

## CONTENIDO

<b>1</b>	<b>CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO.....</b>	<b>7</b>
1.1	UBICACIÓN Y ACCESO .....	7
1.2	SISTEMAS DE AGUA POTABLE .....	8
1.2.1	<i>Descripción de las Fuentes de Agua.....</i>	8
1.2.1.1	Agua Superficial.....	8
1.2.1.2	Agua Subterránea.....	9
1.2.2	<i>Descripción de las Unidades del Sistema .....</i>	12
1.2.2.1	Captación (Obra de Toma) .....	12
1.2.2.2	Estaciones de Bombeo .....	15
1.2.2.3	Líneas de Conducción de Agua Cruda .....	16
1.2.2.4	Planta de Tratamiento de Agua Potable .....	18
1.2.2.5	Tanques de Almacenamiento.....	30
1.2.2.6	Redes de Distribución y Sectores .....	31
1.3	SISTEMA DE SANEAMIENTO.....	33
1.3.1	<i>Descripción General.....</i>	33
1.3.1.1	Funcionamiento del Sistema .....	34
1.3.1.2	Producción de Aguas Residuales .....	34
1.3.1.3	Cobertura .....	34
1.3.1.4	Colectores Principales .....	34
1.3.1.5	Red de Alcantarillado Sanitario .....	37
1.3.1.6	Tratamiento.....	38
<b>2</b>	<b>CAPITULO II: LÍNEA BASE .....</b>	<b>39</b>
2.1	PRESENTACIÓN .....	39
2.2	METODOLOGÍA.....	41
2.3	RESUMEN DE RESULTADOS INDICADORES DE LÍNEA BASE .....	45
2.4	DIAGNOSTICO INSTITUCIONAL .....	46
2.4.1	<i>Organización Vigente .....</i>	46
2.4.2	<i>Recursos Humanos.....</i>	46
2.4.3	<i>Recursos Materiales.....</i>	48
2.4.3.1	Gerencia .....	48
2.4.3.2	Administración Financiera.....	48
2.4.3.3	Comercial .....	48
2.4.3.4	Operación y Mantenimiento .....	49
2.4.4	<i>Legislación Municipal Aplicable.....</i>	49
2.4.5	<i>Manual de Funciones y de Procedimientos.....</i>	50
2.4.6	<i>Concientización o Comunicación Social .....</i>	50
2.4.7	<i>Costos .....</i>	50
2.4.8	<i>Indicadores Institucionales .....</i>	50
2.4.8.1	Conformación Empresarial.....	50
2.4.8.2	Empleados por cada mil conexiones .....	52

2.4.8.3	Cobertura de costos totales .....	52
2.4.8.4	Concienciación ciudadana .....	53
2.5	DIAGNOSTICO OPERACIONAL.....	54
2.5.1	<i>Eficiencia de la Prestación del Servicio</i> .....	54
2.5.1.1	Cantidad .....	54
2.5.1.2	Cobertura .....	54
2.5.1.3	Calidad.....	55
2.5.1.4	Continuidad.....	56
2.5.1.5	Confiabilidad .....	57
2.5.2	<i>Aspectos Operacionales</i> .....	58
2.5.2.1	Funcionamiento .....	58
2.5.2.2	Frecuencia de Incidentes.....	58
2.5.3	<i>Aspectos de Mantenimiento</i> .....	59
2.5.3.1	Frecuencia de Daños .....	59
2.5.4	<i>Indicadores Operacionales</i> .....	59
2.5.4.1	Cantidad de Agua Producida .....	59
2.5.4.2	Cobertura del servicio de agua potable .....	60
2.5.4.3	Calidad del agua suministrada .....	60
2.5.4.4	Continuidad del servicio.....	60
2.5.4.5	Confiabilidad del servicio .....	61
2.6	DIAGNOSTICO COMERCIAL.....	62
2.6.1	<i>Estructura Tarifaria Vigente</i> .....	62
2.6.2	<i>Funcionamiento del Sistema Comercial</i> .....	63
2.6.2.1	Lectura .....	63
2.6.2.2	Facturación (software) .....	63
2.6.2.3	Entrega .....	63
2.6.2.4	Recaudo.....	63
2.6.2.5	Manejo de Cartera (morosa o no).....	63
2.6.3	<i>Comercialización (Planificación para ampliar los servicios comerciales)</i> .....	64
2.6.4	<i>Indicadores Comerciales</i> .....	64
2.6.4.1	Cobertura de Micro Medición Efectiva .....	64
2.6.4.2	Recaudo y facturación.....	64
<b>3</b>	<b>CAPITULO III: BALANCE HÍDRICO</b> .....	<b>66</b>
3.1	PRESENTACIÓN .....	66
3.2	OBJETIVO DEL BALANCE HÍDRICO .....	67
3.3	VOLUMEN SUMINISTRADO.....	67
3.4	VOLUMEN FACTURADO .....	68
3.5	VOLUMENES SUMINISTRADOS AUTORIZADOS NO FACTURADOS (CONSUMOS TÉCNICOS) .....	69
3.5.1	<i>Volumen de Agua para Lavado de Tanques</i> .....	69
3.5.2	<i>Volumen de Agua por vaciamiento de la red</i> .....	69
3.5.3	<i>Suministro por carro-tanques e hidrantes controlados</i> .....	70
3.5.4	<i>Volumen de agua utilizado por los bomberos</i> .....	70
3.6	PÉRDIDAS APARENTES O COMERCIALES .....	71
3.6.1	<i>Usuarios Clandestinos Dispersos</i> .....	71
3.6.2	<i>Usuarios Clandestinos Masivos (barrios ilegales)</i> .....	72
3.6.3	<i>Usos fraudulentos</i> .....	73

3.6.4	<i>Pérdidas de usuarios facturados por promedio</i> .....	73
3.6.5	<i>Inexactitudes de la micro medición</i> .....	73
3.7	PÉRDIDAS TÉCNICAS O REALES.....	74
3.7.1	<i>Pérdidas Técnicas Inevitables</i> .....	75
3.7.2	<i>Relación entre pérdidas inevitables y pérdidas reales</i> .....	78
3.8	BALANCE HÍDRICO RESUMEN DE RESULTADOS .....	79
3.8.1	<i>Desagregación IANC</i> .....	80
<b>4</b>	<b>CAPITULO IV: PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA .....</b>	<b>81</b>
4.1	ANTECEDENTES DE LAS OBRAS URGENTES.....	81
4.2	DESCRIPCIÓN Y RESULTADOS ESPERADOS POR TIPO DE OBRAS URGENTES.....	81
4.2.1	<i>Obras relacionadas con el manejo de la red de distribución (sectorización)</i> .....	81
4.2.1.1	Reemplazo de válvulas de cierre de la red de distribución .....	81
4.2.1.2	Refuerzo de tramos de redes de diámetros menores y cierre de mallas .....	82
4.2.1.3	Construcción de tanques de almacenamiento .....	82
4.2.2	<i>Obras relacionadas con las zonas abastecidas por pozos</i> .....	83
4.2.2.1	Completar infraestructura y equipos de pozos existentes .....	83
4.2.2.2	Construcción de pequeños tanques de almacenamiento asociados a pozos.....	84
4.2.3	<i>Monitoreo de caudales, presiones y niveles y búsqueda de fugas</i> .....	84
4.2.3.1	Adquisición de equipos de búsqueda de fugas y mediciones .....	84
4.2.3.2	Campaña de mediciones operativas .....	85
4.2.4	<i>Optimización del sistema de producción de agua potable</i> .....	85
4.2.4.1	Obras en tomas, aducciones, plantas de tratamiento y conducciones .....	85
4.2.5	<i>Suministro de Equipos de medición de caudales producidos y facturados</i> .....	86
4.2.5.1	Suministro de Macro medidores Tipo Woltman .....	86
4.2.5.2	Suministro de micro medidores .....	86
4.2.6	<i>Inversiones especiales en prestadores en proceso de consolidación</i> .....	87
4.3	RESUMEN DE OBRAS PRIORITARIAS.....	88
4.4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89

## Índice de Cuadros

CUADRO 1	INFORMACIÓN GENERAL DE LOS POZOS DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	10
CUADRO 2	INDICADORES DE LÍNEA BASE.....	41
CUADRO 3	RANGOS CUALITATIVOS INDICADORES DE LÍNEA BASE.....	42
CUADRO 4	MATRIZ DE EFICIENCIA .....	<b>¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.</b>
CUADRO 5	RECURSOS HUMANOS DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	47
CUADRO 6	CUESTIONARIO INSTITUCIONAL .....	51
CUADRO 7	ASIGNACIÓN DE PUNTAJES POR CATEGORÍAS.....	51
CUADRO 8	TERMINOLOGÍA DEL BALANCE DE AGUAS IWA.....	66
CUADRO 9	ESTADÍSTICAS INTERNACIONALES DE DAÑOS INEVITABLES POR COMPONENTES .....	75
CUADRO 10	PÉRDIDAS TÉCNICAS INEVITABLES (UARL) POR COMPONENTES.....	76
CUADRO 11	PÉRDIDAS TÉCNICAS INEVITABLES (UARL) POR COMPONENTES.....	77

## Índice de Tablas

TABLA 1 CARACTERÍSTICAS DE LOS POZOS DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	15
TABLA 2 ESTACIONES DE BOMBEO DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	15
TABLA 3 INFORMACIÓN GENERAL DE LAS LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE.....	16
TABLA 4 CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS DE CONDUCCIÓN DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	17
TABLA 5 DATOS PTAP'S.....	18
TABLA 6 CARACTERÍSTICAS DE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	30
TABLA 7 INFORMACIÓN GENERAL DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE.....	31
TABLA 8 SECTORES DE RED DE DISTRIBUCIÓN .....	32
TABLA 9 INDICADORES EMPRESARIALES .....	45
TABLA 10 INDICADORES SOCIOECONÓMICOS .....	45
TABLA 11 RECURSOS MATERIALES DEL DEPARTAMENTO DE GERENCIA DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	48
TABLA 12 RECURSOS MATERIALES DEL DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN FINANCIERA DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	48
TABLA 13 RECURSOS MATERIALES DEL DEPARTAMENTO COMERCIAL DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	48
TABLA 14 RECURSOS MATERIALES DEL DEPARTAMENTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE, ACUEDUCTO .....	49
TABLA 15 RECURSOS MATERIALES DEL DEPARTAMENTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE AGUAS DE SIGUATEPEQUE, ALCANTARILLADO .....	49
TABLA 16 PUNTAJE INDICADOR CONFORMACIÓN EMPRESARIAL .....	52
TABLA 17 INDICADOR DE EMPLEADOS POR CONEXIÓN .....	52
TABLA 18 INDICADOR COBERTURA DE COSTOS.....	53
TABLA 19 VOLUMEN DE AGUA FACTURADA POR CONEXIÓN .....	53
TABLA 20 VOLUMEN DE AGUA PRODUCIDA POR CONEXIÓN.....	59
TABLA 21 COBERTURA DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE .....	60
TABLA 22 CALIDAD DEL AGUA SUMINISTRADA.....	60
TABLA 23 CONTINUIDAD DEL SERVICIO EN VERANO .....	61
TABLA 24 VOLUMEN REQUERIDO DE ALMACENAMIENTO.....	61
TABLA 25 INFORMACIÓN RELACIONADA CON LA CONFIABILIDAD .....	62
TABLA 26 COBERTURA DE MICRO MEDICIÓN POR SISTEMAS .....	64
TABLA 27 FACTURACIÓN Y RECAUDO .....	65
TABLA 28 VOLUMEN SUMINISTRADO AL SISTEMA .....	68
TABLA 29 VOLUMEN FACTURADO .....	68
TABLA 30 VOLUMEN LAVADO DE TANQUES .....	69
TABLA 31 VOLUMEN VACIADO DE RED .....	70
TABLA 32 VOLUMEN CARROS CISTERNAS.....	70
TABLA 33 VOLUMEN UTILIZADO POR BOMBEROS .....	71
TABLA 34 VOLUMEN CLANDESTINO DISPERSO .....	72
TABLA 35 VOLUMEN CLANDESTINO MASIVOS.....	72
TABLA 36 VOLUMEN CONSUMOS FRAUDULENTOS .....	73
TABLA 37 MAYOR VOLUMEN DE USUARIOS FACTURADOS POR PROMEDIO .....	73
TABLA 38 INEXACTITUD DE LOS MICRO MEDIDORES.....	74

TABLA 39 BALANCE HÍDRICO RESUMEN.....	79
TABLA 40 ÍNDICE DE AGUA NO CONTABILIZADA IANC EN PORCENTAJE DEL CAUDAL DISTRIBUIDO .....	80
TABLA 41 REMPLAZO DE VÁLVULAS DE CIERRE DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN PRIORIDAD 1 .....	81
TABLA 42 REFUERZOS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN. PRIORIDAD 1 .....	82
TABLA 43 TANQUES DE ALMACENAMIENTO PRIORIDAD 1.....	83
TABLA 44 TANQUES DE ALMACENAMIENTO PRIORIDAD 2* .....	83
TABLA 45 INFRAESTRUCTURA Y EQUIPOS DE POZOS EXISTENTES. PRIORIDAD 1.....	83
TABLA 46 PEQUEÑOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO ASOCIADOS A POZOS.....	84
TABLA 47 EQUIPOS DE FUGAS Y MEDICIONES. PRIORIDAD 1.....	84
TABLA 48 OBRAS SISTEMA DE PRODUCCIÓN PRIORIDAD 1 .....	85
TABLA 49 OBRAS SISTEMA DE PRODUCCIÓN PRIORIDAD 2 .....	86
TABLA 50 EQUIPOS DE MACRO MEDICIÓN. PRIORIDAD 1.....	86
TABLA 51 EQUIPOS DE MICRO MEDICIÓN. PRIORIDAD 1.....	87
TABLA 52 EQUIPOS DE MICRO MEDICIÓN. PRIORIDAD 2.....	87
TABLA 53 INVERSIONES ESPECIALES. PRIORIDAD 1 .....	87
TABLA 54 INVERSIONES ESPECIALES. PRIORIDAD 2 .....	87
TABLA 55 RESUMEN DE COSTOS DE OBRAS PRIORIDAD 1.....	88
TABLA 56 RESUMEN DE COSTOS DE OBRAS PRIORIDAD 2.....	88

### Índice de Fotografías

FOTOGRAFÍA 1 PRESA DE CAPTACIÓN, GUARATORO.....	12
FOTOGRAFÍA 2 PRESA DE CAPTACIÓN, CHAMALUCUARA .....	13
FOTOGRAFÍA 3 PRESA DE CAPTACIÓN, LA PORRA.....	14
FOTOGRAFÍA 4 DESARENADOR, LA PORRA .....	14
FOTOGRAFÍA 5 PRESA DE CAPTACIÓN, EL TABLÓN .....	14
FOTOGRAFÍA 6 PRESA DE SEDIMENTACIÓN, EL TABLÓN .....	14
FOTOGRAFÍA 7 VÁLVULA BMD-1.....	21
FOTOGRAFÍA 8 BOMBA OBSTRUIDA .....	21
FOTOGRAFÍA 9 TORNILLO SIN FIN.....	22
FOTOGRAFÍA 10 BOMBA OBSTRUIDA .....	22
FOTOGRAFÍA 11 BOMBAS DOSIFICADORAS EN MAL ESTADO.....	22
FOTOGRAFÍA 12 CÁMARAS DE FLOCULACIÓN OBSTRUIDAS .....	23
FOTOGRAFÍA 13 CÁMARAS DE FLOCULACIÓN OBSTRUIDAS .....	23
FOTOGRAFÍA 14 VÁLVULA NEUMÁTICA .....	24
FOTOGRAFÍA 15 BOQUILLAS COLECTORAS FILTRANTES .....	24
FOTOGRAFÍA 16 COMPUERTAS .....	24
FOTOGRAFÍA 17 SOPLANTE .....	25
FOTOGRAFÍA 18 COMPRESOR DE AIRE.....	25
FOTOGRAFÍA 19 VÁLVULA AUTOMÁTICA.....	26
FOTOGRAFÍA 20 TORRE DE ABSORCIÓN DE CLORO.....	26
FOTOGRAFÍA 21 FILTRACIONES .....	28
FOTOGRAFÍA 22 REDUCTOR DEL AGITADOR DE POLÍMERO DAÑADO .....	28

FOTOGRAFÍA 23 TOLVA DE REACCIÓN DE LODO .....	29
FOTOGRAFÍA 24 VÁLVULAS NEUMÁTICAS .....	29
FOTOGRAFÍA 25 REGULADOR DE VACÍO DAÑADO.....	30
FOTOGRAFÍA 26 RÍO GUIQUE, PARQUE SAN JUAN A INMEDIACIONES DEL POZO ESNACIFOR.....	56
FOTOGRAFÍA 27 OBSTRUCCIÓN EN CAPTACIÓN, PRESA LA PORRA .....	57

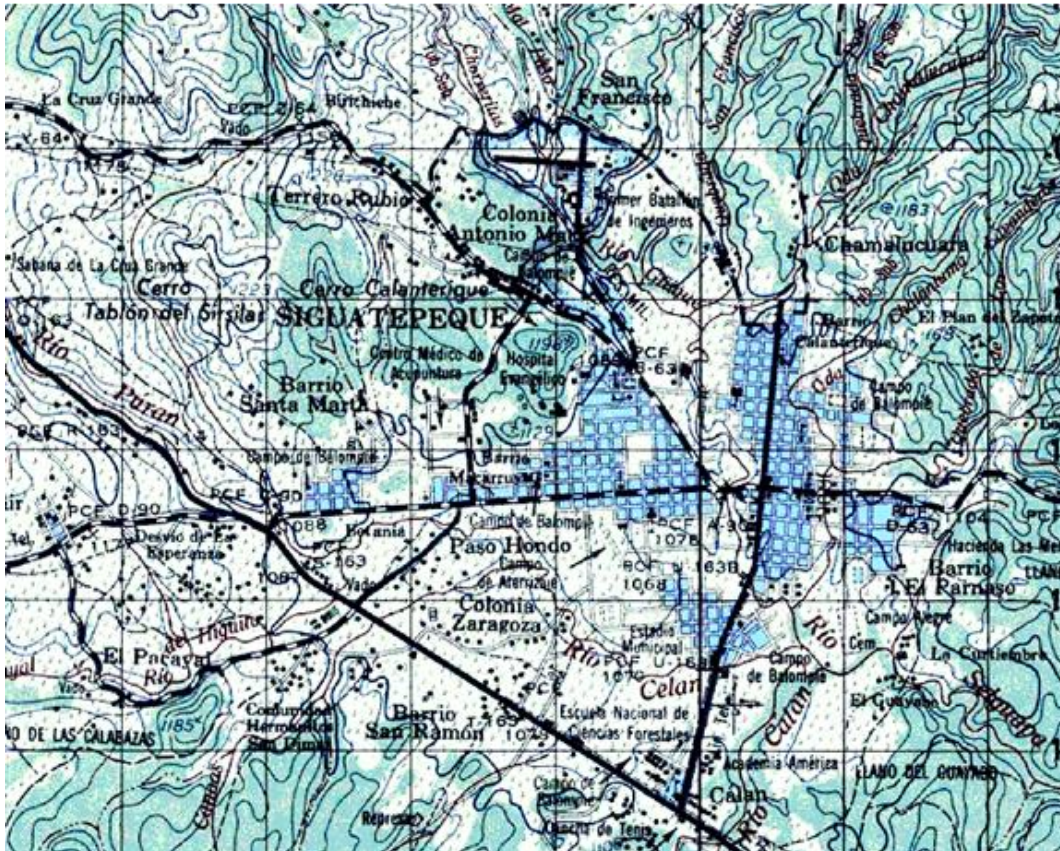
### Índice de Graficas

GRAFICO 1 PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO .....	19
GRAFICO 2 ESQUEMA DE LA COBERTURA DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	35
GRAFICO 3 ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO .....	37
GRAFICO 4 ORGANIGRAMA .....	46
GRAFICO 5 DIAGRAMA DE BARRIOS ABASTECIDOS POR AGUAS DE SIGUATEPEQUE .....	55
GRAFICO 6 INEXACTITUD DE MICRO MEDIDORES .....	74

# 1 CAPITULO I: DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO

## 1.1 Ubicación y Acceso

La ciudad de Siguatepeque, cabecera del municipio de Siguatepeque, departamento de Comayagua, se encuentra ubicada en la región central de la República de Honduras, en el altiplano del mismo nombre, a 118 km. a orilla de la carretera pavimentada que desde Tegucigalpa conduce a San Pedro Sula; entre los 14° 30' y los 14° 40' Latitud Norte y entre los 87° 45' y los 87° 55' Longitud Oeste, con una altura promedio de 1,100 metros sobre el nivel del mar.



## 1.2 Sistemas de Agua Potable

### 1.2.1 Descripción de las Fuentes de Agua

Las fuentes de agua que utiliza el sistema actual de agua potable de la ciudad de Siguatepeque son superficiales y de agua subterránea:

- Cuatro fuentes superficiales que funcionan por gravedad con igual número de presas.
- Diez pozos profundos.

Además, en el casco urbano del municipio de Siguatepeque, existen ciertas zonas manejadas por Juntas Administradoras que utilizan fuentes superficiales y subterráneas para las necesidades de agua potable.

#### 1.2.1.1 Agua Superficial

Las fuentes superficiales utilizadas para el abastecimiento de agua potable son las siguientes: Quebrada Guaratoro, Quebrada Chamalucara y Río Calan con La Porra y El Tablón. Todas llegan al sistema por gravedad.

##### 1.2.1.1.1 Quebrada Guaratoro

Tiene una producción de 40,97 l/s en invierno, con turbiedad y color, en estiaje su producción se reduce. El estado de su cuenca se califica de regular, porque se encuentra poblada y existe actividad agropecuaria aguas arriba de la toma, con los consiguientes riesgos de contaminación. Las variaciones estacionales en sus rendimientos son marcadas a consecuencia de la deforestación. En la actualidad no existen planes de conservación y manejo. Cabe destacar que aguas arriba de la presa existe otra obra de toma del acueducto que capta agua para las colonias Brisas del Bosque, Víctor Chávez y Guillermo Martínez Suazo, esta presa es administrada por una Junta de Agua. La presencia de esta presa disminuye el caudal del río sobre todo en verano, época en la cual la fuente de agua, en el punto donde se ubica la presa de Aguas de Siguatepeque, disminuye la producción ocasionando problemas para satisfacer la demanda de la población que habita los barrios a los cuales les brinda servicio dicha fuente.



