- Usuarios directamente conectados al alcantarillado construido por el proyecto propuesto y que reciben los beneficios generales de protección de la salud y eliminación de molestias;
- Dueños de propiedades en el área del proyecto que pueden anticipar un aumento del valor de las propiedades en el mercado; y
- Residentes del área metropolitana que pueden disfrutar del paisaje y del medio ambiente y que se beneficiarán en el futuro de fuentes de agua más limpias y más baratas.

Cuando se introduce la asignación a los beneficiarios, es necesario notar en particular que:

- Los detalles tales como el monto total de la asignación, contribuyentes y método de división entre los mismos, y período de cobro que deben ser determinados clara y equitativamente;
- Los contribuyentes deben ser bien informados sobre la asignación a partir de la etapa de preparación del proyecto;
- Los contribuyentes deben quedar convencidos lo suficiente como para pagar la asignación después de entender el proyecto.

11.5.3 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 y suposiciones a los costos financieros del proyecto propuestos estimado en los capítulos anteriores.

1) El costo de oportunidad del capital representa la tasa económica permisible de retorno para proyectos de desarrollo. En Guatemala, el 10% de este costo de oportunidad de capital es aplicado a una tasa de descuento para evaluar la viabilidad económica del proyecto propuesto.

2) En el análisis económico, todos los artículos y servicios relacionados a los costos y beneficios de proyecto tienen que ser estimados sobre la base del valor económico real. En términos de artículos y servicios en el mercado local, es necesario considerar los siguientes puntos en caso de convertir sus valores financieros en valores económicos: (a) pago de transferencia interna y (b) salarios (shadow wage) de la mano de obra no especializada en particular ya que hay que tomar las condiciones de empleo y desempleo en consideración. En este estudio, los valores económicos de estas porciones locales están convertidos al 90% de los

valores financieros. De aquí que esta cifra del 90% es llamada en general de factor estándar de conversión (SCF). Por otra parte, los artículos y servicios importados son estimados en base a los precios del mercado internacional, por eso sus valores reflejan los valores económicos reales.

3) Los costos de adquisición de terrenos fueron eliminados porque (i) es difícil determinar el valor económico de la tierra y (ii) el valor económico de la tierra "sin proyecto" será suficientemente compensado por el valor económico de incremento de la tierra en la condición "con proyecto". Sin embargo, en caso de que una parte de las tierras adquiridas para sitios de plantas de tratamiento de aguas residuales sea usada para actividad económica tal como producción agrícola, la actividad podrá ser tomada como beneficio negativo.

4) La vida económica de los proyectos es tomada como siendo 30 años después de la terminación de las obras de construcción. Los beneficios acumulados del proyecto son asumidos como continuos en proporción al aumento de la población servida durante la vida económica de los proyectos.

b) Costos económicos

Los costos de construcción y de O/M del proyecto propuesto fueron resumidos en la Tabla 11-17 en los términos financieros que están descritos en la Sección 11.4. Considerando las condiciones previamente mencionadas para la conversión a partir de los costos financieros, los costos económicos de los ítemes respectivos fueron estimados aplicando la SCF del 90% como se muestra en la Tabla 11-17.

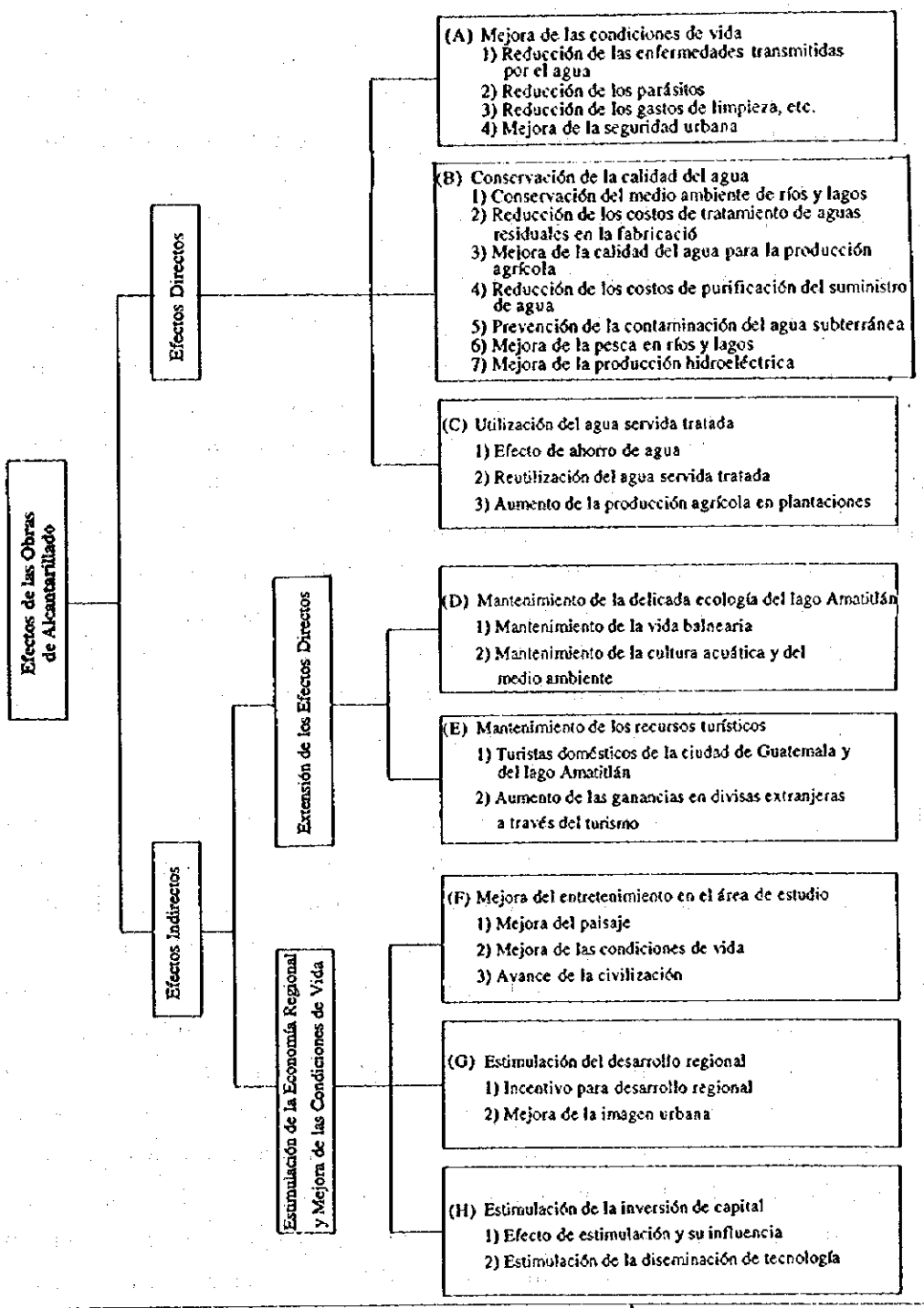
Tabla 11-17 Costos Financieros y Costos Económicos

(Unidad: Millones de Q)

	Porción Local	Porción Extranjera	Total
I. Costos Financieros			
Costos de construcción	847.5	31.5	879.0
• Obras de construcción	801.8	31.5	833.3
• Adquisición de la tierra	45.7	0.0	45.7
Costos O y M anuales *1	10.5	0.0	10.5
II. Costos Económicos			
Costos de construcción	721.6	31.5	753.1
• Obras de construcción	721.6	31.5	753.1
• Adquisición de la tierra	0.0	0.0	0.0
Costos O y M anuales *1	9.5	0.0	9.5

Nota : *1 En el año de maduración 2015
Fuente : Grupo de Estudio

Fig. 11-6



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 ESTRUCTURA DEL BENEFICIO ECONOMICO

c) Beneficios económicos

La Figura 11-6 ilustra la estructura de los beneficios acumulados de los proyectos de alcantarillado en las áreas metropolitanas de Guatemala. Entre los diferentes beneficios en la figura, los siguientes e importantes y tangibles beneficios son cuantificados tomando en consideración la disponibilidad de datos: (i) reducción de las enfermedades transmitidas por el agua, y (ii) reducción de los costos de purificación futuros del suministro de agua.

1) Reducción de las enfermedades transmitidas por el agua

El beneficio del proyecto en relación a las enfermedades transmitidas por el agua consiste de tres componentes: (i) reducción de las muertes causadas por enfermedades transmitidas por el agua, (ii) reducción de los pacientes internados y (iii) reducción de los pacientes no internados. De acuerdo con un informe de salud pública, "El Saneamiento del Medio y las Metas de Salud, Propuesta para el Plan de Desarrollo Metropolitano", 1972 del Dr. Raúl Paredez López, la salud pública en las áreas metropolitanas empeoró de acuerdo con la expansión del desarrollo. Esto implicó una alerta sobre el aumento de gastos médicos debido al empeoramiento de las condiciones de salud. Este análisis es útil para cuantificar el beneficio económico de las contramedidas para la contaminación del agua, aunque los datos del informe son viejos. En esta evaluación, los datos fueron revisados aplicando los índices económicos a los resultados del informe que fueron usados para cuantificar este beneficio en las áreas del proyecto, debido a la disponibilidad de datos.

La Tabla 11-18 muestra el número de pérdidas médicas que se pueden evitar gracias a los sistemas de alcantarillado y saneamiento en las áreas del proyecto por región hasta el año meta 2015. El número de muertes causadas por las enfermedades transmitidas por el agua "sin proyecto" para eliminar la contaminación del agua, fue estimado en base a la mortalidad pasada, que fue analizada en el informe de arriba. Una vez que el proyecto sea implementado, la tasa de mortalidad se reducirá a 2.16 por 1,000 habitantes en el primer año y finalmente al 0.48 por 1,000 habitantes en el área de implementación en el año meta. En el informe original, se estableció que el proyecto debería iniciarse en 1982 y terminar en 1991. En este estudio, estas condiciones fueron traducidas a su inicio en el 2001 y terminación en el 2015. Como resultado se puede evitar la muerte causada por enfermedades transmitidas por el agua de 17,782 y 5,236 personas en las regiones Central y Sur 3 respectivamente. Los detalles de esta estimativa fueron enumerados en la Tabla P-1 a P-3 del Informe P de Apoyo.

Tabla 11-18 Número de Muertes Evitable por Medio de la Implementación del Sistema de Alcantarillado y Saneamiento de 1999 al 2015

	Muertes	Pacientes Internados	Pacientes Externos
Región Central	17,782	42,124	73,652
Región Sur 3	5,236	12,426	21,726

Nota : Los detalles de estas cifras están mostrados en el Informe P de Apoyo.
Fuente: Grupo de Estudio

De la misma manera, en la Tabla 11-18 se estimó el número de pacientes que sufren de enfermedades transmitidas por el agua. Como se puede ver en la tabla, los pacientes están clasificados en dos categorías: pacientes internados y externos. De acuerdo con las estimativas, el número de pacientes internados debido a enfermedades transmitidas por el agua se reduciría en 42,124 personas en la región Central y en 12,426 personas en la región 3 entro de 14 años hasta el 2015. El número de pacientes externos se reduciría en 73,652 en la región Central y en 21,726 en la región Sur 3.

En el informe, el período promedio de atención médica de un paciente internado en el hospital fue registrado como siendo 12.7 días. Un hospital nacional gastaba un promedio de Q8.00 por día por cada paciente internado, en 1976. Esta cifra fue reevaluada en Q88.00 aproximadamente por día y por paciente en 1995, aplicando un índice de precio de 1,100 estimado en base al índice de precios al consumidor. Incidentalmente, los índices de precio al consumidor están mostrados en la Tabla P-4 del Informe P de Apoyo. Además, el paciente internado tiene que suspender sus negocios durante el período de internación. El ingreso promedio fue estimado en Q1,500 por mes. Esta pérdida también puede ser evitada y apropiada como beneficio económico.

El cuidado médico de un paciente no internado en el hospital costaba como promedio Q4.25 en 1976. Esta cifra fue reevaluada en aproximadamente Q46.75 por día y por paciente en 1995. El paciente no internado también tiene que suspender sus negocios durante el cuidado médico, aunque este período puede ser más corto en comparación con el paciente internado.

La reducción del beneficio causada por las muertes debidas a enfermedades transmitidas por el agua fue cuantificada en base al ingreso anual que los fallecidos podrían haber tenido durante el resto de su vida. El beneficio fue estimado como producto del número de muertes, un ingreso anual promedio que fue asumido como siendo Q18,000, y el porcentaje de participación de mano de obra fue estimado en el 36% de la población total en las áreas objetivo (Tabla P-5 del Informe P de Apoyo, volumen IV).

A pesar de ello, las personas que viven en las áreas alcantarilladas, ya están disfrutando de algunos efectos ambientales de salud pública, aunque no se haya construido una planta de tratamiento de aguas residuales en las mismas. Las tasas de morbilidad y mortalidad en las áreas con alcantarillado son consideradas como menores que las de las áreas sin alcantarillado. Así, las pérdidas médicas en las áreas con alcantarillado tal como en la región Central, se han asumido como siendo la mitad de las áreas sin alcantarillado en el estudio actual. Por otra parte, en la región Sur 3 existen muy pocos sistemas de alcantarillado, por eso se asume que serán capaces de disfrutar del beneficio de la reducción de las enfermedades transmitidas por el agua.

2) Reducción de los costos futuros de purificación del suministro de agua

La seguridad de las fuentes de agua para suministro son un problema de extrema gravedad en las áreas del proyecto, considerando el estado de contaminación actual del agua y la urbanización que se expande en las áreas metropolitanas de Guatemala. Si las condiciones actuales fueran dejadas tal cual están sin tomarse ninguna medida de mejora en la contaminación del agua, el agua superficial y la subterránea en las áreas del proyecto no podrá ser utilizada como fuente de agua potable. En este contexto, la purificación del agua sería indispensable como medida contra la contaminación del agua. El tratamiento de aguas residuales es una de las contramedidas más efectivas para esta situación.

El agua para suministro será extraída de las fuentes superficiales y subterráneas. En el año 2002, la extracción llegará a los 662 ℓ/seg. en la región Central y a 1,240 ℓ/seg. en la región Sur 3, como lo muestra la Tabla 11-19. Después del 2002, este volumen deberá ser purificado debido a la contaminación del agua.

Tabla 11-19 Explotación de las Fuentes de Agua en las Regiones Central y Sur 3

(Unidad: litros/seg.)

Categoría	Tipo de Fuente de Agua	Región Central	Región Sur 3
Existente	Agua subterránea	548	1,142
(en 1996)	Agua superficial	34	98
Planeada	Agua subterránea	80	0
(Completada en el 2002)	Agua superficial	0	0
Total		662	1,240

Nota: Por detalles referirse al Informe B de Apoyo, Volumen III.
Fuente: Grupo de Estudio y EMPAGUA

La reducción de los costos de purificación de las fuentes de agua para suministro están cuantificadas de las siguiente manera. En "condiciones sin proyecto", se asume que las fuentes de agua para suministro en las áreas proyectadas necesitarán ser purificadas por medio de un tratamiento intensivo de mejoramiento de calidad después del año 2001, que es el año de terminación de la primera etapa. El responsable por el suministro de agua no tendrá otra opción más que purificar el agua en las áreas después del año 2001 debido a la grave contaminación de la misma.

De acuerdo con la experiencia de EMPAGUA y con el análisis realizado por el Grupo de Estudio, la reducción de los costos de purificación del suministro de agua con este proyecto, fueron estimados en Q0.5/m^3 en 1995. Sin embargo, la contribución del tratamiento de las aguas residuales en las regiones respectivas para la protección de las fuentes de agua fue asumida en el 50% del total. Consecuentemente, la reducción de costos de purificación fueron estimados en Q5.52 millones en la región Central y de Q9.78 millones en la región Sur 3. En términos económicos, estos se convierten a Q4.70 millones y Q8.80 millones, respectivamente. Los costos serían elimiados "con el proyecto" en las respectivas regiones.

3) Puntos negativos

El responsable por el proyecto de alcantarillado tendrá que expropiar algunas áreas para las plantas de tratamiento de aguas residuales. Estos sitios incluyen algunas tierras de cultivo con cosechas parciales. Por esto, la producción no podrá ser realizada después de que las obras comiencen. Esta actividad de producción tendrá que ser considerada como deducción del beneficio del proyecto. Los cultivos en estos sitios son maíz y frijol como productos representativos, refiriéndose a los resultados de la inspección en el sitio. Estos puntos negativos fueron resumidos como se muestra en la Tabla 11-20. Los detalles de los cultivos respectivos están listados en el Informe P de Apoyo.

Tabla 11-20 Pérdidas Económicas de la Producción Agrícola en los Sitios de las Plantas

Item		Total	Maíz	Frijoles
Datos de producción de cosecha				
Rendimiento	(ton/ha)	-	4.24	1.04
Valor de la producción	(Q/ton)	-	1,323	3,858
	(Q/ha)	-	5,611	4,029
Costo de producción	(Q/ha)	-	3,142	2,951
Valor agregado (VA)	(Q/ha)	-	2,469	1,078
VA en término económico *1	(Q/ha)	-	2,220	970
Sitio de la planta en la región Central	(ha)	90.0		
Tierras de cultivo	(ha)	34.0	11.3	22.7
Pérdida de cosecha	(Q 1000)	47.1	25.1	22.0
Sito de la planta en la región Sur 3	(ha)	30.0		
Tierras de cultivo	(ha)	18.0	6.0	12.0
Pérdida de cosecha	(Q 1000)	24.9	13.3	11.6
Pérdidas totales de cosecha	(Q 1000)	72.0	38.4	33.6

Nota : Al valor financiero se le aplicó un SCF de 0.9.
Fuente: Grupo de Estudio y EMPAGUA

Como se puede ver en la tabla, el valor agregado (VA) del maíz y de los frijoles fue estimado en Q2,220/ha y Q970/ha, respectivamente. Entonces, las pérdidas económicas de la cosecha sumaron Q72,000 anualmente en ambos sitios de las plantas.

d) Evaluación económica

Los beneficios económicos consisten de (i) disminución de la mortalidad y de pacientes debido a las enfermedades transmitidas por el agua, (ii) reducción futura del costo de purificación de agua para suministro, y (iii) puntos negativos debido a la eliminación de la cosecha en los sitios de las plantas de tratamiento de aguas residuales. La Tabla 11-21 muestra la corriente anual de beneficios cuantificada en base a la discusión de arriba, así como también los costos económicos.

