro de estos, el agua para consumo humano (CDC, 2007).

El acceso o no al agua segura y suficiente es un factor determinante para la vida, la salud y el desarrollo de las familias y las poblaciones; más aún el acceso o



no a agua segura y suficiente marca la frontera de la pobreza, la inequidad social y de género y de las posibilidades de desarrollo de las personas. Como en otras esferas de la vida, la vulnerabilidad económica y social de las personas se convierte en causa principal de la exclusión en el acceso al agua segura y suficiente, lo que es exacerbado por la ausencia de políticas nacionales apropiadas y aplicables (CDC, 2007).

En este marco la adopción de la Observación N°. 15 sobre el derecho al agua es una buena oportunidad para que la sociedad salvadoreña se comprometa con la protección del agua, impulse y exija la promoción y cabal cumplimiento de este derecho humano fundamental y bien público indispensable para alcanzar una vida digna de las generaciones presentes y futuras (CDC, 2007).

El territorio salvadoreño está dotado de altos niveles de agua lluvia concentrado en unos pocos meses del año; sin embargo factores como la deforestación, y la degradación del suelo provocan la pérdida progresiva de capacidad para recaudar y aprovechar el agua, de aquí que la escasez de agua es un problema sentido por toda la población (PNUD, 1989).

La creciente escasez del agua está siendo acompañada por una disminución en su calidad, resultado de una mayor contaminación de los acuíferos, así como de los ríos y otras aguas superficiales (PNUD, 1989).

Dentro de las causas de la contaminación química y bacteriológica del agua se puede mencionar inadecuados manejos de agua residuales, agrícolas e industriales, tratamiento deficiente de las aguas usadas por los hogares, problemática disposición final de los desechos sólidos, débiles controles y vigilancia en la aplicación de las pocas normativas vigentes entre otras (CDC, 2007).

Relacionado a lo anterior, la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES), publicó una investigación sobre la calidad del agua para consumo humano en áreas rurales, según la cual, el 61% de las muestras resultaron contaminadas con coliformes y eses fecales y el 52% con *Escherichia coli* (FUSADES, 2001).



Al revisar las condiciones de acceso y cobertura de agua potable a nivel nacional al finalizar el 2005, sólo el 60% del total de la población tenía acceso al agua dentro o fuera de la vivienda, un 7% la obtenía a través de cañería del vecino, el 11% lo hacía por medio de pozo (común o privado), el 8% tenía acceso por medio de pila o chorro público y el 4% restante obtuvo agua por medio de camiones , ríos quebradas o cualquier otro medio (DIGESTY, 2005).

De acuerdo a los informes sobre desarrollo humano elaborados por el PNUD el porcentaje de cobertura nacional del agua potable en El Salvador lo ubica entre los países de la región que tiene menos acceso (PNUD, 2003).

En relación a esto es importante recordar que la sola presencia de una conexión domiciliaria no es garantía de acceso y de buen servicio, tanto en términos de calidad, como en regularidad y suficiencia. En muchos casos, estar conectado a la red de cañerías no significa que los ciudadanos obtendrán un servicio adecuado, pues para el caso salvadoreño, en muchos lugares el servicio de agua potable se presta por unas pocas horas al día y menos de 7 días a la semana (CDC, 2007).

El país tiene un gran desafío para los próximos, teniendo en cuenta que el derecho humano al agua significa que todos y todas podamos disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y domestico (CDC, 2007).

En lo que se refiere a las políticas del agua pese a los diversos esfuerzos realizados., a inicios del 2005 todavía no existe una verdadera política nacional del agua, ni tampoco la institucionalidad, ni la normativas que contribuyan a una adecuada protección y gestión integral de este recurso vital; por el contrario existe una preocupación central porque las autoridades están dando un manejo público sobre el proceso de reforma que es confuso y contradictorio, ya que a pesar de existir compromiso público de no privatización, su política claramente avanza en la apertura a la participación privada en la prestación de los servicios de agua potable (CDC, 2005).



El recurso agua ha sido permanentemente alterado en su estado natural por las más diversas actividades humanas; desde actividades domésticas, agrícolas, artesanales, industriales hasta la alta producción de desechos sólidos, peligrosos y líquidos que son lanzados a las fuentes de agua (MARN, 2000).

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, “es conocida la alarmante degradación de los recursos hídricos superficiales del país, presentando altos niveles de contaminación química y/o biológica en el 90% de dichos recursos (MARN, 2000).

De manera general, todos los ríos que en su recorrido pasan por asentamientos humanos, industrias y agroindustrias, están contaminados, en pocos casos existe algún tratamiento de aguas residuales. Se reportan 1,833 industrias y agroindustrias de las cuales el 21% no presentan vertidos, el 70% no realiza tratamiento de sus aguas residuales y sólo el 9% lo hace. A nivel nacional, se estima que el tratamiento de las aguas servidas es menor del 2% y en efluentes es menor del 5% (MARN, 2000).

Los desechos y residuos que contaminan los mantos acuíferos provienen de actividades agroindustriales como beneficios de café, botaderos de basura a cielo abierto, plaguicidas en áreas agrícolas y desechos humanos” (MARN, 2000).

Según informe de PNUD (2001), “en 1981 se formuló una propuesta para resolver el Río Acelhuate, el más contaminado del país. Si bien la propuesta trató de abordar el problema de una manera integral, más allá del diagnóstico no hubo mayores avances. De hecho, el plan de manejo para la Cuenca del Río Acelhuate (Land Resources Development Centre, 1981) nunca se ejecutó, a inicios de los noventa también se diseñó un Plan Nacional de Saneamiento 1991 – 2000, además de las metas de cobertura en los servicios de agua potable, este Plan buscaba, para el año 2000, que el máximo posible de la población contara con servicios de saneamiento urbano y rural, como medio para mejorar la salud y el bienestar de la población, Sin embargo, los recursos del préstamo del BID a este programa se reorientaron a la reconstrucción, en febrero de 2001.”



“La disponibilidad de agua de calidad es condición indispensable para la vida: más que cualquier otro factor, la calidad del agua condiciona la calidad de vida. Sin embargo, la contaminación de vertidos domésticos e industriales, así como la disposición inadecuada de los desechos sólidos y la aplicación de agroquímicos, pesticidas y plaguicidas en la agricultura constituyen fuentes permanentes de contaminación del agua” (PNUD, 2001).

En el estudio Margarita Beneke, cita la página Web del Ministerio de Medio Ambiente en los siguientes términos: “El acceso deficiente del agua y saneamiento cobra un alto precio en víctimas y productividad humana. Alrededor de 12,000 niños mueren cada año por enfermedades diarreicas y que están relacionadas con la ingestión de agua potable contaminada, higiene deficiente, alimentos contaminados y aguas negras sin tratar o sin recolectar y residuos sólidos” (PNUD, 2001).

La mayoría de las industrias descargan las emisiones no tratadas en las alcantarillas, ríos, terrenos vecinos o en las calles. Por ejemplo, 90% de las industrias que descargan sustancias altamente tóxicas, ubicadas principalmente en San Salvador, no tratan sus emisiones (PNUD, 2001).

Las consecuencias de la contaminación descontrolada del agua incluyen a) daños a la pesca, y todo tipo de vida acuática y a la recreación; b) crecientes conflictos con otros usuarios, tales como los agricultores río abajo que utilizan el agua para irrigación; c) mayores costos del suministro del agua urbana, ya sea por mayores costos de tratamiento necesarios o por tener que explotar las fuentes más distantes y caras; y contaminación de las vertientes, pozos y acuíferos usados directamente como fuentes de agua, resultando en problemas de salud de la población”(Beneke, 2008?).

2.3.1 Importancia y disponibilidad del agua en El Salvador

El agua interviene en las actividades diarias de los salvadoreños pero esta rara vez se percata de la importancia que tiene en sus vidas. Se halla en los alimentos que consumimos, la energía que ocupamos en los hogares, oficinas,



comercio e industria. Es un elemento vital para la salud de los habitantes y también está presente en nuestras actividades recreativas cuando disfrutamos de los paseos al mar, lagos y ríos (Ventura, 1999).

Así, cuando se abre un chorro, un interruptor eléctrico, consumimos una comida o efectuamos un proceso industrial, nos olvidamos de cómo y porque el agua participa en esas acciones y también que su cantidad no es infinita, o sea que la cantidad disponible en El Salvador ha sido, es y será siempre la misma (Ventura, 1999).

La disponibilidad de agua en El Salvador se distribuye en la manera siguiente: El volumen de agua lluvia promedio que cae anualmente sobre los 21,000km² de El Salvador es de 37800 x 10⁶ m³; de estos el 95% cae entre los meses de mayo a octubre y el restante 5% entre noviembre y abril. De estos 37800x 10⁶m³ que caen como lluvia se estima que un 30% se escurre por los ríos hacia el mar completando un volumen de 11340 x 10⁶m³. Un 10% de lluvia recarga los mantos de agua subterránea, lo que representa 3780 x 10⁶m³. Esta cantidad se evidencia como en asenso en los niveles de las aguas subterráneas durante la época lluviosas y es descargado en los ríos tanto en época de lluvia como en época seca (Ventura, 1999).

El 60% del agua caída es retornada a la atmósfera como evaporación y evapotranspiración, proveniente de los suelos y de las plantas, las que utilizan el agua extraída de los suelos para su desarrollo. Estos representan un volumen de 22680 x 10⁶ m³. Los lagos reciben el escurrimiento de algunos ríos dentro de su cuenca, aumentando sus niveles durante la época lluviosa (Ventura, 1999).

El salvador es uno de los tres países de América Latina que viven en "estrés hídrico", la constante destrucción de los arboles, en muchos casos ubicados en zona de recarga acuífera, la grave contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, la sobreexplotación de los acuíferos, los evidentes problemas de disponibilidad y acceso son solo algunas señales de la grave problemática en que se encuentra en este país los recursos hídricos, y dentro de estos el agua para consumo humano (CDC, 2007).



El Salvador se encuentra en el último puesto en términos de acceso al agua y en el penúltimo lugar en acceso a saneamiento entre los países latinoamericanos. Solo el 58% de los hogares salvadoreños tiene conexión domiciliar a cañerías (ya sea fuera o dentro de la vivienda). En las zonas urbanas es el 73.4% de los hogares, pero en las zonas rurales es de 31.7%. Solo el 35% de la población del país tiene acceso a alcantarillado y tan solo se depura el 2% de las aguas residuales (Banco Mundial, 2005 citado por Foro Nacional por la Defensa de la Sustentabilidad y el Derecho al Agua, 2006?).

En resumen, se debe priorizar el abastecimiento de agua para satisfacer las necesidades básicas de las personas y ayudar a mejorar la calidad de vida de la gente, en especial la de los más pobres. Como primeras prioridades se establecen el consumo humano y la producción de alimentos. Se requiere establecer un régimen diferenciado para quienes hacen uso social del agua y para quienes hacen uso comercial o empresarial de la misma. El agua no debe verse únicamente como “recurso”, ya que también es fuente de vida para otros seres vivos sin los cuales la vida humana no sería posible. Además, el ciclo hidrológico está vinculado con la vitalidad de otros elementos de la naturaleza como el suelo, el clima, etc. Se deben establecer con claridad los delitos contra el agua cuando se contaminen con químicos las aguas superficiales o profundas, se afecten los sistemas de agua para consumo humano, y cuando se destruyan zonas de recarga, bosques y fuentes de agua (Ibarra, s.f.).

2.3.2 Consumo de agua embotellada

El deficiente servicio de agua que por años han sufrido amplios sectores de la población, aunado a las dudas sobre la calidad del agua suministrada, son algunas de las causas que han facilitado el vertiginoso aumento del mercado del agua envasada en el país (CDC 2007).

Según estimaciones del PNUD (2006), el mercado del agua envasada ya representa una facturación anual de 43.5 millones de dólares, cifra que siempre



según el PNUD equivale al 65% de la facturación anual de la estatal Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) en el año 2005.

La venta de agua envasada es un negocio redondo en El Salvador, situación que tiene como contrapartida el aumento en el gasto familiar en agua potable; ahora, miles de familias que tienen problemas con la calidad o con la continuidad en el servicio de agua se ven obligadas a comprar agua envasada en bolsa, botellas, galones o garrafones (CDC, 2007).

Según datos oficiales, una familia promedio en El Salvador consume treinta y tres (33) metros cúbicos de agua al mes, cantidad que con la tarifa de ANDA significa un gasto de ocho dólares con setenta y cuatro centavos (\$8.74); pero si esta familia promedio tiene problemas con la calidad del agua que le sirve ANDA o simplemente tiene dudas sobre la calidad del servicio, y decide comprar agua embotellada, a los \$8.74 habría que sumarle el gasto mensual que representa el consumo de por lo menos 4 garrafones (5 galones cada uno) de agua embotellada, que multiplicados por el precio promedio de un dólar con setenta centavos (\$1.70) da un gasto adicional de seis dólares con ochenta centavos (\$6.8), haciendo un total de gasto mensual en agua por familia de \$15.54, cifra que es un 8.9% del salario mínimo en el comercio y servicios, que asciende a \$174.24 dólares por mes (ACUA, 2012).

El floreciente negocio del agua envasada también es favorecido por los bajos precios que pagan las empresas que explotan los mantos acuíferos subterráneos o que utilizan la red pública de agua para envasar y posteriormente comercializar este vital líquido. Para el caso de las empresas envasadoras que explotan los nacimientos o aguas subterráneas (ACUA, 2012).

2.4 Principios fundamentales para la Gestión Integrada del Agua.

Artiga (2006), plantea seis Principios fundamentales para la Gestión Integrada del Agua:

- ✓ **El agua como un recurso natural finito y vulnerable**, condicionante de la sobrevivencia del hombre y la naturaleza. Se reconoce el agua como un



recurso vulnerable, finito, escaso, en cantidad como en calidad y como tal un bien económico, por lo que su manejo debe garantizar el equilibrio entre oferta y demanda para asegurar su aprovechamiento sustentable.

- ✓ **El principio de la Unidad del Ciclo Hidrológico.** Todas las aguas, sea cual sea su origen, estado físico o ubicación (superficiales o subterráneas, sistemas lóticos o lénticos, fósiles o termales) son fases de un mismo ciclo, sin perjuicio de las distintas particularidades técnicas que puedan requerirse para su aprovechamiento específico.
- ✓ **Integración de la gestión del agua con la gestión ambiental** y de los recursos naturales renovables. La estrecha interdependencia entre todos los recursos naturales y demás elementos ambientales, y el aprovechamiento del agua, requiere de una visión integral e integrada de la gestión del ambiente y de los recursos naturales, incluido el recurso agua. Lo cual no significa que la autoridad del agua esté sometida o contenida en el marco administrativo del medio ambiente, lo cual representaría un sesgo a evitar.
- ✓ **La Cuenca Hidrográfica** como unidad de planificación para la gestión integral. La Cuenca Hidrográfica (o el sistema de subcuencas o microcuencas de preferencia en un marco como el de El Salvador) como la unidad territorial para la implementación y desarrollo de la Política Nacional del Agua y del Sistema Nacional correspondiente. La cuenca es la unidad geográfica idónea para la gestión, como espacio funcional / ambiental, en el cual el agua constituye el elemento principal, que define el ámbito espacial, pero a su vez, expresión de la dinámica total del sistema.
- ✓ **La Gestión ampliamente participativa.** Concebir la gestión del agua como un proceso participativo que posibilita un amplio involucramiento de todos los actores vinculados con el recurso: usuarios, entes gubernamentales (nivel nacional, regional y local), sociedad civil organizada, y otros organismos que inciden en la toma de decisiones. La participación es factor primordial dentro de una política de gestión integral. Se hace necesario reforzar el papel de las



colectividades regionales y micro-regionales dentro del proceso, que haga factible la instrumentación de acciones y contribuya a alcanzar los objetivos propuestos, garantizando, por una parte, satisfacer las demandas, y por otra, la conservación y mejoramiento del recurso.

- ✓ **El dominio público del agua**, en función de su carácter de elemento esencial para el desarrollo económico, social y ambiental. Sin que ello limite la garantía y seguridad jurídica de los derechos de uso para los diferentes usos.

2.5 La cuenca hidrográfica

2.5.1 Concepto de cuenca

Según Gámez (2009) y Tapia (s.f.), la cuenca hidrográfica es la Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado (Fig. 2). Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como "parteaguas". El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativo entre dos laderas adyacentes pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar subcuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las subcuencas se conocen como parteaguas secundarios





Fig. 2 Imagen de una cuenca hidrográfica (Fuente: RIOB, 2009)

Según Sánchez (s. f.), citado por Londoño (2001), la cuenca es la “una unidad espacial global, delimitada superficialmente por un área natural de drenaje cuyas aguas vierten a un colector común, en la cual interactúan orgánicamente elementos físico-bióticos, que el hombre utiliza en los procesos de producción y consumo de medios materiales de vida, como base de recursos, base de soporte y base de desechos, en el marco de las relaciones de producción de un sistema social dado”.

2.5.2 Elementos de una cuenca

Sánchez (s.f.) citado por Londoño (2001), establece que los elementos de una cuenca son

- ✓ **El río principal:** Actúa como el único colector de las aguas. El río principal tiene un curso, que es la distancia entre donde nace y su desembocadura. En el curso de un río distinguimos tres partes: curso superior (parte más elevada del **relieve**) curso medio (parte donde zigzagua) y curso inferior (partes más bajas de la cuenca).
- ✓ **Los afluentes:** Son los ríos secundarios que desaguan en el río principal. Cada afluente tiene su respectiva cuenca.
- ✓ **Línea de las altas cumbres:** Es la que separa a las cuencas vecinas.
- ✓ **El relieve de la cuenca:** Está formado por las montañas, por las quebradas, valles y mesetas.



- ✓ **Las obras humanas:** Se refiere a las construcciones cercanas a la cuenca como viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego, obras de energía y vías de comunicación. El ser humano es el causante de muchos desastres dentro de la cuenca, ya que se sobre explota la cuenca quitándole vegetación y trayendo inundaciones en las partes bajas.

Según Gámez (2009), las Partes constitutivas de una cuenca son:

- El parteaguas.
- Sus vertientes.
- Su valle o cuenca baja.
- Su red de avenamiento o de drenaje

2.5.3 Clasificación de las cuencas

Gámez, (2009) establece la siguiente clasificación:

- a) Cuenca Principal: Es aquella en que el cuerpo principal de agua desemboca directamente al océano.
- b) Subcuenca: Es aquella que tributa hacia otra cuenca. La de primer orden tributa hacia una cuenca principal, la de segundo hacia una subcuenca y así sucesivamente.
- c) Microcuenca: Es una cuenca o subcuenca de tamaño reducido.

2.5.4 Funciones de la cuenca

Según la Comisión de Cuenca Valle de Bravo (2008) dentro de la cuenca, existen componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, cada uno de ellos con una función. Dentro de la cuenca se tienen los componentes hidrológicos, ecológicos, ambientales y socioeconómicos, cuyas funciones a continuación se describen:

a) Función Hidrológica

- Captación de agua de las diferentes fuentes de precipitación para formar el escurrimiento de manantiales, ríos y arroyos.



- Almacenamiento del agua en sus diferentes formas y tiempos de duración.
- Descarga del agua como escurrimiento.

b) Función Ecológica

- Provee diversidad de sitios y rutas a lo largo de la cual se llevan a cabo interacciones entre las características de calidad física y química del agua
- Provee de hábitat para la flora y fauna que constituyen los elementos biológicos del ecosistema y tienen interacciones entre las características físicas y biológicas del agua

c) Función ambiental

- Constituye sumideros de CO₂.
- Alberga bancos de germoplasma.
- Regula la recarga hídrica y los ciclos biogeoquímicos.
- Conserva la biodiversidad.
- Mantiene la integridad y la diversidad de los suelos.

d) Función Socioeconómica

- Suministra recursos naturales para el desarrollo de actividades productivas que dan sustento a la población.
- Provee de un espacio para el desarrollo social y cultural de la sociedad.

2.5.5 Implicaciones del manejo integrado y sostenible de las cuencas hidrográficas.

- Una de las razones mayores para enfocar en la cuenca la planificación ambiental es por la utilización de los recursos hídricos que contiene. El agua es uno de los recursos de mayor importancia y que muchas personas asumen como inagotable. El agua viene de una recolección de laderas, pasando por varios procesos que incluyen la precipitación, condensación, infiltración, evaporación, transpiración y escorrentía. Las laderas tienen sus características físicas de vegetación, suelo, roca y encima de todas tenemos las actividades de los seres humanos así como su forma de manejo de la vegetación, químicos y desechos (MINED et al., 2005).



Entonces el agua es afectada en forma natural y antropogénica (por efecto de acciones humanas) en términos de su calidad, cantidad y disponibilidad a través del espacio y del tiempo. Específicamente el agua, es un recurso que valoramos por las siguientes características:

- Calidad: limpia, sana y libre de organismos o sustancias dañinas.
- Cantidad: el volumen necesario para satisfacer las necesidades básicas para una vida sana y productiva.
- Regularidad y seguridad: con pocas variaciones y siempre en calidad y cantidad necesaria.
- Disponibilidad: acceso conveniente y sin demasiado costo de tiempo y dinero (MINED et al., 2005).

Las escalas y el tiempo importan la disponibilidad de agua de buena calidad esta cada vez más limitada en el mundo. El país y sus regiones que no administran sus cuencas y el agua en forma sustentable están bajo una amenaza constante (Dourojeanni, 2005)

2.5.6 Cuencas que constituyen el territorio de El Salvador

El territorio de El Salvador se caracteriza porque parte de su área se ubica en otros países centro americanos, este es el caso de la cuenca del Rio Paz, la cual comparte El Salvador con Guatemala; la del Lempa que comparte El Salvador con Guatemala y Honduras. En el resto el territorio de El Salvador se localizan cuencas situadas, la totalidad dentro de los límites fronterizos del país (Ventura, 1999).

2.5.7 Principales cuencas y regiones hidrográficas de El Salvador

Según Visión Mundial (s.f.), El Salvador posee 58 cuencas exorréicas las cuales desempeñan el papel de recogimiento superficial del agua caída en forma de lluvia. Todas drenan al litoral del Océano Pacífico. Entre las cuencas de mayor importancia se encuentra la del río Lempa, en cuyo cauce principal se han construido tres centrales hidroeléctricas: Central Hidroeléctrica del Cerrón Grande, Central Hidroeléctrica 15 de Septiembre y Central Hidroeléctrica 5 de Noviembre, dichas



estructuras han modificado notoriamente el cauce y el paisaje natural del río y consecuentemente el de la cuenca, así también, la Central Hidroeléctrica Guajoyo, drena las aguas del lago de Güija y las incorpora al cauce del río Lempa aguas arriba del embalse de la C. H. Cerrón Grande. Otra de las cuencas de importancia es la del Río Grande de San Miguel que es la cuenca hidrográfica más grande que está comprendida en su totalidad dentro del territorio salvadoreño. El Salvador comparte con Guatemala la cuenca del río Paz y la del Lempa y con Honduras la del Lempa y Goascorán. Existen además varias cuencas endorreicas, que generalmente están ligadas a un lago, laguna o laguneta; siendo la de mayor área la del lago de Coatepeque.

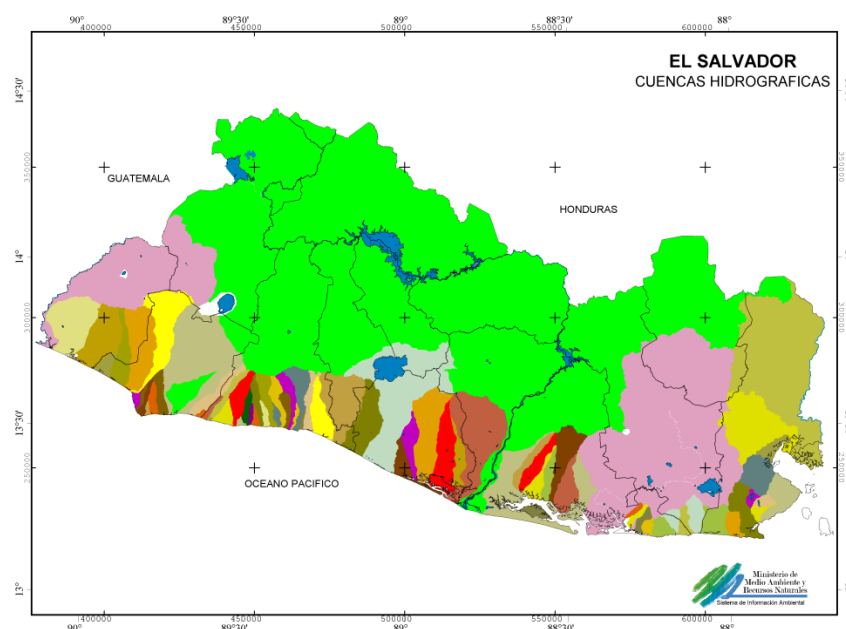


Fig. 3 Cuencas hidrográficas en El Salvador (Fuente: MARN, s.f.)

Según el MARN (2004), el territorio de El Salvador se distribuye, fundamentalmente, entre seis cuencas hidrográficas y cinco zonas con ríos de pequeño recorrido. Todas ellas aparecen reflejadas en el Mapa 1 adjunto, siendo enumeradas y comentadas a continuación.

- Cuenca del río Lempa, compartida con Honduras y Guatemala.
- Cuenca del río Paz, compartida con Guatemala.
- Sonsonate, cuenca conformada por los ríos: San Pedro y Sensunapán.



- Cuenca del río Jiboa, en parte alimentada por el Desagüe del Lago de Ilopango.
- Cuenca del Río Grande de San Miguel.
- Cuenca del río Goascorán, compartida con Honduras.

Por otra parte, en la zona costera se presentan ríos de corto recorrido, que se han agrupado del siguiente modo:

- Entre los ríos Paz y Sonsonate
- Entre los ríos Sonsonate y Jiboa
- Entre los ríos Jiboa y Lempa
- Entre los ríos Lempa y Grande de San Miguel
- Entre los ríos Grande de San Miguel y Goascorán

2.5.8 La microcuenca

El concepto de la microcuenca debe ser considerado desde un principio como un ámbito de organización social, económica y operativa, además de la perspectiva territorial e hidrológica tradicionalmente considerada. Asimismo, es en la microcuenca donde ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en su área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores) (Monroy, s.f.).

Microcuenca: Es una parte de terreno, delimitado por las partes altas de las montañas donde el agua de la lluvia se concentra y se consume en el suelo, para salir después por un cauce-principal y desembocar en una quebrada, río o lago (MARN, s.f.).

2.5.8.1 Importancia de la microcuenca

Esta alternativa de utilizar el manejo integral de las microcuencas, para contribuir con el desarrollo sostenible, tiene su base en las posibilidades más directas que se definen en los espacios de las microcuencas. En territorio pequeño es



probable que las comunidades tengan intereses comunes, por lo tanto la participación conjunta de actores y usuarios de los servicios y recursos de las cuencas, harán posible la aplicación de todas las acciones técnicas directas e indirectas que la cuenca requiere (World Visión, s.f.).

2.5.8.2 Zonas de una microcuenca

Según el MARN (s.f.), en la microcuenca, se identifican tres zonas importantes:

- **Parte alta o zona de recarga:** Es el lugar donde se produce la mayor infiltración del agua, debido a la abundancia de lluvias en la zona, y en ocasiones a la presencia de neblinas; razón por la cual, deberá permanecer siempre forestada, para permitir la infiltración del agua.
- **Parte media o zona de amortiguamiento:** Es la parte de la microcuenca que permite el desarrollo de actividades agrícolas bajo restricciones y con la implementación de técnicas de conservación de suelos como cultivos en curvas a nivel, barreras vivas, barreras muertas, fajas en contorno, terrazas individuales, acequias de ladera; esta es la zona vulnerable de la microcuenca, cuando no se practican estas técnicas de cultivo.
- **Parte baja o ribereña:** Es la zona de drenaje de la microcuenca, ya que recoge toda el agua de las partes altas y medias de ésta, es aquí donde se pueden practicar las actividades agrícolas y ganaderas, desarrollar industrias y construir viviendas.

2.6 Aguas subterráneas en El Salvador

El agua subterránea se origina cuando una parte de la precipitación que no es transportada por la escorrentía superficial penetra en la capa vegetal llenando completamente los vacíos del suelo y de la roca, mostrando movimientos que dependen casi sólo de las fuerzas de gravedad y fricción, lo que produce una alimentación de las corrientes subterráneas que constituyen un acuífero. Los vacíos



tanto en suelos como en rocas pueden ser poros, rupturas, grietas, fisuras o cuevas de distinto tamaño (Chávez, 2005).

Según el Cuerpo de Ingenieros De los Estados Unidos de América (1998), El Salvador se basa profundamente en las fuentes de agua subterránea para su abastecimiento de agua, debido a que el agua superficial generalmente está severamente contaminada y por lo tanto no está procesada debidamente para el abastecimiento de agua. En áreas urbanas, aproximadamente el 86 por ciento de la población tiene acceso a servicios de abastecimiento de agua y el 84 por ciento a servicios de sanitización.

2.6.1 El concepto de acuífero

El Salvador también posee reservas de aguas subterráneas, las cuales son generalmente utilizadas para abastecer de agua potable a las poblaciones y en algunos lugares a proyectos de riego. Estas aguas subterráneas están contenidas en reservorios subterráneos conocidos como acuíferos (Ventura, 1999).

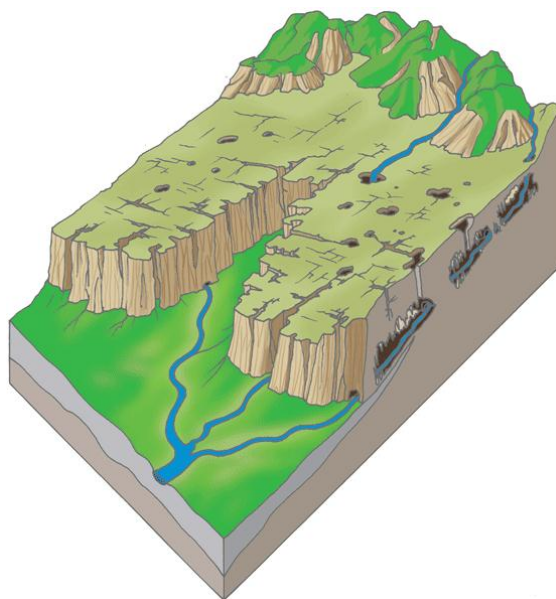


Fig. 4 Acuífero no confinado (Fuente: Kalipedia, s.f.)

El Salvador en su territorio posee reservas de agua subterráneas que se utilizan para abastecimiento de diferentes tipos de Proyectos. Estas aguas



subterráneas están contenidas en reservorios subterráneos conocidos como acuíferos (MARN, 2004).

Un acuífero es entonces una formación geológica subterránea capaz de almacenar y conducir agua. Por tanto está en función de la permeabilidad y porosidad de los materiales y de los niveles de agua subterránea dentro de los niveles de agua en el suelo (Ventura, 1999).

También llamados cuencas del agua subterránea, son formaciones geológicas con suficiente permeabilidad para transmitir y producir agua en cantidades utilizables, transportando el agua a un punto de descarga particular y está limitada por divisorios de agua subterránea. Debe tenerse en cuenta que la línea divisoria de aguas subterráneas no es necesariamente igual al contorno real de la cuenca superficial, ya que podría estar determinada en función de los perfiles de la estructura geológica, fundamentalmente por los estratos impermeables, haciendo que el contorno de aportación de aguas subterráneas sea distinto del superficial (Chávez, 2005)

Según (Chávez, 2005) las Zonas de un Acuífero son:

- Zona de alimentación recarga: La zona de alimentación es aquella donde el agua de precipitación se infiltra
- Zona de circulación: La zona de circulación es la parte comprendida entre la zona de alimentación y la zona de descarga, en donde el agua se desplaza por efecto de la gravedad
- Zona de descarga: La zona de descarga es la zona donde el agua sale del acuífero, como puede ser un manantial o la descarga al mar o a un río.

Un acuífero para poder ser aprovechable debe estar constituido por un área de recarga, un depósito de aguas subterráneas y un área de descarga.

Un área de recarga es aquella en donde la lluvia se infiltra en grandes cantidades en el suelo, profundizándose por gravedad hasta alimentar los niveles del agua subterránea. Por tanto su función principal es captar agua lluvia.



Un depósito de agua subterránea es aquel que contiene grandes cantidades de agua almacenadas y donde se construyen pozos para poder obtener y aprovechar estas aguas.

Un área de descarga es aquella por donde el depósito dejar salir el agua que ya no puede para almacenar.

Cuando un acuífero no tiene un área de recarga se considera que prácticamente no es aprovechable, ya que sus reservas se terminan cuando se le explota por medio de pozos (MARN, 2004).

2.6.2 Áreas principales de recarga en El Salvador

Están constituidos por las formaciones del volcanismo joven ubicados en la cadena costera comprende los macizos volcánicos existentes en El Salvador orientados de oeste a este. Estos poseen alta infiltración y cobertura vegetal perenne. Los forman lavas escoriases recientes, lavas andecíticas y basálticas cubiertas por la pille y cenizas volcánicas bajo suelos altamente permeables que pueden absorber hasta el 40% de la lamina anual de lluvia precipitada (Ventura, 1999).

2.6.2.1 Depósitos de Agua Subterránea en El Salvador

Los depósitos importantes de agua subterránea en el país, están constituidos por formaciones aluviales recientes, compuestas por materiales no consolidados que han sido arrastrados por los ríos y que se han depositado en las costas así como en las márgenes de ríos importantes en los valles interiores del país (MARN ,2004).

Depósitos adicionales importantes de agua subterránea, están constituidos en los materiales de ceniza volcánica, provenientes de las explosiones de los volcanes, tales como pómez, cenizas y tobas, algunas veces intercalados con lavas altamente permeables. Estas formaciones se localizan en los valles interiores de la Fosa Central y en los valles de San Salvador, Ahuachapán, Santa Ana, San Vicente, San Miguel y La Unión, entre otros, y predominantemente en la cadena volcánica central (MARN, 2004).



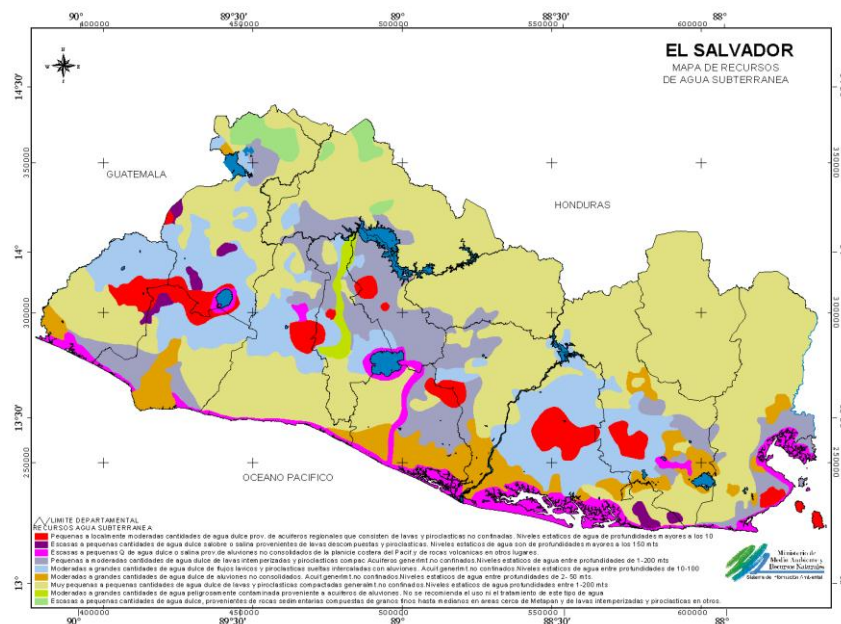


Fig. 5 Aguas subterráneas en El Salvador (Fuente: MARN, f.s.)

2.6.2.2 Área de descarga naturales

Las principales áreas de descarga están ubicadas en la costa donde los acuíferos están conectadas directamente con el océano así también los principales ríos del país descargan durante la época lluviosa parte de sus aguas a los depósitos subterráneos que se localizan en planicies aluviales a sus márgenes. Cuando llega la estación seca los depósitos revierten el proceso y descargan sus aguas excedentes a sus ríos vecinos (Ventura, 1999).

2.6.2.3 Principales acuíferos de El Salvador

Acuíferos en los valles interiores estos se localizan en los valles al pie de los volcanes jóvenes. Así se distinguen: Valles altos de Ahuachapán, Valle de Santa Ana, Zapotitlán Valle de San Salvador, Valle de San Vicente, Valle de Usulután y Valles de San Miguel.

En los valles donde las formaciones acuíferas están constituidas por lavas de alta permeabilidad, pueden obtenerse al perforar pozos, caudales que oscilan entre los 60 y 120 litros/segundos. En los valles donde las formaciones acuíferas están constituidas en su mayoría por materiales piro clásticos (proveniente de las



explosiones de los volcanes los caudales que pueden obtenerse oscilan entre los 5 y los 50 litros/segundos (Ventura, 1999).

➤ **Acuíferos del Valle San Salvador**

Este acuífero se ubica bajo la ciudad capital y está constituido por el área de recarga del volcán de San Salvador; el depósito de agua subterránea en el valle propiamente dicho y su área de descarga es el Río Acelhuate y sus afluentes.

