b) Procedimiento para Seleccionar la Región Prioritaria

El procedimiento para seleccionar la región prioritaria está mostrado en la Fig. 4-3. Hay dos pasos:

Primer paso : Selección de alternativas
Segundo paso : Selección de la región prioritaria

En el primer paso se asume que los proyectos de alcantarillado/saneamiento en cada región serán implementados independientemente. Ya se efectuó un análisis preliminar para seleccionar regiones prioritarias alternativas.

- Nivel de reducción de cargas contaminantes;
- Eficiencia de inversión;
- Disposición para pagar;
- Contribución para protección de las fuentes de agua potable;
- Disponibilidad de plantas para tratamiento de aguas residuales.

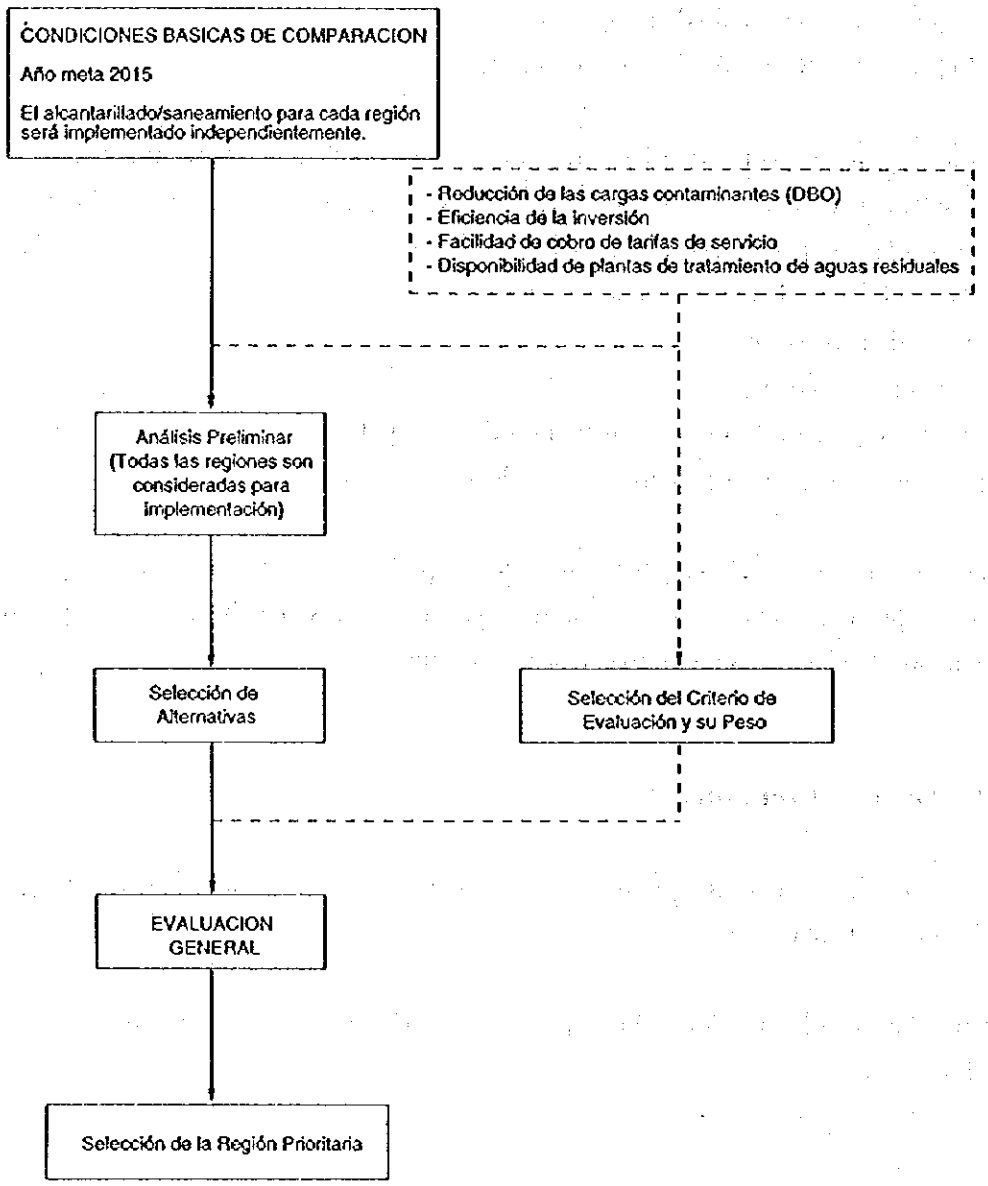
En el segundo paso, se seleccionaron las regiones prioritarias entre las alternativas, a través de una evaluación general que examinó las alternativas en base a los parámetros seleccionados en el análisis preliminar y otros factores.

4.3.2 Análisis Preliminar

Los datos principales para los proyectos de alcantarillado/saneamiento en cada región están resumidos en la Tabla 4-12.

Asimismo, los resultados del análisis preliminar están descritos abajo y resumidos en la Tabla 4-13.

Fig. 4-3



REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO FLUJOGRAMA DE SELECCION DEL PROYECTO PRIORITARIO

Table 4-12 Resumen de los Datos Principales para el Proyecto en Cada Región

Parámetros	Regiones de la Cuenca del Motagua					Regiones del Lago Amatitlán			Total
	Central	Norte 1	Norte 2	Este 1	Este 2	Sur 1	Sur 2	Sur 3	
1. Población (cápita)									
Población actual (en 1994)	505,000	180,000	70,000	251,000	31,700	40,000	83,000	139,000	1,299,700
Población planeada (2015)									
Alcantarillado	751,800	379,100	0	500,800	0	277,500	183,600	276,100	2,368,900
Saneamiento	109,600	12,900	150,000	20,200	40,000	2,500	8,000	2,900	346,100
Total	861,400	392,000	150,000	521,000	40,000	280,000	191,600	279,000	2,715,000
2. Area Planeada (ha)	7,227	2,232	740	3,935	1,155	1,648	2,293	2,414	21,644
3. Caudal de Diseño de Aguas Residuales (m3/día)									
Sistema de Alcantarillado									
Caudal promedio diario	237,757	88,899	0	120,382	0	63,983	50,969	65,734	627,724
Caudal máximo diario	260,311	96,481	0	130,398	0	69,533	54,641	71,256	682,620
Caudal horario máximo	389,057	143,679	0	195,692	0	102,991	85,414	106,619	1,023,452
Sistema de Saneamiento									
Caudal promedio diario	18,084	2,129	24,750	3,333	6,600	413	1,320	479	57,108
Caudal máximo diario	19,892	2,341	27,225	3,666	7,260	454	1,452	526	62,816
Caudal horario máximo	54,252	6,386	74,250	9,999	19,800	1,238	3,960	1,436	171,321
4. Estimativa de Generación de Cargas Contaminantes (DBO ton./día)									
Alcantarillado	66.57	24.89	0.00	33.71	0.00	17.92	14.27	18.40	175.76
Saneamiento	5.97	0.70	8.17	1.10	2.18	0.14	0.44	0.16	18.86
Total	72.54	25.59	8.17	34.81	2.18	18.06	14.71	18.56	194.62
Carga de Contaminantes por Cuenca de Drenaje (DBO ton./día)									
Cuenca del río motagua	72.54	25.59	8.17	34.81	2.18				143.29
Cuenca del lago amatitlán						18.06	14.71	18.56	51.33
5. Estimativa de Costos									
Alcantarillado									
Construcción (millones de quetzales)									
Alcantarillas	136.4	172.3	0.0	200.2	0.0	112.5	95.4	183.4	900.2
Planta de tratami Secondary Treatment Level	232.3	93.7	0.0	116.8	0.0	59.1	47.6	70.7	620.2
Sub Total	368.7	266.0	0.0	317.0	0.0	171.6	143.0	254.1	1,520.4
Otros	96.8	60.2	0.0	81.1	0.0	44.0	36.5	60.7	379.3
Total	465.5	326.2	0.0	398.1	0.0	215.6	179.5	314.8	1,899.7
Instalaciones de saneamiento									
Construcción									
Alcantarillas	33.0	1.9	12.0	9.9	56.3	0.4	3.2	1.9	118.6
Instalaciones de tanques sépticos	41.6	4.9	56.7	7.9	15.1	1.1	3.0	1.1	131.4
Sub Total	74.6	6.8	68.7	17.8	71.4	1.5	6.2	3.0	250.0
Otros	20.3	1.9	17.2	5.2	16.9	0.5	1.8	0.8	64.6
Total	94.9	8.7	85.9	23.0	88.3	2.0	8.0	3.8	314.6
Total General	560.4	334.9	85.9	421.1	88.3	217.6	187.5	318.6	2,214.3

Fuente: Grupo de Estudio

Table 4-13 Análisis Preliminar de las Regiones

Parámetros	Regiones de la Cuenca del Motagua					Regiones del Lago Amatitlán			Total
	Central	Norte 1	Norte 2	Este 1	Este 2	Sur 1	Sur 2	Sur 3	
A. Parámetros Cuantitativos									
(a) Reducción proyectada de cargas contaminantes (DBO ton./día)									
Alcantarillado	53.26	19.91	0.00	26.97	0.00	14.34	11.42	14.72	140.58
Saneamiento	4.48	0.53	6.13	0.83	1.64	0.11	0.33	0.12	14.18
Total	57.73	20.44	6.13	27.79	1.64	14.44	11.75	14.84	154.76
Reducción de cargas contaminantes por cuenca de drenaje (DBO ton./día)									
Cuenca del río motagua	57.73	20.44	6.13	27.79	1.64				113.73
Cuenca del lago amatitlán						14.44	11.75	14.84	41.03
(b) Eficiencia de la inversión (en caso de tratamiento secundario)									
Reducción unitaria de cargas contaminantes (región central = 100)	100	167	141	156	548	152	163	219	
Por cápita servida (región central = 100)	100	131	88	125	340	120	150	175	
B. Parámetros Cualitativos									
(c) Facilidad de cobro de tarifas de servicio									
Disposición promedio para pagar (WTP: Quetzales/Familia/Mes)	11.3	9.8	10.1	13.2	11.2	12.0	17.4	16.0	
(d) Contribución a la protección de fuentes de agua potable									
Agua superficial									
Número de instalaciones de toma	-	1	-	1	-	-	-	2	
Caudal de toma (m3/día)		6,700		22,400				17,000	
Agua subterránea									
Número de pozos manejados por EMPAGUA	21	62	5	15	0	7	1	12	
Caudal total de extracción (m3/día)	49,272	45,069	5,156	31,122	-	6,677	1,526	98,658	
(e) Disponibilidad de sitios para plantas de tratamiento de aguas residuales									
Calificación (A: Buena, B: Normal, C: Difícil)	B	A	B	B	B	B	B	C	

a) Reducción de cargas contaminantes

El total generado de cargas DBO_5 en el área M/P en el año 2015 fue estimada en 194.6 ton./día, de las cuales 143.3 ton./día, (o el 74%) y 51.3 ton./día, (o el 26%), serán generadas en la cuenca del río Motagua y en la cuenca del lago Amatitlán, respectivamente.

Todas las regiones: Como se muestra en la Fig.4-4, la mayor reducción de la carga de contaminantes será en las regiones Central, Este 1 y Norte 1, dónde la generación de cargas contaminantes también es alta. A través de la implementación de los esquemas en estas regiones, se estima que la reducción de la carga de contaminantes se encuentre entre el 30, 14 y 11% de la carga total de contaminantes generada, y una reducción total de la misma del 37, 18, y 13%, respectivamente.

Cuenca del río Motagua: Como se muestra en la Fig.4-5, las cargas de contaminantes eliminadas para la implementación en las regiones Central y Este 1 son altas en comparación con otras regiones y fueron estimadas como siendo el 41 y 19% en la cuenca del río Motagua. La implementación en la región prioritaria de estas regiones logrará reducciones del 51 al 24% de la carga total de contaminantes, para implementar todos los esquemas en todas las cuencas, respectivamente.

Cuenca del lago Amatitlán: Como se muestra en la Fig.4-5, la reducción de la carga de contaminantes por medio de los esquemas implementados en las regiones Sur 3 y Sur 1 es grande comparada con la región Sur 1, y se estima que contribuirán con el 29 y 28% de la carga total de contaminantes eliminables, y la implementación en el la región prioritaria de estas regiones podrá lograr reducciones del 36 al 35% de la carga total de contaminantes eliminables en la cuenca, respectivamente.

b) Eficiencia de la inversión

Los dos índices que expresan la eficiencia de la inversión fueron comparados para el proyecto de alcantarillado/saneamiento para cada región. Los resultados están mostrados en la Tabla 4-13. En ambos índices el valor más bajo indica una mayor eficiencia de inversión. Es necesario notar que las regiones Central y Norte 2, poseen eficiencias de inversión relativamente altas.

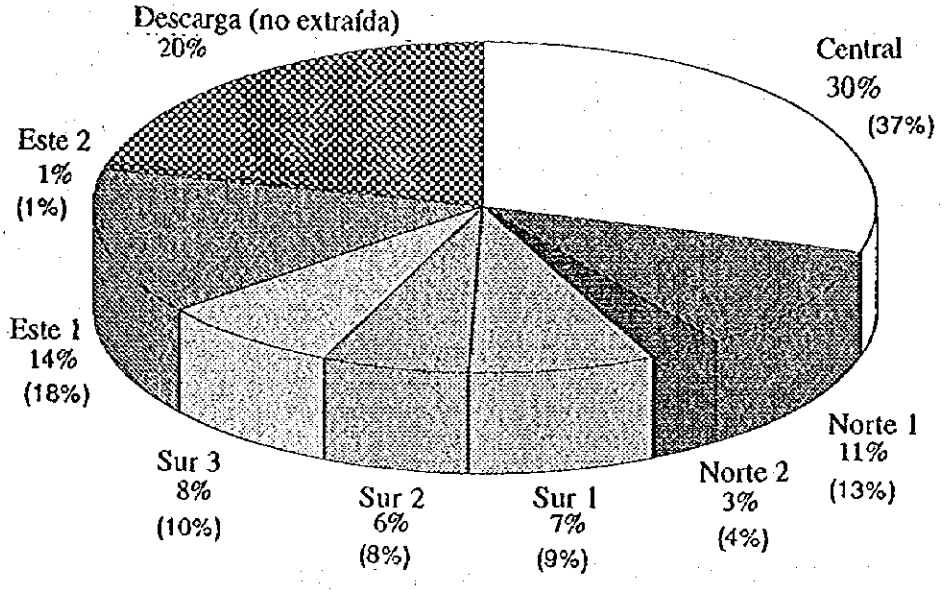
c) Facilidad de cobro de tarifas de servicio

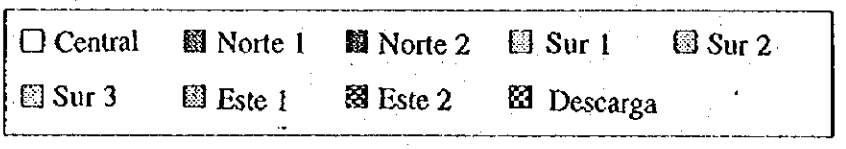
El nivel promedio de "disposición para pagar", los servicios de alcantarillado/saneamiento calculado por el estudio del Grupo de Estudio de JICA fue de 13.3 Q/familia/mes. Al realizar la comparación de la disposición para pagar estimada promedio de cada región con el promedio total, se encontró que los usuarios en las regiones Sur 2 y Sur 3 estaban dispuestos a pagar más por los servicios.

d) Contribución para protección de las fuentes de agua potable

En referencia al agua superficial, la región Este 1 seguida por la región Sur tres tienen alta prioridad. Mientras que en el caso del agua freática, la región Sur 3 tiene la mayor prioridad seguida por las regiones Central y Norte 1.

Fig. 4-4



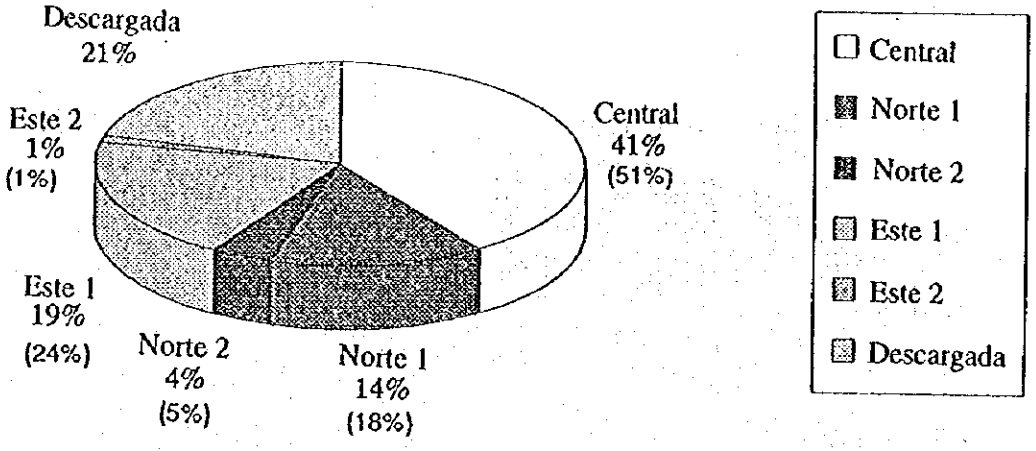


Las cifras entre ( ) son el porcentaje de la reducción general de cargas contaminantes.