La evaluación económica del proyecto propuesto debe ser examinada en términos de eficiencia económica considerando el valor actual neto (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 11-21. El EIRR y el B/C fueron del 7.9% y de 0.79. El EIRR fue más bajo que el costo de oportunidad de capital y el B/C estuvo por debajo de 1.0. Así, el proyecto propuesto puede no ser viable desde el punto de vista económico. Sin embargo,

en general los proyectos de alcantarillado casi no exceden 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.

Tabla 11-21 Corriente de Costos Económicos y Beneficios del Proyecto Propuesto

(Unidad: Q1,000)

No. de Serie	Año	Costo			Beneficio						Balance
		Construcción	O/M	Total	Reducción de las Enfermedades			Purificación para W/S	Negativo	Total	
					Muerte	Internados	Externos				
1	1999	85,594	0	85,594	0	0	0	0	72	-72	-85,666
2	2000	85,594	0	85,594	0	0	0	0	72	-72	-85,666
3	2001	85,594	0	85,594	0	0	0	0	72	-72	-85,666
4	2002	48,237	4,466	52,703	1,414	195	23	12,146	72	13,707	-38,996
5	2003	48,237	4,718	52,955	2,967	295	35	12,146	72	15,371	-37,584
6	2004	48,237	5,000	53,237	5,236	411	49	12,146	72	17,770	-35,466
7	2005	48,237	5,285	53,522	8,326	543	64	12,146	72	21,008	-32,514
8	2006	48,494	5,576	54,071	12,337	691	81	12,146	72	25,183	-28,887
9	2007	50,979	6,703	57,682	17,432	857	101	12,146	72	30,464	-27,218
10	2008	50,979	7,018	57,997	23,652	1,037	121	12,146	72	36,885	-21,112
11	2009	50,979	7,357	58,336	31,076	1,232	144	12,146	72	44,526	-13,810
12	2010	50,979	7,676	58,655	39,777	1,440	168	12,146	72	53,459	-5,196
13	2011	50,979	8,014	58,993	49,825	1,661	193	12,146	72	63,753	4,760
14	2012		9,107	9,107	57,397	1,774	206	12,146	72	71,451	62,344
15	2013		9,235	9,235	65,361	1,884	218	12,146	72	79,537	70,302
16	2014		9,326	9,326	73,697	1,991	230	12,146	72	87,992	78,666
17	2015		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
18	2016		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
19	2017		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
20	2018		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
21	2019		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
22	2020		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
23	2021		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
24	2022		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
25	2023		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
26	2024		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
27	2025		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
28	2026		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
29	2027		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
30	2028		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
31	2029		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
32	2030		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
33	2031		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
34	2032		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
35	2033		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
36	2034		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
37	2035		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
38	2036		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
39	2037		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
40	2038		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
41	2039		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
42	2040		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365
43	2041		9,435	9,435	82,389	2,096	241	12,146	72	96,800	87,365

Valor Actual (Descontado al 10%)

Costo (Q1000) : 493,129

Beneficio(Q1000): 381,135

NPV (Q1000): -111,995

B/C : 0.77

EIRR : 7.7%

11.6 REFORMA DE LA ORGANIZACION

11.6.1 Disposición de la organización

La organización actual de EMPAGUA está compuesta por un grupo funcional típico dónde la mayoría de las unidades fueron establecidas en base a la función de servicio de suministro de agua. Aunque hay algunas unidades que son responsables por el manejo de aguas residuales (ej. Sección de Construcción y Supervisión de Alcantarillado, Sección de Mantenimiento de Alcantarillado y Sección del Programa IDB-540), estas unidades son casi indiscernibles entre muchas otras unidades relacionadas al suministro de agua.

Si los servicios de suministro de agua y los de manejo de aguas residuales son tomados como dos productos diferentes, una forma de diseñar una organización adecuada sería en base al agrupamiento por producto por medio del cual la mayoría de las unidades administrativas y financieras de las divisiones existentes de suministro de agua fuesen duplicadas en la división de manejo de agua residuales. Independientemente de ello, 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. Una reorganización radical de la organización existente ya que puede causar muchas dificultades tal como reubicación del personal y despidos seguidos de largos procedimientos legales.

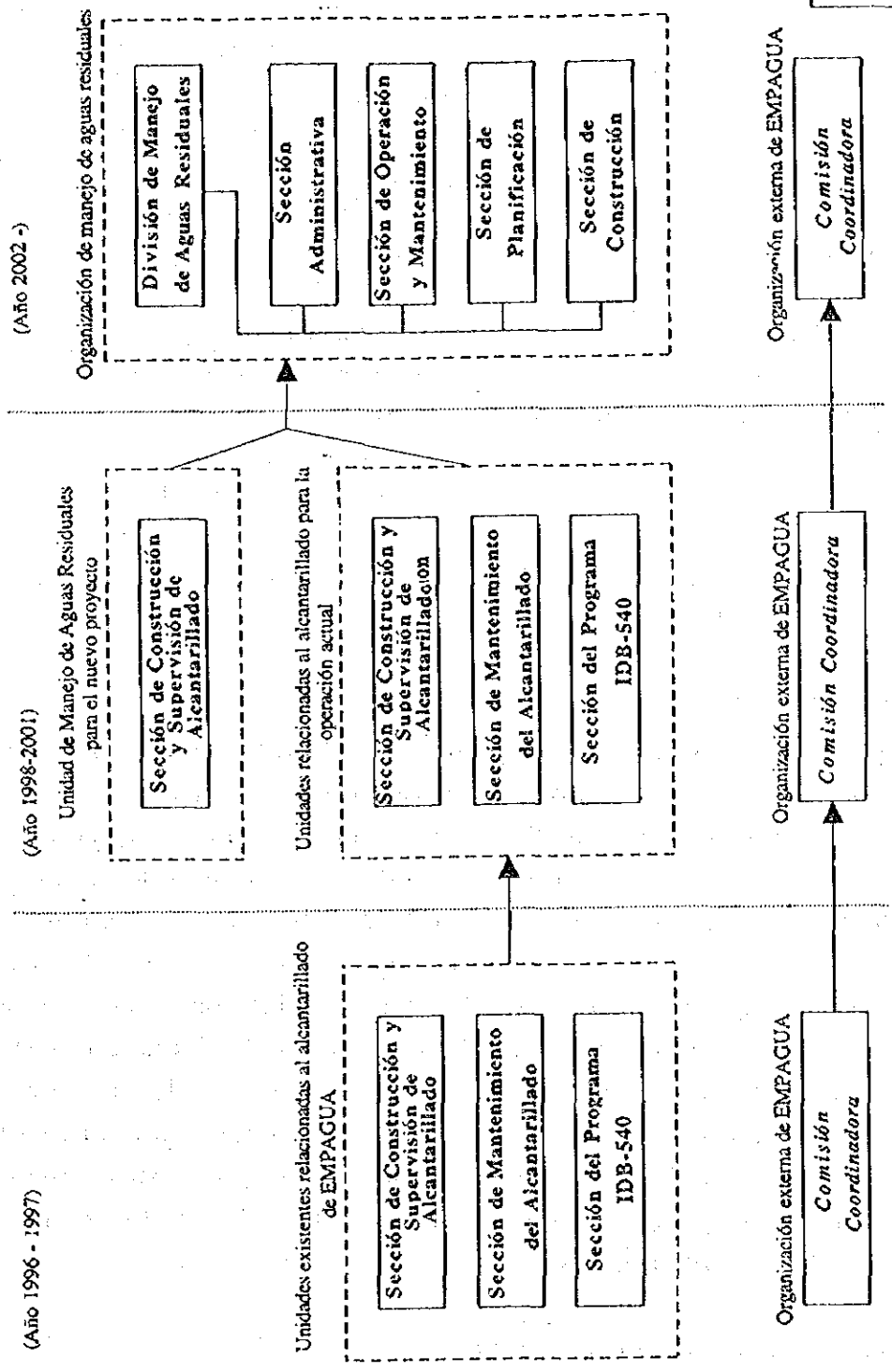
En una etapa futura, la Sección de Proyecto de Manejo de Aguas Residuales deberá asumir la responsabilidad por la operación y mantenimiento de las instalaciones de tratamiento recientemente construidas. También, las unidades existentes relacionadas con las aguas residuales tales como la Sección de Construcción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

La Fig. 11-17 ilustra la evolución arriba mencionada de la unidad de manejo de aguas residuales de acuerdo con la programación del proyecto propuesto. Se asume que (i) la construcción del sistema del proyecto de la primera etapa se iniciará en 1999 después del diseño detallado en 1998; (ii) que las instalaciones diseñadas para la primera etapa del proyecto propuesto comenzarán a operar completamente a partir del 2002 después de su terminación en el 2001; (iii) entre 1998 y el 2001, las unidades existentes y exclusivamente relacionadas con el alcantarillado continuarán sus propias actividades mientras que la Sección de Proyecto de Manejo de Aguas Residuales recientemente creada, ejecutará el proyecto propuesto; y (iii) las cuatro secciones que coexisten entre 1998 y 2001 serán unificadas en la División de Manejo de Aguas Residuales en el 2002, cuando se inicien las actividades integradas de manejo de aguas residuales.

11.6.2 Funciones necesarias

Las funciones que se consideran necesarias para el proyecto propuesto de manejo de aguas residuales están descritas en los párrafos a continuación, para presentar líneas directrices en base de las cuales se puede realizar el arreglo práctico de la organización. Estas funciones pueden ser (i) efectuadas por la unidad propuesta para manejo de aguas residuales, (ii) encargadas a las unidades existentes relacionadas con el suministro de agua, o (iii) contratadas a proveedores externos. La Tabla 11-22 resume la disposición alternativa de estas funciones en cada sección. Las unidades de manejo de aguas residuales mostradas en la Fig. 11-7 y en la Tabla 11-22 fueron definidas para cubrir el menor número de funciones diferentes. Sin embargo, si cualquiera de estas unidades funcionales fuese inadecuada o tuviese menos personal que el necesario de acuerdo con la situación en ese momento del proyecto propuesto, es necesario considerar la reubicación de las funciones o agregarla a otras unidades derivativas.

Fig. 11-7



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 SERVIDAS

Tabla 11-22 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

a) Finanzas y contabilidad

Aunque en la actualidad los ingresos de EMPAGUA son considerados como independientes para el alcantarillado y el suministro de agua, en relación a los gastos, no se realiza una contabilidad separada. Por lo tanto será necesario distinguir la contabilidad del manejo de aguas residuales de la contabilidad del suministro de agua. Es necesario tener una función financiera y de contabilidad exclusiva para la operación de manejo de aguas residuales para poder mantener registros financieros del sistema de alcantarillado incluyendo presupuestación, pagos de salarios, facturación y cobro. Tal sistema autónomo de contabilidad suministrará información adecuada para evaluar y controlar la operación de manejo de aguas residuales y también servirá como base de costo racional para planificación de futuras extensiones de las obras de manejo de aguas residuales. Si el proyecto propuesto es financiado por el préstamo de una agencia externa, esta función es especialmente importante para suministrar al prestatario los resultados precisos de la operación de manejo de aguas residuales.

b) Procuración y control de inventario

El objetivo de la procuración es asegurar sólo los materiales y suministros necesarios y que los obtenidos sean a los precios más ventajosos para la División de Manejo de Aguas Residuales, consistentes con la calidad de los artículos procurados. El sistema de control de inventario deberá controlar los recibos y entrega de materiales y suministros. Una provisión de informes periódicos ayudará a planificar y controlar las adquisiciones

suplementarias en base al inventario de materiales y suministro. La procuración y el control de inventario, son como muchas otras funciones, deberán ser manejadas en coordinación interna con las actividades de construcción y de O/M.

c) Participación de la comunidad

De acuerdo con los dos estudios de campo conducidos separadamente en mayo de 1995 y en marzo de 1996, se notó que los residentes están conscientes de los beneficios derivados de un proyecto de manejo de aguas residuales y están dispuestos a pagar por la mejora del medio ambiente. Esta actitud puede ser fruto de los esfuerzos realizados por la municipalidad de Guatemala para alentar los proyectos con participación de la comunidad. Por lo tanto, es posible beneficiarse de la actitud favorable y continuar el desarrollo con participación. Para promover la participación de la comunidad en el proyecto propuesto se recomienda:

- Designar a la Sección Administrativa para que se encargue de la coordinación del programa con participación de la comunidad en la División de Manejo de Aguas Residuales;

- Confeccionar un esquema de "Ayuda al Ciudadano" para cumplir con los requisitos del proyecto propuesto de acuerdo con tales factores como el manejo técnico de los residentes y la disponibilidad de recursos de EMPAGUA. Aquellos que serán aclarados son por ejemplo (i) nivel técnico y requisitos de cada subproyecto de alcantarillado, (ii) etapa con participación tal como la planificación, construcción, O/M y/o monitoreo; y (iii) tipo de contribución y volumen de ingreso representado por mano de obra, artículos y/o dinero;

- Para evitar el programa "Alimentos por Trabajo" en principio el programa de participación de la comunidad debe ser impulsado por el deseo de los residentes de tener una infraestructura particular. En el caso del programa "Alimentos por Trabajo", el valor del pago en artículos que los residentes reciben tiene un efecto substancial. Tal pago no sólo eleva los costos totales del proyecto sino que también reduce el deseo de actividad voluntaria de los residentes;

- Mejorar la actitud de los residentes para la mejora del tratamiento de aguas residuales, informándolos de la importancia del manejo de aguas residuales así como también de la situación financiera y otras situaciones de EMPAGUA. Un vehículo eficiente para lograr la mejora de las relaciones públicas incluye el uso de medios de comunicación tales como publicaciones, radio y televisión.

d) Coordinación y relaciones públicas

Es importante tener funciones de coordinación y comunicación para llevar adelante la operación de manejo de aguas residuales que no ha sido ampliamente reconocida aún. El trabajo de coordinación y de relaciones públicas están orientados fuera de EMPAGUA. La función abarcará (i) negociación de las condiciones de servicio con otras municipalidades aparte de la ciudad de Guatemala, y (ii) aumento de la conciencia pública y reconocimiento de la necesidad y beneficios de la operación de manejo de aguas residuales, incluyendo una estructura de tarifas y programas de participación de la comunidad.

Para reforzar la función de coordinación, es aconsejable hacer uso de la Comisión Coordinadora creada para el proyecto de Manejo de Aguas Residuales. Como EMPAGUA será responsable por el manejo de aguas residuales en otras municipalidades incluidas en el área del proyecto, es probable que ocurran algunos problemas en relación a los procedimientos administrativos y legislativos con otras municipalidades, lo cual puede generar una carga pesada en el período inicial del proyecto propuesto. Para la materialización sin obstáculos del proyecto propuestos, con el entendimiento o acuerdos mutuos entre las agencias relacionadas, se propone que la Comisión de Coordinación continúe y contribuya con el proyecto. La Comisión de Coordinación deberá consistir de los miembros actuales y si es necesario, deberá tener otros representantes que participen en el proyecto propuesto. Se espera que los miembros de la comisión se reúnan periódicamente y discutan los problemas y acciones a ser tomadas.

e) Operación y mantenimiento

La función de operación incluirá la operación de las instalaciones de manejo de aguas residuales para lograr la calidad deseada del efluente de las aguas residuales y el deshecho correcto del efluente de la planta. La función de mantenimiento consistirá de limpieza, mantenimiento y reparación del sistema de alcantarillado, tal como equipamiento, instalaciones de tratamiento, estructuras de la planta, cañerías, registros hombre y entradas en las calles.

f) Monitoreo

Esta función incluirá el monitoreo y la vigilancia del caudal y de la calidad del agua residuales y de los efluentes de las instalaciones de tratamiento, con las pruebas y análisis de laboratorio necesarias.

También será necesario realizar una inspección rutinaria de daños físicos y de obstrucción de alcantarillas y de instalaciones de tratamiento.

Otra tarea importante será el control de descargas ilegales de aguas residuales industriales. Para este fin, EMPAGUA deberá tener autorización para entrar en las fábricas y establecimientos comerciales para comprobar el cumplimiento con los estándares de contaminación y la reglamentación establecida por organizaciones externas tales como CONAMA. En caso de cualquier infracción, no se deberá extender ningún permiso a la fábrica en cuestión.

g) Planificación y diseño

Esta función consistirá del desarrollo del plan de manejo de aguas residuales, la preparación del diseño de ingeniería y de las especificaciones necesarias para recibir propuestas para todas las obras de construcción del proyecto propuestos. También se incluyen la estimativa de costos, planos y reproducción de planos de ingeniería.

h) Manejo de la construcción

Esta función no sólo sirve para construir las instalaciones requeridas para el proyecto propuesto sino que también incluye la supervisión de todas las obras de construcción para asegurar el cumplimiento con las reglamentaciones y las especificaciones requeridas. Basándose en los costos registrados, es necesario confeccionar informes periódicos con los costos incurridos por el proyecto hasta la fecha en comparación con los costos presupuestados, y dirigidos al jefe de la División de Manejo de Aguas Residuales. Esto permitirá al jefe de división controlar y tomar las acciones necesarias correspondientes para ajustar los gastos futuros dentro de la provisión del presupuesto.

i) Administración legal

Serán necesarios diversos tipos de administración legal antes, durante y después del proyecto propuesto. Esta función legal dispondrá los procedimientos necesarios para zanjar cualquier tipo de disputas legales relacionadas con la operación de manejo de aguas residuales. Los elementos incluidos en las soluciones legales serán la facilitación y el la prioridad de derechos, adquisición y expropiación de terrenos, definición del área de servicio, contratación, establecimiento y cobro de tarifas de alcantarillado, multas y penas.

j) Administración de préstamos

La administración de préstamos se dedicará primariamente al informe básico. Es necesario preparar diferentes informes indicando los ítemes principales de los asuntos financieros y técnicos tales como los requieran las instituciones prestatarias. Se recomienda que la Sección Administrativa compile tales informes en colaboración con las secciones relacionadas. La programación de amortización de préstamos y la operación con moneda

extranjera deberá estar centrada en la División Finanzas dónde se controla todo el pasivo de EMPAGUA.

k) Reclutamiento y evaluación

La mayoría de los puesto puede ser llenada internamente. El personal clave a ser asignado en particular al proyecto propuesto es especialmente importante y deberá ser cualificado y tener experiencia. Así, se recomienda que la Sección Personal publique información de reclutamiento al público para aumentar las oportunidades de obtener mejor personal.