#### 1.2.1.1.2 Quebrada Chamalucuará

Cuenca en mal estado de conservación, con rendimientos en invierno de 12,62 l/s, reduciéndose considerablemente su producción en el período de estiaje. Salvo un programa de reforestación que desarrollo el ejército, no existen acciones de protección, conservación y manejo, situación que se agrava con el corte permanente del bosque. La cuenca está poblada y tiene actividades agropecuarias aguas arriba del sitio de la presa, con las consiguientes consecuencias de contaminación del río. Durante la época de invierno el agua es turbia. Hay que señalar que se ha construido una obra de toma aguas arriba para abastecer otras comunidades, lo que disminuye la producción de agua ocasionando problemas para satisfacer la demanda de agua de la población que habitan los barrios a los cuales le brinda agua dicha fuente.

#### 1.2.1.1.3 Río Calán

Se aprovecha mediante dos cuencas: Potrerillos y El Tablón y en cada una de ellas existe una obra de toma, consistentes en presas construidas directamente sobre el curso del río.

##### **a. Cuenca Potrerillos (corresponde a la Presa La Porra)**

Su cuenca se encuentra en regular estado, teniendo rendimientos en invierno del orden de los 129,36 l/s, pero hay mucho arrastre de sedimento. Aguas arriba de la toma existen centros poblados y actividades agropecuarias, que contaminan la fuente.

##### **b. Cuenca El Tablón**

Su cuenca se encuentra en regular estado, teniendo rendimientos en invierno del orden de los 149,30 l/s, pero hay mucho arrastre de sedimento. Aguas arriba de la toma existen centros poblados y actividades agropecuarias, que contaminan la fuente.

#### 1.2.1.2 Agua Subterránea

Son explotadas mediante diez pozos y existen tres pozos que no se utilizan: el pozo San Pablo debido al bajo caudal que produce, el pozo San Juan debido a daños en su equipo de bombeo y el pozo ESNACIFOR debido al alto grado de contaminación que presenta. El agua de los pozos no recibe desinfección directamente, sino que se hace en los centros de distribución. Si organizamos los pozos por los tanques a los que llegan tendremos:

**LÍNEA BASE, BALANCE HÍDRICO Y PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA**  
**TOMO 2 – Volumen 4 Siguatepeque**

1.2.1.2.1 Los enviados al Tanque Calanterique:

- Pozo La Fresera
- Pozo Zaragoza
- Pozo San Juan (se encuentra fuera de servicio)
- Pozo Oficinas SANAA

1.2.1.2.2 Los enviados al Tanque Santa Marta:

- Pozo Alcaravanes III
- Pozo Macaruyá

1.2.1.2.3 Los enviados al Tanque Parnaso:

- Pozo Curtiembre
- Pozo ESNACIFOR (ya no se utiliza)

d. Los pozos que bombean directamente a la red.

- Pozo San Miguel II
- Pozo San Miguel IV
- Pozo San Francisco
- Pozo San Antonio

A continuación se presentan un cuadro con la información de los pozos en referencia:

**Cuadro 1** Información General de los Pozos de Aguas de Siguatepeque

No.	Nombre	Caudal I/s	Observaciones
1	Oficinas SANAA	11,36	Se encuentra ubicado en los predios de la oficina del SANAA. Este pozo casi no se utiliza en la temporada de invierno debido a que el caudal de agua que produce el río Calan es suficiente para abastecer la demanda de los barrios a los cuales surte.
2	La Curtiembre	12,62	Ubicado en el barrio Campo Alegre, el terreno tiene un área de 244,2 m <sup>3</sup> cercado con bloque y malla ciclón, cuenta además con una caseta de 3,00 x 2,50 m hecha de ladrillo y techada con lámina de asbesto en donde se ubica el panel de control eléctrico. El consumo de energía eléctrica de esta bomba varía en todo el año consumiendo más energía en el periodo comprendido entre junio y agosto.
3	Zaragoza	12,62	Se ubica en el barrio Zaragoza, el terreno tiene un área de 216,00 m <sup>3</sup> está cercado con bloque y malla ciclón, tiene una caseta para panel de control eléctrico de 4,40 x 2,50 m,

No.	Nombre	Caudal l/s	Observaciones
			construida con bloque repellado y techo de lámina de asbesto. Esta bomba consume bastante energía en los meses de junio-julio.
4	Macaruyá	10,73	Se ubica en el barrio Macaruyá, el terreno tiene un área de 297,00 m <sup>3</sup> está cercado con bloque y malla ciclón, la caseta para panel de control eléctrico está hecha de bloque repellado y esta techada con lamina de asbesto y tiene las siguientes dimensiones 4,30 x 2,50 m.
5	San Juan	22,16	Situado en el barrio San Juan, el terreno tiene un área de 480,00 m <sup>3</sup> tiene un cerco perimetral hecho de bloque con malla ciclón, la caseta donde se ubica el panel de control eléctrico está hecha de bloque repellado y tiene las siguientes dimensiones 4,40 x 2,50 m. No se está utilizando debido a daños en la bomba.
6	Alcaravanes III	6,3	Se ubica en el barrio El Carmen, el terreno tiene un área de 221,00 m <sup>3</sup> y está cercado con bloque y malla ciclón, tiene una caseta donde se ubica el panel de control eléctrico de 4,35 x 2,50 m y está hecha de bloque repellado y techo de lámina de asbesto.
7	La Fresera	25,25	Se encuentra ubicado en el barrio San Juan frente al Estadio Municipal el terreno tiene un área de 217,50 m <sup>3</sup> y tiene un cerco perimetral de bloque y malla ciclón, la caseta donde se ubica el panel de control eléctrico tiene las siguientes dimensiones 4,40 x 2,50 m está hecha de ladrillo repellado y esta techada con lamina de asbesto.
8	Esnacifor	8,1	Está situado en el parque experimental San Juan que pertenece a la Escuela Nacional de Ciencias Forestales, el terreno de este pozo tiene un área de 217,00 m <sup>3</sup> y tiene un cerco hecho de bloque y malla ciclón, también tiene una caseta para el panel de control de energía, la cual tiene las siguientes dimensiones 4,00 x 2,50 m y está fabricada de bloque repellado y con techo de lámina de asbesto. Actualmente no se está utilizando este pozo debido a que los exámenes bacteriológicos determinaron la presencia de coliformes.
9	San Pablo	2,52	Se ubica en la Plaza San Pablo en el centro de la ciudad, el terreno que le corresponde tiene un área de 9,00 m <sup>3</sup> y no está cercado, tiene una caseta de bloque y lámina de asbesto, donde se instaló el panel de control de energía, esta caseta está muy deteriorada. Este pozo no se utiliza porque su caudal de producción es muy bajo.
10	San Miguel II	10	Se ubica en el barrio San Miguel, cuenta con un terreno de 84,00 m <sup>3</sup> y está cercado con malla ciclón este cerco se encuentra en regulares condiciones, el perímetro de dicho cerco es de 38,00 m, el panel de control de energía está instalado en una pequeña garita de madera en mal estado. Este pozo es el que más problemas causa, debido a que la tubería se llena de arena, por lo que se tiene que limpiar cada dos meses, la tubería se limpia usando un compresor que impulsa aire a través de una manguera.
11	San Miguel IV	10	Se ubica en el barrio San Miguel frente a la planta de la ENEE, el terreno tiene un área de 820,00 m <sup>3</sup> y está cercado con malla ciclón tiene un perímetro de 94,60 m, tiene una caseta donde está instalado el panel de control de energía.
12	San Antonio	3,79	Se ubica dentro del estadio San Miguel en el barrio San Antonio. La importancia de este pozo es fundamental para los pobladores del barrio San Antonio, ya que si este pozo deja de producir agua, la población de dicho barrio queda desabastecida. No está cercado.
13	San Francisco	2,52	Se ubica en el barrio San Francisco, cuenta con un terreno cuya área es de 25.00 m <sup>3</sup> , está cercado con malla ciclón y tiene un perímetro de 20.00 m, tiene una caseta donde está instalado el panel de control de energía.

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope e Investigaciones Propias

Los caudales indicados son los que los pozos pueden producir, pero algunos de ellos se están explotando a un caudal menor.

El pozo San Juan no se está explotando por daños en el equipo de bombeo; pero después del trabajo del Contratista Morales se ha visto que se puede aumentar su capacidad de producción, así que el nuevo equipo de bombeo debe responder a esta

**LÍNEA BASE, BALANCE HÍDRICO Y PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA**  
**TOMO 2 – Volumen 4 Siguatepeque**

mayor capacidad de producción, para lo cual también habrá que cambiar la capacidad del banco de transformadores.

## 1.2.2 Descripción de las Unidades del Sistema

### 1.2.2.1 Captación (Obra de Toma)

El actual sistema de agua consta de cuatro obras de toma, mencionadas a continuación:

#### 1.2.2.1.1 Obra de Toma Guaratoro

La obra de toma de Guaratoro está conformada por una presa, una caja de captación y una presa de sedimentación; esta última con el propósito de disminuir la cantidad de sólidos que arrastra durante el invierno, fue construida en el primer trimestre del 2011 como parte de un programa de mejoras para Aguas de Siguatepeque apoyado por PROMOSAS. Contaba con un desarenador, el cual fue demolido ya que se encontraba en mal estado. La presa presenta filtraciones, lo que afecta en verano la cantidad de agua captada. No existe ningún cerco de protección, se tiene libre acceso. Sus coordenadas geográficas en UTM son las siguientes: X = 413.469 m; Y = 1.614.605 m; Z = 1.214 m

**Fotografía 1** Presa de Captación, Guaratoro



#### 1.2.2.1.2 Obra de Toma Chamalucuará

La obra de toma de Chamalucuará posee dos presas de sedimentación, con el propósito de disminuir la cantidad de sólidos que arrastra durante el invierno, dichas obras fueron construidas en el primer trimestre del 2011 como parte de un programa de mejoras para Aguas de Siguatepeque apoyado por PROMOSAS. La captación se hace a través de un

**LÍNEA BASE, BALANCE HÍDRICO Y PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA**  
**TOMO 2 – Volumen 4 Siguatepeque**

tubo de PVC de 150 mm (6") de diámetro, perforado y sumergido a la mitad de la altura de la presa; este tubo se conecta con una caja de concreto de 1,00 x 2,00 m con una profundidad de 1,00 m, dicha caja tiene una tapadera de concreto. Esta presa presenta filtraciones, lo que afecta en verano la cantidad de agua captada. En época de invierno esta presa rebosa. No existe ningún cerco de protección, se tiene libre acceso. Sus coordenadas geográficas en UTM son las siguientes: X = 412.129 m; Y = 1.617.033 m; Z = 1,210 m

**Fotografía 2** Presa de Captación, Chamalucuará



#### 1.2.2.1.3 Obra de Toma La Porra

La obra de toma La Porra cuenta con una presa de captación, un desarenador y dos presas de sedimentación, construidas para disminuir la cantidad de sólidos que la fuente arrastra durante la época de invierno. El desarenador y las presas de sedimentación fueron construidas en el primer trimestre del 2011 como parte de un programa de mejoras para Aguas de Siguatepeque apoyado por PROMOSAS. La presa de captación posee filtraciones, lo que afecta en verano la cantidad de agua captada. De la presa de captación sale una tubería adicional de 75 mm (3") de diámetro, con la que se abastecen las instalaciones de PRONORSA, propietaria del sitio de la obra de toma y de los terrenos aledaños. Sus coordenadas geográficas en UTM son las siguientes: X = 405.528 m; Y = 1.606.175 m; Z = 1.467 m

**Fotografía 3** Presa de Captación, La Porra



**Fotografía 4** Desarenador, La Porra



#### 1.2.2.1.4 Obra de Toma El Tablón

La obra de toma El Tablón está conformada por una presa de captación y una presa de sedimentación, esta última fue construida en el primer trimestre del 2011 como parte de un programa de mejoras para Aguas de Siguatepeque apoyado por PROMOSAS. En la actualidad esta obra de toma no posee un desarenador y tiene grandes problemas de arrastres de sólidos. Debido a que la captación del agua se realiza en la parte inferior de la presa, el arrastre de sólidos azolva la tubería, siendo este uno de los principales problemas que hace que se reduzca la capacidad de captación de la fuente, así también como las filtraciones que presenta la presa. En los meses de verano, cuando el caudal del río disminuye, se llega al extremo de tener que cerrar la válvula de salida y esperar que la presa se llene para enviarla con presión hacia el tanque de distribución Calan. Sus coordenadas geográficas en UTM son las siguientes: X = 406.497 m; Y = 1.604.919 m; Z = 1,469 m

**Fotografía 5** Presa de Captación, El Tablón



**Fotografía 6** Presa de Sedimentación, El Tablón



### 1.2.2.2 Estaciones de Bombeo

Como ya se mencionó, las aguas subterráneas son explotadas por medio de 10 pozos en funcionamiento. En el siguiente cuadro se presenta la información sobre los pozos:

**Tabla 1** Características de los Pozos de Aguas de Siguatepeque

No.	Nombre	Profundidad (m)	Diámetro (mm)	Caudal (l/s)	Nivel (m)	Horas de Bombeo por día	Energía Kwh/mes	Potencia (Hp)	Colocación Bomba (m)
1	Oficinas SANAA	130,45	250	11,36	5	6-24	9,942	40	60.96
2	La Curtiembre	156,05	250	12,62	2	36 horas, descansa 24 horas	6,931	30	70
3	Zaragoza	138,68	200 y 250	12,62	n.d.	10-12 horas	7,392	40	103
4	Macaruyá	134,25	200 y 250	10,73	35	24 horas	10,910	25	105.15
5	San Juan	122	250	22,16	11	No está funcionando			
6	Alcaravanes III	140	300	6,3	9	24 horas	16,023	30	76
7	La Fresera	151,18	200 y 250	25,25	8	24 horas	10,196	40	100.6
8	Esnacifor	135,9	200			Ya no se utiliza			
9	San Pablo	91,44	200			Ya no se utiliza			
10	San Miguel II	70,4	150	10	12	24 horas	5,347	25	48.8
11	San Miguel IV	125.7	200	10	12	8-10 horas , descansa 24 horas	10,135	25	106.7
12	San Antonio	107	200	3,79	n.d.	24 horas	12,837	20	91
13	San Francisco	61	150	2,52	n.d.	24 horas	n.d.	7.5	48

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope, Geólogos del Mundo, Morales y Asociados e Investigaciones Propias

El agua extraída de los pozos es transportada por 12 líneas de bombeo y en este informe se han agrupado en dos sistemas, relacionados a las plantas de tratamiento y que corresponden al Sistema Rosenthal Oliva y Guaratoro. La tabla mostrada a continuación describe cada uno de los sistemas.

**Tabla 2** Estaciones de Bombeo de Aguas de Siguatepeque

Parte de:	Llega a:	Caudales teóricos (l/s)	Diámetro mm	Longitud (m)
<b>Sistema Rosenthal Oliva</b>				
<b>Pozo Zaragoza</b>	Línea Distribución I PT Rosenthal Oliva	12,62	200	n.d.
<b>Pozo Oficina SANAA</b>	Unión Pozos: Oficinas SANAA y San Juan	11,36	200	790

**LÍNEA BASE, BALANCE HÍDRICO Y PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA  
TOMO 2 – Volumen 4 Siguatepeque**

Parte de:	Llega a:	Caudales teóricos (l/s)	Diámetro mm	Longitud (m)
<b>Pozo San Juan (actualmente no funciona)</b>	Unión Pozos: Oficinas SANAA y San Juan	22,16	150	n.d
<b>Unión Pozos: Oficinas SANAA y San Juan (actualmente no funciona)</b>	Línea Distribución I PT Rosenthal Oliva	33,52	250	600
<b>Pozo La Fresera</b>	Línea Distribución I PT Rosenthal Oliva	25,25	300	203
<b>Tanque Calanterique</b>	Tanque Altos de Calanterique	n.d.	50	200
<b>Pozo Alcaravanes III</b>	Línea Distribución II PT Rosenthal Oliva	6,3	150	148
<b>Tanque Santa Marta</b>	Tanque Altos de Santa Marta	n.d.	n.d.	n.d.
<b>Pozo Macaruyá</b>	Línea Distribución II PT Rosenthal Oliva	10,73	150	168
<b>Sistema Guaratoro</b>				
<b>Pozo Esnacifor (ya no se utiliza)</b>	Unión Pozos: Esnacifor y La Curtiembre	0,0	150	1,794
<b>Pozo La Curtiembre</b>	Unión Pozos: Esnacifor y La Curtiembre	12,62	150	509
<b>Unión Pozos: Esnacifor y La Curtiembre</b>	Tanque El Parnaso	12,62	150	531

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope, Morales y Asociados e investigaciones propias.

Se estima que las trece estaciones de bombeo con las que cuenta el acueducto poseen aproximadamente 4.943 metros lineales de tubería de bombeo.

### 1.2.2.3 Líneas de Conducción de Agua Cruda

Como se mencionó anteriormente son tres (3) líneas o sistemas de conducción que corresponden a Guaratoro, Chamalucuará y Río Calan (compuesto por La Porra y El Tablón). A continuación se presentan dos tablas que describen sus características.

**Tabla 3** Información General de las Líneas de Conducción de Aguas de Siguatepeque

Parte de:	Llega a:	Caudal (l/s)	Diámetro (mm)	Longitud (m)
<b>Sistema Río Calan</b>				
<b>Presa La Porra</b>	Unión línea La Porra	n.d.	200 y 150	2.982
<b>Presa El Tablón</b>	Unión línea El Tablón	n.d.	300 y 250	3.282
<b>Unión La Porra-El Tablón</b>	Planta de Tratamiento Rosenthal Oliva	100	300	n.d.
<b>Sistema Guaratoro</b>				
<b>Presa Guaratoro</b>	Planta de Tratamiento Guaratoro	25	200 y 150	2,064
<b>Sistema Chamalucuará</b>				
<b>Presa Chamalucuará</b>	Tanque Las Colinas	12.20	150	1,992

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope.



**Tabla 4** Características de las Líneas de Conducción de Aguas de Siguatepeque

Línea de Conducción	Diámetro (mm)	Material	Longitud (m)	Fecha de Construcción
Chamalucuará	150 (6")	PVC RD-26	690,00	1946
	150 (6")	HG SCH-40	1.302,00	
<b>Total</b>			<b>1.992,00</b>	
Guaratoro	200 (8")	PVC RD-26	1.062,00	1946
	150 (6")	PVC RD-26	1.002,00	
<b>Total</b>			<b>2.064,00</b>	
Calan (El Tablón)	300 (12")	HFD	300,00	2001-2003
	250 (10")	HFD	96,00	
	300 (12")	PVC RD-26	1.884,00	
	250 (10")	PVC RD-26	1.002,00	
<b>Total</b>			<b>3.282,00</b>	
Calan (La Porra)	200 (8")	HFD	264,00	2001-2003
	150 (6")	HFD	192,00	
	200 (8")	PVC RD-26	1.464,00	
	150 (6")	PVC RD-26	1.062,00	
<b>Total</b>			<b>2.982,00</b>	
<b>GRAN TOTAL</b>			<b>10.320,00</b>	

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope.

A continuación se describen algunos aspectos relevantes relacionados con las tres líneas de conducción del sistema de Aguas de Siguatepeque:

#### 1.2.2.3.1 Sistema de Conducción Guaratoro

La tubería de la línea de conducción está enterrada a una profundidad promedio de 1,50 m, se encuentra en condiciones regulares y cuenta con dos (2) válvulas de limpieza, tres (3) de retención y tres (3) válvulas de aire. Esta línea de conducción recorre y cruza la trayectoria del río y en diversos tramos queda expuesta a la corriente del mismo, porque el recubrimiento de concreto se ha dañado.

#### 1.2.2.3.2 Sistema de Conducción Río Calan

El material de la tubería varía en todo el recorrido de la línea, en los sitios donde la tubería queda expuesta se utiliza tubo HFD, y donde está protegida o enterrada se utilizó tubo PVC de alta resistencia. En la mayoría de su recorrido sigue la trayectoria natural del río, existiendo anclajes de concreto para soportar la tubería y protegerla contra las crecidas. En los meses de invierno es necesario inspeccionar frecuentemente la línea de conducción, debido a que las crecientes del río producto de las fuertes lluvias arrastra la

tubería, además se producen derrumbes que arrastran los anclajes de concreto. La tubería de este sistema está en buen estado ya que es relativamente nueva fue instalada en el año 2001.

#### 1.2.2.3.3 Sistema de Conducción Chamalucuará

La trayectoria de este sistema sigue y cruza el curso del río, y tiene una profundidad de instalación de 1,50 m, aunque existen diversos tramos en que la tubería se encuentra visible porque el recubrimiento se encuentra en mal estado. Cuenta con cuatro válvulas de tipo compuerta de 150 mm (6”) de diámetro y dos (2) válvulas de aire.

#### 1.2.2.4 Planta de Tratamiento de Agua Potable

El sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Siguatepeque cuenta con dos plantas de tratamiento para las fuentes superficiales: la planta convencional mecanizada, “Jaime Rosenthal Oliva” con una capacidad de potabilización de 100 l/s, y la planta potabilizadora compacta modular, “Guaratoro”, con una capacidad de potabilización de 25 l/s.

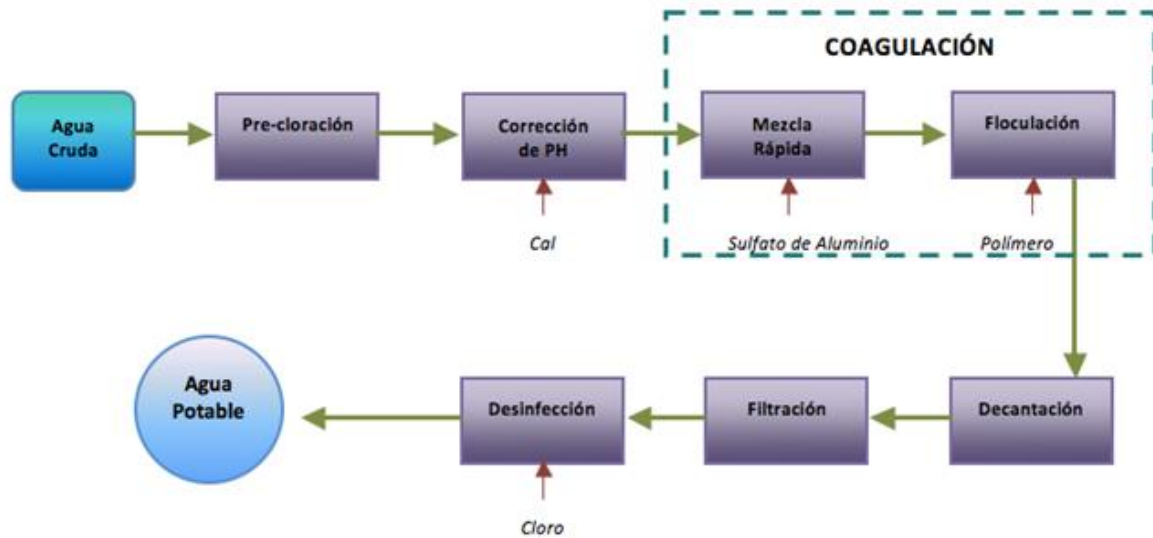
Actualmente las plantas no están funcionando. La planta Jaime Rosenthal Oliva no puede operar en forma automática, solo manual. En la siguiente tabla se resume las características principales de cada una de las plantas potabilizadoras, las fuentes que las abastecen y sus áreas de servicio.