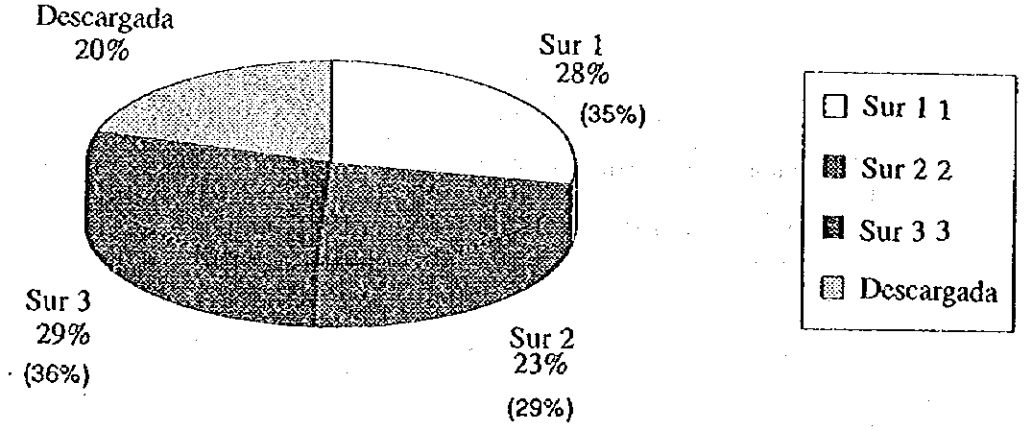
REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO PORCENTAJE ESTIMADO DE EXTRACCION DE CARGAS DBO DESPUES DE LA IMPLEMENTACION COMPLETA (1/2)

Fig. 4-5

CUENCA DEL RIO MOTAGUA



CUENCA DEL LAGO AMATITLAN



Las cifras entre ( ) son el porcentaje de la reducción general de cargas contaminantes.

REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO PORCENTAJE ESTIMADO DE EXTRACCION DE CARGAS DBO DESPUES DE LA IMPLEMENTACION COMPLETA (2/2)

e) Disponibilidad de plantas para tratamiento de aguas residuales

Se examinaron y calificaron los sitios seleccionados para construir plantas de tratamiento de aguas residuales, tomando en consideración el área de terreno necesaria, el uso actual de la tierra, el número de propietarios de tierra, y el costo de la adquisición de tierra.
La región Norte fue catalogada como A, la región Sur 3 como C, y las otras regiones fueron catalogadas como B.

4.3.3 Selección de Alternativa de Regiones Prioridades

En base a los resultados del análisis preliminar precedente, las tres combinaciones de regiones mostradas en la Tabla 4-14 han sido seleccionadas para una evaluación más completa en relación a la región prioritaria.

Tabla 4-14 Alternativa Seleccionada de Combinación de Regiones

Alternativa	Regiones
B-1	Central + Sur 1
B-2	Central + Sur 2
B-3	Central + Sur 3

Fuente: Grupo de Estudio

Las razones para seleccionar las alternativas son:

- Para los parámetros a), b) y d) en el análisis preliminar se identificó la región Central como la región con prioridad más alta.
- Tomando en consideración la importancia de la política del gobierno en relación a la protección del lago Amatitlán, las regiones posibles a ser combinadas con la región Central deben estar situadas dentro de la cuenca del lago Amatitlán (drenaje en el Pacífico).

4.3.4 Criterio para Establecer Prioridades

Para finalizar la selección de las regiones prioritarias, cada una de las tres combinaciones de regiones seleccionadas en el estudio preliminar, a saber: región Central con Sur 1, Sur 2 o Sur 3 han sido evaluadas con más detalle para conocer la eficiencia de inversión, la mejora de la calidad del agua y otros factores no cuantificables tales como el monto del subsidio necesario, el nivel de apoyo público al proyecto para promover los esfuerzos del gobierno para la protección ambiental y el impacto de la construcción de alcantarillado.

La evaluación condujo a las siguientes conclusiones: la Alternativa 3 (regiones Central + Sur 3) son recomendadas como regiones prioritarias en el Plan Maestro para Manejo de Aguas Residuales.

Las razones son:

a) La Alternativa 3 contribuirá significativamente a mejorar la calidad del agua del lago Amatitlán y llamará el interés del público demostrando al mismo tiempo la intención del gobierno de mejorar el medio ambiente.

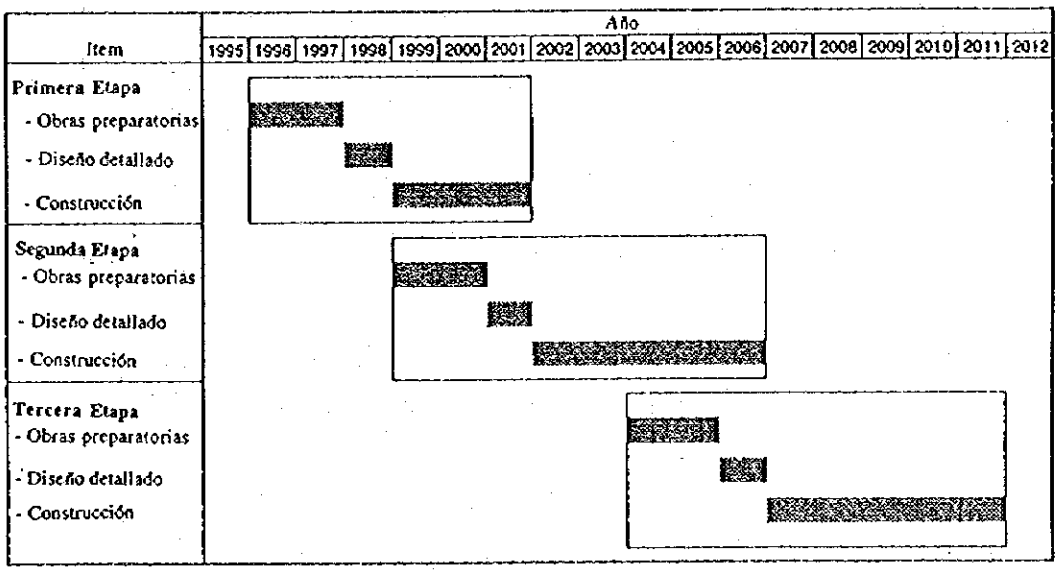
b) La Alternativa 3 contribuirá significativamente a mejorar la calidad del agua del lago Amatitlán y llamará el interés del público demostrando al mismo tiempo la intención del gobierno de mejorar el medio ambiente.

4.4 PLAN DE DESARROLLO DE LAS REGIONES PRIORITARIAS

4.4.1 Programación de Implementación

Se asume que el programa de construcción para construir el sistema de alcantarillado/ saneamiento comenzará en el año 1999 en las regiones prioritarias Central y Sur 3. Toda la duración del programa está dividida en tres etapas consecutivas; la primera etapa está programada de 1999 al 2001, la segunda etapa del 2002 al 2006 y la tercera etapa del 2007 al 2011. La programación está resumida en la Fig. 4-6. Mientras tanto, la Fig. 4-7 muestra las etapas de incremento de la capacidad de tratamiento para las plantas en las regiones Central y Sur 3. Esta división por etapas con su flexibilidad inherente, permitirá la reevaluación periódica como sea necesaria.

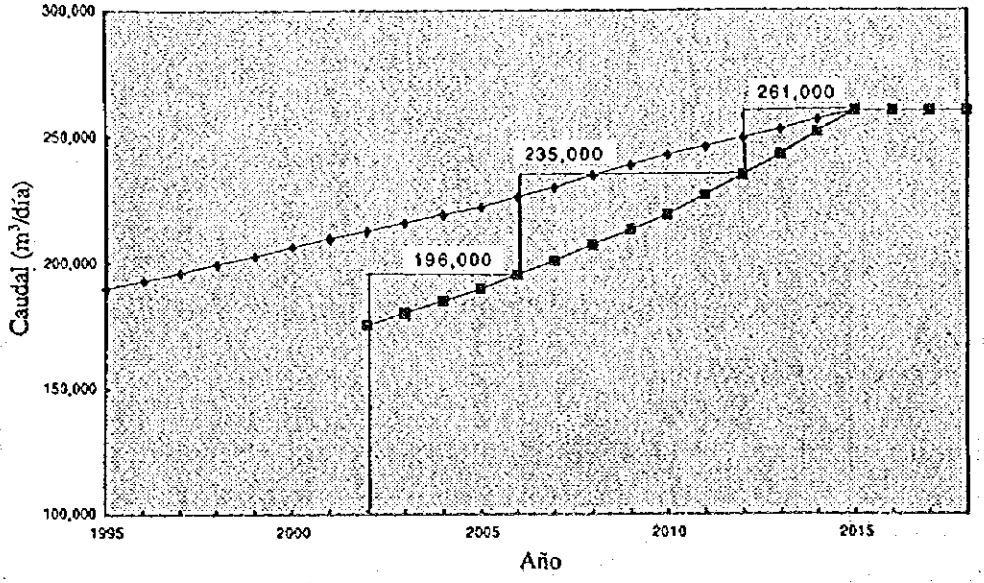
Fig. 4-6



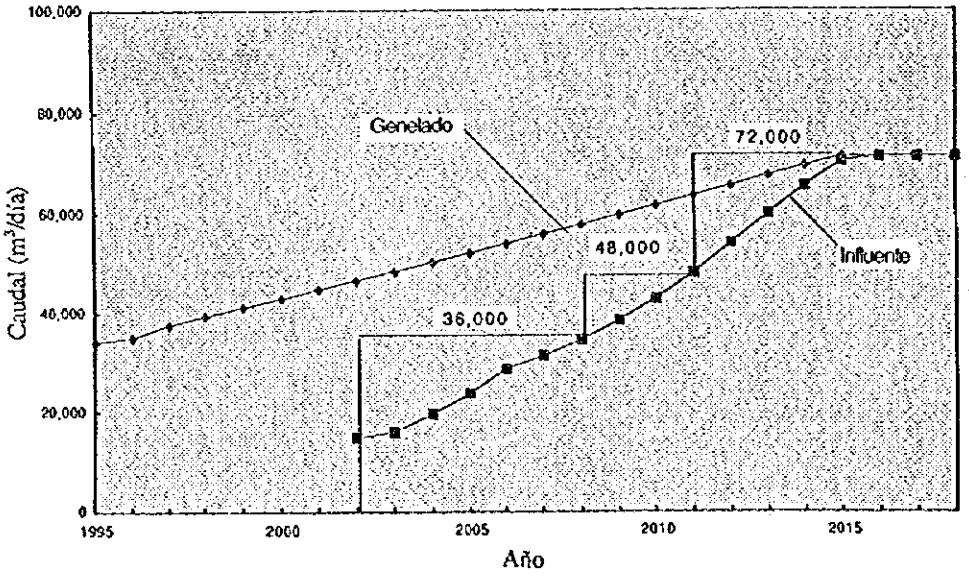
REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	**TITULO** PROGRAMA DE CONSTRUCCION PARA EL SISTEMA DE ALCANTARILLADO/SANEAMIENTO

Fig. 4-7

Volumen total proyectado de aguas residuales generadas y caudal proyectado hacia la planta de tratamiento de aguas residuales - Región Central



Volumen total proyectado de aguas residuales generadas y caudal proyectado hacia la planta de tratamiento de aguas residuales - Región Sur 3



REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO ETAPAS PARA AUMENTO DE LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO EN LAS REGIONES CENTRAL Y SUR 3

4.4.2 Implementación por Etapas

a) Primera etapa del programa de construcción (1999 a 2001)

Los componentes del programa de construcción de la primera etapa están resumidos en la Tabla 4-15.

Tabla 4-15 Programa de Construcción Propuesto para la Primera Etapa

Instalaciones Componentes	Región Central	Región Sur 3
1. Sistema de alcantarillado		
Colectores principales	3,000 mm diám.×10.1 km	300 a 1,500 mm diám.×15.5 km
Alcantarillas ramales y laterales	—	Reticulaciones a colector principal
Plantas de tratamiento de aguas residuales	Adquisición de terreno	Adquisición de terreno
"	Instalaciones comunes	Instalaciones comunes
"	Tratamiento primario, 15 trenes	Tratamiento secundario, 3 trenes
2. Sistema de saneamiento		
Alcantarillas ramales y laterales	56 km aproximadamente	10 km aproximadamente
Plantas comunitarias de tratamiento	Adquisición de terreno para 35 plantas Construcción de 35 plantas	Adquisición de terreno para 3 plantas Construcción de 3 plantas

Fuente: Grupo de Estudio

b) Segunda etapa del plan de construcción (2002 a 2006)

Los componentes a ser construidos están resumidos en la Tabla 4-16.

Tabla 4-16 Programa de Construcción Propuesto para la Segunda Etapa

Instalaciones Componentes	Región Central	Región Sur 3
1. Sistema de alcantarillado		
Colectores principales		200 a 1,500 mm de diám.×21,48 km
Alcantarillas ramales y laterales	Conexión al colector principal	Reticulaciones a colector principal
Plantas de tratamiento de aguas residuales	Tratamiento primario, 3 trenes	Tratamiento primario, 1 tren
"	Tratamiento secundario, 10 trenes	Tratamiento secundario, 1 tren
2. Sistema de saneamiento		
Alcantarillas ramales y laterales	56 km aproximadamente	—
Plantas comunitarias de tratamiento	Adquisición de terreno para 35 plantas	—
"	Construcción de 35 plantas	—

Fuente: Grupo de Estudio

c) Tercera etapa del plan de construcción (del 2007 al 2011)

Los componentes del sistema de aguas residuales a ser provisto en esta etapa están resumidos en la Tabla 4-17.

Tabla 4-17 Programa de Construcción Propuesto para la Tercera Etapa

Instalaciones Componentes	Región Central	Región Sur 3
1. Sistema de alcantarillado		
Colectores principales	—	—
Alcantarillas ramales y laterales	Reticulaciones a colector principal	Reticulaciones a colector principal
Plantas de tratamiento de aguas residuales	Tratamiento primario, 2 trenes	Tratamiento primario, 2 trenes
"	Tratamiento secundario, 10 trenes	Tratamiento secundario, 2 trenes
2. Sistema de saneamiento		
Alcantarillas ramales y laterales	65 km aproximadamente	—
Plantas comunitarias de tratamiento	Adquisición de terreno para 40 plantas	—
"	Construcción de 40 plantas	—

Fuente: Grupo de Estudio

4.4.3 Programa de Inversión

La Tabla 4-18 muestra el costo de construcción para cada período, incluyendo las porciones en moneda local y extranjera. La Tabla 4-19 resume los costos de operación y mantenimiento por etapa.

Tabla 4-18 Costos de Construcción por Etapa

(Unidad: Millones de Quetzales)

Componentes	Primera Etapa (1999 - 2001)	Segunda Etapa (2002 - 2006)	Tercera Etapa (2007 - 2011)	Total
1. Sistema de alcantarillado				
Región central	162.3	154.0	149.2	465.5
Región sur 3	103.5	97.7	113.6	314.8
Subtotal	265.8	251.7	262.8	780.3
2. Sistema de saneamiento				
Región central	30.1	30.1	34.7	94.9
Región sur 3	3.8	0.0	0.0	3.8
Subtotal	33.9	30.1	34.7	98.7
3. Total General	299.7	281.8	297.5	879.0

Nota: Costos de septiembre de 1995

Fuente: Grupo de Estudio

Tabla 4-19 Costos Anuales de O/M por Región

(Unidades: Miles de Quetzales)

Año	Región Central			Región Sur 3			Total General
	Alcantarillado	Saneamiento	Total	Alcantarillado	Saneamiento	Total	
2002	3,736	151	3,887	996	79	1,075	4,962
2003	3,850	200	4,050	1,113	79	1,192	5,242
2004	3,969	266	4,235	1,241	79	1,320	5,555
2005	4,088	333	4,421	1,372	79	1,451	5,872
2006	4,212	399	4,611	1,506	79	1,585	6,196
2007	5,158	462	5,620	1,749	79	1,828	7,448
2008	5,282	528	5,810	1,909	79	1,988	7,798
2009	5,404	587	5,991	2,104	79	2,183	8,174
2010	5,527	653	6,180	2,270	79	2,349	8,529
2011	5,660	724	6,384	2,441	79	2,520	8,904
2012	6,536	776	7,312	2,728	79	2,807	10,119
2013	6,582	818	7,400	2,782	79	2,861	10,261
2014	6,628	849	7,477	2,806	79	2,885	10,362
2015	6,668	880	7,548	2,856	79	2,935	10,483
2016	6,672	897	7,569	2,859	79	2,938	10,507
2017	6,674	903	7,577	2,859	79	2,938	10,515
2018	6,675	908	7,583	2,859	79	2,938	10,521

Nota: Costos de septiembre de 1995

Fuente: Grupo de Estudio

4.5 EVALUACION DE LOS PROYECTOS EN LAS REGIONES PRIORITARIAS

4.5.1 Evaluación Técnica

La viabilidad técnica de las instalaciones propuestas para manejo de aguas residuales fue examinado en relación a los siguientes puntos de vista:

- Nivel apropiado de tecnología;
- Posibilidad de implementación del proyecto en relación al nivel técnico local
- Viabilidad de operación y mantenimiento requeridos para operar el sistema propuesto.

Es posible decir que las instalaciones propuestas son técnicamente viables con respecto a los puntos de arriba. Las razones están descritas en lo siguiente para cada uno de los componentes del sistema.

a) Instalaciones para recolección de aguas residuales

El sistema propuesto para recolección de aguas residuales funciona por gravedad, no necesitando de equipamiento eléctrico, mecánico o suministro de energía. La operación y mantenimiento son fáciles y de bajo costo.

Los grandes colectores mayores de 1,500 mm de diámetro y los registros hombre (conductos verticales), serán construidos por medio de túneles.