En consideración con la creación de una nueva organización de manejo de aguas residuales, la estructura actual de salarios de EMPAGUA puede ser mantenida. Sin embargo, deberá tener cierta flexibilidad o incentivo para atraer nuevos empleados así como también para alentar a los empleados para su transferencia de las antiguas unidades relacionadas al manejo de aguas residuales de EMPAGUA. Para estos fines, es necesario establecer un estándar de evaluación de trabajo basado en rendimiento en el trabajo.

l) Entrenamiento

El proyecto propuesto requiere personal cualificado y experimentado para manejar las funciones expandidas de las actividades de manejo de aguas residuales. En las circunstancias actuales en las cuales no hay personal cualificado y experimentado fácilmente disponible, el entrenamiento correcto es necesario para el personal, especialmente el personal clave a ser asignado a los nuevos trabajos. Es necesario que el personal clave adquiera las habilidades y los conocimientos necesarios de la manera ejemplificada en los párrafos siguientes.

- Personal de O/M - Los conocimientos básicos acerca de O/M tales como (i) papel de los operadores de la planta, (ii) procesos relacionados al tratamiento de aguas residuales y saneamiento, (iii) equipamiento usado en el tratamiento de aguas residuales y para saneamiento, (iv) procedimientos de operación de rutina, (v) procedimientos de mantenimiento preventivo y (vi) la seguridad puede ser transferida al personal clave por parte de un experto extranjero durante todo el curso de entrenamiento suministrado normalmente a través del programa de asistencia técnica bilateral. Las habilidades para la operación son sin embargo, las más importantes y pueden ser suministradas a través del contacto directo con un personal suficientemente experimentado en la operación del manejo de aguas residuales. El despacho de ingenieros o técnicos experimentados al proyecto propuesto durante cierto período es considerado el más realístico para tal objetivo.

- Planeador, diseñador y supervisor de construcción - El entrenamiento para adquirir estas habilidades puede ser logrado a través de la transferencia de conocimientos provenientes de consultores extranjeros que participan directamente en la planificación y diseño así como también en la supervisión de las obras de construcción en la fase de diseño y de construcción del proyecto propuesto.

- Personal administrativo - Es necesario familiarizarse con la contabilidad de manejo, manejo de personal y relaciones públicas. De lo contrario, es aconsejable concurrir a algún curso para manejo o finanzas que pude ser suministrado por ciertos expertos internos o externos en la etapa inicial del proyecto propuesto.

- Como las instalaciones internas y el personal para entrenamiento es limitado en la Sección de Entrenamiento, EMPAGUA cuenta con agencias externas que suministran programas de entrenamientos en nuevas habilidades y tecnología. Se recomienda que los servicios de estas organizaciones externas sea utilizado para suplementar el entrenamiento interno.

m) Servicios a los clientes

Esta función incluye la recepción de solicitudes para extensiones de la casa, facturación, recepción de reclamos de los clientes, control de morosos, etc. (Fig. 5-5). La facturación y el cobro son particularmente importantes debido a que afectan directamente la seguridad del fondo para el proyecto propuesto.

Es necesario prestar especial atención a otras municipalidades aparte de la ciudad de Guatemala, dónde EMPAGUA comenzará nuevos servicios de alcantarillado por medio del proyecto propuestos. EMPAGUA no es necesariamente responsable por la facturación y cobro a estos nuevos clientes. En lugar de ello, las municipalidades pueden ser encargadas por EMPAGUA de la facturación y cobro de las tarifas de alcantarillado, después de lo cual las tarifas cobradas serán remitidas a EMPAGUA. El objetivo de transferir estas responsabilidades es reducir los gastos operativos de EMPAGUA. Sin embargo, no todas las municipalidades pueden ser elegibles para responsabilizarse por las tareas. Las mismas deberán satisfacer las siguientes condiciones mínimas:

- El proceso de facturación y de cobro de tarifas de agua potable ya ha sido completado; y
- Establecimiento de una administración satisfactoria.

Además, muchos otros detalles deben ser acordados entre EMPAGUA y otras municipalidades para materializar la transferencia de responsabilidad. Estos detalles incluyen:

- Lectura de contadores

- Tarifas aplicadas a las municipalidades
- Coordinación de la remisión de las tarifas cobradas
- Manejo de morosos y reconocimiento de deudas incobrables
- Pago de costos adicionales incurridos por otras municipalidades como resultado de los nuevos servicios de alcantarillado.

11.6.3 Planificación de personal

El manejo de aguas residuales requiere muchos ingenieros, técnicos, administradores y operadores que puedan planificar, diseñar, construir y realizar la O/M. No hace falta repetir que estas personas deberán ser cualificadas y tener experiencia. El fortalecimiento del manejo de aguas residuales por medio de tal personal es un requisito importante para la organización del proyecto propuesto.

La Sección 11.6.1 indica que aunque la unidad de manejo de aguas residuales está intentado ser financieramente independiente, el asegurarse el apoyo completo del personal relacionado con el agua, es vital para reducir las dificultades de reclutamiento de personal y ahorrar costos administrativos. De hecho, EMPAGUA posee un gran número de obreros no especializados que pueden contribuir con el proyecto propuesto, haciéndose cargo de las nuevas funciones generadas. Sin embargo, cuando se trata de ingenieros cualificados y experimentados de alcantarillado y saneamiento, la procura es considerada bastante difícil debido a la escasez de tales ingénieros tanto en EMPAGUA como en el mercado de mano de obra guatemalteco.

Otro factor que influencia los requisitos de personal es la contratación externa, que está siendo actualmente utilizada por EMPAGUA en algunos campos. Si tales tareas como los levantamientos topográficos, los estudios del suelo, perforaciones, diseño, obras de construcción y la operación y mantenimiento son contratados externamente, la organización propuesta tendrá menos personal. Aquellos que están empleados como personal a tiempo completo pueden dedicar más tiempo a otros trabajos tales como la supervisión, presupuestación y procedimientos legales. El número necesario de personal por lo tanto, varía de acuerdo con el volumen de contratación externa que la organización utiliza.

La Tabla 11-23 muestra la planificación de personal de acuerdo con la disposición organizativa para el proyecto propuestos, tomando en cuenta los factores explicados en los párrafos precedentes. Como no hay un estándar establecido para el número de empleados

de una organización de manejo de aguas residuales de un área particular o población, las cifras en la Tabla 11-23 están basadas en el personal de EMPAGUA para otros proyectos y la disponibilidad actual de personal relacionado a alcantarillado. Las unidades indicadas en la Tabla 11-23 están clasificadas por tipo de trabajo y pueden ser visualizadas en la Fig. 11-8.

La planificación efectiva del personal puede ser lograda con la modificación necesaria cumpliendo con la situación del momento.

La Tabla 11-24 muestra las tareas de trabajo sugeridas para cada posición en la División de Manejo de Aguas Residuales (Tabla 11-23). Se recomienda establecer y decretar la cualificación y descripción del trabajo de cada puesto para que el personal pueda entender claramente sus tareas y evitar confusión innecesaria.

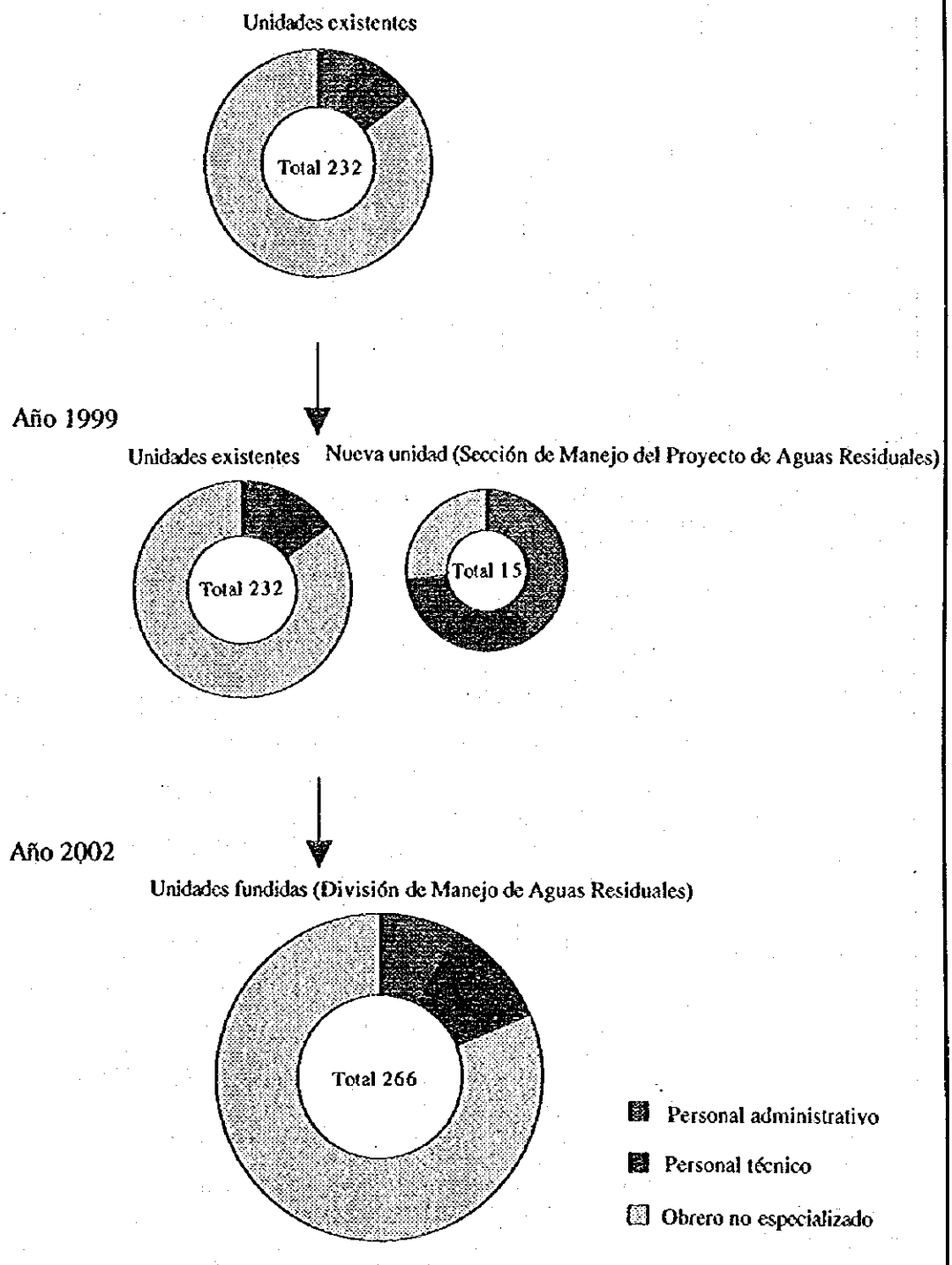
Tabla 11-23 Planificación de Personal para la Organización de Manejo de Aguas Residuales

Cargo y Categoría	1996-1997	1998	1999-2001
Sección del Proyecto de Manejo de Aguas Residuales *1			
Delegado de proyecto (gerente antiguo)		1	1
Oficial de admin. y finanzas (administrativo)		1	2
Ingeniero civil o sanitario (técnico)		2	2
Ingeniero asistente (técnico)			3
Secretario (administrativo)		1	3
Obrero no especializado		2	4
Total		7	15
Sec. de Construcción y Supervisión de Alcantarillado *2			
Personal administrativo	9	9	9
Personal técnico (+ especialista)	10	10	10
Obrero no especializado	112	112	112
Total	131	131	131
Sección de Mantenimiento de Alcantarillado *2			
Personal administrativo	4	4	4
Personal técnico (+ especialista)	12	12	12
Obrero no especializado	68	68	68
Total	84	84	84
Sección del Programa IDB-540			
Obrero no especializado	17	17	17
Total	17	17	17
Todas las Unidades Relacionadas con el Alcantarillado			
Gerente con antigüedad		1	1
Personal administrativo	13	15	18
Personal técnico (+ especialista)	22	24	27
Obrero no especializado	197	199	201
Total	232	239	247

2002 -		(Fuente de Reclutamiento)
División de Manejo de Aguas Residuales		
Sección Administrativa *3		
Gerentes con antigüedad	1	(Delegado de proyecto de la Sección de Manejo del Proyecto de Aguas Residuales)
Personal administrativo	4	(2 oficiales admin. y financieros y 2 secretarios de la Sec. WMP)
Obreros no especializados	2	(2 de la Sección del Proyecto de Manejo de Aguas Residuales)
Total	7	
Sección O/M		
Personal administrativo	6	(4 de la Sección de Mantenimiento de Alcantarillado + 2 recientemente reclutados)
Personal técnico	14	(12 de la Sección de Mantenimiento de Alcantarillado + 2 recientemente reclutados)
Obreros no especializados	100	(68 de la Sec. de Mant. de Alcantarillado + 17 de la Sec. IDB-540 + 15 recientemente reclutados)
Total	120	
Sección de Planificación		
Personal administrativo	1	(1 secretario de la Sección de Manejo del Proyecto de Aguas Residuales)
Personal técnico	5	(5 técnicos de la Sección de Manejo del Proyecto de Aguas Residuales)
Obreros no especializados	2	(2 de la Sección de Manejo del Proyecto de Aguas Residuales)
Total	8	
Sección de Construcción		
Personal administrativo	9	(9 de la Sección de Construcción y Supervisión de Alcantarillado)
Personal técnico	10	(10 de la Sección de Construcción y Supervisión de Alcantarillado)
Obreros no especializados	112	(112 de la Sección de Construcción y Supervisión de Alcantarillado)
Total	131	
Total		
Gerentes con antigüedad	1	
Personal administrativo	20	
Personal técnico	29	
Obreros no especializados	216	
Total	266	

*1: El personal de la Sección de Manejo del Proyecto de Aguas Residuales (WMP) será reclutado interna o externamente.
*2: Se asume que las secciones existentes mantendrán el número de personal hasta el 2002, omitiendo la reducción natural.
*3: Incluyendo el jefe de División (gerente con antigüedad).

Fig. 11-8



REPUBLICA DE GUATEMALA	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA	TITULO
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	CAMBIO EN LA DISTRIBUCION DE LA CATEGORIA DE TRABAJO

Tabla 11-24 Clasificación de Trabajo de la División de Manejo de Aguas Residuales

Puesto	Tareas del Trabajo
División de Manejo de Aguas Residuales	
Jefe de división (gerente con antigüedad)	Organizar, manejar, inspeccionar y evaluar el trabajo técnico y administrativo general de las actividades de manejo de aguas residuales. Coordinar cada sección y ordenar correctamente a los jefes de sección. Informar sobre las actividades de desarrollo y el progreso de las mismas a otros gerentes con antigüedad de EMPAGUA.
Sección Administrativa	
Jefe de sección	Responsabilizarse por las actividades generales de administración, financieras, comerciales y de participación relacionadas al manejo de aguas residuales.
Especialista de finanzas y contabilidad	Apoyar al jefe de Sección en las tareas financieras y de contabilidad. Confeccionar los informes financieros y de contabilidad de la operación de manejo de aguas residuales.
Personal de procuración	Apoyar al jefe de Sección en coordinación con organizaciones externas y en relaciones públicas acerca de la operación de manejo de aguas residuales.
Personal de coordinación y relaciones públicas	Jefe de Sección de Apoyo en coordinación con organización externa y relaciones públicas en relación a la operación de manejo de aguas residuales
Empleado	Ayudar al personal mencionado arriba. Realizar diferentes tareas administrativas.
Secretario	Realizar diferentes tareas de secretariado.
Obrero no especializado	Realizar diferentes tareas pertinentes a la administración. Conducir vehículos, transportar personas y materiales.
Sección de Operación y Mantenimiento	
Jefe de sección	Responsabilizarse por la O/M y monitoreo de las instalaciones de manejo de aguas residuales. Posiblemente llenado con un ingeniero civil o sanitario de los mencionados abajo.
Ingeniero civil o sanitario	Asistir al jefe de sección. Responsabilizarse directamente por el control y supervisión de la rutina de O/M de las instalaciones de manejo de aguas residuales.
Ingeniero asistente	Asistir al ingeniero civil o sanitario.
Operador	Estación de la planta de tratamiento de aguas residuales y responsabilidad por la O/M de la misma. Conectar los circuitos de las instalaciones de saneamiento y responsabilizarse por su mantenimiento. Efectuar análisis de la calidad del agua en el sitio y muestreo para análisis de laboratorio.
Secretario	Realizar diferentes tareas de secretariado
Obrero no especializado	Responsabilizarse por actividades de limpieza de alcantarillas, diferentes equipamientos en la planta de tratamiento de aguas residuales y tanques sépticos bajo la dirección del ingeniero y del operador. Vigilar las instalaciones y el equipamiento. Conducir vehículos, transportar personas y materiales.
Sección de Planificación	
Jefe de sección	Responsabilizarse por la planificación y diseño general de las obras de manejo de aguas residuales. Puede ser llenado al mismo tiempo por el ingeniero civil o sanitario abajo mencionado.
Ingeniero civil o sanitario	Asistir al jefe de sección. Responsabilizarse por el desarrollo del sistema de manejo de aguas residuales.
Ingeniero asistente	Asistir al ingeniero civil o sanitario.
Dibujante	Confeccionar los planos de los sistemas, instalaciones y accesorios.
Secretario	Realizar varias tareas secretariales.
Obrero no especializado	Efectuar tareas varias pertinentes a la planificación y diseño. Conducir vehículos, transportar personas y materiales.
Sección de Construcción	
Jefe de sección	Supervisar todas las obras de construcción para la operación de manejo de aguas residuales.
Asistente del jefe de sección	Asistir al jefe de sección. Controlar el personal relacionado a las obras de construcción.
Secretario	Realizar diferentes tareas secretariales.
Capataz	Supervisar el trabajo en el campo.
Obrero no especializado	Efectuar tareas varias en las obras de construcción. Conducir vehículos, transportar personas y materiales.