Los materiales que los constituyen son las lavas de alta permeabilidad, intercaladas con materiales piroclásticos provenientes de la explosión de Ilopango. La profundidad del agua subterránea varía entre los 30 y 90 metros. La profundidad de los pozos perforados en general oscila entre 70 y 120 metros. Los caudales que pueden obtenerse en los pozos oscilan entre los 20 litros/segundo y los 50 litros/segundo. En la actualidad, todo el potencial del acuífero está siendo aprovechado para el abastecimiento de agua potable de San Salvador.

El área de recarga del volcán ha sido deforestada y disminuida por el crecimiento de la ciudad, y desde hace varias décadas el acuífero está en proceso de sobreexplotación (MARN ,2004)

➤ **Acuífero de Valle de Zapotitlán**

Este se localiza entre el valle de los volcanes de San Salvador y Santa Ana actualmente se aprovecha para abastecer las áreas de riego de Zapotitlán, se abastece de agua potable a la Ciudad de San Salvador por medio del proyecto zona norte este acuífero puede decirse que está equilibrado en su explotación ya que en las áreas de recarga de San Salvador y Santa Ana a un cuentan con cobertura vegetal (Ventura, 1999).

➤ **Acuíferos de los Valles de Ahuachapán, Santa Ana, San Vicente y Usulután**



Estos acuíferos se localizan en los valles a los pies de los valles jóvenes del mismo nombre se utiliza para abastecer de agua potable a las ciudades y poblaciones cercanas (Ventura, 1999).

➤ **Acuífero del Valle de San Miguel**

Este acuífero se localiza en torno al volcán de San Miguel, desde los alrededores de la ciudad de San Miguel, a lo largo de la Carretera San Miguel El Delirio y en el Valle Bajo de la Cuenca del Río Grande de San Miguel, entre el Delirio y Usulután a ambos lados de la Carretera del Litoral. Es uno de los acuíferos más ricos de El Salvador y es aprovechado para abastecer de agua potable a la ciudad de San Miguel. Así también, se han efectuado estudios detallados para abastecer de agua potable por medio de pozos a importantes proyectos de riego, tales como: Quelepa, en las afueras de la ciudad de San Miguel y Usulután -- Vado Marín en el Valle bajo de San Miguel. La profundidad del agua en estos acuíferos puede oscilar entre los 10 y 50 metros. Los pozos pueden variar en profundidad entre los 60 y 120 metros y los caudales a obtenerse varían entre los 30 litros/segundo y los 120 litros/segundo (MARN, 2004).

➤ **Acuíferos costeros**

Planicie costera occidental

Comprende desde los alrededores de Acajutla y Río Paz, la profundidad del agua varía entre 1 y 30 metros de profundidad (Ventura, 1999).

➤ **Acuífero de Sonsonate.**

Se origina en el área de recarga de los Volcanes de Santa Ana y de Izalco. La profundidad del agua subterránea varía entre los 5 y los 50 metros. La profundidad de los pozos varía entre los 60 y los 120 metros y los caudales a obtenerse de los 40 a los 100 litros/segundo (MARN ,2004).

➤ **Acuífero de la Planicie Costera Central**

Este acuífero se extiende desde San Diego en La Libertad hasta el Río Lempa.



Su área de recarga principal es el Volcán de San Vicente.. Las profundidades del agua subterránea puede variar entre los 5 y los 60 metros, los pozos a perforarse entre los 60 y los 120 metros. Los caudales a obtenerse están entre los 10 y los 40 litros/segundo. Dado el elevado desarrollo turístico de las costas vecinas, el peligro de contaminación salina ya existe debido a la sobreexplotación de sus aguas. (MARN, 2004).

➤ **Acuífero Costero Río Lempa-Usulután**

Tiene su área de recarga en la Cadena Volcánica de Usulután. Es de un elevado potencial hídrico; la profundidad del agua varía entre los 10 y los 80 metros y los pozos pueden perforarse a profundidad entre los 60 y 150 metros. Los caudales a obtenerse varían entre los 40 y los 150 litros/segundo. Actualmente se usa para abastecer de agua de riego y potable a poblaciones localizadas en su área de influencia (MARN, 2004).

2.6.2.4 Importancia de conservar las áreas de recarga

Un depósito de agua subterránea que no tiene área de recarga al ser explotado se seca rápidamente así también si tiene un área de recarga y se destruye por la deforestación también se seca el acuífero y los nacimientos de agua que no son sino descargas del acuífero. En vista de que la gran mayoría de poblaciones y ciudades al pie de las áreas de recarga de los acuíferos es de vital necesidad que estas sean declaradas zonas de protección de los recursos naturales de manera que los bosques y depósitos no sean destruidos de otra manera el agua en estos lugares será más escasa y más caro su abastecimiento (Ventura, 1999).

2.7 Principales usos del agua en El Salvador y sus efectos

El agua en El Salvador se vuelve cada día más escasa no solo por el agotamiento de las zonas de recarga acuífera, la deforestación y la falta de políticas de protección de ésta, la contaminación y el mal uso que se hace de este recurso natural; es que el ser humano no acaba de comprender que el agua es un recurso finito y vulnerable y que tiende a agotarse con el correr de los años. Los ecólogos coinciden en decir que solo en la ciudad capital los mantos acuíferos están bajando



más de un metro cada año, por lo que tarde o temprano estos mantos se van a secar, por lo que puede mencionarse que hace 20 años el agua que se consumía en San Salvador venía de sus alrededores, 10 años después se tuvo que traer el agua de Quezaltepeque y en la actualidad la mayor parte del agua que consumimos en el área metropolitana proviene del Río Lempa; agua que al no ser apta para el consumo humano necesita que se invierta para su tratamiento y su potabilización. El Salvador es el país de los contrastes, a tal punto que en pleno invierno es normal que las comunidades padezcan de la falta de agua potable por problemas que se derivan de la mala administración de recurso, tuberías obsoletas y la escasez del líquido (El problema actual del agua en El Salvador, s.f.).

2.7.1 Abastecimientos de agua potable y alcantarillado sanitario

El desarrollo económico y social de El Salvador ha estado íntimamente ligado al uso de recurso agua. Así vemos como las cabeceras departamentales se asentaron en las cercanías de fuentes de agua y nacimientos (Ventura, 1999).

Uno de los usos que mejor refleja la importancia que este recurso tiene en los salvadoreños es el abastecimiento de agua potable en este sentido merece especial atención la evolución que este servicio ha tenido en el área metropolitana de San Salvador, ciudad capital que ha experimentado un gran crecimiento poblacional. El crecimiento ha incidido en la calidad de las aguas Rio Acelhuate (Ventura, 1999).

La tendencia reciente de la cobertura en los servicios de agua potable y saneamiento en El Salvador indican un leve aumento, sobre todo en las zonas urbanas. Sin embargo, la mayoría de los sistemas en general, presentan una serie de problemas que comprometen las posibilidades de sostenibilidad de esos sistemas, y por ende del servicio de abastecimiento de agua potable y saneamiento (PRISMA, 2001).

La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) es el mayor oferente de servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado. Aunque la presencia de ANDA es amplia a nivel nacional (70% de los municipios), su



cobertura tiene una alta concentración. Las principales zonas urbanas abarcan la mayor parte de las conexiones de agua potable de ANDA, contrastando con la situación de las zonas rurales (PRISMA, 2001).

2.8 El acuífero en la zona de influencia de San Miguel

2.8.1 Ubicación de la Ciudad de San Miguel

En lo referente a la ideografía, la ciudad de San Miguel está ubicada en la Zona Oriental del país en la Cuenca del Río Grande de San Miguel, específicamente dentro de subcuenca comprendida entre las estaciones hidrométricas Villerías y Moscoso a la que se identifica como Subcuenca San Miguel, Villerías – Moscoso. En vista que la ciudad de San Miguel está en crecimiento sus posibles áreas de expansión se salen de los límites de esta subcuenca, por lo que es necesario también estudiar dos subcuencas vecinas, hacia el norponiente la subcuenca del Río San Esteban y hacia el sur la subcuenca del Río El Jute (PLAMADUR, 1998).

2.8.2 Los acuíferos en la zona de influencia de la Ciudad de San Miguel

Este acuífero se localiza en torno al volcán de San Miguel, desde los alrededores de la ciudad de San Miguel, a lo largo de la Carretera San Miguel El Delirio y en el Valle Bajo de la Cuenca del Río Grande de San Miguel, entre el Delirio y Usulután a ambos lados de la Carretera del Litoral. Es uno de los acuíferos más ricos de El Salvador y es aprovechado para abastecer de agua potable a la ciudad de San Miguel. Así también, se han efectuado estudios detallados para abastecer de agua potable por medio de pozos a importantes proyectos de riego, tales como: Quelapa, en las afueras de la ciudad de San Miguel y Usulután -- Vado Marín en el Valle bajo de San Miguel. La profundidad del agua en estos acuíferos puede oscilar entre los 10 y 50 metros. Los pozos pueden variar en profundidad entre los 60 y 120 metros y los caudales a obtenerse varían entre los 30 litros/segundo y los 120 litros/segundo.



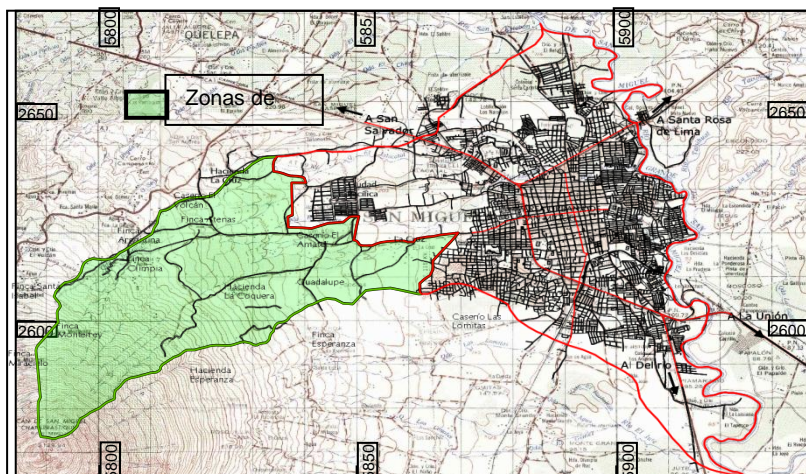


Fig. 6 Acuífero de San Miguel, (Chevez, 2005)

Se puede decir que prácticamente es mínimo el aprovechamiento que se hace del potencial de estos acuíferos y no se prevén problemas con las demandas futuras. (MARN, 2004).

En la actualidad la Ciudad de San Miguel se abastece de agua potable de un acuífero ubicado inmediatamente debajo de la zona urbana, el agua es captada por medio de posos profundos perforados ubicados en diferentes sitios dentro de la Ciudad. En otras palabras dentro de los límites de la ciudad esta la zona de explotación del acuífero (PLAMADUR 1998)².

Este acuífero, al que se identifica como San Miguel para diferenciarlo de otros acuíferos vecinos, tiene su área de descarga natural en el cauce del Rio Grande de San Miguel, que entre las estaciones hidrométricas Villerías y Moscoso, actúa como un drenaje interceptor, y que en el manantial conocido como Altos de la Cueva, se utiliza con fines turísticos. Tal como se ha indicado, tanto el acuífero como la ciudad de San Miguel, se localizan dentro de los límites de la subcuenca San Miguel – Villerías, Moscoso. Vecino a este acuífero, se localizan también hacia el norponiente el acuífero San Esteban, y al sur el acuífero El Jute ubicado en la subcuenca del Rio El Jute. Es importante hacer notar que, desde el punto hidrogeológico, existe una continuidad de flujo entre estos tres acuíferos, ya que geológicamente no hay

² PLAMADUR: Plan de desarrollo urbano de la ciudad de San Miguel



evidencias de accidentes o formaciones que eviten esta continuidad (PLAMADUR 1998).

Con la tendencia del crecimiento de la ciudad de San Miguel, este tipo de problema comienza a evidenciarse, tal como la contaminación del Rio Grande de San Miguel por las descargas del aguas negras de la ciudad sin tratamiento, contaminación del acuífero en la parte baja de la ciudad, y desarrollo urbanístico en las áreas de recarga del volcán más arriba de la cota 200 m.s.n.m., tal es el caso de la Ciudad Pacifica (PLAMADUR, 1998).

En el párrafo anterior se ha indicado el uso inadecuado de los suelos en las áreas de recarga y en el sector sur-Oriente del volcán de San Miguel, con objetivos urbanísticos. Específicamente en la parte alta de la sub cuenca del Rio El Jute, existen evidencias de problemas de deforestación. Ya se ha indicado con anterioridad que una buena cobertura forestal, en las áreas de recarga, es directamente responsable de que se mantengan sin disminuir los volúmenes de agua lluvia, que al infiltrarse en los estratos subterráneos alimentan los acuíferos de donde se abastecerá ANDA (PLAMADUR, 1998).

2.8.3 Formaciones geológicas

En el área de estudio se distinguen dos formaciones geológicas, bien diferenciadas. La formación Cuscatlán la cual es la más antigua de edad pliocénica formada por estratos de tobas y de granulometría fina a gruesa, alterando con algunos flujos de lavas andesíticas, y lavas basálticas las cuales afloran al norte, nororiente y oriente de la ciudad de San Miguel. La formación San Salvador, la más reciente, cuya edad va del pleistoceno hasta el cuaternario reciente, está constituida por piroclastos sueltos intercalados con flujos de lavas, los que se han originado como consecuencia de las erupciones del volcán de San Miguel . Todos estos materiales afloran al poniente, norponiente y sur poniente de la ciudad de San Miguel, hasta el cono del Volcán de San Miguel (PLAMADUR ,1998).

En ambos márgenes del Río Grande de San Miguel se ha depositado piroclastos retrabajados y sedimentos aluviales, los cuales forman de los depósitos



del cuaternario fluvial. Dichos materiales están formados de arcillas, limos y arenas de diferentes granulometría. El espesor de la formación San Salvador es desconocido, la mayor profundidad perforada se localiza en la zona conocida como ciudad pacífica, en las faldas del volcán, al poniente de la ciudad, a una elevación de 245 m.s.n.m., y que alcanza los 186 metros de profundidad (PLAMADUR, 1998).

2.8.4 Niveles freáticos.

El flujo del agua subterránea se da en forma radial desde las elevaciones del macizo volcánico del volcán de San Miguel y la laguna seca El Pacayal, hacia el valle donde se ubica la ciudad de San Miguel, y es descargado a los manantiales Moncagua, Altos de La Cueva, El Borbollón y La Presa, todos localizados alrededor del volcán y al Río San Esteban, Río Grande de San Miguel y Río El Jute (PLAMADUR, 1998).

La profundidad del agua subterránea varía con la localización, en el valle es donde está más cerca de la superficie. A elevaciones de la ciudad, que varía entre los 110 y los 120 m.s.n.m. se encuentra de 10 a 15 metros de profundidad. A elevaciones de 13m.s.n.m. a 20 metros de profundidad. A elevaciones de 145 a 155 m.s.n.m. el agua subterránea se encuentra a 25 metros de profundidad, y en las faldas del volcán, a una elevación de 250 m.s.n.m., el agua subterránea se encuentra a 100 metros de profundidad. Los manantiales La Presa, El Borbollón y Altos de la Cueva brotan a la superficie a la cota 100 m.s.n.m. (PLAMADUR, 1998).

2.8.5 Características Hidrogeológicas

Los valores que han sido obtenidos para los coeficientes de transmisibilidad y almacenamientos, en pruebas de bombeo efectuados en los pozos del sistema del acueducto de ANDA, varían según su localización. Los menores valores de la transmisibilidad se presentan en la zona oriental de la ciudad, en los sedimentos aluviales constituidos por arcilla y limos de baja permeabilidad (PLAMADUR, 1998)

Los valores obtenidos son menores de $100 \text{ m}^2 / \text{día}$. Al acercarse del volcán, en la parte central de la ciudad, se han obtenido valores entre 100 y $400 \text{ m}^2 / \text{día}$. En



las faldas del volcán, en los pozos de la Ciudad Pacífica, se han encontrado valores entre los 700 y los 1000 m²/día (PLAMADUR, 1998).

Los valores del coeficiente de almacenamiento se han encontrado en las pruebas que varían entre un valor $S= 0.10$ y $S= 0.03$, propios de un acuífero en condiciones libres o freáticas (PLAMADUR, 1998).

➤ Áreas de recarga.

El área de recarga del acuífero se localiza en el macizo volcánico de San Miguel y de la Laguna Seca, El Pacayal, en general estas aéreas están constituidas por materiales volcánicos de una alta permeabilidad, y en su mayoría los suelos que la constituyen están protegidos por la Forestal existente en la parte alta, y en las faldas del volcán de San Miguel (Fig. 1). Estos materiales volcánicos son los que se han identificado anteriormente como la Formación San Salvador. La Formación Cuscatlán, por ser impermeable, actúan no como un área de recarga, sino que como una barrera negativa al flujo del agua subterránea (PLAMADUR, 1998).

El área de recarga hídrica del acuífero que alimenta las fuentes de agua potable de ANDA, tiene una extensión de 20.85 km² (Chávez, 2005).

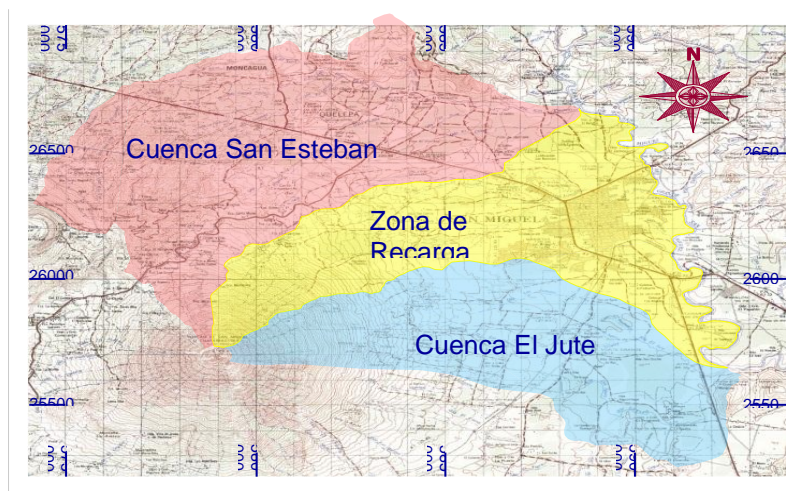


Fig. 7 Zona de recarga Hídrica-Acuífero de San Miguel
(Fuente: Chávez, 2005)



➤ **Áreas de descarga**

Las áreas de descarga de los acuíferos de San Miguel, San Esteban y El Jute, se localizan en los ríos San Esteban, San Miguel y El Jute, los cuales reciben los aportes de agua subterránea de los acuíferos antes mencionados, así como también descargan a los manantiales de la presa, El Borbollón, Altos de La Cueva y Moncagua (PLAMADUR 1998).

2.9 Agua potable en San Miguel

Descripción Técnica del Sistema

El sistema que abastece de agua potable a la ciudad de San Miguel se inicia hace más de 80 años, cuando en 1915 se captó un manantial en Moncagua que abastecía por gravedad el centro de la ciudad. A medida que creció la demanda de la población, se inició la explotación del agua subterránea de la zona (PLAMADUR 1998).

De acuerdo a los informes de C. LOTTI. ITS. El sistema de abastecimiento de agua potable de ANDA para la ciudad de San Miguel, a finales de 1995 comprende unas 15,660 conexiones y una población servida de 68,000 personas. para una población de 147,000 habitantes, de una cobertura del 46% (PLAMADUR, 1998).

A pesar que no reconoce con certeza la condición de los sistemas de agua potable en la ciudad, se asume que la pérdida de agua por fugas en la ciudad de San Miguel es de alrededor del 45% del volumen total en la red de distribución. De acuerdo a LOTTI/ITS y representantes de ANDA, el porcentaje de pérdida por fuga podría ser aun mayor debido a que el abastecimiento tiene 80 años de edad, y por lo tanto ya cumplió con su vida útil. Este factor aunado al servicio intermitente del agua potable, contribuye a la infiltración de contaminantes del subsuelo en las cañerías de agua potable por el efecto de succión que producen las bombas de agua utilizadas al interrumpirse el servicio. ANDA estima que el 47% de la población está conectada al servicio de agua potable, y que un 24% restante recibe agua de sistema autoabastecido colectivo y particulares (PLAMADUR, 1998).



2.10 Proceso metodológico para la evaluación de sostenibilidad de los sistemas.

Según Masera et al. (1999), operativamente, para dar concreción a los atributos generales se definen una serie de puntos críticos para la sustentabilidad del sistema de manejo que se relacionan con tres áreas de evaluación (ambiental, social y económica). En cada área de evaluación, se definen criterios de diagnóstico e indicadores. Este mecanismo asegura una relación clara entre los indicadores y los atributos de sustentabilidad. La información obtenida mediante los diferentes indicadores, se integra finalmente utilizando técnicas de análisis multicriterio, con el fin de emitir un juicio de valor de los sistemas de manejo y brindar sugerencias para mejorar su perfil socio ambiental. Para aplicar la metodología, se propone un ciclo de evaluación que plantea los siguientes elementos o pasos:

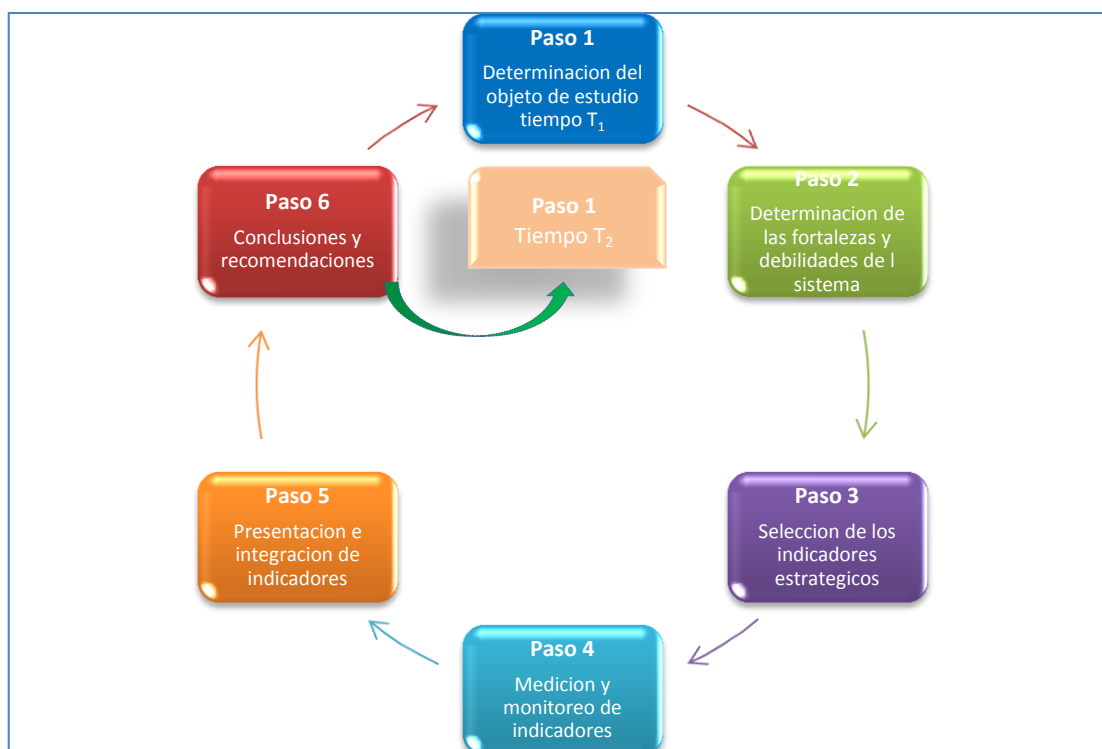


Fig. 8 Proceso metodológico para la evaluación de la sostenibilidad (Adaptado, Masera O, et al..1999)



2.10.1 Determinación del objeto de evaluación.

En este paso se definen los sistemas de manejo que se han de evaluar, sus características y el contexto socio ambiental de la evaluación; es decir, que para llevar a cabo este primer paso, deben efectuarse tres tareas concretas (Maserá et al., 1999):

- ✓ Identificar el o los sistemas de manejo que se van a analizar, incluyendo el contexto socio ambiental en donde están inmersos y las escalas espacial y temporal de la evaluación.
- ✓ Caracterizar el sistema de manejo de referencia que predomina en la región o zona.
- ✓ Caracterizar el sistema alternativo. Para los estudios longitudinales se debe caracterizar al sistema antes y después de las modificaciones realizadas.

2.10.2 Determinación de los puntos críticos del sistema.

Son puntos que pueden incidir en la sustentabilidad de los sistemas de manejo que se van a evaluar; es decir, los aspectos o procesos que limitan o fortalecen la capacidad de los sistemas para sostenerse en el tiempo. Dicho en otras palabras, los aspectos que son críticos (que facilitan u obstaculizan) para la productividad o salidas del sistema. Estos puntos pueden ser factores o procesos ambientales, técnicos, sociales, y económicos que de forma individual o combinada pueden tener un efecto crucial en la permanencia del sistema de manejo (Maserá et al., 1999).

La identificación de los puntos críticos del sistema, es una tarea indispensable para centrar y dar dimensiones manejables al problema bajo análisis; por lo que es conveniente tratar de identificar el mayor número de puntos críticos al momento de caracterizar el sistema. Una vez identificados los puntos críticos del sistema, es importante relacionarlos con los diferentes atributos de sostenibilidad, con el fin de estar seguros de que la evaluación cubre los atributos (Maserá et al., 1999).

2.10.3 Selección de los criterios de diagnóstico e indicadores.

Aquí se determinan los criterios de diagnóstico y se derivan los indicadores estratégicos para llevar a cabo la evaluación.



Definiciones básicas (Maserá et al., 1999).

- ✓ **Criterio de diagnóstico:** Describen los atributos generales de la sustentabilidad.

Representan un nivel de análisis más detallados que estos, pero más general que los indicadores. De hecho, constituyen el vínculo necesario entre los atributos, puntos críticos e indicadores, con el fin de que estos últimos permitan evaluar de manera efectiva y coherente la sustentabilidad del sistema.

Es importante tener en cuenta que, para cubrir adecuadamente un criterio de diagnóstico, muchas veces no es suficiente la información arrojado por un indicador aislado, sino que requiere un conjunto de indicadores.

- ✓ **Indicador:** A diferencia de una información exclusivamente numérica, este describe un proceso específico o un proceso de control. Por lo tanto son particulares a los procesos de los que forman parte.

Según Maserá et al. (1999), la lista de indicadores debe incluir solamente aquellos con una influencia crítica para el problema bajo estudio. Así mismo, para que el esquema de evaluación sea realmente operativo, los indicadores propuestos deben tener ciertas características:

- Ser integradores (es decir, dar información condensada sobre varios atributos importantes del sistema). Esto significa que, de preferencia, tienen que describir otros procesos además del inmediato.
- Ser fáciles de medir, susceptibles de monitorear y basados en información fácilmente disponible.
- Ser adecuados al nivel de segregación del análisis del sistema estudiado.
- Ser preferentemente aplicables en un amplio rango de condiciones socioeconómicas y culturales.
- Tener un alto grado de robustez y reflejar realmente atributo de sostenibilidad que se quiere evaluar.
- Estar basados en información de base (directa o indirecta) confiable.



- Ser sencillos de entender (no solo por el experto en el tema).
- Permitir medir cambios en las características del sistema en el periodo considerado para la evaluación.

Según Antequera et al. (2012), en un indicador existen dos elementos que deben ser contrastados.

1. - Un valor representativo de la situación “real”, obtenido como resultado de un determinado procedimiento previo (algoritmo matemático, encuesta, juicios de valor, etc.).
2. - Un umbral, obtenido de un razonamiento previo acerca de la situación deseada, y que en definitiva se expresara en un valor para el cual el objetivo correspondiente se considera como alcanzado. Este mismo valor sirve como punto de partida para el desarrollo de una escala que permita medir grados de logro del objetivo en cuestión.

El indicador debe considerar, además de los resultados que arroja su estructura formal, el proceso de comparación con un valor establecido como umbral. Este último debe ser obtenido de ciertos principios o definiciones que establecen la situación deseada (el logro de la viabilidad, la finalidad, etc.). En resumen un mecanismo de umbrales es útil para:

- ✚ Expresar rangos de tolerancia (Ej. Concentraciones de sustancias)
- ✚ Indicar capacidades de carga (Ej. Capacidad de regeneración forestal)
- ✚ Expresar metas (Reducciones objetivo del protocolo de Kyoto, metas del milenio, etc.)
- ✚ Expresar límites de emergencia (Ej. Grado de proximidad a límites críticos, Ej. Concentraciones de sustancias peligrosas)
- ✚ Información de referencia (Datos comparativos de otras zonas)

2.10.4 Conjunción de indicadores

Una vez determinados los indicadores estratégicos por área de evaluación, es conveniente construir un cuadro resumen donde se plasme la lista final de indicadores ambientales, sociales y económicos seleccionados. Esto permitirá tener



una visión de conjunto de la evaluación, revisar posibles interrelaciones entre los criterios de diagnóstico y los indicadores de las diferentes áreas y tomar una decisión final sobre la posibilidad de simplificar el análisis o de incluir algún otro indicador en la evaluación (Masera et al., 1999).

2.10.5 Medición y monitoreo de los indicadores.

Este paso incluye el diseño de los instrumentos de análisis y la obtención de la información deseada. Existe toda una gama de posibilidades para la medición de indicadores; puesto que la sostenibilidad se refiere al comportamiento del sistema de manejo en el tiempo, se tendrá que hacer énfasis en métodos de toma de información que incluyan monitoreo de procesos durante cierto periodo de tiempo (Masera et al., 1999).

El objeto o escala de medición determinará el tipo de indicador más adecuado para la evaluación. Dentro del MESMIS, estas escalas de medición incluyen generalmente la parcela, la unidad productiva, la comunidad y la cuenca o región.

Para cada escala se pueden identificar indicadores tanto en el área ambiental como en la económica y social.

La selección final de la intensidad y el tipo de métodos utilizados para la medición de indicadores, dependerá de los recursos humanos y económicos disponibles para la evaluación. Para una correcta aplicación del MESMIS sugerimos una combinación de métodos directos e indirectos (Masera et al., 1999).

2.10.6 Presentación e integración de resultados.

En esta etapa del ciclo de evaluación, se debe resumir e integrar los resultados obtenidos mediante el monitoreo de los indicadores. Aquí se compara la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados y se indica los principales obstáculos para la sustentabilidad, así como los aspectos que más la favorecen (Masera et al., 1999).



Para que la integración de resultados sea verdaderamente útil, cualquiera que sea el procedimiento elegido, debe hacerse de forma tal que ayude a la toma de decisiones sobre los cambios requeridos para mejorar los sistemas de manejo propuestos. Conseguir este objetivo implica buscar un procedimiento de presentación de resultados transparente, en el cual queden totalmente explícitos las bondades y problemas de los sistemas de manejo analizados por cada uno de los indicadores escogidos en la evaluación de sustentabilidad (Masera et al., 1999).

Operativamente, para poder integrar y sintetizar adecuadamente la información obtenida con el monitoreo de indicadores, es conveniente cubrir cinco aspectos:

- Conjuntar los resultados obtenidos por indicador y sistema en una sola tabla o matriz, utilizando las unidades originales de cada indicador.
- Determinar umbrales o valores de referencia para cada indicador (5 para escala numérica de 1 a 10).
- Construir índices por indicador a partir de los valores de referencia o umbrales.
- Estos índices pueden partir de información de base tanto cualitativa como cuantitativa.
- Presentar los resultados de manera conjunta, ya sea en forma de grafica o tablas,utilizando técnicas de análisis multicriterio.
- Examinar las relaciones incluyendo los efectos de retroalimentación positivos o negativos entre indicadores.
- Genéricamente podríamos decir que existen tres tipos de enfoques para lapresentación e integración de resultados (Masera et al., 1999).

2.10.6.1 Técnicas cuantitativas.

Según Manly (1994), citado por Masera et al. (1999), las técnicas cuantitativas se basan normalmente en los llamados métodos de análisis estadísticos multivariado. Este tipo de análisis puede ser relativamente simple o basarse en métodos bastante sofisticados, los métodos mas comúnmente utilizados son los de



análisis de tipo factorial, de componentes principales y de cúmulo, así como la función discriminante.

Las principales críticas a los análisis cuantitativos son la dificultad de dar un valor numérico a ciertos indicadores de naturaleza cualitativa y la dificultad para estimar los pesos de cada factor.

2.10.6.2 Técnicas cualitativas.

Las técnicas cualitativas tienen como objetivo integrar los recursos de la evaluación de una manera sencilla y clara. En casos como los análisis de sustentabilidad, en los que normalmente se trabaja con un número considerable de indicadores, las técnicas cualitativas son especialmente útiles, pues permiten visualizar conjuntamente el resultado de los diferentes indicadores seleccionados (Masera et al., 1999).

2.10.6.3 Técnicas gráficas o mixtas.

Según Brink et al. (1991), citado por Masera et al. (1999), las técnicas mixtas combinan una presentación gráfica con información numérica para aquellos indicadores que lo permitan.

Entre estas técnicas, un procedimiento que se ha popularizado últimamente es el llamado método AMIBA. En este método se dibuja un diagrama radial en el cual, cada uno de los indicadores escogidos para el análisis representa un eje por separado, con sus unidades apropiadas. Alternativamente, para ser más expedita la interpretación del diagrama, se construyen índices para cada indicador, que presentan el porcentaje de la situación analizada con respecto a un valor óptimo o umbral.

Posteriormente cada sistema de manejo se grafica en el diagrama, uniendo mediante una línea los puntos correspondientes al valor del sistema en cada eje, al igual que la meta o situación ideal. De esta forma se obtiene una figura geométrica específica para cada sistema.



El diagrama muestra de manera cualitativa, que nivel de cobertura del objetivo deseado se tiene para cada indicador. Esto permite una comparación sencilla, grafica e integral de las bondades y limitaciones de los sistemas de manejo que se están evaluando.



CAPITULO III. JUSTIFICACIÓN OBJETIVOS E HIPÓTESIS

3.1 Justificación de la Investigación

Las predicciones de la sostenibilidad del agua en el planeta no son alentadoras a pesar de que se conoce que, el valor del agua para el bienestar humano es universal e incalculable y primordial. Sin embargo, los sistemas naturales requeridos para su producción y flujo, son recursos naturales muy descuidados por las sociedades. La situación crítica del agua es reconocida a nivel mundial y Centroamérica padece también de este problema (Perl, 1999).

Particularmente el debilitamiento del agua subterránea es una amenaza oculta, por el agotamiento incontrolado de las capas acuíferas subterráneas y esto representa un desafío, para la seguridad de los ciudadanos. Sin embargo, este valioso recurso no se está utilizando de manera sostenible. En los países en los que se depende del agua subterránea, el exceso de extracción de agua está provocando que los niveles freáticos de agua dulce estén descendiendo a un ritmo muy alarmante (Iñiguez, s.f.).

El uso eficiente es una necesidad para la sostenibilidad de los recursos hídricos y tiene impactos sobre el agua para los ecosistemas y el agua para usuarios. El análisis debe considerar el agua como un sistema dentro del ciclo antrópico, identificando beneficios económicos, sociales y ambientales (Sánchez y Sánchez, 2004).

Las estadísticas actuales son inquietantes. Una de cada seis personas carece de un acceso regular al agua potable. Más del doble 2.400 millones de personas no disponen de servicios de saneamiento adecuados. Las enfermedades vinculadas con el agua provocan la muerte de un niño cada ocho segundos y son la causa del 80% del total de las enfermedades y muertes en el mundo en desarrollo (CEPAL, 2003).

El primer Foro Mundial del Agua celebrado en el año 2000 en La Haya, se fijó como objetivo para el año 2015 reducir a la mitad el número de personas sin acceso sostenible al agua potable y al saneamiento básico por lo que la sostenibilidad es sumamente importante porque las decisiones y acciones que tomamos afectan a



todo en el futuro. Se necesita tomar acciones en el presente para no afectar a las generaciones futuras (ONU, 2005, citado por WIKIPEDIA, 2012).

La investigación sobre la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua en la ciudad de San Miguel es viable ya que, se cuenta con los mecanismos adecuados para disponer de la información requerida ya sea documental, obtención de registros o datos y trabajo de campo.

Actualmente, se está valorando que los recursos medioambientales son limitados y muy sensibles a todo lo que hacemos. Se empieza a experimentar los efectos de las acciones llevadas a cabo por las generaciones que nos precedieron.

Para asegurarnos de que el futuro no hable de escasez del recurso agua, se necesita tomar conciencia de la sostenibilidad como una necesidad primordial.

Es así como con la presente investigación, se pretende evaluar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento del servicio de agua potable que suministra ANDA en la ciudad de San Miguel.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general:

Analizar la Sostenibilidad del servicio de agua potable suministrada por ANDA en la Ciudad de San Miguel, mediante las variables social, ambiental y económica.

3.2.2 Objetivos específicos:

- ✚ Identificar las fuentes de agua que abastecen a los suministradores de agua potable de ANDA en la ciudad de San Miguel
- ✚ Caracterizar el sistema de abastecimiento de agua potable de ANDA en la ciudad de San Miguel
- ✚ Analizar la sostenibilidad del Sistema de abastecimiento de agua potable de la ciudad de San Miguel



3.3 Hipótesis

Ho: **El nivel de Sostenibilidad del servicio de agua** suministrada por ANDA en la Ciudad de San Miguel es mayor o igual al umbral de calificación 5.

Ha: **El nivel de Sostenibilidad del servicio agua** suministrada por ANDA en la Ciudad de san miguel es menor al umbral de calificación 5.