Tabla 5 Datos PTAP's

Nombre de Planta Potabilizadora	Elevación (msnm)	Coordenadas		Tipo	Capacidad de Potabilización (l/s)	Fuente	Área de Servicio
		x	y				
<b>Rosenthal Oliva</b>	1,206	411,826	1,613,975	Convencional	100	Obras de Toma: La Porra y El Tablón	Tanque Rosenthal Oliva
<b>Guaratoro</b>	1,145	406,938	1,610,513	Modular	25	Obra de Toma Guaratoro	Tanque Guaratoro

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope.

El proceso de potabilización que se lleva a cabo en ambas plantas cumple con la siguiente secuencia:

**Grafico 1** Proceso de Potabilización del Agua en las Plantas de Tratamiento

Fuente: Elaboración Propia

#### 1.2.2.4.1 Planta Convencional Mecanizada “Jaime Rosenthal Oliva”

La obra civil de esta planta, su montaje y puesta marcha estuvo finalizada en diciembre del año 2007, es una planta de proceso convencional y cuenta con cuatro operaciones unitarias que son:

1. Coagulación (mezcla rápida y floculación mecánica)
2. Decantación
3. Filtración
4. Desinfección

La línea de tratamiento mecanizada y sus componentes principales son las siguientes:

- Medición y regulación de caudal de entrada de agua cruda.
- Precloración con cloro gas.
- Mezcla rápida en línea.
- Cámaras de floculación con tres (3) agitadores lentos de velocidad variable.
- Decantador lamelar en tanque de concreto.
- Purga de sólidos decantados mediante temporizador y envío por bombeo al espesador de fangos.

- Almacenamiento en tolva y dosificación granular de coagulante (sulfato de aluminio) y neutralizante (cal química), con preparación de la disolución acuosa automática en depósito de 2,000 litros para la dosificación.
- Sistema de dosificación de cloro gas con reguladores de vacío.
- Filtración de agua decantada, mediante filtros de arena abiertos.
- Sistema de lavado de filtros, con inducción previa de flujo de aire generado por un grupo soplante y agua de lavado posterior.
- Almacenamiento de agua filtros hacia cisterna y posteriormente al tanque de almacenamiento de agua tratada.
- Automatismo y control mediante los siguientes equipos:
  - Caudal mediante medidores electromagnéticos instalados en la línea de tubería.
  - Medición del potencial hidrógeno.
  - Analizador continuo para medición de cloro residual en post-cloración.
  - Cuadro general de protección y control con sinóptico, autómatas programables, monitorización en planta mediante SCADA cargado en computadora y una impresora.
- Equipos de presión de agua para servicios.
- Compresor neumático.
- Sistema de deshidratación de fangos (espesador dinámico, floculador, filtro banda, bombas helicoidales, bombas de lavado de telas del filtro prensa, bombas dosificadoras de polímero).

En el momento de la visita la planta de tratamiento no estaba operando. No se puede operar en modo automático, ni manual. Tiene diversos componentes dañados. A continuación se describen los problemas que impiden su funcionamiento:

- a. Se encuentra dañada la válvula general de entrada de agua cruda (BMD-1).
- b. No se puede aplicar el proceso de pre-cloración, debido a que una fuga de cloro no controlado dañó los reguladores de vacío y en general el sistema de dosificación.
- c. No se puede realizar la aplicación de cal química hidratada para corrección del pH debido a que están dañados los siguientes componentes:
  - Equipo dosificador de tolva mediante tornillo sin fin.

- Depósito de solución de cal fue retirado para utilizarlo para el sulfato de aluminio.
- Las dos (2) bombas dosificadoras (BD1 y BD2) están dañadas y no tienen existencia repuestos para su reparación.
- Está obstruida toda la tubería desde la salida de las bombas hasta el punto de inyección, en la tubería de entrada de agua cruda.

Fotografía 7 Válvula BMD-1



Fotografía 8 Bomba Obstruida



- d. No se puede realizar la aplicación del sulfato de aluminio debido a que están dañados los siguientes componentes:
- Equipo dosificador de tolva mediante tornillo sin fin.
  - Depósito de solución de sulfato presenta fuga.
  - Las dos (2) bombas dosificadoras (BD3 y BD4) están dañadas.

**Fotografía 9** Tornillo sin fin



**Fotografía 10** Bomba Obstruida



- e. El sistema de dosificación de floculante (polímero) DOSAPRO MILTON ROY, tiene dañado los siguientes componentes:
- Tornillo sin fin.
  - Las dos (2) bombas dosificadoras (BD5 y BD6) están dañadas.

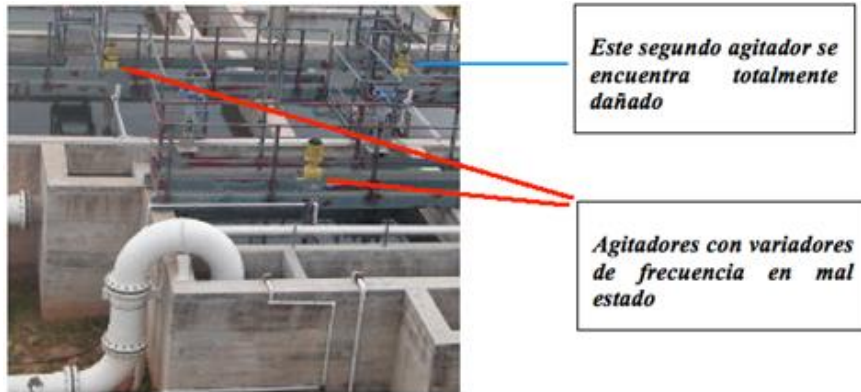
**Fotografía 11** Bombas Dosificadoras en Mal Estado



**LÍNEA BASE, BALANCE HÍDRICO Y PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA  
TOMO 2 – Volumen 4 Siguatpeque**

- f. No se puede obtener una buena floculación con gradientes de velocidades decrecientes.
- Está dañado el agitador de la segunda cámara y sobre todo debido a que los tres (3) variadores de frecuencia se encuentran en mal estado.

**Fotografía 12** Cámaras de Floculación Obstruidas



- Las cámaras de floculación están llenas de sedimentos, es necesario vaciarlos.

**Fotografía 13** Cámaras de Floculación Obstruidas



- g. Fallas en el proceso de decantación; es necesario evacuar todo el sedimento que se encuentra bajo la zona lamelar y que no ha sido extraído debido a:
  - Válvulas neumáticas en mal estado y no realizan la purga periódica según la programación y la calidad del agua cruda.
  - Bombas sumergibles requieren revisión eléctrica y además facilitar una bomba achicadora para extraer toda el agua.

**Fotografía 14** Válvula Neumática



h. Fallas en la filtración:

- Se requiere revisión de las boquillas colectoras filtrantes, ya que arena evidencia cursos preferentes y puede deberse a rotura de las mismas; así como ajustar el nivel del lecho filtrante (1 metro).

**Fotografía 15** Boquillas Colectoras Filtrantes



- Las compuertas no cierran bien y los niveles ultrasónicos no funcionan en modo automático.

**Fotografía 16** Compuertas





- El soplante requiere revisión, ya que presentaba salto térmico al realizar dos lavados consecutivos.

**Fotografía 17** Soplante



- El compresor de aire presenta fugas de aceite, le faltan empaques y cambio de banda y no activa las válvulas neumáticas para lavado de filtros.

**Fotografía 18** Compresor de Aire



- Hay una válvula automática proporcional de salida del filtro No. 1 que presenta fugas.

Fotografía 19 Válvula Automática



- i. Sistema de cloración:
- Se encuentra totalmente dañada la torre de absorción de cloro, y por eso no pudo reaccionar ante la fuga que se presentó.

Fotografía 20 Torre de Absorción de Cloro



Para controlar esta fuga de cloro se requirió la presencia del Cuerpo de Bomberos para atender la emergencia. Esta fuga provocó la corrosión de ciertos equipos y daño la computadora donde se encuentra el Sistema SCADA, por lo que la Planta está inoperable en opción automática.

#### 1.2.2.4.2 Planta Potabilizadora Modular “Guaratoro”

La Planta Potabilizadora Modular de Guaratoro consiste de un módulo con capacidad de 25 l/s. Comprende los procesos de coagulación mediante una mezcla rápida mecánica y

floculación mecánica de una sola cámara; sedimentación en un decantador laminar; filtración en un módulo de tres filtros rápidos verticales a presión.

La línea de tratamiento mecanizada y sus componentes principales por módulo de 25 l/s son los siguientes:

- Sistema de regulación de entrada por flotador y válvula automática de mariposa.
- Mezcla rápida tipo mecánico con agitador.
- Floculación mecánica de una sola cámara.
- Canal de reparto de agua floculada.
- Decantador laminar con paquetes de lamelas.
- Canales de recolección de agua decantada.
- Depósito de almacenamiento y acumulación de agua decantada con sondas de nivel.
- Tolvas para el almacenamiento de lodos, para su extracción se utilizan válvulas neumática y de tipo mariposa.
- Purga general de línea.
- Bomba de recirculación de lodos.
- Bomba de alimentación a filtros y de lavado.
- Conjunto de tuberías de llenado e impulsión.
- Cuadro eléctrico tipo “A” de control con periferia de conexión a pupitre de control y conjunto de electroválvulas con regulador.
- Tres (3) filtros rápidos verticales a presión de arena, equipados con visor, falso fondo para alojamiento de boquillas.
- Cada filtro tiene seis (6) válvulas neumáticas.
- Un (1) conjunto de tuberías con válvulas de mariposa con actuadores de simple y doble efecto.
- Un (1) medidor de caudal electromagnético.
- Un (1) cuadro eléctrico con periferia de comunicación con el cuadro principal.
- Depósitos de soluciones químicas cada una con su agitador.
- Tres (3) bombas dosificadoras.
- Dos (2) soplantes de canal lateral de 3 KW.
- Grupo de presión con dos bombas CR-8.

- La sala de cloración en base a cilindros de 62.5 Kg

En el momento de la visita a la Planta Potabilizadora Modular “Guaratoro”, esta no estaba operando para ahorrar energía eléctrica. A pesar de estar apagada se pudo evaluar que ciertos componentes presentaban daños. Dicha planta puede operar en modo automático y manual. La turbiedad y el color del agua cruda se encontraban fuera de norma (7 NTU y 20 UC respectivamente). A continuación se describen los problemas que impiden su funcionamiento:

a. En el área de dosificación:

- Los depósitos de preparación de soluciones tienen filtraciones.

**Fotografía 21** Filtraciones



- Está dañado el reductor del agitador de polímero.

**Fotografía 22** Reductor del Agitador de Polímero Dañado



b. Área de decantación:

- Se necesita aumentar el diámetro de la tubería de evacuación de lodos de la tolva.

Fotografía 23 Tolva de Reacción de Lodo



- Es necesario realizar unos cortes en acero inoxidable en la parte superior del decantador y cambiar las válvulas neumáticas para evacuar lodos, ya que las 3 están dañadas y no extraen el lodo.

Fotografía 24 Válvulas Neumáticas



c. En el área de cloración:

- Están dañados los reguladores de vacío.

**Fotografía 25** Regulador de Vacío Dañado

#### 1.2.2.4.3 Subsistema “Chamalucuará”

El agua proveniente de la obra de toma Chamalucuará, la cual entra al tanque Las Colinas y distribuye agua al Sector #4 de la Red de Agua Potable (Barrio Las Colinas, Fátima, las Flores y Forestales) solamente es tratada por medio de desinfección con cloro.

#### 1.2.2.5 Tanques de Almacenamiento

El sistema de abastecimiento de agua de la ciudad de Siguatepeque cuenta con ocho tanques de almacenamiento de agua, con una capacidad total de 2,500 m<sup>3</sup> (660,000 galones).

En general las condiciones de los tanques son buenas, requieren un mínimo de mantenimiento y protección. En la siguiente tabla se resume las características principales de cada uno de los tanques, las fuentes que los abastecen y sus áreas de servicio.

**Tabla 6** Características de los Tanques de Almacenamiento de Aguas de Siguatepeque

Nombre del Tanque	Elevación (msnm)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Fuente	Área de Servicio
Rosenthal Oliva	1,203	757	Planta de Tratamiento Rosenthal Oliva	Tanques Santa Marta, Calanterique, el Parnaso, parte del Barrio San Juan y Barrio Abajo
Calanterique	1,121	568	Tanques Rosenthal Oliva; Pozos La Fresera, San Juan, Zaragoza y el SANAA	Rebombeo al Tanque Altos de Calanterique y Sector #1 de la Red de Distribución (Barrios: San Luis de Agua Caliente, Calanterique, Suyapita, El Carmen, San Juan, Arriba, Brisas de Río y El Centro; Colonias: La Primavera, Los Ángeles y los Laureles)
Altos de Calanterique	1,152	37,8	Tanque Calanterique	Parte alta del Barrio Calanterique parte alta Barrio

**LÍNEA BASE, BALANCE HÍDRICO Y PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA  
TOMO 2 – Volumen 4 Siguatepeque**

Nombre del Tanque	Elevación (msnm)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Fuente	Área de Servicio
				Suyapita
Santa Marta	1,131	379	Tanque Rosenthal Oliva; Pozos: Alcaravanes III y Macaruya	Rebombeo al Tanque Altos de Santa Marta y Sector #2 de la Red de Distribución (Barrios: Santa Marta, Macaruya, Buenos Aires No.2, Calan y Zaragoza; Calle 21 de Agosto a la 24 Avenida)
Altos de Santa Marta	1,170	38	Tanque Santa Marta	Parte alta del Barrio Santa Marta
Guaratoro	1,142	246	Planta de Tratamiento Guaratoro	Tanque El Parnaso y Sector #3 de la Red de Distribución (Barrios: San Antonio, El Higo, El Centro y Buena Esperanza)
El Parnaso	1,128	379	Tanque Rosenthal Oliva, Tanque Guaratoro; Pozo La Curtiembre	Sector #3 de la Red de Distribución (Barrios: El Parnaso, El Centro, Cabañas, Las Mercedes y Campo Alegre; Colonia: Orellana)
Las Colinas	1,167	95	Presa Chamalucuará	Barrio Las Colinas, Fátima y Col. Forestales

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope

### 1.2.2.6 Redes de Distribución y Sectores

El acueducto de la ciudad de Siguatepeque cuenta con una red de agua potable con tubería de diversos tipos de materiales que varían desde PVC hasta HG y diámetros que varían desde 300 mm (12") hasta 50 mm (2").

A continuación en la tabla siguiente se detallan las longitudes, tipos y diámetros de tubería de las redes de distribución del sistema de agua potable.

**Tabla 7** Información General de las Redes de Distribución de Aguas de Siguatepeque

No.	Tipo de Tubería	Cantidad	Cantidad de Lances de 6,10 m c/u
<b>Red Primaria y Secundaria</b>			
1	Tubería PVC RD-26, 50 mm (2") Φ	54,060.00	8,862
2	Tubería PVC RD-26, 75 mm (3") Φ	37,033.00	6,071
3	Tubería PVC RD-26, 100 mm (4") Φ	24,474.00	4,012
4	Tubería PVC RD-26, 150 mm (6") Φ	20,181.00	3,308
5	Tubería PVC RD-26, 200 mm (8") Φ	5,504.00	902
6	Tubería HG SCH-40, 50 mm (2") Φ	116.00	19
7	Tubería HG SCH-40, 75 mm (3") Φ	26.00	4
8	Tubería HG SCH-40, 100 mm (4") Φ	240.00	40
9	Tubería HG SCH-40, 150 mm (6") Φ	30.00	5
10	Tubería HFD, 250 mm (10") Φ	400.00	66
11	Tubería HFD, 300 mm (12") Φ	460.00	76
	Sub-Total	142,524.00	
<b>Red Terciaria</b>			
12	Tubería PVC RD-13.5, ½" Φ	50,190.60	8,228
<b>Sub- Total</b>		50,190.60	8,228
<b>Total</b>		192,714.60	31,593.00

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope

Para fines de distribución, la red está dividida en cuatro sectores, que facilita el servicio racionado que actualmente se presta. Estos sectores están a cargo de personal responsable de la operación y manejo del agua, que toman las decisiones de acuerdo a los horarios de servicio preestablecidos y a la experiencia de cada uno de ellos, no existen procedimientos escritos de la operación de las mismas.

A continuación en la tabla siguiente se describen los sectores en los que está dividida la red de distribución con sus respectivos centros de distribución, áreas de influencia y persona encargada.

**Tabla 8** Sectores de red de distribución

Sector	Zona	Centros de Distribución	Barrios/Colonias	Personas Encargada
Sector #1		Tanques: Calanterique y Altos de Calanterique; Pozos: San Juan, y Zaragoza	Barrios: Suyapita , San Luis de Aguas Calientes, Calanterique, El Carmen, Zaragoza, San Juan, Arriba, El Centro y parte de San Antonio y San Miguel; Colonias: La Primavera, Los Ángeles y Los Laureles	David Carranza
Sector #2		Tanques: Santa Marta y Altos de Santa Marta; Pozos: Maracuyá	Barrios: Santa Marta, Maracuyá, Buenos Aires No. 2, Calan y Zaragoza; Calle 21 de Agosto	Carlos Hernández
Sector #3		Tanques: Guaratoro y El Parnaso; Pozos: La Curtiembre y ESNACIFOR	Barrios: El Higo, El Centro, El Parnaso, La Buena Esperanza, Cabañas, Las Mercedes, Campo Alegre y parte de San Antonio; Colonia: Orellana	Adán Vargas
Sector #4	A	Tanques Colinas	Barrios: Las Colinas, Fátima, Las Flores y Forestales	Baudilio Ríos
	B	Pozo San Miguel II	Parte baja del Barrio San Francisco y parte de San Miguel	
	C	Pozo San Miguel IV	Barrios: parte del Barrio San Miguel	
	D	Pozo San Antonio	Parte del Barrio San Antonio	
	E	Pozo San Francisco	Parte alta y media del Barrio San Francisco	

Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope

La red de distribución del casco urbano de la ciudad de Siguatepeque no cuenta con micro medidores, solo cuenta con válvulas de control, las cuales se encuentran en buenas condiciones y se están usando para distribuir de agua a los cuatro sectores en los que han dividido la ciudad.

Aun cuando en planos se muestra una cantidad suficiente de válvulas de control, muchas de ellas nunca se han usado, ya sea porque están enterradas o porque no se ha identificado el área que controla.



Como parte del trabajo del Consorcio y previo al catastro de redes, se hará un levantamiento de información para actualizar los planos de la red de distribución en cuanto a diámetros y existencia de tuberías, así como diámetros y existencia de válvulas. Para este trabajo se coordinará con los empleados del Prestador, a nivel de fontaneros y operadores de válvulas, por el conocimiento que tienen sobre el sistema.

### **1.3 Sistema de Saneamiento**

#### **1.3.1 Descripción General**

En la ciudad de Siguatepeque se han identificado tres sistemas de alcantarillado sanitario:

1. El sistema de alcantarillado sanitario municipal, el cual fue construido en el año de 1953 con 310 conexiones domiciliarias, y cubre solo la parte central de la ciudad y parte del barrio El Parnaso. Su sitio de descarga se ubica en el río Guique, lo que ocasiona gran contaminación a esta corriente de agua.
2. El sistema de alcantarillado sanitario los “Tres Barrios”, el cual fue construido en el año de 1990 a un costo aproximado de 1.2 millones de lempiras financiados por el AID (Agencia para el Desarrollo Internacional), cuenta con 800 abonados los que pertenecen a los barrios: El Carmen, San Juan y la Colonia Los Ángeles. El sitio de descarga es conectado al colector principal del proyecto municipal.
3. El proyecto de alcantarillado del “Barrio El Parnaso” y parte de Las Mercedes fue construido con fondos donados por el Gobierno de Canada. Drena al colector Guaratoro.
4. Los proyectos Barrios San Miguel, San Antonio, Altos de Fátima, también fueron construidos con fondos donados por el Gobierno de Canada. Drena al colector Guique.

La municipalidad de Siguatepeque realizó gestiones ante el AID para financiar con contraparte Municipal la construcción del alcantarillado sanitario y lagunas de oxidación para los Barrios Buenos Aires, Cabañas, Las Mercedes, Los Planes y parte del Parnaso, así como las Colonias Guillermo Martínez Suazo, Orellana y Víctor Chavez.

Se hacen gestiones para la construcción de la Red Colectora, Colector y Sistema de tratamiento de aguas residuales para los Barrios Santa Marta, Altos de Santa Marta,

Macaruya, Zaragoza, Buenos Aires, Buena Vista, Paso Hondo, parte de San Juan, Cruz Grande y Puram.

Todos los barrios y colonias que poseen redes de alcantarillado sanitario están descargando las aguas servidas directamente sobre los ríos Celan, Guaratoro y Chalantuma, por lo que es de carácter urgente la construcción de una planta de tratamiento, para evitar la contaminación de las fuentes, de las cuales se sirve algunos sectores de la población.

#### **1.3.1.1 Funcionamiento del Sistema**

El sistema de alcantarillado sanitario municipal está formado por redes colectoras y pozos de ladrillo rafón que reciben la descarga de las aguas residuales provenientes de aproximadamente dieciocho (18) barrios y colonias de la ciudad, mismas que son transportadas por medio de los colectores principales que en la mayoría de su trayectoria siguen el curso de los ríos, hasta llegar al sitio de descarga conocido como Los Encuentros sobre el río Selguapa.