Fuente : Grupo de Estudio

CAPITULO 12

ESTUDIO ALTERNATIVO SOBRE EL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA

12 ESTUDIO ALTERNATIVO SOBRE EL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA

12.1 INTRODUCCION

En el Capítulo 11, se formuló Plan Maestro de alcantarillado y saneamiento hasta el año 2015 y las regiones prioritarias identificadas fueron la región Central y Sur 3. Para seleccionar el proyecto de la primera etapa, se efectuaron estudios suplementarios en el campo. Estos fueron principalmente a) levantamiento topográfico b) estudio geotécnico y c) estudio del medio ambiente. Basándose en los resultados de estos estudios, se realizó el diseño preliminar de ingeniería del sistema de alcantarillado/saneamiento para las alternativas de lo cual se dedujo que la escala de los costos totales de inversión hacen difícil la implementación conjunta en las regiones Central y Sur 3 durante la primera etapa. Por lo tanto, es necesario seleccionar una de las regiones para implementar el proyecto en la primera etapa. Se evaluaron dos alternativas, Alternativa 1 - región Central y Alternativa 2 - región Sur 3, para seleccionar el proyecto de la primera etapa. Este proyecto fue seleccionado en base a los resultados de la evaluación económica, financiera y teniendo en cuenta otros factores.

12.2 BASES DE LAS ALTERNATIVAS

12.2.1 Implementación por etapas

En la Sección 11.4, se seleccionaron las regiones prioritarias o sea la región Central y Sur 3 para la implementación en tres etapas. La Fig. 12-1 muestra el programa de implementación por etapas y la Fig. 12-2 muestra la capacidad de tratamiento de las plantas de los sistema de alcantarillado y saneamiento planeados en cada etapa.

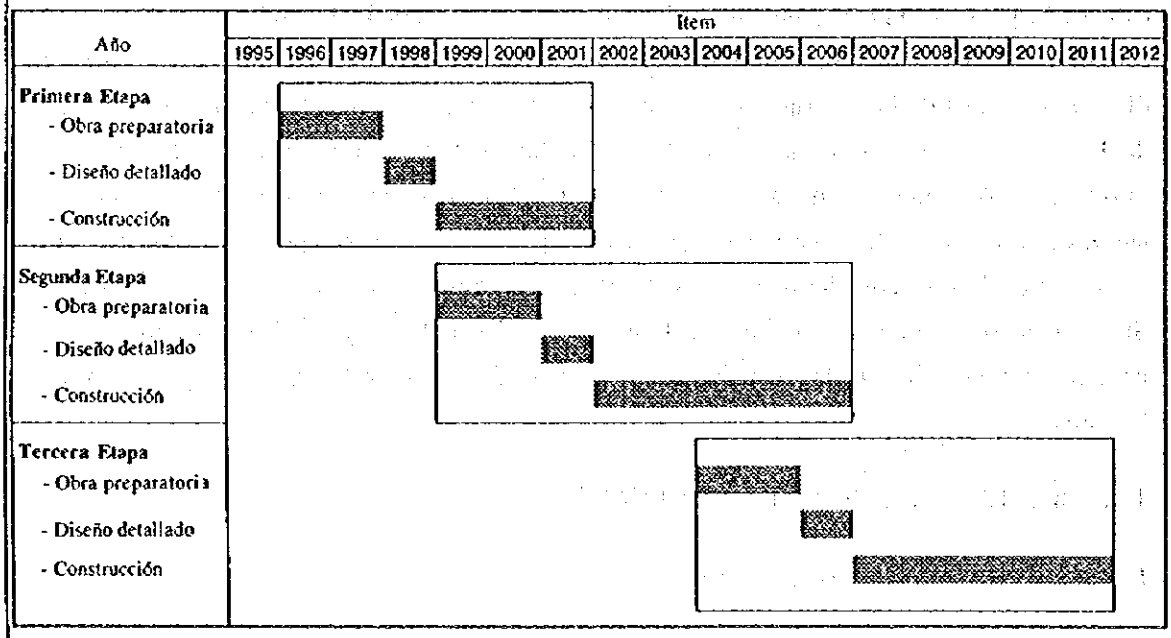
Tabla 12-1 Capacidad de Tratamiento del Sistema de Alcantarillado y de los Sistemas de Saneamiento Planeados para la Región Central y Sur 3

Etapa	Período de Construcción	Capacidad en m³/día de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales			
		Región Central		Región Sur 3	
		Alcantarillado	Saneamiento	Alcantarillado	Saneamiento
Primera	1999-2001	196,000	6,140	36,000	530
Segunda	2002-2006	235,000	12,640	54,000	-
Tercera	2007-2011	261,000	19,730	72,000	-

Nota: 1 La capacidad de la planta de tratamiento de aguas residuales es expresada en el caudal máximo diario y es independiente del nivel de tratamiento. El nivel de tratamiento será discutido en la Sección 12.6.
2 La capacidad de tratamiento de aguas residuales suministrada en una etapa es suficiente hasta la terminación de la etapa siguiente.

Fuente : Grupo de Estudio

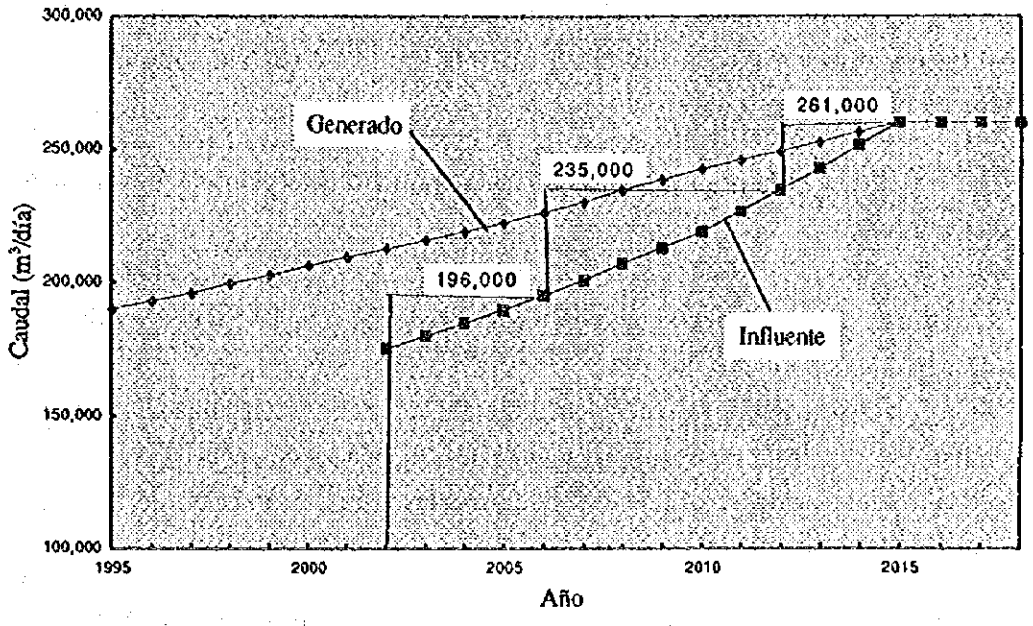
Fig. 12-1



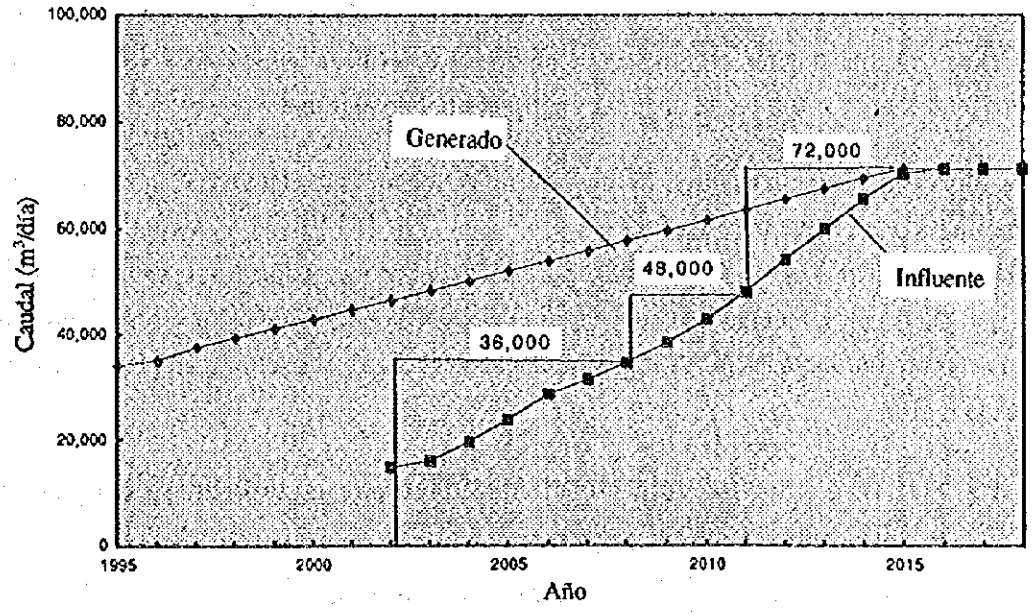
REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	**TITULO** PROGRAMA DE IMPLEMENTACION POR ETAPAS

Fig. 12-2

Cantidad total proyectada de aguas residuales generadas y entrada proyectada a la planta de tratamiento de aguas residuales - región Central



Cantidad total proyectada de aguas residuales generadas y entrada proyectada a 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 AUMENTAR LA CAPACIDAD DE TRATAMIENTO EN LAS REGIONES CENTRAL Y SUR 3

12.2.2 Area a ser servida

a) Sistema de alcantarillado

El área planeada para el alcantarillado y saneamiento de la región Central y Sur 3 es de 6,460 y 2,360 ha respectivamente. La Fig. 12-3 (a) y la Fig. 12-3 (b) muestran el sistema de alcantarillado para cada región respectivamente.

El área a ser servida en la primera etapa en cada región fue seleccionada considerando los siguientes puntos.
Estos son:

- Existencia de un área con alcantarillado desde la cual las aguas residuales son descargadas sin tratamiento.
- Si las plantas de tratamiento de pequeña escalas pueden ser rehabilitadas o no.
- Existencia de planes para áreas alcantarilladas, ej. planes de pequeña escala por parte de las municipalidades o constructoras privadas para construcción de alcantarillado pero sin tratamiento.

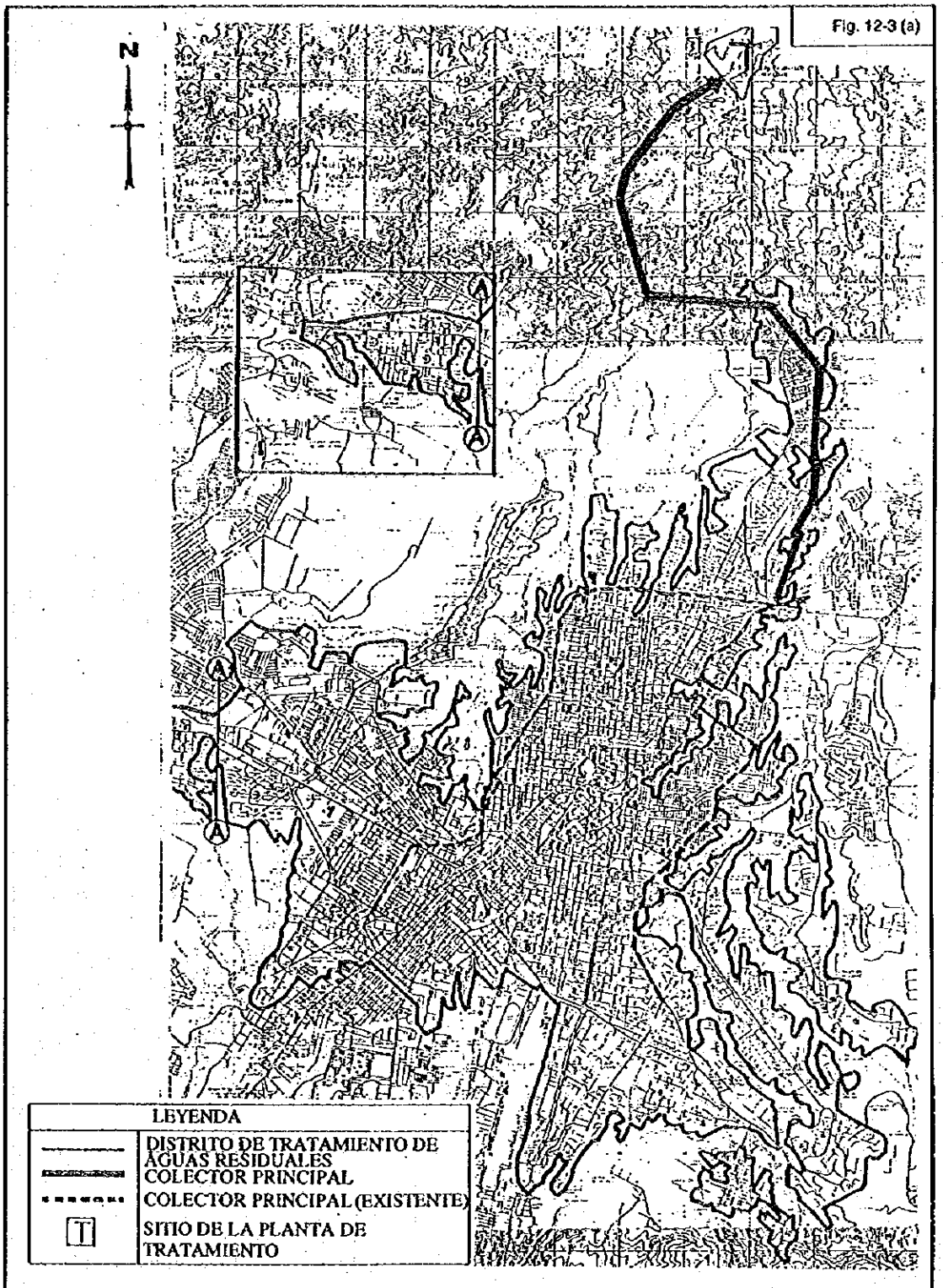
En la región Central, las aguas residuales provenientes del sistema de alcantarillado existente son descargadas a través del Gran Colector Norte en el río Las Vacas en el puente Belice, sin tratamiento. Por consiguiente, en la primera etapa, se suministrará tratamiento de aguas residuales construyendo un túnel hasta la planta de tratamiento propuesta y hacia las instalaciones de tratamiento. Se prevé que el área alcantarillada aumentará a 4,065 ha (71% del área total a ser servida por el alcantarillado), al final de la primera etapa.

A diferencia con la región Central, la región 3 no posee un gran sistema de alcantarillado. El área alcantarillada existente es de 287 ha, lo cual es sólo el 12% del área total a ser servida por el alcantarillado. Las áreas son Elgin, La Libertada, Morse y Aurora II, siendo Eureka la única que puede ser rehabilitada. Considerando estos factores, el área total a ser servida en la primera etapa tendrá 896 ha. La Tabla 12-2 muestra el área a ser servida en la primera etapa para cada región.