Los colectores existentes en la región Central fueron construidos por medio de túneles. EMPAGUA tiene experiencia y confianza en la construcción de túneles.

b) Instalaciones para tratamiento de aguas residuales

El proceso propuesto para tratamiento de aguas residuales aplicado a los sistemas de alcantarillado y saneamiento que son filtro percolador y tanque séptico con pozo de absorción / filtro anaeróbico respectivamente, son fáciles de construir debido a que hay materiales disponibles localmente y que no requieren equipamiento mecánico ni eléctrico importado. La O/M del sistema propuesto es fácil, con bajo costo y hay experiencia práctica local y conocimientos acumulados en base a las instalaciones existentes.

c) Instalación para tratamiento de fango

El proceso de tratamiento de fango propuesto consiste de digestores anaeróbicos, sin tapas ni calentadores, y lechos para secado de fango.

Este proceso está siendo usado en las instalaciones existentes, habiendo experiencia de operación y conocimientos acumulados. El O/M del proceso es fácil y de bajo costo.

4.5.2 Evaluación Financiera

a) Tarifas para los servicios de alcantarillado

Las tarifas para el servicio de tratamiento de aguas residuales fueron estimadas en base a la tarifa de agua consumida, como tarifa extra. De acuerdo con la tarifa actual, la tarifa es el 20% de la porción específica del agua potable consumida. Al aplicar la tarifa de EMPAGUA a ser puesta en vigencia en enero de 1995, se estima que la tarifa del servicio de alcantarillado para los usuarios domésticos se calcula en Q 0.16 m^3. Para usuarios de negocios típicos tales

como establecimientos comerciales e industriales, las tarifas de servicio de alcantarillado fueron calculadas en Q 0.40/m³ y Q 0.50/m³, respectivamente.

De acuerdo con los resultados del "Estudio de la Actitud Pública" conducido por el Grupo de Estudio, el precio promedio mensual que una familia puede pagar por el servicio de alcantarillado fue calculado en Q13.3. El precio unitario que una familia puede pagar por el servicio de alcantarillado es un promedio de Q0.49/m³.

Aplicando este precio unitario promedio en lugar de la tarifa presente (Q0.16/m³), los ingresos serán tres (3) veces mayores aproximadamente que los actuales. Con la tarifa revisada en enero de 1995, se estima que la tarifa promedio de servicio es de Q10 aproximadamente por conexión y por mes, de acuerdo a las declaraciones financieras de EMPAGUA en 1994. El aumento de las tarifas es indispensable para la implementación del proyecto propuesto y las alternativas de tarifas de servicio fueron establecidas de la siguiente manera (Tabla 4-20):

Tabla 4-20 Tarifas Promedio de Servicio de Alcantarillado para la Evaluación Financiera

Tarifas promedio de servicio con el proyecto	Regiones	Ingresos para el proyecto propuesto, Q/conexión/mes
Tarifa I	Central	10
(Q20/conexión/mes)	Sur 3	20
Tarifa II	Central	20
(Q30/conexión/mes)	Sur 3	30

En la región Central, la tarifa de servicio cobrada en la actualidad (Q10/conexión/mes) fue usada para el mantenimiento del sistema de alcantarillado existente. Por lo tanto, esta tarifa no contribuirá a los ingresos del proyecto propuesto.

b) Evaluación financiera

El análisis financiero fue conducido para examinar la viabilidad financiera del proyecto propuesto en las regiones prioritarias.

La Tabla 4-21 resume los resultados del análisis para los tres casos establecidos. La tabla muestra que el proyecto propuesto será viable si se puede aplicar el Caso 3, en el cual, la tarifa de servicio de alcantarillado Tarifa II se basa en la disposición para pagar, aplicada a

beneficiarios en las áreas de servicio, y 40% del costo de inversión de capital subsidiado por los gobiernos o por contribuciones de los beneficiarios.

Tabla 4-21 Resumen de los Resultados del Análisis Financiero

Caso	Tarifa	Contribución	FIRR	Observaciones
1	Tarifa I	ninguna	-1.1%	
2	Tarifa II	ninguna	4.1%	
3	Tarifa II	40% del costo de inversión total	8.4%	IBRD(7.2%) IDB(8.1%)

Nota : El período de evaluación es de 30 años desde la terminación de las obras de construcción.

Fuente: Grupo de Estudio

El balance de efectivo del manejo del proyecto fue examinado suponiendo un sano manejo del Caso 3 del proyecto propuesto, bajo las siguientes condiciones financieras.

(1) Préstamo extranjero a largo plazo: Tasa de interés del 8.1% por año y período de pago de 20 incluyendo un período de gracia de 5 años.

(2) Préstamo a corto plazo: Tasa de interés del 10% por año para el fondo de trabajo, en caso de cubrir el déficit financiero a corto plazo.

Para que el responsable (EMPAGUA) pueda realizar el manejo sólido del proyecto de Caso 3 durante la vida económica del mismo, es necesario que el 66% del interés del préstamo a corto plazo sea subsidiado por los gobiernos.

c) Presupuesto familiar de los usuarios domésticos

La Tabla 4-22 muestra el nivel de las tarifas de servicio de alcantarillado como porcentaje del ingreso familiar por nivel de ingreso. Esos porcentajes son bajos en comparación con la cifra de referencia del 3%. Sin embargo, se puede decir que la estructura tarifaria será más pesada para las clases de bajo y medio ingreso que para la clase de ingresos familiares altos.

Tabla 4-22 Nivel de Tarifas del Servicio de Alcantarillado como Porcentaje del Ingreso Familiar

Item	Ingreso Bajo	Ingreso Medio	Ingreso Alto
Ingreso mensual (Quetzales)	Menos de 2,000	2,001 a 5,000	Más de 5,001
Consumo de agua (m^3/mes)	23	25	43
Tarifa del servicio de alcantarillado			
Tarifa actual	3.68	4.00	6.40
Tarifas basadas en tarifa II *1	11.04	12.00	19.20
Porcentaje del ingreso			
Tarifa actual	Más del 0.18%	0.08% a 0.20%	Menos del 0.13%
Tarifas basadas en tarifa II *1	Más del 0.55%	0.24% a 0.60%	Menos del 0.38%
Tarifa de referencia *2	Máximo de 3%	Máximo del 3%	Máximo del 3%

Nota : *1 Tarifa 1, o sea la tarifa actual
*2 Tarifa alternativa II, o sea tres veces al tarifa actual
Fuente: Grupo de Estudio

4.5.3 Evaluación Económica

a) Condiciones y suposiciones básicas

Para estimar el costo y el beneficio económico, los valores fueron convertidos o cuantificados aplicando las siguientes condiciones.

1) Costo de oportunidad de capital: 10%
2) Factor estándar de conversión (SCF): 90% del valor financiero
3) No hay costos de adquisición de la tierra sino beneficios negativos debido a la pérdida de producción agrícola en los sitios de las WWTP.
4) Vida económica de los proyectos: 30 años después de la terminación de las obras de construcción

b) Beneficios económicos

A continuación se cuantifican los importantes beneficios tangibles.

<u>Beneficios positivos</u>

1) Reducción de las enfermedades transmitidas por el agua
   - Reducción del número de muertes
   - Reducción del número de pacientes internados
   - Reducción del número de pacientes no internados

2) Reducción de los costos futuros de purificación de agua potable

Reducción de beneficios

3) Pérdida de la producción agrícola en los sitios de las WWTP.

c) Evaluación Económica

La Tabla 4-23 muestra el valor neto actual (NPV), la relación beneficio-costo (B/C) y la tasa económica interna de retorno (EIRR). La EIRR del 7.9% es menor que el costo de oportunidad de capital (10%) y la B/C fue menor a 1.0. Así, el proyecto propuesto puede no ser viable desde el punto de vista económico.

Tabla 4-23 Resumen de los Resultados del Análisis Económico

Item	Proyecto propuesto en las regiones prioritarias	Observaciones
Valor neto actual (NPV)	- 102.1 millones de Quetzales	
Relación beneficio-costo (B/C)	0.79	
Tasa interna económica de retorno (EIRR)	7.9%	El costo de oportunidad del capital es 10%.

Fuente: Grupo de Estudio

Sin embargo, en general, la EIRR de los proyectos de alcantarillado casi no excede el costo de oportunidad de capital. Los índices calculados parecen ser altos, en comparación con el mismo tipo de proyecto en otras áreas. Sobretodo, este tipo de proyecto deberá ser considerado en términos de satisfacción de necesidades humanas en relación a las condiciones ambientales. En base a este contexto, el proyecto propuesto es recomendable inclusive desde el punto de vista económico.

4.6 REFORMA DE LA ORGANIZACION

4.6.1 Disposición de la Organización

Dado que el proyecto propuesto será implementado en base a etapas y que la escala del mismo no es comparable con la operación actual de suministro de agua, no se recomienda la departamentalización completa por producto desde el principio del proyecto.

En lugar de ello, y para minimizar las dificultades de reclutamiento de personal y los gastos

administrativos, es aconsejable establecer una Sección de Proyecto de Manejo de Aguas Residuales en una etapa temprana. Por lo tanto la disposición de la organización apuntará a la movilización de las funciones de suministro de agua actuales.

En una etapa futura, la Sección de Proyecto de Manejo de Aguas Residuales deberá asumir la responsabilidad por la operación y mantenimiento de las instalaciones de tratamiento recientemente construidas. También, las unidades existentes relacionadas con las aguas residuales tales como la Sección de Construcción y Supervisión de Alcantarillado, y la Sección de Mantenimiento del Alcantarillado, deben ser integradas a la División de Manejo de Aguas Residuales.

La Fig. 4-8 ilustra la evolución arriba mencionada de la unidad de manejo de aguas residuales de acuerdo a la programación del proyecto propuesto. El número de empleados está mostrado para cada unidad.

4.6.2 Funciones Necesarias

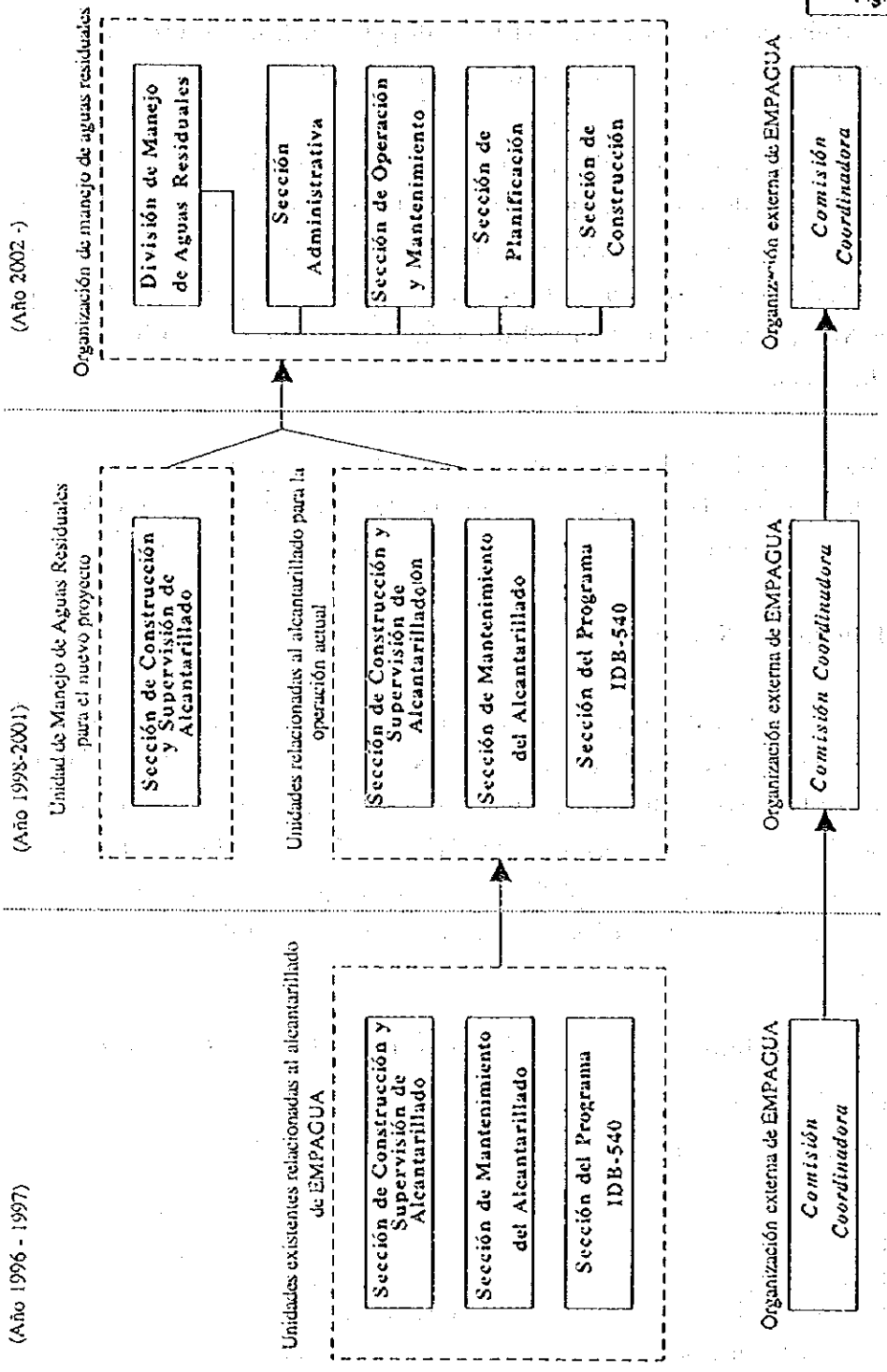
Las funciones consideradas necesarias para el proyecto propuesto de manejo de aguas residuales puede ser (i) ejecutado por la unidad de manejo de aguas residuales propuestas, (ii) puesto bajo la responsabilidad de las unidades relacionadas con el suministro de agua, o (iii) contratado a proveedores externos. La Tabla 4-24 resume una alternativa de estas funciones para cada sección. Las unidades de manejo de aguas residuales mostrada en la Fig. 4-8 y en la Tabla 4-24, están definidas para cubrir el número más reducido de funciones diferentes.

Tabla 4-24 Funciones de la División de Manejo de Aguas Residuales

Sección	Función (área a ser cubierta)
Sección Administrativa	• Finanzas y contabilidad • Procuración y control de inventario • Participación de la comunidad • Coordinación y relaciones públicas
Sección O/M	• Operación y mantenimiento • Monitoreo
Sección de Planificación	• Planificación y diseño
Sección de Construcción	• Manejo de construcción
Otras Unidades de EMPAGUA o Externas	• Administración legal • Administración de préstamos • Reclutamiento y evaluación • Entrenamiento • Servicios al cliente

Fuente: Grupo de Estudio

Fig. 4-8



REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO ORGANIZACION PROPUESTA PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES

5 PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA

5.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICO, GEOTECNICO Y AMBIENTAL

Para suplementar la información disponible para las regiones prioritarias o sea, región Central, y región Sur 3, se efectuaron los estudios topográfico, geotécnico y ambiental. Basándose en los resultados de estos estudios, se realizó el diseño de ingeniería preliminar del sistema de alcantarillado/saneamiento para las regiones Central y Sur 3, aclarándose el hecho de que el volumen total de los costos de inversión dificulta la implementación de la primera etapa en la región Central y Sur 3. Por lo tanto se hace necesario seleccionar una de las regiones para la implementación de la primera etapa. Se evaluaron dos alternativas, la Alternativa 1: Región Central y la Alternativa 2: Región Sur 3, para seleccionar el proyecto de la primera etapa.

5.2 BASES DE LAS ALTERNATIVAS

La Tabla 5-1 resume los parámetros básicos para cada alternativa o sea la Alternativa 1 - Región Central y la Alternativa 2 - Región Sur 3.

Tabla 5-1 Bases de las alternativas para el estudio de viabilidad

	ITEM	REGION CENTRAL	REGION SUR 3
1	BASES		
1.1	PERIODO DE CONSTRUCCION	1999 ~ 2001	1999 ~ 2001
1.2	ALCANTARILLADO		
1.2.1	Area Servida, ha	4,605	896
1.2.2	Población Servida (al año 2002)	533,200	53,200
1.3	SANEAMIENTO		
1.3.1	Area Servida, ha	283	59
1.3.2	Población Servida	33,900	2,900
2	DISENO DE INSTALACIONES		
2.1	ALCANTARILLA		
2.1.1	Sistema Colector	Combinado	Independiente
2.2	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
2.2.1	Capacidad de Tratamiento, m^3/día (máximo diario)	196,000	36,000
2.2.2	Calidad del Agua Servida sin Tratar		
	a) DBO, mg/l	280	280
	b) SS, mg/l	280	280
2.2.3	Nivel de Tratamiento	Primario	Secundario
2.2.4	Proceso de Tratamiento	Sedimentación primaria	Proceso de filtro percolador
2.2.5	Calidad del Efluente Final		
	a) DBO, mg/l	182	56
	b) SS, mg/l	126	56
2.2.6	Cuerpo de Agua Receptor	Río las vacas	Río villalobos (Río Pinula)
2.3	SISTEMA DE SANEAMIENTO		
2.3.1	Número de Colonias	20	3
2.3.2	Método de Tratamiento	Tanque séptico con filtro anaeróbico ascendente o con pozo de absorción en la tierra	
2.3.3	Calidad del Agua Servida sin Tratar		
	a) DBO, mg/l	330	330
	b) SS, mg/l	330	330
2.3.4	Calidad del Efluente Final		
	a) DBO, mg/l	83	83
	b) SS, mg/l	83	83

Fuente : Grupo de Estudio

5.3 DISEÑO PRELIMINAR

5.3.1 Sistema de Recolección de Aguas Residuales

a) Diseño del colector principal

Las rutas de los colectores principales para las regiones Central y Sur 3, es decir, el colector principal Las Vacas y el colector principal Pinula fueron establecidas en base a las investigaciones en el campo incluyendo los estudios de longitud y transversales de los cruces de ríos.