#### **1.3.1.2 Producción de Aguas Residuales**

El sistema de alcantarillado sanitario se ve afectado por intrusión de las aguas lluvias que se introducen por las tapaderas de los pozos y por las descargas ilegales de las conexiones de aguas lluvias provenientes de las viviendas, que junto con el arrastre de sólidos que se sedimentan provocan una sobrecarga al mismo.

#### **1.3.1.3 Cobertura**

Según datos proporcionados por Aguas de Siguatepeque, la cobertura del sistema de alcantarillado sanitario abarca alrededor de 18 barrios y colonias, brindando servicio a 6.000 viviendas, lo que representa aproximadamente el 59% de la población.

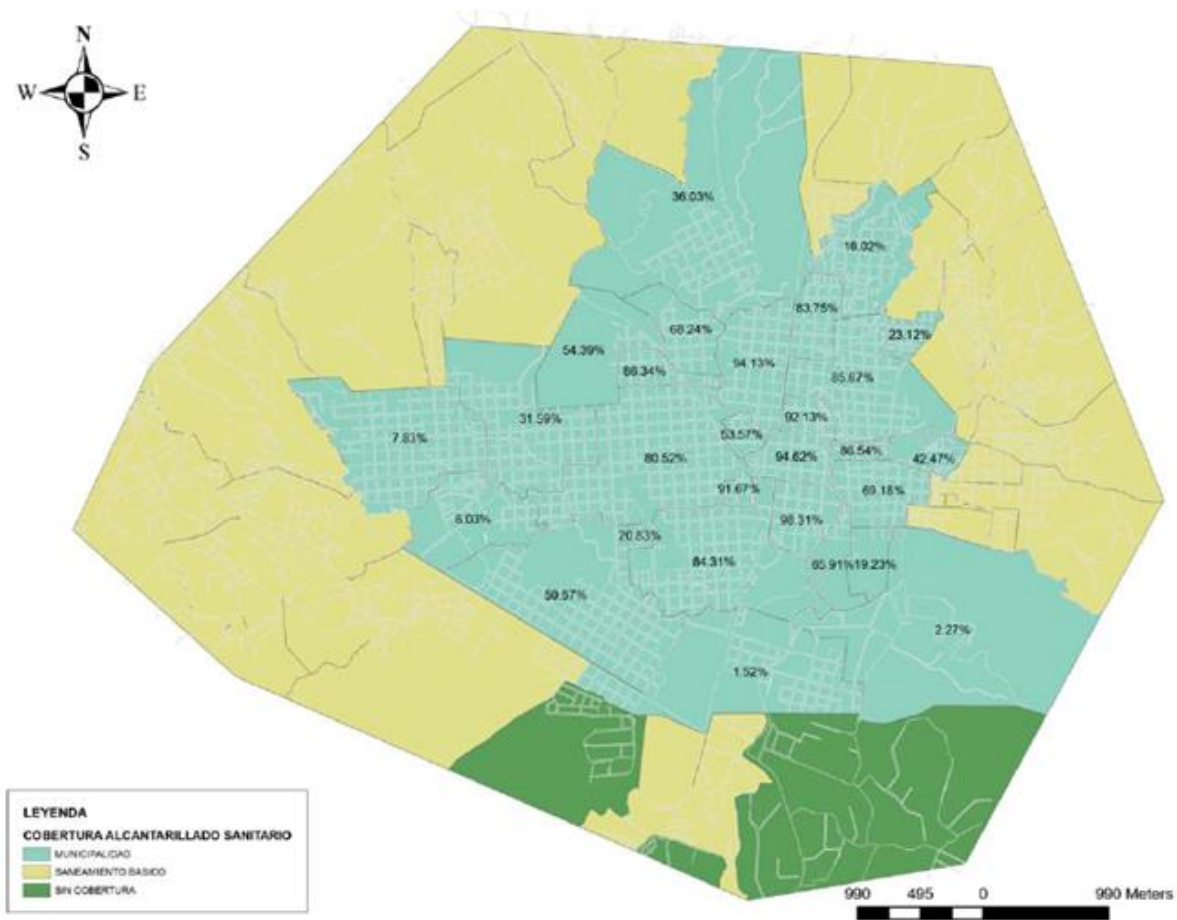
#### **1.3.1.4 Colectores Principales**

El sistema de alcantarillado sanitario de la ciudad de Siguatepeque cuenta con cinco colectores, los cuales descargan en los cauces de los ríos Celan, Guique, Guaratoro y Chamalucuará, provocando la contaminación a las fuentes exponiendo a la población que se sirve de ella a contraer enfermedades.

1.3.1.4.1 Colector Sector Oeste

Está construido paralelamente al cauce del río Celan, parte a la altura de la 12 Calle y colecta las aguas residuales provenientes de los Barrios Zaragoza, San Juan y colonia Los Laureles, hasta a su desembocadura en el río Celan.

Grafico 2 Esquema de la Cobertura del Sistema de Alcantarillado Sanitario



Fuente: Fichtner

1.3.1.4.2 Colector Sector Nor-Oeste

Comienza recolectando las aguas servidas de la parte baja del barrio San Francisco, siguiendo la ruta del río Guique, en su trayectoria le son vertidas las aguas provenientes de los barrios: San Luis de Agua Caliente, San Miguel, Suyapita, El Carmen, La

Primavera y la colonia Los Ángeles, antes de llegar a su desembocadura en el río Celan se le une el colector del sector este.

#### 1.3.1.4.3 Colector Sector Sur-Este

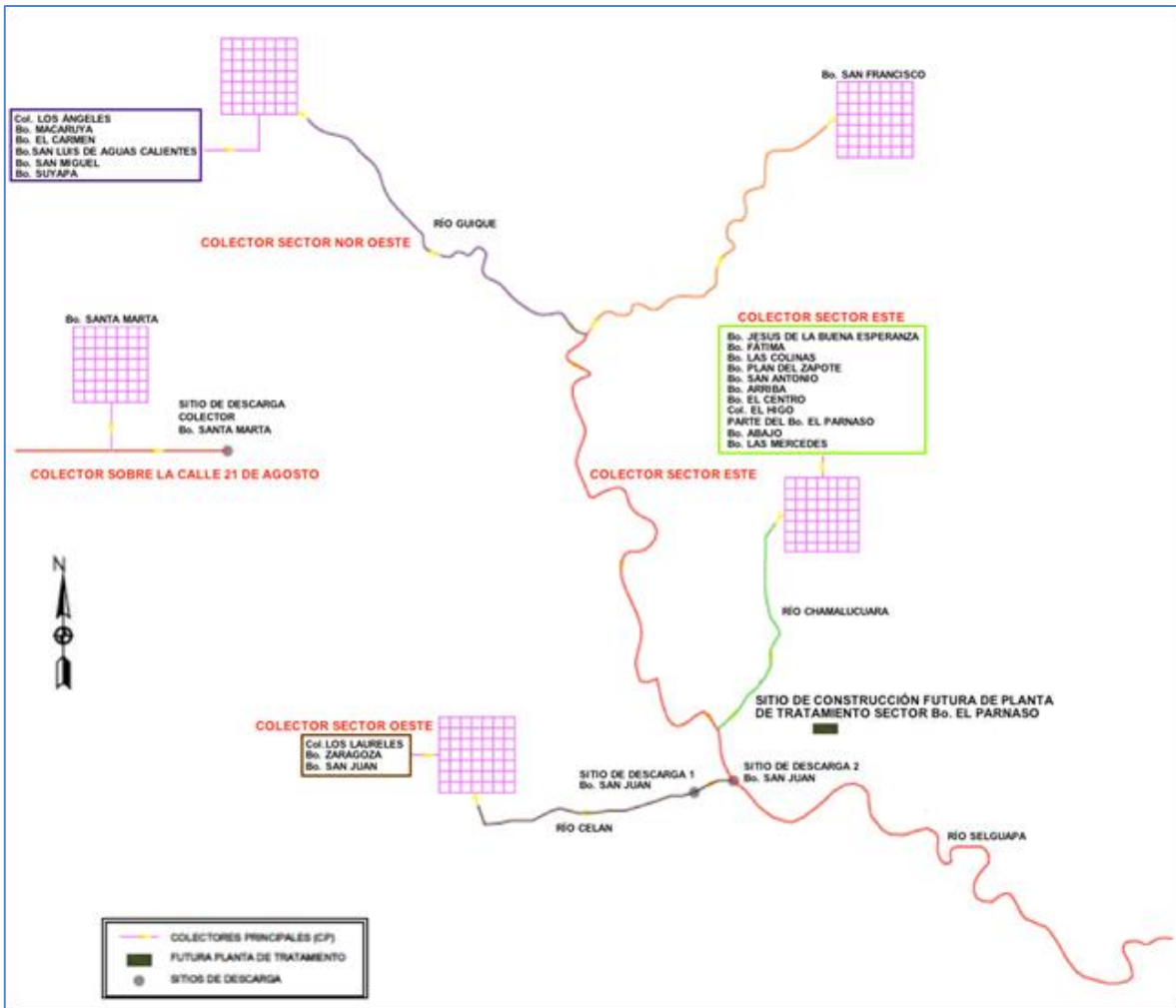
Recibe las descargas de aguas residuales provenientes de los barrios: Las Colinas, Altos de Fátima, San Antonio, El Centro, barrio Arriba y Abajo, Jesús de la Buena Esperanza, un sector del barrio El Parnaso y colonia El Higo. Este colector está construido igual que los anteriores paralelamente al cauce del río Chamalucuará.

#### 1.3.1.4.4 Colector Sobre la Calle 21 de Agosto

Este colector recolecta parte de las aguas provenientes del barrio Santa Martha, teniendo como sitio de descarga el subcolector de la calle 21 de Agosto.

#### 1.3.1.4.5 Colector Sector de El Rastro

Este colector recolecta las aguas residuales producidas de un sector del barrio el Parnaso, Las Mercedes y parte de La Colonia Orellana. Su descarga la realiza sobre las aguas del río Selguapa.

**Grafico 3** Esquema del Funcionamiento del Sistema de Alcantarillado Sanitario

Fuente: Fichtner

### 1.3.1.5 Red de Alcantarillado Sanitario

Las redes del sistema de alcantarillado sanitario existentes en el casco urbano de la ciudad fueron construidas en su mayoría con tubería de concreto de 200 mm. (8”), que en algunos sectores están presentando problemas de obstrucciones.

Parte del sistema que fue construido con tubería de asbesto-cemento fue sustituido en 2009, entre los cuales están:

- Barrio San Juan y El Carmen específicamente sobre la calle No. 12.
- Barrio San Miguel, El Centro, Arriba y barrio Abajo sobre la Primera avenida y la avenida Francisco Morazán.

Se ha realizado cambios en la red, sustituyendo las tuberías de concreto por tuberías de PVC de igual diámetro, dichos cambios no obedecen a un plan de mejoramiento del sistema que considere el crecimiento de la población a lo largo de los años de servicio, sino a aspectos puntuales para resolver problemas inmediatos originados por el colapso de tramos en la red y a la falta de un mantenimiento preventivo.

Los pozos de visita consisten en estructuras de base de mampostería de piedra, cilindro y cono de mampostería de ladrillo y tapaderas de hierro fundido o concreto.

#### **1.3.1.6 Tratamiento**

Las aguas servidas producidas en la ciudad de Siguatepeque por el sistema de alcantarillado sanitario municipal hasta la fecha no cuentan con ningún tipo de tratamiento, las cuales como se menciona anteriormente son vertidas directamente a los cauces de los ríos que atraviesan la ciudad.

Se tiene un estudio que fue aprobado en el año 2010 para una planta de tratamiento que consistirá en la construcción de una laguna facultativa y una laguna de maduración, para dar tratamiento a las aguas residuales producidas por un sector del barrio El Parnaso.

## 2 CAPITULO II: LÍNEA BASE

### 2.1 Presentación

La línea base es una herramienta útil para los gerentes actuales y futuros de los prestadores, que tiene como marco conceptual la gestión orientada a resultados. Se busca que todos los sistemas de agua potable incorporados al PROMOSAS utilicen indicadores comunes, para determinar el impacto en tres momentos del ciclo del proyecto: al inicio (Estudios de Base), a mitad de periodo y al final, teniendo como eje los principales indicadores técnicos y operacionales definidos por ERSAPS y los resultados de la encuesta socioeconómica estandarizada realizada por la consultoría.

Los estudios de línea base constituyen la primera evaluación en el contexto de un nuevo programa, y como tal ofrecen un conjunto de evidencias y apreciaciones sobre la situación inicial de los operadores, la calidad de los servicios y el contexto institucional y socioeconómico de la población en que se prestan los servicios, para que esa información pueda compararse con evaluaciones posteriores de los mismos indicadores

Por tanto, este es un tipo de investigación aplicada dirigida a obtener los referentes básicos de la evaluación del programa y contribuir así a una mejor toma de decisiones.

La calidad en la prestación de los servicios y sus cambios como resultado del Programa, se apreciará en este informe mediante 11 indicadores técnicos y operacionales cuantificables referidos a cobertura, calidad, continuidad y otros más que se detallan más adelante en el contexto del presente informe; También se valora la prestación de los servicios a través de otros 7 indicadores socio económicos que valoran dimensiones cualitativas como la percepción de los usuarios de la calidad de los servicios recibidos y su disponibilidad a pagar una factura mensual.

La idea fundamental a tener en cuenta es que los Estudios de Base son muy acotados (focalizados), pues se orientan a valorar la situación integral de la prestación de los servicios antes del inicio del Programa. El mismo análisis ha de repetirse en las evaluaciones de mitad de periodo y al final.

Así, los Estudios de Base deben generar información cuantitativa y cualitativa para analizar y mostrar el siguiente contenido:

- Caracterización de la población objetivo antes de la intervención (encuesta socioeconómica)
- La dinámica del contexto (el entorno institucional del prestador) y su relación con la situación de la población objetivo.
- Análisis de las oportunidades y riesgos del entorno que afectarían el logro de los resultados del Programa
- El primer valor (punto de partida) de los indicadores de efecto e impacto técnicos, operacionales, institucionales y socioeconómicos

El uso de INDICADORES DE DESEMPEÑO (ID) para la comparación de prestadores de servicios públicos que actúan en condiciones monopólicas, es una herramienta de gestión cada vez más utilizada por las entidades prestadoras, los reguladores, las autoridades y los propios usuarios. En muchos países los ID han demostrado ser una herramienta imprescindible para visualizar la calidad de la gestión en sus diversos aspectos.

En el presente informe se utilizan como valores de referencia tres indicadores generados en 2009 por ADERASA, la Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas, que comprende información para 100 empresas de 13 países de la región. (<http://www.aderasa.org/>).

Por el tamaño y la extensión geográfica de la muestra se consideran como una referencia útil y válida para orientar la gestión de los prestadores que hacen parte del Programa Promosas. Es claro que ser requiere que la medición de los indicadores se haga de la misma forma, y que los distintos prestadores lo hagan consistentemente a lo largo del tiempo. Por esta razón, a pesar de que la base de ADERASA registra más de 28 indicadores, en el marco de este informe únicamente se escogieron los tres indicadores de cálculo más sencillo.



## 2.2 Metodología

La evaluación de la eficiencia del prestador y del nivel de prestación de los servicios a través de un conjunto de indicadores institucionales, operacionales, comerciales y socio económicos, conforman la Línea Base del Programa. Los indicadores que se han adoptado en el presente informe buscan aprovechar al máximo los datos básicos generados por los prestadores (en los términos definidos por ERSAPS) y la información socio económica recabada por la encuesta adelantada por el consorcio con la población beneficiaria de los servicios.

La lista general de indicadores de línea base utilizados en este informe es la siguiente:

**Cuadro 2** Indicadores de Línea Base

<b>Institucionales</b>	<b>Operacionales</b>	<b>Comerciales</b>	<b>Socio Económicos</b>
Conformación Empresarial	Cantidad de agua producida	Cobertura de Micro medición efectiva	Nivel del conocimiento del Prestador
Empleados por cada mil conexiones	Cobertura de redes en el área de servicio	Recaudo sobre facturación anual	Continuidad del servicio según el usuario
Cobertura de costos totales	Calidad del agua suministrada		Nivel de aprobación de la calidad del servicio
Concienciación	Continuidad del servicio		Disponibilidad a pagar más por el servicio
	Confiabilidad del prestador		Nivel de aceptación de tarifa actual
			Capacidad de pago de tarifa actual
			Porcentaje del gasto familiar dedicado al pago del servicio

Fuente: Elaboración Propia

Para cada parámetro se define una escala de evaluación cualitativa conformada por 5 rangos según se muestra a continuación:

<b>Color</b>	<b>Valoración de Estado</b>
<b>Azul</b>	Calificación Alta
<b>Verde</b>	Media Alta
<b>Amarillo</b>	Media
<b>Naranja</b>	Baja
<b>Rojo</b>	Calificación Mínima

Fuente: Elaboración Propia

Con el fin de uniformizar el análisis para los distintos prestadores, en el Cuadro siguiente se presentan los criterios de valoración de cada indicador y los rangos utilizados.

**LÍNEA BASE, BALANCE HÍDRICO Y PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA**  
**TOMO 2 – Volumen 4 Siguatepeque**

Cuadro 3 Rangos Cualitativos Indicadores de Línea Base

	<b>Criterio</b>	<b>Alta</b>	<b>Media Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>	<b>Mínima</b>
<b>Conformación Empresarial</b>	Se califican aspectos de Autonomía, Participación Ciudadana, Orientación al usuario, Transparencia y Administración en cada prestador	Puntaje mayor o igual a 90	Puntaje entre 70 y 90	Puntaje entre 50 y 65	Puntaje entre 30 y 45	Puntaje menor de 30 o ND
<b>Empleados por 1.000 conexiones</b>	Número de empleados / No de conexiones/1000. Se tiene en cuenta el promedio regional ADERASA (3,9)	< 5	5 a 6	7 a 8	8 a 9	10 o más o ND
<b>Cobertura de costos totales</b>	Relación entre el Costo de operación Total y los Ingresos Totales <b>Valores de I/C</b>	>90%	80% a 89%	70% a 79%	60% a 69%	<60% o ND
<b>Concienciación</b>	Consumo facturado por cuenta en m3 (Q f/c) en relación con el promedio regional F de ADERASA 2009 (F = 165 litros/habitante día) <b>Valores de Q<sub>f/c</sub> / F:</b>	< 120%	100% a 120%	120% a 130%	130% a 150%	> 150% o ND
<b>Cantidad de agua producida</b>	Caudal suministrado por cuenta (Q s/c) en relación con el promedio regional P de ADERASA (P = 1,23 m3/ conexión-día). <b>Valores de Q<sub>s/c</sub> / P:</b>	90% a 110%	80% a 90% o 110% a 120%	70% a 80% o 120% a 130%	60% a 70% o 130% a 150%	< 60% o ND o > 150%
<b>Cobertura de redes</b>	Número de clientes o cuentas (C) con relación al número de viviendas (V) en el área de servicio <b>Valores de C/V:</b>	> 95%	80% a 95%	70% a 80%	50% a 70%	< 50% o ND

	<b>Criterio</b>	<b>Alta</b>	<b>Media Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>	<b>Mínima</b>
<b>Calidad del agua</b>	Porcentaje de muestras de agua potable que cumplen las normas nacionales de calidad de agua a suministrar a la población	100%	95% a 99%	90% a 95%	90% a 80%	< 80% o ND
<b>Continuidad del servicio</b>	Número de horas promedio ponderado diario de servicio ( <b>N</b> )	N = 24	20 a 24	16 a 20	12 a 16	<12 o ND
<b>Confiabilidad</b>	Se califican aspectos de Racionamientos, suspensiones del servicio, cobertura de almacenamiento y existencia de planes de manejo de cuencas o acuíferos	>80	71 a 80	61 a 70	51 a 60	<50 o ND
<b>Cobertura de Micro medición</b>	Número de usuarios con micro medidor/ Número total de usuarios	>90%	80% a 89%	70% a 79%	50% a 69%	<50% o ND
<b>Recaudo Anual</b>	Relación entre el recaudo y la facturación anual <b>Recaudo/Facturación:</b>	>80%	70% a 79%	60% a 69%	50% a 59%	<50% o ND
<b>Nivel del conocimiento del Prestador</b>	Se utilizan los resultados de la Encuesta Socioeconómica (ESE). Corresponde al % de respuestas “la Empresa” de la ESE en el caso de cada prestador	>80%	70% a 79%	60% a 69%	50% a 59%	<50% o ND
<b>Continuidad del servicio según el usuario</b>	Se utilizan los resultados de la ESE. Se calcula como No de horas de servicio a) verano; b) invierno	N = 24	20 a 24	16 a 20	12 a 16	<12 o ND
<b>Nivel de aprobación de la calidad del servicio</b>	Se utilizan los resultados de la ESE. Se pondera la calificación obtenida: malo=1, regular=2, bueno=3, muy bueno=4 por el porcentaje encontrado y se divide entre 4	>80%	70% a 79%	60% a 69%	50% a 59%	<50% o ND
<b>Disponibilidad a pagar más por el servicio</b>	Se utilizan los resultados de la ESE. % de usuarios que contestaron SI;	>80%	70% a 79%	60% a 69%	50% a 59%	<50% o ND

	<b>Criterio</b>	<b>Alta</b>	<b>Media Alta</b>	<b>Media</b>	<b>Baja</b>	<b>Mínima</b>
<b>Nivel de aceptación de tarifa actual</b>	Se utilizan los resultados de la ESE. Se pondera la calificación obtenida: Alta=1, Media=2, Baja=3 por el porcentaje encontrado y se divide entre 3	>80%	70% a 79%	60% a 69%	50% a 59%	<50% o ND
<b>Capacidad de pago de tarifa actual</b>	Se utilizan los resultados de la ESE. Se pondera la calificación obtenida: Con dificultad=1, Con cierta dificultad=2, Fácilmente=3 por el porcentaje encontrado y se divide entre 3	>80%	70% a 79%	60% a 69%	50% a 59%	<50% o ND
<b>Porcentaje del gasto familiar dedicado al pago del servicio</b>	Se utilizan los resultados de la ESE. Se calcula como Tarifa Promedio/Ingreso promedio.	>5%	3% a 4%	2% a 3%	1% a 2%	<1% o ND

Fuente: Elaboración propia; ND: No disponible

## 2.3 Resumen de resultados indicadores de línea base

En el Cuadro siguiente se presenta la evaluación cualitativa de la eficiencia de cada prestador en términos de los indicadores de línea base, calculados según los criterios anteriores y los procedimientos de análisis de información presentada en los siguientes numerales de este documento.