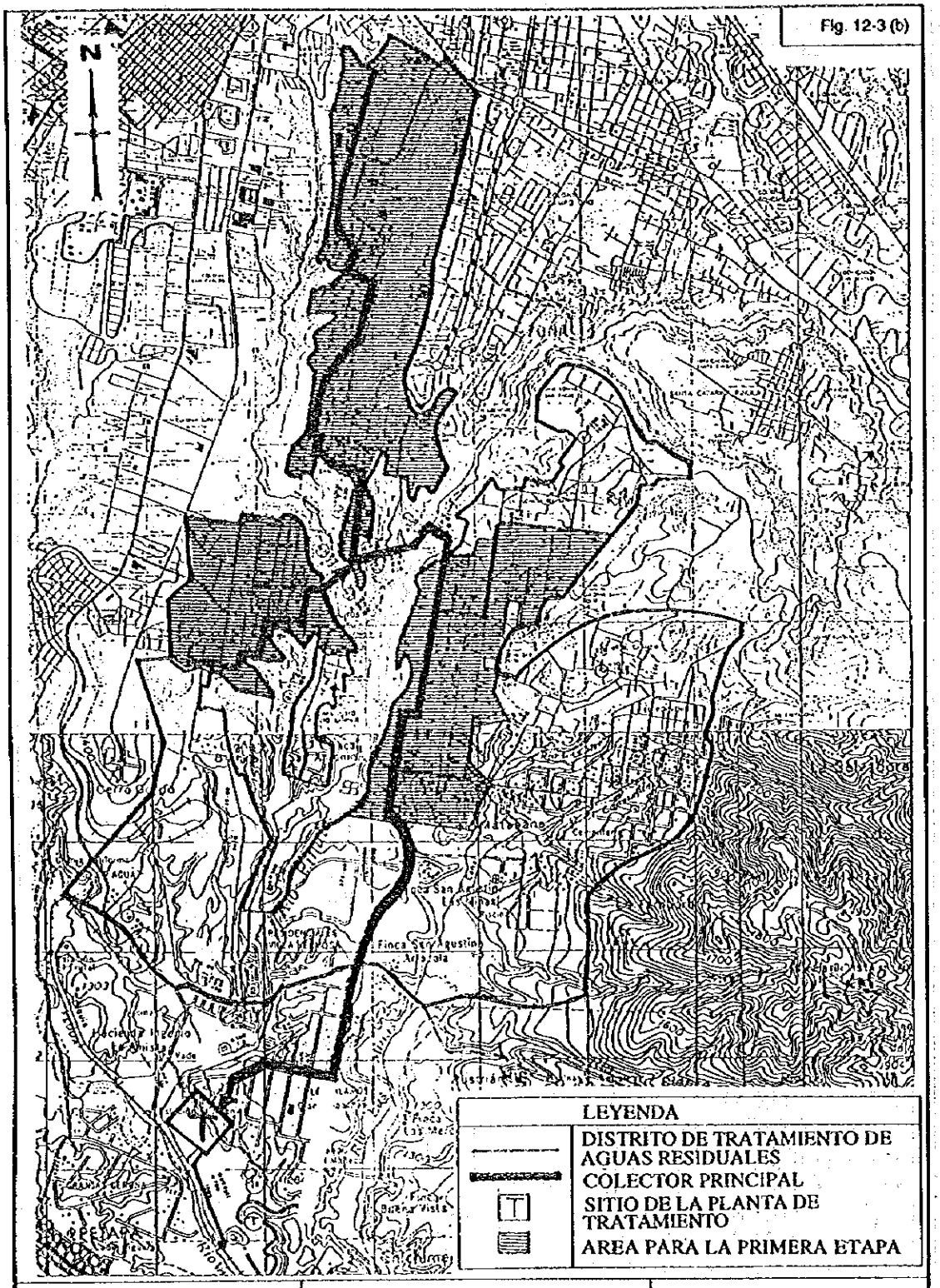
Tabla 12-2 Area a Ser Servida por el Alcantarillado en la Primera Etapa en las Regiones Central y Sur 3

Stage	Area a ser Servida en ha			
	Etapa Región		Central Región 3	
	Incremento	Total	Incremento	Total
Primera Etapa	4,605	4,605	896	896
Segunda Etapa	702	5,307	524	1,420
Tercera Etapa	1,153	6,460	940	2,360

Fuente: Grupo de Estudio



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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA LA REGION CENTRAL



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 SISTEMA DE ALCANTARILLADO PARA LA REGION SUR 3

b) Sistema de saneamiento

En el Capítulo 10, y basados en el estudio de UNICEF, "Caracterización de las Areas Precarias en la ciudad de Guatemala, (1991)", se identificaron asentamientos que tienen una población de 109,600 y 2,900 personas, como asentamientos a ser servidos por el sistema de saneamiento en las regiones Central y Sur 3 respectivamente.

Además en el Capítulo 11, todos los asentamientos en la región Sur 3 fueron identificados para la construcción de un sistema de saneamiento en la primera etapa. Sin embargo en la región Central, se seleccionarán 35 asentamientos con una población de 33,900 para la primera etapa de implementación.

Los asentamientos a ser servidos por la implementación de la primera etapa en la región Central fueron seleccionados en base a los criterios listados a continuación.

- Prioridad de EMPAGUA / proyectos en construcción
- Generación de cargas contaminantes (densidad de la población)
- Casos notificados de enfermedades transmitidas por el agua
- Accesibilidad al asentamiento
- Disponibilidad de planos y otros datos relevantes

La Tabla 12-3 describe los asentamientos seleccionados en las regiones Central y Sur 3, basándose en los criterios mencionados arriba. La ubicación de estos asentamientos en la región Central y Sur 3 están mostrados en la Fig. 12-4 a) y Fig. 12-4 b), respectivamente. Además la ubicación detallada está indicada en el Informe N de Apoyo, Volumen IV.

Tabla 12-3 Asentamientos a ser Provistos de Sistema de Saneamiento en la Primera Etapa

S. No.	Nombre del Asentamiento	Zone	Población[a]	Area Estimada, ha[b]
Región Central				
1	Final	14	500	16
2	El Pilar	14	1,500	48
3	El Cambary	14	300	7
4	Campo Seco	16	1,200	6
5	Finca El Carmen	6	1,000	6
6	Moderno San Antonio	6	1,000	6
7	Jocotales	6	2,600	17
8	Quintanal	6	3,700	24
9	Santa Faz	6	600	4
10	El Tuerto	1	500	4
11	Colinas I y II	1	900	7
12	Bethania Sec I	1	1,400	11
13	Bethania Sec III	7	1,600	11
14	Bethania Sec IV	7	400	3
15	Seis de Octubre	7	1,500	10
16	Joya I	7	2,500	16
17	Joya II	7	2,500	16
18	Joya III	7	2,500	16
19	La Joya IV	7	1,500	10
20	Colonia Argueta	2	2,000	26
21	Incienso	3	4,200	19
	Total		33,900	283
Región Sur 3				
1	Loma Blanca I	12	900[c]	9
2	Loma Blanca II	12	1,000[c]	9
3	Plaza de Toros	13	1,000	24
	Total		2,900	42

Nota : a Adaptado del estudio de UNICEF "Caracterización de las Areas Precarias en la ciudad de Guatemala, (1991)", asumiendo que la población en el año 2015 será la misma que la actual.
b Area estimada=(Población / Densidad de población de la zona respectiva)
c Se ha tomado en consideración el crecimiento de la población hasta el año 2015.

El área a ser servida por el sistema de saneamiento en la primera y última etapa está mostrada en la Tabla 12-4.

Tabla 12-4 Area a ser Servida por Saneamiento en la Primera Etapa, Regiones Central y Sur 3

Etapa	Area a ser Servida, ha			
	Región Central		Región Sur 3	
	Incremento	Total	Incremento	Total
Primera Etapa	283	283	42	42
Segunda Etapa	231	514	-	42
Tercera Etapa	253	767	-	42

Fuente: Grupo de Estudio

12.2.3 Población a ser servida

Las Tablas 12-5 y 12-6 muestran la población a ser servida por el sistema de alcantarillado o de saneamiento en la primera etapa y en las siguientes, respectivamente.

Tabla 12-5 Población a ser Servida por Alcantarillado en la Primera Etapa, Regiones Central y Sur 3 Area a ser servida

Etapa	Población a ser Servida, Personas			
	Región Central		Región Sur 3	
	Incremento	Total	Incremento	Total
Primera Etapa	520,400	520,400	-	44,700
Segunda Etapa	65,700	586,100	64,800	109,500
Tercera Etapa	165,700	751,800	166,600	276,100

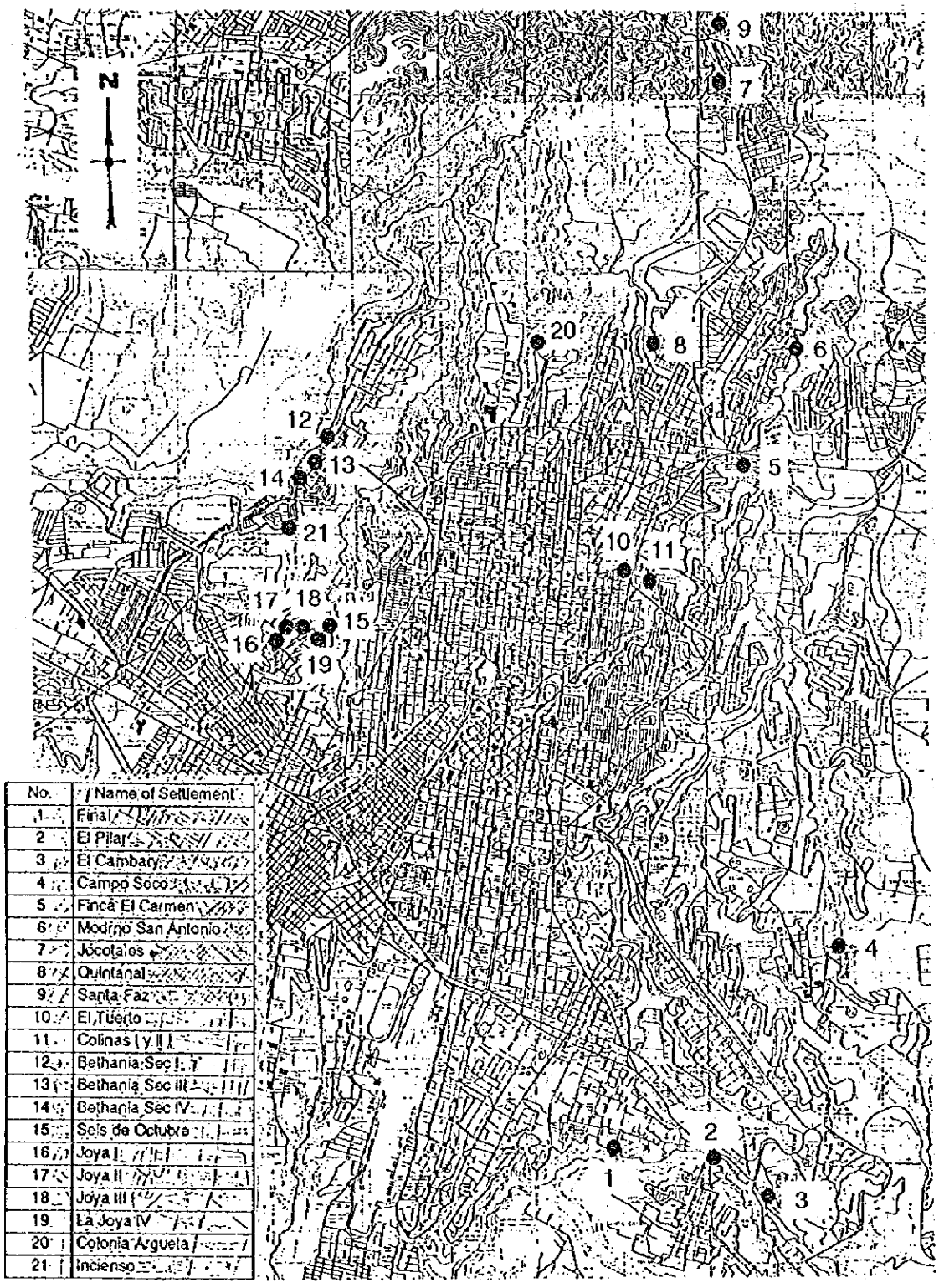
Fuente: Grupo de Estudio

Tabla 12-6 Población a ser Servida por Saneamiento en la Primera Etapa, Regiones Central y Sur 3

Etapa	Población a ser Servida, Personas			
	Región Central		Región Sur 3	
	Incremento	Total	Incremento	Total
Primera Etapa	33,900	33,900	2,900	2,900
Segunda Etapa	36,900	70,000	-	2,900
Tercera Etapa	39,600	109,600	-	2,900

Fuente: Grupo de Estudio

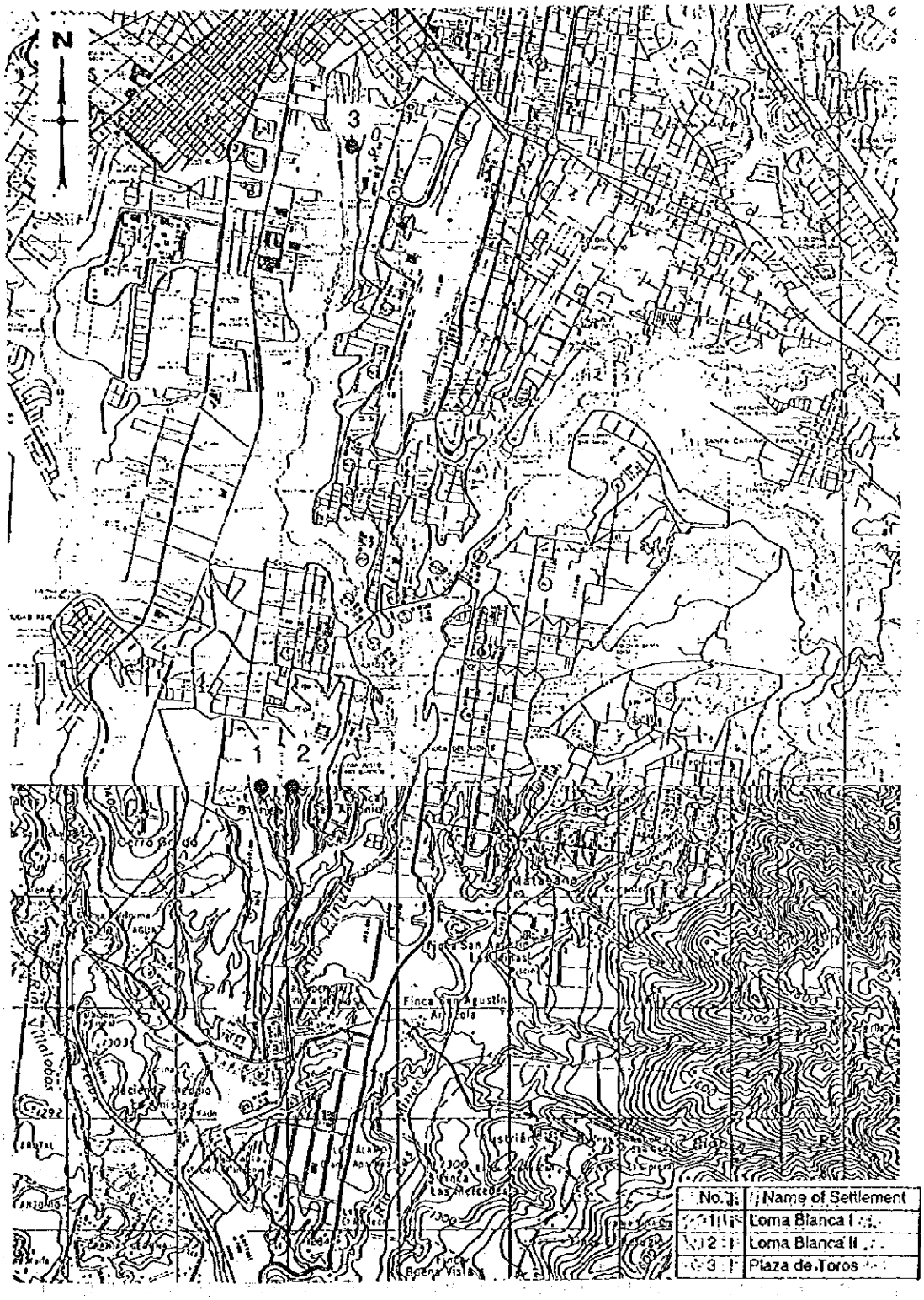
Fig. 12-4 (a)



No.	Name of Settlement
1	Final
2	El Pilar
3	El Cambary
4	Campo Seco
5	Finca El Carmen
6	Modrno San Antonio
7	Jócotales
8	Quintanal
9	Santa Faz
10	El Tuerto
11	Colinas I y II
12	Bethania Sec I
13	Bethania Sec III
14	Bethania Sec IV
15	Seis de Octubre
16	Joya I
17	Joya II
18	Joya III
19	La Joya IV
20	Colonia Argueta
21	Incienso

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** UBICACION DE LAS AREAS DE SANEAMIENTO EN LA REGION CENTRAL

Fig. 12-4 (b)



No.	Name of Settlement
1	Loma Blanca I
2	Loma Blanca II
3	Plaza de Toros

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 UBICACION DE LAS AREAS DE SANEAMIENTO EN LA REGION SUR 3

12.2.4 Generación de aguas residuales

La generación unitaria de aguas residuales domésticas, comerciales / institucionales e industriales está indicada en el Capítulo 7, Sección 7.3 para los sistemas de alcantarillado y de saneamiento. Basándose en ésta, se estimó para cada región el afluente de aguas residuales en la planta de tratamiento de aguas residuales, mostrado en la Tabla 12-7.

Tabla 12-7 Afluente Estimado de Aguas Residuales para las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales en las Regiones Central y Sur 3

	Afluente de Aguas Residuales (diario máximo), m^3/día	
Año	Central WWTP	Sur 3 WWTP
2002	175,300	14,890
2003	180,090	16,070
2004	184,790	19,700
2005	189,690	23,830
2006	195,190	28,730
2007	200,800	31,520
2008	207,100	34,750

Fuente: Grupo de estudio

12.2.5 Calidad de las aguas residuales

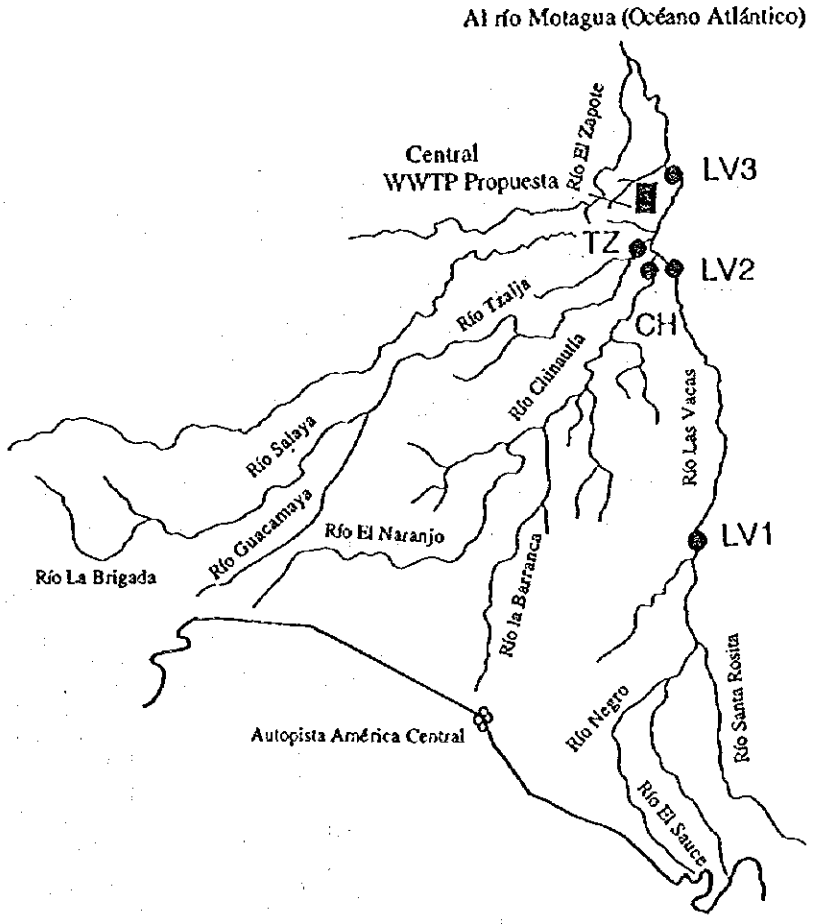
La calidad de las aguas residuales para las instalaciones de tratamiento y de saneamiento de las mismas es como se describe en el Capítulo 7, Sección 7.4.