1) Colector principal Las Vacas (región Central)

Las Fig. 5-1 y 5-2 muestran la ruta y el perfil de la longitud del colector principal Las Vacas, respectivamente. La longitud total es de 11 km, y el diámetro de 3,000 mm. La mayor parte del colector será construido por medio de un túnel exceptuando entre Santafaz y el río Chinautla, dónde hay una sección con 170 m de caída de nivel. Los cruces de los ríos Chinautla y Tzalja, etc. serán por medio del método de tubería puente para llegar al sitio de la planta de tratamiento de aguas servidas a una altura de aproximadamente 1,220 m sobre el nivel del mar.

El resumen de los colectores principales para la región Central está mostrado en la Tabla 5-2.

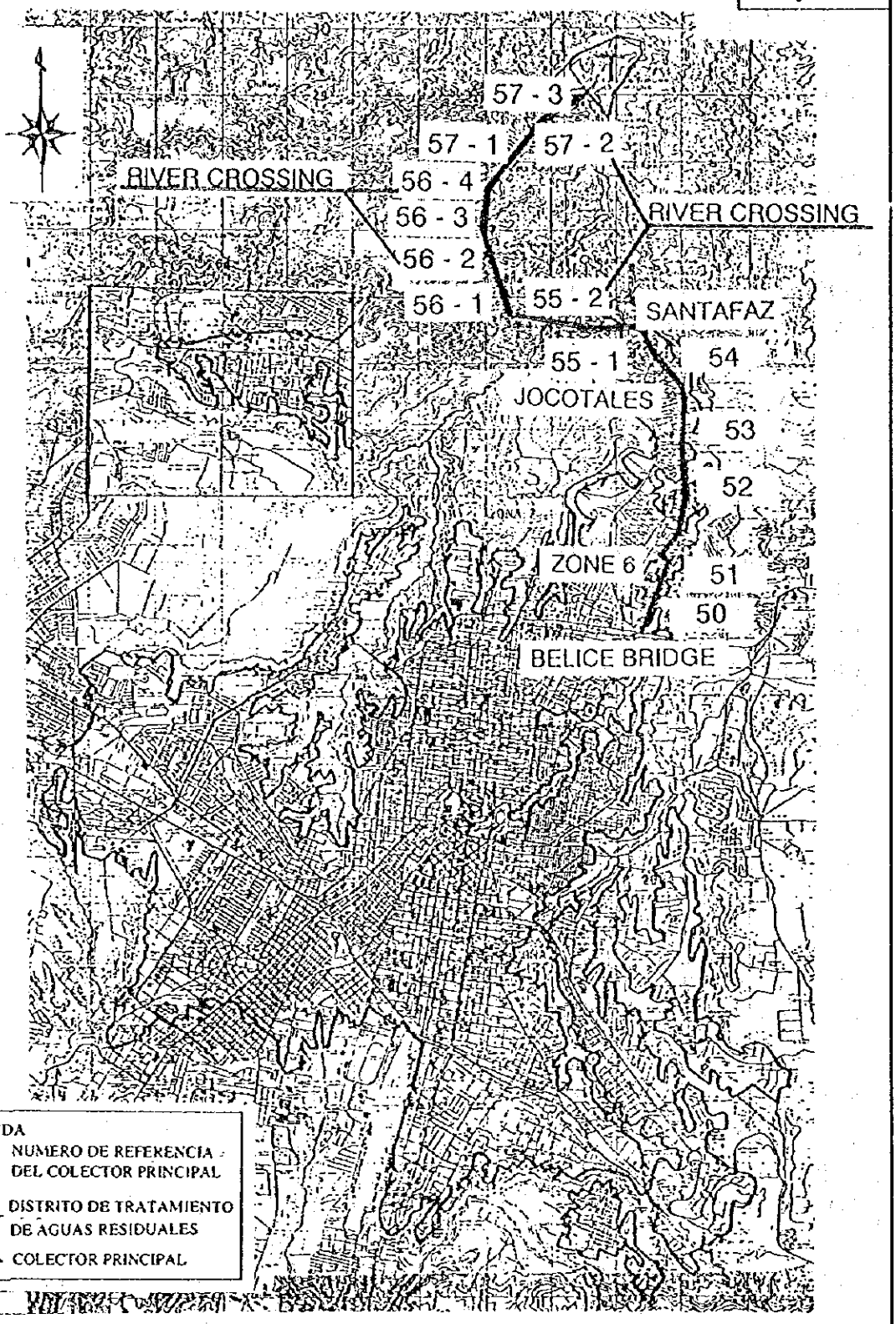
2) Colector principal Pinula (región Sur 3)

Las Fig. 5-3 y Fig. 5-4 muestran la ruta y el perfil de la longitud del colector principal Pinula, respectivamente.

La construcción será por medio de un túnel hasta este punto, con un diámetro de 1,500 mm, y una longitud de aproximadamente 5.5 km. Se utilizará el método de zanja (1,200 mm de diámetro), por 1,150 m aproximadamente, para llegar al sitio propuesto para la planta de tratamiento de aguas servidas Sur 3 a una altura de 1,270 m sobre el nivel del mar.

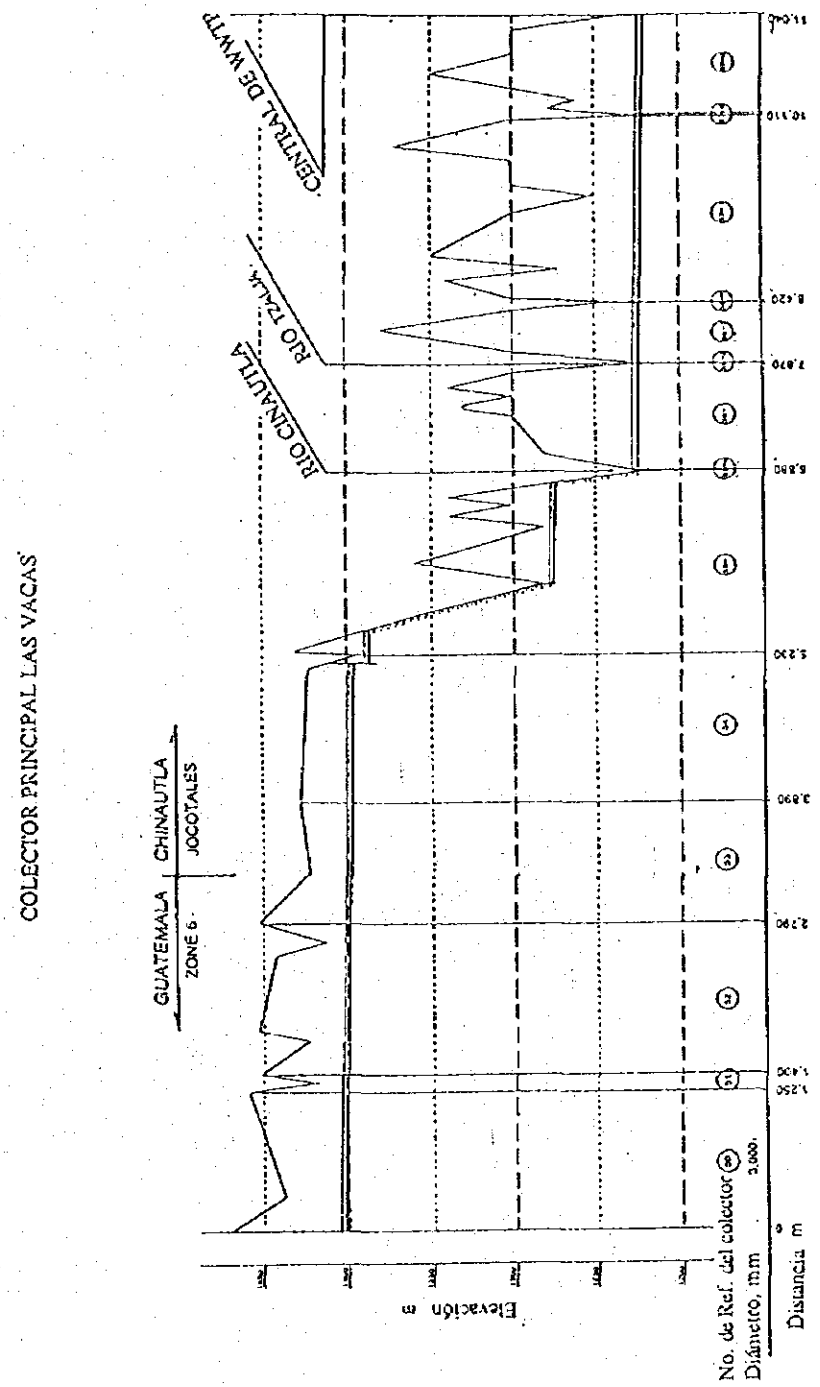
El resumen de los colectores principales para la región Sur 3 está mostrado en la Tabla 5-3.

Fig. 5-1



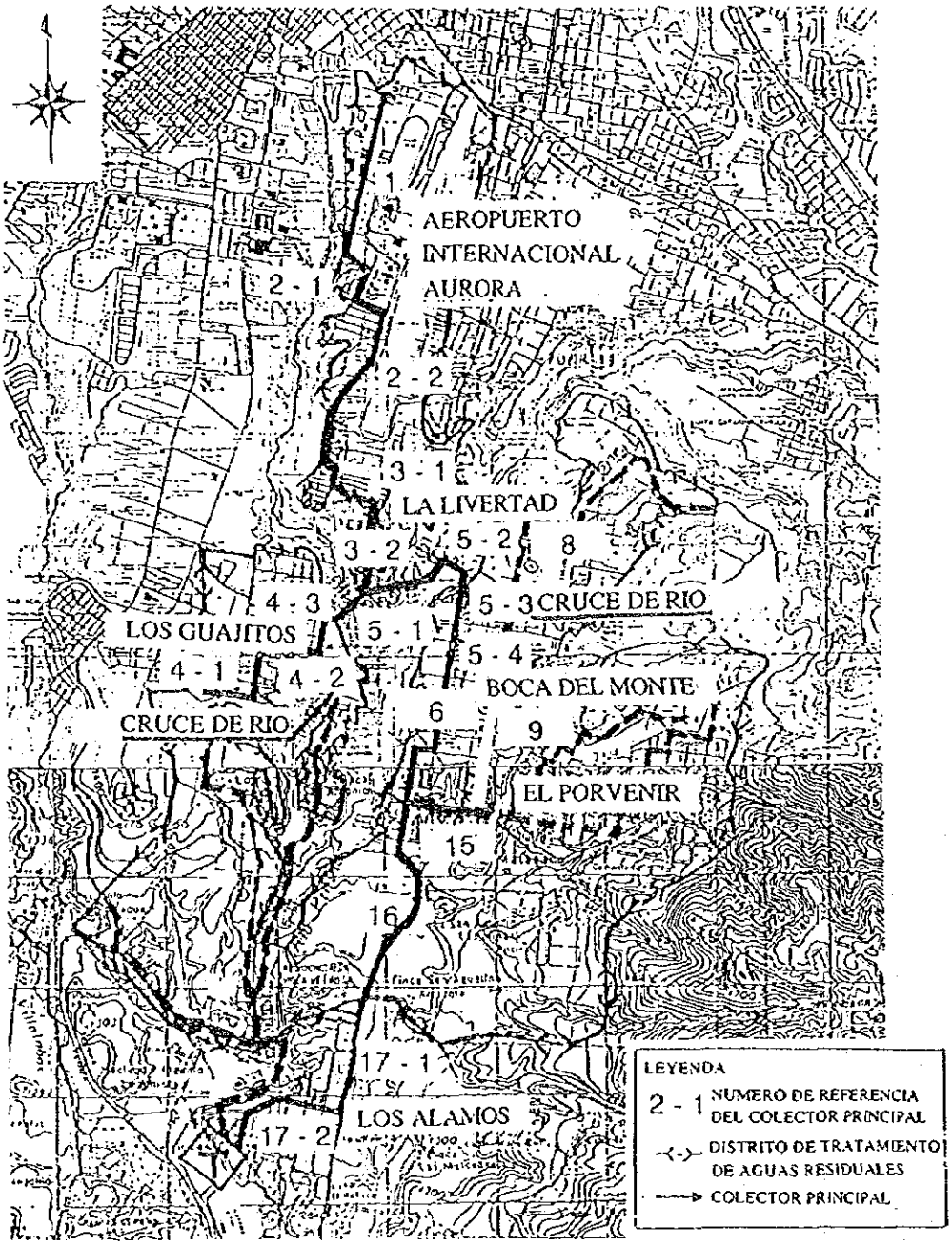
REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO RUTA DEL COLECTOR PRINCIPAL LAS VACAS

Fig. 5-2



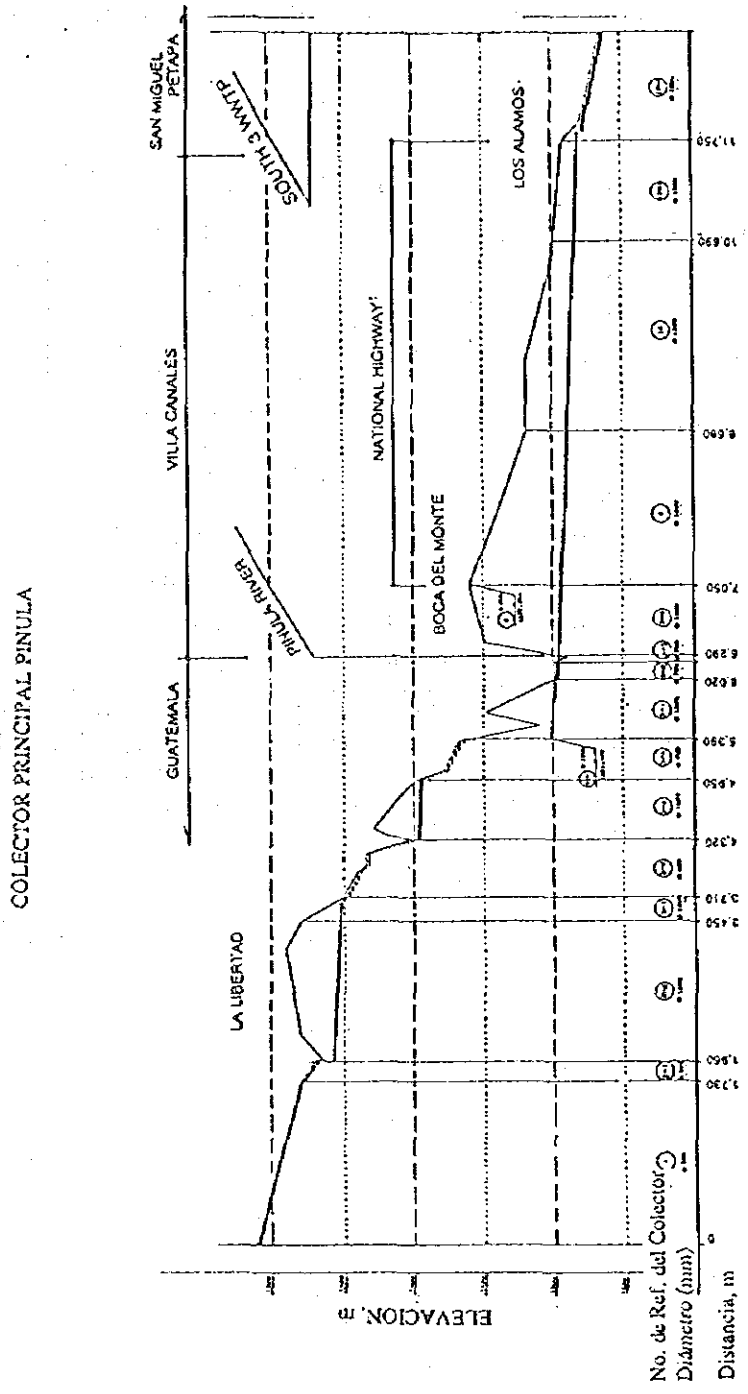
REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO PERFIL DE LA LONGITUD DEL COLECTOR PRINCIPAL LAS VACAS

Fig. 5-3



REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO RUTA DEL COLECTOR PRINCIPAL PINULA (REGION SUR 3)

Fig. 5-4



REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO PERFIL DE LA LONGITUD DEL COLECTOR PRINCIPAL PINULA

Tabla 5-2 Resumen de los Colectores Principales para la Región Central

No. de Ref.	Diámetro, mm	Longitud, m	Método de Construcción	Observaciones
50	3,000	1,250	Túnel	Suelo blando
51	3,000	150	Túnel	Suelo blando
52	3,000	1,390	Túnel	Suelo blando
53	3,000	1,100	Túnel	Suelo blando
54	3,000	1,340	Túnel	Suelo blando
55-1	3,000	1,650	Túnel	Suelo blando
55-2	3,000	20	Tubería puente	
56-1	3,000	970	Túnel	Suelo duro
56-2	3,000	20	Tubería puente	
56-3	3,000	530	Túnel	Suelo duro
56-4	3,000	20	Tubería puente	
57-1	3,000	1,670	Túnel	Suelo duro
57-2	3,000	20	Tubería puente	
57-3	3,000	910	Túnel	Suelo duro
Total		11,040		

Nota : La longitud total de los colectores principales está basada en los resultados de los estudios longitudinales conducidos en este estudio. Note que las longitudes listadas en la Tabla 4-1 están basadas en un mapa topográfico con una escala de 1:15,000 y en un mapa aumentado con una escala 1:50,000. Por lo tanto las longitudes son diferentes.