**Tabla 9 Indicadores Empresariales**

Sistema	Conformación Empresarial	Empleados/ 1000 conexiones	Cobertura de costos	Concienciación	Cantidad	Cobertura	Calidad	Continuidad	Confiabilidad	Micro medición	Recaudo
Siguatepeque	60	2,3	125%	167%	183%	89%	96,7%	4	15	0	88%

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10 Indicadores Socioeconómicos**

Sistema	Nivel del conocimiento del Prestador	Continuidad del servicio según el usuario	Nivel de aprobación de la calidad del servicio	Disponibilidad a pagar más por el servicio	Nivel de aceptación de tarifa actual	Capacidad de pago de tarifa actual	Porcentaje del gasto familiar dedicado al pago del servicio
Siguatepeque	5,74%	4,36 Verano 4,92 Invierno	62,9%	58,8%	66,1%	74,1%	1,3%

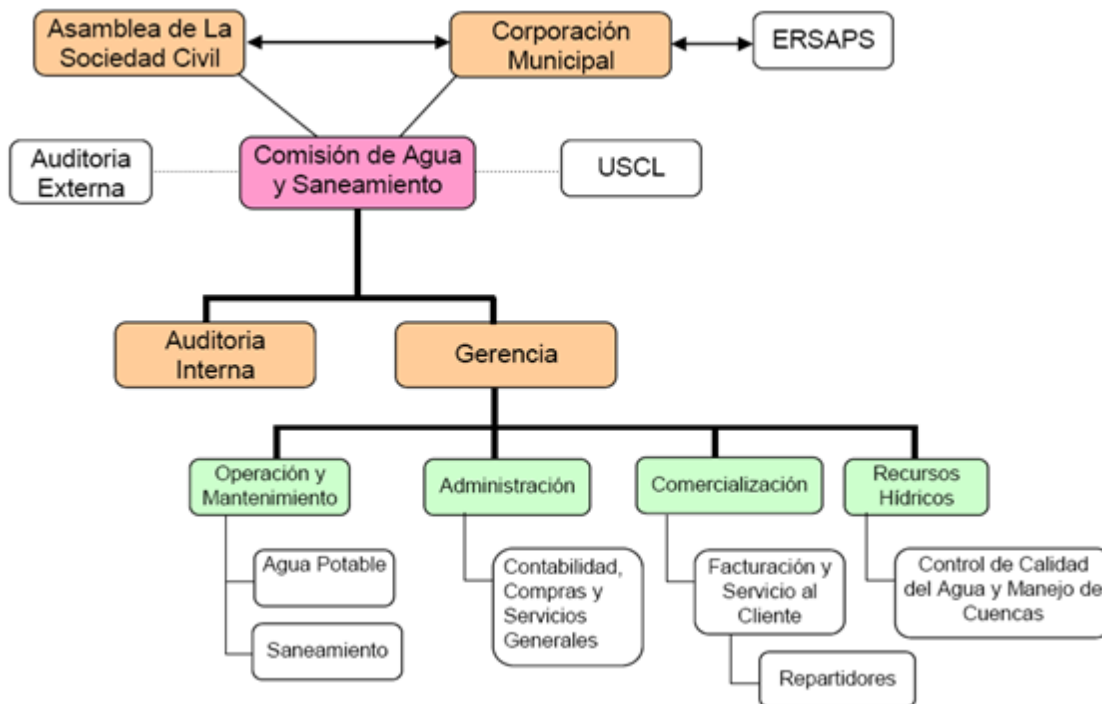
Fuente: Elaboración propia con base en encuesta socioeconómica. Revisión Noviembre de 2011

## 2.4 Diagnostico Institucional

### 2.4.1 Organización Vigente

La unidad desconcentrada municipal Aguas de Siguatepeque está organizada de la siguiente manera.

Grafico 4 Organigrama



Fuente: Aguas de Siguatepeque

### 2.4.2 Recursos Humanos

Aguas de Siguatepeque cuenta con tres departamentos en función. El departamento administrativo, comercial y de operación y mantenimiento. Su recurso humano totaliza unos 24 empleados de los cuales 3 laboran en el área administrativa, 2 en el comercial y 19 restantes en el área operativa; específicamente como operadores de planta, operadores de válvula, fontaneros y un técnico electromecánico.

**Cuadro 4** Recursos Humanos de Aguas de Siguatepeque

No	Puesto	Función	Nombre	Profesión
<b>Departamento Administrativo</b>				
1	Gerente General	Varias	Fernando Villalvir	Ing. Forestal
2	Jefe Administrativo	Control administrativo, RR.HH, contabilidad	Isis Mejía	Lcda. Administración de Empresas
3	Aseo	Aseo y mantenimiento de oficinas	María Orellana	Educación Primaria Completa
<b>Departamento Comercial</b>				
4	Jefe de Comercialización	Varias	Pamela Meza	Ing. Industrial
5	Atención al Cliente	Atención de abonados, reclamos, entrega de recibos y otros	Gerson Gonzales	Bach. en Computación
<b>Departamento de Operación y Mantenimiento</b>				
6	Jefe de Operación y Mantenimiento	Todas las actividades relacionados con la parte operativa	Manuel Alvarado	Ing. Civil
7	Técnico Electromecánico	Actividades relacionados con la parte eléctrica	Oscar Cruz	Técnico Electricista
8	Operador de Planta	Actividades relacionadas con el funcionamiento de ETAP	Olvín Domínguez	Técnico en Electricidad Industrial
9	Operador de Planta	Actividades relacionadas con el funcionamiento de ETAP	Josué Sorto	Bach. Técnico en Electricidad
10	Operador de Planta	Actividades relacionadas con el funcionamiento de ETAP	Dore Yobany Santos	Bach. Técnico en Electricidad
11	Operador de Planta	Actividades relacionadas con el funcionamiento de ETAP	José Leonel Molina	Educación Primaria Completa
12	Operador de Planta	Actividades relacionadas con el funcionamiento de ETAP	Carlos Orellana	Educación Primaria hasta 5to grado
13	Operador de Planta	Actividades relacionadas con el funcionamiento de ETAP	César Bardales	Educación Primaria Completa
14	Operador de Planta	Actividades relacionadas con el funcionamiento de ETAP	Santos García	Educación Primaria Completa
15	Operador de Planta	Actividades relacionadas con el funcionamiento de ETAP	Santos Corrales	Educación Primaria Completa
16	Operador de Válvula	Distribución de agua potable en la ciudad, otros.	Baudilio Ríos	Educación Media Incompleta
17	Operador de Válvula	Distribución de agua potable en la ciudad, otros.	Adán Vargas	Educación Primaria hasta 3er grado
18	Operador de Válvula	Distribución de agua potable en la ciudad, otros.	David Carranza	Educación Primaria Completa
19	Operador de Válvula	Distribución de agua potable en la ciudad, otros.	Carlos Hernández	Educación Primaria Completa
20	Operador de Válvula	Distribución de agua potable en la ciudad, otros.	David Rodríguez	Perito Mercantil y Contador Público
21	Fontanero	Conexiones nuevas, detección y reparación de fugas, otros.	José Miguel Cálix	Educación Primaria hasta 3er grado
22	Fontanero	Conexiones nuevas, detección y reparación de fugas, otros.	José Isidro Molina	Educación Primaria hasta 5to grado
23	Ayudante de Fontanero	Ayudante en conexiones nuevas, detección y reparación de fugas, otros.	Juan de la Cruz Manueles Inestroza	Educación Primaria Completa
24	Ayudante de Fontanero	Ayudante en conexiones nuevas, detección y reparación de fugas, otros.	Rafael Domínguez	Educación Media Incompleta

Fuente: Elaboración Propia con datos de Aguas de Siguatepeque

### 2.4.3 Recursos Materiales

#### 2.4.3.1 Gerencia

La gerencia de Aguas de Siguatepeque cuenta con el siguiente equipo detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 11** Recursos Materiales del Departamento de Gerencia de Aguas de Siguatepeque

No	Descripción	Cantidad	Monto	Donación	Año
1	Computadora de escritorio, Tipo II	1	23.250,00	PROMOSAS	2008

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Aguas de Siguatepeque

#### 2.4.3.2 Administración Financiera

El departamento de administración financiera de Aguas de Siguatepeque cuenta con el siguiente equipo detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 12** Recursos Materiales del Departamento de Administración Financiera de Aguas de Siguatepeque

No	Descripción	Cantidad	Monto	Donación	Año
1	Computadora de escritorio, Tipo II	1	23.250,00	PROMOSAS	2008
2	Impresora Laser	1	10.495,00	PROMOSAS	2008
3	Sillas de espera individual, acolchonada, Est. metálica	10	7.011,20	PROMOSAS	2008
4	Archivos metálicas de 4 gavetas	2	7.985,60	PROMOSAS	2008

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Aguas de Siguatepeque

#### 2.4.3.3 Comercial

El departamento comercial de Aguas de Siguatepeque cuenta con el siguiente equipo detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 13** Recursos Materiales del Departamento Comercial de Aguas de Siguatepeque

No	Descripción	Cantidad	Monto	Donación	Año
1	Computadora de escritorio, Tipo I	1	25.360,00	PROMOSAS	2008
2	Impresora matricial	1	10.000	PROMOSAS	2008
3	Escritorios Secretariales	2	5.577,60	PROMOSAS	2008
4	Sillas secretariales giratorias sin brazo	2	1.321,60	PROMOSAS	2008

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Aguas de Siguatepeque



### 2.4.3.4 Operación y Mantenimiento

#### 2.4.3.4.1 Acueducto

El departamento de operación y mantenimiento de Aguas de Siguatpeque cuenta con el siguiente equipo para el sistema de acueducto, detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 14** Recursos Materiales del Departamento de Operación y Mantenimiento de Aguas de Siguatpeque, Acueducto

No	Descripción	Cantidad	Monto	Donación	Año
1	Vehículo pick-up, FORD	1	449.580,00	PROMOSAS	2008
2	Escritorios Secretariales	1	2.788,80	PROMOSAS	2008
3	Sillas secretariales giratorias sin brazo	1	660,80	PROMOSAS	2008
4	Vehículo Cisterna	1	1.630.213,32	PROMOSAS	2010
5	Equipo para estaciones de Bombeo (San Antonio, La Fresera, Alcaravanes III)		433.330,96	PROMOSAS	2009
6	Radio comunicado portátil	10	52.584,00	PROMOSAS	2008
7	Maquinaria y Equipo		100.896,32	PROMOSAS	2009

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Aguas de Siguatpeque

#### 2.4.3.4.2 Alcantarillado

El departamento de operación y mantenimiento de Aguas de Siguatpeque cuenta con el siguiente equipo para el sistema de alcantarillado, detallado en la siguiente tabla.

**Tabla 15** Recursos Materiales del Departamento de Operación y Mantenimiento de Aguas de Siguatpeque, Alcantarillado

No	Descripción	Cantidad	Monto	Donación	Año
1	Bomba achicadora	1	6,944.00	PROMOSAS	2008
2	Tecele	1	4,687.20	PROMOSAS	2008

Fuente: Elaboración Propia con Datos de Aguas de Siguatpeque

### 2.4.4 Legislación Municipal Aplicable

El 31 de octubre del año 2008 y en base al Decreto Legislativo 118-2003, el SANAA efectuó el traspaso de la titularidad del sistema de agua potable de Siguatpeque a la Municipalidad. El 1 de noviembre de 2008 se hace cargo del manejo del servicio de agua potable la Unidad Municipal Desconcentrada "Aguas de Siguatpeque", creada por la Municipalidad para tal fin. Posteriormente la Alcaldía Municipal, el 31 de diciembre del año 2009, traspaso el manejo y administración del sistema de alcantarillado sanitario. Pero fue a partir del 1 de enero de 2010 que comenzó a ser operado por Aguas de Siguatpeque.

#### **2.4.5 Manual de Funciones y de Procedimientos**

Existen manuales en proceso de elaboración, los cuales posteriormente deben ser aprobados por el COMAS y la Corporación Municipal.

#### **2.4.6 Concientización o Comunicación Social**

No se hacen campañas de educación a los usuarios, y a pesar del estado de racionamiento permanente del servicio, existe desperdicio. El prestador, COMAS y Municipalidad, responsables de la toma de decisión sobre la instalación de micro medidores no están convencidos de la necesidad y beneficios que esos puedan traer. El conocimiento de los habitantes sobre el prestador todavía no es completo, solo un 38.9% lo identifican. Se hacen publicaciones sobre los horarios de servicio a las diferentes zonas de la ciudad.

#### **2.4.7 Costos**

Las recaudaciones que actualmente obtiene el prestador le permiten cumplir con todos los compromisos que se derivan de la prestación del servicio, incluyendo las reparaciones que por cualquier motivo deban hacerse, pero el remanente de fondos después de ello no es suficiente para invertir en las necesidades de obras mayores relacionadas con el mejoramiento del servicio o la ampliación del acueducto. Los pagos por el servicio de alcantarillado se continúan haciendo a la Municipalidad, pero estos ingresos no son trasladados a Aguas de Siguatepeque, aun cuando ellos tienen la responsabilidad del mantenimiento de este sistema.

#### **2.4.8 Indicadores Institucionales**

##### **2.4.8.1 Conformación Empresarial**

Este indicador pretende medir la adecuación del prestador al ordenamiento institucional del sector y la orientación de la Gerencia hacia los usuarios y empleados.

Para el levantamiento de este indicador se utiliza parte del cuestionario ERSAPS institucional presentado en el siguiente cuadro.

Cuadro 5 Cuestionario Institucional

CONCEPTO	SI	NO	Puntos
<b>Autonomía</b>			
¿Tiene estatutos que consignen la autonomía del Prestador?	x		5
¿Es nombrado el Gerente por la Junta Directiva?		x	0
¿El Gerente tiene facultades para nombrar y despedir personal?	x		5
¿Retiene el Prestador sus ingresos para reinvertirlos en los servicios?	x		5
<b>Participación Ciudadana</b>			
¿La Junta Directiva tiene representación mayoritaria de los usuarios?	x		5
¿La Unidad de Supervisión y Control Local (USCL) vigila el desempeño?	x		5
¿Se realizan consultas ciudadanas para decidir sobre plan de inversiones?		x	0
¿Se realizan consultas ciudadanas para decidir sobre pliego tarifario?		x	0
<b>Orientación al Usuario</b>			
¿Se cuenta con oficina y mecanismos para atención al cliente?	x		5
¿Se mantiene un programa de educación de usuarios?		x	0
¿Se brinda información adecuada y oportuna a los usuarios?	x		5
¿Se tiene implementado el Reglamento y el Contrato de Servicios?		x	0
<b>Transparencia y Rendición de Cuentas</b>			
¿Conoce y cumple con la Ley de Transparencia?	x		5
¿Mantiene contabilidad actualizada y auditada?	x		5
¿Publica sus resultados para conocimiento del público?	x		5
¿Presenta informes periódicos al Ente Regulador?	x		5
<b>Administración y Gerencia</b>			
¿Existe contrato de prestación y éste es conocido por el personal?		x	0
¿Existe y se aplica el Manual de Clasificación de Puestos y Salarios?		x	0
¿Se práctica la tercerización de actividades delegables?	x		5
¿Existe un sistema de Información Gerencial?		x	0

Fuente: Elaboración propia

Se califican con 5 puntos cada una de las respuestas positivas a 4 preguntas por categorías de Autonomía, Participación Ciudadana, Orientación al usuario, Transparencia y Administración. El puntaje asignado a cada respuesta se hizo para obtener calificaciones objetivas y medibles, pero difiere de la puntuación que el ERSAPS ha asignado. Véase el cuadro siguiente.

Cuadro 6 Asignación de Puntajes por categorías

Categoría de Desempeño	Calificación Máxima	Puntaje según el número de respuestas afirmativas
<b>Autonomía</b>	20	4: 20; 3:15; 2: 10; 1: 5. Ninguna 0
<b>Participación ciudadana</b>	20	4: 20; 3:15; 2: 10; 1: 5. Ninguna 1
<b>Orientación al Usuario</b>	20	4: 20; 3:15; 2: 10; 1: 5. Ninguna 2
<b>Rendición de Cuentas</b>	20	4: 20; 3:15; 2: 10; 1: 5. Ninguna 3
<b>Administración y Gerencia</b>	20	4: 20; 3:15; 2: 10; 1: 5. Ninguna 4

LÍNEA BASE, BALANCE HÍDRICO Y PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA  
TOMO 2 – Volumen 4 Siguatepeque

## Criterios de puntaje ERSAPS

La aplicación del formulario y la asignación de puntajes con base en los criterios del cuadro anterior se traducen en la siguiente Tabla:

**Tabla 16** Puntaje Indicador Conformación Empresarial

Sistema	Autonomía	Participación ciudadana	Orientación al Usuario	Rendición de Cuentas	Admón. y Gerencia	Suma
<b>Siguatepeque</b>	15	10	10	20	5	60

Fuente: Elaboración propia

**2.4.8.2 Empleados por cada mil conexiones**

Este indicador pretende medir el tamaño de la Empresa en relación con la población atendida. Para construir este indicador se utiliza la información del Número de empleados en agua [dato 38 de ERSAPS] y el número total de viviendas con conexión de agua [dato 4 de ERSAPS] (o número de cuentas) C que se presenta en la Tabla siguiente:

**Tabla 17** Indicador de Empleados por conexión

Sistema	Total Empleados	Número de Conexiones C	Empleados/ 1.000 conexiones
<b>Siguatepeque</b>	19	8.292	2,3

Fuente: Elaboración propia

Para efectos de comparar el número de empleados de los operadores en un marco regional, se considera como un marcador de eficiencia relativa el promedio registrado por ADERASA<sup>1</sup> en 2009: EA: 3,91

**2.4.8.3 Cobertura de costos totales**

El objeto de este indicador es valorar la independencia financiera del operador para cubrir sus costos operacionales con recursos derivados del recaudo a los usuarios.

Para construir este indicador se utiliza la información de Costo de operación Total [dato 26 de ERSAPS] y los Ingresos Totales [dato 35 de ERSAPS]

<sup>1</sup> Véase Gráfico 2 del Anexo 1 del Tomo 1

Tabla 18 Indicador Cobertura de Costos

Sistema	Costos de Operación anual en Lps	Ingresos anuales Totales en Lps	Ingresos/Costos en %
<b>Siguatepeque</b>	7.010.415	8.757.264	125%

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador

#### 2.4.8.4 Concienciación ciudadana

La concienciación ciudadana en los términos del presente documento se refiere a la valoración del agua como un bien público tanto desde el punto de vista de los usuarios como de los propios prestadores. Una atención diligente de los daños indica una conciencia alta de parte del operador sobre el valor del agua. Un consumo “racional” del líquido indica una conciencia alta de parte de los usuarios.

La medición del grado de concientización ciudadana se hace por vía indirecta a través de la medición del consumo de los usuarios. El Volumen de agua facturado [dato 27 de ERSAPS] en cada sistema, el número de viviendas con conexión de agua [dato 4 de ERSAPS] (o número de cuentas) y el consumo facturado por cuenta  $Q_f$  se presentan en la tabla siguiente para cada operador.

Tabla 19 Volumen de agua facturada por conexión

Sistema	Volumen Facturado en m <sup>3</sup> /mes	Número de viviendas con conexión o Cuentas C	$Q_{f/c}$ Consumo facturado por conexión en m <sup>3</sup> / día	$Q_f$ Consumo facturado en litros/habitante - día	$Q_{f/c} / F^*$ (%)
<b>Siguatepeque</b>	342.325	8.292	1,38	275,78	1,67

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador. Se utiliza un valor de 4.99 habitantes por vivienda

Para efectos de comparar el consumo por cuenta del prestador en un marco regional, se considera como un marcador de eficiencia relativa el consumo facturado promedio latinoamericano  $F = 165$  litros/habitante día según reporte de ADERASA 2009.

En la valoración de “concienciación ciudadana” se utiliza como proxy<sup>2</sup> la relación entre  $Q_f$  y  $F$ , misma que se presenta para cada operador en la columna extrema derecha de la

<sup>2</sup> Se entiende por proxy un parámetro que se utiliza como indicador de otro

Tabla anterior. Se tiene en cuenta que valores cercanos o inferiores al promedio F se consideran deseables y por tanto obtienen mejores calificaciones que valores superiores.