(1) Sistema de alcantarillado (tanto DBO como SS) 280 mg/L
(2) Sistema de saneamiento (Tanto DBO como SS) 330 mg/L

12.2.6 Nivel de tratamiento

En la Sección 7.6, se propone el suministro de tratamiento de nivel secundario para las plantas de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, en el desarrollo por etapas es necesario considerar alternativas incluyendo las que suministran tratamiento primario en la primera etapa. La aplicabilidad de estas alternativas depende del agua que recibe el influente a ser descargado. La Tabla 12-8 muestra el cuerpo receptor de agua, la calidad del agua existente (diciembre de 1995 a febrero de 1996), y la calidad del efluente del tratamiento primario y secundario. La Fig. 12-5 también muestra la calidad del agua existente en los cuerpos de agua receptores.

Fig. 12-5 (a)



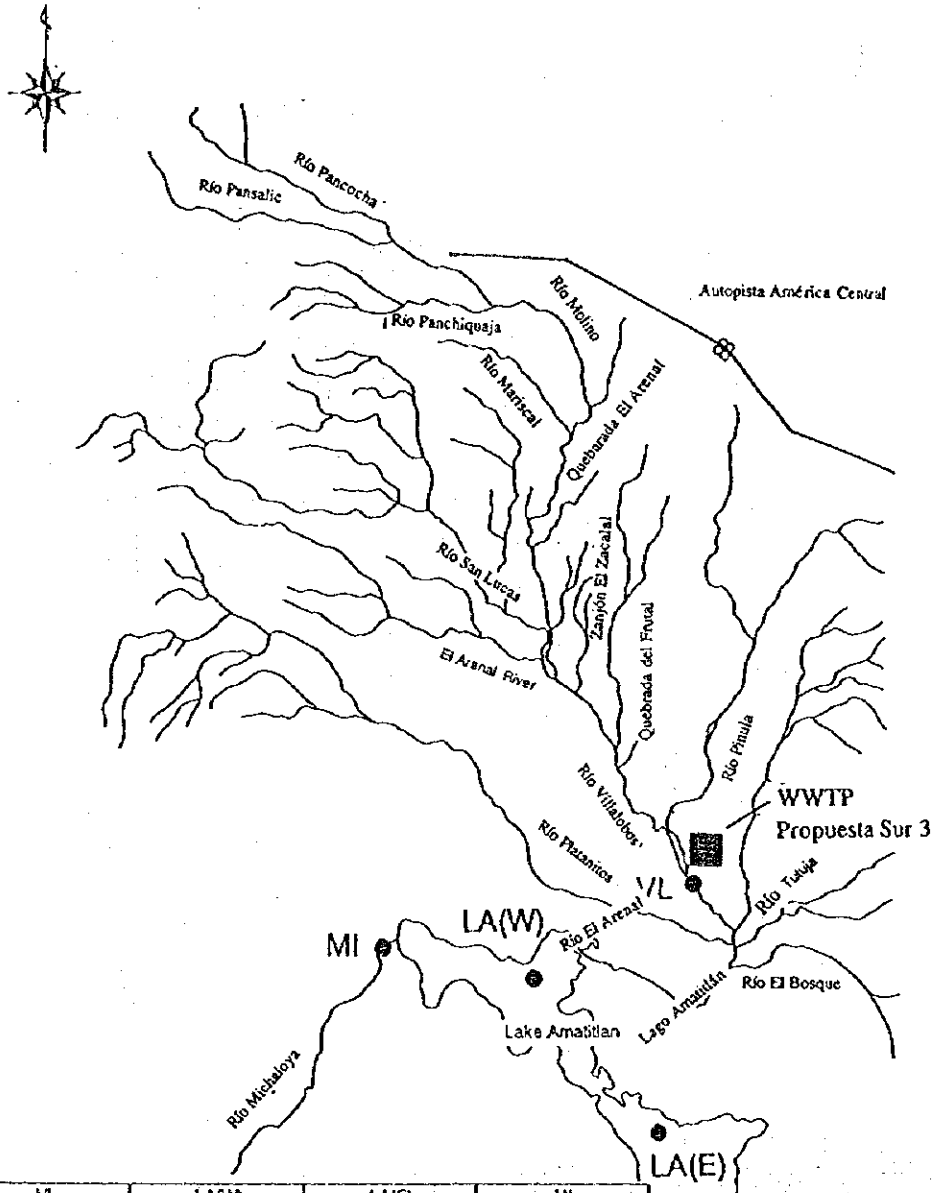
Ubicación	LV1	LV2	LV3	CH	TZ
Caudal, m^3/seg	1.80 (1.20~2.87)	2.01 (1.61~2.40)	2.41 (1.40~3.49)	0.65 (0.43~0.89)	0.23 (0.11~0.33)
DQO, mg/l	622 (536~709)	487 (398~658)	383 (351~426)	381 (298~409)	323 (202~468)
DBO, mg/l	309 (360~258)	227 (288~180)	178 (150~204)	190 (141~192)	150 (95~216)
TS, mg/l	1048 (800~1500)	945 (700~1200)	2452 (1000~6600)	4728 (3300~8000)	1403 (700~2600)
Sed. S, ml/l	4.4 (2.6~6.2)	5.4 (3.9~8.0)	4.9 (3.8~5.4)	7.4 (3.6~8.0)	3.6 (1.0~8.2)
T-N, mg/l	59.2 (41.0~88.6)	43.4 (20.0~54.3)	47.6 (20.6~89.2)	67.0 (40.7~108.0)	54.8 (25.2~103.0)
T-P, mg/l	9.3 (12.8~7.0)	10.7 (7.0~17.6)	9.6 (5.8~14.2)	9.7 (4.6~18.6)	10.6 (7.2~18.8)
Cl, mg/l	57.6 (41.1~67.4)	44.0 (32.5~52.5)	46.9 (38.0~59.5)	54.0 (45.4~67.4)	45.4 (41.1~50.3)

LV1 - Río Las Vacas (Corriente abajo del Gran Colector Norte)
LV2 - Río Las Vacas (Corriente arriba del río Chinautla)
LV3 - Río Las Vacas (Corriente abajo de la central WWTP propuesta)
CH - Río Chinautla
LV5 - Río Tzalja

Indica los valores promedio (mínimo - máximo).
Los caudales provienen de dos mediciones durante el día, tres días en diciembre de 1995 y tres días en enero y febrero de 1996.

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** CALIDAD EXISTENTE DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA RECEPTORES (REGION CENTRAL 1995 - 1996)

Fig. 12-5 (b)



Ubicación	VL	LA(W)	LA(E)	MI
Caudal, m³/seg.	0.49 (0.30-0.67)			
DQO, mg/l	377 (338-415)	33 (27-46)	34 (21-45)	44 (25-82)
DBO, mg/l	188 (120-290)	9.9 (7.5-14.0)	9.0 (5.1-15.0)	11 (4.7-24.0)
TS, mg/l	1252 (1000-1600)	348 (300-500)	400 (200-400)	443 (300-500)
Sed. S, ml/l	4.5 (3.6-5.0)	0.0 (0.0-0.0)	0.0 (0.0-0.0)	0.0 (0.0-0.1)
T-N, mg/l	38.6 (28.8-45.0)	7.7 (2.7-12.7)	6.0 (1.2-13.3)	6.6 (0.6-13.3)
T-P, mg/l	6.9 (5.2-8.6)	3.8 (0.6-7.7)	3.4 (0.1-8.6)	4.5 (0.1-9.2)
Cl, mg/l	52.0 (29.9-79.6)	150.6 (7.0-17.6)	121.7 (83.2-142.5)	188.2 (105.3-230.6)

VL - Río Villalobos (Corriente abajo de la WWTP Sur 3 propuesta)
LA(W) - Lago Amatitlán (Playa de Oro)
LA(E) - Lago Amatitlán (Frente punta de Ayala)
MI - Río Michatoya (Salida del Lago Amatitlán)

Indica los valores promedio (mínimo - máximo).
Los caudales provienen de dos mediciones durante el día, tres días en diciembre de 1995 y tres días en enero y febrero de 1996.

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** CALIDAD EXISTENTE DE LA CALIDAD DE LOS CUERPOS DE AGUA RECEPTORES (REGION SUR 3 1995 - 1996)

Tabla 12-8 Cuerpos de Agua Receptores de las WWTP para la Región Central y Sur 3, y su Condición Actual

WWTP	Cuerpo de Agua Receptor	Calidad Existente del Agua del Cuerpo de Agua Receptor (DBO), mg/l	Calidad del Efluente de la WWTP (DBO), mg/l	
			Primario	Secundario
Central	Río Las Vacas	178 (150 - 204)	182	56
Sur 3	Río Villalobos (Río Pinula)	188 (120 - 290)	182	56

Nota : Los datos de calidad actual del agua provienen del estudio de calidad realizados en diciembre de 1995 y febrero de 1996.

Fuente : Grupo de Estudio

La Tabla 12-8 indica que la calidad actual del cuerpo de agua receptor es similar al efluente tratado primariamente. Si el efluente tratado primariamente es descargado, las condiciones actuales prevalecerán corriente abajo del cuerpo de agua receptor aun después de la implementación de la primera etapa. Sin embargo, el cuerpo de agua dentro del área alcantarillada mejorará. Por lo tanto, el suministro de tratamiento primario puede ser considerado como alternativa en la primera etapa.

Uno de los objetivos importantes de la implementación de la región Sur 3 es la reducción de la carga de contaminantes en el lago Amatitlán. Como el suministro exclusivo de tratamiento primario no resultará en ninguna reducción de las cargas contaminantes en el lago Amatitlán el nivel de tratamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la región Sur 3 deberá tener nivel secundario (o sea, el tratamiento primario solamente debe ser excluido como alternativa).

12.2.7 Bases de las alternativas

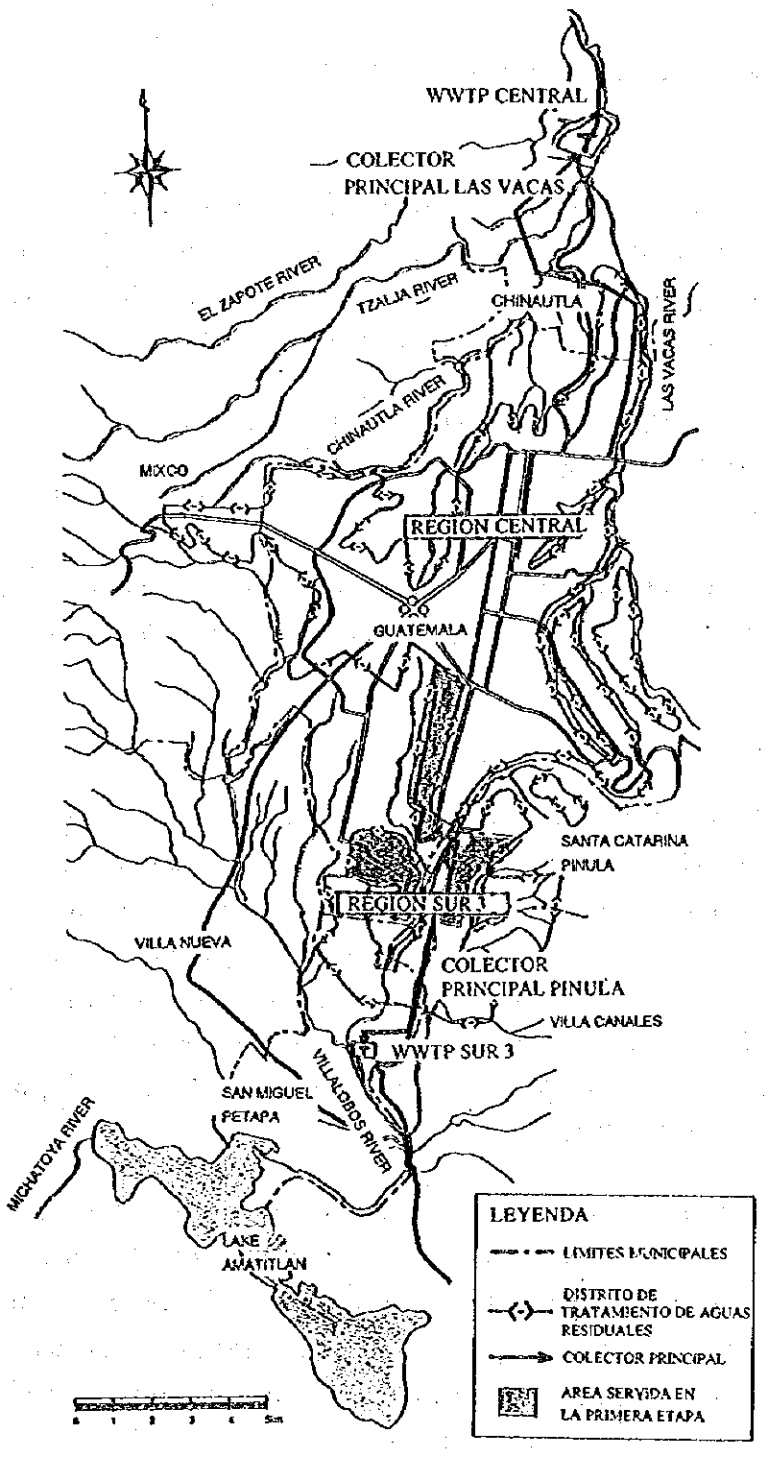
Como se ha discutido en la Sección 12.1 de este informe, las regiones Central y Sur 3 son consideradas como alternativas para el estudio de viabilidad. La Tabla 12-9 resume los parámetros básicos establecidos en las secciones anteriores para cada alternativa, es decir Alternativa 1 - región Central, y Alternativa 2 - región Sur 3. La Fig. 12-6 muestra el perfil de cada alternativa.

Tabla 12-9 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

Fig. 12 - 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 ALTERNATIVAS PARA E/V - REGION CENTRAL Y REGION SUR 3

12.3 DISEÑO PRELIMINAR

12.3.1 Sistema de recolección de aguas residuales

a) Diseño del colector principal

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

Los cruces de los ríos por medio de una tubería puente o un túnel bajo el lecho del río fueron comparados y basándose en los resultados se estableció la ruta del colector principal y la longitud.

Los resultados de los levantamientos topográficos están indicados en el Informe Q de Apoyo, Volumen V. El diseño de los colectores principales está indicado en el Informe L de Apoyo, Volumen IV.

1) Colector principal Las Vacas (región Central)

Las Fig. 12-7 y 12-8 muestran la ruta y el perfil de la longitud del colector principal Las Vacas, respectivamente. El mismo comienza corriente arriba de la descarga existente en el puente Belice, dónde puede interceptar tres veces el caudal máximo horario durante tormentas. Al lo largo de la misma ruta, recolecta aguas residuales del sistema de alcantarillado independiente de la Zona 6 de la ciudad de Guatemala y del sub distrito de Jocotales en la municipalidad de Chinautla. Más al norte, en las proximidades de Santafaz, cambia hacia el oeste y cruza el río Chinautla, el río Tzalja y su tributario, etc., llegando al sitio propuesto para la central de WWTP.