Fuente : Grupo de Estudio

Tabla 5-3 Resumen de los Colectores Principales para la Región Sur 3

No. de Ref.	Diámetro, mm	Longitud, m	Método de Construcción	Observaciones
1	300	1,730	Zanja	
2-1	500	230	Zanja	
2-2	1,500	1,490	Túnel	Suelo blando
3-1	1,500	260	Túnel	Suelo blando
3-2	600	610	Zanja	
3-3	1,500	630	Túnel	
3-4	600	440	Zanja	
5-1	1,500	630	Túnel	Suelo blando
5-2	700	200	Zanja	
5-3	700	70	Tubería puente	
5-4	1,500	760	Túnel	Suelo blando
15	1,500	660	Túnel	Suelo blando
16	1,500	2,010	Túnel	Suelo blando
17-1	1,500	1,060	Túnel	Suelo blando
17-2	1,200	1,150	Zanja	
4-1	400	1,510	Zanja	
4-2	1,500	760	Túnel	Suelo blando
4-3	400	50	Tubería puente	
4-4	1,500	130	Túnel	Suelo blando
7	400	500	Zanja	
8	500	810	Zanja	
9	1,500	1,630	Túnel	Suelo blando
Total		17,320		

Nota : La longitud total de los colectores principales está basada en los resultados de los estudios longitudinales conducidos en este estudio. Note que las longitudes listadas en la Tabla 4-1 están basadas en un mapa topográfico con una escala de 1 : 15,000 y en un mapa aumentado con una escala 1 : 50,000. Por lo tanto las longitudes son diferentes.

Fuente : Grupo de Estudio

5.3.2 Planta de tratamiento de aguas residuales

a) Flujo del proceso de la planta de tratamiento propuesta

El flujo del proceso de tratamiento para la primera etapa en las regiones Central y Sur 3 está mostrado en la Fig. 5-5 y en la Fig. 5-6. El flujo del proceso de tratamiento propuesto en el Plan Maestro fue modificado por el estudio de viabilidad del proyecto de la primera etapa.

b) Calidad del agua

La Tabla 5-4 muestra las calidades de efluentes esperadas en cada región.

Tabla 5-4 Calidad del Agua Tratada en la Primera Etapa

Región	Nivel de Tratamiento	Parámetro	Concentración, (mg/ℓ)	
			Influente	Efluente
Región Central	Primario	DBO5	280	182
		SS	280	126
Región Sur 3	Secundario	DBO5	280	56
		SS	280	56

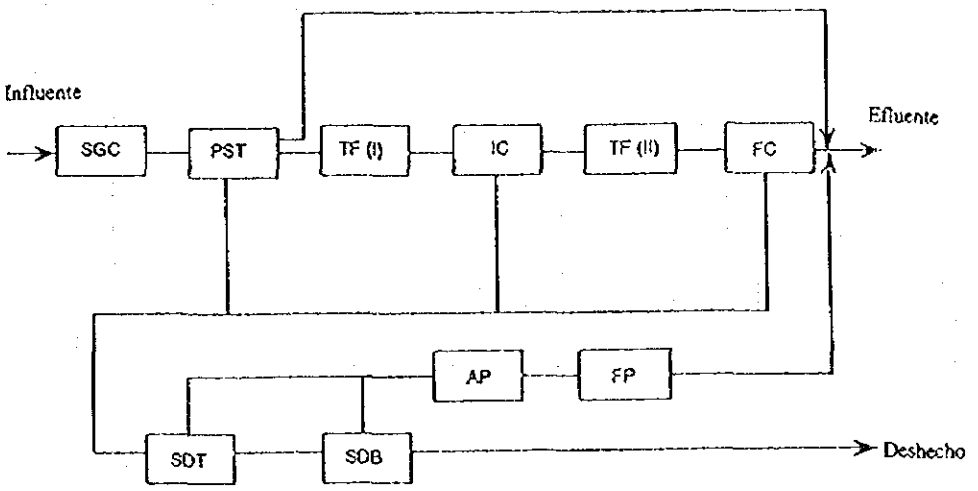
Fuente : Grupo de Estudio

c) Perfil de las instalaciones de tratamiento

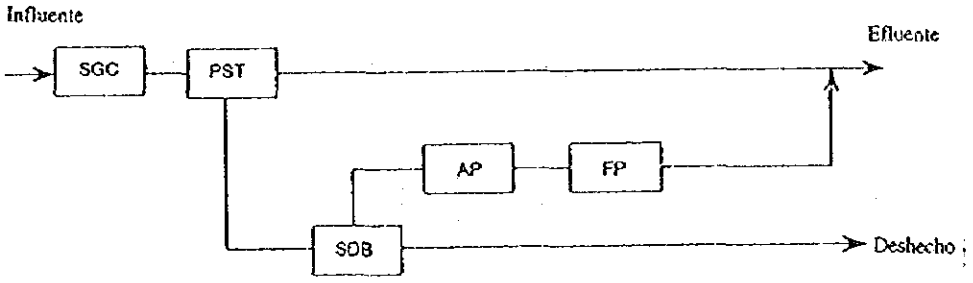
La Tabla 5-5 muestra el perfil de las instalaciones.

Fig. 5-5

Caudal excesivo en estación de las lluvias con tratamiento primario
(3 x caudal máximo horario - 1 x Caudal máximo horario)



a) Final

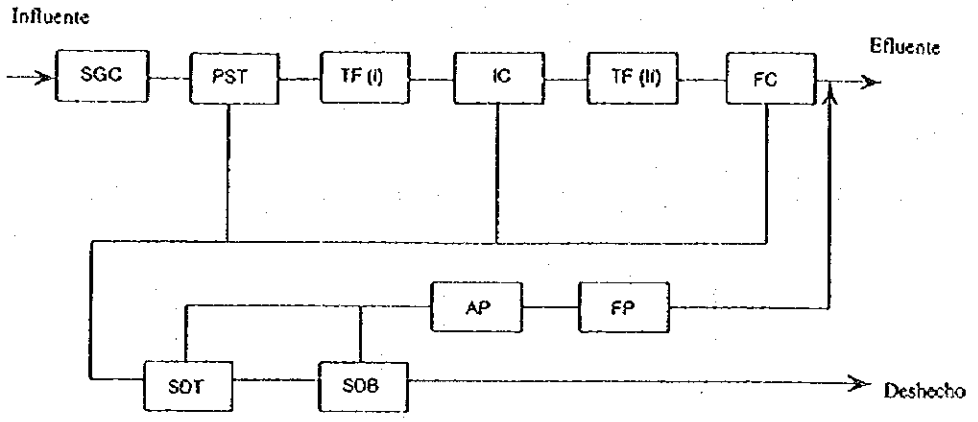


b) Primera etapa

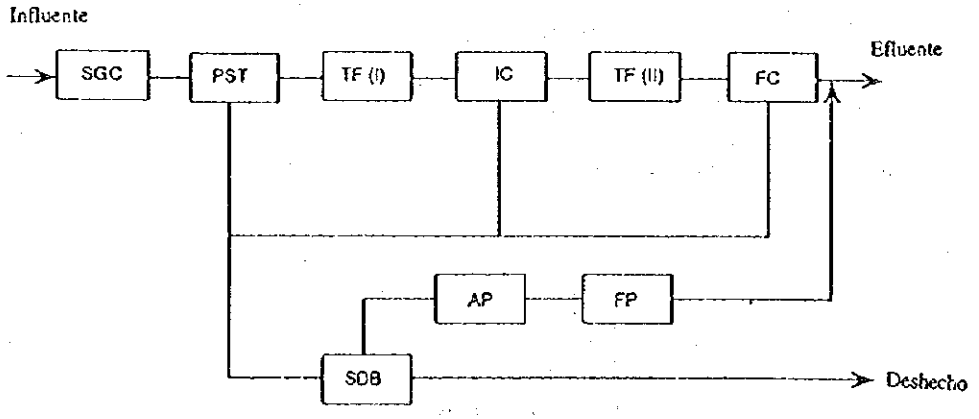
Leyenda
SGC - Cámara de filtrado con rejilla
PST - Tanque de sedimentación primaria
TF - Filtro percolador
IC - Clarificador intermedio
FC - Clarificador final
SDT - Tanque de digestor de fango
SDB - Lecho de secado de fango
AP - Lago anaeróbico
FP - Lago de normalización (facultative pond)
—— - Línea de líquido
—— - Línea de fango

REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO DIAGRAMA DE FLUJO ESQUEMATICO PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA REGION CENTRAL

Fig. 5-6



a) Final



b) Primera etapa

Leyenda
SGC - Cámara de filtrado con rejilla
PST - Tanque de sedimentación primaria
TF - Filtro percolador
IC - Clarificador intermedio
FC - Clarificador final
SDT - Tanque de digestor de fango
SDB - Lecho de secado de fango
AP - Lago anaeróbico
FP - Lago de normalización (facultative pond)
—— - Línea de líquido
---- - Línea de fango

REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO DIAGRAMA DE FLUJO ESQUEMATICO PARA EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA REGION SUR 3

Tabla 5-5 Perfil de las Instalaciones de Tratamiento para la Región Central y Región Sur 3

INSTALACION	CENTRAL			SUR 3 (COLECTOR PINULA)			SUR 3 (COLECTOR HERMOSA)		
	Dimensiones	No.		Dimensiones	No.		Dimensiones	No.	
		Final	Primera Etapa		Final	Primera Etapa		Final	Primera Etapa
Tanque de sedimentación primar	B10.0m x L30.0m x h10.0m	20	15	ϕ 11.0 m x h 10.0 m	12	8	ϕ 9.5 m x h 9.0 m	4	-
Filtro percolador (Primera etapa)	ϕ 39.0 m x h 2.0 m	40	-	ϕ 34.0 mx h 2.0 m	12	8	ϕ 29.0 m x h 2.0 m	4	-
Clarificador intermedio	B10.0 m x L30.0 m x h10.0 m	20	-	ϕ 11.0 m x h 10.0 m	12	8	ϕ 9.5 m x h9.0 m	4	-
Filtro percolador (Segunda etapa)	ϕ 39.0 m x h 2.0 m	20	-	ϕ 34.0 m x h 2.0 m	6	4	ϕ 29.0 mx h 2.0 m	2	-
Clarificador final	B10.0 m x L30.0 m x h 1.0 m	40	-	ϕ 11.0 m x h 1.0 m	24	16	ϕ 9.5 m x h 9.0 m	8	-
Tanque digestor de fango	ϕ 17.5 m x h10.0 m	40	-	ϕ 15.5 m x h 9.0 m	12	-	ϕ 14.0 m x h 8.0 m	4	-
Lecho de secado de fango	W 40.0 m x L 100.0 m	20	15	W 40.0 mx L 80.0m	6	5	W 30.0 m x L 80.0 m	2	-
Lago anaeróbico (h = 3.0 m)	BA 13.0 m x 13.0 m SA 31.0 m x 31.0 m	2	1	BA 1.0 m x 1.0 m SA 19.0 m x 19.0 m	2	1	BA 1.0 m x 1.0 m SA 19.0 m x 19.0 m	1	-
Lagos de normalización (h = 2.0 m)	BA 120.0 m x 60.0 m SA 132.0 m x 72.0 m	2	1	BA 52.0 m x 26.0 m SA 64.0 m x 38.0 m	2	1	BA 20.0 m x 40.0 m SA 32.0 m x 52.0 m	1	-
BASES DE DISEÑO									
Caudal de diseño	Final	Primera Etapa		Final	Primera Etapa		Final	Primera Etapa	
Promedio diario, m3/día	238,000	179,000		52,700	33,000		13,300	-	
Máximo diario, m3/día	261,000	196,000		57,500	36,000		14,500	-	
Máximo horario, m3/día	390,000	293,000		85,500	53,500		21,500	-	
Máximo horario estación de las lluvias, m3/día	1,087,000	879,000		-	-		-	-	
Generación de fango, ton./día	90	71		20	19		5	-	

Note : BA ... Area del fondo, SA ... Area de la superficie
Source: Grupo de Estudio

5.3.3 Sistema de saneamiento

a) Sistema de recolección

Se propone un sistema convencional por gravedad para recolectar y transportar las aguas residuales a la instalación comunitaria de tratamiento sanitario. La longitud total de las alcantarillas necesarias en cada asentamiento y a ser cubierta en la primera etapa es de 65.2 km y de 9.2 km para la región Central y Sur 3 respectivamente.

b) Sistema de tratamiento de saneamiento

El sistema de tratamiento de saneamiento consiste del sistema de tratamiento y deshecho del efluente.

Las plantas de tratamiento comunitario para varios asentamientos en la región Central y Sur 3 están descritas en la Tabla 5-6. La prueba de percolación del suelo realizada en cinco lugares, mostró que el suelo es predominantemente compuesto de arcilla/arcilla limosa. Sin embargo en los asentamientos Final y El Pilar, dónde se usa el río Pinula para toma de agua potable corriente abajo, se propone que el efluente del tanque séptico sea desechado por medio del sistema de absorción en el suelo.

Se propone que los deshechos desenlodados provenientes de estas plantas comunitarias sean tratados en una instalación de tratamiento de fango de la planta de tratamiento de aguas residuales a ser construida en las regiones respectivas. El volumen anual total a ser desenlodado proveniente de cada asentamiento es de 1,356 y 116 m^3/año en la región Central y Sur 3 respectivamente.

Tabla 5-6 Detalles de la Planta de Tratamiento Comunitaria

No. de Asent	Nombre del Asentamientoa	Zona	Caudal máximo diario, m^3/día	Tanque séptico (L x A x P) m	Filtro vertical (L x A x P) m
Región Central					
1	Final	14	90	17.0 x 8.5 x 2.0	–
2	El Pilar	14	270	28.0 x 14.5 x 2.0	–
3	El Cambary	14	60	13.0 x 7.0 x 2.0	5.5 x 7.0 x 1.2
4	Campo Seco	16	220	25.5 x 13.0 x 2.0	10.5 x 13.0 x 1.2
5	Finca El Carmen	6	180	23.5 x 11.5 x 2.0	10.0 x 11.5 x 1.2
6	Modrno San Antonio	6	180	23.5 x 11.5 x 2.0	10.0 x 11.5 x 1.2
7	Jocotales	6	470	37.5 x 19.0 x 2.0	15.5 x 19.0 x 1.2
8	Quintanal	6	670	45.0 x 22.5 x 2.0	18.5 x 22.5 x 1.2
9	Santa Faz	6	110	18.5 x 9.0 x 2.0	7.5 x 9.0 x 1.2
10	El Tuerto	1	90	17.0 x 8.5 x 2.0	6.5 x 8.5 x 1.2
11	Colinas I y II	1	170	22.0 x 11.5 x 2.0	9.5 x 11.5 x 1.2
12	Bethania Sec I	1	260	28.0 x 14.0 x 2.0	11.5 x 14.0 x 1.2
13	Bethania Sec II	7	360	33.0 x 16.5 x 2.0	13.5 x 16.5 x 1.2
14	Seis de Octubre	7	270	28.0 x 14.5 x 2.0	11.5 x 14.5 x 1.2
15	Joya I	7	450	36.5 x 18.5 x 2.0	15.0 x 18.5 x 1.2
16	Joya II	7	450	36.5 x 18.5 x 2.0	15.0 x 18.5 x 1.2
17	Joya III	7	450	36.5 x 18.5 x 2.0	15.0 x 18.5 x 1.2
18	La Joya IV	7	270	28.0 x 14.5 x 2.0	11.5 x 14.5 x 1.2
19	Colonia. Argueta	2	360	33.0 x 16.5 x 2.0	13.5 x 16.5 x 1.2
20	Incienso	3	760	47.5 x 24.0 x 2.0	20.0 x 24.0 x 1.2
Región Sur 3					
1	Loma Blanca I	12	170	22.0 x 11.5 x 2.0	9.5 x 11.5 x 1.2
2	Loma Blanca II	12	180	23.5 x 11.5 x 2.0	10.0 x 11.5 x 1.2
3	Plaza de Toros	13	180	23.5 x 11.5 x 2.0	10.0 x 11.5 x 1.2

Nota : 1. Bethania III y IV son consideradas como una comunidad, y denominadas Bethania II.

2. Las dimensiones del tanque séptico y del filtro vertical son dimensiones efectivas.

3. L × A × P = Longitud x Ancho x Profundidad

Fuente : Grupo de Estudio

5.4 ESTIMATIVA DE COSTOS

5.4.1 Costo de la inversión total

El costo de la inversión total del sistema de alcantarillado y de saneamiento fueron actualizadas en febrero de 1996.

El resumen del costo total de inversión para la región Central y Sur 3 está mostrado en la Tabla 5-7. El costo directo de construcción los sistemas de alcantarillado y saneamiento están mostrados en la Tabla 5-8.

Tabla 5-7 Resumen del Costo Total de la Inversión

(Unidad: Millón de Quetzales)

Item	Central	Sur 3	Total
1 Construcción Directo	379.5	173.8	553.3
2 Adquisición de Terreno	29.2	18.1	47.3
3 Costo de Ingeniería	22.8	13.9	36.7
4 Costo de Administración	11.4	5.2	16.6
5 Contingencias Físicas	38.0	17.4	55.4
Total	480.9	228.4	709.3

Nota: Costos de febrero de 1996

Fuente : Grupo de Estudio

Tabla 5-8 Resumen del Costo de Construcción Directo

(Unidad: Millón de Quetzales)

Item	Central	Sur 3	Total
1 Sistema de Alcantarillado	331.5	168.0	499.5
(1) Tubería del Alcantarillado	221.1	78.2	299.3
(2) WWTP	110.4	89.8	200.2
2 Sistema de Saneamiento	48.0	5.8	53.8
(1) Tubería del Alcantarillado	33.3	4.5	37.8
(2) Planta Comunitaria	14.7	1.3	16.0
Total	379.5	173.8	553.3

Nota: Costos de febrero de 1996

Fuente : Grupo de Estudio

5.4.2 Costos de Operación y Mantenimiento

El resumen de los costos anuales de O/M necesarios para el sistema de alcantarillado y saneamiento está mostrado en las Tablas 5-9 y 5-10 respectivamente.