## 2.5 Diagnostico Operacional

### 2.5.1 Eficiencia de la Prestación del Servicio

#### 2.5.1.1 Cantidad

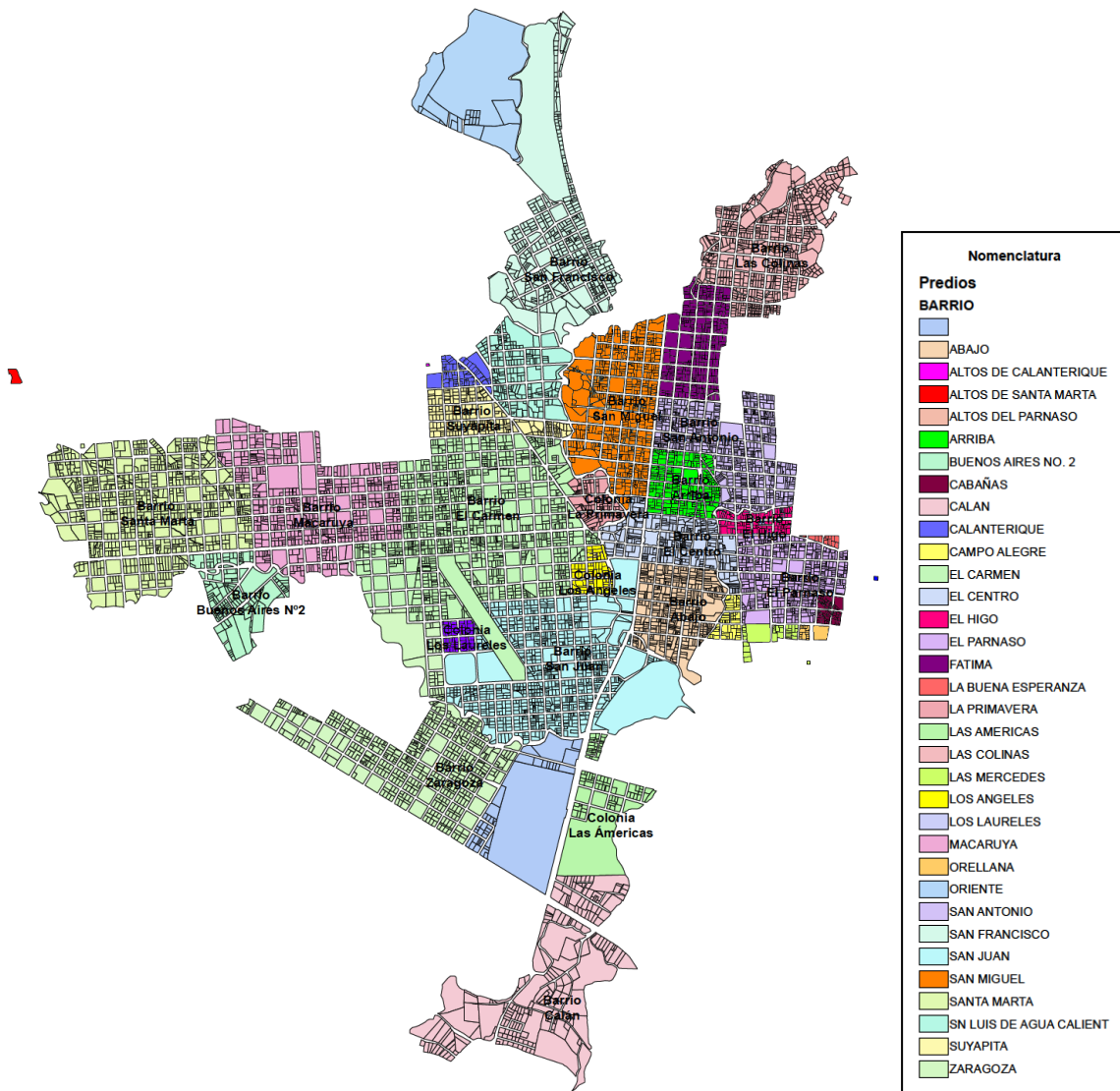
Las necesidades de la población son suplidas por las fuentes superficiales Guaratoro, Chamalucara, Calán (La Porra y El Tablón), y de la explotación de agua subterránea mediante 10 pozos. Según los registros del prestador y diferentes investigaciones hechas anteriormente, la cantidad que se obtiene de estas fuentes asciende a 18.645,11m<sup>3</sup>/día. Los datos de las fuentes superficiales corresponden al máximo caudal que pueden recibir las plantas Jaime Rosenthal Oliva y Guaratoro y lo que lleva la línea de conducción de la presa Chamalucara en invierno. Sobre los pozos, es el caudal que actualmente se está extrayendo según las horas de operación y los datos de la capacidad de las bombas; no existe sistema de medición en ninguna de las fuentes. Con estas producciones existe suficiente agua para cubrir el consumo máximo horario de los clientes registrados. El promedio por conexión asciende a 2,25 m<sup>3</sup>/día y con un promedio de 4,99 habitantes por vivienda tenemos una dotación de 450,90 l.p.p.d.

#### 2.5.1.2 Cobertura

Según datos de la Alcaldía, Siguatepeque tiene 50.703 habitantes. Esta población recibe el servicio de agua por medio de diferentes proveedores, además de sistemas particulares que utilizan pozos para ello. El prestador Aguas de Siguatepeque tiene un registro de 8.292 clientes a marzo 2011, que con un promedio de 4,99 habitantes por vivienda, nos da una población de 41.377. Con los datos anteriores encontramos que la atención de cobertura del prestador es de 81,60%. Sin embargo la ciudad tiene muchos predios de gran área y donde inicialmente solo estaba construida una vivienda, pero posteriormente se han construido más viviendas sin que el prestador cuente con registros sobre esta situación. Además en la ciudad existen muchos predios desocupados dentro del área de cobertura del prestador, que cuando requieran de servicio podrán ser atendidos sin mayor problema.

A continuación se presenta un diagrama de la cobertura que el operador tiene.

**Gráfico 5** Diagrama de Barrios Abastecidos por Aguas de Siguatepeque



Fuente: Ing. Gabriel Rivera Fállope

### 2.5.1.3 Calidad

El agua que se distribuye a la población de la ciudad de Siguatepeque no está recibiendo en su totalidad tratamiento; de las fuentes superficiales el 91.11% puede recibir tratamiento en la plantas de tratamiento de Guaratoro y Jaime Rosenthal. Como las plantas de tratamiento no están funcionando, se hace desinfección con hipoclorito de

calcio en los tanques de Calan, Guaratoro y Las Colinas. Ninguno de los pozos recibe desinfección y debido a funcionamiento mixto, bombeo a los tanques y contra la red, parte del agua que se extrae y llega a los tanques se mezcla con el agua ya desinfectada.

De acuerdo a los datos del prestador en las muestras que toma y somete a análisis rutinario no se encuentran indicios de contaminación y en los puntos de muestreo se encuentra cloro residual.

Lo anterior puede ser aceptable en la época de verano, pero cuando llega el período de lluvias el nivel de deterioro de las cuencas afecta considerablemente la calidad del agua, requiriéndose de un tratamiento completo de la misma, por lo cual deben repararse los daños de las plantas existentes. Además los pozos deben contar con su sistema de cloración cada uno de ellos.

El pozo identificado como ESNACIFOR ha quedado fuera de servicio por los altos índices de contaminación con coliformes fecales, que puede tener su origen en la cercanía al río Guique, donde se depositan gran cantidad de las aguas servidas del alcantarillado sanitario.

**Fotografía 26** Río Guique, Parque San Juan a inmediaciones del pozo ESNACIFOR



#### **2.5.1.4 Continuidad**

El servicio de agua en la ciudad de Siguatepeque es permanentemente racionado, siendo más drástico en la época de verano. Los horarios de servicio en verano son de aproximadamente 8 horas cada dos días. En el invierno los horarios son las mismas horas pero día de por medio. Así que el promedio ponderado de servicio es de 4 horas por día.



En las fuentes superficiales una situación que debe enfrentar el prestador y como consecuencia del deterioro de las cuencas, es la gran cantidad de sedimentos que arrastran las fuentes producto de lo cual se obstruyen las captaciones y se interrumpe el servicio. El trabajo de limpiar la captación es sumamente complicado y riesgoso por lo que se construyeron presas de sedimentación que en este invierno demostraran su efectividad. Una opción de captaciones a diferentes niveles es una alternativa válida.

**Fotografía 27** Obstrucción en Captación, Presa La Porra



Para las fuentes subterráneas como el servicio de energía eléctrica tiene muchas variaciones, se afecta el normal funcionamiento de los pozos que pueden pararse en cualquier momento, por lo que continuamente los operadores deben de encenderlos de nuevo. Pero si esto ocurre por la noche, se quedan parados y el suministro de agua al día siguiente se complica más de lo acostumbrado. Ninguno de los pozos tiene generadores eléctricos para las emergencias, pero se analizará si el uso de los mismos es lo más conveniente o si se buscan otras soluciones para contrarrestar las variaciones de voltaje.

#### **2.5.1.5 Confiabilidad**

El sistema no es confiable, tiene racionamientos permanentes por la baja producción de las fuentes superficiales o por la cantidad de sedimentos que arrastran estas mismas fuentes. No existen planes de manejo de las cuencas, pero el Prestador ya está gestionando ante la Alcaldía la conformación de una estructura para atender lo relacionado a los mismos. Las variaciones de voltaje del sistema eléctrico contribuyen a la falta de confiabilidad del sistema de agua, por la afectación al funcionamiento de los pozos.

El prestador no cuenta con equipos de bombeo de repuesto para atender las emergencias.

Se tiene un déficit de almacenaje del 39,58% (1638 m<sup>3</sup>), el cual se verá disminuido a 18,54% (767 m<sup>3</sup>) con el proyecto que está por iniciarse con apoyo de PROMOSAS de un nuevo tanque en Calanterique.

## **2.5.2 Aspectos Operacionales**

### **2.5.2.1 Funcionamiento**

El 50% de los empleados formó parte del personal del operador anterior, por lo que conocían cómo se operaba el acueducto. La actual administración ha tomado previsiones para hacer más eficiente el uso de los recursos con que cuenta, por lo que ha hecho cambios para la operación del sistema, esto ha redundado en disminución de los períodos de racionamiento y mayores horas de servicio. El personal requiere de capacitaciones para realizar con mejor conocimiento sus responsabilidades.

El operador tiene algunas herramientas que le fueron proporcionadas por PROMOSAS, pero requiere de otras más, así como de equipo menor, vehículos y motocicletas para desarrollar mejor su trabajo de operación, igualmente de software para llevar mejores controles.

No cuenta con inventario adecuado de tuberías y accesorios para atender las emergencias y reparaciones que se presentan. No se aplican técnicas de mantenimiento preventivo.

Para el sistema de alcantarillado sanitario la situación es más precaria, porque apenas cuenta con juegos de varillas para atender los atascamientos que se presentan.

### **2.5.2.2 Frecuencia de Incidentes**

#### **2.5.2.2.1 Nuevas Acometidas**

En el año 2010 se recibieron 274 solicitudes de nuevas conexiones divididas así: doméstico 266, comercial 5, gubernamental 2 e industrial 1 y todas fueron atendidas.

#### 2.5.2.2.2 Suspensiones de Servicio

El servicio se suspende cuando se presentan fallas en el servicio de energía eléctrica en las zonas donde están ubicados los pozos o por reparaciones en la red, siendo éstas suspensiones eventuales. También se producen suspensiones del servicio en la época de lluvia por la gran cantidad de sedimentos que arrastran las fuentes superficiales con cantidades de sólidos superiores a los que pueden atender las plantas de tratamiento.

### 2.5.3 Aspectos de Mantenimiento

#### 2.5.3.1 Frecuencia de Daños

No se lleva un registro detallado de los daños atendidos. El operador reporta la atención de un daño por día, que en su mayoría se refieren a roturas de las tuberías.

### 2.5.4 Indicadores Operacionales

#### 2.5.4.1 Cantidad de Agua Producida

El volumen de agua producida [dato 9 de ERSAPS] y el número de viviendas con conexión de agua [dato 4 de ERSAPS] (o número de cuentas) se resume enseguida:

**Tabla 20** Volumen de agua producida por conexión

Sistema	Volumen Producción en m <sup>3</sup> /día	Número de Conexiones C	Q suministrado por conexión (Q <sub>s/c</sub> ) en m <sup>3</sup> / día	Q <sub>s/c</sub> / P %
<b>Siguatepeque</b>	18.645	8.292	2,25	183%

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador

Para efectos de comparar la producción del prestador en un marco regional, se considera como un marcador de eficiencia relativa la producción promedio de agua potable por conexión en países latinoamericanos registrada por ADERASA en 2009: P = 1,23 m<sup>3</sup>/conexión-día

### 2.5.4.2 Cobertura del servicio de agua potable

La Tabla siguiente presenta el Número total de viviendas con conexión de agua C [dato 4 de ERSAPS] el número de viviendas en el área de servicio V [dato 3 de ERSAPS] y la relación entre C y V.

**Tabla 21** Cobertura del servicio de agua potable

Sistema	Número de conexiones C	Número total de Viviendas V	C/V %
<b>Siguatepeque</b>	8.292	9.306	89%

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador.

### 2.5.4.3 Calidad del agua suministrada

En la Tabla siguiente se señala el porcentaje de agua suministrada que recibe tratamiento completo o al menos cloración (columna 1) y se registra la existencia o no de laboratorios de control de calidad del agua (columna 2) en las instalaciones del prestador. Se utiliza la información del diagnóstico de las obras de potabilización y desinfección. Se registra **N** el Número de muestras de agua potable analizadas por año [dato 13 de ERSAPS]; **n** el número de muestras de agua que satisfacen la norma por año [dato 14 ERSAPS] y la relación **n/N**.

**Tabla 22** Calidad del agua suministrada

Sistema	(1) % de agua tratada	(2) Existencia de laboratorio	(3) N	(4) n	(5) n/N %
<b>Siguatepeque</b>	54,6	si	60	58	96.67

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador

### 2.5.4.4 Continuidad del servicio

Este indicador se utiliza para verificar si el prestador cumple con el suministro de agua durante 24 horas del día todos los días a todos los usuarios.

Para valorar la continuidad del servicio se utiliza como referencia actual la información del número de conexiones con servicio 24 horas [dato 19 de ERSAPS]; con servicio 12 a 24 horas [dato 20 de ERSAPS]; y con servicio menos de 12 horas [dato 21 de ERSAPS];

En la Tabla siguiente se resume dicha información:

**Tabla 23** Continuidad del servicio en verano

Sistema	P <sub>1</sub> Conexiones con servicio 24 horas	P <sub>2</sub> Conexiones con servicio 12 a 24 horas	P <sub>3</sub> Conexiones con servicio menos de 12 horas	Continuidad ponderada En horas
<b>Siguatepeque</b>	0	0	8.292	4

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador

La valoración de Continuidad del servicio de agua considera los valores de continuidad ponderada que se presentan en la columna extrema derecha de la Tabla anterior. Se tiene en cuenta que valores de continuidad cercanos a 24 horas se consideran deseables y por tanto obtienen mejores calificaciones que valores menores.

La continuidad del servicio podría mejorar, o al menos no ser afectada por interrupciones cortas del suministro, si se dispusiera del volumen de tanques de reserva conforme a la norma. En la siguiente tabla se presentan los volúmenes de almacenamiento requeridos para las condiciones actuales de funcionamiento.

**Tabla 24** Volumen requerido de almacenamiento

Sistema	Volumen requerido m <sup>3</sup>	Volumen de tanques en servicio m <sup>3</sup>	Volumen tanques faltante m <sup>3</sup>	% de almacenamiento faltante
<b>Siguatepeque</b>	4.138	2.500	1.638	40%

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador

Nota: El volumen requerido de almacenamiento se calculó con base en el número de conexiones actuales; el número de habitantes por vivienda del INE: Volumen de almacenamiento: 35% del caudal medio diario; dotación 200 litros por habitante día; pérdidas 30%

#### 2.5.4.5 Confiabilidad del servicio

La confiabilidad del servicio, en los términos del presente documento, se refiere a la capacidad de la entidad prestadora de hacer frente en el menor tiempo posible a fenómenos que amenacen la continuidad en la prestación del servicio.

Para valorar este indicador se utilizan dos parámetros relacionados con medidas de mitigación que debe mantener el operador: la capacidad de almacenamiento y el manejo

de cuencas; se utilizan dos parámetros de impacto: racionamientos crónicos (generalmente por causas de clima) y suspensiones severas (de más de un día) por causas de daños en la infraestructura.

**Tabla 25** Información relacionada con la confiabilidad

Sistema	Racionamientos crónicos en los últimos 3 años (si/no)	Suspensiones del servicio de más de un día en el último año (si/no)	% de almacenamiento faltante	Existencia de Plan de Manejo Ambiental de cuencas o del acuífero (si/no)
<b>Siguatopeque</b>	si	si	40%	no
<b>Criterio para puntaje</b>	Si: 0; no :25	Si:0; No: 25	Lineal entre 0%: 25 a 100%:0	Si: 25; No: 0
<b>Puntaje</b>	0	0	15	0

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador; altamente dependientes del servicio de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica ENEE

## 2.6 Diagnostico Comercial

### 2.6.1 Estructura Tarifaria Vigente

La estructura tarifaria actual es la misma que tenía implementada el SANAA y se basa en un consumo presunto del cliente. Existen tarifas domésticas, comerciales, gubernamentales e industriales, y dentro de cada una de estas categorías existen subcategorías según los metros cúbicos que le atribuyen que consume. Para los consumidores domésticos existen 28 subcategorías con consumos que varían de 21,00 m<sup>3</sup> a 200,00 m<sup>3</sup>; para los consumidores comerciales existen 61 subcategorías con consumos que varían de 16,00 m<sup>3</sup> a 200,00 m<sup>3</sup>; para los consumidores gubernamentales existen 14 subcategorías con consumos que varían de 27,00 m<sup>3</sup> a 300,00 m<sup>3</sup>; para los consumidores industriales existen 5 subcategorías con consumos que varían de 51,00 m<sup>3</sup> a 300,00 m<sup>3</sup>.

Cada cliente conoce su tarifa mensual que debe pagar independientemente de factores de racionamiento, construcción de más viviendas en el mismo predio no reportadas al prestador.

El valor que el cliente paga por el servicio de alcantarillado sanitario lo hace efectivo a la municipalidad.

## **2.6.2 Funcionamiento del Sistema Comercial**

### **2.6.2.1 Lectura**

No existen micro medidores instalados, así que no desarrollan esta actividad.

### **2.6.2.2 Facturación (software)**

El operador cuenta con el registro de abonados que dejó el SANAA el cual no estaba completo y tampoco se ha actualizado. Como la tarifa es fija la cantidad a pagar mensual no varía y por ello no se emite factura.

Actualmente están montando un software que le permitirá manejar más fácilmente la información sobre los pagos de los clientes y la morosidad.

### **2.6.2.3 Entrega**

Como no emite factura esta actividad no se desarrolla.

### **2.6.2.4 Recaudo**

La cantidad mensual que debe pagar el cliente es recaudada por dos de los bancos del sistema con los cuales Aguas de Siguatepeque tiene un acuerdo para recibir los fondos. En las oficinas del prestador no se reciben pagos de ningún tipo, pero si se emiten recibos para que los clientes paguen otros servicios que se les brinda o bien la restitución del servicio suspendido.

### **2.6.2.5 Manejo de Cartera (morosa o no)**

No existe un adecuado control de la morosidad, entre otras causas por falta de un software adecuado. Cuando los ingresos bajan sustancialmente se hacen operativos de corte, pero estos deben ser puestos en conocimiento del COMAS previo inicio de los mismos. La política que siguen es con dos meses de mora se le podrá suspender el servicio a cualquier usuario.

### 2.6.3 Comercialización (Planificación para ampliar los servicios comerciales)

El operador ha contratado terminar la implementación de aplicaciones del software que actualmente utiliza, con lo cual planea mejorar el manejo de la cartera de clientes, sin embargo será necesario un apoyo en cuanto a mejores y más completas herramientas tecnológicas. No está dentro de sus planes inmediatos colocar micro medición y la facturación de los consumos.

### 2.6.4 Indicadores Comerciales

#### 2.6.4.1 Cobertura de Micro Medición Efectiva

Este indicador busca relevar la necesidad de contar con micro medición efectiva del 100% del agua potable en todos los sistemas. El alto consumo es estimulado o permitido por la baja cobertura de micro medición por conexión. El promedio en países latinoamericanos según reporte de ADERASA 2009 es 59,5% al nivel de conexiones<sup>3</sup>.

En la tabla siguiente se presenta la información de micro medición por sistemas: Número total de viviendas con conexión de agua [dato 4 de ERSAPS] y Número de viviendas con micro medidor [dato 7 de ERSAPS]. Si no se dispone del número de viviendas se utiliza el número de cuentas.

**Tabla 26** Cobertura de micro medición por sistemas

Sistema	No. de viviendas con conexión C	No. de viviendas con medidor (#)	% Cobertura de micro medición
<b>Siguatepeque</b>	8.292	0	0%

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador

#### 2.6.4.2 Recaudo y facturación

Se pretende con este indicador valorar la eficiencia del recaudo anual en términos de la facturación del prestador en el mismo período.

Se utiliza la información de Facturación mensual [dato 28 de ERSAPS] y Recaudación mensual [dato 29 de ERSAPS] que se presenta en la Tabla siguiente. Se tiene en cuenta

<sup>3</sup> Véase Gráfico 4 del Anexo 1 del Tomo 1



que valores de recaudo cercanos a la facturación se consideran deseables y por tanto obtienen mejores calificaciones que valores inferiores.

**Tabla 27** Facturación y Recaudo

<b>Sistema</b>	<b>Facturación anual en Lempiras</b>	<b>Recaudado anual en Lempiras</b>	<b>R/F (%)</b>
<b>Siguatepeque</b>	9.399.014	8.286.127	88%

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador.

### 3 CAPITULO III: BALANCE HÍDRICO

#### 3.1 Presentación

En este capítulo se presenta la aplicación de la metodología de balance hídrico para el sistema de acueducto de Siguatopeque teniendo como base la Matriz de Balance de Aguas propuesta por el Grupo de trabajo en control de pérdidas de la International Water Association, IWA, Berlín 2005, que se presenta en el Cuadro siguiente.

Cuadro 7 Terminología del balance de aguas IWA<sup>4</sup>

Volumen Suministrado o $Q_{\text{suministrado}}$	Consumos autorizados	Consumo autorizado facturado	<b>Consumo facturado medido</b> (ciclos de facturación espaciales y otros inclusive venta en bloque)	Agua facturada	
		( $Q_{\text{facturado}}$ )	<b>Consumo facturado no medido</b> (facturación por promedio)		
		Consumo autorizado no facturado	<b>Consumo medido no facturado</b> Consumos técnicos área operativa: Volumen de Agua para Lavado de Tanques ( $Q_{CT1}$ ); Volumen de Agua por vaciamiento de la red. ( $Q_{CT2}$ );	Agua No Facturada	
	( $Q_{\text{consumos técnicos}}$ )	<b>Consumo no medido no facturado</b> Suministro por carro tanques e hidrantes controlados ( $Q_{CT3}$ ); Volumen de agua utilizado por los bomberos ( $Q_{CT4}$ )			
	Pérdidas de Agua	Pérdidas aparentes	( $Q_{\text{pérdidas comerciales}}$ )		<b>Consumos no autorizados:</b> por usuarios clandestinos dispersos ( $Q_{\text{dispersos}}$ ); por usuarios clandestinos masivos ( $Q_{\text{masivos}}$ ); Consumo fraudulento de usuarios legales ( $Q_{\text{fraudulento}}$ ); Consumo extra de usuarios facturados por promedio ( $Q_{\text{promedio}}$ );
					<b>Inexactitudes de medición:</b> Submedición ( $Q_{mm1}$ ); y sub registro ( $Q_{mm2}$ ) de fugas internas no medidas
Pérdidas reales		( $Q_{\text{pérdidas técnicas}}$ )	<b>Fugas y daños en red matriz y sistema de distribución</b> <b>Fugas y rebores en el sistema de almacenamiento</b> <b>Fugas en conexiones domiciliarias antes del medidor</b>		

Conforme a las definiciones del cuadro anterior, el caudal suministrado a la red debe ser igual a la suma del caudal facturado más los consumos técnicos por razones operativas,

4 IWA Standard International Water Balance and Terminology

más las pérdidas comerciales, más las pérdidas técnicas en el sistema de almacenamiento y distribución:

$$Q_{\text{suministrado}} = Q_{\text{facturado}} + Q_{\text{consumos técnicos}} + Q_{\text{pérdidas comerciales}} + Q_{\text{pérdidas técnicas}}$$

La confiabilidad de la información comercial utilizada en esta primera versión del Balance Hídrico podrá ser mejorada una vez se haya concluido el censo de usuarios que se prevé realizar posteriormente. Igualmente, la confiabilidad de la información operativa podrá ser mejorada con la campaña de mediciones complementarias de caudales, presiones y niveles cuyas actividades y equipos requeridos son descritos en el Anexo 2 del Informe General de Línea Base, Balance Hídrico y Plan de Acción Inmediata.