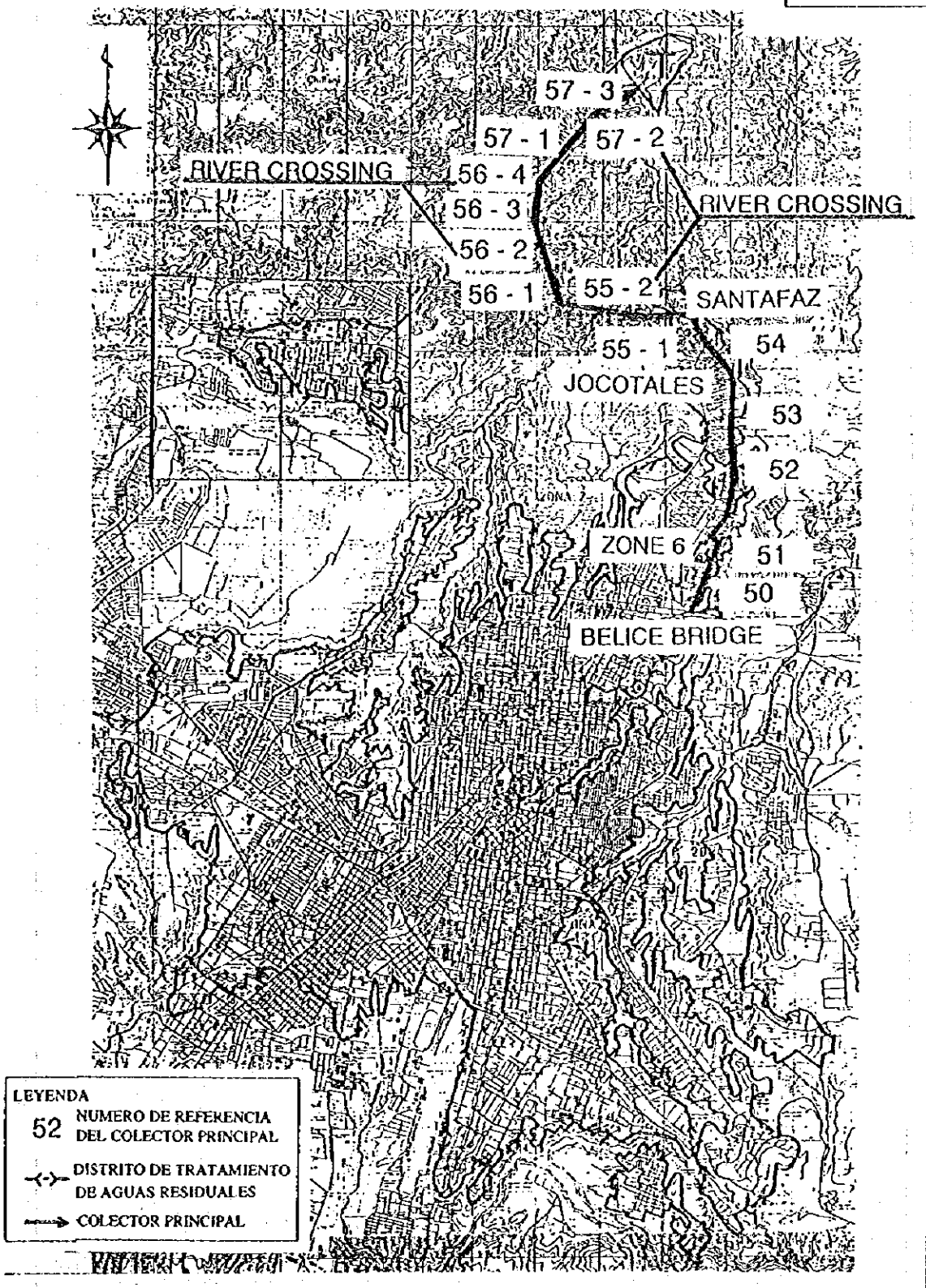
La longitud total es de 11 km, y el diámetro de 3,000 mm. La mayor parte del colector será construido por medio de un túnel exceptuando entre Santafaz y el río Chinautla, dónde hay una sección con 170 m de caída de nivel. La Fig. 12-9 muestra el perfil de la longitud para esa sección. Los cruces de los ríos Chinautla y Tzalja, etc. serán por medio del método de tubería puente para llegar al sitio de la planta de tratamiento de aguas residuales a una altura de aproximadamente 1,220 m sobre el nivel del mar.

La capacidad de diseño del colector principal Las Vacas es de 14,194 m^3/seg., que es la suma de :

a) 3 x caudal máximo horario proveniente del área alcantarillada combinada y;

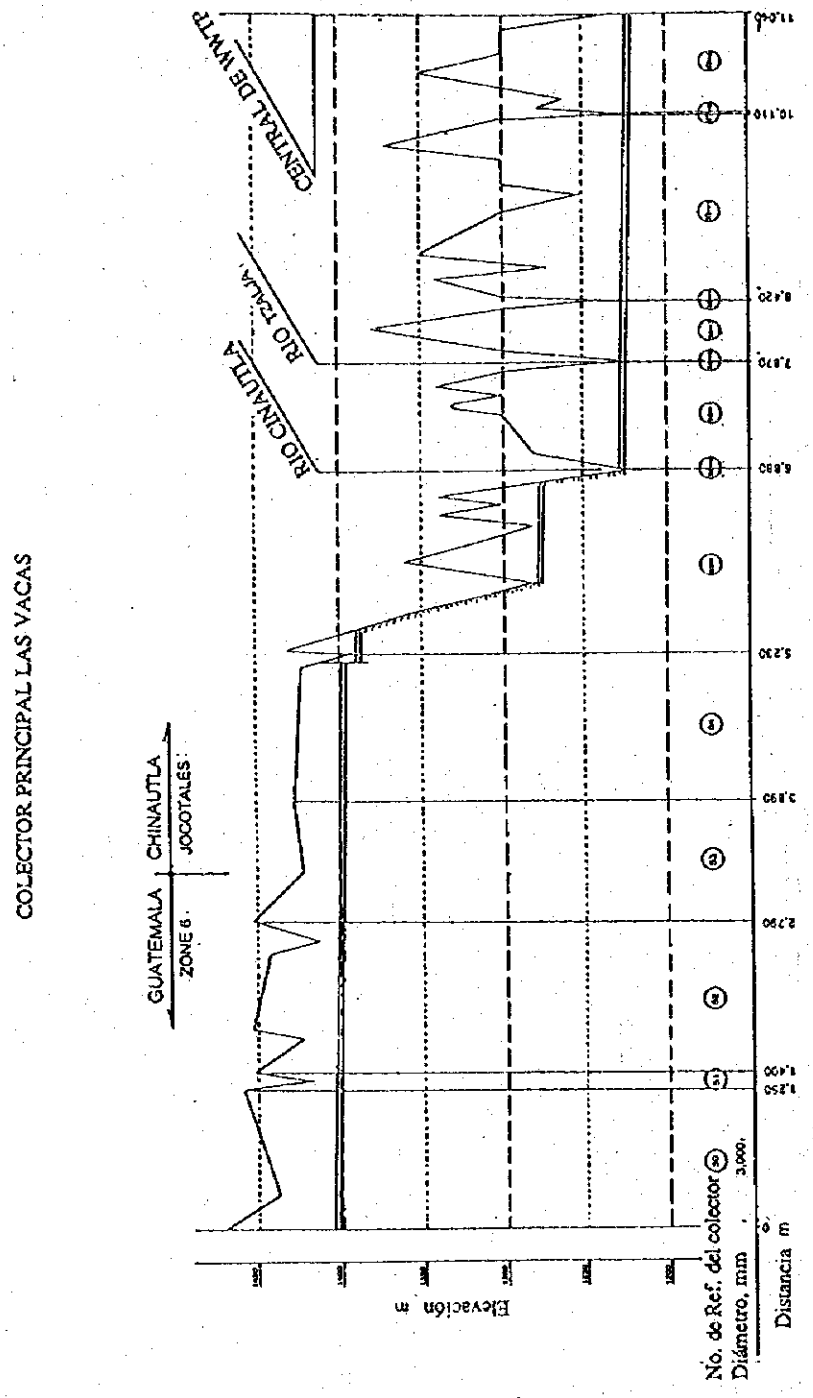
b) Caudal máximo horario proveniente del área con alcantarillado independiente.

Fig. 12-7



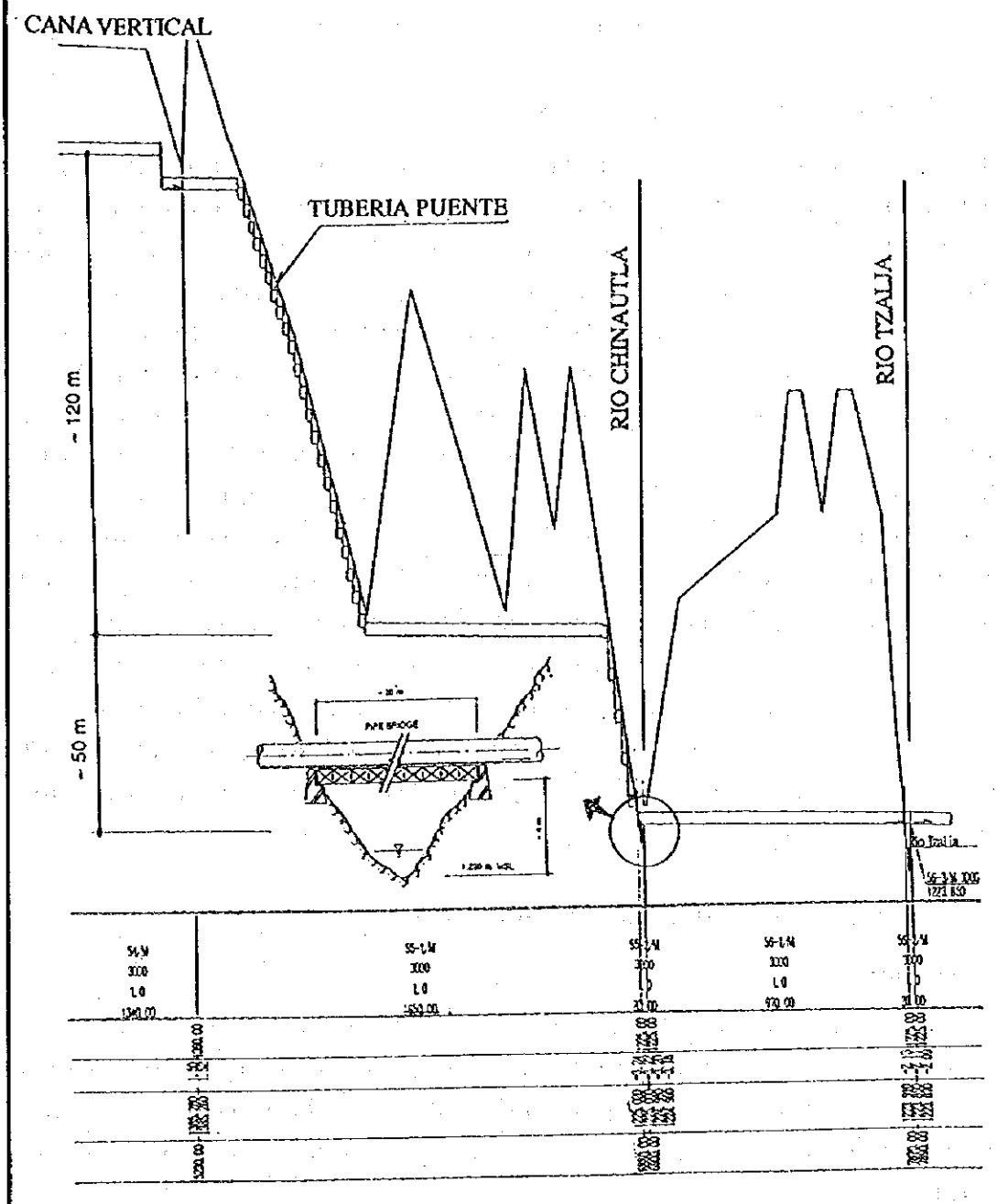
REPUBLICA DE GUATEMALA	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA	TITULO
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)	AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	RUTA DEL COLECTOR PRINCIPAL LAS VACAS

Fig. 12-8



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 PERFIL DE LA LONGITUD DEL COLECTOR PRINCIPAL LAS VACAS

Fig. 12-9



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 (SECCION DE SANTA FAZ - RIO TZALJA)

Como el costo de la tubería puente es alto, se seleccionaron los lugares para cruce del río (en base a las investigaciones de campo y el estudio sectorial de cruce), de tal manera que la longitud del puente sea tan corta como sea posible (longitud máxima de 20 m). Esto resultó en un aumento de un kilómetro (1 km) en comparación con lo propuesto en la Sección 9.1.1.

2) Colector principal Pinula (región Sur 3)

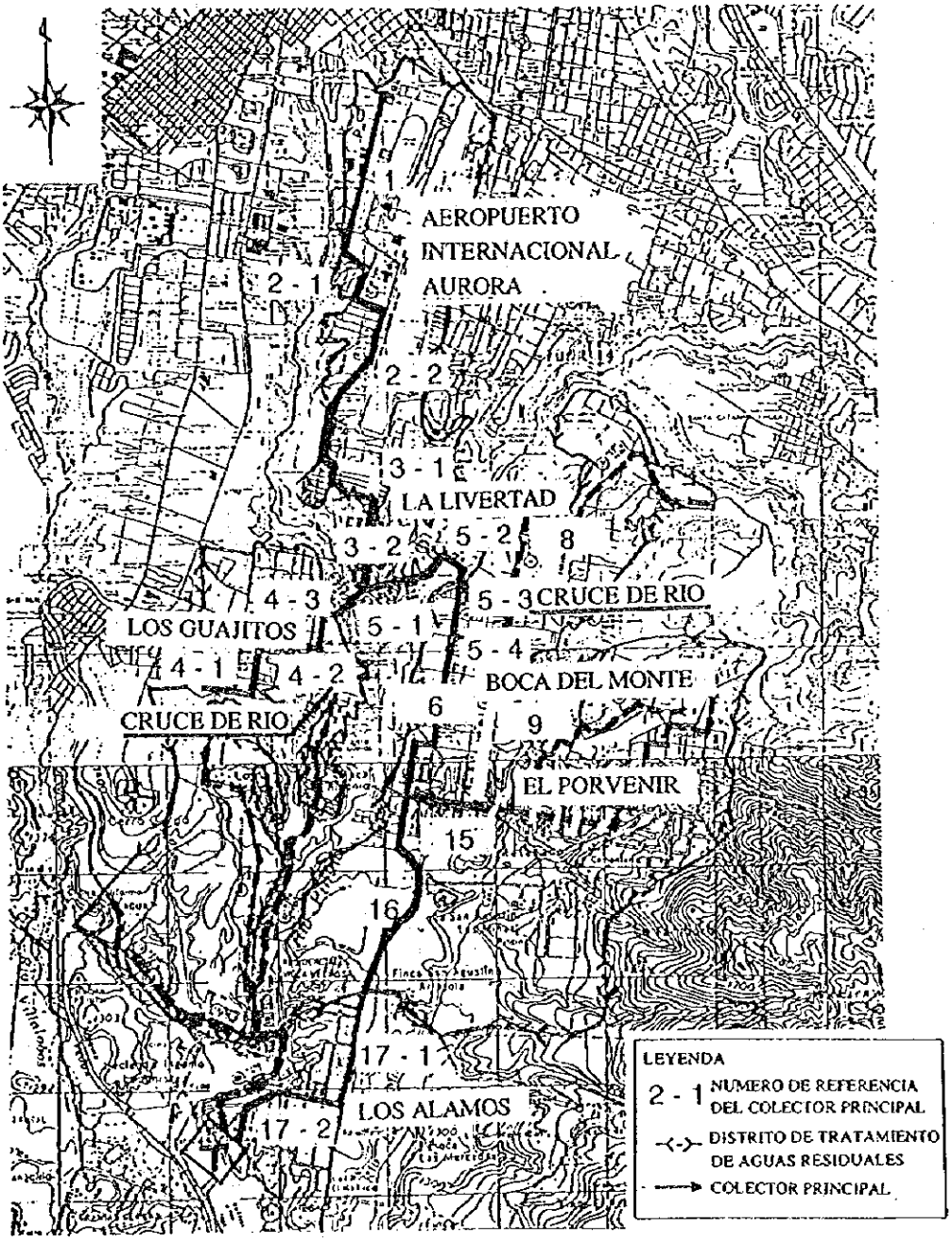
Las Fig. 12-10 y Fig. 12-11 muestran la ruta y el perfil de la longitud del colector principal Pinula, respectivamente. El colector principal Pinula comienza en la parte más al norte de la Zona 13 del distrito de tratamiento de aguas residuales Sur 3, dónde recolecta las aguas residuales provenientes de oficinas públicas en la parte oeste del Aeropuerto Internacional Aurora y se extiende aproximadamente 5.3 km al sur hasta el sub distrito Colonia La Libertad, dónde recibe las aguas residuales del sub distrito de Los Guajitos (Zona 22, sub distrito Colonia Letran), a través de una tubería puente sobre el rió Guadron. Desde aquí corre de vuelta noroeste por 800 m aproximadamente a lo largo de la autopista nacional "CA1" cruzando el río Pinula (dónde está el puente viejo en Hincapié). Después de cruzar el río, se dirige más al sur a lo largo de "CA1", recibiendo las aguas residuales provenientes del sub distrito Boca del Monte en la municipalidad de Villa Canales y el sub distrito El Porvenir en la municipalidad de San Miguel Petapa, llegando al sub distrito Los Alamos. 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. Desde ese punto, se utilizará el método de canal abierto (1,200 mm de diámetro), por 1,150 m aproximadamente, para llegar al sitio propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales Sur 3 a una altura de 1,270 m sobre el nivel del mar.

b) Método para la construcción de colectores

1) Método de excavación

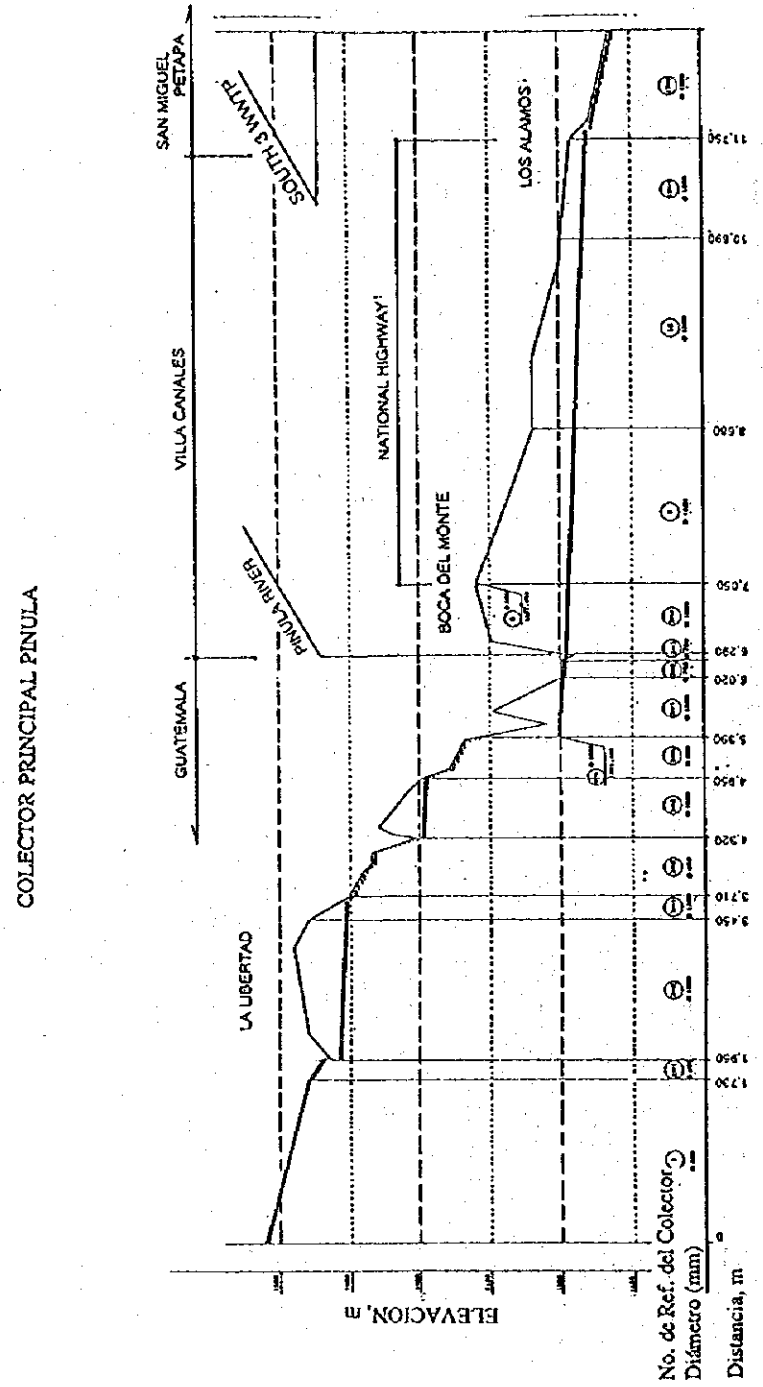
Se seleccionaron tres métodos fundamentalmente para la construcción de colectores, estos son a) método de canal abierto, b) método de túnel, y c) método de tubería puente. El método de excavación será diferente para el método de túnel, debido a la existencia de rocas duras en algunos lugares dónde pasa el colector, resultando en costos de excavación muy diferentes.