CAPITULO IV. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo de Investigación

Según Vera (s.f.), citado por Monografías (s.f.), las investigaciones pueden ser: documentales, de campo, experimental, descriptiva y explicativa. Es así, que el estudio de sostenibilidad que se realizó fue de carácter descriptivo, explicativo y de campo

4.2 Unidades de análisis:

El universo poblacional son 25,530³ viviendas, con base a este total se determino una muestra de 402 viviendas distribuidas entre 170 Colonias de la ciudad de San Miguel ubicadas en 20 grupos, que reciben el servicio de agua potable de ANDA (Cuadro A- 3). Para garantizar que todas las viviendas tuvieran la misma posibilidad de ser muestreadas se hizo una selección sistémica de las unidades de análisis, para lo cual se calculó el intervalo de muestreo que fue de 64 viviendas (Cuadro A-5).

4.3 Variables y medición

Las variables que se utilizaron en el presente estudio fueron las siguientes

4.3.1 Definición de las variables

El nivel de Sostenibilidad del agua: Grado en que se satisfacen las necesidades de los usuarios de agua potable sin afectar a las generaciones futuras. Es una variable dependiente cuantitativa y con una escala de intervalo, que puede tomar valores numéricos entre 1 y 10

La sostenibilidad fue medida mediante las variables social, ambiental y económica; y por cada variable se plantean los diferentes indicadores de análisis.

³ Ing. Ernesto Barrera. 2012. Datos operativos de ANDA (Entrevista). San Miguel



- **NIVEL SOCIAL**

- ✚ **Continuidad de servicio de agua potable:** Número de veces que se suministra el servicio de agua potable durante la semana, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Grado de satisfacción del usuario:** nivel de satisfacción mostrado por familia con relación al servicio de suministro de agua potable, es un indicador cuantitativo y tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Grado de participación ciudadana:** Nivel de participación activa de la población en la administración y protección del recurso hídrico es un indicador cuantitativo con una escala de 1 – 10
- ✚ **Disposición a capacitarse:** Disponibilidad de los usuarios del servicio de agua potable a ser capacitados sobre el buen uso del recurso hídrico, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Número de capacitaciones recibidas por los usuarios.** Cantidad de capacitaciones recibidas por los usuarios sobre el cuidado y protección del suministro de agua potable, es un indicador cuantitativo, y tomó los valores de 1 - 10
- ✚ **Tiempo de tener el servicio de agua potable:** Numero de años en el que el usuario ha tenido acceso al servicio de agua potable es un indicador cuantitativo, y tomó los valores de 1 - 10
- ✚ **Evolución del servicio de agua potable.** Cambio positivo o negativo en calidad y cantidad de agua en relación al tiempo, es un indicador cuantitativo, y tomó los valores de 1 - 10



- **NIVEL AMBIENTAL**

- ✚ **Protección de las fuentes de agua:** ejecución de acciones que conllevan a proteger y aumentar o mantener la calidad del recurso hídrico, es un indicador cuantitativo con una escala de 1-10
- ✚ **Calidad del agua:** Percepción de los usuarios sobre la calidad del agua potable, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Tipo de agua consumida:** Posibilidad de los usuarios del servicio de agua potable de consumir agua diferente a la suministrada por ANDA, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Conocimiento de zonas de recarga hídrica:** Grado de conocimiento de los usuarios del servicio de agua potable sobre la protección de las zonas de recarga hídrica, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Disposición para proteger la cuenca:** Disponibilidad de los usuarios del servicio de agua potable de participar en un programa de capacitaciones sobre protección de cuenca, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Disposición para reforestar la zona de recarga hídrica:** Disponibilidad de los usuarios del servicio de agua potable de reforestar las zonas de recarga hídrica, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Uso del agua:** Propósito final que se le da al recurso hídrico, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Nivel freático del acuífero:** Variación positiva o negativa en el nivel freático del acuífero de San Miguel, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10



- **NIVEL ECONOMICO**

- ✚ **Número de pozos funcionando:** Porcentaje de pozos habilitados en relación al número total de pozos existentes, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Tarifa de agua:** Valor cancelado por m³ consumido de agua potable/vivienda en un periodo de tiempo determinado, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Cancelación de los recibos de cobro del servicio de agua potable:** pago que realizan los usuarios por el servicio suministrado de agua potable, este es un indicador cuantitativo con una escala de 1-10
- ✚ **Fuga en el servicio de agua potable:** Perdida de agua por daño en la tubería o empaques de los codos, es un indicador cuantitativo con una escala de 1 a 10
- ✚ **Pago del doble de la tarifa:** Posibilidad de cada usuario de cancelar hasta el doble de la tarifa actual para seguir manteniendo el servicio de agua potable, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Inversión en agua embotellada:** gasto mensual de agua embotellada, es un indicador cuantitativo que tomó valores entre 1 y 10
- ✚ **Nivel de inversión realizado en obras de mantenimiento y reparación:** es un indicador cuantitativo con una escala de 1-10

4.3.2 Indicadores y su medición.

La sostenibilidad fue medida mediante 22 indicadores descritos anteriormente.

4.3.2.1 Instrumentos de medición

Para medir las variables e indicadores se utilizaron 2 cuestionarios para la captura de los datos, uno para los usuarios del servicio de agua potable que se



administro a una muestra de 402 usuarios (Cuadro A-4) este instrumento contó con un total de 19 preguntas (Anexo 1); el otro instrumento fue para los administradores del sistema de agua potable, que conto con 6 preguntas (Anexo 2), dentro de ellas una pregunta está referida al nivel de inversión en obras de mantenimiento, éste indicador al igual que el nivel freático del acuífero y número de pozos funcionando, al ser indicadores comunes para todas los grupos de colonias, se integraron al análisis global de la sostenibilidad, y se excluyeron del análisis específico por grupos de colonias. Además se empleo una guía de observación (Anexo 3), la cual se utilizó para identificar las áreas donde se encuentran las fuentes de agua que abastecen el servicio de agua potable que distribuye ANDA en la ciudad de San Miguel y la zona de recarga hídrica.

4.4 Técnicas y procedimientos empleados en la recopilación de la información.

4.4.1 Identificación de fuentes (pozos).

La información necesaria para esta fase del estudio fue proporcionada por ANDA⁴. Posteriormente, se procedió a identificar los lugares donde se encuentran las plantas de bombeo para georeferenciar cada estación y verificar la información inicial obtenida en ANDA (Anexo 3). La identificación y ubicación de cada estación de bombeo se hizo con el programa ArcView 3.2; esto permitió realizar un análisis global de las estaciones y obtener el indicador número de pozos funcionando, que se integró al análisis global de la sostenibilidad. Por último, la información obtenida se integro en una ficha técnica por cada estación de bombeo.

Además, la guía de observación permitió verificar la zona de recarga hídrica donde se muestrearon y georeferenciaron 5 puntos, con el objetivo de evaluar la biodiversidad de especies vegetales de la zona. Para ubicar los puntos de muestreo se utilizó el programa ArcView 3.2 y para determinar la biodiversidad de especies vegetales se utilizó el índice biodiversidad de Shannon empleando el Software COMM⁵; el área de cada punto muestreado fue de 1600 m²(Fig. 2); entre las zonas

⁴ Ing. Ernesto Barrera. 2012. Datos operativos de ANDA (Entrevista). San Miguel

⁵ COMM (Analyses of Species – Station –Tables, Kiel University-Germany)



que fueron muestreadas se tomaron dos puntos en la zona alta (Trinidad y Volcán, 849 y 974 m.s.n.m.), un punto en la zona media, en el caserío Los Cocos que se encuentra a una altura de 388 m.s.n.m., y dos puntos en la zona baja en el lugar conocido como El Amate, estos datos fueron tomados a 225 y 258 m.s.n.m., además la guía de observación permitió ubicar la cobertura vegetal, tipo de suelo, presencia de erosión, y obras y prácticas de conservación de suelos.



Fig. 9 Delimitación y georeferenciación por punto de muestreo (Flora de la zona de recarga hídrica)

4.4.2 Evaluación de la sostenibilidad del agua de la ciudad de San Miguel.

Para la recolección de información de campos se visitaron las viviendas con base a la muestra seleccionada que fue de 402 encuestas, distribuidas en 170 Colonias de la Ciudad de San Miguel (Cuadro A-3), y a cada usuario se le administro una encuesta (Anexo 1)

Dentro de los métodos de análisis de sostenibilidad se tomó como base el marco de evaluación MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales incorporando Indicadores de Sustentabilidad) y dentro de este marco se eligió como metodología de integración de resultados la AMIBA. En el diagrama tipo AMIBA, se consideran los indicadores de evaluación en el área Social,



Ambiental y Económica, se realizó un diagrama por grupo, donde se ubica un número determinado de colonias, además de un diagrama general de la ciudad.

Todos los datos obtenidos en la encuesta general se vaciaron en una base de datos creada en el software SPSS V. 19, la cual facilitó la integración e interpretación de algunos indicadores que fueron utilizados en la evaluación de la sostenibilidad.

4.4.2.1 Elección de los indicadores por área de evaluación

Se eligieron un total 22 indicadores, de los cuales 7 fueron indicadores Sociales, 8 Ambientales y 7 indicadores Económicos.

4.4.2.2 Determinación de los valores cuantitativos y cualitativos de los indicadores.

Se eligieron aquellos valores que permitieron comparar los grupos de las colonias en condiciones similares, a fin de no perder la objetividad al momento de comparar las colonias.

Los valores determinados para cada indicador por nivel de evaluación se obtuvieron a partir de la hoja de cálculo e información ya procesada en el SPSS (Cuadro A-9, A-10 y A-11)

4.4.2.3 Determinación de los criterios de evaluación

El criterio de evaluación se hizo tomando una escala de calificación de 1 a 10. Lo anterior permitió establecer los parámetros siguientes: Calificación baja (1), calificación media (5) y calificación alta (10); para los indicadores cualitativos y para los cuantitativos (Cuadro A-6, A-7 y A-8).

4.4.2.4 Calificación de los indicadores

El valor de cada indicador se calificó haciendo uso del programa SPSS, basándose en los criterios de evaluación previamente establecidos, Para cada indicador se definieron parámetros o condiciones determinadas que permitieron relacionar estos indicadores con los criterios de calificación (Cuadro A-12, A-13 y A-14).



4.4.2.5 Elaboración de los diagrama tipo AMIBA.

Para la elaboración del diagrama tipo AMIBA se utilizó el programa Excel de Microsoft®

4.5 Procesamiento y análisis

Para procesar y analizar la sostenibilidad de las variables: Social, Ambiental, y Económico se utilizó la estadística descriptiva.

La hipótesis (variable cuantitativa), se probó a través de una prueba t para una muestra, el valor crítico de t tablas fue de 1.65 (Cuadro A-16) y el valor de prueba fue el umbral de sostenibilidad = 5, con un nivel de confianza de 95%



CAPITULO V: ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

5.1 Situación actual de estaciones de bombeo - ANDA

A continuación se presenta la ficha técnica por cada estación de bombeo. Es necesario aclarar que en algunos casos la información proporcionada por ANDA no coincidió con la verificada en campo. Además, mucha de la información colectada por cada estación de bombeo esta cambiando constantemente.

5.1.1 Planta de bombeo El Jalacatal

Nombre: P.B. El Jalacatal

Dirección: Av. Las Magnolias,
Colonia Escolán, San Miguel

Coordenadas:
N 13° 29' 19.9"
W 88° 11' 31.4"
m.s.n.m. =153

Caudal Medio=1076 m³/día

Potencia Media=37 HP

Potencia KW medido=23

Consumo de E°=543 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo tiene 3 pozos que están funcionando a diario. Posee el pozo mas antiguo que data desde hace 64 años.



PLANTA DE BOMBEO EL JALACATAL

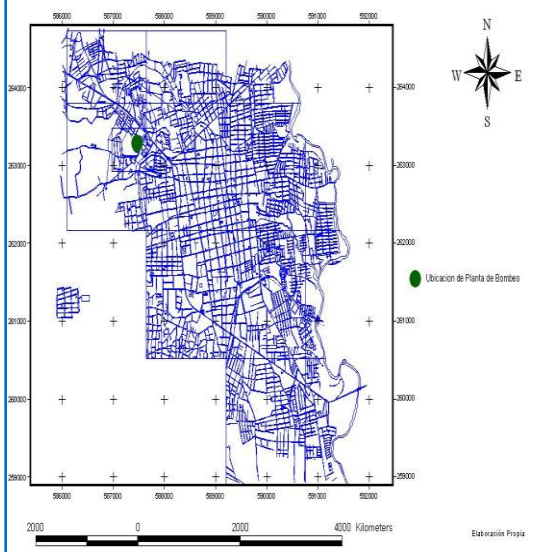


Fig. 10 Ficha técnica estación de bombeo El Jalacatal

5.1.2 Planta de bombeo El Sitio I

Nombre: P.B. El Sitio I

Dirección: Residencial El Sitio, calle circunvalación, y calle Los Gravileos

Coordenadas:

N 13° 30' 02.8"

W 88° 12' 12.7"

m.s.n.m. =183

Caudal Medio=1476 m³/día

Potencia Media=50 HP

Potencia KW medido=47

Consumo de E°=932 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo cuenta con un pozo, que a la fecha en que fue verificado estaba fuera de funcionamiento. PB, diseñada para abastecer el área metropolitana de la ciudad de San Miguel



PLANTA DE BOMBEO EL SITIO I

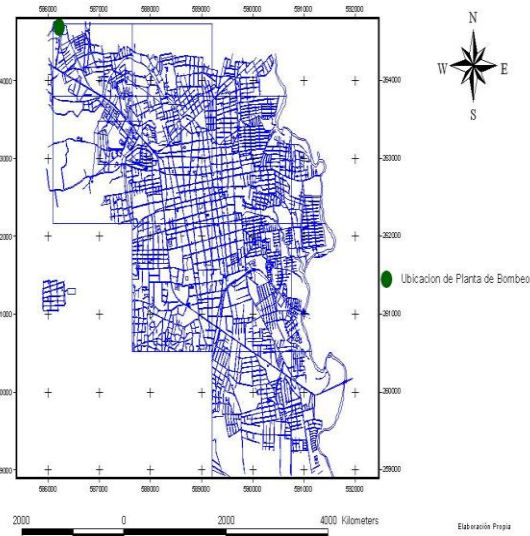


Fig. 11 Ficha técnica estación de bombeo Sitio I



5.1.3 Planta de bombeo El Sitio II

Nombre: P.B. El Sitio II

Dirección: Residencial El Sitio, final calle Los Gravileos, San Miguel

Coordenadas:

N 13° 30' 01.9"

W 88° 12' 21.3"

m.s.n.m. =190

Caudal Medio=1913 m³/día

Potencia Media=125 HP

Potencia KW medido=59

Consumo de E°=1165 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo cuenta con dos pozos que están funcionando.

La PB, abastece principalmente a El Sitio II

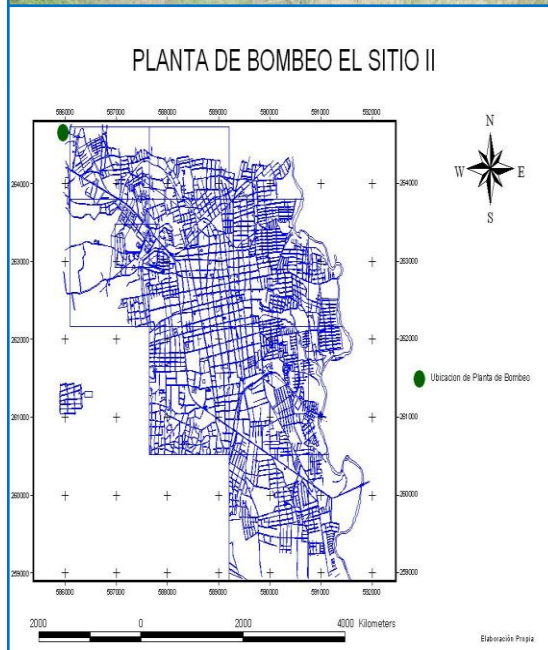


Fig. 12 Ficha técnica planta de bombeo El Sitio II



5.1.4 Planta de bombeo Residencial El Sitio

Nombre: P.B. Res. El Sitio

Dirección: Calle antigua a Quelepa, Residencial El Sitio, San Miguel

Coordenadas:

N 13° 29' 58.6"

W 88° 12' 04.0"

m.s.n.m. =168

Año Perforación: 1992

Caudal Medio=918 m³/día

Potencia Media=40 HP

Potencia KW medido=26

Consumo de E°=297 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo cuenta con un pozo que esta en funcionamiento todos los días.

La PB, abastece a principalmente a Residencial El Sitio



PLANTA DE BOMBEO RESIDENCIAL EL SITIO

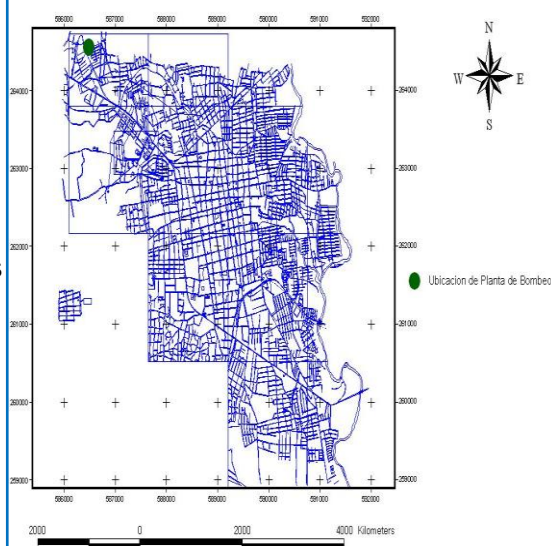


Fig. 13 Ficha técnica planta de bombeo Residencial El Sitio

5.1.5 Planta de bombeo Hirleman

Nombre: P.B. Hirleman

Dirección: 8va calle poniente, colonia Hirleman, San Miguel

Coordenadas:

N 13° 29' 07.4"

W 88° 11' 17.8"

m.s.n.m. =139

Caudal Medio=4017 m³/día

Potencia Media=53 HP

Potencia KW medido=46

Consumo de E°=1084 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo cuenta con tres pozos. De éstos solo uno esta funcionando.

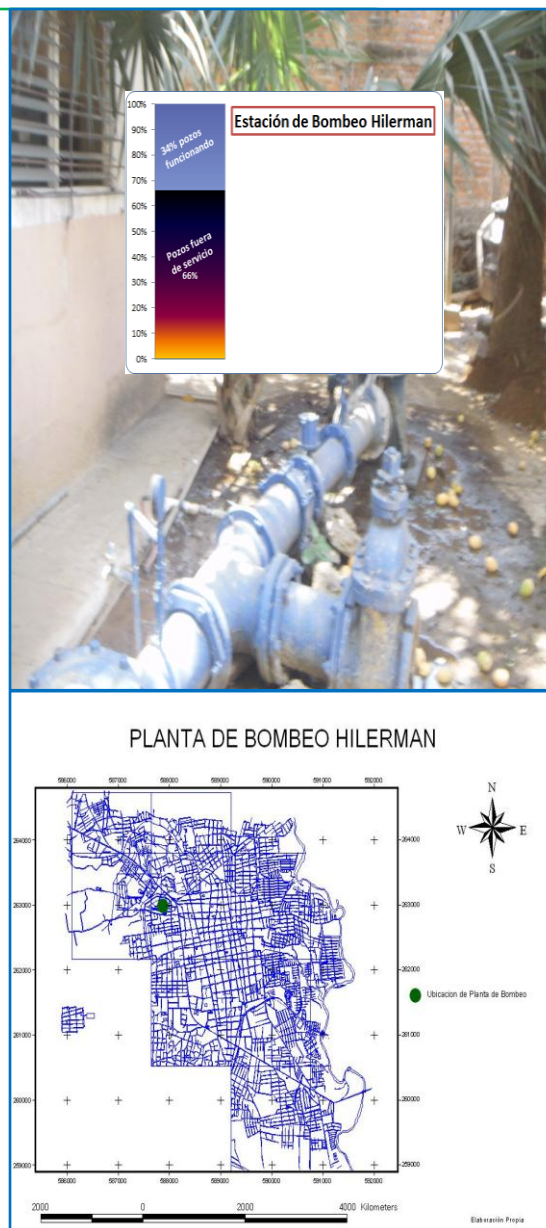


Fig. 14 Ficha técnica planta de bombeo Hirleman



5.1.6 Planta de bombeo Belén

Nombre: P.B. Belén

Dirección: Calle IVU, costado sur de C.E. Ofelia Herrera, colonia Belén, San Miguel

Coordenadas:

N 13° 28' 37.5"
W 88° 10' 00.0"
m.s.n.m. =94

Caudal Medio=660 m³/día

Potencia Media=20 HP

Potencia KW medido=9

Consumo de E°=202 KW-Hr/día

Descripción:

La planta de bombeo cuenta con dos pozos que están funcionando.

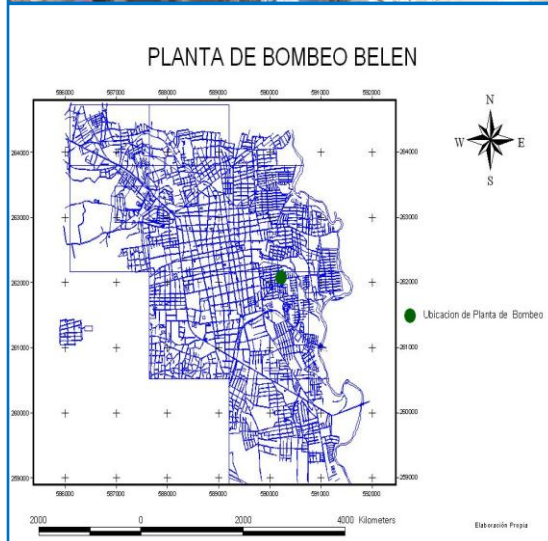


Fig. 15 Ficha técnica planta de bombeo Belén



5.1.7 Planta de bombeo El Molino

Nombre: P.B. El Molino

Dirección: Senda Jardín N° 6, contiguo al C.E. Sor Cecilia Santillana, Col. El Molino, San Miguel

Coordenadas:

N 13° 29' 25.6"

W 88° 10' 12.7"

m.s.n.m. =113

Caudal Medio=3315 m³/día

Potencia Media=100 HP

Potencia KW medido=62

Consumo de E°=1448 KW-Hr/día

Descripción:

La planta de bombeo cuenta con tres pozos. De éstos tres solo uno esta funcionando.



Fig. 16 Ficha técnica planta de bombeo El Molino



5.1.8. Planta de bombeo La Paz

Nombre: P.B. La Paz

Dirección: Avenida Roosevelt Sur, y prolongación 9° Av. Sur, San Miguel

Coordenadas:

N 13° 28' 11.9"
W 88° 10' 48.9"
m.s.n.m. =134

Caudal Medio=1285 m³/día

Potencia Media=35 HP

Potencia KW medido=22

Consumo de E°=527 KW-Hr/día

Descripción:

La planta de bombeo cuenta con seis pozos. De éstos, solo dos están funcionando. La PB, abastece principalmente las Col. Ciudad Jardín, La Presita I, Col. San José, Santa Julia, San Pablo, Col. Santa Eduvigis, Col. Sevilla y Palo Blanco.



Fig. 17 Ficha técnica planta de bombeo La Paz



5.1.9 Planta de bombeo Ciudad Real

Nombre: P.B. Ciudad Real

Dirección: Final 30 av. Sur, frente a restaurante El Izote, Col. Ciudad Real, San Miguel

Coordenadas:
 N 13° 27' 21.8"
 W 88° 09' 51.0"
 m.s.n.m. =112

Caudal Medio= (sin datos) m³/día

Potencia Media=37 HP

Potencia KW medido=33

Consumo de E°=543 KW-Hr/día

Descripción:

La planta de bombeo cuenta con dos pozos que funcionan a diario. Entre las colonias que abastece esta la Col. Ciudad Real , María Julia, 18 de Mayo, Jardines del Volcán, Col. California

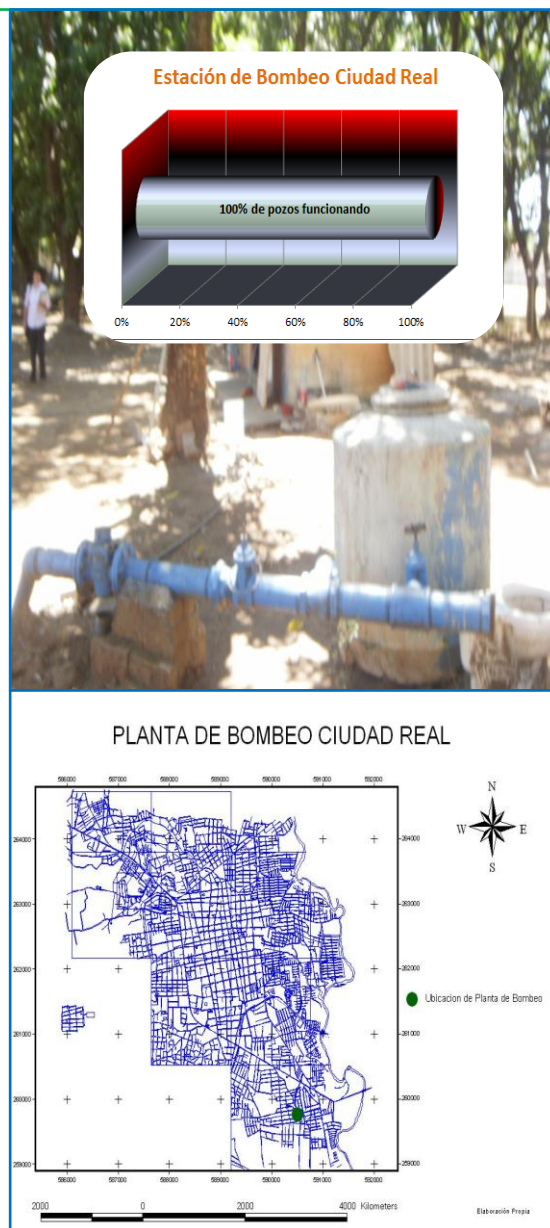


Fig. 18 Ficha técnica planta de bombeo Ciudad Real



5.1.10 Planta de bombeo Centro de Gobierno I

Nombre: P.B. C. de Gobierno I

Dirección: 10° Av. Sur y 15 calle Poniente, C. de Gobierno, costado norte de la PNC, San Miguel

Coordenadas.

N 13° 28' 36.0"

W 88° 10' 14.7"

m.s.n.m. =115

Caudal Medio= 481 m³/día

Potencia Media=25 HP

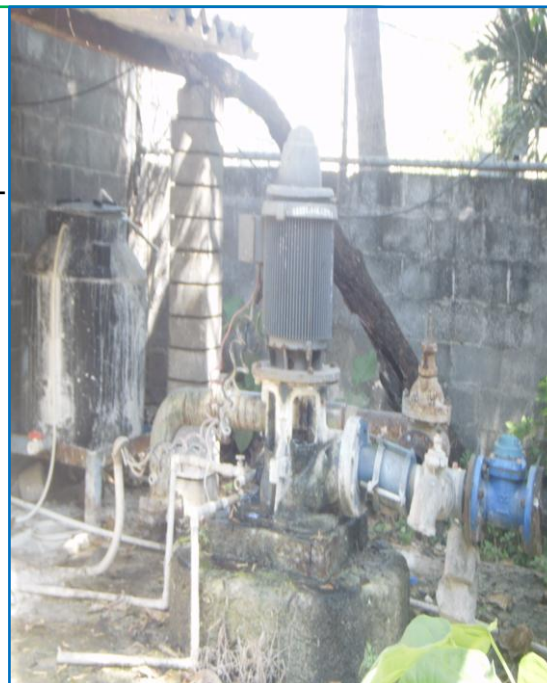
Potencia KW medido=16

Consumo de E°=381 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo cuenta solo con un pozo que funcionan a diario.

La PB, abastece el Centro de Gobierno y la zona baja de la colonia Belén



PLANTA DE BOMBEO CENTRO DE GOBIERNO I

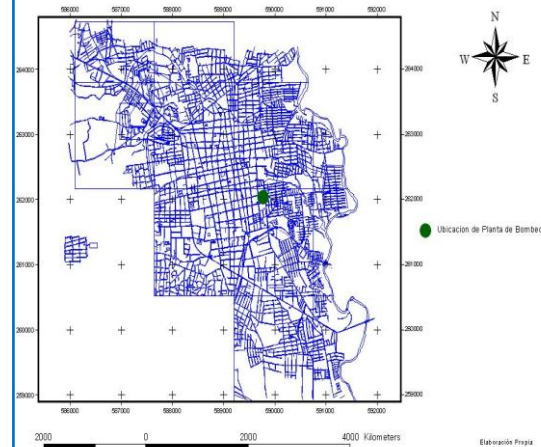


Fig. 19 Ficha técnica planta de bombeo Centro de Gobierno I



5.1.11 Planta de bombeo Centro de Gobierno II

Nombre: P.B. C. de Gobierno II

Dirección: Costado oriente de Agencia Comercial de ANDA, Centro de Gobierno, San Miguel

Coordenadas.

N 13° 28' 26.6"
W 88° 10' 13.8"
m.s.n.m. =103

Caudal Medio= 3915 m³/día

Potencia Media=60 HP

Potencia KW medido=44

Consumo de E°=1046 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo cuenta solo con un pozo que funcionan a diario.

La PB, abastece la Col. La Presita II y Col. San Francisco



PLANTA DE BOMBEO CENTRO DE GOBIERNO II

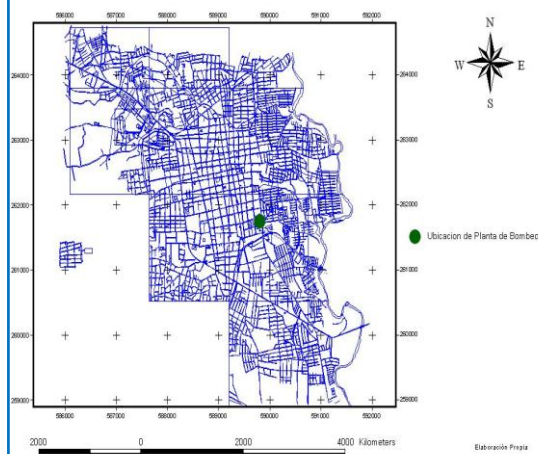


Fig. 20 Ficha técnica planta de bombeo Centro de Gobierno II

5.1.12 Planta de bombeo Loma de Chaparrastique

Nombre: P.B. Loma de Chaparrastique

Dirección: Costado poniente de la EEO,
cantón, Jalacatal, San Miguel

Coordenadas.
N 13° 29' 20.2"
W 88° 12' 01.0"
m.s.n.m. =188

Año de Perforación: 2000

Caudal Medio= 3819 m³/día

Potencia Media=60 HP

Potencia KW medido=43

Consumo de E°=838 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo cuenta con dos pozos que funcionan a diario. Entre algunas de las colonias que abastece la PB, esta la Col. Chaparrastique I y II, y Col. Escolán



PLANTA DE BOMBEO LOMA DE CHAPARRASTIQUE

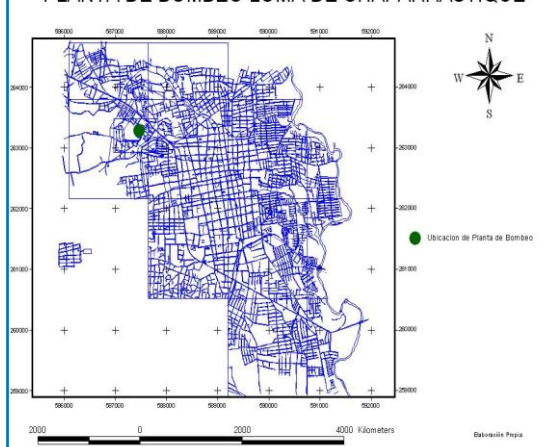


Fig. 21 Ficha técnica planta de bombeo Loma de Chaparrastique



5.1.13 Planta de bombeo Santa Fé

Nombre: P.B. Santa Fé

Dirección: Prolongación 8^{va} calle poniente, cantón Jalacatal, San Miguel

Coordenadas.

N 13° 29' 00.8"
W 88° 12' 02.3"
m.s.n.m. =184

Caudal Medio= 2023 m³/día

Potencia Media=125 HP

Potencia KW medido=92

Consumo de E°=1490 KW-Hr/día

Descripción:

Esta planta de bombeo cuenta solo con un pozo que funcionan a diario.

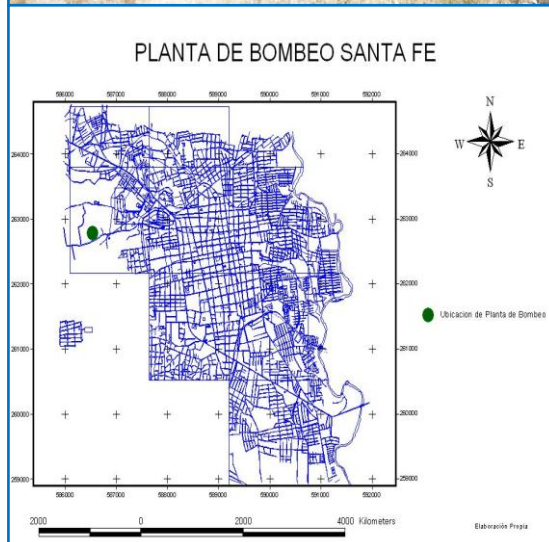


Fig. 22 Ficha técnica planta de bombeo Santa Fé

5.1.14 Situación general de las estaciones de bombeo

En la figura 23 se observa la distribución de las plantas de bombeo de ANDA ubicadas en la ciudad de San Miguel en su conjunto, se pudo verificar que no están funcionando el 100% de los pozos, solo el 67% (18 pozos), y el 33% (9 pozos) está fuera de servicio, unos por falta de mantenimiento, otros están en proceso de reparación. Esta problemática afecta en la racionalidad del agua que presentan algunas colonias, ya que en muchas únicamente tienen servicio de agua por horas. La estación de bombeo que tiene más pozos en mal estado es La Paz, se pudo apreciar que en algunas estaciones de bombeo, se requiere más atención en retirar de estos sitios aquellos equipos o materiales que ya caducaron y procurar mantener más limpias y ordenada la zona, asimismo se necesita garantizar que exista menos fuga de agua en algunas plantas. Es importante mencionar que algunos pozos han caducado su funcionamiento debido a que los equipos han llegado a su vida útil y otros han sido afectados por los movimientos sísmicos.

Al relacionar la producción total de agua de las plantas de bombeo que es de 31, 574,000 litros/día (Cuadro A-15), y el número de vivienda que tienen el servicio de ANDA que son 25,530; obtenemos un consumo promedio por familia de 1237 litros/ vivienda/día. Si una familia esta compuesta por 5 personas el consumo per cápita es de 247 litros/día, que siguen estando muy por encima de lo que recomienda la O.M.S que son 50 lt/día. Sin embargo, la cantidad y continuidad del servicio de agua potable a nivel de la ciudad de San Miguel se ve afectado por otros factores como la baja presión de los sistemas de bombeo que siguen limitando la posibilidad de ciertas colonias de recibir el agua en cantidad y continuidad adecuada



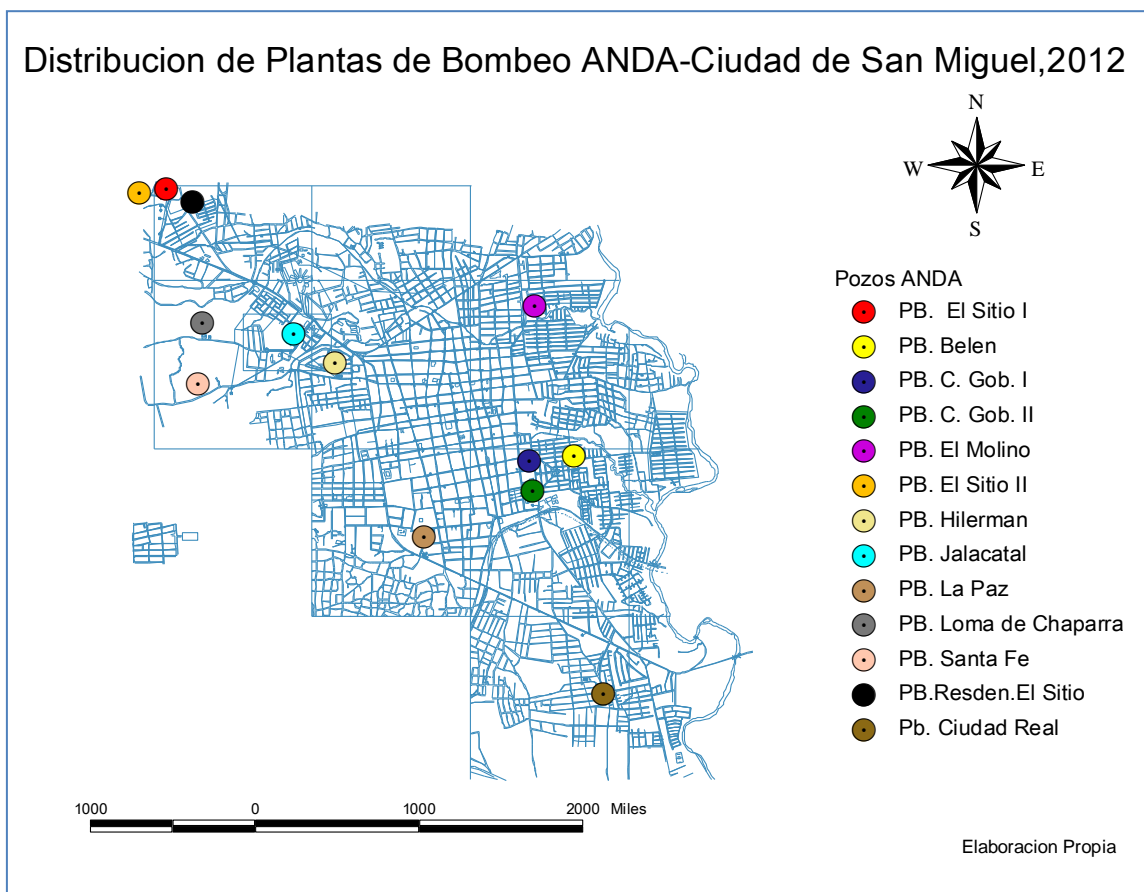


Fig. 23 Georeferenciación de plantas de bombeo de agua potable de la ciudad de San Miguel

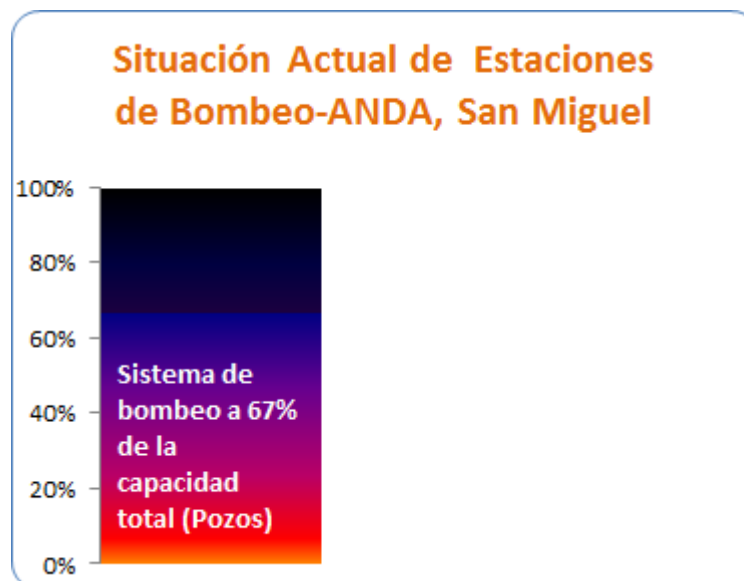


Fig. 24 Porcentaje de plantas de bombeo en relación al número total de pozos funcionando



5.1.15 Zona de recarga hídrica

En la figura 25 se muestra la zona de recarga hídrica para la zona de San Miguel.