Puesto que en general los sistemas bajo análisis no cuentan con información suficiente y confiable de macro medición, micro medición, ni caudales nocturnos, se presenta en este documento un enfoque denominado de derecha a izquierda (RIGHT – LEFT), el cual utiliza el concepto de pérdidas técnicas inevitables para estimar las pérdidas reales.

### 3.2 Objetivo del Balance Hídrico

El objetivo fundamental del Balance Hídrico es formalizar los procedimientos de cálculo de la información básica de pérdidas, e identificar el nivel general de pérdidas y los tipos de pérdidas más relevantes -técnicas o comerciales- de manera que sea posible enfocar los proyectos de reducción de pérdidas en el ámbito del sistema.

Como resultado del Balance se determinan los volúmenes de agua suministrada, consumida y facturada; se calculan las pérdidas globales del sistema y se desagregan por causas componentes técnicas y comerciales.

### 3.3 Volumen Suministrado

La información disponible de caudales a la salida de plantas, tanques de almacenamiento y/o pozos se resume en la Tabla siguiente:

Tabla 28 Volumen suministrado al sistema

Nombre de la Planta o Pozo	Caudal Nominal m3/día	Q suministrado (Caudal real) m3/día	Tipo de medición existente
Planta Guaratoro *	ND	2.160	Ninguna
Planta Jaime Rosenthal *	ND	8.640	Ninguna
Subsistema Chamalucuará *	ND	1.090	Ninguna
Pozo Alcaravanes III **	ND	544	Ninguna
Pozo La Curtiembre ***	ND	701	Ninguna
Pozo La Fresera ***	ND	2.182	Ninguna
Pozo Maracuyá ***	ND	927	Ninguna
Pozo Oficinas SANAA ***	ND	245	Ninguna
Pozo San Antonio **	ND	327	Ninguna
Pozo San Francisco *	ND	218	Ninguna
Pozo San Miguel II ***	ND	864	Ninguna
Pozo San Miguel IV ***	ND	247	Ninguna
Pozo Zaragoza ***	ND	500	Ninguna
<b>TOTAL</b>		<b>18.645</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos \* Informes de Alexis Rodríguez y Gabriel Rivera; \*\* Informes de Geólogos del Mundo; \*\*\* Informes de Morales y Asoc.

### 3.4 Volumen Facturado

La información de usuarios y facturación suministrada por la oficina comercial del prestador se resume en la Tabla siguiente:

Tabla 29 Volumen Facturado

Tipo de usuario	No. de Cuentas	Cuentas con medidor	Cuentas sin medidor	m3 mes facturados con medidor	m3 facturados sin medidor
Doméstico	7.476	0	7.476	0	305.084
Comercial	775	0	775	0	33.715
Industrial	12	0	12	0	1.140
Gubernamental	29	0	29	0	2.386
Otros	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>8.292</b>	<b>0</b>	<b>8.292</b>	<b>0</b>	<b>342.325</b>
				<b>Consumo facturado medido mes</b>	<b>Consumo facturado no medido</b>

Fuente: Elaboración propia con datos del prestador

### 3.5 Volúmenes Suministrados Autorizados no Facturados (Consumos Técnicos)

#### 3.5.1 Volumen de Agua para Lavado de Tanques

Es el volumen empleado para el lavado de tanques de almacenamiento localizados en el área de distribución:  $Q_{CT1}$ . Este volumen debe ser estimado como un valor mensual promedio en metros cúbicos a partir del número de tanques en servicio, del número de veces que se lavan en el año y del volumen que se consume en cada lavado.

A falta de información del prestador, se puede suponer (en el primer balance preliminar) que anualmente se consume un 30% del volumen de tanques en lavado. En los sucesivos balances este valor se cuantificará en cero a menos que otro valor más confiable sea sustentado por el prestador.

La información de aguas de lavado de tanques se resumirá en la Tabla siguiente:

**Tabla 30** Volumen Lavado de tanques

#	Parámetro	Valor
[1]	No. de tanques de almacenamiento en servicio	8
[2]	Volumen de tanques en servicio en m3	2.500
[3] = 30%*[2]	Volumen de aguas de lavado m3 por vez	750
[4]	Número de lavados anual	1
[5] = [4]*[3]/12	$Q_{CT1}$ en m3/mes	62

Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.2 Volumen de Agua por vaciamiento de la red

Corresponde al volumen de drenado normal de las tuberías antes de reparar un daño, para trabajar en seco y al volumen de agua de purga extraído después de la reparación, generalmente a través de válvula o hidrante, hasta clarificar el agua.  $Q_{CT2}$ . Se requiere conocer el número de daños y la longitud de la tubería en el circuito de cierre, esto es el área que debe drenarse en promedio para atender una reparación. En redes sectorizadas con válvulas de corte bien mantenidas esta longitud es en promedio del orden de 600 metros.

A falta de información del prestador se puede asumir un diámetro típico de 100 mm (4 pulgadas) y una longitud media de 1.200 metros, con lo que el volumen por daño reparado puede estar entre 20 m<sup>3</sup> y 50 m<sup>3</sup>. En los sucesivos balances este valor se cuantificará en cero a menos que otro valor más confiable sea sustentado por el prestador.

La información de aguas por vaciado de la red se resumirá en la Tabla siguiente:

**Tabla 31** Volumen Vaciado de red

#	Parámetro	Valor
[1]	No. de daños promedio al mes	30
[2]	Longitud de tubería drenada por daño	1.200
[3] = Área x [2]	Volumen de tuberías drenadas por daño	10
[4]	Número de drenajes por daño (2 a 5)	2
[5] = [4]*[3]	Q <sub>CT2</sub> en m <sup>3</sup> /mes	584

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.3 Suministro por carro-tanques e hidrantes controlados

Corresponde a volúmenes de agua entregados a la ciudadanía a través de carros cisternas propios del prestador o del público, o hidrantes controlados por el prestador para atender demandas en zonas sin servicio o por cortes o racionamientos: Q<sub>CT3</sub>.

La información se resumirá en la Tabla siguiente:

**Tabla 32** Volumen carros cisternas

#	Parámetro	Valor
[1]	No. de cisternas entregadas al mes	150
[2]	Volumen por cisterna en m <sup>3</sup>	9,5
[3] = [2]*[1]	Q <sub>CT3</sub> en m <sup>3</sup> /mes	475

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4 Volumen de agua utilizado por los bomberos

Corresponde a los volúmenes gastados por las entidades de Bomberos para extinción de incendios u otras emergencias que deben ser atendidas por ellos: Q<sub>CT4</sub>. Estos deben reportarse al prestador con datos específicos para que puedan ser aplicados a los balances.

La información se resumirá en la Tabla siguiente:

**Tabla 33** Volumen utilizado por bomberos

#	Parámetro	Valor
[1]	No. de cisternas usadas al mes por bomberos	ND
[2]	Volumen por cisterna	ND
[3] = [2]*[1]	Q <sub>CT4</sub> en m <sup>3</sup> /mes	ND

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Pérdidas Aparentes o Comerciales

Las pérdidas aparentes o comerciales que se describen a continuación, se presentan por consumos no autorizados de distintos tipos de usuarios y por errores de la micro medición:

#### 3.6.1 Usuarios Clandestinos Dispersos

Corresponde al consumo de usuarios ilegales ubicados en zonas habitadas por usuarios legales. Se denomina  $Q_{\text{dispersos}}$ . Este conjunto de usuarios debe ser identificado por el prestador y reportado al ERSAPS a través del dato básico 5 “Número de conexiones clandestinas de agua”.

Se utiliza el  $Q_{\text{facturado medido}}$  de la Tabla de volumen facturado para estimar el consumo de cada uno de estos usuarios.

Entonces:

$$Q_{\text{dispersos}} = \text{“No. de Conexiones clandestinas”} * Q_{\text{facturado medido}}$$

Si no se dispone de micro medición se utiliza el  $Q_{\text{facturado total}}$  de la Tabla de Volumen facturado.

Según sea la eficiencia de la gestión comercial del prestador y la frecuencia de la actualización de la información catastral<sup>5</sup> este valor puede oscilar entre 0% y 7% del  $Q_{\text{facturado total}}$ .

<sup>5</sup> En algunas ciudades la actualización catastral se repite cada año

En posteriores versiones del Balance, el número de usuarios clandestinos podrá ser estimado con los resultados del censo de usuarios. Mientras tanto, el prestador puede hacer un ejercicio por muestreo para estimar los usuarios clandestinos en un conjunto de manzanas seleccionadas al azar en el área de servicio. Sobre un plano catastral contabilizará el número total de predios con servicio de agua potable y el número de predios clientes de la Empresa.

La información se resumirá en la Tabla siguiente:

**Tabla 34** Volumen clandestino disperso

#	Parámetro	Valor
[1]	Dato básico 5 de ERSAPS "Número de conexiones clandestinas de agua"*	400
[2]	Consumo supuesto usuarios clandestinos dispersos litros /hab.- día	300
[3]	Personas por vivienda	5
[4]	Q dispersos en m3/mes	17.964

Fuente: Elaboración propia con datos de los prestadores. \*No se considera confiable el valor de 4 usuarios clandestinos dispersos reportados a ERSAPS. El prestador no cuenta con un censo de usuarios georeferenciado sobre plano digital. Como mínimo debe tener un 5% de usuarios en esta condición, es decir alrededor de 400 usuarios clandestinos.

### 3.6.2 Usuarios Clandestinos Masivos (barrios ilegales)

Este valor se cuantifica por inspección directa de un plano catastral a nivel de polígonos prediales, verificando el número de manzanas en barrios con servicio que no están incorporados a facturación. Cada usuario identificado como ilegal se cuantifica al valor de la facturación media de su clase de uso.  $Q_{\text{masivos}}$

La información se resumirá en la Tabla siguiente:

**Tabla 35** Volumen clandestino masivos

#	Parámetro	Valor
[1]	Número de manzanas ilegales	0
[2]	Número de predios ilegales en las manzanas	0
[3]	Número total de cuentas del prestador (Tabla No. 2)	0
[4] = [2]/[3]	% de usuarios clandestinos masivos	0
[5]	Volumen facturado mes por el operador (Tabla No. 2)	0
[6] = [4]*[5]	$Q_{\text{masivos}}$ en m3/mes	0

Fuente: Elaboración propia



### 3.6.3 Usos fraudulentos

Corresponde al consumo de clientes que utilizan tubería paralela a la conexión legal (by pass) o que manipulan o adulteran el aparato de medida a fin de que registre solo una fracción del consumo real:  $Q$  fraudulento. Este valor puede ser cuantificado a través de la revisión del número de usuarios identificados por el área comercial en un año determinado en situación de medidor adulterado o conexión paralela.

La información se resumirá en la Tabla siguiente:

**Tabla 36** Volumen consumos fraudulentos

Parámetro	Valor
<b>Número de usuarios identificados por el área comercial en un año determinado en situación de medidor adulterado o conexión paralela.</b>	0

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.4 Pérdidas de usuarios facturados por promedio

Corresponde al mayor valor consumido realmente por los usuarios facturados por promedio.  $Q_{\text{promedio}}$

Esta pérdida se evaluará de la siguiente forma:

**Tabla 37** Mayor Volumen de usuarios facturados por promedio

#	Parámetro	Valor
[1]	Número de usuarios facturados por promedio	8.292
[2]	Mayor consumo de usuarios facturados por promedio litros /hab.- día	24
[3]	Personas por vivienda	4,99
[4] = [1]*[2]*[3]	$Q_{\text{promedio}}$ en m3/mes	29.792

Fuente: Elaboración propia

### 3.6.5 Inexactitudes de la micro medición

$Q_{\text{mm1}}$  = Caudal consumido por los usuarios, sub-registrado por el micro medidor. Se presenta por error creciente en la medición del consumo normal con la “edad” (lectura acumulada) de los micro medidores.

$Q_{mm2}$  = Caudal de consumos no medidos. Se presenta por no registro de consumos inferiores al caudal de arranque del medidor (12 litros/hora en Clase B), propios de la clase metrológica del medidor.

A falta de información propia, se adoptará un 5% como error de registro global de aparatos micro medidores de velocidad clase metrológica B.

Grafico 6 Inexactitud de micro medidores



La información de error de micro medición se resumirá en la Tabla siguiente:

Tabla 38 Inexactitud de los micro medidores

#	Parámetro	Valor
[1]	Consumo facturado medido en m3 (Tabla 2)	0
[2] =5%	Error global de la micro medición	0
[3] =[1]*[2]	$Q_{mm1} + Q_{mm2}$	0

Fuente: Elaboración propia

### 3.7 Pérdidas técnicas o reales

Las Pérdidas Técnicas (también denominadas reales)  $Q_{pérdidas\ técnicas}$  están conformadas por volúmenes de agua perdidos por daños o defectos de estanqueidad de cualquier elemento del sistema de distribución: escapes, sean o no visibles, en tanques de almacenamiento, tuberías primarias o secundarias, en accesorios de unión y de control de la red, como juntas, válvulas de cierre, hidrantes, estaciones controladoras de presión, instalaciones de medición de presiones y caudales etc.

Comprende las siguientes categorías:

- Fugas y daños en redes matriz y sistema de distribución
- Fugas y reboses en el sistema de almacenamiento
- Fugas en conexiones domiciliarias antes del medidor

Estos tres tipos de pérdidas se estudian a continuación

### 3.7.1 Pérdidas Técnicas Inevitables

El límite inferior para las pérdidas reales, considerando la mejor capacidad disponible para realizar el control activo e intensivo de pérdidas, donde todos los daños y fugas son identificados y reparados rápida y efectivamente, se denomina el nivel de pérdidas “inevitables”<sup>6</sup>, PTI o (UARL)<sup>7</sup>

Conforme a las investigaciones de IWA, las pérdidas técnicas<sup>8</sup> se presentan en tres componentes principales del sistema de distribución: La red, las acometidas y las conexiones o cajas domiciliarias.

La tabla que se presenta a continuación presenta las estadísticas de daños inevitables en estos componentes en sistemas idealmente mantenidos en términos de manejo de presiones, atención de daños, búsqueda de fugas y manejo de activos. No se consideran pérdidas en almacenamientos, dado que son fáciles de identificar y controlar. Las tasas de flujo se calculan para una presión de 50 mca.

**Cuadro 8** Estadísticas internacionales de daños inevitables por componentes

Componente	Fugas no visibles	Daños y fugas Visibles reportadas	Daños y fugas Visibles no reportadas
Red de distribución	20 Litros /Km. /hora	0.124 daños/ Km./ año; Q =12 m3/ hora; D = 3 días	0.006 daños/ Km./ año; Q =6 m3/ hora; D = 50 días
Conexiones domiciliarias	1.25 Litros/ conexión/ hora	2.25/ 1.000 conexiones/ año Q =1.6 m3/ hora; D = 8 días	0.75/ 1.000 conexiones/ año Q =1.6 m3/ hora; D = 100 días
Tubos de Acometidas	0.50 Litros/ conexión/ hora	1.5/ 1.000 conexiones/ año Q =1.6 m3/ hora; D = 9 días	0.50/ 1.000 conexiones/ año Q =1.6 m3/ hora; D = 101 días

<sup>6</sup> Unaccounted for water and the economics of leak detection [Integrated Waste Services Association](#)

<sup>7</sup> UARL: Unavoidable annual real losses

<sup>8</sup> Grupo de trabajo en control de pérdidas de International Water Association, IWA, Berlín 2005

Estos valores, reducidos a la misma unidad en cada componente, se presentan en la tabla siguiente:

**Cuadro 9** Pérdidas técnicas inevitables (UARL) por componentes

Componente	Fugas no visibles	Daños y fugas Visibles reportadas	Daños y fugas Visibles no reportadas	TOTAL	Unidades
Red de distribución	9.60	5.80	2.60	18.00	Litros/ Km. Red/ día/ m. de presión
Conexiones Domiciliarias	0.60	0.04	0.16	0.80	Litros/ conexión/ día/ m. De presión
Tubos de Acometidas	16.00	1.90	7.10	25.00	Litros/ Km. Acometidas/ día/ m. de presión

**Ejemplo de cálculo para las pérdidas inevitables por daños reportados en la red de distribución:**

Parámetros relevantes en este componente y Valores de estos parámetros según estándares IWA:

- Frecuencia de daños: 0.124 daños/ Km/ año;
- Tasa media de pérdida: Q =12 m3/ hora;
- Duración media del daño: D = 3 días

Pérdidas Técnicas Inevitables por daños reportados en redes:

$$= 0.124 \text{ daños/ Km/año} * 12 \text{ m}^3/\text{hora} * 24 \text{ horas/ día} * 3 \text{ días}$$

$$= 107 \text{ m}^3/\text{año/ Km. a 50 metros de presión}$$

$$= 293 \text{ Litros/ Km/ día a 50 metros de presión}$$

$$= 5.8 \text{ litros/ Km/día/ metro de presión}$$

**Ejemplo de cálculo para las pérdidas inevitables por Fugas No Visibles en Tubos de acometida:**

Parámetros relevantes en este componente y Valores de estos parámetros según estándares IWA:

- PTI por metro de conexión con presión en el sistema de 50 mca: = 0,5 litros/hora
- Longitud de conexión = 15 metros

Pérdidas Técnicas Inevitables por fugas no visibles en tubos de acometida por Km de acometidas y por metro de presión:

$$= 0.5 \text{ litros/conexión*hora*50 mca}$$

$$= 0.5 \text{ litros/conexión}*(0.015 \text{ Km/conexión})*\text{hora}*(\text{día}/24 \text{ horas})*50\text{mca}$$

$$= 0.5 \text{ litros}*24/0.015*50*\text{Km}*\text{día}*mca$$

$$= 16 \text{ Litros/ Km*día*metro de presión}$$

En conclusión, los componentes de las pérdidas técnicas inevitables PTI (UARL) son los siguientes:

- En la red de distribución: 18,0 litros/ Km. Red/ día/ m de presión
- En conexiones Domiciliarias: 0,8 litros/ conexión/ día/ m de presión
- En acometidas: 25,0 litros/ Km./ día/ m de presión

$$[1] \text{ PTI (en litros/ día) } = (18 \times L \text{ red} + 0.80 \times Nc + 25 \times L \text{ acometidas}) * P$$

Parámetros para el cálculo de pérdidas técnicas inevitables<sup>9</sup>:

**Cuadro 10** Pérdidas técnicas inevitables (UARL) por componentes

Parámetro	Definición	Valor
Nc	Número de Usuarios agua Potable (legales e ilegales)	<b>8.692</b>
L Red	Longitud red de distribución	<b>142,5</b>
L media acometidas	Longitud media de las acometidas	<b>6</b>
L total acometidas	Longitud total de las acometidas	<b>50,2</b>
P	Presión promedio en el sector	<b>20</b>

Reemplazando estos valores en la ecuación [1], las pérdidas técnicas mínimas inevitables en el sistema de distribución del Sector son, según la metodología IWA:

$$\text{PTI (en litros/ día) } = (18 \times L \text{ red} + 0.80 \times Nc + 25 \times L \text{ acometidas}) * P$$

$$\text{PTI} = (18 \times 142,5 + 0,8 \times 8.692 + 25 \times 50,2) \times 20 =$$

$$(2.565 + 6.954 + 1.255) \times 20 = 10.774 \times 20 \text{ litros/día} = 6.464 \text{ m}^3/\text{mes}$$

$$\text{Pérdidas reales} = 10 * \text{PTI} = 64.640 \text{ m}^3/\text{mes}$$

<sup>9</sup> Managing leakage report. Interpreting measured night flow. ISBN 1 898920 10 9; 1994; y otros

### 3.7.2 Relación entre pérdidas inevitables y pérdidas reales

La relación entre estas pérdidas técnicas o reales de cada sistema  $Q$  pérdidas técnicas y las Pérdidas Técnicas Inevitables (PTI) arroja el indicador de pérdidas propio de la infraestructura, ILI, el cual en países desarrollados varía entre 1 y 3 según observaciones de IWA en 27 sistemas de acueducto.

Los valores menores del ILI se logran cuando se cumplen las siguientes condiciones:

- Se asegura el rango de presiones “óptima” en la red de distribución.
- Se controla la duración de atención de daños basados en control activo, intensivo de pérdidas, identificando los flujos nocturnos en mallas de distribución altamente sectorizadas.
- Se mantienen un programa activo de búsqueda de fugas (ILI < 5)
- Se mantiene una política de renovación de redes como mantenimiento de activos.

El valor del indicador ILI observado en sistemas o sectores analizados de Colombia, Ecuador y Panamá varía entre 3 y mayor que 10. En el caso de los sistemas estudiados, se recomienda adoptar en principio un ILI de 10, es decir, en principio se estimarán las pérdidas técnicas como 10 veces las Pérdidas Técnicas Inevitables. En la medida en que se disponga de información de caudales nocturnos y caudales producidos se podrá afinar el valor de las pérdidas reales y calcular el verdadero ILI.

$$Q \text{ pérdidas técnicas} = 10 * PTI$$

### 3.8 Balance Hídrico Resumen de resultados

El balance del agua en el sistema, es decir el destino final del agua suministrada a la red de distribución de agua potable, se presenta a continuación en términos de los distintos tipos de consumos, pérdidas y desperdicios descritos en los numerales anteriores.