Tabla 5-9 Resumen del Costo de O/M Anual Necesario para el Sistema de Alcantarillado

(Unidad: Miles de Quetzales)

Item		Central	Sur 3
1	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales		
-1	Costo de personal	740	377
-2	Costo de transporte de fango	735 ~ 871	64 ~ 150
-3	Costos de reparación (0.5% de C/C)	552	449
	Subtotal	2,027 ~ 2,163	890 ~ 976
2	Tubería de Alcantarillado		
-1	Costo de personal	132	346
-2	Costos de reparación (0.5% de C/C)	1,106	391
	Subtotal	1,238	737
Costo Total de O/M		3,265 ~ 3,401	1,627 ~ 1,713

Nota : Costos de febrero de 1996.
Fuente : Grupo de Estudio

Tabla 5-10 Resumen del Costo O/M Anual Necesario para el Sistema de Saneamiento

(Unidad: Miles de Quetzales)

Item		Central	Sur 3
1	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales		
-1	Costo de personal	66	33
-2	Costo de transporte de fango	9 ~ 43	1 ~ 43
-3	Costos de reparación (0,5% de C/C)	73	6
	Subtotal	148 ~ 182	40 ~ 43
2	Tubería de Alcantarillado		
-1	Costo de personal	66	33
-2	Costos de reparación (0,5% de C/C)	167	23
	Subtotal	233	56
Costo Total de O/M		381 ~ 415	96 ~ 99

Nota: Costos de febrero de 1996
Fuente : Grupo de Estudio

5.5 EVALUACION DE ALTERNATIVAS

Para seleccionar la alternativa más viable, se realizó la evaluación financiera y económica y se compararon los factores que no son cuantificables. La Tabla 5-11 muestre el resumen de los resultados de estas evaluaciones.

5.5.1 Evaluación Financiera

Como lo muestra la Tabla 5-11, las FIRR de la alternativa 1 (proyecto en la región Central) fueron calculadas en -1.7%, 3.5% y 7.1% para las tres opciones de tarifas de servicio de alcantarilla: Tarifa I (Q.20/conexión/mes), II (Q.30/conexión/mes) y III (Q.40/conexión/mes). Sólo la FIRR de 7.1% en la Tarifa II se aproxima a las tasas de IBRD (7.72%) e IDB (8.1%) que fueron aplicadas a los proyectos en marcha de EMPAGUA. En el caso de la Tarifa II, será necesario tomar algunas medidas de apoyo como la donación a EMPAGUA para manejar el proyecto con solidez financiera, porque la FIRR está por debajo de las tasas de interés de las fuentes financieras.

Las FIRR de la alternativa 2 (el proyecto de la región Sur 3) fueron negativas para todas las opciones de tarifa de servicio. Por lo tanto, aun en el caso de aplicar los fondos extranjeros para el proyecto, resultaría difícil manejarlo con solidez financiera sin un apoyo del gobierno.

Por lo tanto, se estudiaron las diferentes condiciones financieras apropiadas para el manejo sólido delas alternativas en los siguientes casos integrados, tomando en cuenta las fuentes de préstamo, tarifas de servicio de alcantarillado, y fuentes financieros.

a) Fuentes de préstamos

1) Préstamo 1: Tasa de interés del 8.1% por año y período de pago de 20 años incluyendo un período de gracia de 5 años.

2) Préstamo 2: Tasa de interés del 2.5% por año (para proyectos ambientales), y período de pago de 30 años incluyendo un período de gracia de 10 años.

b) Opción de Tarifas

Las tarifas de servicio de alcantarillado fueron definidas en Q20, 30 y 40/conexión/mes, como se ha descrito anteriormente. Sin embargo, es de notar que un determinado porcentaje de las tarifas de servicios sería recaudado de la región Central; Q10/conexión/mes será

utilizado no precisamente para el proyecto, sino para el mantenimiento de la red de conductos de alcantarillado existente.

Tabla 5-11 Resultados de la Evaluación de Alternativas para la Primera Etapa del Proyecto

Item	Región Central	Región Sur 3	Observaciones
1. Evaluación financiera			
1.1 Viabilidad financiera (FIRR)			
a. Tarifa I (Q20/conexión/M)	-1.7%	-5.5%	
b. Tarifa II (Q30/conexión/M)	3.5%	-2.7%	
c. Tarifa III (Q40/conexión/M)	7.1%	-0.8%	
1.2 Evaluación financiera Condiciones requeridas para el manejo eficaz del proyecto	(1) Prés tamo para el 70% del costo total de inversión proveniente del Préstamo 2. (2) Donación de 20% del costo total de inversión (3) Subsidio para cubrir el 20% del interés del préstamo (4) Aplicación de la Tarifa II	(1) Préstamo para el 70% el costo total de inversión proveniente del Préstamo 2. (2) Donación de 30% de costo total de inversión (3) Subsidio para cubrir el 20% del interés del préstamo (4) Aplicación de la Tarifa III	Préstamo 1 (8:1% p.a., 20 a.os, 5 a.os) Préstamo 2 (2.5% p.a., 30 a.os, 10 a.os) Fondo de Trabajo: Banco Comercial 10%
2. Evaluación económica			Tasa de descuento: 10%
2.1 Parámetros de evaluación			
a. Valor actual neto (NPV:Q1,000)	-246,412	-64,986	Beneficios tangibles - Reducción de las enfermedades transmitidas por el agua - Reducción de los costos futuros de purificación del suministro de agua - Beneficio negativo
b. Relación beneficio-costo (B/C)	0.27	0.58	
c. Tasa de retorno interno económico (EIRR)	0.5%	5.4%	
2.2 Evaluación económica	El proyecto no es viable desde el punto de vista económico. Las razones principales de ello son el aumento del total de costos de construcción hallado en base al estudio del suelo y el método para construir el colector principal.	Aunque el EIRR de 5.4% es menor que el costo de oportunidad de capital como porcentaje de descuento del 10%, el proyecto recomendado para implementación tiene una alta prioridad para proteger las fuentes de agua potable contra la contaminación.	
3 Otros factores			
a. Contribución a la protección de recursos hídricos potenciales		- El lago Amatitlán es una de las fuentes potenciales de agua para el crecimiento urbano sostenido del área municipal de Guatemala. - Es un paso positivo hacia la protección de la fuente potencial de agua que es el lago Amatitlán.	
b. Beneficio a la población corriente abajo	- La población a lo largo del río Las Vacas que tiene contacto directo con el agua del río, es reducida.	- Las personas a lo largo del lago Amatitlán y del río Michatoya usan el agua para bañarse y lavar ropas, por lo cual entran en contacto directo con la misma.	
c. Interés público		- La descarga continua de aguas residuales en el lago Amatitlán está causando preocupación pública, recientemente.	
d. Facilidad de implementación	- La implementación del proyecto de manejo de aguas residuales no obtendrá un fuerte interés público en comparación con el de la región Sur 3. - Será difícil para EMPAGUA construir, operar y manejar instalaciones de capacidad media.	- La implementación del proyecto de manejo de aguas residuales obtendrá el fuerte interés del público en comparación con el de la región Central. - Será difícil para EMPAGUA construir, operar y manejar instalaciones de capacidad media.	
4 Recomendación		Se recomienda como proyecto de la primera etapa la región Sur 3 ya que es económicamente atractivo y hay otros factores que lo favorecen.	

Fuente : Grupo de Estudio

c) **Fuentes financieras**

i) 100% del capital cubierto por préstamos

ii) 90% por préstamos y 10% por donación

iii) 80% por préstamos y 20% por donación

iv) 70% por préstamos y 30% por donación

Las siguientes condiciones financieras son indispensables para manejar sólidamente el proyecto en las regiones Central y Sur 3, respectivamente

Para la región Central (alternativa 1)

(i) Préstamo para el 70% del costo total de inversión proveniente del préstamo 2;

(ii) Donación o ayuda para el 30% del costo total de inversión;

(iii) Subsidio para cubrir el 20% del interés del préstamo; y

(iv) Aplicación de la Tarifa II.

Para la región Sur 3 (alternativa 2)

(i) Préstamo para el 70% del costo total de inversión proveniente del préstamo 2;

(ii) Donación o ayuda para el 30% del costo total de inversión;

(iii) Subsidio para cubrir el 20% del interés del préstamo; y

(iv) Aplicación de la Tarifa III.

5.5.2 Evaluación Económica

La evaluación económica para los proyectos respectivos es examinada desde el punto de vista de eficiencia económica a través de factores tales como el valor neto actual (NPV), la relación beneficio-costo (B/C), y la tasa interna económica de retorno (EIRR). Los resultados de estos factores están mostrados en la Tabla 5-11.

La EIRR y el B/C del proyecto en la región Central fue calculado en 0.5% y 0.27%, respectivamente. Estos valores indican que el proyecto no es factible desde el punto de vista económico.

Por otro lado, la EIRR del proyecto en la región Sur 3 fue calculada en 5.4% y 0.58, respectivamente. El proyecto en la región Sur 3 tendrá una eficiencia económica mayor que en la región Central, si se juzga desde el punto de vista económico. La eficiencia económica del proyecto en la región Sur 3debe ser más detalladamente revisada con una prueba de sensibilidad.

La prueba de sensibilidad se efectuó solo en la variación de los costos y beneficios totales, sin ningún examen de la variación del ingreso principal. La prueba de variación se basó en el 5 y 10% del costo y el beneficio en relación a la EIRR del proyecto en la región Sur 3. Los resultados del proyecto prioritario se muestran en la Tabla 5-12 a continuación.

Tabla 5-12 Resultados de la Prueba de Sensibilidad sobre EIRR para el Proyecto de la Región Sur 3

Aumento de Costo	Reducción de Beneficio		
	0%	5%	10%
0%	5.4%	5.0%	4.6%
5%	5.0%	4.7%	4.3%
10%	4.7%	4.3%	3.9%

Fuente: Grupo de Estudio

Los resultados indican que las EIRR del proyecto en la región Sur 3 mantiene más del 4%, exceptuando el caso de 10% de aumento del costo y 10% de reducción de beneficios. Sin embargo, las EIRR son más bajas que el costo de oportunidad del capital del 10%. El proyecto en la región Sur 3 puede ser viable desde el punto de vista económico, al considerar los valores de EIRR para los proyectos de alcantarillado.

5.5.3 Otros Factores

Para la selección del proyecto de la primera etapa también se consideraron factores no cuantificables.

Los factores son:

- Contribución a la protección de fuentes potenciales de agua
- Beneficio a la población corriente abajo
- Interés público
- Facilidad de implementación

Basándose en la discusión mostrada en el Item 3 de la Tabla 5-11, el proyecto de la primera etapa en la región Sur 3 es favorable en todos los aspectos.

5.6 ALTERNATIVA SELECCIONADA PARA EL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA

Se seleccionó Alternativa 2: la Región Sur 3 como proyecto de la primera etapa ya que es económicamente superior y porque hay otros factores favorables. El único punto negativo de la Alternativa 2 es el financiero.

Considerando las limitaciones financieras, el sistema de saneamiento en la Alternativa 2 es transferido a la etapa subsecuente por las siguientes razones:

- Eficiencia de inversión;
- Prioridad de los proyectos en andamiento de EMPAGUA, y
- Densidad actual de casas (muestra crecimiento potencial).

La Tabla 5-13 muestra las instalaciones para el proyecto de la primera etapa. El Plano de Disposición de la planta de tratamiento de aguas residuales para el proyecto de la primera etapa está mostrado en la Fig. 5-7.

Es necesario confeccionar un plan financiero viable. Es necesario notar que las evaluaciones fueron hechas a condición de que cada alternativa sea pagada por los usuarios en las regiones respectivas. En otras palabras está basada en el principio "Los Contaminadores Pagan". Las fuentes de agua potable de la región Sur 3 están siendo usadas por la población de la región Central y de otras regiones. Por lo tanto, los usuarios del suministro de agua de la región Central también son beneficiarios del proyecto de la primera etapa en la región Sur 3, lo cual justifica que parte de la carga financiera sea pagada por los usuarios del suministro de agua de la región Central. Complementando el principio "Los Contaminadores Pagan" con el principio "Los Beneficiarios Pagan", se preparó un plan financiero viable que está resumido en la Sección 5.7.1.

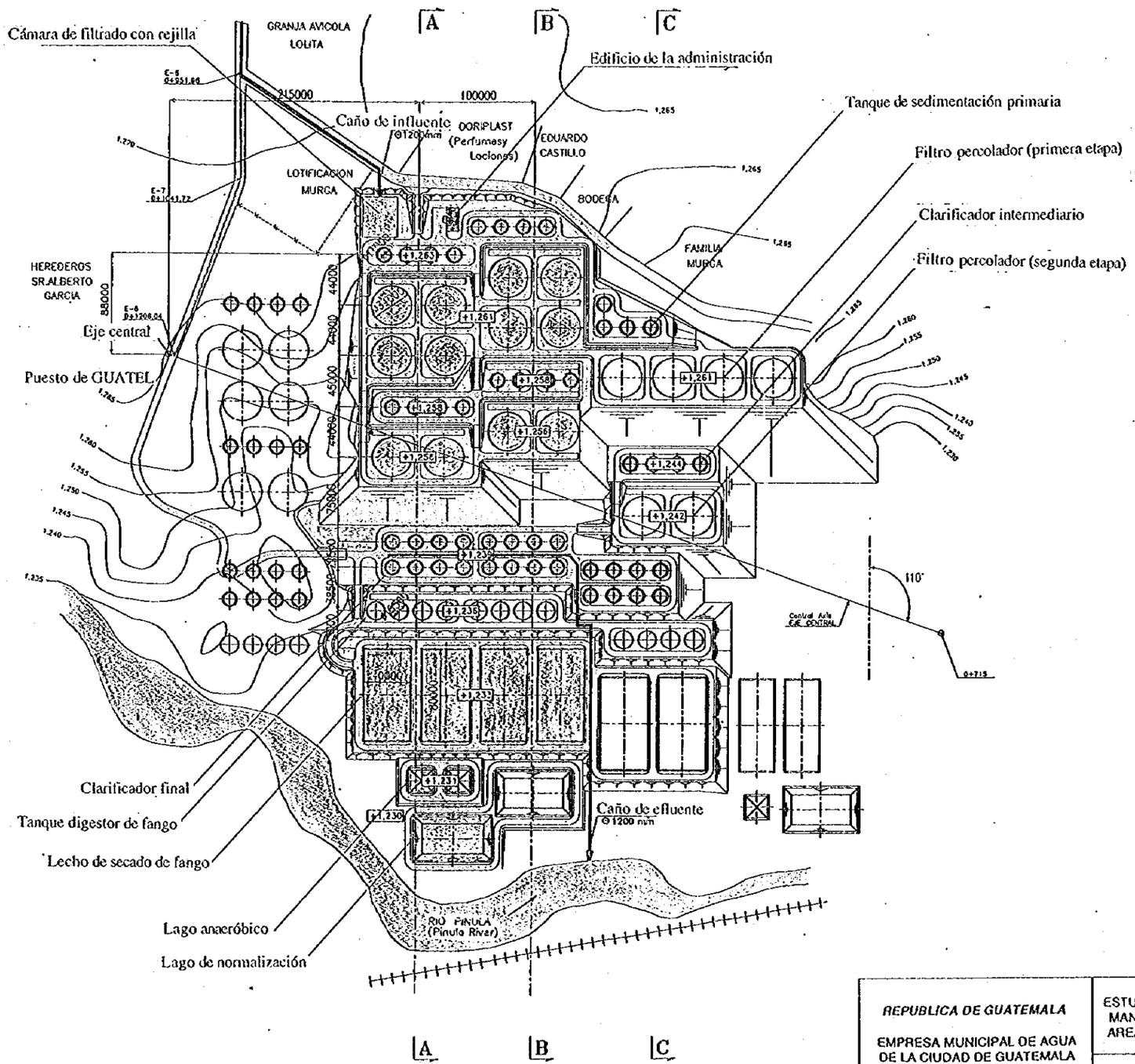
Tabla 5-13 Alternativas Seleccionadas para el Proyecto de la Primera Etapa

ITEM		REGION SUR 3
1	BASES	
1.1	PERIODO DE CONSTRUCCION	1999 ~ 2001
1.2	ALCANTARILLADO	
1.2.1	Area servida en ha	896
1.2.2	Población servida (al 2002)	53,200
2	DISEñO DE INSTALACIONES	
2.1	ALCANTARILLAS	
2.1.1	Sistema de recolección	Independiente
2.1.2	Colector principal	
	a) Diámetro y longitud	1,500 mm × 10.0 km (túnel, blando)
		1,200 mm × 1.2 km (zanja, blando
		300~700 mm × 6.0 km (zanja, blando
		400~700 mm × 0.12 km (tubería puente, 2 lugares)
	b) Longitud total	17.32 km
2.1.3	Colector	
	a) Diámetro y longitud	200 mm 86.1 km (zanja, blando)
2.2	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
2.2.1	Capacidad de tratamiento de m^3/día (máximo diario)	36,000
2.2.2	Calidad del agua residual sin tratar	
	a) DBO, mg/ℓ	280
	b) SS, mg/ℓ	280
2.2.3	Nivel de tratamiento	
2.2.4	Proceso de tratamiento	Proceso secundario de filtro percolador
2.2.5	Calidad del efluente final	
	a) DBO, mg/ℓ	56
	b) SS, mg/ℓ	56
2.2.6	Cuerpo de agua receptor	Río Villalobos (río Pinula)
3	COSTOS	
3.1	Costo de la inversión total, millones de Quetzales	221.3
3.2	Total del costo de O/M, Quetzales/año (para el año 2002)	1.63

Nota : Todos los costos son a precios de 1996 (febrero de 1996)

Fuente: Grupo de Estudio

PLANO DE DISPOSICION DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
(Alternativa 2: WWTP Sur 3)



EST.	P.O.	RUMBO	DIST.
6	7	S 47° 17' 00" W	89.76
7	8	S 68° 35' 20" W	164.32
8	BN	S 89° 54' 00" W	13.90

EST.	P.O.	RUMBO	DIST.
E-8	Central Axis 0+000	N 21° 42' 00" W	5.94
Central Axis 0+000	Central Axis 0+715	S 21° 42' 00" E	715.00

0 100 200 m

Escala 1:4000

REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO PLAN DE DISPOSICION PARA EL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA (ALTERNATIVA 2: WWTP SUR 3)

5.7 PROGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA

5.7.1 Plan Financiero

a) Financiación y tarifa de servicio de alcantarillado

La evaluación financiera del proyecto en la región Sur 3 efectuada en la sección anterior como un esquema de manejo individual e independiente , indicaba que el proyecto no podría ser sólidamente manejado sin un apoyo del gobierno.