Fig. 25 Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris*), punto medio de zona de recarga hídrica

5.1.15.1 Flora de la zona de recarga hídrica y su relación con la sostenibilidad

Dado que la zona de recarga hídrica tiene relación directa con el abastecimiento hídrico de las estaciones de bombeo se visitó dicha zona para muestrear y observar el estado de la vegetación y determinar la presencia de obras o prácticas de conservación de suelos (Fig.26).



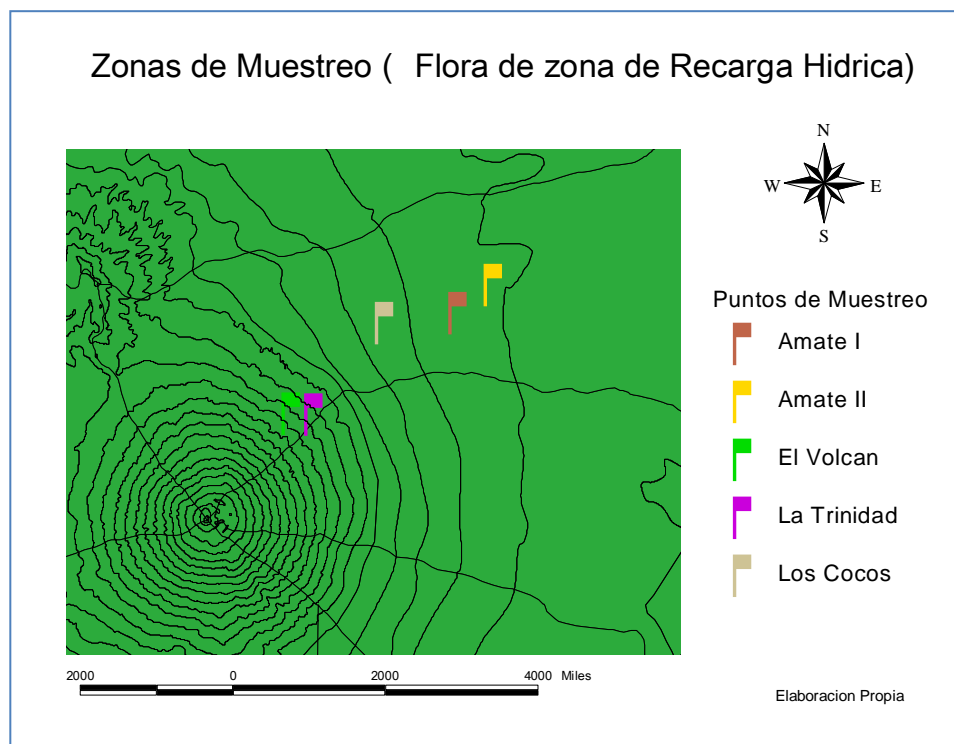


Fig. 26 Puntos de muestreo de la zona de recarga hídrica

Al realizar el recorrido realizado en la zona de recarga hídrica se observó la perturbación de la zona, en parte por la introducción de cultivos extensivos (principalmente maíz y frijol) y la construcción de lotificaciones. No se observó la presencia de obras y prácticas de conservación de suelos y agua que permitan aumentar la infiltración de agua y mantener un nivel freático positivo del acuífero.

5.1.15.1.1 Análisis de flora de la zona de recarga hídrica por especie

En cuanto a la abundancia (Sum) de especie se observa, que la especie más abundante es el café (*Coffea arabica*) con un total de 591 individuos, seguido por el momgollano (*Pithecolobium dulce*) y pepeto (*Inga vera*). La especie que más domina es el café (*Coffea arabica*) con un 86.9% (Dom %) y una presencia del 40%, en relación al número total de estaciones (figura 27).

Tomando en cuenta la abundancia (Sum), dominancia (Dom %) y presencia de especie se concluye que especie más importante es el café (*Coffea arabica*) con un BI (Índice Biológico) de 40%,



COMM - a programme for the ANALYSES of SPECIES-STATION-TABLES

FILE: BIO

ROBERTO
27 Spec. Total
5 Stat. Total
Transf: Raw Data

| # | SPECIES | STATIONS | | | | |
|----|-----------------|----------|--------|----------|----|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | Sun | Dom(%) | Presence | BI | Median |
| # | | DATA | | | | |
| 1 | Almendra de rio | 1.0 | 0.1 | 20.0 | 8 | 1.0 |
| 2 | Aguacate | 3.0 | 0.4 | 40.0 | 30 | 1.5 |
| 3 | Pepeto | 6.0 | 0.9 | 20.0 | 18 | 6.0 |
| 4 | Mamon | 1.0 | 0.1 | 20.0 | 12 | 1.0 |
| 5 | Guarumo | 2.0 | 0.3 | 20.0 | 14 | 2.0 |
| 6 | Paterna | 1.0 | 0.1 | 20.0 | 10 | 1.0 |
| 7 | Cafe | 591.0 | 86.9 | 40.0 | 40 | 295.5 |
| 8 | Cedro | 2.0 | 0.3 | 40.0 | 20 | 1.0 |
| 9 | Guayabo | 3.0 | 0.4 | 60.0 | 14 | 1.0 |
| 10 | Mongollano | 11.0 | 1.6 | 20.0 | 20 | 11.0 |

Spec.: unsorted

Fig. 27 Análisis de flora por especies

5.1.15.1.2 Análisis de flora de La zona de recarga hídrica por estación.

Según los datos obtenidos se determina que la zona Trinidad (zona alta) es la que tiene la vegetación más abundante con 331 individuos, seguido por la Zona Volcán (Zona alta) con 294 individuos (Fig. 28). La zona que presenta mayor riqueza es Los Cocos con 10 especies (S), y dentro de estas 10 especies 9 de ellas están dominado el ecosistema en un 90%, siempre para el caso de esta zona existe una especie con un 38.9% de máxima dominancia que corresponde al Jocote (*Spondias purpurea*). En el caso de la zona Trinidad y Volcán (Zona alta), el café es la especie que domina el ecosistema en un 90%.

La zona que presenta mayor diversidad según el índice de Shannon es Los Cocos con 1.951, seguido por El Amate 2 con 1.933. para el caso de la Trinidad y Volcán (zona alta) obtiene un índice de biodiversidad bajo (0.266 y 0.315, respectivamente) debido a que según este índice el sistema es más diverso cuanto menos dominancia de especies hay y para el caso de estas 2 zonas una especie (café) está dominado en un 90%. En conclusión, el promedio de la biodiversidad de especies vegetales de la zona de recarga es de 1.01, es decir que la zona de recarga hídrica presenta poca biodiversidad de especies vegetales, ya que para que un



ecosistema se encuentre en equilibrio (Abundancia y riqueza) los valores deben ser iguales o superiores a 3.00

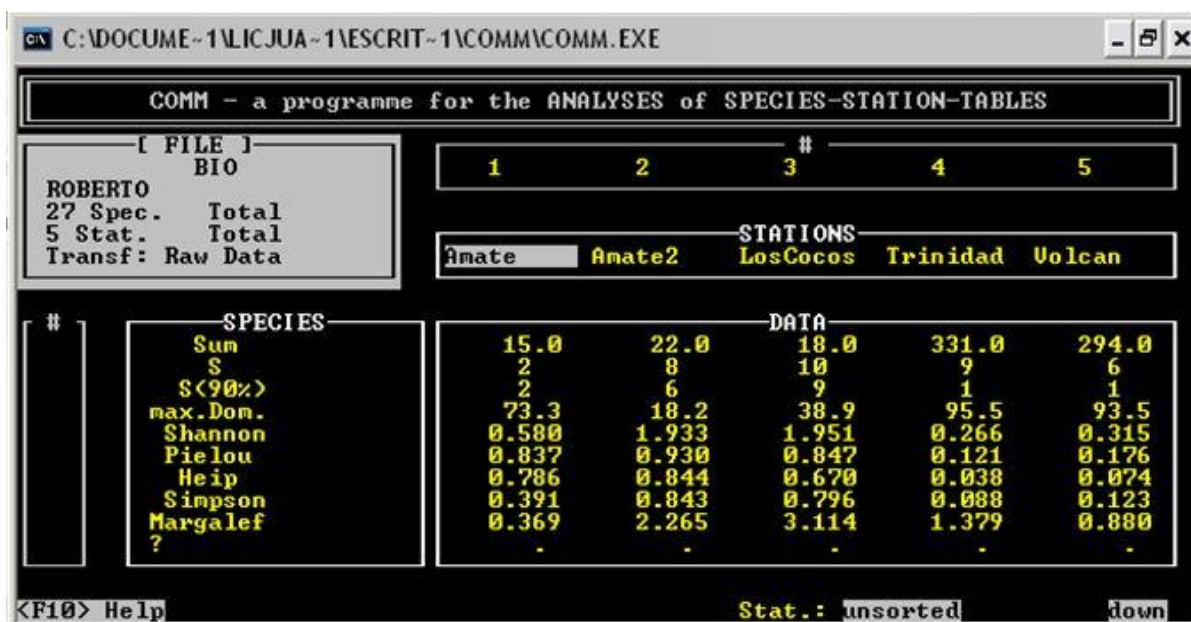


Fig. 28 Análisis de flora por estación

5.2 Análisis Global de la Sostenibilidad del Servicio de Agua Potable Suministrado por ANDA, en la Ciudad de San Miguel.

En el diagrama global de la sostenibilidad del servicio de agua potable suministrada por ANDA (Fig. 29) se reflejan los resultados obtenidos de la muestra administrada en 170 colonias de la Ciudad de San Miguel con una población de usuarios de 25,530.

Al analizar la sostenibilidad del sistema de abastecimiento de agua potable se puede determinar que para los usuarios los indicadores que tienen una mejor valoración son los referidos a la continuidad del servicio de agua potable y disposición a capacitarse ya que son los que salen mejor calificados con 9.72 y 8.71, respectivamente.





Fig. 29 Diagrama General de la Sostenibilidad

Otro indicador que salió con un buen puntaje es el que se refiere al grado de satisfacción del usuario con una calificación de 7.37, esto significa que la población considera el agua entre buena y regular; sin embargo, al contrastarlo con el tipo de agua que consume se observa que este indicador obtuvo una calificación baja de 3.85, debido a que el 58.7% de los usuarios consumen agua embotellada (Fig. 30), esto indica que la población tiene más confianza en el agua embotellada que la suministrada por ANDA y esto se ve reflejado en el nivel de inversión en agua embotellada con una calificación de 5.23, esto explica el hecho que el 52% de los usuarios están invirtiendo entre \$2 y \$20/mensuales.



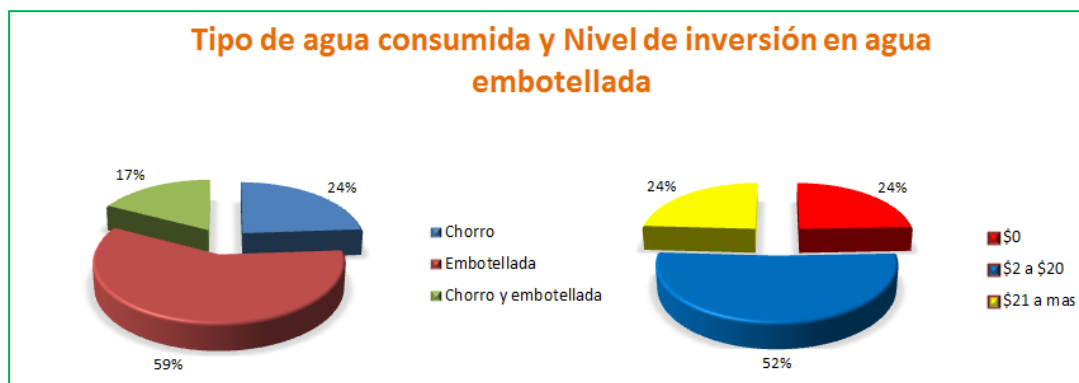


Fig. 30 Graficas sobre tipo de agua consumida e inversión en agua embotellada

De acuerdo a la percepción de los usuarios con respecto a la calidad del agua la consideran entre regular y mala, asignándole una calificación de 4.91, debido a que consideran que en algunas ocasiones el agua contiene demasiado cloro, algunas veces esta sucia y con sedimentos; por tanto, no tienen confianza para consumirla; lo anterior puede estar afectado por el nivel de inversión en obras de mantenimiento que para el caso de este estudio obtuvo una calificación de 5.23, debido a que no existe un presupuesto definido para este indicador.

Un indicador de carácter ambiental que salió bien evaluado es el referido al uso del agua con una calificación de 10, ésto reafirma que el agua que distribuye ANDA se emplea para usos domésticos, esto de acuerdo a los datos obtenidos en este estudio.

Por otra parte, otro indicador que presenta problema en cuanto a la calificación es el que se refiere a la tarifa de agua con una calificación 4.91; debido en parte a que el 43% de los usuarios cancelan recibos arriba de \$11 dólares mensuales; esto esta vinculado a diferentes factores como gasto excesivo de agua en las viviendas, problemas de malas lecturas de medidores y fugas no detectadas; esto contrasta con la cancelación de los recibos de cobro en las fechas señaladas ya que a pesar que los usuarios cancelan recibos arriba de los \$11, estos son pagados siempre en un 83%, sin embargo, existe un 17% que presenta algún retraso para pagar los recibos y es debido a que en algunas ocasiones estos exceden la capacidad de pago de los usuarios (Fig. 31).



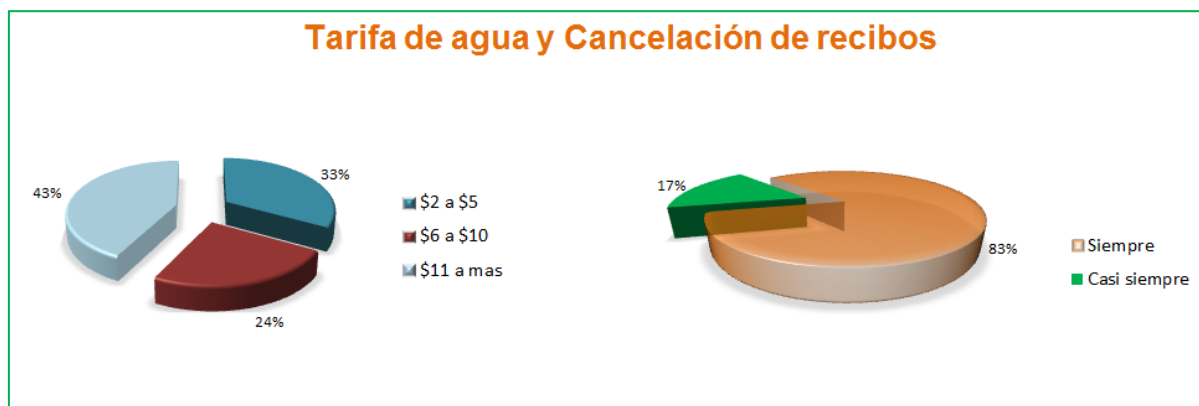


Fig. 31 Gráfica sobre tarifa de agua y cancelación de recibos

Es importante destacar que de acuerdo a la opinión vertida por la población éstos demuestran posibilidades de poder pagar hasta el doble de lo que hoy pagan con tal de mantener el servicio de agua potable, este indicador obtuvo una calificación de 7.06, y es debido a que los usuarios consideran que el agua es vital para la vida y que por otra parte en caso de no cancelar éste servicio es suspendido y la reinstalación representa un mayor costo financiero; es importante decir que en este indicador el 59% no están dispuestos a cancelar una tarifa mayor debido a la crisis económica, prefiriendo optar por emigrar a otro lugar en búsqueda de este recurso y en otros casos manifestaron que preferirían hacer un pozo. Siempre en este indicador hay un 41% que si demostraron estar dispuestos a pagar mas pero con la condición que se garantizara una mejor calidad de agua y que el suministro de agua no sea racionado (Fig.32). Para que ANDA suministre un servicio mas eficiente se necesita que las plantas de bombeo funcionen en un 100% ya que en este estudio se determinó que el indicador sobre número de pozos funcionando reflejo una calificación de 6.7, lo que indica que no todas las plantas están funcionando en un 100% con relación al número total de pozos existentes.



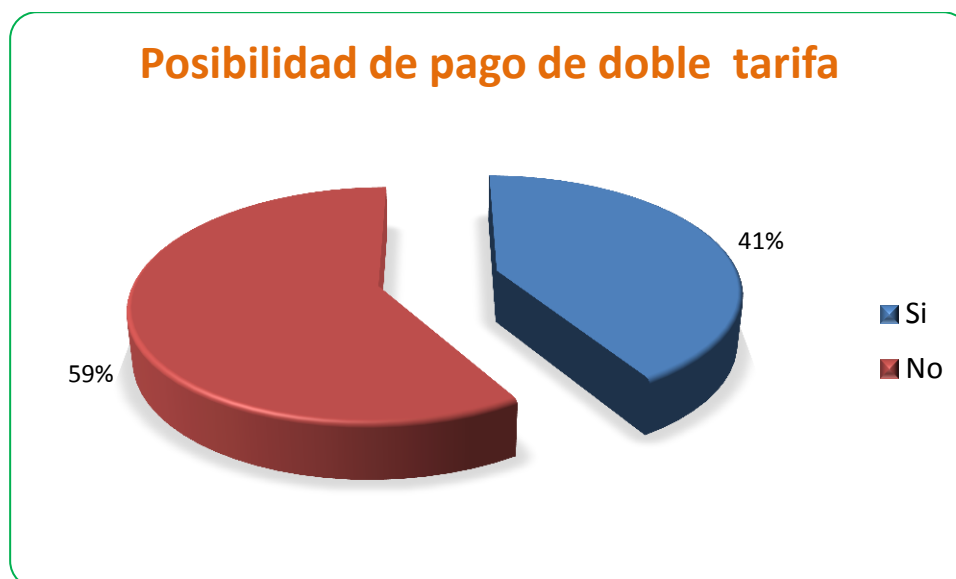


Fig. 32 Gráfica sobre posibilidad de pago de doble tarifa

En el nivel ambiental también hay 2 indicadores importante que salieron bien evaluados como es la disponibilidad que la población manifiesta para ser capacitada sobre protección de cuenca y demostraron disponibilidad a participar en proyectos de reforestación de las zonas de recarga hídrica; dichos indicadores fueron calificados con 8.56 y 9.02. Esto difiere con el indicador social relacionado al número de capacitaciones recibidas por los usuarios sobre temas relacionados con el agua, ya que la calificación de este indicador fue de 1.41, lo que refleja un vacío en la formación en temas relacionados a la protección y conservación del recurso hídrico.

Es importante que ANDA como institución además de trabajar en la parte educativa puede crear los espacios necesarios para que la población tenga una participación activa en la protección de las fuentes que abastecen el servicio de agua potable, dado que este indicador ha sido evaluado con una calificación de 1.

Un indicador importante en este estudio tiene que ver con el nivel freático del acuífero que alimenta las fuentes que abastecen el servicio de agua potable de ANDA, ya que obtuvo una calificación de 1, dado que los niveles del acuífero tienden a descender año con año, y un factor que esta afectando tiene que ver con la protección de la zona de recarga hídrica.



Sobre el nivel de sostenibilidad del agua potable que suministra ANDA en la ciudad de San Miguel (Fig.33) se puede concluir que todas las colonias salen calificadas arriba del nivel del umbral de calificación 5. Entre los grupos que tienen un mayor nivel de calificación están el grupo 3 con 6.04, grupo 12 con una calificación de 6.34, y el grupo 13 y 20 con 6.09, cada uno; esto indica que las colonias que integran estos grupos tienen un mayor nivel de sostenibilidad.

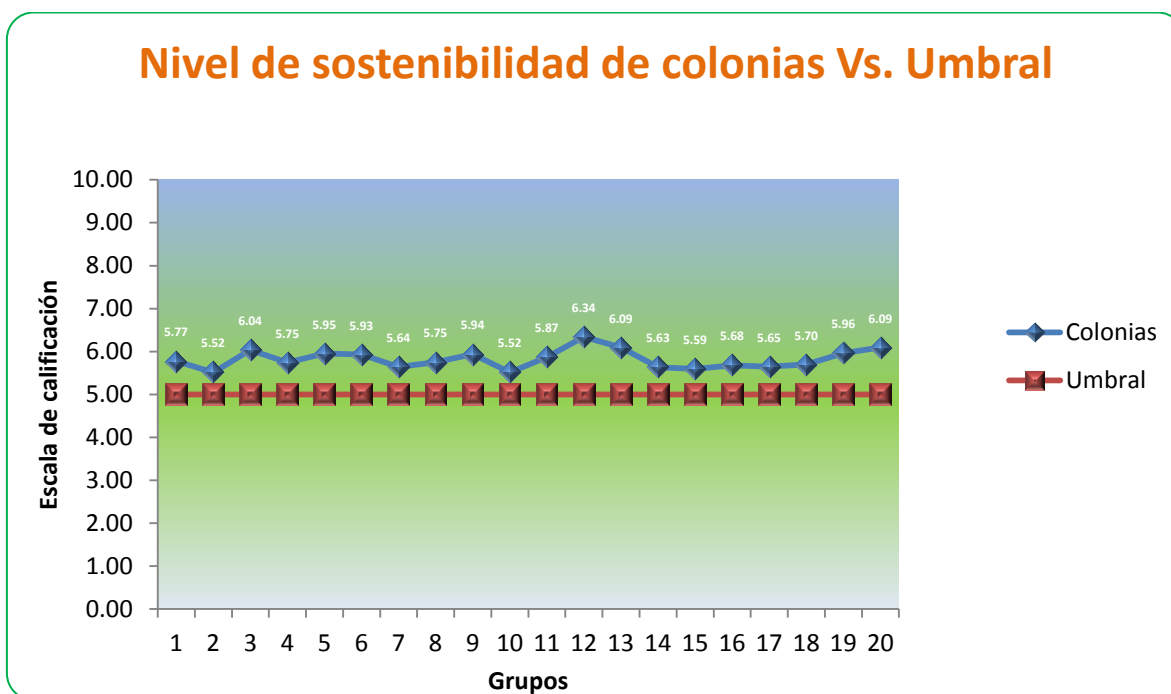


Fig. 33 Gráfica sobre nivel de sostenibilidad de colonias Vs. Umbral de calificación

Al analizar la sostenibilidad por área de evaluación se observa que en el nivel económico existe mayor sostenibilidad ya que obtuvo una calificación de 6.6 mayor que el umbral de calificación 5. El área social el sistema obtuvo una calificación aceptable (5.8), no así el área ambiental que obtuvo la calificación mas baja (5). Es decir, que en promedio el sistema de abastecimiento de agua potable obtiene una calificación de 5.8 (Fig.34).





Fig. 34 Calificación de sostenibilidad por área de evaluación

5.2.1 Prueba de hipótesis para el nivel de sostenibilidad

Para determinar si el servicio de agua potable suministrado por ANDA es sostenible se plantearon las siguientes hipótesis:

Ho: **El nivel de Sostenibilidad del agua** suministrada por ANDA en la Ciudad de San Miguel es mayor o igual al umbral de calificación 5?

Ha: **El nivel de Sostenibilidad del agua** suministrada por ANDA en la Ciudad de san miguel es menor al umbral de calificación 5?

Cuadro 1 Estadísticos para una muestra

| Estadísticos para una muestra | | | | |
|-------------------------------|-----|-------|-----------------|------------------------|
| | N | Media | Desviación típ. | Error típ. de la media |
| Sostenibilidad | 402 | 5,8 | ,57061 | ,02846 |

Cuadro 2 Prueba "t" para una muestra

| | Prueba para una muestra | | | | | |
|----------------|-------------------------|-----|------------------|----------------------|---|-------|
| | Valor de prueba = 5 | | | | | |
| | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | 95% Intervalo de confianza para la diferencia | |
| Inferior | | | | | Superior | |
| Sostenibilidad | 29,015 | 401 | ,000 | ,82574 | ,7698 | ,8817 |

Los resultados de la prueba de t establecen un nivel de significancia de 0.00, lo que indica que estadísticamente si existe diferencia significativa entre el valor medio de la sostenibilidad (5.8) y el valor de prueba (5) (Cuadro 1 y 2).

Si se compara el valor crítico " $t_{Tab} = -1.65$ " con el valor obtenido " $t_{Cal} = 29.015$ " (Figura 35), se establece que " t_{cal} " esta dentro de la zona de no rechazo.

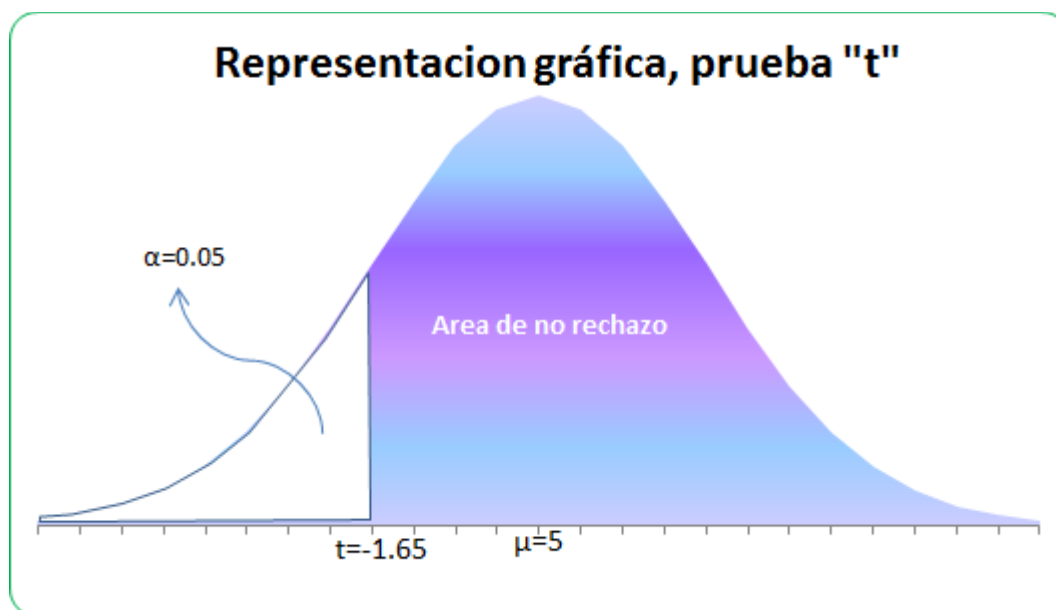


Fig. 35 Prueba "t" para una cola

Por lo tanto se acepta la hipótesis que plantea que **El nivel de Sostenibilidad del agua** suministrada por ANDA en la Ciudad de San Miguel es mayor o igual al umbral de calificación 5.



Es importante destacar que si bien es cierto que existe sostenibilidad estadísticamente hablando, los márgenes de diferencia entre la calificación de sostenibilidad y el umbral establecido son mínimos. Lo ideal hubiese sido que todos los indicadores estuvieran por arriba de umbral ya que esto implicaría un mayor nivel de sostenibilidad en las tres áreas de evaluación, especialmente los indicadores del área social y ambiental que en su mayoría obtuvieron calificaciones por debajo del umbral de calificación.



VI. CONCLUSIONES

- ✚ Las plantas de bombeo que abastecen el servicio de agua potable de ANDA en la ciudad de San Miguel son 13, en las cuales se ubican 27 pozos, de éstos funcionan un 67%
- ✚ El sistema de abastecimiento de agua potable de ANDA de la ciudad de San Miguel es excelente en términos de continuidad en las 170 colonias, de acuerdo a los datos proporcionados por los usuarios; la cual se usa generalmente para usos domésticos.
- ✚ Según el muestreo realizado la zona de recarga hídrica posee poca biodiversidad de especies vegetales, es decir que la riqueza y abundancia no están en equilibrio. La zona de recarga hídrica de acuerdo al índice de Shannon obtuvo un valor de biodiversidad de 1.01; este valor refleja la poca riqueza de especie vegetales, debido entre otras cosas al avance de la frontera agrícola y a la autorización y construcción de colonias.
- ✚ La zona de recarga hídrica del acuífero de San Miguel, en la zona alta se encuentra cubierta con el cultivo de café, siendo esta especie la que domina el ecosistema hasta un 95.5%. Lo anterior reviste importancia porque esta especie permite reducir los niveles de escorrentía superficial, disminuir la erosión del suelo y lograr mayores niveles de infiltración
- ✚ Los usuarios del servicio de agua potable de ANDA manifiestan disponibilidad en participar en proyectos de reforestación de la zona de recarga hídrica, capacitarse en protección de cuenca y sobre el buen uso del recurso hídrico.
- ✚ Según la investigación realizada en la ciudad de San Miguel el 58.7 % de los usuarios del servicio de abastecimiento de agua proporcionada por ANDA consumen agua embotellada, indicando con esto que existe desconfianza con relación a la calidad del agua; esto hace que 51% invierta entre \$2 y \$20 mensuales en agua.



- ✚ El nivel de sostenibilidad del agua suministrada por ANDA en la ciudad de San Miguel es mayor o igual al umbral de calificación 5 en los niveles social, ambiental y económico; por tanto se puede determinar que existe sostenibilidad estadísticamente hablando, donde se destaca el mayor nivel de sostenibilidad es en el nivel económico y en menor escala el nivel ambiental.



VII. RECOMENDACIONES

- ✚ Para que ANDA, mantenga la continuidad en el servicio de agua potable, es necesario que las estaciones de bombeo estén funcionando en un 100% y garantizar su eficiencia, para lograr este fin se requiere de un análisis económico para establecer una tarifa de agua que se ajuste al valor real del recurso hídrico.
- ✚ Es importante que ANDA de la Región Oriental cuente con una Unidad Ambiental, para que garantice articular y operativizar los esfuerzos de participación ciudadana, capacitación y desarrolle las diferentes alianzas estratégicas interinstitucionales, con el apoyo de los diferentes actores locales.
- ✚ Que ANDA de la Región Oriental, integre dentro de su plan de trabajo una política de protección y conservación del recurso hídrico y no solo de explotación, con la finalidad de garantizar acciones que permitan la disponibilidad y calidad de este bien público a los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de San Miguel
- ✚ Es urgente que ANDA cuente con un programa de educación ambiental para sensibilizar a la población sobre la protección y conservación del recurso hídrico, a fin de garantizar la disponibilidad y calidad del agua; este programa se puede concretar realizando un trabajo coordinado con instituciones y organizaciones, así como, con el auxilio de los diferentes medios de comunicación
- ✚ ANDA debe integrar esfuerzos con otras instituciones a fin de desarrollar proyectos de protección de la zona de recarga hídrica, ya que esto permitirá que las fuentes que alimentan el servicio de agua potable en la ciudad de San Miguel mantengan el caudal y por ende existirá disponibilidad de agua potable.