**Tabla 39** Balance Hídrico Resumen

Componente	Definición	Valor en m <sup>3</sup> /mes
<b>Q suministrado</b>	<b>Caudal distribuido al sistema</b> (18.645 m <sup>3</sup> /día producción estimada)	<b>559.350</b>
Q facturado medido	Caudal facturado a los usuarios con micro medición de un año continuo (0 usuarios legales con micromedidor)	<b>0</b>
Q facturado no medido	Caudal facturado a los usuarios por promedio (corresponde a 8.292 usuarios legales facturados sin micromedidor)	<b>342.325</b>
<b>Q facturado</b>	<b>Q facturado medido + Q facturado no medido</b>	<b>342.325</b>
Q <sub>CT1</sub>	Volumen de Agua utilizado en Lavado de Tanques y pozos de succión	<b>62</b>
Q <sub>CT2</sub>	Volumen de Agua por vaciamiento de la red	<b>584</b>
Q <sub>CT3</sub>	Suministro por carro-tanques e hidrantes controlados	<b>475</b>
Q <sub>CT4</sub>	Volumen de agua utilizado por los bomberos	<b>ND</b>
<b>Q consumos técnicos</b>	<b>Q<sub>CT1</sub>+ Q<sub>CT2</sub>+ Q<sub>CT3</sub>+Q<sub>CT4</sub></b>	<b>1.121</b>
Q dispersos	Consumos no facturados por usuarios clandestinos dispersos. (se supone 400 usuarios ilegales; 4,99 ppv; dotación; 300 lts/hab.-día; 599 m <sup>3</sup> /día)	<b>17.964</b>
Q masivos	Consumos no facturados por asentamientos clandestinos masivos	<b>0</b>
Q fraudulento	Caudales consumidos por usuarios legales no facturados debido a manipulación del medidor o la acometida por el usuario	<b>0</b>
Q promedio	Consumo en exceso de usuarios facturados por promedio (se supone 8.292 usuarios legales facturados sin micromedidor; 4,99 ppv; dotación; 24 lts/hab.-día; 993 m <sup>3</sup> /día)	<b>29.792</b>
Q <sub>mm1</sub> Q <sub>mm2</sub>	Pérdidas por Submedición del micro medidor con el tiempo Pérdidas por sub-registro sensibilidad de arranque del medidor	<b>0</b>
<b>Q pérdidas comerciales</b>	<b>Q dispersos+ Q masivos + Q fraudulento +Q promedio + Q<sub>mm1</sub> + Q<sub>mm2</sub></b>	<b>47.756</b>
<b>Q pérdidas técnicas</b>	<b>Caudales perdidos en la red de distribución</b> 10 pti = 64.640 m <sup>3</sup> /mes; (es posible que el caudal distribuido al sistema esté sobre dimensionado)	<b>168.148</b>

### 3.8.1 Desagregación IANC

**Tabla 40** Índice de Agua No Contabilizada IANC en porcentaje del caudal distribuido

Componente	
<b>IANC Total</b> $(Q_{\text{distribuido}} - Q_{\text{facturado}}) / Q_{\text{distribuido}}$	<b>39,0%</b>
<b>IANC por causas comerciales</b> $Q_{\text{pérdidas comerciales}} / Q_{\text{distribuido}}$	<b>9,0%</b>
<b>IANC por causas Técnicas</b> $Q_{\text{pérdidas técnicas}} / Q_{\text{distribuido}}$	<b>30,0%</b>

Los valores de IANC obtenidos son elevados en el contexto de América Latina debido a que los sistemas no cuentan con herramientas básicas como censo de usuarios, catastro de redes y modelación matemática, que les permita controlar el destino de las aguas suministradas a los usuarios.

Estos valores pueden modificarse sensiblemente cuando se cuente con macro medición permanente del caudal suministrado y se conozca el patrón de consumo de los usuarios (incluso antes de contar con micro medición efectiva universal). Por tanto no se recomienda utilizar este indicador dentro de los de línea base.



## 4 CAPITULO IV: PLAN DE ACCIÓN INMEDIATA

### 4.1 Antecedentes de las Obras Urgentes

En la formulación del Plan de acción inmediata se tuvo en cuenta el diagnóstico de los sistemas realizado por la Consultoría entre Enero y Mayo de 2011, y las conclusiones de los estudios y diagnósticos disponibles recibidos de los operadores y PROMOSAS.

El objetivo del Plan de Acción Inmediata es alcanzar una mejora rápida del prestador y del nivel del servicio mediante la construcción de obras y la adquisición e instalación de equipos, aquí propuestos.

Los términos de referencia se ejecutarán en un mes luego de aprobado el alcance del PAI por PROMOSAS y el prestador. La licitación de obras, equipos y materiales hidráulicos se estima que tendrá una duración de 6 (seis) meses; y la ejecución de Obras y suministro de equipos tendrá una duración de 15 (quince) meses

De acuerdo con los resultados del diagnóstico realizado por el Consorcio, se identificaron las categorías o tipos de obras y acciones descritos a continuación.

### 4.2 Descripción y Resultados Esperados por Tipo de Obras Urgentes

#### 4.2.1 Obras relacionadas con el manejo de la red de distribución (sectorización)

##### 4.2.1.1 Reemplazo de válvulas de cierre de la red de distribución

Comprende el suministro e instalación de válvulas, cajillas, tapa válvulas y retiro de válvulas fuera de servicio indicadas en la Tabla siguiente.

**Tabla 41** Reemplazo de válvulas de cierre de la red de distribución Prioridad 1

	<b>Cantidad</b>	<b>P.U. (Lps)</b>	<b>Valor (Lps)</b>
Válvulas 3" a 12"	241	9.227	2.219.010
		<b>Total</b>	<b>2.219.010</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP

El propósito es facilitar el manejo ordinario de la red de distribución a través de la operación de válvulas en buen estado (por ejemplo para realizar reparaciones) y especialmente agilizar la repartición del agua por sectores geográficos durante los eventos de racionamiento de agua por emergencias de suministro.

#### 4.2.1.2 Refuerzo de tramos de redes de diámetros menores y cierre de mallas

Comprende el suministro e instalación de tuberías de refuerzo de los diámetros indicados en la Tabla siguiente. Incluye excavación, retiro de sobrantes, relleno y compactación. No incluye reposición de pavimentos.

**Tabla 42** Refuerzos de la red de distribución. Prioridad 1

	<b>Longitud metros</b>	<b>P.U. (Lps)</b>	<b>Valor (Lps)</b>
Tubería PVC 2" a 8"	9.120	323	2.945.760
		<b>Total</b>	<b>2.945.760</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP. Nota: El conocimiento del sistema por parte del prestador es insuficiente para definir tramos de refuerzo. Se requiere ejecutar el catastro de usuarios y la modelación matemática.

El propósito es mejorar la calidad del servicio (presión y continuidad) en sectores específicos con suministro intermitente de agua y optimizar el trazado (topología) de la red de distribución.

#### 4.2.1.3 Construcción de tanques de almacenamiento

A fin de disponer de volúmenes de reserva de agua para atender emergencias (daños y suspensiones), cubrir variaciones horarias de consumo y establecer cabezas de sectores de servicio, es necesario completar el volumen faltante de almacenamiento, conforme a la norma nacional (35% del Caudal medio diario) mediante la construcción de uno o más tanques. Incluye obras civiles de construcción de tanque de concreto armado en superficie, suministro e instalación de todos los accesorios, válvulas y tuberías. No incluye costo de compra de terrenos.

**Tabla 43** Tanques de almacenamiento Prioridad 1

Sitio	Volumen en m3	P.U. (Lps/m <sup>3</sup> )	Valor (Lps)
Calanterique *	871	7.529	6.555.049
<b>Total</b>			<b>6.555.049</b>

\*En proceso de licitación por PROMOSAS

**Tabla 44** Tanques de almacenamiento Prioridad 2\*

Sitio	Volumen en m3	P.U. (Lps/m <sup>3</sup> )	Valor (Lps)
Por definir con catastro y modelación	767	7.529	5.777.453
<b>Total</b>			<b>5.777.453</b>

\*A ejecutar con recursos no disponibles en el momento

## 4.2.2 Obras relacionadas con las zonas abastecidas por pozos

### 4.2.2.1 Completar infraestructura y equipos de pozos existentes

El propósito es asegurar la correcta operación de pozos perforados. Incluye obras civiles de construcción de la caseta (cuando hace falta) y suministros e instalaciones de los demás elementos: Sello sanitario, Sensor de nivel, Motobombas, Medidor de caudal, Arrancador, Clorinator, Acometida y protección eléctrica.

**Tabla 45** Infraestructura y equipos de pozos existentes. Prioridad 1

Componente	Cantidad	P.U. (Lps)	Valor (Lps)
Caseta	2	39.900	79.800
Cerco Perimetral	1	20.000	20.000
Sello sanitario	0	1.900	0
Sensor de nivel	0	1.900	0
Motobombas	1	64.600	64.600
Arrancador	0	1.900	0
Clorinator	7	9.500	66.500
Acometida y protección eléctrica	1	17.100	17.100
<b>Total</b>			<b>248.000</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP.

#### 4.2.2.2 Construcción de pequeños tanques de almacenamiento asociados a pozos

Para asegurar cabeza de presión constante, optimizar el consumo de energía y reducir el bombeo directo a la red en áreas abastecidas por pozos de aguas subterráneas, se recomienda la construcción de tanques metálicos de 25 a 50 m<sup>3</sup> y soporte de 15 a 25 metros de altura asociados a pozos que actualmente estén impulsando las agua a la red de distribución. En el sistema de Siguatepeque no se requieren estas estructuras.

**Tabla 46** Pequeños tanques de almacenamiento asociados a pozos

Ubicación	Volumen en m3	P.U. (Lps/m <sup>3</sup> )	Valor (Lps)
No requiere	0	11.293	0
<b>Total</b>			<b>0</b>

#### 4.2.3 Monitoreo de caudales, presiones y niveles y búsqueda de fugas

##### 4.2.3.1 Adquisición de equipos de búsqueda de fugas y mediciones

El propósito es dotar al prestador de los equipos de medición y registro puntual de caudales, presiones y niveles y búsqueda de fugas que le permitan monitorear el funcionamiento de la red de distribución. Las especificaciones de estos equipos: Medidor portátil ultrasónico, Datta logger, Geófono, GPS de precisión sub métrica, Detector de metales y Herramientas básicas se presentan en el Anexo 2 del Informe General.

**Tabla 47** Equipos de fugas y mediciones. Prioridad 1

Componente	Cantidad	P.U. (Lps)	Valor (Lps)
Medidor portátil ultrasónico	1	199.500,0	199.500
Datta logger	6	30.400,0	182.400
Geófono	1	98.800,0	98.800
GPS de precisión sub métrica	1	40.000,0	40.000
Detector de metales	1	32.300,0	32.300
Herramientas básicas	1	9.500,0	9.500
<b>Total</b>			<b>562.500</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP.

#### 4.2.3.2 Campaña de mediciones operativas

Una vez se disponga de los equipos mencionados en el numeral anterior, se establecerá una programación de mediciones de caudales, presiones y niveles a realizarse por el prestador durante al menos 4 días seguidos (incluyendo un fin de semana) por sectores de servicio. Incluirá además el levantamiento de perfiles de líneas principales y determinación de cotas de tanques, plantas, tomas y puntos de red con GPS.

Los lineamientos para la organización de la campaña de mediciones y las especificaciones de los equipos requeridos se detallan en el Anexo 2 del Informe General.

Como resultado de esta actividad se obtendrá un Mapa de presiones y horas de servicio por sectores o barrios.

#### 4.2.4 Optimización del sistema de producción de agua potable

##### 4.2.4.1 Obras en tomas, aducciones, plantas de tratamiento y conducciones

El propósito de esta categoría de obras es solucionar cuellos de botella evidentes, detectados durante el diagnóstico de cada sistema, en los componentes de la infraestructura de captación, producción y conducción. Se adjuntarán planos, presupuesto y descripción de las obras, componentes físicos, problema a resolver y resultados esperados.

Tabla 48 Obras Sistema de Producción Prioridad 1

Componente	Cantidades principales	Presupuesto (Lps)
Desarenador en obras de toma	3	560.500
Reparación de fugas en presas	4	285.000
Tomas a distintos niveles (El Tablón y La Porra )	2	437.000
Banco de transformadores, acometida y protección eléctrica	1	95.000
Reparación fugas Tanque Santa. Marta	1	47.500
Reparación Planta Jaime Rosenthal Oliva	Global	571.900
Equipo de protección personal de planta tratamiento Guaratoro	Global	47.500
	<b>Total</b>	<b>2.044.400</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP.

**Tabla 49** Obras Sistema de Producción Prioridad 2

<b>Componente</b>	<b>Cantidades principales</b>	<b>Presupuesto (Lps)</b>
<b>Planta de tratamiento (tecnología agua clara), Chamalucuará</b>	Global	2.375.000
	<b>Total</b>	<b>2.375.000</b>

A ejecutar con recursos no disponibles a la fecha. Se requieren estas inversiones para alcanzar las metas operacionales del prestador.

#### 4.2.5 Suministro de Equipos de medición de caudales producidos y facturados

##### 4.2.5.1 Suministro de Macro medidores Tipo Woltman

El propósito de esta categoría de obras es medir el 100% del agua producida. Las especificaciones de los equipos medidores tipo Woltman se presentan en el Anexo 2 del Informe General. Incluye contra-bridas, empaques, pernos de instalación, e impuesto de importación. No incluye los costos de instalación.

**Tabla 50** Equipos de macro medición. Prioridad 1

<b>Ubicación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Diámetro</b>	<b>P.U. (Lps)</b>	<b>Valor (Lps)</b>
<b>A definir con el catastro de redes y la modelación</b>	24	Varios	19.956	478.952
			<b>Total</b>	<b>478.952</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP.

##### 4.2.5.2 Suministro de micro medidores

El propósito de esta categoría de obras es medir el 100% del agua potable suministrada a los usuarios. Las especificaciones de los micro medidores de chorro múltiple, Clase B, se presentan en el Anexo 2. Incluye las piezas de conexión con sus respectivas tuercas y empaques para los dos extremos del medidor, registro de corte, registro de rueda o bola e impuestos de nacionalización. No incluye costos de instalación ni trabajo social.

Se prevé también la adquisición de 10 medidores electrónicos Clase D por prestador para caracterizar los patrones de consumo de los usuarios. El prestador utilizará estos equipos para realizar una campaña permanente de medición de caudales durante al menos 4 días continuos (incluyendo un fin de semana) en usuarios seleccionados según el diámetro de

la acometida, la tipología de la instalación domiciliaria, las condiciones de presiones de la red de distribución y la existencia o no de micro medidor.

**Tabla 51** Equipos de micro medición. Prioridad 1

Tipo	Cantidad	Diámetro	P.U. (Lps)	Valor (Lps)
Electrónicos Clase D	10	½"	6.650,0	66.500
Chorro múltiple Clase B	2.491	½"	950	2.366.070
<b>Total</b>				<b>2.432.570</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP.

**Tabla 52** Equipos de micro medición. Prioridad 2

Tipo	Cantidad	Diámetro	P.U. (Lps)	Valor (Lps)
Chorro múltiple Clase B	5.811	½"	950	<b>5.520.830</b>
<b>Total</b>				

A ejecutar con recursos no disponibles a la fecha. Se requieren estas inversiones para alcanzar las metas operacionales del prestador.

#### 4.2.6 Inversiones especiales en prestadores en proceso de consolidación

Incluye la adquisición e implementación de software administrativo, comercial y operativo; diseño y construcción de oficinas e instalaciones; equipamiento de oficinas, vehículos, herramientas y equipo de operación.

**Tabla 53** Inversiones especiales. Prioridad 1

Componente	Cantidad	Presupuesto (Lps)
Software	1	950.000
<b>Total</b>		<b>950.000</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP.

**Tabla 54** Inversiones especiales. Prioridad 2

Componente	Cantidad	Presupuesto (Lps)
Oficinas	1	2.000.000
Equipamiento Oficinas	1	150.000
Vehículos, Equipos y Herramientas	1	605.000
<b>Total</b>		<b>2.755.000</b>

A ejecutar con recursos no disponibles a la fecha. Se requieren estas inversiones para alcanzar las metas operacionales del prestador.

### 4.3 Resumen de Obras prioritarias

La Tabla a continuación presenta el presupuesto indicativo de inversiones por categorías.

**Tabla 55** Resumen de Costos de Obras Prioridad 1

<b>Categoría de Inversión</b>	<b>Presupuesto en Lempiras</b>
Reemplazo de válvulas de la red de distribución	2.219.010
Refuerzo de redes y cierre de mallas	2.945.760
Construcción de tanques de almacenamiento	0
Completar infraestructura y equipos de pozos	248.000
Pequeños tanques asociados a pozos	0
Equipos de monitoreo de caudales, presiones y niveles y búsqueda de fugas	562.500
Obras en tomas, aducciones, plantas de tratamiento y conducciones	2.044.400
Suministro de Macro medidores Tipo Woltman	478.952
Suministro de micro medidores	2.432.570
Inversiones especiales en prestadores en proceso de consolidación	950.000
<b>Total</b>	<b>11.881.192</b>

A ejecutar con recursos disponibles de PROMOSAS según presupuesto de la UAP.

**Tabla 56** Resumen de Costos de Obras Prioridad 2

<b>Categoría de Inversión</b>	<b>Presupuesto en Lempiras</b>
Construcción de tanques de almacenamiento	5.777.453
Obras en tomas, aducciones, plantas de tratamiento y conducciones	2.375.000
Suministro de micro medidores	5.520.830
Inversiones especiales en prestadores en proceso de consolidación	2.755.000
<b>Total</b>	<b>16.428.283</b>

A ejecutar con recursos no disponibles a la fecha. Se requieren estas inversiones para alcanzar las metas operacionales del prestador.



#### 4.4 Conclusiones y recomendaciones

Es necesario apoyar los prestadores facilitando el financiamiento para implementar las recomendaciones, ya que les ayudará a mejorar las condiciones físicas y sanitarias del sistema e iniciar el cumplimiento de la legislación vigente especialmente el Reglamento General de Salud Ambiental que en su artículo No. 20 literalmente reza: "Toda entidad administradora de abastecimiento de agua para consumo humano, para uso doméstico o para la industria alimenticia, ya sea pública, nacional, municipal o local, estará obligada a controlar las condiciones físicas y sanitarias del sistema, así como la calidad del agua suministrada mediante análisis de laboratorio, en los puntos de muestreo donde la entidad de salud lo estime más conveniente y con la frecuencia estipulada por la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable, llevando un registro en que se haga constar el estado de la obra y su funcionamiento y la calidad de agua suministrada. Al detectar fallas en el sistema o en la calidad de agua que sobrepasen los valores máximos admisibles establecidos en la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable, los responsables deberán proceder de inmediato a corregirlas en forma apropiada, informando la autoridad de la respectiva Región o Área de Salud"

Con la adquisición de equipos para realizar control de proceso y control de calidad del agua en la red de distribución se ayudará a los prestadores a cumplir el Reglamento General de Salud Ambiental en su artículo 21 y la Norma Técnica Nacional para la Calidad del Agua Potable en sus artículos 6 y 7.

Una vez realizadas las mejoras de las condiciones físicas y sanitarias de los componentes del sistema de agua; e implementando el control de calidad, se logrará que los prestadores suministren a la población agua que cumpla la normativa.

Se consideran las siguientes recomendaciones:

- Es prestador requiere de mucho apoyo en todas las áreas, pero la de más urgente atención es la comercial. Hasta la fecha ha logrado ingresos que le permiten cubrir sus gastos operativos, pero su disponibilidad para atender reparaciones mayores, sustitución de equipos u otro tipo de inversiones de carácter preventivo son muy exiguas. Además que su dependencia en una buena parte de agua subterránea, lo hace muy vulnerable a factores externos fuera de su control.

- A la par de las inversiones en infraestructura que PROMOSAS tiene en marcha y otras indicadas en el PAI, es importante iniciar campañas educativas sobre una nueva cultura del uso del agua y sobre los beneficios de la micromedición, de forma que cuando las obras estén listas y se refleje en un mejor servicio, también la población esté preparada para asumir sus responsabilidades. Además deben desarrollarse campañas permanentes y establecer mecanismos adecuados para el cuidado y manejo de las cuencas de las fuentes superficiales que utilizan.
- El prestador ha considerado que el contar con nuevas oficinas no es una de sus mayores prioridades. De igual forma en el PAI no se ha considerado como una de las inversiones prioritarias, sin embargo se deben tomar las provisiones para dotar al prestador de un predio adecuado para construir sus oficinas, además con espacio para bodegas.
- El prestador debe implementar acciones para tener un adecuado control sobre sus ingresos y su facturación.
- Hacer más campañas orientadas a impactar o apropiar el nombre del prestador Aguas de Siguatepeque. Se deben revisar los tipos de mensajes o formas de difusión del nombre del prestador.
- Revisar la estructura de atención al cliente desde el momento que se presenta un reclamo por el servicio hasta que se da respuesta, porque un cliente insatisfecho puede influir en otros clientes, es necesario. Revisar la organización de la empresa y determinar las posibles fallas que se estén presentando.
- Contratar a la empresa que realice la rehabilitación de la Planta Convencional Mecanizada Jaime Rosenthal Oliva. Para ello se debe iniciar con la elaboración de los Términos de Referencia para proceder a la contratación de la Empresa.
- Adquirir el equipo de protección para manejo de cloro necesario para poner en funcionamiento la planta potabilizadora de Guaratoro.
- Adquirir equipos para desinfección de los pozos que bombean directo a la red de distribución, que son: San Miguel II, San Miguel IV, San Francisco y San Antonio.
- Poner a funcionar los hipocloradores de los tanques El Parnaso y Santa Marta o adquirir equipos de desinfección para los pozos Curtiembre y Alcaravanes III y Maracuyá que bombean a estos tanques.
- Construcción de un sistema de tratamiento para la fuente de Chamalucuará que reduzca la turbiedad usando la tecnología Aguaclara.

- A mediano plazo, implementar en la planta potabilizadora de Guaratoro modificaciones que permitan reducir los gradientes de velocidad, para que en épocas de lluvia pueda efectuar la remoción de turbiedad y color que actualmente se hace con dificultad debido a deficiencias en las áreas de Coagulación, floculación y decantación.
- Capacitación de personal responsable de la Planta Potabilizadora “Jaime Rosenthal Oliva”, por lo menos a un grupo mínimo de 6 personas. Capacitación de personal para el manejo de la Planta Potabilizadora Guaratoro. Capacitación de personal para el manejo de la desinfección mediante hipoclorito de sodio en los pozos.
- Realizar el catastro de usuarios.
- Realizar el catastro de redes de agua potable.
- Se recomienda que se agilice el trámite del traspaso por parte del SANAA del predio donde está ubicado el pozo conocido como “pozo Oficinas del SANAA”.
- Una vez implementadas las inversiones de la Prioridad 1, los indicadores de continuidad, calidad y cobertura se verán sustancialmente mejorados. Por supuesto, es muy importante que se implementen también las inversiones de la Prioridad 2, que se refiere a micromedición, almacenamiento, la planta de tratamiento de Chamalucuará y las oficinas.