Sin embargo, tal como señala la Comisión Coordinadora señal, los gobiernos tanto central como autónomos locales no pueden ofrecer subsidios para el proyoyeto. Así, es necesario considerar las siguientes fuentes financieras para preparar el plan financiero de ejecución del proyecto: (i) préstamos extranjeros para financiación de fuentes tales, y (ii) autofinanciación ahorrada de las tarifas extra provenientes de otras áreas de servicio de EMPAGUA.

Las fuentes financiera posteriores para el proyecto en la región Sur 3 podrían ser proveidas desde otras áreas de servicio de EMPAGUA, como es la región Central, tal como se discutió en la Sección 5.6 del presente informe.

Los siguientes términos de préstamos fueron precisados para preparar los planes financieros:

1) Fuente financiera A (préstamo a largo plazo)
El tope del crédito es el 75% del costo total de inversión. Además, es necesario agregar al tope un interés durante el período de construcción. La tasa de interés es del 2.5% (2.1% aplicado a la tarifa de consultoría). El período de pago es de 30 años incluyendo un período de gracia de 10 años.

2) Fuente financiera B (préstamo a largo plazo)
El tope del crédito es 90% del costo total de inversión, que puede incluir una porción local así como también una porción extranjera.La tasa de interés es del 8.1%. El período de pago son 20 años incluyendo un período de gracia de 5 años.

3) Fuente financiera C (préstamo a corto plazo)
Además de los préstamos a largo plazo arriba mencionados, se aplicará una tasa de interés al préstamo del 10% dentro de un período de un año, como fondo de trabajo, si se desea cubrir alguna deficiencia de recursos.

Los siguientes dos planes financieros fueron provistos para la implementación del proyecto propuesto. En particular, considerando la dificultad de la viabilidad financiera, la fuente alternativa A fue colocada como núcleo del capital de inversión.

Plan 1: El 75% del costo total de inversión será financiado por la fuente financiera A. El 25% restante será procurado en los fondos de EMPAGUA ahorrados de la tarifa extra en la región Central.
El promedio de la tarifa de servicio de alcantarillado será incrementado del nivel actual de Q10/conexión/mes a Q21/conexión/mes. El aumento neto de Q11/conexión/mes contribuirá a implementar la primera etapa del proyecto en la región Sur 3, al ahorrarlo como un Fondo durante cinco años desde 1998 hasta 2001, antes de la implementación del proyecto.
Después de iniciar la operación, una parte del monto del fondo supuesto será transferido a través de una tarifa extra a los beneficiarios en la región Central. La tarifa extra será mantenida al mismo nivel constantemente aun después de iniciar la operación.

Plan 2: El 75% del costo total de inversión será financiado por la fuente financiera A. El 25% restante será procurado en la fuente financiera B y en el fondo de EMPAGUA ahorrado de la tarifa extra en la región Central. En este caso, el fondoahorrado por EMPAGUA, a través de un aumento de tarifa de Q5/conexión/mes durante el período de 1998 a 2001, no sería suficiente para cubrir el 25% restante. Por eso, el remanente será financiado por la fuente B.

Plan 1 derivado: Este es un plan derivado del Plan 1, en el cual la construcción del sistema auxiliar principal y lateral de alcantarillado es aplazado dos años más, para aliviar el aumento de la tarifa de servicio de alcantarillado a Q7/conexión/mes.

Las condiciones financieramente practicables para cada plan están enumeradas en la Tabla 5-14. Las FIRR nominales de los planes financieros alternativos fueron calculadas en 8.0%, 3.2% y 5.8% respectivamente.

Tabla 5-14 Condiciones Financieras Viables para el Proyecto Propuesto

(Unidad: Millones de Quetzales)

Item		Plan 1	Plan 2	Plan 1 Derivado
Fuentes financieras	Fuente Financiera A	173.5	173.5	173.5
	Fuente Financiera B	-	26.5	-
	Fondo Ahorrado por EMPAGUA*1	52.0	25.5	52.0
Ingresos totales *2	Los Servicios de Alcantarillado	131.0	93.6	106.2
	• Doméstico	105.4	75.3	84.0
	• Industrial	25.6	18.3	22.2
	Transferencia desde la Cuenta General	611.7	276.1	371.0
Tarifa promedio de servicio (Q/conexión/mes)		21.0	15.0	17.0
FIRR (%) nominal *3		8.0%	3.2%	5.8%

Nota : *1 La tarifa promedio de servicio en esta tabla ha sido aplicada al área de la región Central después del año 1998.

*2 Acumulación durante la vida económica de las instalaciones de alcantarillado

*3 Una tasa interna de retorno de los ingresos totales provenientes de los servicios de tratamiento de residuos incluyendo la transferencia de la cuenta general de EMPAGUA contra el monto total de los préstamos.

La tarifa de servicio promedio de alcantarillado (Q21/conexión/mes) del Plan 1 parece ser extremadamente alta, en comparación con la tarifa promedio actual de Q10/conexión/mes. Por otra parte, la tarifa promedio de servicio de altancarillado (Q15/conexión/mes) del Plan 2 parece ser razonable en comparación con la del Plan 1. Sin embargo, en el Plan 2 el responsable por el proyecto tiene que obtener préstamos de dos fuentes financieras. A menudo es complicado para un deudor debido a los complicados procedimientos y comunicación entre las agencias relacionadas.

La tarifa de servicio de alcantarillado fue calculada en Q17/conexión/mes para el Plan 1 derivado. Esta fue sólo Q2 más cara que la del Plan 2. Esta tarifa parece ser razonable. Es importante que el responsable por el proyecto pueda apoyarse en una sola fuente financiera extranjera, pudiendo promover así la implementación sin procedimientos complicados. La FIRR nominal de los planes financieros alternativos fue calculada en 5.8%.

La Tabla 5-15 muestra el nivel de tarifas de servicio de alcantarillado como porcentaje del ingreso familiar por clase de ingreso. De aquí se asume que cada familia consume el volumen de agua arriba mencionado.

Tabla 5-15 Monto de la Tarifa de Servicio de Alcantarillado como Porcentaje del Ingreso Familiar

Item	Ingreso Bajo	Ingreso Medio	Ingreso Alto
Ingreso Mensual (Quetzales)	Menos de 2,000	2,001 a 5,000	Más de 5,001
Consumo de Agua (m^3/mes)	23	25	43
Tarifa de Servicio de Alcantarillado			
Tarifa Actual *1	3.68	4.00	6.40
Tarifa Basadas en procentaje de ingreso*2	6.26	6.80	10.88
Porcentaje de Ingreso			
Tarifa Actual *1	Más de 0.18%	0.08% a 0.20%	Menos de0.13%
Tarifa Basadas en propuesta *2	Más de 0.31%	0.14% a 0.34%	Menos de0.22%
Tasa de referencia *3	Máximo 3%	Máximo 3%	Máximo 3%

Nota : *1 La tarifa actual fue revisada en enero, 1995.
*2 Tarifa basada en el plan financiero derivado del Plan 1, promedio de Q17/conexión/mes. Esta tarifa promedio corresponde a Q0.27 m^3/, lo cual es 1.7 veces mayor que la tarifa unitaria actual de Q0.16/m^3.
*3 Bajo Costo de Saneamiento, Instituto de Desarrollo de Economía Bancaria Mundial

Si la tarifa basada en el plan financiero derivado del Plan 1, o sea un promedio de Q17/conexión/mes, fuese reflejada en la tarifa de servicio de alcantarillado, las tarifas aumentarán no menos del 0.22% del ingreso familiar de la clase con ingreso alto; 0.14% a 0.34% en la clase de ingreso medio; y más de 0.31% en la clase de ingreso bajo. La estructura tarifaria todavía parece ser más pesada para las familias de ingreso bajo. Sin embargo, estos porcentajes en total parecen ser razonablemente pequeños.

Se considera que el aumento de la tarifa de servicio de alcantarillado de Q10 a Q17, tiene el mismo efecto que la tarifa extra actual de 20% elevada al 34%. Además, una vez examinada la tarifa incrementada frente al incremento total de los servicios de agua y alcantarillado, la tasa de incremento resulta sólo en 12%. Esto no parece ser pesado para los beneficiarios en las áreas servidas.

b) Eficiencia económica

Como se describe en la Sección 5.6, la implementación del sistema de saneamiento no está incluída en el proyecto propuesto para la primera etapa, así, la EIRR del proyecto de la primera etapa (alcantarillado solamente), en la región Sur 3, fue recalculada en 5,7% (5,4% anteriormente).

5.7.2 Construcción de Programa

a) Programación de Implementación

El plan de desarrollo del proyecto está programado como sigue en base al Plan 1 derivado. El diseño detallado y los períodos de construcción de la primera etapa fueron estimados como teniendo seis (6) años de duración de 1998 al 2003.

[Primera Etapa]	1998	:	Período de diseño detallado
	1999 - 2003	:	Período de construcción
	2002	:	Entrega del proyecto

b) Obras de construcción en cada año

Las instalaciones a ser construidas desde el año 1998 al 2003 están mostradas en la Tabla 5-16.

Tabla 5-16 Relación/volumen de Implementación de las Obras de Construcción

No. de Serie	Año	Tubería del Alcantarillado			WWTP
		Troncal		Lateral	
		1,500 mm de diám	300-1,200 200 mm de diám	200 mm de diám	
1	1998	----	----	----	----
2	1999	3,340 m	un tercio	20,000 m	un tercio un tercio
3	2000	3,340 m	un tercio	20,000 m	un tercio un tercio
4	2001	3,340 m	un tercio	20,000 m	un tercio un tercio
5	2002	----	----	13,000 m	----
6	2003	----	----	13,000 m	----

c) Programación de desembolso

La programación propuesta para desembolso del costo del proyecto en la primera etapa está mostrada en la Tabla 5-17. El terreno requerido para la WWTP será adquirido en los años 1999 y 2000.

Tabla 5-17 Programación de Desembolso de la Primera Etapa para la Región Sur 3 (Periodo de Obra de Construcción: 5 años)

(Unidad: Millones de Quetzales)

No.	Item de Costo	1998			1999			2000			2001			2002			2003			Total		
		L/C	F/C	Sub-Total	L/C	F/C	Sub-Total	L/C	F/C	Sub-Total	L/C	F/C	Sub-Total	L/C	F/C	Sub-Total	L/C	F/C	Sub-Total	L/C	F/C	Grand Total
1	Directo de Construcción	0	0	0	50.7	0	50.7	50.8	0	50.8	51.0	0	51.0	7.7	0	7.7	7.8	0	7.8	168.0	0	168.0
-1	Tubería del Alcantarillado	0	0	0	20.8	0	20.8	20.9	0	20.9	21.0	0	21.0	7.7	0	7.7	7.8	0	7.8	78.2	0	78.2
	(1) Colector	0	0	0	9.5	0	9.5	9.6	0	9.6	9.6	0	9.6	0	0	0	0	0	0	28.7	0	28.7
	(2) Alcantarillado Ramal	0	0	0	11.3	0	11.3	11.3	0	11.3	11.4	0	11.4	7.7	0	7.7	7.8	0	7.8	49.5	0	49.5
	Alcantarillado Ramal (1/2)	0	0	0	11.3	0	11.3	11.3	0	11.3	11.4	0	11.4	0	0	0	0	0	0	34.0	0	34.0
	Alcantarillado Ramal (2/2)	0	0	0	0	0	0	0.0	0	0.0	0.0	0	0.0	7.7	0	7.7	7.8	0	7.8	15.5	0	15.5
-2	WWTP	0	0	0	29.9	0	29.9	29.9	0	29.9	30.0	0	30.0	0	0	0	0	0	0	89.8	0	89.8
2	Adquisición de Terreno	0	0	0	9.0	0	9.0	9.0	0	9.0	0.0	0	0.0	0	0	0	0	0	0	18.0	0	18.0
3	Costo de Ingeniería	1.3	4.1	5.4	0.7	2.0	2.7	0.7	2.0	2.7	0.7	2.0	2.7	0	0	0	0	0	0	3.4	10.1	13.5
4	Costo de Administración	0	0	0	1.5	0	1.5	1.5	0	1.5	1.6	0	1.6	0.2	0	0.2	0.2	0	0.2	5.0	0	5.0
5	Contingencias Físicas	0	0	0	5.0	0	5.0	5.1	0	5.1	5.1	0	5.1	0.8	0	0.8	0.8	0	0.8	16.8	0	16.8
	Total	1.3	4.1	5.4	66.9	2.0	68.9	67.1	2.0	69.1	58.4	2.0	60.4	8.7	0	8.7	8.8	0	8.8	211.2	10.1	221.3

Nota : L/C moneda local, F/C: Moneda extranjera

Costos de febrero de 1996

Fuente: Grupo de Estudio

5.7.3 Plan de Organización

La Tabla 5-18 muestra la división del personal de la División de Manejo de Aguas Residuales por medio del concepto persona-año. El personal de la Sección Administrativa y de la Dirección de División fue dividido por el número de personal no administrativo que trabaja en diversos proyectos de alcantarillado. "Otros proyectos" incluyen todos los otros proyectos que no sean el proyecto de la primera etapa del proyecto propuesto, tales como las obras existentes de alcantarillado/saneamiento y preparativos para otras obras en etapas posteriores.

Tabla 5-18 Persona-año Requerida para el Proyecto de la 1ra. Etapa en el Año 2002

	Requeridos Para el Proyecto de la 1ra. Etapa	Requeridos Para Otros Proyectos	Personal Total Necesario
Jefe de división	0.07	0.93	1
Sección administrativa			
Jefe de sección	0.07	0.93	1
Asistente del jefe de sección	0.07	0.93	1
Secretario	0.14	1.86	2
Obrero no especializado	0.14	1.86	2
Total	0.43	5.57	6
Sección O/M			
Jefe de sección	0	1	1
Asistente del jefe de sección	0	1	1
Asistente	0	2	2
Ingeniero civil o sanitario	1	0	1
Personal técnico	2	11	13
Secretario	1	1	2
Obrero no especializado	15	85	100
Total	19	101	120
Sección de planificación			
Jefe de sección	0	1	1
Ingeniero civil o sanitario	0	1	1
Ingeniero asistente	0	2	2
Bonador (ingeniero asistente)	0	1	1
Secretario	0	1	1
Obrero no especializado	0	2	2
Total	0	8	8
Sección de construcción			
Jefe de sección	0	1	1
Asistente del jefe de sección	0	1	1
Personal de asuntos generales	0	3	3
Asistente	0	4	4
Secretario	0	1	1
Técnico	0	4	4
Obrero especializado	0	5	5
Capataz	0	10	10
Obrero operario	0	102	102
Total	0	131	131
Total general	19.5	246.5	266

Fuente: Grupo de Estudio

5.8 EVALUACION DEL IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

5.8.1 Marco Legal

La Evaluación del Impacto Ambiental fue realizada para satisfacer los requisitos de la Ley para Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Ley 68-86) ya que la EIA debe ser aprobada antes de la implementación del proyecto por la Comisión Nacional Ambiental (CONAMA). En la etapa del Plan Maestro, se efectuó un IEE y el TOR para EIA fue aprobada por CONAMA. La Empresa Pública de Suministro de Agua Municipal (EMPAGUA), será la organización que implementará el proyecto de la primera etapa.

5.8.2 Proyecto Propuesto Versus sin Proyecto

La Tabla 5-19 muestra el resumen del proyecto. Las condiciones ambientales actuales están empeorando y se ha retardado demasiado el manejo sistemático de deshecho de aguas residuales. El proyecto propuesto es parte de la solución para los problemas en aumento debido a la descarga indiscriminada de aguas servidas en el área metropolitana de Guatemala. La Tabla 5-20 muestra la comparación de beneficios del proyecto propuesto en comparación con la eventualidad de que no se tome ninguna acción.
Observando la tabla es evidente que las ventajas son mayores que las desventajas.