- ✚ Es necesario mejorar la calidad del servicio en cuanto a calidad y suministro e informar públicamente a la población los resultados de calidad, con el objeto de recobrar la confianza de los usuarios de la ciudad de San Miguel, ya que actualmente más del 50% consume agua embotellada.
- ✚ Es necesario que ANDA desarrolle procesos de concienciación del uso adecuado del agua, auxiliándose de los diferentes medios de comunicación existentes e instituciones comprometidas socialmente.
- ✚ Se recomienda que en la zona de recarga hídrica se ejecuten prácticas y obras de conservación de suelos que garanticen la sostenibilidad de los diferentes sistemas de producción y mejoren la infiltración del agua en el suelo; para ello es necesario trabajar cultivos en callejones, labranza mínima, barreras vivas, barreras muertas, fosas de infiltración, cultivos en contorno, terraza individuales, cultivos en curvas a nivel, minimizar las aplicaciones de pesticidas en los cultivos; y para equilibrar el nivel freático del acuífero se debe priorizar la construcción de acequias de ladera y ligar esta obra al pago por servicios ambientales.
- ✚ Considerando que el aspecto ambiental es el que presenta el menor nivel de sostenibilidad se recomienda, ya sea a mediano o largo plazo trabajar por desarrollar un proyecto de pago por servicios ambientales a los propietarios de las parcelas que se encuentran en las zonas de recarga hídrica, del acuífero que alimenta las estaciones de bombeo de agua potable; previo a este proceso ANDA deberá sumarse a cualquier esfuerzo de gestión del marco legal que garantice la concreción de esta iniciativa.
- ✚ A pesar que con el estudio se determinó que existe un nivel de sostenibilidad en el servicio de agua potable en la ciudad de San Miguel, todos los indicadores deberán ser monitoreados por ANDA, a efecto de que en evaluaciones posteriores (Mediano y largo plazo) estos indicadores logren mayores niveles de sostenibilidad y realizar un estudio de sostenibilidad horizontal



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- ACUA, Asociación Comunitaria Unida para el Agua y la Agricultura de El Salvador. 2012, (en línea) El Salvador. Consultado 7 de Junio 2012. Disponible en <http://acua.org.sv/wp-content/uploads/manual/manual-mercantilizacion-agua.pdf>
- Ambroggi, RP. (2001) «*El agua*», Investigación y Ciencia España (en línea) Consultado 26 de Junio 2012. Disponible en http://habitat.aq.upm.es/boletin/n34/arcor_2.html
- Antequera, J. et al., 2012. Indicadores de sostenibilidad (en línea). Disponible en http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?numapartat=1&id=75
- Artiga, R. 2006. Propuesta de Agenda Hídrica El Salvador (en línea) Consultado 26 de Junio 2012. Disponible en www.care.org.sv/uploads/doc%20agenda%20hidrica.pdf
- Beneke, S.M. 2008?. Determinación de la Calidad del agua de consumo humano de las familias rurales. México. Pág. 19.
- CEIDIR (Centro de Impulso al Desarrollo Integral de Regiones y Localidades, UY). El desarrollo humano: definición e importancia de su promoción (en línea). Consultado 8 de mayo de 2012. Disponible en http://perso.wanadoo.es/delocalmx/IDH_CR.htm
- Cuerpo de Ingenieros De los Estados Unidos de America 1998. Evaluación de Recursos de Agua de La República de El Salvador (en línea). Consultado el 4 de julio de 2012. Disponible <http://www.sam.usace.army.mil/en/wra/ElSalvador/El%20Salvador%20WRA%20Spanish.pdf>
- Cuencas Hidrográficas, f.s. (en línea) Consultado 3 de Julio de 2012. Disponible http://educacionambiental.conaf.cl/?seccion_id= PROFESORES_CUENCAS&unidad=7&
- CEPAL (Comisión Económica para América Económica, CL). 2003. Día Mundial del Medio Ambiente (en línea). Consultado 2 febrero de 2012. Disponibles en <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/prensa/noticias/comunicados/3/12383/P12383.xml&xsl=/prensa/tpl/p6f.xsl&base=/prensa/tpl/top-bottom.xsl>
- Comisión de Cuenca Valle de Bravo. 2008. Cuenca Hidrológica (en línea). Consultado el 8 de junio de 2012. Disponible en <http://www.cuencaamanalcovalle.org/index.php?obj=secciones&IdMostrar=115>
- CDC (Centro para la Defensa del Consumidor). 2005. “El vaivén de la Descentralización del agua en El Salvador 1999-2005”. El Salvador, 12p



- CDC. Negociando con la Sed. Diciembre de 2007. Centro para la Defensa del Consumidor. (en línea) El salvador. Consultado el 9 de Junio. Disponible <http://.cdc.org.sv/archivos/negociando-con-la-sed.pdf>
- Chevez, 2005. Estudio Hidroambiental de la Zona de Recarga Hídrica de la Ciudad de San Miguel. Tesis. UES.
- Delors, J. (1996). Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI (en línea). Consultado 3 de marzo de 2012. Disponible en http://www.educa.madrid.org/cms_tools/files/6bebccef-888c-4dd6-b8c1-d0f617656af3/La_educacion.pdf
- DIGESTY (General de Estadística y Censo). 2005. Encuesta de hogares de Propósitos Múltiples “, El Salvador
- Dimas L. 2010. Calidad del agua en El Salvador (en línea). Consultado el 2 de junio de 2012. Disponible en <http://www.laprensagrafica.com/opinion/editorial/103348-calidad-del-agua-en-el-salvador.html>
- Dourojeanni, A. 2005 Gestión de Cuencas Hidrográficas y Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Hídricos (en línea) Consultado el 4 de Julio de 2012. Disponible. www.eclac.cl/.../Axel_Dourojeanni_GESTION_CUE NCAS_Y_GIRH...
- El Agua y su importancia. s.f. (en línea). Consultado el 10 de junio de 2012 Disponible en <http://amdena.pe.tripod.com/amigosdelanaturaleza/id4.html>
- El derecho humano al agua y al saneamiento. s.f. (en línea). Consultado el 14 de junio de 2012 Disponible en http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_spa.pdf
- El problema actual del agua en el salvador .s.f. (en línea). Consultado el 4 de julio de 2012. Disponible <http://www.elsalvador-online.com/ecologia/Agua/h2o/recursosh/problema.htm>
- El milagro del agua antioxidante, s.f. (en línea). Consultado el 3 de mayo de 2012. Disponible en <http://www.verdeazulplanet.com/>
- Fernández C,A. s.f. Situación del agua potable en América Latina(en línea). Consultado 26 de Junio 2012. Disponible en <http://www.cnea.edu.ar/xxi/ambiental/agua-pura/presentaciones-encuentro/Present%20Dr%20Fernandez%20Cirelli%20Situacion%20Agua%20Potable.pdf>
- Foro Nacional por la Defensa de la Sustentabilidad y el Derecho al Agua. 2006? El azote de Los 4 Jinetes del Agua POCALIPSIS (en línea). Consultado 4 de abril



- de 2012. Disponible en http://www.foroagua-el salvador.org/dmdocuments/4_jinetes.pdf
- FUNDE (Fundación Nacional para el Desarrollo, SV).2006. Agua y gobernabilidad en El Salvador (en línea). Consultado 3 de mayo de 2012. Disponible en <http://190.120.10.43/db/libcat/edocs/APDPDF101.pdf>
- FUSADES (Fundación para el Desarrollo Económico y social). 2001. Determinación de la calidad del agua de consumo humano de las familias rurales. San Salvador”, El Salvador
- Guaita G, N. 2008. Aguay sostenibilidad España (en línea). Consultado 26 de Junio 2012. Disponible en www.revistaindice.com/numero28/p14.pdf
- García A, MA. 2004. Agua y biodiversidad en montes azules (en línea). Consultado 5 abril de 2012. Disponible en <http://www.maderasdelpueblo.org.mx/archivos/pdf/AguayBiodiversidadenSelvaLacandona.pdf>
- Gámez, M. 2009. Texto básico de Hidrología (en línea). Consultado 3 de Julio de 2012. Disponible en es.scribd.com/.../Definicion-e-importancia-del-concepto-de-cuenca-...
- Ibarra T, AM. sf. Propuestas Básicas para elaborar una Política Nacional Hídrica (en línea) Consultado el 4 de julio de 2012 Disponible <http://acua.org.sv/wp-content/uploads/manual/manual-gestion-sustentable-agua-salvador.pdf>
- Iñiguez, KI. s.f. El agua: un elemento indispensable para la vida (en línea) Consultado 3 abril de 2012. Disponible en <http://www.funpat3mil.com.ar/documentos/Agua.pdf>
- La enorme importancia de la calidad de agua en la salud s.f. (En línea). Consultado 4 de julio de 2012. Disponible en <http://www.actiweb.es/fuentevital/>
- La importancia de la sostenibilidad y la ecología .2011 (En línea). Consultado 20 de junio de 2012. Disponible en <http://www.createandshare.es/madre-tierra/mundo-sostenible/la-importancia-de-la-sostenibilidad-y-la-ecologi.html>
- Londoño A, CH. (2001). Cuencas hidrográficas: bases conceptuales (en línea). Consultado 5 de junio de 2012. Disponible en http://desarrollo.ut.edu.co/tolima/hermesoft/portal/home_1/rec/arc_8459.pdf
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV) 2004.Diagnóstico Sistema Biofísico Hidrología y Recursos Hídricos: Plan nacional de ordenamiento y desarrollo territorial. 48 p.
- MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. Informe



Nacional Estado del Medio Ambiente.El Salvador. Pág. 15.

MARN (Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SV).s.f. Protección de microcuencas (en línea). Consultado el 6 de mayo de 2012. Disponible en <http://www.xeologosdelmundu.org/files/Protecci%C3%B3n%20de%20Microcuencas.pdf>

Magaña RR.2006. Agua y gobernabilidad en El Salvador (en línea). Consultado el 3 de junio de 2012. Disponible en <http://190.120.10.43/db/libcat/edocs/APDPDF101.pdf>

Masera O, et al.. 1999. Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. México D. F. 107p.

Mazari H. M. s.f. Cantidad y calidad (en línea). Consultado el 8 de junio de 2012. Disponible en http://www.comoves.unam.mx/articulos/agua_recurso/agua1.html

MINED, et al., 2005. "Modulo III: Recurso Agua y Saneamiento Ambiental en El Salvador" Curso Superior en Gestión Ambiental. Pág.23-28.

OPS (organización panamericana de la salud) 2001. Sesión del comité regional. Washington, D.C.

Nixon, SC. 2000. Es sostenible el uso del agua en Europa (en línea). Consultado 25 de Junio 2012. Disponible www.eea.europa.eu/es/publications/water_assmnt07/at.../file

Monografías (s.f.). Tipos de Investigación (en línea). Consultado 3 mayo de 2012. Disponible en <http://www.monografias.com/trabajos58/principales-tipos-investigacion/principales-tipos-investigacion2.shtml>

Monroy, NA. La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental (en línea). Consultado 4 de mayo de 2012. Disponible en http://www.ine.gob.mx/descargas/cuencas/cong_nal_06/tema_03/25_norberto_alatorre.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud, CH). 2003. La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud (en línea). Consultado 5 de abril de 2012. Disponible en C:\Users\Roberto\Desktop\Bibliografía apoyo\1\OMS La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud.mht

Perl, M. (1999).La problemática del agua en Centro América (en línea).Consultado 2 de abril de 2012. Disponible en http://awsassets.panda.org/downloads/wwfca_revista_4_es.pdf



- Pérez C, C. s.f. Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas. Conceptos Básicos en línea) Consultado 26 de Junio 2012. Disponible en www.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/NR32793.pdf
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, NY), 2006. Cuaderno sobre desarrollo humano (en línea). Consultado 5 de abril de 2012. Disponible en <http://www.pnud.org/sv/2007/idh/content/blogcategory/0/95/>
- PNUD (programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 1989. Estado de la Nación en desarrollo humano. San Salvador, El Salvador.
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo). 2003. Segundo Informe sobre Desarrollo Humano en Centroamérica y Panamá, Proyecto Estado de la Región". San José. Costa Rica
- PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo).2001. Informe sobre Desarrollo Humano, El Salvador. Pág. 193 – 194.
- PLAMADUR (plan de desarrollo urbano de la ciudad de San Miguel). 1998. Agua y saneamiento. El Salvador.
- PRISMA (Programa Salvadoreño de Investigación sobre Desarrollo y Medio Ambiente, SV). 2001. Acceso al Agua Potable (en línea). Consultado el 4 de julio de 2012. Disponible <http://www.prisma.org.sv/uploads/media/prisma42.pdf>
- RIOB. 2009. Gestión Integrada de Cuencas Asociada al Complejo Hidrográfico EL Imposible-Barra de Santiago, El salvador, Centroamérica (en línea). IUCN. Consultado 3 marzo de 2012. Disponible en http://www.riob.org/ag2004/documents/comm/BASIM_INBO_MARTINICA.pdf
- Rodríguez de Robles, B .2002. Agua en el mundo (en línea).Consultado 26 de Junio 2012. Disponible en portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?numapartat=9&id=16
- Sánchez T, LD y Sánchez T, A (2004). Uso eficiente del agua (en línea). Consultado 3 de abril de 2012. Disponible en www.irc.nl/content/download/11496/.../TOP12_UsoEfficiente.pdf
- Sostenibilidad de los servicios de agua potable y Saneamiento frente a desastres naturales. s.f. Curso de prevención de desastres (en línea). Consultado 4 de julio de 2012. Disponible en <http://www.bvsde.paho.org/cursodesastres/diplomado/curso2/tema2.pdf>
- Tapia, M. s.f. Conceptos sobre cuencas Hidrográficas (en línea). Consultado 12 de mayo de 2012. Disponible en



http://www.cepes.org.pe/pdf/OCR/Partidos/manejo_integral_microcuencas/manejo_integral_microcuencas2.pdf

UNES (Unidad Ecológica de EL Salvador, SV).2008. "Crisis de la Gestión Hídrica en Centro América". El Salvador, 126 p

UNESCO (Organización de las Naciones Unidas Para la educación Ciencia y Cultura). 2001. Distribución de recursos hídricos en el mundo (en línea). Consultado 2 de abril de 2012. Disponible en http://habitat.aq.upm.es/boletin/n34/arcor_2.html

Ventura, C.M. 1999. Historia Natural y ecológica de El Salvador, el salvador. 397 p.

Ventura, C.M. 1999. Historia Natural y ecológica de El Salvador, el salvador: Importancia y disponibilidad del agua en El salvador. El salvador. Pág. 134-135.

Ventura, C.M. 1999. Historia Natural y ecológica de El Salvador, El Salvador: 3 Importancia y disponibilidad del agua en El salvador. El salvador.

Ventura, C.M. 1999. Historia Natural y ecológica de El Salvador, el salvador: Áreas principales de recarga en el salvador. El Salvador. Pág. 156-157

Ventura, C.M. 1999. Historia Natural y ecológica de El Salvador, el salvador: Principales usos del agua en el salvador y sus efectos. El Salvador. Pág. 160-164

World Vision (Visión Mundial,US).s.f. Conceptos básicos de cuencas (en línea). Consultado 10 de marzo de 2012. Disponible en <http://www.pnuma.org/deramb/actividades/gobernanza/cd/Biblioteca/Capacitacion%20cuencas/Modulo1.pdf>

Visión Mundial. s.f. Recursos Hídricos de EL Salvador (en línea) Consultado 26 de Junio 2012. Disponible www.visionmundial.org.do/archivos-de-usuario/File/.../riesa.html

WIKIPEDIA. 2012. Objetivos de Desarrollo del Milenio (en línea). Consultado 3 marzo de 2012. Disponible en http://es.wikipedia.org/wiki/Objetivos_de_Desarrollo_del_Milenio

Zavala R. s.f. La mercantilización del agua (en línea). Consultado el 10 de junio de 2012. Disponible en http://www.politicas.unam.mx/razoncinica/La_mercantilizaci%C3%B3n_del_agua.html



Anexos



Cuadro A- 3 Colonias atendidas por ANDA en la ciudad de San Miguel

| | | | | | | | |
|----|-----------------------------|----|------------------------------|-----|------------------------------------|-----|----------------------------------|
| Nº | Grupo 1 | | Grupo 6 | 86 | Residencial San Diego | 130 | Ciudad Real Oriente |
| 1 | Residencial el Sitio | 44 | Urbanización El molino | 87 | Urbanización Los Pinos | | Grupo 17 |
| 2 | Colonia San Gabriel | | Grupo 7 | | Grupo 12 | 131 | Ciudad Real Poniente |
| 3 | Colonia La Floresta | 45 | Colonia Rio Grande | 88 | Colonia Belén | 132 | Jardines del Volcán |
| 4 | Colonia El Ángel | 46 | Colonia 15 de Septiembre | 89 | Urbanización La Paz I | 133 | Residencial la Floresta |
| 5 | Colonia San Juan | 47 | Colonias Unidas | 90 | Urbanización La Paz II etapa | 134 | Urbanización Ciudad Real |
| 6 | Colonia Maquilishuat | 48 | Urbanización Las Águilas | 91 | Urbanización Santa Emilia | 135 | Urbanización San Jorge |
| 7 | Colonia Aurora | 49 | Urbanización América | 92 | Urbanización Santa Emilia II etapa | 136 | Urbanización California |
| 8 | Colonia San Fernando | 50 | Residencias Las Águilas | | Grupo 13 | 137 | Urbanización Villa de California |
| 9 | Colonia Santa Mónica | 51 | Colonia Francisco Gavidia | 93 | Residencial Las Mercedes | 138 | Cantón el Papalón |
| 10 | Residencial Arcos del Sitio | 52 | Colonia Brizas del Rio II | 94 | Presita II | 139 | Residencial Sevilla |
| 11 | Residencia El Sitio II | 53 | Colonia Brizas del Rio I | 95 | Colonia Las Chilcas | 140 | Colonia San Pablo |
| 12 | Colonia Monte Oreb | | Grupo 8 | 96 | Residencial Nueva Metrópolis | 141 | Colonia Panamericana |
| | Grupo 2 | 54 | Residencial América II | 97 | Residencial Arcos de San Francisco | 142 | Urbanización Ciudad Real Sur |
| 13 | Colonia Vista Hermosa | 55 | Residencial Pasadena | 98 | Urbanización Nueva Metrópolis I | 143 | Urbanización Metrópoli |
| 14 | Colonia Betania | 56 | Residencial Las Águilas | 99 | Urbanización Nueva Metrópolis II | 144 | Residencial Venecia |
| 15 | Colonia Aubdala | 57 | Colonia Quince de Septiembre | 100 | Urbanización Nueva Belén | | Grupo 18 |
| 16 | Litificación Álvarez | 58 | Colonia la Chacra | | Grupo 14 | 145 | Ciudad Jardín |
| 17 | Colonia el Palmar | 59 | Colonia Jucuapa | 101 | Colonia Rosa de María | 146 | Residencial Cataluña |
| 18 | Colonia Palermo | 60 | Colonia Los Arcos del molino | 102 | Colonia Antigua a La Unión | 147 | Residencial San Antonio |
| 19 | Colonia Padre Pio | 61 | Comunidad el tiangué | 103 | Colonia Quezada | 148 | Residencial los Girasoles |
| 20 | Residencial Terra Nova | | Grupo 9 | 104 | Barrio Concepción | 149 | Residencial Ciudad jardín II |
| 21 | Urbanización San Antonio | 62 | Litificación sirama | 105 | Colonia 14 de Julio | 150 | Residencial Estadio |
| 22 | Colonia San Francisco | 63 | Residencial sirama | 106 | Colonia San José | 151 | Colonia ciudad Jardín |
| 23 | Colonia San Antonio | 64 | Urbanización San Roberto | 107 | Colonia Buenos Aires | 152 | Urbanización Villa Fontana |
| 24 | Colonia San Carlos | 65 | Jardines de Bolonia | 108 | Colonia Santa Lucia | 153 | Residencial Los Almendros |
| 25 | Colonia 3 de Mayo | 66 | Residencial Villa de Belén | 109 | Residencial la Sevilla | 154 | Ciudad Jardín |
| 26 | Colonia Bustillo | 67 | Urbanización San Carlos | 110 | Colonia Divina Asunción | 155 | Colonia Milagro de la Paz |
| 27 | Colonia Guerrero | 68 | Urbanización Palo Blanco | 111 | Colonia Andalucía | 156 | Colonia Nueva Pedrera |
| 28 | Barrio San Francisco | 69 | Colonia 21 de Noviembre | 112 | Residencial Versalles | | Grupo 19 |
| 29 | Reparto san Pedro | | Grupo 10 | 113 | Urbanización Palo Blanco II | 157 | Colonia Hirlmam |
| | Grupo 3 | 70 | Urbanización Lourdes | 114 | Urbanización Palo Blanco III | 158 | Colonia Conde Muñoz |
| 30 | Colonia Chaparrastique | 71 | Barrio La Merced | 115 | Urbanización Palo Blanco IV | 159 | Comunidad San José |



| | | | | | | | |
|----|--|----|-------------------------------|-----|------------------------------------|-----|--------------------------|
| 31 | Residencial Las Rosas | 72 | Urbanización San Roberto III | 116 | Urbanización Palo Blanco | 160 | Urbanización Monte Carlo |
| | Grupo 4 | 73 | Residencial San Diego | | Grupo 15 | 161 | Colonia Cury |
| 32 | Colonia López | | | 117 | Colonia la Presita | 162 | Colonia los Héroes |
| 33 | Litificación Jucuapa | 74 | Colonia San Nicolás | | Grupo 16 | 163 | Colonia Santa María |
| 34 | Litificación Pio Grande | 75 | Residencial La Paz | 118 | Urbanización María Julia II | 164 | Colonia Paniagua |
| 35 | Colonia Esperanza | 76 | Urbanización San Nicolás II | 119 | Urbanización María Julia III etapa | 165 | Colonia Medina |
| 36 | Colonia Granillo | 77 | Urbanización San Nicolás III | 120 | Colonia Los Ángeles | 166 | Litificación Paniagua |
| | | 78 | Residencial El Palmar | 121 | Jardines del Rio | 167 | Litificación Los Héroes |
| | Grupo 5 | 79 | Urbanización El Progreso | 122 | Urbanización Altos del Rio | 168 | Colonia Vásquez |
| 37 | Urbanización Satélite de Oriente | 80 | Urbanización Jardines del Rio | 123 | Jardines de Rio II | 169 | Cantón el Amate |
| 38 | Urbanización Ciudad Satélite de Oriente II | 81 | Urbanización Ciudad Real | 124 | Colonia 18 de Mayo | | Grupo 20 |
| 39 | Urbanización las Palmeras III etapa | | Grupo 11 | 125 | Urbanización 18 de Mayo II etapa | 170 | Colonia Escolán |
| 40 | Satélite de Oriente II Etapa | 82 | Residencial Los Ángeles | 126 | Urbanización 18 de Mayo | | |
| 41 | Colonia Esmeralda | 83 | Urbanización San José | 127 | Residencial Universitaria | | |
| 42 | Urbanización Las Palmeras | 84 | Residencial Santa Ana | 128 | Residencial maría Julia | | |
| 43 | Satélite de Oriente | 85 | Urbanización Santa Gertrudis | 129 | Urbanización Jerusalén | | |



Cuadro A- 4 Determinación del tamaño de muestra para número de viviendas (para un alfa de 0.05)

| Descripción | Valor | Resultado |
|------------------------------|-------|---|
| N | 25530 | $n = \frac{NZ^2PQ}{(N-1) * e^2 + Z^2PQ}$ $n = \frac{24569.08}{64.78}$ |
| Z ² | 1.96 | |
| P | 0.5 | |
| Q | 0.5 | |
| e ² | 0.05 | |
| Tamaño de muestra (n) | | 380⁶ |

Cuadro A- 5 Estratificación de muestra

| Estrato (grupos) | Total de Usuarios (fh)=0.0157462 | Muestra | Selección sistémica de elementos muestrales K=(N/n), dentro de estrato |
|------------------|----------------------------------|---------|--|
| 1 | 754 | 12 | 64 |
| 2 | 1183 | 19 | |
| 3 | 1459 | 23 | |
| 4 | 1676 | 26 | |
| 5 | 1852 | 29 | |
| 6 | 1283 | 20 | |
| 7 | 975 | 15 | |
| 8 | 1348 | 21 | |
| 9 | 1073 | 17 | |
| 10 | 1388 | 22 | |
| 11 | 800 | 13 | |
| 12 | 1335 | 21 | |
| 13 | 1438 | 23 | |
| 14 | 1391 | 22 | |
| 15 | 1355 | 21 | |
| 16 | 1295 | 20 | |
| 17 | 1439 | 23 | |
| 18 | 974 | 15 | |
| 19 | 1445 | 23 | |
| 20 | 1067 | 17 | |
| | N=25530 | 402 | |

⁶ A nivel de campo se pasaron 22 encuestas adicionales, por lo que la estratificación fue en base a 402 viviendas



Cuadro A- 6 Criterios de calificación cualitativos área social

| INDICADOR | CRITERIOS DE CALIFICACION* | | |
|---|----------------------------|-----------|---------------|
| | BAJA (1) | MEDIA (5) | ALTA (10) |
| Continuidad del servicio de agua potable(Días) | 1-2 días | 3-6 días | 7 días |
| Grado de satisfacción del usuario | Malo | Regular | Bueno |
| Grado de participación ciudadana en el manejo de fuentes (Toma de decisiones) | Ninguno | Poco | Mucho |
| Disposición a capacitarse | | No | Si |
| Numero de capacitaciones recibidas por los usuarios | Ninguna | una | Mas de una |
| Tiempo de tener el servicio de agua potable | 1-5 Años | 6-10 Años | 11 años a mas |
| Evolución del servicio de agua potable. | Peor | Igual | Mejor |

*Codificados en el software SPSS



Cuadro A- 7 Criterios de calificación área ambiental

| INDICADOR | CRITERIOS DE CALIFICACION** | | |
|--|-----------------------------|---------------------------|----------------|
| | BAJA (1) | MEDIA (5) | ALTA (10) |
| Protección de las fuentes de agua | Ninguna | Poca | Mucha |
| Calidad del agua | Malo | Regular | Bueno |
| Tipo de agua consumida | Embotellada | Chorro y Embotellada | Chorro |
| Conocimiento de zonas de recarga hídrica | Ninguna | Poco | Mucho |
| Disposición para proteger la cuenca | | No | Si |
| Disposición para reforestar la zona de recarga hídrica | | No | Si |
| Uso del agua | Comercial | De apoyo a otras personas | Uso Domésticos |
| Nivel freático del acuífero | Negativa | | Positiva |

**Codificados en el software SPSS



Cuadro A- 8 Criterios de calificación cualitativos y cualitativos área económica

| INDICADOR | CRITERIOS DE CALIFICACION*** | | |
|---|------------------------------|--------------|-----------|
| | BAJA (1) | MEDIA (5) | ALTA (10) |
| Numero de pozos funcionando(%) | 10% | 50% | 100 |
| Tarifa de agua | \$ 11 a mas | \$ 6-10 | \$ 2-5 |
| Cancelación de recibos de cobro de agua potable | | Casi siempre | Siempre |
| Fuga en el servicio de agua potable | Mucha | Poca | Ninguna |
| .Posibilidad de pago de doble tarifa | | No | Si |
| Inversión de agua embotellada | \$ de 21 a mas | \$ de 2- 20 | \$ 0 |
| Nivel de inversión en obras de mantenimiento y reparación | Nada | Poco | Mucho |

*** Codificados en el software SPSS



Cuadro A- 9 Valores cualitativos y cuantitativos de indicadores sociales

| Grupo | Continuidad del servicio de agua potable(Días) | | | Grado de satisfacción del usuario | | | Grado de participación ciudadana en el manejo de fuentes (Toma de decisiones) | | | Disposición a capacitarse | | Numero de capacitaciones recibidas por los usuarios | | | Tiempo de tener el servicio de agua potable | | | Evolución del servicio de agua potable. | | |
|-------|--|------------|--------|-----------------------------------|---------|------|---|------|---------|---------------------------|----|---|-----|---------|---|-------------|---------------|---|-------|------|
| | 1 a 2 días | 3 a 6 días | 7 días | Bueno | Regular | Malo | Mucho | Poca | Ninguna | Si | No | Mas de una | Una | Ninguna | 1 a 5 años | 6 a 10 años | 11 a mas años | Mejor | Igual | Peor |
| 1 | 0 | 0 | 12 | 5 | 5 | 2 | 0 | 0 | 12 | 9 | 3 | 2 | 0 | 10 | 5 | 3 | 4 | 1 | 9 | 2 |
| 2 | 0 | 1 | 18 | 9 | 9 | 1 | 0 | 0 | 19 | 10 | 9 | 1 | 1 | 17 | 4 | 5 | 10 | 4 | 12 | 3 |
| 3 | 0 | 0 | 23 | 15 | 5 | 3 | 0 | 0 | 23 | 16 | 7 | 2 | 0 | 21 | 1 | 4 | 18 | 4 | 14 | 5 |
| 4 | 1 | 2 | 23 | 12 | 14 | 0 | 0 | 0 | 26 | 20 | 6 | 1 | 0 | 25 | 3 | 8 | 15 | 6 | 13 | 7 |
| 5 | 0 | 0 | 29 | 15 | 11 | 3 | 0 | 0 | 29 | 23 | 6 | 2 | 1 | 26 | 10 | 6 | 13 | 7 | 19 | 3 |
| 6 | 0 | 2 | 18 | 8 | 9 | 3 | 0 | 0 | 20 | 15 | 5 | 0 | 0 | 20 | 1 | 1 | 18 | 9 | 9 | 2 |
| 7 | 0 | 1 | 14 | 8 | 7 | 0 | 0 | 0 | 15 | 9 | 6 | 2 | 0 | 13 | 0 | 2 | 13 | 2 | 11 | 2 |
| 8 | 0 | 3 | 18 | 11 | 6 | 4 | 0 | 0 | 21 | 15 | 6 | 0 | 2 | 19 | 5 | 6 | 10 | 5 | 12 | 4 |
| 9 | 0 | 0 | 17 | 10 | 5 | 2 | 0 | 0 | 17 | 12 | 5 | 1 | 0 | 16 | 4 | 7 | 6 | 7 | 7 | 3 |
| 10 | 0 | 2 | 20 | 9 | 12 | 1 | 0 | 0 | 22 | 9 | 13 | 0 | 0 | 22 | 1 | 11 | 10 | 6 | 10 | 6 |
| 11 | 0 | 1 | 12 | 3 | 8 | 2 | 0 | 0 | 13 | 11 | 2 | 0 | 1 | 12 | 0 | 5 | 8 | 4 | 4 | 5 |
| 12 | 0 | 0 | 21 | 16 | 5 | 0 | 0 | 0 | 21 | 19 | 2 | 0 | 0 | 21 | 1 | 1 | 19 | 5 | 12 | 4 |
| 13 | 1 | 0 | 22 | 15 | 6 | 2 | 0 | 0 | 23 | 19 | 4 | 1 | 0 | 22 | 6 | 1 | 16 | 6 | 15 | 2 |
| 14 | 0 | 0 | 22 | 14 | 8 | 0 | 0 | 0 | 22 | 14 | 8 | 0 | 0 | 22 | 7 | 9 | 6 | 5 | 17 | 0 |
| 15 | 0 | 1 | 20 | 8 | 8 | 5 | 0 | 0 | 21 | 17 | 4 | 0 | 0 | 21 | 1 | 8 | 12 | 10 | 4 | 7 |
| 16 | 0 | 0 | 20 | 12 | 5 | 3 | 0 | 0 | 20 | 16 | 4 | 0 | 0 | 20 | 8 | 3 | 9 | 5 | 8 | 7 |
| 17 | 0 | 0 | 23 | 15 | 7 | 1 | 0 | 0 | 23 | 18 | 5 | 0 | 0 | 23 | 7 | 5 | 11 | 4 | 14 | 5 |
| 18 | 1 | 3 | 11 | 5 | 6 | 4 | 0 | 0 | 15 | 13 | 2 | 1 | 1 | 13 | 3 | 8 | 4 | 4 | 9 | 2 |
| 19 | 0 | 0 | 23 | 16 | 5 | 2 | 0 | 0 | 23 | 21 | 2 | 1 | 0 | 22 | 3 | 11 | 9 | 4 | 16 | 3 |
| 20 | 0 | 1 | 16 | 15 | 2 | 0 | 0 | 0 | 17 | 11 | 6 | 1 | 1 | 15 | 7 | 1 | 9 | 3 | 11 | 3 |



Cuadro A- 10 Valores cualitativos y cuantitativos de indicadores ambientales

| Grupo | Protección de las fuentes de agua | | | Calidad del agua | | | Tipo de agua consumida | | | Conocimiento de zonas de recarga hídrica | | | Disposición para proteger la cuenca | | Disposición para reforestar la zona de recarga hídrica | | Uso del agua | | | Nivel freático del acuífero | |
|-------|-----------------------------------|------|---------|------------------|---------|------|------------------------|-------------|----------------------|--|------|---------|-------------------------------------|----|--|----|----------------|---|-----------|-----------------------------|----------|
| | Mucha | Poca | Ninguna | Bueno | Regular | Malo | Chorro | Embotellada | Chorro y embotellada | Mucho | Poco | Ninguna | Si | No | Si | No | Uso domésticos | Apoyo a otras personas que no tienen suministro | Comercial | Positivo | Negativo |
| 1 | 0 | 0 | 12 | 7 | 1 | 4 | 3 | 7 | 2 | 0 | 2 | 10 | 10 | 2 | 10 | 2 | 12 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 2 | 0 | 0 | 19 | 3 | 11 | 5 | 5 | 13 | 1 | 0 | 1 | 18 | 9 | 10 | 10 | 9 | 19 | 0 | 0 | 0 | 19 |
| 3 | 0 | 0 | 23 | 11 | 8 | 4 | 9 | 9 | 5 | 1 | 2 | 20 | 15 | 8 | 18 | 5 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| 4 | 1 | 0 | 25 | 5 | 15 | 6 | 3 | 17 | 6 | 0 | 3 | 23 | 13 | 13 | 20 | 6 | 26 | 0 | 0 | 0 | 26 |
| 5 | 0 | 0 | 29 | 8 | 12 | 9 | 8 | 13 | 8 | 2 | 3 | 24 | 23 | 6 | 23 | 6 | 29 | 0 | 0 | 0 | 29 |
| 6 | 0 | 0 | 20 | 2 | 9 | 9 | 2 | 11 | 7 | 0 | 2 | 18 | 17 | 3 | 17 | 3 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 7 | 0 | 0 | 15 | 0 | 9 | 6 | 1 | 9 | 5 | 0 | 2 | 13 | 4 | 11 | 9 | 6 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 8 | 0 | 0 | 21 | 3 | 15 | 3 | 5 | 9 | 7 | 1 | 2 | 18 | 11 | 10 | 15 | 6 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| 9 | 0 | 0 | 17 | 6 | 9 | 2 | 7 | 7 | 3 | 0 | 1 | 16 | 13 | 4 | 14 | 3 | 17 | 0 | 0 | 0 | 17 |
| 10 | 0 | 0 | 22 | 5 | 8 | 9 | 5 | 11 | 6 | 0 | 0 | 22 | 12 | 10 | 17 | 5 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| 11 | 0 | 1 | 12 | 2 | 5 | 6 | 2 | 7 | 4 | 1 | 1 | 11 | 11 | 2 | 11 | 2 | 13 | 0 | 0 | 0 | 13 |
| 12 | 0 | 0 | 21 | 9 | 11 | 1 | 9 | 12 | 0 | 0 | 5 | 16 | 20 | 1 | 20 | 1 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| 13 | 0 | 0 | 23 | 9 | 13 | 1 | 4 | 16 | 3 | 1 | 1 | 21 | 17 | 6 | 21 | 2 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| 14 | 0 | 1 | 21 | 3 | 12 | 7 | 3 | 17 | 2 | 0 | 2 | 20 | 13 | 9 | 18 | 4 | 22 | 0 | 0 | 0 | 22 |
| 15 | 0 | 0 | 21 | 1 | 4 | 16 | 0 | 16 | 5 | 0 | 3 | 18 | 16 | 5 | 19 | 2 | 21 | 0 | 0 | 0 | 21 |
| 16 | 0 | 0 | 20 | 4 | 8 | 8 | 5 | 14 | 1 | 0 | 3 | 17 | 17 | 3 | 17 | 3 | 20 | 0 | 0 | 0 | 20 |
| 17 | 0 | 0 | 23 | 2 | 7 | 14 | 3 | 20 | 0 | 0 | 1 | 22 | 19 | 4 | 19 | 4 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| 18 | 0 | 2 | 13 | 1 | 4 | 10 | 6 | 9 | 0 | 0 | 1 | 14 | 12 | 3 | 11 | 4 | 15 | 0 | 0 | 0 | 15 |
| 19 | 1 | 1 | 21 | 6 | 13 | 4 | 6 | 15 | 2 | 3 | 0 | 20 | 21 | 2 | 21 | 2 | 23 | 0 | 0 | 0 | 23 |
| 20 | 0 | 0 | 17 | 6 | 11 | 0 | 10 | 4 | 3 | 1 | 2 | 14 | 13 | 4 | 13 | 4 | 17 | 0 | 0 | 0 | 17 |



Cuadro A- 11 Valores cualitativos y cuantitativos de indicadores económicos

| Grupo | Numero de pozos funcionando | Tarifa de agua | | | Cancelación de recibos de cobro de agua potable | | Fuga en el servicio de agua potable | | | Posibilidad de pago de doble tarifa | | Inversión de agua embotellada | | | Nivel de inversión en obras de mantenimiento y reparación | | |
|-------|-----------------------------|----------------|-----------|------------|---|---------|-------------------------------------|-------|------|-------------------------------------|----|-------------------------------|-----|------------|---|------|------|
| | | 18,00 | \$2 a \$5 | \$6 a \$10 | \$11 a mas | Siempre | Casi siempre | Mucha | Poca | Ninguna | Si | No | \$0 | \$2 a \$20 | \$21 a mas | Nada | Poco |
| 1 | 12 | 4 | 0 | 8 | 10 | 2 | 1 | 3 | 8 | 5 | 7 | 3 | 5 | 4 | 0 | 12 | 0 |
| 2 | 19 | 9 | 2 | 8 | 13 | 6 | 2 | 4 | 13 | 5 | 14 | 5 | 11 | 3 | 0 | 19 | 0 |
| 3 | 23 | 8 | 3 | 12 | 15 | 8 | 2 | 3 | 18 | 9 | 14 | 9 | 7 | 7 | 0 | 23 | 0 |
| 4 | 26 | 9 | 8 | 9 | 25 | 1 | 3 | 6 | 17 | 10 | 16 | 3 | 17 | 6 | 0 | 26 | 0 |
| 5 | 29 | 14 | 1 | 14 | 28 | 1 | 1 | 4 | 24 | 14 | 15 | 5 | 17 | 7 | 0 | 29 | 0 |
| 6 | 20 | 9 | 4 | 7 | 19 | 1 | 2 | 2 | 16 | 12 | 8 | 2 | 8 | 10 | 0 | 20 | 0 |
| 7 | 15 | 2 | 7 | 6 | 13 | 2 | 0 | 2 | 13 | 5 | 10 | 1 | 8 | 6 | 0 | 15 | 0 |
| 8 | 21 | 10 | 9 | 2 | 17 | 4 | 0 | 6 | 15 | 4 | 17 | 7 | 8 | 6 | 0 | 21 | 0 |
| 9 | 17 | 5 | 4 | 8 | 15 | 2 | 0 | 6 | 11 | 5 | 12 | 5 | 12 | 0 | 0 | 17 | 0 |
| 10 | 22 | 5 | 3 | 14 | 16 | 6 | 1 | 5 | 16 | 6 | 16 | 5 | 10 | 7 | 0 | 22 | 0 |
| 11 | 13 | 4 | 3 | 6 | 13 | 0 | 0 | 2 | 11 | 6 | 7 | 4 | 7 | 2 | 0 | 13 | 0 |
| 12 | 21 | 4 | 3 | 14 | 19 | 2 | 0 | 0 | 21 | 13 | 8 | 10 | 9 | 2 | 0 | 21 | 0 |
| 13 | 23 | 5 | 10 | 8 | 21 | 2 | 1 | 2 | 20 | 11 | 12 | 6 | 14 | 3 | 0 | 23 | 0 |
| 14 | 22 | 7 | 5 | 10 | 19 | 3 | 1 | 6 | 15 | 7 | 15 | 4 | 12 | 6 | 0 | 22 | 0 |
| 15 | 21 | 8 | 5 | 8 | 18 | 3 | 3 | 2 | 16 | 9 | 12 | 0 | 13 | 8 | 0 | 21 | 0 |
| 16 | 20 | 5 | 9 | 6 | 11 | 9 | 3 | 2 | 15 | 11 | 9 | 5 | 13 | 2 | 0 | 20 | 0 |
| 17 | 23 | 11 | 6 | 6 | 16 | 7 | 2 | 6 | 15 | 9 | 14 | 3 | 15 | 5 | 0 | 23 | 0 |
| 18 | 15 | 6 | 4 | 5 | 13 | 2 | 1 | 2 | 12 | 6 | 9 | 4 | 7 | 4 | 0 | 15 | 0 |
| 19 | 23 | 5 | 6 | 12 | 21 | 2 | 0 | 7 | 16 | 11 | 12 | 7 | 12 | 4 | 0 | 23 | 0 |
| 20 | 17 | 3 | 6 | 8 | 13 | 4 | 2 | 4 | 11 | 8 | 9 | 10 | 2 | 5 | 0 | 17 | 0 |



Cuadro A- 12 Calificación de indicadores sociales

| Grupo | Continuidad del servicio de agua potable(Días) | Grado de satisfacción del usuario | Grado de participación ciudadana en el manejo de fuentes | Disposición a capacitarse | Numero de capacitaciones recibidas por los usuarios | Tiempo de tener el servicio de agua potable | Evolución del servicio de agua potable | Suma | Promedio |
|----------|--|-----------------------------------|--|---------------------------|---|---|--|--------|-------------|
| 1 | 10.00 | 6.42 | 1.00 | 8.75 | 2.50 | 5.00 | 4.75 | 38.42 | 5.49 |
| 2 | 9.74 | 7.16 | 1.00 | 7.63 | 1.68 | 6.79 | 5.42 | 39.42 | 5.63 |
| 3 | 10.00 | 7.74 | 1.00 | 8.48 | 1.78 | 8.74 | 5.00 | 42.74 | 6.11 |
| 4 | 9.27 | 7.31 | 1.00 | 8.85 | 1.35 | 7.42 | 5.08 | 40.27 | 5.75 |
| 5 | 10.00 | 7.17 | 1.00 | 8.97 | 1.76 | 5.86 | 5.79 | 40.55 | 5.79 |
| 6 | 9.50 | 6.40 | 1.00 | 8.75 | 1.00 | 9.30 | 6.85 | 42.80 | 6.11 |
| 7 | 9.67 | 7.67 | 1.00 | 8.33 | 2.20 | 9.33 | 5.13 | 43.33 | 6.19 |
| 8 | 9.29 | 6.86 | 1.00 | 8.57 | 1.38 | 6.43 | 5.43 | 38.95 | 5.56 |
| 9 | 10.00 | 7.47 | 1.00 | 8.53 | 1.53 | 5.82 | 6.35 | 40.71 | 5.82 |
| 10 | 9.55 | 6.86 | 1.00 | 7.05 | 1.00 | 7.09 | 5.27 | 37.82 | 5.40 |
| 11 | 9.62 | 5.54 | 1.00 | 9.23 | 1.31 | 8.08 | 5.00 | 39.77 | 5.68 |
| 12 | 10.00 | 8.81 | 1.00 | 9.52 | 1.00 | 9.33 | 5.43 | 45.10 | 6.44 |
| 13 | 9.61 | 7.91 | 1.00 | 9.13 | 1.39 | 7.43 | 5.96 | 42.43 | 6.06 |
| 14 | 10.00 | 8.18 | 1.00 | 8.18 | 1.00 | 5.09 | 6.14 | 39.59 | 5.66 |
| 15 | 9.76 | 5.95 | 1.00 | 9.05 | 1.00 | 7.67 | 6.05 | 40.48 | 5.78 |
| 16 | 10.00 | 7.40 | 1.00 | 9.00 | 1.00 | 5.65 | 4.85 | 38.90 | 5.56 |
| 17 | 10.00 | 8.09 | 1.00 | 8.91 | 1.00 | 6.17 | 5.00 | 40.17 | 5.74 |
| 18 | 8.40 | 5.60 | 1.00 | 9.33 | 1.87 | 5.53 | 5.80 | 37.53 | 5.36 |
| 19 | 10.00 | 8.13 | 1.00 | 9.57 | 1.39 | 6.43 | 5.35 | 41.87 | 5.98 |
| 20 | 9.71 | 9.41 | 1.00 | 8.24 | 1.76 | 6.00 | 5.18 | 41.29 | 5.90 |
| suma | 194.10 | 146.08 | 20.00 | 174.06 | 28.90 | 139.18 | 109.82 | | |
| Promedio | 9.72 | 7.37 | 1.00 | 8.71 | 1.41 | 6.97 | 5.51 | 812.14 | 5.80 |



Cuadro A- 13 Calificación de indicadores ambientales

| Grupo | Protección de las fuentes de agua | Calidad del agua | Tipo de agua consumida | Conocimiento de zonas de recarga hídrica | Disposición para proteger la cuenca | Disposición para reforestar la zona de recarga hídrica | Uso de agua | Nivel freático del acuífero | Suma | Promedio |
|----------|-----------------------------------|------------------|------------------------|--|-------------------------------------|--|-------------|-----------------------------|--------|-------------|
| 1 | 1.00 | 6.58 | 3.92 | 1.67 | 9.17 | 9.17 | 10.00 | 1.0000 | 42.50 | 5.31 |
| 2 | 1.00 | 4.74 | 3.58 | 1.21 | 7.37 | 7.63 | 10.00 | 1.0000 | 36.53 | 4.57 |
| 3 | 1.00 | 6.70 | 5.39 | 1.74 | 8.26 | 8.91 | 10.00 | 1.0000 | 43.00 | 5.38 |
| 4 | 1.35 | 4.88 | 2.96 | 1.46 | 7.50 | 8.85 | 10.00 | 1.0000 | 38.00 | 4.75 |
| 5 | 1.00 | 5.14 | 4.59 | 2.03 | 8.97 | 8.97 | 10.00 | 1.0000 | 41.69 | 5.21 |
| 6 | 1.00 | 3.70 | 3.30 | 1.40 | 9.25 | 9.25 | 10.00 | 1.0000 | 38.90 | 4.86 |
| 7 | 1.00 | 3.40 | 2.93 | 1.53 | 6.33 | 8.00 | 10.00 | 1.0000 | 34.20 | 4.28 |
| 8 | 1.00 | 5.14 | 4.48 | 1.81 | 7.62 | 8.57 | 10.00 | 1.0000 | 39.62 | 4.95 |
| 9 | 1.24 | 6.29 | 5.41 | 1.24 | 8.82 | 9.12 | 10.00 | 1.0000 | 43.12 | 5.39 |
| 10 | 1.00 | 4.50 | 4.14 | 1.00 | 7.73 | 8.86 | 10.00 | 1.0000 | 38.23 | 4.78 |
| 11 | 1.31 | 3.92 | 3.62 | 2.00 | 9.23 | 9.23 | 10.00 | 1.0000 | 40.31 | 5.04 |
| 12 | 1.00 | 6.95 | 4.86 | 1.95 | 9.76 | 9.76 | 10.00 | 1.0000 | 45.29 | 5.66 |
| 13 | 1.00 | 6.78 | 3.09 | 1.57 | 8.70 | 9.57 | 10.00 | 1.0000 | 41.70 | 5.21 |
| 14 | 1.18 | 4.41 | 2.59 | 1.36 | 7.95 | 9.09 | 10.00 | 1.0000 | 37.59 | 4.70 |
| 15 | 1.00 | 2.19 | 1.95 | 1.57 | 8.81 | 9.52 | 10.00 | 1.0000 | 36.05 | 4.51 |
| 16 | 1.00 | 4.40 | 3.45 | 1.60 | 9.25 | 9.25 | 10.00 | 1.0000 | 39.95 | 4.99 |
| 17 | 1.00 | 3.00 | 2.17 | 1.17 | 9.13 | 9.13 | 10.00 | 1.0000 | 36.61 | 4.58 |
| 18 | 1.53 | 2.67 | 4.60 | 1.27 | 9.00 | 8.67 | 10.00 | 1.0000 | 38.73 | 4.84 |
| 19 | 1.57 | 5.61 | 3.70 | 2.17 | 9.57 | 9.57 | 10.00 | 1.0000 | 43.17 | 5.40 |
| 20 | 1.00 | 6.76 | 7.00 | 2.00 | 8.82 | 8.82 | 10.00 | 1.0000 | 45.41 | 5.68 |
| Suma | 22.17 | 97.77 | 77.71 | 31.76 | 171.24 | 179.93 | 200.00 | 20.00 | | |
| Promedio | 1.10 | 4.91 | 3.85 | 1.59 | 8.56 | 9.02 | 10.00 | 1.0000 | 800.59 | 5.00 |



Cuadro A- 14 Calificación de indicadores económicos

| Grupo | Numero de pozos funcionando | Tarifa de agua | Cancelación de los recibos de cobro de agua potable | Fuga en el servicio de agua potable | Posibilidad de pago de doble tarifa | Inversión en agua embotellada | Nivel de inversión en obras de mantenimiento | Suma | Promedio |
|----------|-----------------------------|----------------|---|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|--|--------|------------|
| 1 | 6.70 | 4.00 | 9.17 | 8.00 | 7.08 | 5.67 | 5.00 | 45.62 | 6.52 |
| 2 | 6.70 | 5.68 | 8.42 | 8.00 | 6.32 | 4.32 | 5.00 | 44.44 | 6.35 |
| 3 | 6.70 | 4.65 | 8.26 | 8.57 | 6.96 | 6.22 | 5.00 | 46.35 | 6.62 |
| 4 | 6.70 | 5.35 | 9.81 | 7.81 | 6.92 | 5.58 | 5.00 | 47.16 | 6.74 |
| 5 | 6.70 | 5.48 | 9.83 | 9.00 | 7.41 | 4.55 | 5.00 | 47.98 | 6.85 |
| 6 | 6.70 | 5.85 | 9.75 | 8.60 | 8.00 | 3.90 | 5.00 | 47.80 | 6.83 |
| 7 | 6.70 | 4.07 | 9.33 | 9.33 | 6.67 | 4.07 | 5.00 | 45.17 | 6.45 |
| 8 | 6.70 | 7.00 | 9.05 | 8.57 | 5.95 | 4.90 | 5.00 | 47.18 | 6.74 |
| 9 | 6.70 | 4.59 | 9.41 | 8.24 | 6.47 | 5.76 | 5.00 | 46.17 | 6.60 |
| 10 | 6.70 | 3.59 | 8.64 | 8.45 | 6.36 | 5.86 | 5.00 | 44.61 | 6.37 |
| 11 | 6.70 | 4.69 | 10.00 | 9.23 | 7.31 | 5.31 | 5.00 | 48.24 | 6.89 |
| 12 | 6.70 | 3.29 | 9.52 | 10.00 | 8.10 | 5.90 | 5.00 | 48.51 | 6.93 |
| 13 | 6.70 | 4.70 | 9.57 | 9.17 | 7.39 | 6.57 | 5.00 | 49.09 | 7.01 |
| 14 | 6.70 | 4.77 | 9.32 | 8.23 | 6.59 | 5.18 | 5.00 | 45.79 | 6.54 |
| 15 | 6.70 | 5.38 | 9.29 | 8.24 | 7.14 | 3.71 | 5.00 | 45.46 | 6.49 |
| 16 | 6.70 | 5.05 | 7.75 | 8.15 | 7.75 | 5.00 | 5.00 | 45.40 | 6.49 |
| 17 | 6.70 | 6.35 | 8.48 | 7.91 | 6.96 | 4.96 | 5.00 | 46.35 | 6.62 |
| 18 | 6.70 | 5.67 | 9.33 | 8.73 | 7.00 | 5.80 | 5.00 | 48.23 | 6.89 |
| 19 | 6.70 | 4.00 | 9.57 | 8.48 | 7.39 | 4.43 | 5.00 | 45.57 | 6.51 |
| 20 | 6.70 | 4.00 | 8.82 | 7.76 | 7.35 | 7.24 | 5.00 | 46.88 | 6.70 |
| Suma | 134.00 | 98.15 | 183.31 | 170.48 | 141.12 | 104.93 | 100.00 | | |
| Promedio | 6.70 | 4.95 | 9.17 | 8.52 | 7.06 | 5.23 | 5.00 | 931.99 | 6.6 |



Cuadro A- 15 Administración Nacional de Acueducto y Alcantarillado Gerencia Regional / Departamento de Operaciones Reporte de Producción de Agua Potable y Consumo de Energía: mes de Producción del 21 de Enero al 20 de Febrero Año 2012

| Sistema | Localidad | Caudal | Equipo GPM | Potencia HP | potencia KW Medido | Producción Caudal | | Consumo de energía KW-Hr/mes | |
|-------------------|-----------------------------|-------------|------------|-------------|--------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------------|
| | | | | | | M ³ / Día promedio | M ³ /día Promedio | KW-Hr/ día promedio | KW-Hr/mes promedio |
| San Miguel | | | | | | | | | |
| San Miguel | Jalacatal | 200 | 2 | 40 | 25.7 | 1076 | 33,343 | 608.51 | 18864 |
| | | 300 | 3 | 30 | 13.8 | 1635 | 26,165 | 331.2 | 5,299 |
| | | 225 | 5 | 40 | 29.8 | 1182 | 17,733 | 689.37 | 10,341 |
| San Miguel | Belén | 175 | 3 | 15 | 6.98 | 869 | 26,949 | 152.66 | 4732 |
| | | 90 | 4 | 25 | 11.5 | 451 | 13,982 | 253.74 | 7866 |
| San Miguel | Hirleman | 750 | 1 | 60 | 46 | 4,017 | 124,524 | 1,084.71 | 33,626 |
| | | 350 | 2 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 700 | 3 | 60 | 46 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| San Miguel | La Paz | 300 | 1 | 40 | 29.8 | 1,596 | 49,469 | 697.9 | 21635 |
| | | 180 | 3 | 30 | 15 | 975 | 30,213 | 357.58 | 11085 |
| San Miguel | Ciudad Real | 175 | 2 | 15 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | 200 | 3 | 60 | 33 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| San Miguel | Sitio 1 | 325 | 3 | 50 | 46.6 | 1,476 | 45,767 | 932.00 | 28892 |
| San Miguel | Sitio 2 | 350 | 1 | 150 | 59.6 | 1,555 | 27,982 | 1,165.51 | 20979 |
| | | 500 | 2 | 100 | 58.3 | 2,271 | 70,410 | 1,166.00 | 36146 |
| San Miguel | Santa Fe | 550 | 1 | 125 | 92 | 2,023 | 62,710 | 1,489.81 | 46184 |
| San Miguel | Residencial el Sitio | 350 | 2 | 40 | 25.7 | 918 | 28459 | 296.79 | 9201 |
| San Miguel | Loma de Chaparrastique | 863 | 1 | 60 | 43 | 3,819 | 118,392 | 837.81 | 25972 |
| San Miguel | El Molino | 625 | 3 | 100 | 62 | 3,315 | 102,776 | 1,448.00 | 44888 |
| San Miguel | Centro de Gobierno PNC | 90 | 1 | 25 | 16.2 | 481 | 14,902 | 380.96 | 11810 |
| San Miguel | Centro de Gobierno comercio | 730 | 2 | 60 | 44.3 | 3,915 | 121,369 | 1,046.05 | 32428 |
| Total | | 8028 | 48 | 1165 | 705.28 | 31574 | 915,145 | 12557.64 | 369948 |



Cuadro A- 16 Valores t de Student y probabilidad P asociada

| gl | P (de una cola) | | | | | | | | | |
|----------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 0.4 | 0.25 | 0.1 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.0025 | 0.001 | 0.0005 |
| 2 | 0.289 | 0.816 | 1.886 | 2.920 | 4.303 | 6.965 | 9.925 | 14.089 | 22.326 | 31.596 |
| 3 | 0.277 | 0.765 | 1.638 | 2.353 | 3.182 | 4.541 | 5.841 | 7.453 | 10.215 | 12.924 |
| 4 | 0.271 | 0.741 | 1.533 | 2.132 | 2.776 | 3.747 | 4.604 | 5.598 | 7.173 | 8.610 |
| 5 | 0.267 | 0.727 | 1.476 | 2.015 | 2.571 | 3.365 | 4.032 | 4.773 | 5.893 | 6.869 |
| 6 | 0.265 | 0.718 | 1.440 | 1.943 | 2.447 | 3.143 | 3.707 | 4.317 | 5.208 | 5.959 |
| 7 | 0.263 | 0.711 | 1.415 | 1.895 | 2.365 | 2.998 | 3.499 | 4.029 | 4.785 | 5.408 |
| 8 | 0.262 | 0.706 | 1.397 | 1.860 | 2.306 | 2.896 | 3.355 | 3.833 | 4.501 | 5.041 |
| 9 | 0.261 | 0.703 | 1.383 | 1.833 | 2.262 | 2.821 | 3.250 | 3.690 | 4.297 | 4.781 |
| 10 | 0.260 | 0.700 | 1.372 | 1.812 | 2.228 | 2.764 | 3.169 | 3.581 | 4.144 | 4.587 |
| 11 | 0.260 | 0.697 | 1.363 | 1.796 | 2.201 | 2.718 | 3.106 | 3.497 | 4.025 | 4.437 |
| 12 | 0.259 | 0.695 | 1.356 | 1.782 | 2.179 | 2.681 | 3.055 | 3.428 | 3.930 | 4.318 |
| 13 | 0.259 | 0.694 | 1.350 | 1.771 | 2.160 | 2.650 | 3.012 | 3.372 | 3.852 | 4.221 |
| 14 | 0.258 | 0.692 | 1.345 | 1.761 | 2.145 | 2.624 | 2.977 | 3.326 | 3.787 | 4.140 |
| 15 | 0.258 | 0.691 | 1.341 | 1.753 | 2.131 | 2.602 | 2.947 | 3.286 | 3.733 | 4.073 |
| 16 | 0.258 | 0.690 | 1.337 | 1.746 | 2.120 | 2.583 | 2.921 | 3.252 | 3.686 | 4.015 |
| 17 | 0.257 | 0.689 | 1.333 | 1.740 | 2.110 | 2.567 | 2.898 | 3.222 | 3.646 | 3.965 |
| 18 | 0.257 | 0.688 | 1.330 | 1.734 | 2.101 | 2.552 | 2.878 | 3.197 | 3.610 | 3.922 |
| 19 | 0.257 | 0.688 | 1.328 | 1.729 | 2.093 | 2.539 | 2.861 | 3.174 | 3.579 | 3.883 |
| 20 | 0.257 | 0.687 | 1.325 | 1.725 | 2.086 | 2.528 | 2.845 | 3.153 | 3.552 | 3.850 |
| 21 | 0.257 | 0.686 | 1.323 | 1.721 | 2.080 | 2.518 | 2.831 | 3.135 | 3.527 | 3.819 |
| 22 | 0.256 | 0.686 | 1.321 | 1.717 | 2.074 | 2.508 | 2.819 | 3.119 | 3.505 | 3.792 |
| 23 | 0.256 | 0.685 | 1.319 | 1.714 | 2.069 | 2.500 | 2.807 | 3.104 | 3.485 | 3.768 |
| 24 | 0.256 | 0.685 | 1.318 | 1.711 | 2.064 | 2.492 | 2.797 | 3.091 | 3.467 | 3.745 |
| 25 | 0.256 | 0.684 | 1.316 | 1.708 | 2.060 | 2.485 | 2.787 | 3.078 | 3.450 | 3.725 |
| 26 | 0.256 | 0.684 | 1.315 | 1.706 | 2.056 | 2.479 | 2.779 | 3.067 | 3.435 | 3.706 |
| 27 | 0.256 | 0.684 | 1.314 | 1.703 | 2.052 | 2.473 | 2.771 | 3.057 | 3.421 | 3.690 |
| 28 | 0.256 | 0.683 | 1.313 | 1.701 | 2.048 | 2.467 | 2.763 | 3.047 | 3.408 | 3.674 |
| 29 | 0.256 | 0.683 | 1.311 | 1.699 | 2.045 | 2.462 | 2.756 | 3.038 | 3.396 | 3.659 |
| 30 | 0.256 | 0.683 | 1.310 | 1.697 | 2.042 | 2.457 | 2.750 | 3.030 | 3.385 | 3.646 |
| 40 | 0.255 | 0.681 | 1.303 | 1.684 | 2.021 | 2.423 | 2.704 | 2.971 | 3.307 | 3.551 |
| 60 | 0.254 | 0.679 | 1.296 | 1.671 | 2.000 | 2.390 | 2.660 | 2.915 | 3.232 | 3.460 |
| 120 | 0.254 | 0.677 | 1.289 | 1.658 | 1.980 | 2.358 | 2.617 | 2.860 | 3.160 | 3.373 |
| Infinito | 0.253 | 0.674 | 1.282 | 1.645 | 1.960 | 2.326 | 2.576 | 2.807 | 3.090 | 3.291 |



Analisis de Sostenibilidad Grupo 1 ANDA-San Miguel

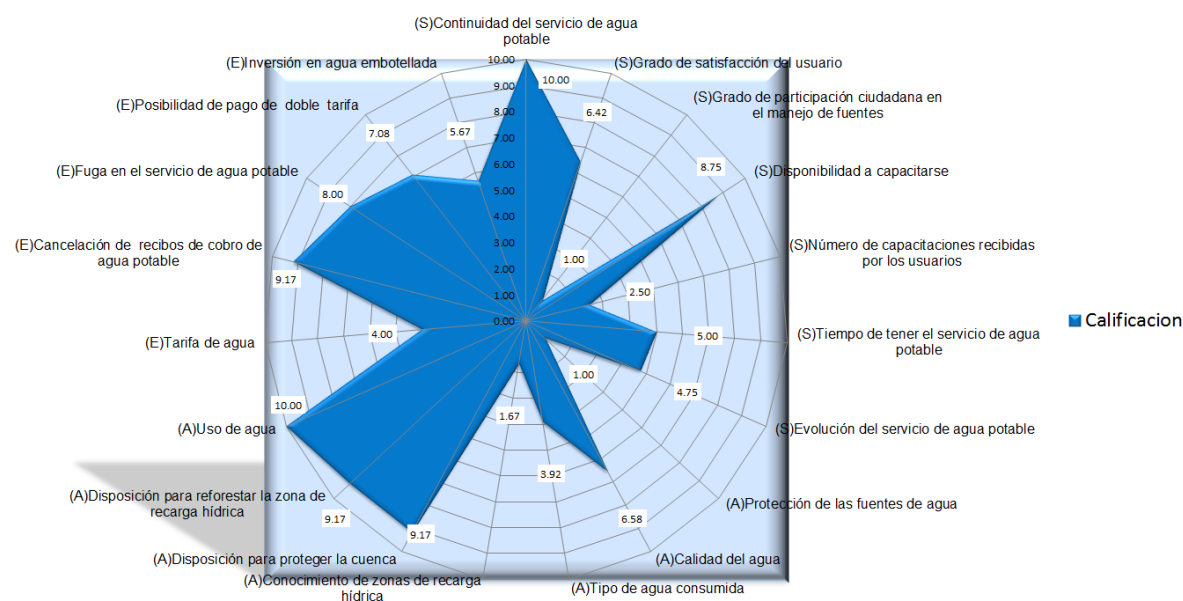


Fig. A-36 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 1

Este grupo lo integran las colonias: Residencial el Sitio, Colonia San Gabriel, Colonia La Floresta, Colonia El Ángel, Colonia San Juan, Colonia Maquilishuat, Colonia Aurora, Colonia San Fernando, Colonia Santa Mónica, Residencial Arcos del Sitio, Residencia El Sitio II y Colonia Monte Oreb.

En relación al nivel social, se observa que los indicadores, continuidad del servicio de agua potable y disposición a capacitarse son los mejores evaluados con calificación de 10 y 8.75; mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por los usuarios (Calificación =2.5). Es importante hacer notar que el indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación = 4.75; es decir, que el sistema de servicio de agua potable a través del tiempo se ha mantenido en similares condiciones y en otros casos a empeorado.

En lo que respecta al nivel ambiental se pudo determinar que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10), ya que el agua la utilizan para usos domésticos, también salieron bien evaluados los indicadores referentes a reforestación de zonas de recarga hídrica y disposición a capacitarse sobre protección de cuenca; es vital considerar que estos indicadores están referidos directamente a la población, mientras que los indicadores relacionados con ANDA, protección de fuentes, calidad del agua, tipo de agua consumida, obtuvieron una menor calificación (Fig. A-36). Un dato a resaltar es la falta de confianza por parte de los usuarios en la calidad del agua ya que el indicador relacionado a este aspecto (tipo de agua consumida) obtuvo una calificación baja (calificación =3.92).

En el nivel económico el indicador que salió mejor evaluado por parte de la población fue la cancelación de recibos de cobro de agua potable con una calificación de 9.17, esto indica que la mayor parte de usuarios cancelan los recibos de agua potable en las fechas indicadas. Y los indicadores tarifa de agua e inversión en agua embotellada fueron los peor evaluados con calificaciones de 4 y 5.67 respectivamente



Analisis de Sostenibilidad Grupo 2 ANDA-San Miguel

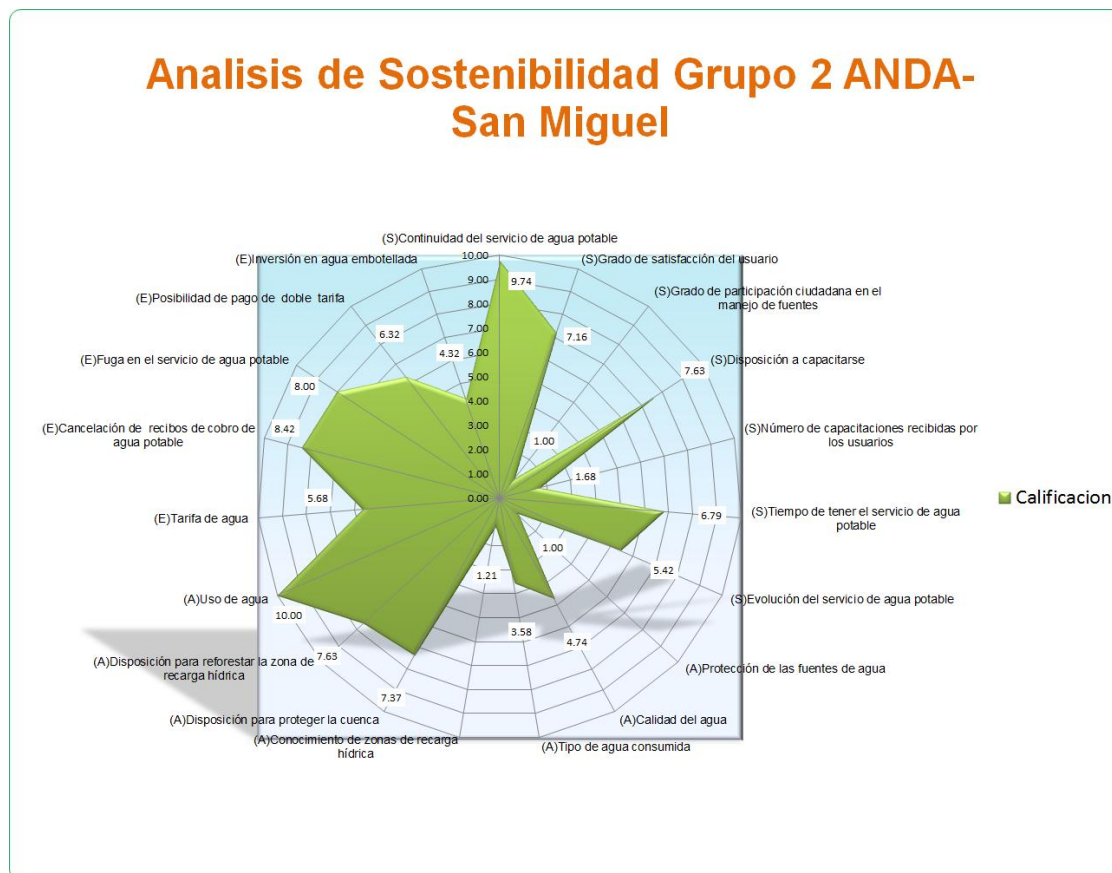


Fig. A-37 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 2

Este grupo lo integran las siguientes colonias: Colonia Vista Hermosa,; Colonia Betania, Colonia Aubdala, Litifación Álvarez, Colonia el Palmar, Colonia Palermo, Colonia Padre Pio, Residencial Terra Nova, Urbanización San Antonio, Colonia San Francisco, Colonia San Antonio, Colonia San Carlos, Colonia 3 de Mayo, Colonia Bustillo, Colonia Guerrero, Barrio San Francisco y Reparto San Pedro.

Al observar el diagrama (Fig. A-37) se puede determinar que el indicador que salió mejor evaluado en el nivel social fue el de continuidad del servicio de agua potable con 9.74 de calificación; no así el grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes que obtuvo una calificación de 1; y número de capacitaciones de los usuarios con el 1.68, esto implica que ANDA no ha creado los espacios para la participación ciudadana y tampoco los usuarios cuentan con capacitaciones sobre temas relacionados al agua

Es necesario valorar que el indicador referido al grado de satisfacción del usuario obtuvo una calificación = 7.16; es decir que la ciudadanía considera que el agua es buena

En lo que respecta al nivel ambiental se pudo determinar que el indicador mejor evaluado fue el referidos al uso del agua (calificación =10), y el agua es utilizada para usos domésticos, y los indicadores peor evaluados fueron los relativos a protección de la fuente de agua con una calificación de 1 y conocimientos de la zona de recarga con 1.21, con esto se manifiesta que los usuarios desconocen que es una zona de recarga hídrica; sin embargo manifiestan disponibilidad a ser capacitados sobre, protección de cuenca y pueden participar en reforestar la zona de recarga.

En el nivel económico el indicador que salió mejor evaluado por parte de la población fue la cancelación de recibos de cobro de agua potable con una calificación de 8.42, le sigue la fuga del servicio de agua con una calificación de 8, esto indica que la mayoría hacen efectivo el pago por el servicio de agua en la fecha señalada y en la mayoría de viviendas no existe fuga.

El indicador peor calificado es el de la inversión en agua embotellada con una calificación de 4.32, esto permite identificar que la mayoría de usuarios de las colonias del grupo 2 toman agua embotellada



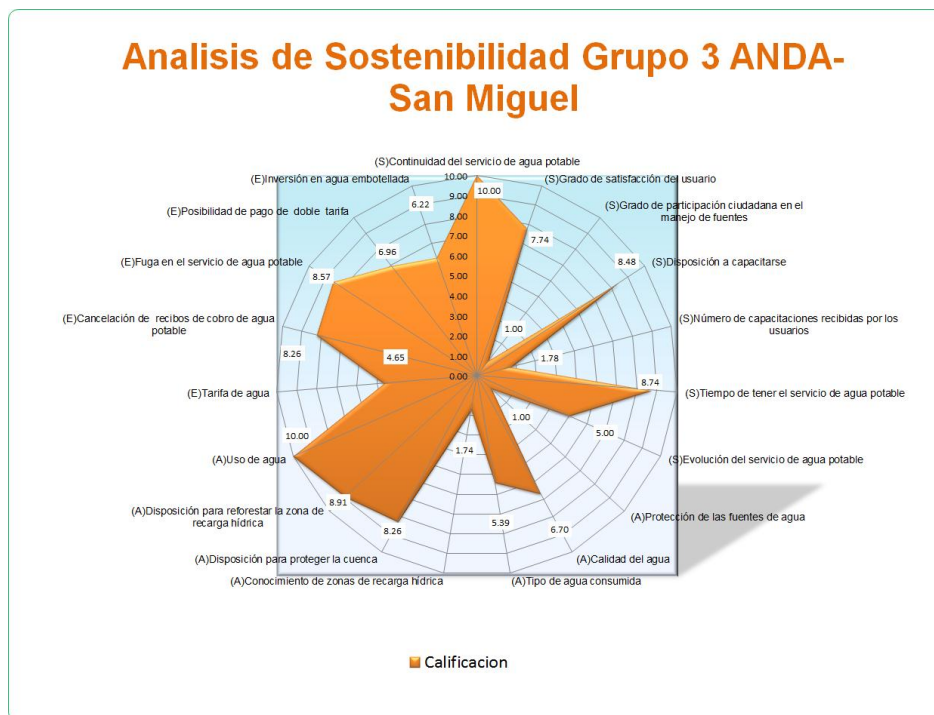


Fig. A-38 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 3

Este grupo lo integran las colonias: Colonia Chaparrastique, Residencial Las Rosas

Al observar el diagrama (Fig. A-38), se puede verificar que los indicadores que salieron mejor evaluados en el nivel social son: continuidad del servicio de agua potable con una calificación de 10; esto indica que todas las viviendas cuentan con el servicio y se les suministra el agua todo el día. Otro dato que es importante destacar es el tiempo que tienen de tener el servicio de agua potable que sale bastante bien evaluado con calificación de 8.74, los usuarios de estas colonias en su mayoría tienen más de 11 años de vivir en ellas, hay unos que manifiestan tener 30, 35 años o más, es interesante encontrar que a pesar de tener tanto años de vivir en estas colonias, tienen esta percepción de que el agua nunca les ha faltado; así mismo los usuarios manifiestan disposición a capacitarse sobre el buen uso de agua con una calificación de 8.48. Los indicadores que salieron mal evaluados son: grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes y número de capacitaciones recibidas por los usuarios con una calificación=1 y de 178 respectivamente.

En el nivel ambiental se encontró que el indicador que salió mejor evaluado es el referido al uso del agua (calificación =10), pero los indicadores de grado de participación en la protección de las fuentes de agua y de conocimiento sobre la protección de la zona de recarga salieron mal evaluados con calificación de 1 y 1.74; esto indica que ANDA nunca ha cedido los espacios para que estas colonias se involucren en proteger las fuentes de agua, así como los usuarios desconocen en su mayoría que es una zona de recarga hídrica; sin embargo manifiestan disposición a capacitarse sobre protección de cuenca y pueden participar en reforestar la zona de recarga hídrica porque consideran que el agua es importante.

En el nivel económico los indicadores que salieron mejor evaluados por parte de la población fueron el de fuga de agua potable y la cancelación de recibos de cobro de agua potable con una calificación de 8.57 y 8.26 respectivamente, esto indica que en la mayor parte de viviendas no existe fuga de agua y son en su mayoría puntuales al pagar recibos de agua potable.

El indicador de tarifa de agua fue el peor evaluado con una calificación de 4.65 aquí manifiestan descontento porque hay recibos que les llega con un cobro demasiado alto y consideran que no tienen fuga, mostrando desconocimiento del porqué de tal situación aunque ya hayan realizado los reclamos respectivos.

Cabe destacar que este grupo sobresale en términos de la sostenibilidad, ya que el indicador relacionado a la valoración que los usuarios tienen sobre la calidad de agua obtuvo una calificación superior; esto se refleja en el consumo de agua de los usuarios que en su mayoría es de chorro; esto puede ser debido a la confianza que tienen en la calidad del agua, pero también puede deberse a la poca disponibilidad de recursos económicos para adquirir agua embotellada.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 4 ANDA-San Miguel

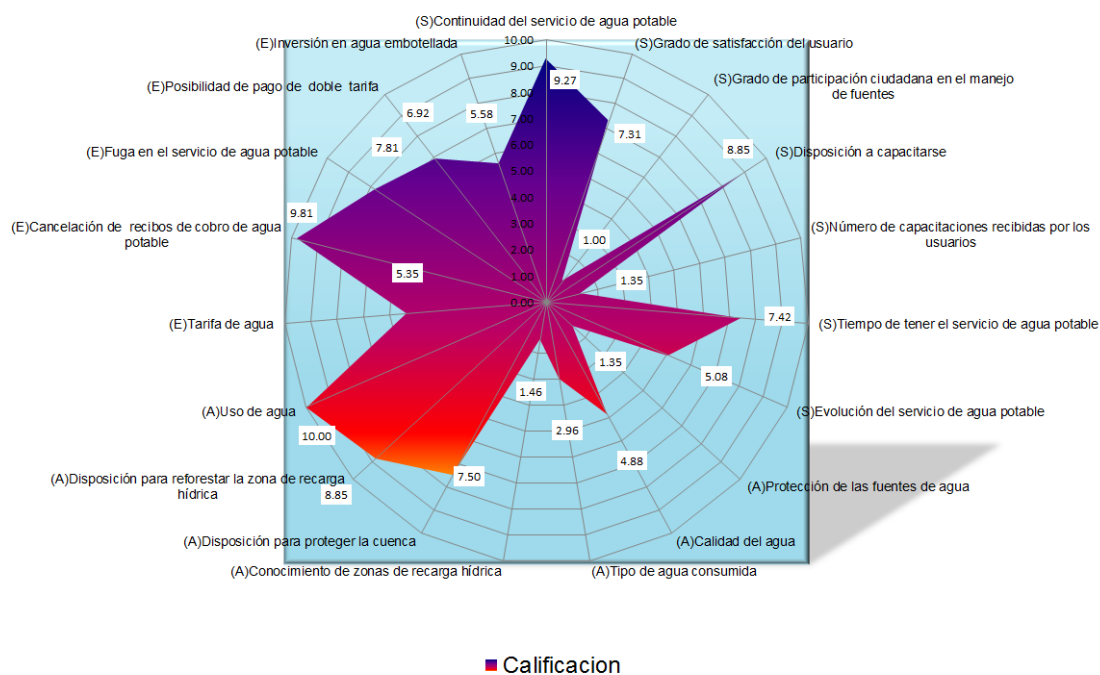


Fig. A-39 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 4

Este grupo lo integran las colonias: Colonia López, Lotificación Jucuapa, Lotificación Pio Grande, Colonia Esperanza y Colonia Granillo

En relación al nivel social se observa que los indicadores, continuidad del servicio de agua potable y disposición a capacitarse salen mejor calificados con 9.27 y 8.85 respectivamente; mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por los usuarios (Calificación =1.35).

En lo que respecta al nivel ambiental se pudo determinar que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10), ya que el agua la utilizan para usos domésticos, también salieron bien evaluados los indicadores referentes a disposición a reforestar las zonas de recarga hídrica y disposición a capacitarse sobre protección de cuenca; los indicadores mal evaluados son los relacionados con los conocimientos sobre la protección de zonas de recarga y protección de las fuentes de agua ya que la calificación fue de 1.46 y 1.35 respectivamente. Un dato a resaltar es el tipo de agua consumida con una calificación de 2.96, esto indica que los usuarios de estas colonias consumen tanto agua de chorro como embotellada y la calidad del agua la consideran regular.