Tabla 5-19 Resumen del Proyecto

Item	Contenido
Nombre del Proyecto	Proyecto de la primera etapa para la Mejora del Manejo de Aguas Residuales en el Area Metropolitana de Guatemala.
Historial	La mayoría de las aguas residuales provenientes del área metropolitana de Guatemala está siendo vertida sin tratamiento en los valles/ríos y en el lago Amatitlán, contaminando las fuentes de suministro de agua (agua superficial y subterránea), y el medio ambiente de vida. Para mejorar el manejo de las aguas residuales se ha preparado un Plan Maestro hasta el año 2015. El estudio de viabilidad fue realizado para seleccionar el proyecto de la primera etapa.
Objetivo	Para construir y operar. a) Instalaciones de recolección de aguas residuales (colectores principales y registros hombre), y. b) Planta de tratamiento de aguas residuales para la región Sur 3 con capacidad de tratamiento suficiente hasta el año 2008.
Ubicación	Areas en las municipalidades de Guatemala, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y San Miguel Petapa. (ver Fig. 5-8)
Organización Implementadora	Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala. (EMPAGUA)
Población Beneficiada	Los beneficiarios directos son 53,200 personas que serán conectadas a la WWTP al comienzo de la WWTP (2002). Se espera el mejoramiento del medio ambiente y reducción de las enfermedades transmitidas por el agua en el área servida por el alcantarillado. Los beneficiarios indirectos son: a) La población que depende de las fuentes de agua subterránea de Ojo de Agua y área de los alrededores. b) Población que usa el agua del río Pinula para lavar e irrigación. c) Población corriente abajo del río Michatoya.
Condiciones de Planificación	
Tipo de Plan	Estudio de Factibilidad
Area Meta	a) Colectores - 1,500 mm×10.0 km (túnel en suelo blando) - 1,200 mm×1.2 km (zanja en suelo blando) - 300 - 700 mm×6.0 km (zanja en suelo blando) - 400 - 700 mm×0.12 km (tubería puente, 2 lugares) Longitud total - 17.32 km b) Area de la WWTP 30 ha aproximadamente. c) Población servidas Año 2002 - 53,200 personas, establecimientos comerciales e industrias. Año 2008 - 133,000 personas, establecimientos comerciales e industrias. d) Area del distrito de tratamiento Año 2001 - 896ha. e) Cantidad de aguas residuales Año 2002 - 14,890 m^3/día (máximo diario). Año 2008 - 34,750 m^3/día (máximo diario).
Método de Recolección de Aguas Residuales	Sistema de alcantarillado independiente
Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (WWTP)	a) Proceso de tratamiento Filtro percolador de gran capacidad con clarificador intermedio. b) Capacidad de tratamiento 36,000 m^3/día. (máximo diario)
Método Para Tratamiento y Deshecho del Fango de las Aguas Residuales	a) Proceso de tratamiento Lecho de secado. b) Método de deshecho Relleno de tierra en la municipalidad de Guatemala.
Agua Receptora	El efluente tratado será descargado en el río Pinula que confluye con el río Villalobos 1 km corriente abajo aproximadamente. El río Villalobos desemboca en el lago Amatitlán aproximadamente 7.7 km corriente abajo. El río Michatoya que es la única salida del lago Amatitlán, confluye con muchos ríos, y finalmente desemboca en el Océano Pacífica 81 km corriente abajo. Calidad del efluente: DBO - 56 mg/l y SS - 56 mg/l

Fuente: Grupo de Estudio

Tabla 5-20 Comparación del Proyecto Propuesto Versus la no Implementación del Mismo

Item	Con Proyecto	Sin Proyecto
1. Servicio de Alcantarillado Sin Tratamiento	- Mejoramiento de las condiciones de vida en 896 ha para 53,200 personas, establecimientos comerciales e industrias. - Reducción de las enfermedades transmitidas por el agua. - Reducción de la carga contaminante de los ríos y del agua subterránea: 3,010 kg DBO/día y 3,010 kg SS/día.	- Deshecho indiscriminado de aguas residuales sin tratamiento y empeoramiento de las condiciones de vida. - Aumento de las enfermedades transmitidas por el agua. - Carga adicional de contaminantes en los ríos y agua subterránea, acelerando así la contaminación de las fuentes actuales de suministro de agua.
2. Construcción del Colector y de la WWTP	- Oportunidades de empleo en el sector de la construcción.	- Sin oportunidad. - Sobrecarga de la infraestructura existente.
3. Operación y Manejo de la WWTP	- Nuevas oportunidades de empleo y adquisición de técnicas de operación de la WWTP, que son esenciales para el desarrollo del alcantarillado en Guatemala. - Pequeños obstáculos para vivir alrededor de la WWTP.	- Sin oportunidades ni técnicas. - No hay obstáculo.

Fuente: Grupo de Estudio

5.8.3 Impactos Ambientales Significativos y Medidas para Reducirlos

La Tabla 5-21 muestra el resumen de los impactos ambientales significativos y las medidas necesarias para reducirlos. La Fig. 5-8 muestra los cambios ambientales principales ocasionados por el proyecto propuesto.

La Tabla 5-22 muestra las medidas de reducción a ser tomadas en cada etapa, mostrando la organización responsable por ellas.

5.8.4 Planes de Monitoreo y Contingencias

Además del monitoreo de la calidad del agua y del fango de la WWTP a ser realizado por EMPAGUA durante la operación de la WWTP, es necesario monitorear los efectos del proyecto para la planificación futura. Estos son:

a) Efluente de la planta de tratamiento de aguas residuales Sur 3
b) Fango seco proveniente de la WWTP Sur 3
c) Río Pinula y Villalobos cerca de la confluencia de los mismos
d) Lago Amatitlán y río Michatoya

Tabla 5-21 Resumen de los Impactos Ambientales Significativos (1/2)

Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto	Categoría	Impacto	Acción
a) Etapa Previa a la Construcción (impactos inmediatos)				
1-1 Procuración de Terreno Para la WWTP	1-1.1 Falla de procuración	Social	Grave	Asegurar la procuración.
1-2 Relaciones Públicas	1-1.2 Oposición del público	Social	Moderado	Implementar la educación del público sobre las funciones del alcantarillado.
b) Etapa de Construcción (impactos inmediatos o a corto plazo)				
2-1 Excavación de Túneles	2-1.1 Arrastre de la tierra excavada	Física	Moderado	Suministrar drenaje y setos de retención adecuados para las pilas de tierra.
	2-1.2 Posibilidad de hallazgos arqueológicos bajo tierra	Social	Positivo	Informar al Departamento de Monumentos para rescatar los artículos.
	2-1.3 Ruido, polvo y accidentes durante el transporte	Social	Moderado	Cumplir con los procedimientos correctos de construcción para reducirlos. Solicitar el entendimiento público para los disturbios a corto plazo.
2-2 Excavación y Relleno Para la Construcción de la WWTP	2-2.1 Agua lodosa y arcillosa en el río Pinula	Física	Moderado	Cumplir con los procedimientos correctos de construcción para evitar que el material sea arrastrado.
	2-2.2 Disturbios en la vegetación	Física	Pequeño	Paisaje del sitio de la WWTP.
2-3 Obras de Construcción	2-3.1 Sobrecarga de la infraestructura debida a la llegada de obreros	Física	Pequeño	Suministrar instalaciones para deshechos y refugios para los obreros.

Nota : Los impactos están clasificados en Graves, Moderados y Pequeños, siendo sólo los impactos graves los que ponen en peligro la implementación o la continuidad del proyecto.
Fuente : Grupo de Estudio.

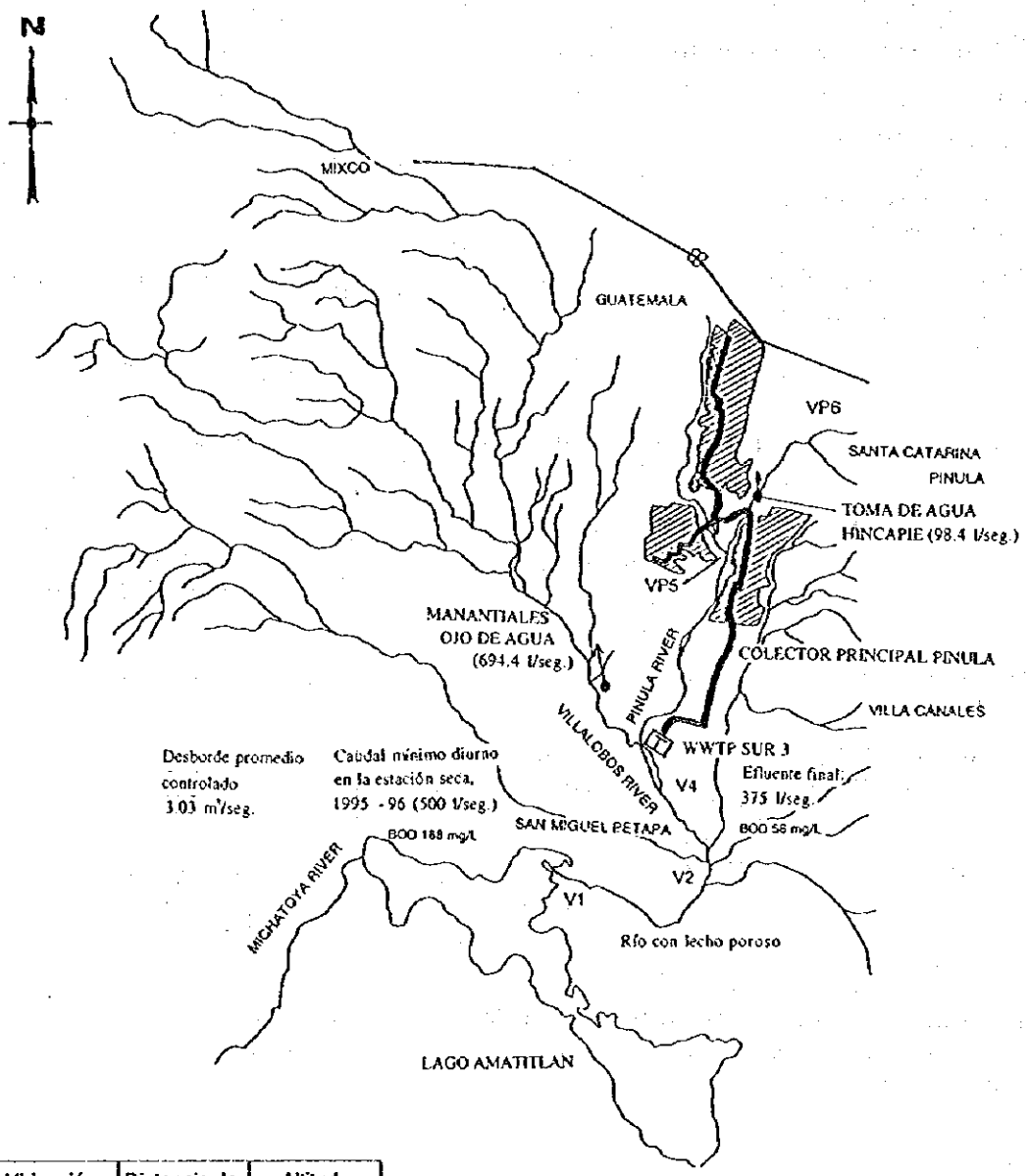
Tabla 5-21 Resumen de los Impactos Ambientales Significativos (2/2)

Actividad del Proyecto	Descripción del Impacto	Categoría	Impacto	Acción
c) Etapa de Operación (impacto a largo plazo)				
3-1 Eliminación de las Descargas de Aguas Residuales Sin Tratar (conexión al sistema de alcantarillado)	3-1.1 Autoridad legal es necesaria para la implementación	Física	Grave	Revisar las leyes y reglamentaciones.
3-2 Descarga de la WWTP en el Agua Receptora	3-2.1 Nuevo punto de la WWTP	Física	Pequeño	Implementación del monitoreo.
	3-2.2 Erosión del lecho del río	Física	Moderado	Construir una descarga estable.
3-3 Operación de la WWTP	3-3.1 Problema de moscas y olor	Social	Moderado	Plantar árboles y plantas. Mantener la planta limpia.
3-4 Deshecho del Fango	3-4.1 Contaminación del suelo y del agua	Física	Grave	Aceptación de aguas residuales no tóxicas exclusivamente. Monitorear las aguas residuales y el fango.
3-5 Estabilidad de Pendientes y Rellenos	3-5.1 Falla de las pendientes	Física	Grave	Estabilizar y mantener las pendientes.
3-6 Resistencia a los Terremotos	3-6.1 Falla del sistema de alcantarillado causada por un terremoto	Física	Grave	Diseñar estructuras que resistan los terremotos.
3-7 Relaciones Públicas	3-7.1 Oposición o indiferencia del público hacia el alcantarillado	Social	Grave	Educación del público y realizar visitas públicas/niños a la WWTP.

Nota : Los impactos están clasificados en Graves, Moderados y Pequeños, siendo sólo los impactos graves los que ponen en peligro la implementación o la continuidad del proyecto.

Fuente : Grupo de Estudio

Fig. 5-8



Ubicación	Distancia de V1, km	Altitud m
V1	0.0	1,190
V2	5.5	1,215
V4	7.7	1,225
VP5	15.0	1,285
VP6	18.1	1,350

LEYENDA

- Area Servida en la Primera Etapa (1988-2001)
- Colector Principal
- Fuentes de Suministro de Agua
- Presencia Posible de Ruinas Antiguas

REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	TITULO CAMBIOS PRINCIPALES EN EL AMBIENTE PRODUCIDOS POR EL PROYECTO PROPUESTO

Es deseable que este tipo de monitoreo sea conducido por CONAMA. La frecuencia de monitoreo puede ser tres o cuatro veces por año. Los parámetros analíticos y las mediciones deberán incluir caudal, materias orgánicas, nutrientes y metales pesados.

En esta etapa, no es conveniente ni necesario preparar planes detallados de contingencia. Estos tienen que ser realizados durante la etapa de diseño final y pueden ser enfocados desde los siguientes aspectos:

1) Plan en caso de accidentes durante la construcción de túneles
2) Plan en caso de falla de los túneles/ durante el mantenimiento
3) Plan en caso de que la planta de tratamiento de aguas residuales deje de funcionar.

Tabla 5-22 Manejo de las Medidas de Mitigación

Medida de Mitigación	Organización/es Responsable (s)
a) Antes del Diseño Detallado	
- Arreglos para la procuración de terreno	EMPAGUA
- Campañas de publicidad y de educación del público	EMPAGUA e INFOM
- Revisión de leyes y reglamentaciones para que EMPAGUA suministre el servicio de alcantarillado	Gobierno de Guatemala (INFOM / EMPAGUA)
b) Durante el Diseño Detallado	
- Métodos de construcción	EMPAGUA
- Criterio de diseño de las estructuras	(aprobado por CONAMA)
- Criterio de diseño de las pendientes (corte/relleno)	
- Manual de O/M para la WWTP	
- Diseño del paisaje	
c) Durante la Construcción	
- Método de construcción	EMPAGUA (supervisión)
- Provisión de refugios/instalaciones	EMPAGUA/Municipalidades
d) Durante la Operación	
- Operación de la WWTP	EMPAGUA
- Enlace con el público/educación de los niños	EMPAGUA, Municipalidades y Ministerio de Educación
- Monitoreo	CONAMA

Fuente: Grupo de Estudio

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSION

Por medio del estudio sobre Mejoramiento del Manejo de Aguas Residuales en el Area Metropolitana de Guatemala, se identificó y propuso el proyecto de la región Sur como proyecto de la primera etapa.

La discusión en las secciones anteriores mostró que el proyecto de la primera etapa en la región Sur 3 es financieramente viable siempre que se establezca el Fondo de Manejo de Aguas Residuales para cubrir la porción local requerida para implementación.

Generalmente, los proyectos de alcantarillado son implementados con subsidios provenientes del gobierno central o local debido a que la inversión inicial es grande. Sin embargo, en este caso la posibilidad de obtener subsidio es muy limitada y la única forma de generar capital para inversión será obtener un préstamo extranjero con bajo interés y buenos términos de préstamo y establecer el Fondo de Manejo de Aguas Residuales a partir del aumento de las tarifas del servicio de alcantarillado en las áreas que están siendo servidas por alcantarillado en la actualidad en la región Central.

6.2 RECOMENDACIONES

Para implementar el proyecto de la Primera Etapa y el Plan Maestro de Manejo de Aguas Residuales sin obstáculos se recomiendan las siguientes medidas.

a) Proyecto de la Primera Etapa

1) Establecimiento del fondo de manejo de aguas servidas

- Tomar las acciones necesarias para establecer el fondo de manejo de aguas servidas para la implementación del proyecto de la primera etapa, tal como la obtención de aprobación de las municipalidades para aumentar la tarifa de servicio de alcantarillado.
- Es necesario introducir una estructura de tarifas adecuada y mejorar el sistema de facturación y cobro para asegurar la acumulación del fondo de manejo de aguas servidas.

2) **Procuración del terreno para la WWTP**

- Tomar las acciones necesarias para procurar el terreno para el sitio de la WWTP propuesta para la región Sur 3.

  Los sitios alternativos para la WWTP son muy limitados debido a la topografía montañosa y es necesario darle a esto la mayor importancia.

3) **Fortalecimiento de los poderes legales de EMPAGUA**

  Confiarle a EMPAGUA el manejo de las aguas servidas en el área de estudio (no sólo dentro de la municipalidad de Guatemala);

- Estándares establecidos para aceptación o rechazo de aguas residuales industriales
- Requiere que todo el desenlodado sea controlado por EMPAGUA. Los operadores de desenlodado privado deben informar a EMPAGUA y el fango debe ser traído a las plantas de tratamiento de aguas residuales.

b) **Plan Maestro de Manejo de Aguas Residuales**

1) **Manejo de instalaciones de saneamiento**

- Las nuevas instalaciones a ser construídas por EMPAGUA serán manejadas por la misma;
- Transferir el manejo de las plantas de tratamiento de aguas residuales de pequeño porte existentes a EMPAGUA como requisito previo para su rehabilitación;
- El deshecho de los residuos provenientes de desenlodado privado debe ser realizado en las plantas de tratamiento de aguas residuales y deberá ser aplicado en toda el área para interesar al público.

2) **Manejo de instalaciones de alcantarillado**

- La información y los archivos de la red existente de alcantarillado están desordenados;

  La confirmación y organización de estos datos es urgentemente necesaria. Se debe establecer un archivo sistemático para todas las instalaciones de alcantarillado.

3) **Estándares para efluentes**

- Los estándares para efluentes actuales deben ser mejorados y hechos cumplir. Los estándares para efluentes deben ser basados a largo plazo en estándares de calidad del agua de cuerpos de agua públicos.

4) **Protección del agua subterránea**

- Actualmente no hay leyes que gobiernen el desecho de aguas residuales bajo tierra.

El deshecho subterráneo de aguas residuales es practicado extensivamente incluyendo el deshecho de aguas residuales industriales. Es necesario preparar e implementar reglamentaciones concernientes al deshecho de aguas residuales para proteger las fuentes de agua subterránea.

JICA