El aspecto que salió bien evaluado en el nivel económico es la cancelación de los recibos de cobro de agua potable con una calificación de 9.81, no así la tarifa de agua con una calificación de 5.35 esto significa que la tarifa anda entre \$ 6 y 10 y la inversión de agua embotellada anda entre \$ 2 y 20 con una calificación de 5.58



Analisis de Sostenibilidad Grupo 5 ANDA-San Miguel

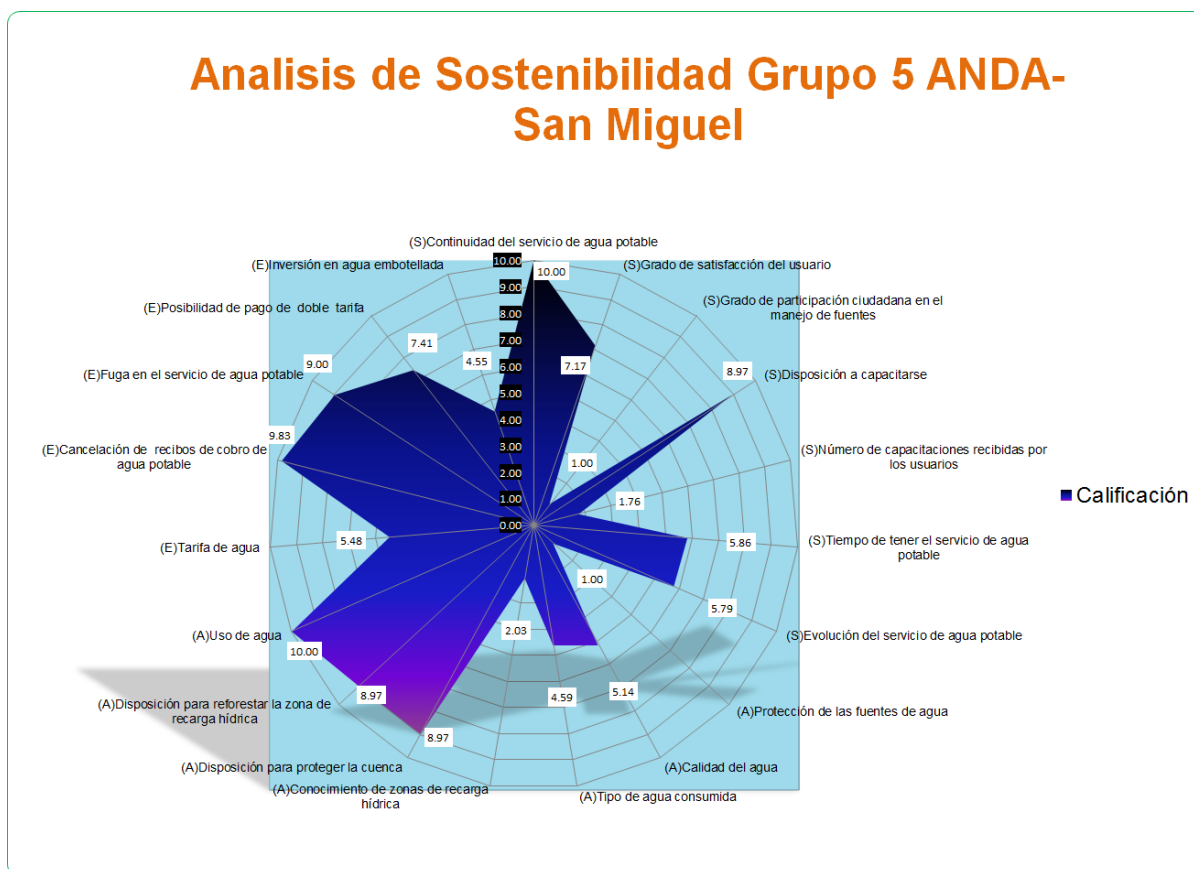


Fig. A-40 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 5

Este grupo lo integran las colonias: Urbanización Satélite de Oriente, Urbanización Ciudad Satélite de Oriente II, Urbanización las Palmeras III etapa, Satélite de Oriente II Etapa, Colonia Esmeralda, Urbanización Las Palmeras y Satélite de Oriente.

Al observar el diagrama (Fig. A-40) se puede verificar que en el nivel social los indicadores que salieron mejor evaluados son la continuidad del servicio de agua potable con una calificación de 10, esto significa que todas las viviendas poseen el servicio de agua potable y les cae agua las 24 horas, también salió bien calificado la disposición a capacitarse con 8.97, mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes y numero de capacitaciones recibidas por los usuarios con calificaciones 1 y 1.76).

En lo que respecta al nivel ambiental se determinó que el indicador mejor evaluado es el referido al uso del agua(calificación =10), ya que el agua la emplean para usos domésticos, también salieron bien evaluados los indicadores referentes a reforestación de zonas de recarga hídrica y disposición a capacitarse sobre protección de cuenca; es importante resaltar que estos indicadores están referidos directamente a la población, los indicadores, que salieron mal evaluados son la protección de fuentes con una calificación de 1, y conocimiento de las zonas de recarga hídrica de 2.03.

En el nivel económico el indicador que salió bien evaluado es la fuga de agua potable con una calificación de 9 y la inversión en agua embotellada que salió mal evaluada con calificación de 4.55, esto significa que los usuarios invierten una cantidad considerable de dinero en agua embotellada siendo de \$ 21 a más. Un dato que llama la atención es la posibilidad de pago de doble tarifa con una calificación de 7.41, aquí las personas manifestaban que si existiera otra alternativa tendrían que pagar, pero también les gustaría tener un mejor servicio en términos de calidad.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 6 ANDA-San Miguel

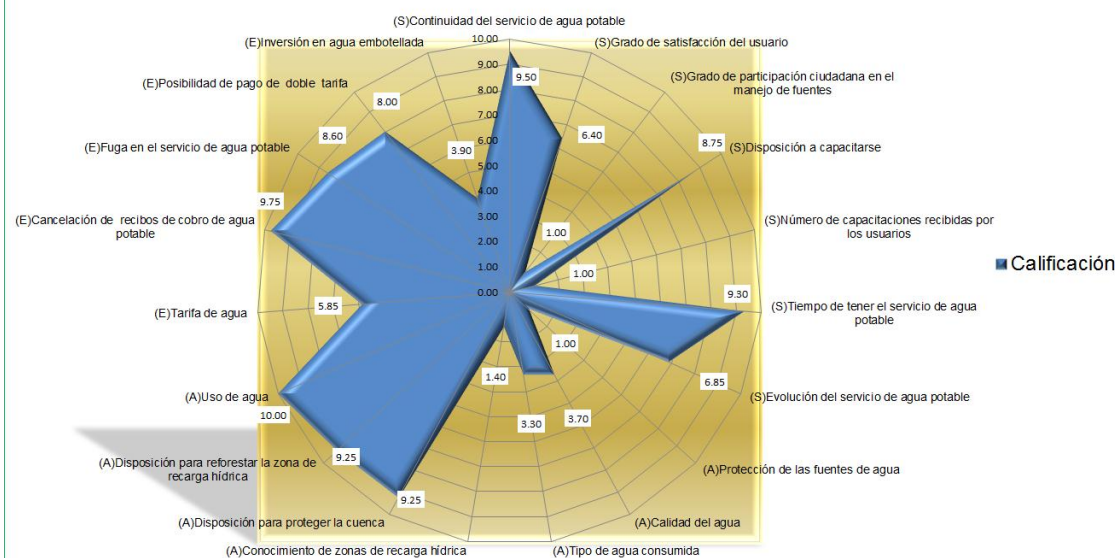


Fig. A-41 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 6

Este grupo lo integra la colonia: Urbanización El Molino

En relación al nivel social se observa que los indicadores, continuidad del servicio de agua potable y tiempo de tener el servicio obtuvieron calificaciones de 9.30 cada uno, así mismo salió con buena calificación la disposición a ser capacitados sobre el uso del agua; mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes y número de capacitaciones recibidas por los usuarios, con calificación de 1 respectivamente.

Es importante mencionar que el indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación = 6.85; es decir, que el sistema de servicio de agua potable a través del tiempo se ha mantenido en similares condiciones y en otros casos ha mejorado.

En lo que respecta al nivel ambiental se pudo determinar que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10), ya que el agua la utilizan para usos domésticos, también salieron bien evaluados los indicadores referidos a disposición a reforestar las zonas de recarga hídrica, disposición a capacitarse sobre protección de cuenca, el indicador peor evaluado tiene que ver con el grado de participación ciudadana en la protección de fuentes de agua con calificación de 1, igualmente se refleja que la población no cuenta con conocimiento sobre la protección de zonas de recarga, ya que obtuvo una calificación de 1.4.

Un dato a resaltar es que la población en esta Urbanización consume más agua embotellada y en algunos casos de ambas, este indicador fue calificado con 3.3.

En el nivel económico los indicadores que salieron mejor evaluados por parte de la población fueron la cancelación de recibos de cobro de agua potable con una calificación de 9.75 así como la fuga en el servicio de agua potable y disponibilidad de pagar hasta el doble de la tarifa con calificación de 8.6 y 8.0 respectivamente, esto indica que la mayor parte de usuarios cancelan los recibos de agua potable en las fechas indicadas y en la mayor parte de viviendas no existe fuga y en otras si existe es poca. Y el indicador inversión en agua embotellada fue el peor evaluado con calificación de 3.9, esto significa que existe una cantidad considerable de la población que invierte más de \$ 21 en agua embotellada.



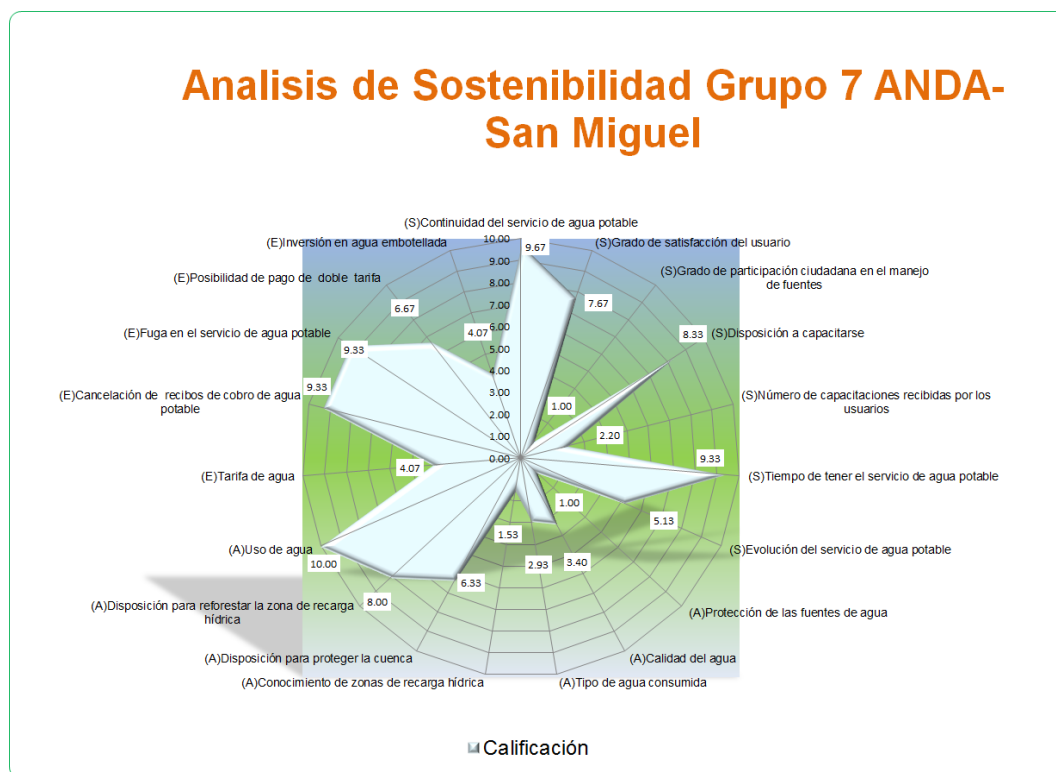


Fig. A-42 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 7

Este grupo lo integran las colonias: Residencial América II, Residencial Pasadena, Residencial Las Águilas, Colonia Quince de Septiembre, Colonia la Chacra, Colonia Jucuapa, Colonia Los Arcos del Molino y Comunidad El Tiangué.

En relación al nivel social se observa que los indicadores, continuidad del servicio de agua potable, tiempo de tener el servicio de agua potable son los mejores evaluados con una calificación de 9.67, 9.33 y 8.33 cada uno; mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por los usuarios (Calificación =2.2). Se observa que el indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación = 5.13; es decir, que el sistema de servicio de agua potable a través del tiempo se ha mantenido igual y en otros casos ha empeorado.

En lo que respecta al nivel ambiental se pudo determinar que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10) además, también salió bien evaluado el indicador referido a disposición a reforestar las zonas de recarga hídrica, estos indicadores obtuvieron una calificación de 8.0.

La población no tiene ninguna participación en la protección de las fuentes de agua que abastecen el servicio de agua potable de la ciudad de San Miguel, este indicador salió mal evaluado con una calificación de 1; así mismo la población manifestó no tener conocimiento de las zonas de recarga hídrica con 1.53.

El agua que consumen es embotellada, porque de acuerdo a la percepción de los habitantes, la calidad del agua la consideran mala con una calificación de 3.4.

En el nivel económico el indicador que salió mejor evaluado tiene que ver con que los usuarios manifiestan que cancelan los recibos en la fecha señalada, ya que de no ser así les suspenden el servicio; también afirmaron que en sus viviendas no existe fuga de agua potable, estos dos indicadores los calificaron con 9.33 cada uno. Un dato que llama la atención es el referido a la posibilidad de pago de doble tarifa que salió calificado con 6.67 lo que significa que en estas colonias tienen más posibilidades de pago, solo que manifiestan que necesitarían que se les garantizara una mejor calidad del agua, ya que eso permitiría que no invirtieran demasiado en agua embotellada. Es así como la tarifa de agua y tipo de agua consumida son los peor evaluados con 4.07 cada uno.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 8 ANDA-San Miguel

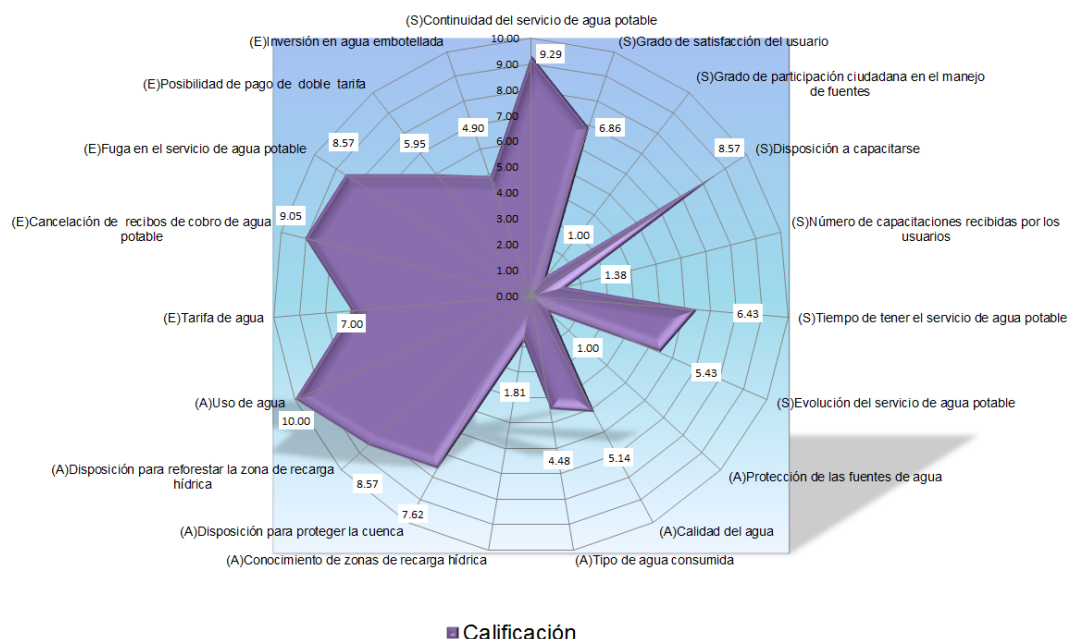


Fig. A-43 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 8

Este grupo lo integran las colonias: Residencial América II, Residencial Pasadena, Residencial Las Águilas, Colonia Quince de Septiembre, Colonia la Chacra, Colonia Jucuapa, Colonia Los Arcos del molino y Comunidad El Tiangué.

En relación al nivel social se observa que los indicadores, continuidad del servicio de agua potable y disposición a capacitarse en el uso del agua; son los mejores evaluados (calificación = 9.29 y 8.57); mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por los usuarios (Calificación =1.38), esto indica que se necesita que se abran los espacios por parte de ANDA para que exista una mayor participación ciudadana y se requiere formar a los usuarios del servicio de agua potable en temas relacionados al agua. En lo que respecta al indicador de tiempo que tienen los usuarios de tener el servicio de agua se observa que existe correspondencia con el nivel de satisfacción con el servicio ya que ambos fueron evaluados con una calificación de 6.43 y 6.86 respectivamente.

En lo que respecta al nivel ambiental se pudo determinar que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10), también salieron bien evaluados los indicadores referentes a la disposición por parte de los usuarios a reforestar las zonas de recarga hídrica, y disposición a capacitarse sobre protección de cuenca con 8.57 y 7.62.

Los indicadores que salieron mal evaluados fueron protección de fuentes de agua y conocimiento sobre la zona de recarga hídrica con 1 y 1.81, esto indica que la población no posee conocimiento sobre este indicador, así mismo no tienen ninguna participación en la protección de las fuentes de agua.

En el nivel económico los indicadores que salieron mejor evaluados por parte de los usuarios fueron la cancelación de recibos de cobro de agua potable con una calificación de 9.05 y fuga en el servicio de agua con 8.57, el indicador que salió peor evaluado es el referido a la inversión en agua embotellada obteniendo una calificación de 4.9 esto indica que los usuarios están invirtiendo más de \$ 21 mensualmente.



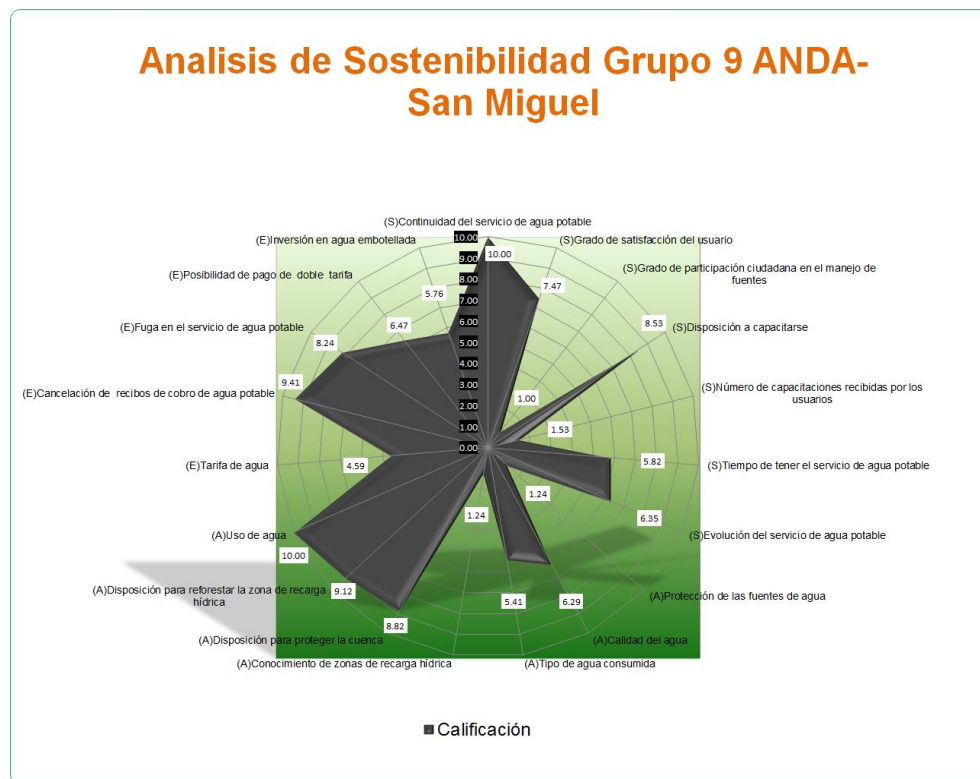


Fig. A-44 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 9

Este grupo lo integran las colonias: Lotificación Sirama, Residencial Sirama, Urbanización San Roberto, Jardines de Bolonia, Residencial Villa de Belén, Urbanización San Carlos, Urbanización Palo Blanco y Colonia 21 de Noviembre

En el nivel social los indicadores, que salieron bien evaluados son la continuidad del servicio de agua potable esto indica que en las colonias que corresponden a este grupo siempre les cae agua, por otra parte manifiestan disposición a capacitarse y salieron con una calificación de 10 y 8.53 respectivamente

Mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por los usuarios con una calificación de 1.5. Cabe destacar que el indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación = 6.35; es decir, que el sistema de servicio de agua potable actualmente es mejor.

En lo que respecta al nivel ambiental se pudo determinar que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10), ya que el agua la utilizan para usos domésticos, también los usuarios manifiestan disposición a participar en reforestar la zona de recarga, así como participar en capacitaciones sobre protección de cuenca esto se plantea porque estos indicadores salieron con una calificación de 9.12 y 8.82, mientras que los indicadores que salieron mal evaluados fueron protección de las fuentes de agua y conocimiento de la zona de recarga (calificación=1.24).

Un dato a resaltar es que los usuarios evaluaron la calidad del agua con calificación de 6.29 indicando con esto que consideran como buena, por tanto consumen más agua de chorro.

En el nivel económico es importante destacar que los usuarios de estas colonias pagan sus recibos en la fecha señalada y no tienen fuga de agua en sus viviendas esto se plantea porque estos indicadores salieron bien calificados con 9.41 y 8.24, Y el indicador tarifa de agua fue el peor evaluado con calificaciones de 4.59 esto indica que la tarifa que tiene que pagar la población anda arriba de lo \$ 11.

Un dato curioso es que la población manifiesta la posibilidad de pago de doble tarifa con calificación de 6.47, ya que los usuarios expresaron que es una necesidad básica contar con el servicio de agua.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 10 ANDA-San Miguel

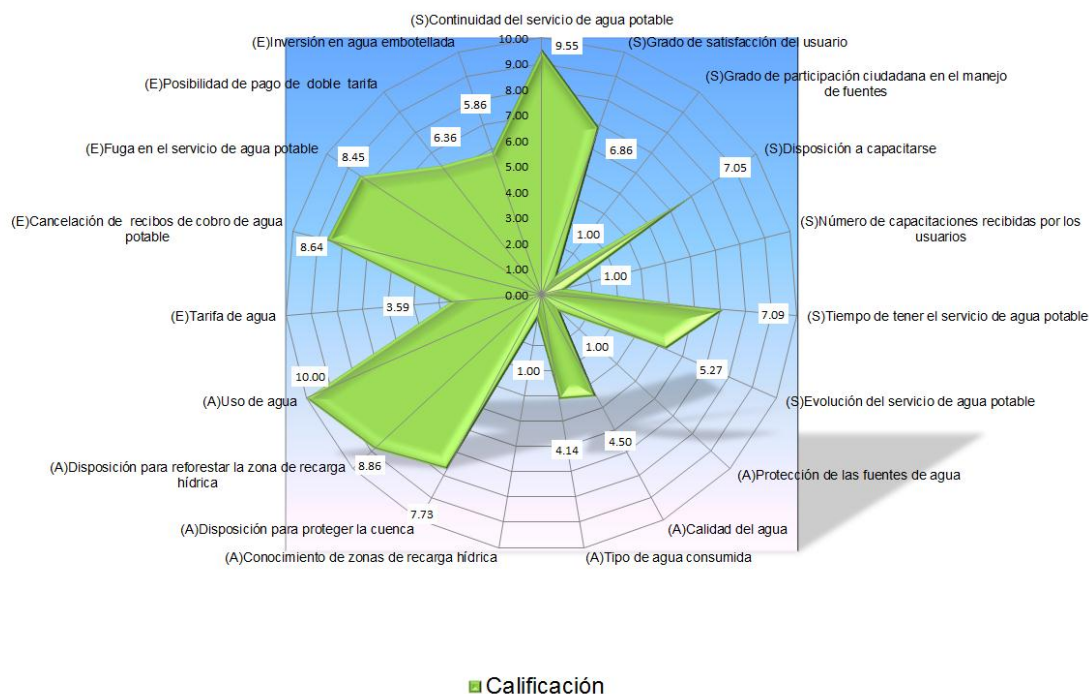


Fig. A-45 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 10

Este grupo lo integran las colonias: Urbanización Lourdes, Barrio La Merced, Urbanización San Roberto III, Residencial San Diego, Colonia San Nicolás, Residencial La Paz, Urbanización San Nicolás II, Urbanización San Nicolás III, Residencial El Palmar, Urbanización El Progreso, Urbanización, Jardines del Río y Urbanización Ciudad Real.

En nivel social, se observa que el indicador continuidad del servicio de agua potable es el que salió mejor calificado con 9.55, esto significa que estas colonias no tienen problemas por el agua porque siempre les cae. Es importante destacar que la población no tiene participación en la protección de las fuentes de agua y no posee capacitación sobre temas relacionados al agua estos indicadores fueron calificados con 1 cada uno.

En el nivel ambiental la población de las colonias encuestadas manifestó que emplean el agua para usos domésticos, así mismo manifiestan disposición a reforestar la zona de recarga y proteger la cuenca, estos indicadores salieron con una calificación de 10, 8.86 y 7.75 respectivamente. Algo que es importante destacar es que los usuarios manifiestan que no han tenido ningún grado de participación en la protección de la fuente y no tienen ningún conocimiento sobre la zona de recarga hídrica esto con una calificación de 1 cada uno.

En los indicadores referidos al nivel económico se encontró que la mayor parte de los usuarios manifiestan que cancelan los recibos en la fecha señalada y que no tienen fuga de agua en sus viviendas y si existe es poca, esto se refleja por la calificación de los indicadores que fue de 8.64 y 8.45 respectivamente. Por otra parte si manifiestan problemas con respecto a la tarifa de agua con calificación de 3.59



Analisis de Sostenibilidad Grupo 11 ANDA-San Miguel

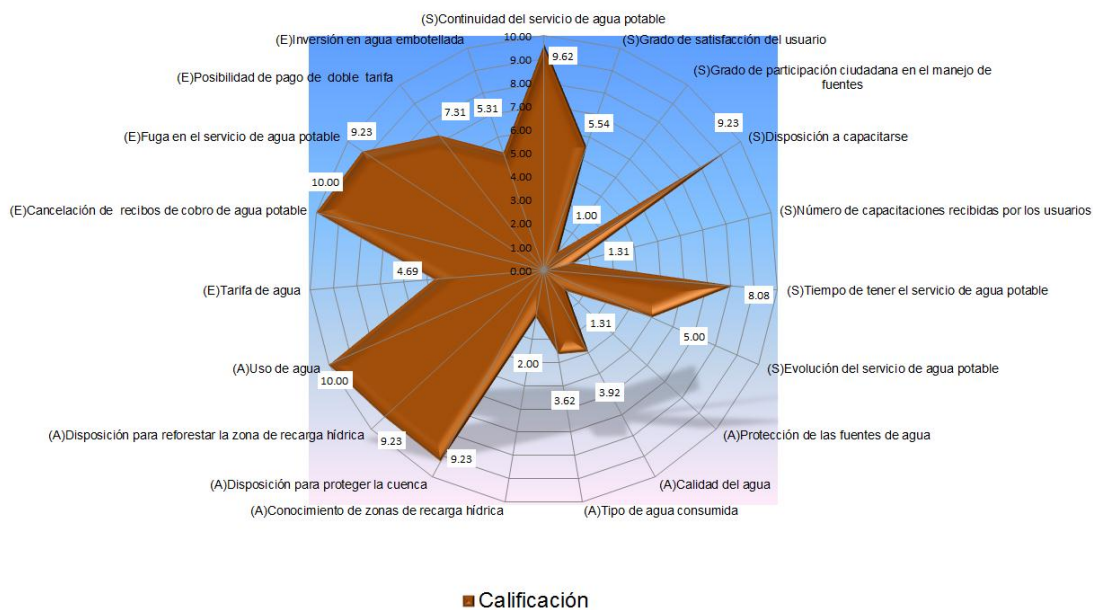


Fig. A-46 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 11

Este grupo lo integran las colonias: Residencial Los Ángeles, Urbanización San José, Residencial Santa Ana, Urbanización Santa Gertrudis, Residencial San Diego y Urbanización Los Pinos

En relación al nivel social, los usuarios manifiestan que en sus viviendas casi nunca les falta el servicio de agua potable, este indicador salió bien evaluado con 9.62, así mismo el referido al tiempo de tener el servicio con 8.08 y demostraron disposición a capacitarse en temas referidos al uso del agua con 9.23, mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por lo usuarios (Calificación =1.31). Es de resaltar que el indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación = 4.75; es decir, que el sistema de servicio de agua potable a través del tiempo se ha mantenido en similares condiciones.

En lo que respecta al nivel ambiental se pudo determinar que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =1), ya que el agua la utilizan para usos domésticos, también salieron bien evaluados los indicadores referentes a disposición a reforestar la zona de recarga hídrica, disposición a capacitarse sobre protección de cuenca; es importante decir que estos indicadores están referidos directamente a la población, mientras que los indicadores relacionados con ANDA, protección de fuentes, calidad del agua, tipo de agua consumida, obtuvieron una menor calificación (Fig.40).Un dato a resaltar es la falta de confianza por parte de los usuarios en la calidad del agua ya que el indicador relacionado a este aspecto (tipo de agua consumida) obtuvo una calificación baja (calificación =3.92).

En el nivel económico el indicador que salió mejor evaluado por parte de la población fue la cancelación de recibos de cobro de agua potable con una calificación de 10, esto indica que los usuarios cancelan los recibos de agua potable en las fechas indicadas. Y además, no tienen fuga de agua estos fueron calificados con 9.23 y el indicador tarifa de agua salió peor evaluado con calificación de 4.69, es importante destacar un indicador y es el de la disponibilidad de los usuarios a pagar doble tarifa que salió bastante bien evaluado con calificación de 7.31 y esto es debido a que manifestaron que no se puede vivir sin este recurso.

Analisis de Sostenibilidad Grupo 12 ANDA-San Miguel

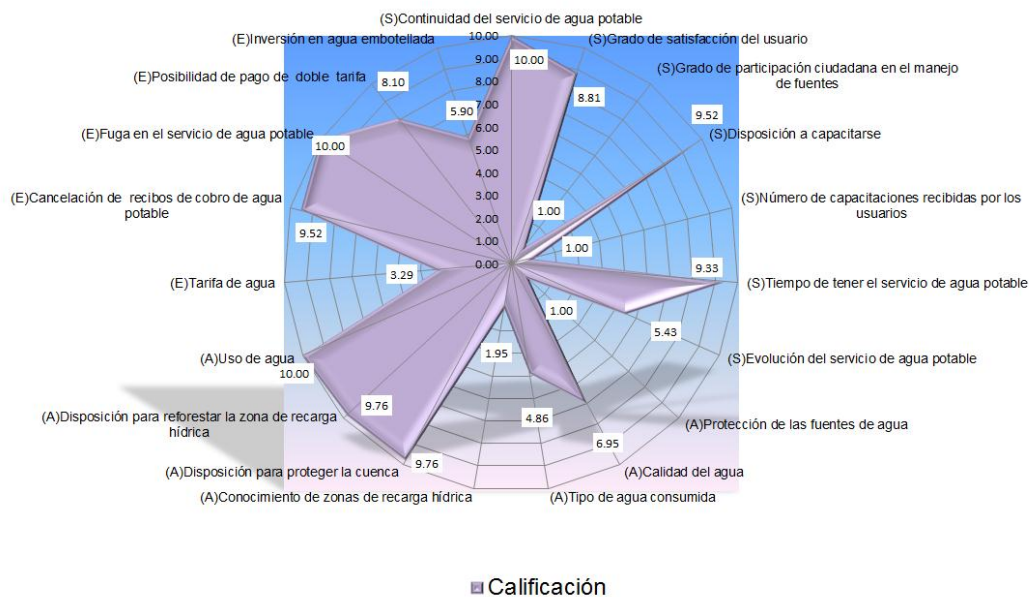


Fig. A-47 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 12

Este grupo esta formado por las siguientes colonias y urbanizaciones: Colonia Belén, Urbanización La Paz I, Urbanización La Paz II etapa, Urbanización Santa Emilia y Urbanización Santa Emilia II etapa.

A nivel social, éste grupo presenta su mejor evaluación en los indicadores de continuidad del servicio de agua potable, tiempo de tener el servicio, disposición a capacitarse en temas relacionados al agua y grado de satisfacción del usuario ya que fueron evaluados con calificación de 10, 9.33 ,9.52 y 8.81. Los indicadores Grado de participación ciudadana en el manejo de fuentes y número de capacitaciones recibidas por los usuarios obtuvieron una calificación =1; esto hace notar que los usuarios del servicio no han recibido capacitaciones sobre el buen uso del recurso hídrico y no tienen ninguna participación en el manejo de las fuentes de agua.

Ambientalmente, los indicadores uso del agua, disponibilidad a capacitarse, sobre protección de cuenca, y a participar en reforestar las zonas de recarga hídrica; obtuvieron una buena calificación con 10 y 9.76, no así, el indicador tipo de agua consumida que tuvo una calificación de 4.86, esto implica que los usuarios del servicio de agua potable no tienen confianza en la calidad del agua suministrada por ANDA, destinando parte del ingreso familiar a la compra de agua embotellada. Los usuarios del servicio de agua potable tampoco tienen conocimiento sobre las zonas de recarga hídrica ya que éste indicador también obtuvo una calificación baja (1.95).

Económicamente, los indicadores posibilidad de pago de doble tarifa, fuga en el servicio de agua potable y Cancelación de recibos de cobro de agua potable, obtuvieron calificación alta, 8.1, 10 y 9.52, respectivamente. Es decir, que los usuarios están dispuestos a pagar una tarifa más alta para seguir manteniendo el servicio de agua potable. En cuando a la existencia de fuga de agua en éste grupo no se encontraron, y la mayoría de usuarios pagan los recibos en las fechas indicadas, es decir que el nivel de morosidad es muy bajo. Los indicadores tarifa de agua e inversión en agua embotellada obtuvieron calificación de 3.29 y 5.9, respectivamente, lo que indica que la inversión por parte de los usuarios en la compra de agua embotellada es alta al igual que el consumo de agua a nivel domiciliario.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 13 ANDA-San Miguel

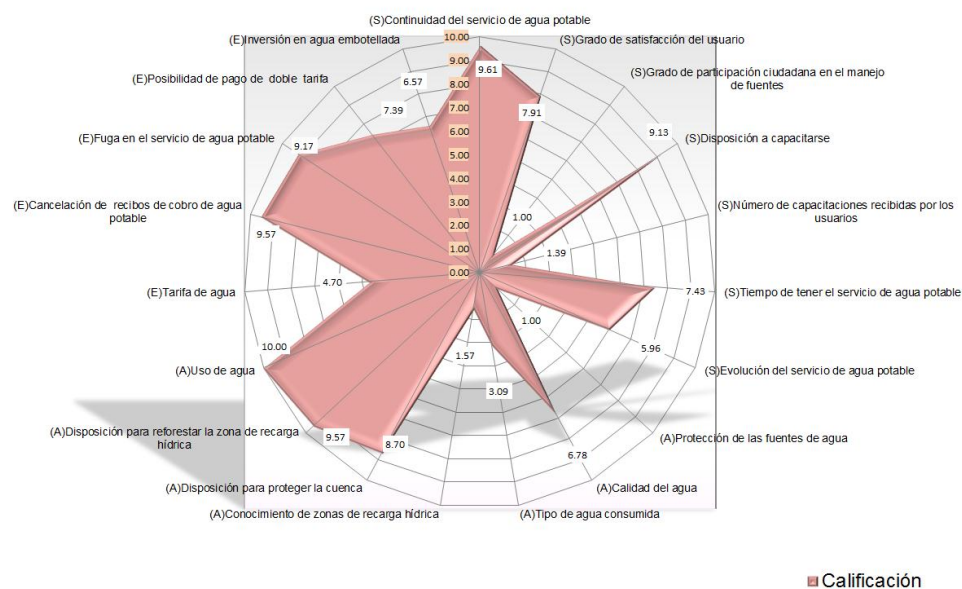


Fig. A-48 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 13

Grupo formado por las colonias: Residencial Las Mercedes, Presita II, Colonia Las Chilcas, Residencial Nueva Metrópolis, Residencial Arcos de San Francisco, Urbanización Nueva Metrópolis I, Urbanización Nueva Metrópolis II y Urbanización Nueva Belén

Socialmente, los indicadores continuidad del servicio de agua potable y disposición a capacitarse obtuvieron calificación alta (calificación=9.61 y 9.13) mientras que los indicadores como Grado de participación ciudadana en el manejo de fuentes y número de capacitaciones recibidas por los usuarios, Resultaron mal evaluados con calificaciones de 1 y 1.39, respectivamente; es decir que es necesario involucrar a los usuarios de manera más activa en la protección de las fuentes y en procesos de capacitación para lograr un mayor grado de concientización en la protección integral del recurso hídrico.

Dentro del aspecto ambiental se puede observar que la población utiliza el agua para consumo humano, además los usuarios están dispuestos a participar en proteger la zona de recarga reforestando y a capacitarse sobre protección de cuenca esto se afirma porque estos indicadores salieron bien calificados con 10 y 9.57 y 8.70, y los indicadores que salieron mal calificados fueron grado de participación en la protección de la fuente y conocimiento sobre la zona de recarga con 1 y 1.57, esto evidencia la necesidad de que la población se forme en este campo para que pueda participar en proteger el recurso.

A nivel económico el indicador con calificación menor es la tarifa de agua con 4.7, es decir, que mensualmente se tiene un gasto considerable en concepto de agua. Indicadores como cancelación de recibos de cobro de agua potable y fuga en el servicio de agua potable, son los que obtienen mejor calificación con 9.57 y 9.17.

Es necesario hacer notar que si bien para los usuarios no existen fugas considerables de agua al interior de las viviendas estas muchas veces no son detectadas.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 14 ANDA-San Miguel

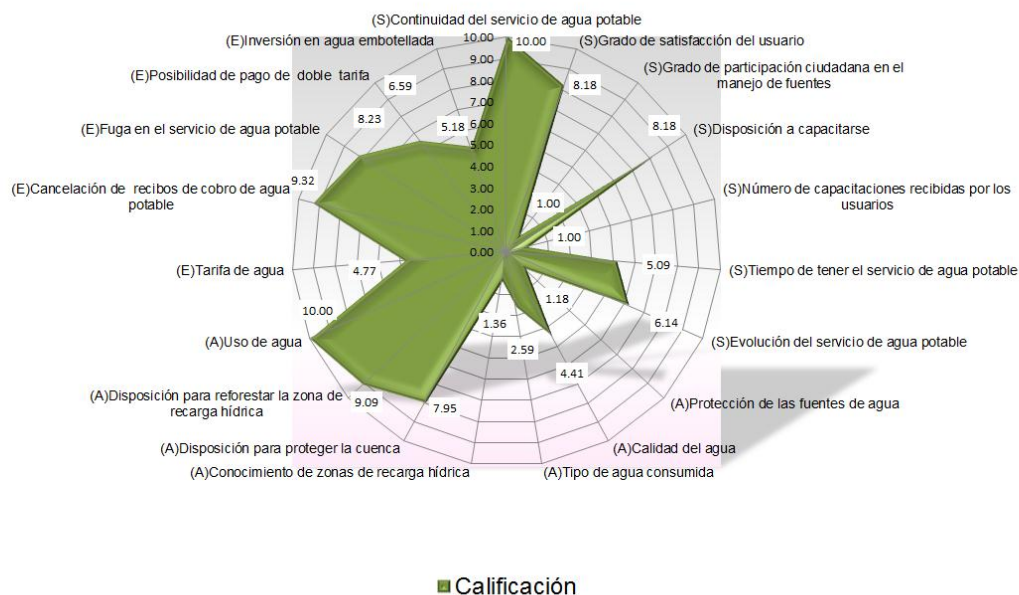


Fig. A-49 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 14

Este grupo lo integran las colonias: Rosa de María, Colonia Antigua a La Unión, Colonia Quezada, Barrio Concepción, Colonia 14 de Julio, Colonia San José, Colonia Buenos Aires, Colonia Santa Lucía, Residencial la Sevilla, Colonia Divina Asunción, Colonia Andalucía, Residencial Versailles, Urbanización Palo Blanco II, Urbanización Palo Blanco IV y Urbanización Palo Blanco.

Los indicadores sociales mejor evaluados son: continuidad del servicio de agua potable, grado de satisfacción del usuario y disposición a ser capacitado en temas relacionados al agua con calificación de 10, 8.18 y 8.18, el indicador referido a la satisfacción, es necesario aclarar que los usuarios lo relacionan en gran medida a la cantidad de agua y no a la calidad.

En el área ambiental el 50% de los indicadores sale mal evaluados: protección de las fuentes de agua, calidad del agua, tipo de agua consumida y conocimiento de zonas de recarga hídrica; con calificación de 1.18, 4.41, 2.59, 1.36 respectivamente. Siempre en el área ambiental los indicadores uso del agua y reforestación de zonas de recarga hídrica, obtuvieron una calificación de 10 y 9.09, respectivamente, lo que es importante que los usuarios están dispuestos a participar en la reforestación de la área de recarga hídrica, en cuanto al uso del agua se utiliza para usos doméstico.

A nivel económico la mayoría de indicadores obtienen una calificación alta, a excepción de los indicadores inversión en agua embotellada (5.18) y tarifa de agua (4.77); de los cual se puede deducir que la inversión en la compra de agua embotellada por parte de los usuarios es alta, al igual que la tarifa que mensualmente se cancela por el recibo de agua potable. Los mejor evaluados fueron uso del agua con una calificación de 10 y cancelación de recibos de agua con una calificación de 9.32.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 15 ANDA-San Miguel

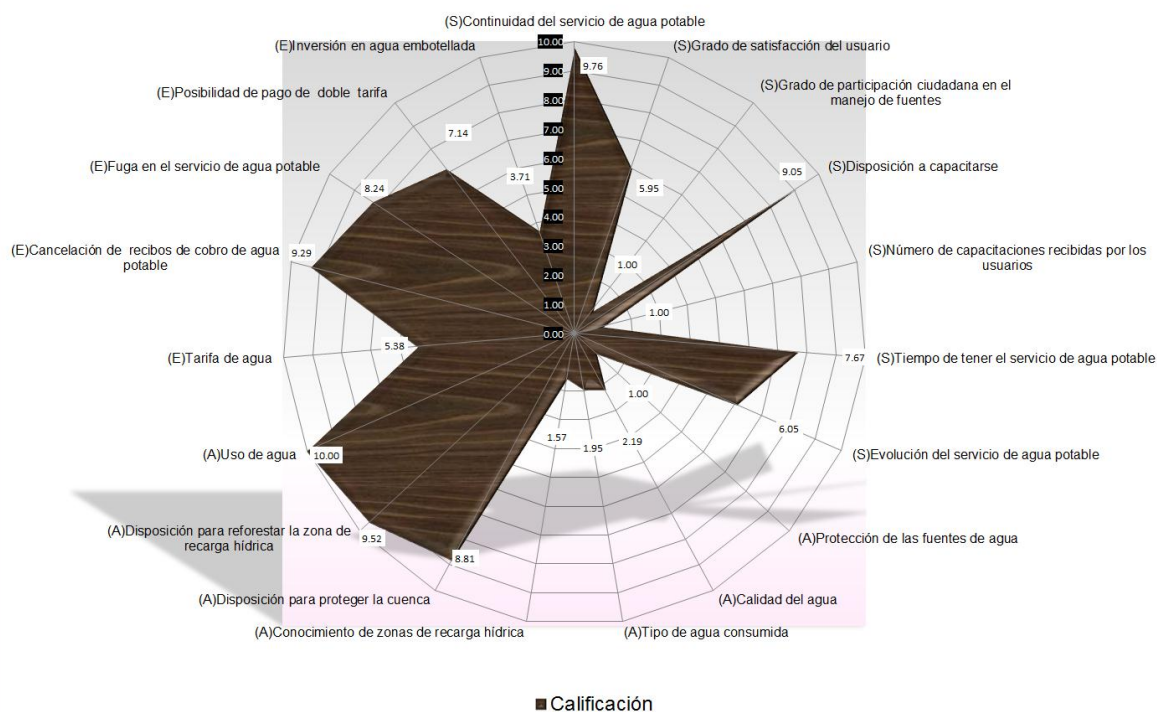


Fig. A-50 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 15

Lo constituye únicamente la colonia La Presita. En ésta colonia la mayoría de indicadores del área social y ambiental salieron mal evaluados obteniendo calificación baja. Es de destacar que el indicador calidad del agua obtiene un valor de calificación de 2.19, es decir, que los usuarios no tienen confianza del agua que le suministra ANDA, al relacionar este indicador con la inversión en agua embotellada también resulta con una calificación de 3.71, lo que denota que los usuarios al percibir el agua de ANDA como de mala calidad optan por comprar e invertir una cantidad considerable de dinero en agua embotellada.

En este grupo los indicadores del área social y ambiental que obtuvieron una menor calificación son: grado de participación ciudadana en el manejo de fuentes (1), número de capacitaciones recibidas por los usuarios (1), protección de las fuentes de agua (1), calidad del agua (2.19), tipo de agua consumida (1.95) y conocimientos de zonas de recarga hídrica (1.57).

Todos los indicadores del área económica fueron bien evaluados, a diferencia del indicador inversión en agua embotellada que obtuvo una calificación de 3.71.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 16 ANDA-San Miguel

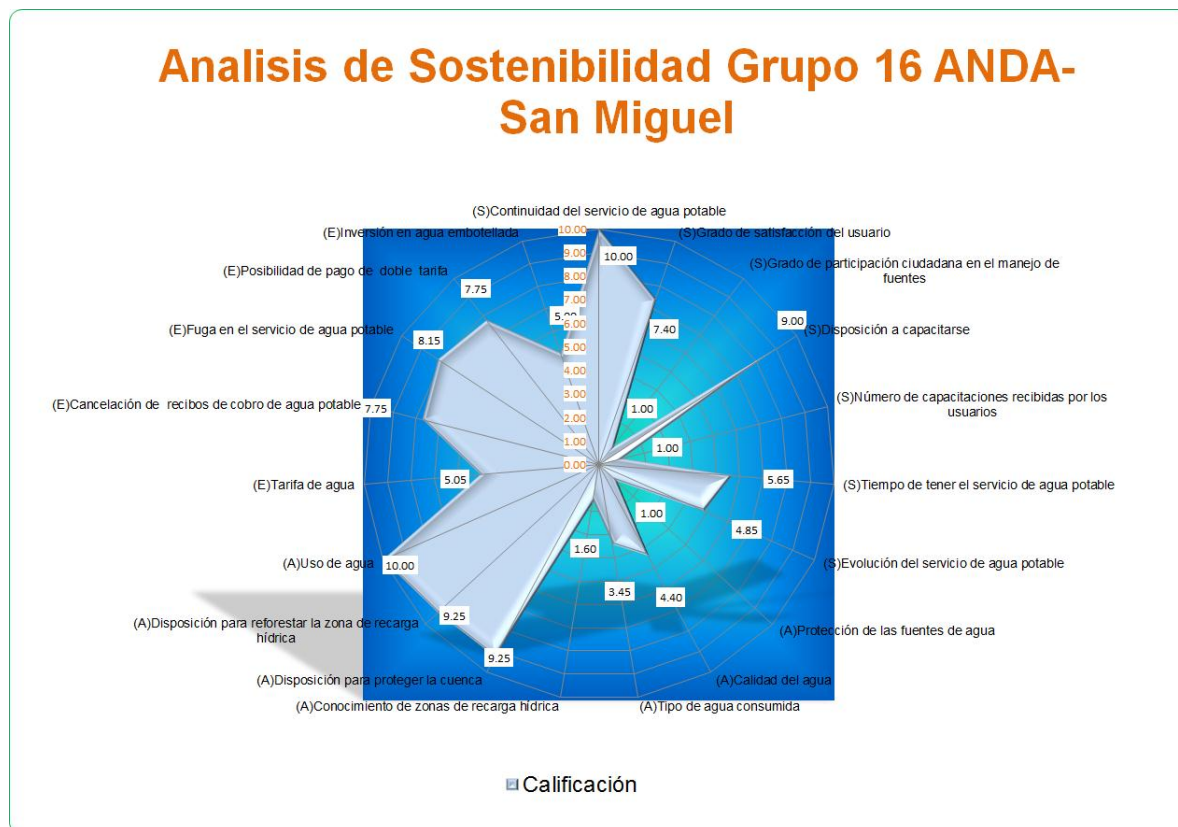


Fig. A-51 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 16

Este grupo lo integran las colonias: Urbanización María Julia II, Urbanización María Julia III etapa, Colonia Los Ángeles, Jardines del Río, Urbanización Altos del Río, Jardines de Río II, Colonia 18 de Mayo, Urbanización 18 de Mayo II etapa, Urbanización 18 de Mayo, Residencial Universitaria, Residencial María Julia, Urbanización Jerusalén y Ciudad Real Oriente.

En el nivel social, se observa que los indicadores, continuidad del servicio de agua potable y disposición a ser capacitados; son los mejores evaluados (calificación =10 y 9); mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por los usuarios (Calificación =1). El indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación de 4.85; es decir, que el sistema de servicio de agua potable a través del tiempo se ha mantenido en similares condiciones y en otros casos a empeorado.

Ambientalmente, se pudo determinar que el indicador mejor evaluado es el referido al uso del agua (calificación =10), ya que el agua la utilizan para usos domésticos, también salieron bien evaluados los indicadores referentes a Reforestación de zonas de recarga hídrica y disposición a capacitarse sobre protección de cuenca obtuvo calificación =9.25. Como en la mayoría de los grupos analizados el indicador tipo de agua consumida obtuvo una calificación baja, lo cual indica que los usuarios de este grupo mayoritariamente consumen agua embotellada.

A nivel económico únicamente los indicadores tarifa de agua e inversión en agua embotellada obtuvieron una calificación media de 5.05 y 5, respectivamente, los demás indicadores de esta área obtuvieron calificación mayor a 7.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 17 ANDA-San Miguel

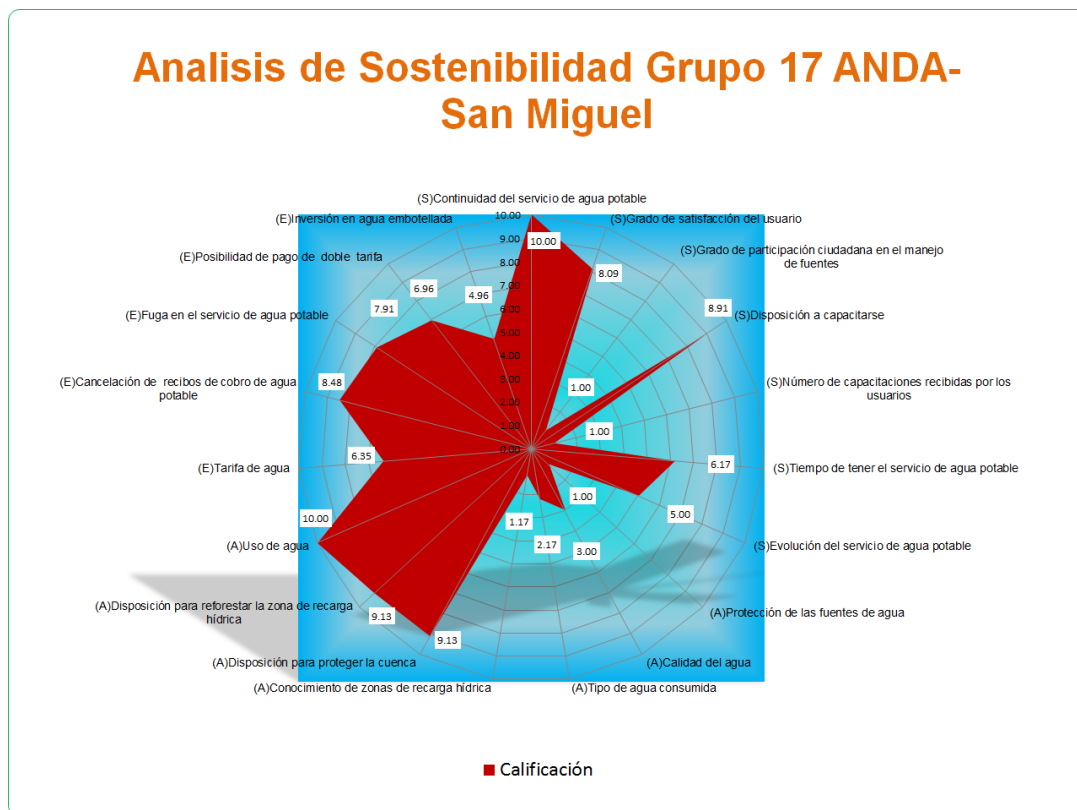


Fig. A-52 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 17

Este grupo lo integran las colonias: Ciudad Real Poniente, Jardines del Volcán, Residencial la Floresta, Urbanización Ciudad Real, Urbanización San Jorge, Urbanización California, Urbanización California, Urbanización Villa de California, Cantón el Papalón, Residencial Sevilla, Colonia San Pablo, Colonia Panamericana, Urbanización Ciudad Real Sur, Urbanización Metrópoli y Residencial Venecia

En el nivel social, se observa que los indicadores, que tuvieron una mayor calificación fueron la continuidad del servicio de agua potable, satisfacción con el servicio de agua potable y disposición a ser capacitados (calificación =10, 8.09 y 8.91), siendo éstos indicadores los mejores evaluados de esta área; mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes y numero de capacitaciones recibidas por lo usuarios (calificación=1). Es de resaltar que el indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación = 5; es decir, que el sistema de servicio de agua potable a través del tiempo se ha mantenido en similares condiciones.

En lo que respecta al nivel ambiental, se pudo determinar que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10), también salieron bien evaluados los indicadores referentes a disposición a reforestar la zona de recarga hídrica y disposición a capacitarse sobre protección de cuenca obtuvo una calificación de 9.13, se observa que los usuarios no tienen ninguna grado de participación en la protección de las fuentes, así mismo desconocen sobre la zona de recarga hídrica esto se afirma porque salieron con una calificación de 1 y 1.17 cada uno.

Económicamente, sólo el indicador inversión en agua embotellada obtuvo calificación por debajo del umbral de calificación 5, siendo esta calificación de 4.96. Los dos indicadores con calificación superior fueron cancelación de recibos de cobro de agua potable y fuga en el servicio de agua potable, con 8.48 y 7.91 cada uno.



Analisis de Sostenibilidad Grupo 18 ANDA- San Miguel

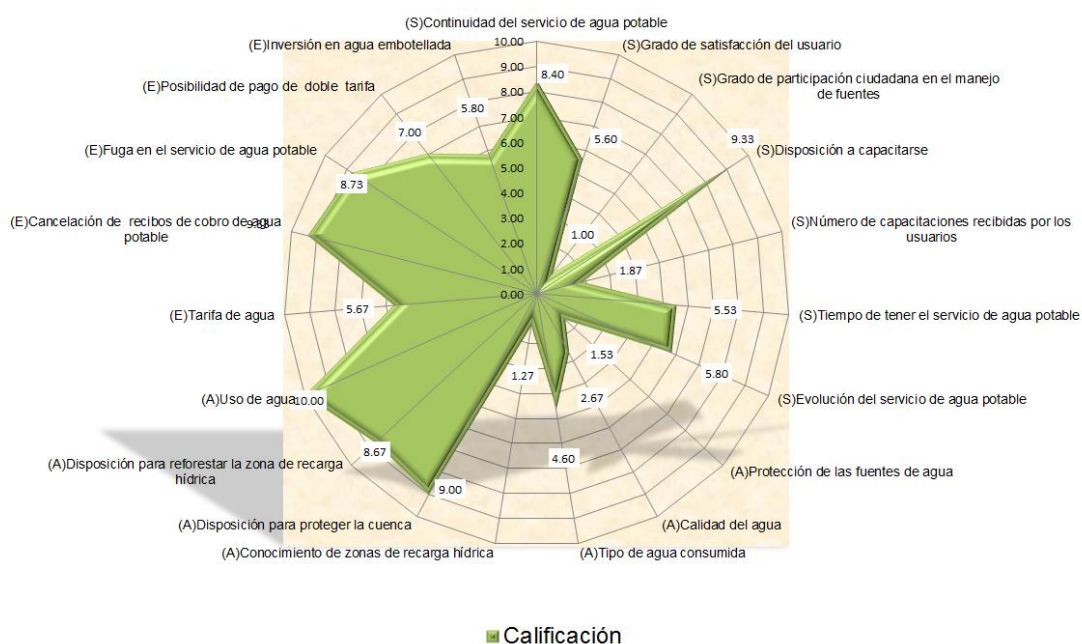


Fig. A-53 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 18

Este grupo lo integran las colonias: Ciudad Jardín, Residencial Cataluña, Residencial San Antonio, Residencial los Girasoles, Residencial Ciudad jardín II, Residencial Estadio, Colonia ciudad Jardín, Urbanización Villa Fontana, Residencial Los Almendros, Ciudad Jardín, Colonia Milagro de la Paz y Colonia Nueva Pedrera.

En relación al nivel social, se observa que los indicadores, continuidad del servicio de agua potable y disposición en capacitarse obtuvo una calificación de 8.40 y 9.33, siendo los mejores evaluados; mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por lo usuarios (Calificación =1.87). Es de resaltar que el indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación de 5.80; es decir, que el sistema de servicio de agua potable a través del tiempo se ha mantenido en condiciones similares.

En lo que respecta al nivel ambiental los usuarios de este grupo de colonias afirman que utilizan el agua para usos domésticos, están dispuestos a reforestar la zona de recarga y a participar en capacitaciones sobre protección de cuenca, estos indicadores obtuvieron calificación de 10,8.67 y 9.0 respectivamente.

Los indicadores relacionados con ANDA, protección de fuentes, calidad del agua, tipo de agua consumida, obtuvieron una menor calificación. Un dato a señalar es la falta de confianza por parte de los usuarios en la calidad del agua ya que el indicador relacionado a este aspecto (tipo de agua consumida) obtuvo una calificación baja (calificación =4.6).

Según los resultados del diagrama tipo AMIBA (Fig. A-53), se observa que todos los indicadores económicos están por encima del umbral de calificación; sin embargo, los indicadores con menor calificación siempre son la inversión en agua embotellada y tarifa de agua



Analisis de Sostenibilidad Grupo 19 ANDA-San Miguel

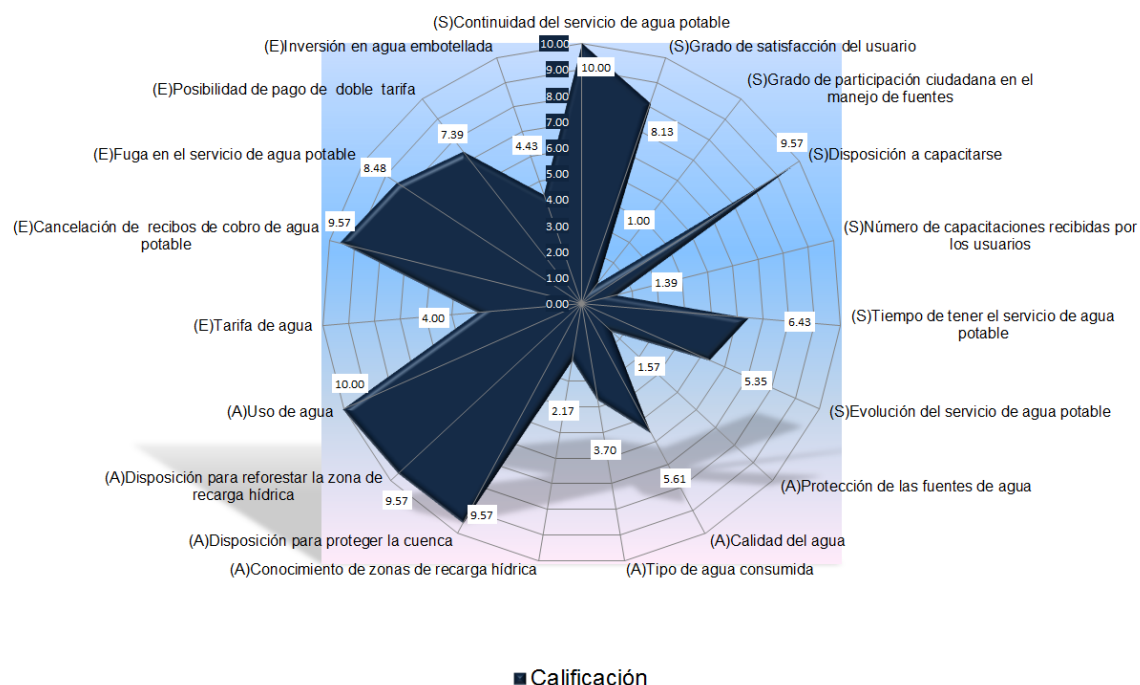


Fig. A-54 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 19

Este grupo lo integran las colonias: Colonia Hirlemam, Colonia Conde Muñoz, Comunidad San José, Urbanización Monte Carlo, Colonia Cury, Colonia los Héroes, Colonia Santa María, Colonia Paniagua, Colonia Paniagua, Colonia Medina, Litificación Paniagua, Litificación Los Héroes, Colonia Vásquez y Cantón El Amate.

En relación al nivel social, se observa que la población está satisfecha con la continuidad del servicio de agua, así mismo demuestran satisfacción con el servicio, así como disponibilidad a capacitarse en temas relacionados al agua, estos indicadores obtuvieron una calificación de 10, 8.13 y 9.57, respectivamente; mientras que los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por los usuarios (Calificación =1.39)

En lo que respecta al nivel ambiental se observa que los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10), también salieron bien evaluados los indicadores referentes a reforestación de zonas de recarga hídrica, disposición a capacitarse sobre protección de cuenca, obteniendo una calificación de 9.57, cada uno; mientras que los indicadores relacionados con ANDA, protección de fuentes, calidad del agua, tipo de agua consumida, obtuvieron una menor calificación.

En el nivel económico se encontró que la mayoría de indicadores están por arriba del umbral de calificación 5, sólo los indicadores referidos a la tarifa de agua y nivel de inversión en agua embotellada obtuvieron una baja calificación de 4 y 4.43, respectivamente



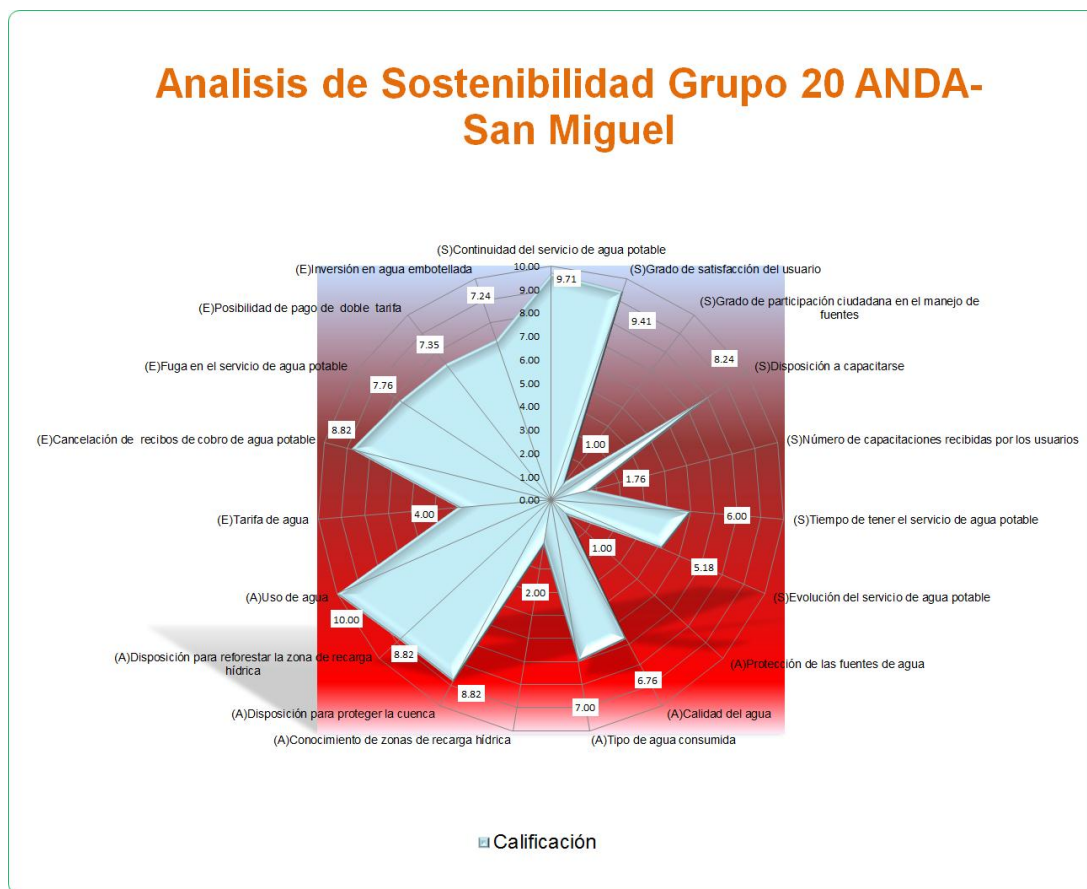


Fig. A-55 Diagrama tipo AMIBA, Grupo 20

Este grupo lo integra únicamente la colonia Escolán.

En relación al nivel social, en la Fig. A-55, se observa que los indicadores continuidad del servicio de agua potable, obtuvo una calificación de 9.71, grado de satisfacción del usuario y disposición a capacitarse mejores evaluados, 9.41, y 8.24. Los indicadores peor evaluados fueron grado de participación ciudadana en el manejo de las fuentes (calificación=1) y número de capacitaciones recibidas por los usuarios (Calificación =1.76). Es importante hacer énfasis que el indicador referido a la evolución del servicio de agua potable obtuvo una calificación de 5.18; es decir, que el sistema de servicio de agua potable a través del tiempo se ha mantenido en similares condiciones.

En lo que respecta al nivel ambiental los indicadores mejor evaluados son los referidos al uso del agua (calificación =10), también salieron bien evaluados los indicadores referentes a reforestación de zonas de recarga hídrica (calificación =8.82), disposición a capacitarse sobre protección de cuenca (calificación =8.24) y sobre el buen uso del recurso hídrico; éstos indicadores están referidos directamente a la población, mientras que los indicadores relacionados con ANDA, protección de fuentes, calidad del agua y tipo de agua consumida obtuvieron calificación de 1.00, 6.76 y 7.00.

En el nivel económico se encontró que la mayoría de indicadores están por arriba del umbral de calificación 5 mientras que la tarifa de agua salió mal calificada con 4





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDICPLINARIA ORIENTAL
MAESTRIA EN GESTION AMBIENTAL

ANEXO1: ENCUESTA DIRIGIDA A USUARIOS DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE SUMINISTRADA POR ANDA EN LA CIUDAD DE SAN MIGUEL

OBJETIVO: Determinar el nivel de Sostenibilidad del servicio de agua potable suministrada por ANDA en la Ciudad de San Miguel a través de los criterio de calidad y nivel de servicio, uso eficiente del recurso agua y manejo y administración del servicio.

INDICACIÓN: Con el fin de aportar criterios para mejorar los servicios de agua potable para la población, usted ha sido elegido/a para participar en una investigación acerca de la Sostenibilidad del agua, le solicitamos su valioso apoyo llenando la siguiente encuesta. Sus respuestas son voluntarias y serán tratadas en forma totalmente confidencial. Por favor marque con una "X" su respuesta correcta, gracias por su colaboración.

A. DATOS GENERALES

- a). Nombre de colonia _____ b). Grupo: _____
 c). Sexo: 1. Masculino _____ 2. Femenino _____
 d) ¿Cuánto tiempo tiene de vivir en la colonia?
 1. De 1 a 5 _____ 2. De 6 a 10 _____ 3. De 11 a mas _____

B. ASPECTOS

NIVEL SOCIAL

1. ¿Cuántos días se le suministra agua durante la semana? (Continuidad)
 1. Uno a 2 Días _____ 2. Tres a 6 días . _____ 3. 7 días _____
2. ¿Cuál es el grado de satisfacción con el servicio de agua potable suministrado por Anda?



1. Bueno _____ 2. Regular _____ 3. Malo _____

3. ¿Qué grado de participación tiene en la toma de decisiones para el manejo de las fuentes de agua que administra

ANDA en la ciudad de San Miguel?

1. Mucha _____ 2. Poca _____ 3. Ninguna _____

4. ¿Cuántas capacitaciones ha recibido en temas relacionados al uso adecuado del agua potable?

1. Más de una _____ 1. Una _____ 3. Ninguna _____

5. ¿Hace cuanto tiempo tiene de tener el servicio de agua?

1. De 1 a 5 _____ 2. De 6 a 10 _____ 3. De 11 a mas _____

6. Hace 20 años ¿Como fue el servicio de abastecimiento de agua en su casa?

1. Mejor _____ 2. Igual _____ 3. Peor _____

NIVEL AMBIENTAL

7. ¿Qué grado de participación tiene en la protección de la fuente de agua para el abastecimiento en la ciudad de San Miguel?

1. Mucha _____ 2. Poca _____ 3. Ninguna _____

8. ¿Cómo considera la calidad del agua que le suministran en su hogar?

1. Buena _____ 2. Regular _____ 3. Mala _____

9. ¿Qué tipo de agua consume?

1. De chorro _____ 2. Embotellada _____ 3. Chorro y embotellada _____

10. ¿Qué grado de conocimiento tiene sobre la protección de la zona de recarga para el suministro de agua potable de la Ciudad de de san Miguel?

1. Mucha _____ 2. Poco _____ 3. Ninguno _____

11. ¿Estaría interesado en participar en capacitaciones sobre el uso de agua?

1. Si _____ 2. No _____ Por qué? _____

12. ¿Estaría dispuesto/a en participar en un programa de capacitaciones sobreprotección de cuenca?



1. Si _____ 2. No _____ Por qué? _____

13. ¿Estaría dispuesto/a en participar en reforestar la zona de recarga?

1. Si _____ 2. No _____ Por qué? _____

14. ¿Para qué utilizan el agua en su hogar?

1) Uso domésticos _____ 2) de apoyo a otras personas que no tienen suministro. _____ 3) comercial _____

NIVEL ECONOMICO:

15. ¿Cuánto paga por el servicio de agua por mes?

1. \$2.00 a \$ 5.00 _____ 2. De \$ 6. 00a \$ 10.00 _____ 3. \$ De 11.00 a mas _____

16. ¿Cancelan los recibos del servicio de agua potable en las fechas indicadas?

1. Siempre _____ 2. Casi siempre. _____

17. ¿Existe fuga de agua potable en su vivienda?

1. Mucha _____ 2. Poca _____ 3. Ninguna _____

18. ¿Puede pagar hasta el doble de lo que hoy paga para seguir teniendo el servicio domiciliario del agua dentro de cinco años?

1. SI _____ 2. NO _____

19. ¿Cuánto invierte de dinero en agua embotellada al mes?

1. De 1 a 5 _____ 2. De 6 a 10 _____ 3. De 11 a mas _____





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR FACULTAD MULTIDICPLINARIA ORIENTAL MAESTRIA EN GESTION AMBIENTAL

ANEXO 2: ENCUESTA DIRIGIDA A LA ADMINISTRACION DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE DELA CIUDAD DE SAN MIGUEL

OBJETIVO: Determinar el nivel de Sostenibilidad del servicio de agua potable suministrada por ANDA en la Cuidad de San Miguel a través de los niveles Sociales, Ambiental y Económico.

INDICACIÓN: A continuación se le presentan una serie de preguntas, marque con una “x” según se le pide. Por su colaboración muchas gracias.

A. DATOS GENERALES

1. Dirección de la Institución: _____
2. Sexo: 1. Masculino _____ 2. Femenino _____
3. Profesión: _____

B. ASPECTOS

1. ¿Cuál es el nivel de inversión realizado en obras de mantenimiento y reparación del sistema del servicio de agua potable que se suministra en la ciudad de San Miguel?

1. Ninguno _____ 2. Poco _____ 3. Mucho _____

2. ¿Cuánto es el costo por la extracción por m³ de agua? \$ _____

3. ¿Realizan acciones para proteger la zona de recarga?

1. Si _____ 2. No _____ ¿Cuáles? _____



4. Actualmente ¿Cuentan con algún proyecto de capacitación de Educación Ambiental para los usuario de San Migue?

1. Si _____ 2. No _____ Nombre del proyecto _____

5. Cuentan como Institución de ANDA con una Unidad Ambiental

1. Si _____ 2. No _____

6. Si su respuesta es afirmativa ¿Qué acciones realizan? _____





UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD MULTIDISCIPLINARIA ORIENTAL
MAESTRIA EN GESTION AMBIENTAL

ANEXO 3: GUIA DE OBSERVACION DE ZONAS DE RECARGA HIDRICA Y ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE (POZOS)

OBJETIVO: Identificar las principales zonas de recarga hídrica que alimentan los pozos de distribución de agua potable de ANDA de la ciudad de San Miguel.

INDICACIÓN: Marcar con una "X", el espacio correspondiente de acuerdo en el factor observado y/o completar según corresponda.

I. Aspectos Generales

| Indicadores | Zona de recarga | Pozo |
|----------------------------|-----------------|------|
| Aspectos | | |
| Coordenada X | | |
| Coordenada y | | |
| Coordenada z | | |
| Nombre | | |
| Localidad | | |
| Caudal (M ³ /d) | | |
| Potencia HP | | |
| Potencia kw medido | | |
| KW-Hr/día promedio | | |

II. Suelo.

| Cobertura vegetal | Si _____ No _____ |
|----------------------|-------------------|
| Tipo de suelo | |
| Presencia de erosión | |



III. Obras de conservación de suelos

| Tipo de obra | Si | No |
|----------------------------|----|----|
| Fosas de infiltración | | |
| Acequias de tipo trinchera | | |
| Bordas | | |
| Barreras vivas | | |
| Barreras muertas | | |

IV. Practicas de conservación de suelo

| Tipo de práctica | Si | No |
|-------------------------------------|----|----|
| No quema | | |
| Reforestación | | |
| Forestación | | |
| Curvas a nivel o desnivel (siembra) | | |

V. Estudio de flora (Por zona de recarga)

| Especie | Abundancia | Riqueza | *Índice de Biodiversidad |
|---------|------------|---------|--------------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

*Índice de biodiversidad Shannon (se utilizó el software COMM, Analyses of speciesstationtables-Kiel University, Germany)