Fig. 12-10



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. 12-11



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

Las investigaciones de campo fueron conducidas a lo largo de las rutas de los colectores en las regiones Central y Sur 3 incluyendo estudios geotécnicos. Los resultados de los estudios geotécnicos están indicados en el Informe R de Apoyo, Volumen V. Por medio de los estudios se constató la existencia de roca de dureza media en la sección que va del cruce del río Chinautla hasta la planta de tratamiento de aguas residuales de la región Central. Las investigaciones del suelo cerca de los cuatro cruces de río mostraron rocas con tensiones de compresión no limitadas de 94 kg/cm2 (Orificio de perforación B-9, tributario del río Tzaja) y de 110 kg/cm2 (Orificio de perforación B-10, Quebrada El Juez).

Para la excavación en esta sección se seleccionó el método por explosiones, consultando con EMPAGUA, que tiene experiencia previa en este tipo de método en el túnel de transmisión de agua sin tratar Xaya-Pixcaya, para la planta de tratamiento de agua Lo De Coy.

Para otras secciones el método de excavación manual será usado para la construcción de túneles.

2) Espaciamiento para cañas

Al excavar túneles es necesario que los obreros tengan acceso al lugar de trabajo de excavación, deshecho de tierra, equipamiento, etc. Generalmente se construyen cañas verticales a intervalos regulares a lo largo de los túneles. EMPAGUA posee una enorme experiencia en la construcción de túneles y en base a esta experiencia el espaciamiento de cañas verticales para la excavación en lugares blandos fue establecido como siendo de 50 a 100 m.

Sin embargo, para la excavación en lugares duros entre el cruce del río Chinautla y la planta de tratamiento de aguas residuales de la región Central, será poco económico construir cañas verticales a intervalos similares. Hay cuatro cruces de río en esa sección del colector y usando ambos extremos del túnel como acceso para trabajo será una solución económica. En esta sección no será necesario construir cañas verticales.

3) Profundidad de los registros hombre

En el sistema de alcantarillado existente en la ciudad de Guatemala son comunes los registros hombre con una profundidad de 40 a 50 m, y existe un registro hombre con una profundidad de 96 m en Los Guajitos. Los colectores principales planeados en el estudio están cubiertos por más de 100 m de tierra en varias secciones a lo largo de las montañas. Sin embargo, considerando los registros hombre existentes, la profundidad máxima de los mismos debe ser de 100 m aproximadamente.

c) Resumen del diseño del colector principal

Las Tablas 12-10 y 12-11 muestran el resumen de los colectores principales para las regiones Central y Sur 3. La ubicación de los colectores está mostrada en las Fig. 12-7 y 12-10, de acuerdo con sus números de referencia indicados en las Tablas 12-10 y 12-11.

d) Condiciones básicas y proceso de tratamiento propuesto

La longitud de los colectores a ser instalados en la primera etapa del proyecto en la región Sur 3 se estima en 86.1 km. basándose en la longitud de los colectores requeridos por unidad de superficie (270 m/ha.) y la superficie (319 ha.) a ser incorporada en el área de servicio.

Tabla 12-10 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 las Tablas 9-1 y 9-2 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 12-11 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	Canal abierto	
2-1	500	230	Canal abierto	
2-2	1,500	1,490	Túnel	Suelo blando
3-1	1,500	260	Túnel	Suelo blando
3-2	600	610	Canal abierto	
3-3	1,500	630	Túnel	
3-4	600	440	Canal abierto	
5-1	1,500	630	Túnel	Suelo blando
5-2	700	200	Canal abierto	
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	Canal abierto	
4-1	400	1,510	Canal abierto	
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	Canal abierto	
8	500	810	Canal abierto	
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 las Tablas 9-1 y 9-2 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

12.3.2 Planta de tratamiento de aguas residuales

a) Condiciones básicas y proceso de tratamiento propuesto

1) Caudal de diseño

El caudal de diseño para el Plan Maestro está estimado en el Capítulo 8, Sección 8.2.1. El caudal de diseño para la primera etapa fue establecido en base a los factores discutidos en la Sección 12.2.1. La Tabla 12-12 muestra el caudal de diseño.

Tabla 12-12 Caudales de Diseño para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Caudal	Caudal de Diseño de Aguas Residuales, m³/día			
	Región Central		Región Sur 3	
	Final	Primera Etapa	Final	Primera Etapa
Promedio Diario	238,000	178,000	66,000	33,000
Máximo Diario	261,000	196,000	72,000	36,000
Máximo Horario	390,000	291,000	107,000	53,500
Estación de las Lluvias	1,087,000	873,000	-	-

Fuente : Grupo de Estudio

2) Flujo del proceso de tratamiento propuesto

Para el estudio de viabilidad del proyecto de la primera etapa, es necesario modificar el flujo del proceso de tratamiento propuesto en el Plan Maestro, considerando los factores mostrados en la Tabla 12-13.

Tabla 12-13 Factores que Afectan el Flujo del Proceso de Tratamiento para la Primera Etapa

Factor	Región Central	Región Sur 3
Nivel de Tratamiento Líquido	Primario	Secundario
Tratamiento de Fango	Omisión del Proceso de Digestión	

Fuente: Grupo de Estudio

Las razones para la selección del nivel de tratamiento líquido están discutidas en la Sección 12.2.6. En relación al proceso de tratamiento de fango, se excluirá el proceso de digestión en la primera etapa debido a las siguientes razones:

- Las plantas de tratamiento de aguas residuales propuestas serán las más grandes de Guatemala y son también comparativamente grandes para la primera etapa. La operación y el manejo de grandes plantas de tratamiento requerirá mucho esfuerzo en comparación con el requerido para las plantas existentes de pequeña escala. Por lo tanto, por medio de la eliminación de aquellos procesos al comienzo, se reducirán las instalaciones que es necesario operar y manejar.

- El secado del fango sin tratar (sin digerir), requiere más superficie de terreno que el secado del fango tratado y es generalmente practicado en países en desarrollo dónde es posible obtener una gran área de terreno. En la primera etapa, hay disponible suficiente terreno

para el secado de fango sin tratar porque el área de terreno necesaria para la capacidad final será adquirida al principio.

Es necesario aumentar el número de lechos de secado de fango (capacidad), en la primera etapa, ya que no se puede obtener la espera disminución de volumen en los digestores.

Los procesos de tratamiento de fango generará líquido proveniente del digestor de fango y líquido drenado del lecho de secado siendo su tratamiento discutido a continuación.

El agua de deshecho generada en las instalaciones de tratamiento de fango tiene una concentración de contaminantes muy alta (mucho mayor que el agua servida sin tratar), y por lo tanto no puede ser directamente descargada en el agua receptora. Generalmente, este líquido es mezclado con agua sin tratar y tratado en las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

Para tratar el líquido proveniente del fango por medio del método convencional, es necesario bombearlo hasta la entrada de la planta de tratamiento de aguas residuales, y esto estará en conflicto con el principio de gravedad adoptado en el diseño de las instalaciones de tratamiento y "el no uso de equipamiento mecánico ni eléctrico". Por lo tanto, el líquido proveniente del fango deberá ser tratado en instalaciones independientes que estarán ubicadas en un nivel más bajo que las instalaciones de tratamiento de fango, para que el líquido pueda fluir por gravedad hasta esas instalaciones.

El método del lago de estabilización será usado para tratamiento del líquido proveniente del fango, debido a las siguientes razones:

- El costo de construcción es muy bajo aunque el área requerida sea más grande en comparación con otros procesos de tratamiento;
- El área total requerida es reducida debido a que el volumen de líquido generado proveniente del fango es reducido
- El volumen de fango generado será extremadamente bajo (secado o desenlodamiento una vez cada pocos años será suficiente);
- El método de tratamiento por lago de estabilización es ampliamente aplicado en países en desarrollo para volúmenes reducidos de aguas residuales.

El flujo de los procesos de tratamiento para las regiones Central y Sur 3 para la primera etapa son como se indica en la Fig. 12-12 y Fig. 12-13.

3) Calidad del agua

Basándose en el flujo del proceso seleccionado para cada región, se discuten las calidades del agua servida y los porcentajes de extracción en la Sección 8.2.1 (Tablas 8-7 y 8-8), y el nivel de tratamiento es discutido en la Sección 12.2.6. La Tabla 12-14 muestra las calidades de efluentes esperadas en cada región.

Tabla 12-14 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

4) Residuos

Se planea tratar los residuos recolectados en las instalaciones sanitarias recientemente construidas (tanques sépticos), en cada región, en las plantas de tratamiento de aguas residuales respectivas de esa región. La Tabla 12-15 muestra la cantidad de residuos a ser tratados en cada planta de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 12-15 Cantidad de Residuos Provenientes de las Instalaciones de Saneamiento de la Región Central y Sur 3

Caudal	Región Central		Región Sur 3	
	Final	Primera Etapa	Final	Primera Etapa
Anual, m^3/año	4,384	1,356	144	116
Diario (promedio), m^3/día	12.0	3.7	0.4	0.3
Fango Seco, ton./día	0.84	0.26	0.03	0.02

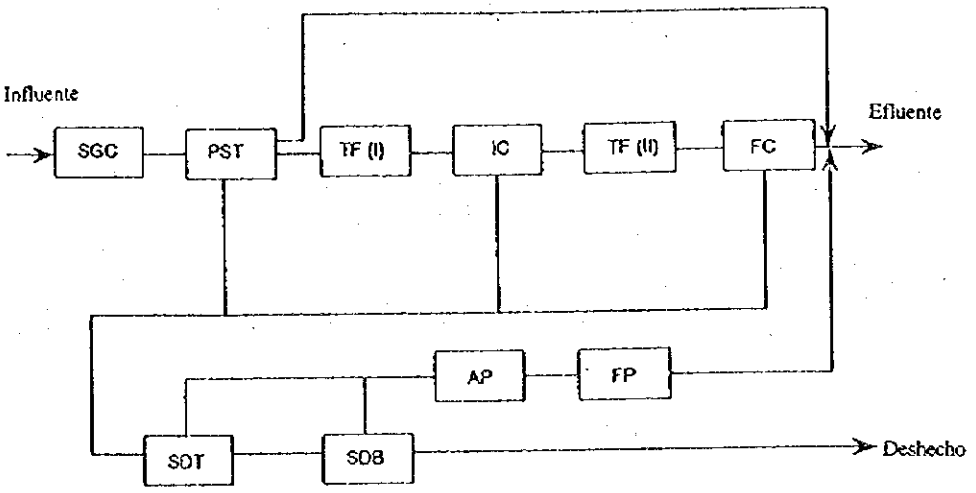
Fuente: Grupo de Estudio

b) Criterio para diseño

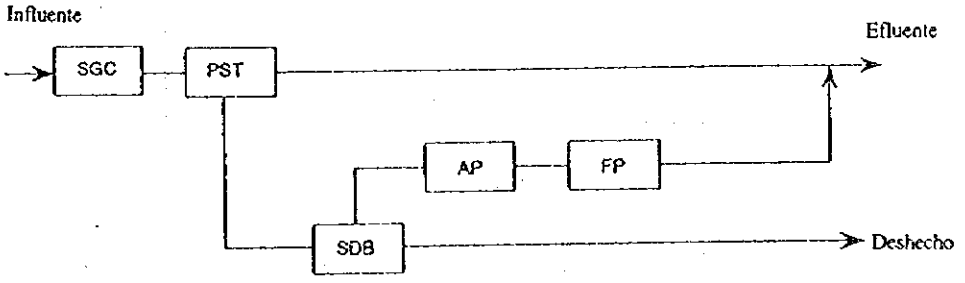
El criterio para diseño de cada instalación está mostrado en la Tabla 8-11, en la Sección 8.2.3.

Fig. 12-12

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



a) Final

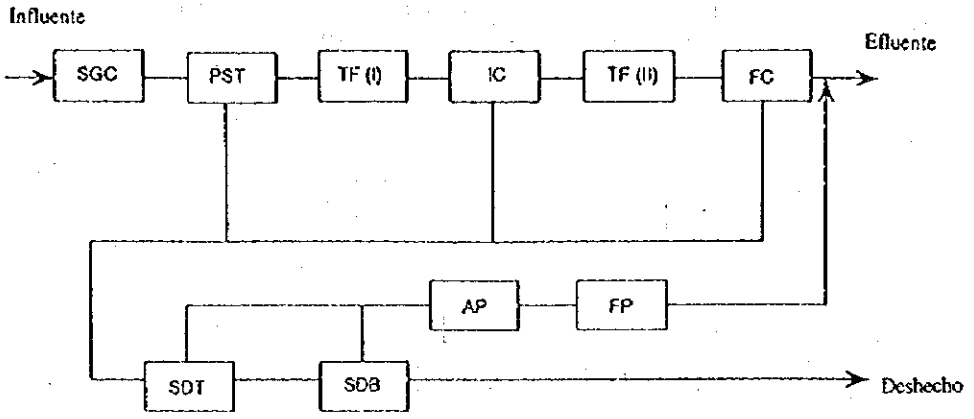


b) Primera etapa

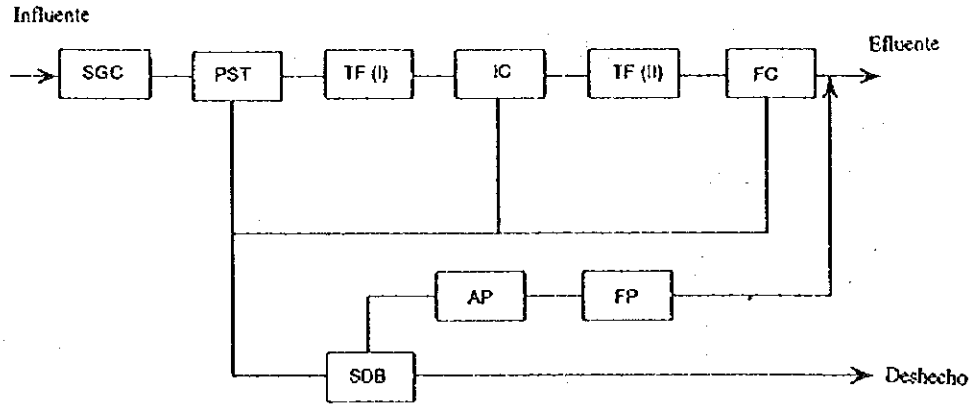
Leyenda
SGC - Cámara de filtrado con rejilla
PST - Tanque de sedimentación primaria
TF - Filtro percolador
IC - Clarificador intermedio
FC - Clarificador final
SDT - Tanque de digestor de fango
SDB - Lecho de secado de fango
AP - Lago anaeróbico
FP - Lago de normalización (facultative pond)
—— - Línea 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. 12-13



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

c) Otros

1) Concepto básico para la disposición de instalaciones

- La disposición de cada instalación de tratamiento deberá ser tal que quede conectada a la precedente y a las siguientes y que todos los flujos sean por gravedad. Los caños e conexión entre las instalaciones deberán tener válvulas y tuberías para derivación de cada y todas las instalaciones.
- Cada instalación de tratamiento será construidas en etapas: primera, segunda y tercera. Las instalaciones de cada etapa deberán ser compactas de tal manera que haya mayor flexibilidad aunque se modifiquen los planes en el futuro.
- La cantidad excavada y de relleno es grande y la disposición será tal que las excavaciones y rellenos estén casi equilibrados.

2) Pendiente para excavación y relleno

Las pendientes para excavación y relleno están basadas en la experiencia local y en los resultados del estudio geotécnico (por detalles refiérase al Informe R de Apoyo, Volumen V), siendo las siguientes:

Pendiente para excavación	-	1 : 1 (vertical : horizontal)
Pendiente para relleno	-	1 : 2 (vertical : horizontal)

3) Itemes de la construcción de ingeniería civil que necesitan ser estudiados en la etapa de diseño detallado

- Construcción de drenaje para terrazas en excavaciones de gran altura y rellenos.
- Para aumentar la estabilidad de las pendientes, es necesario plantar hierba, etc. y también es necesario considerar la aplicación de barro seco.
- Medidas de protección contra corrosión a lo largo del río Pinula, especialmente en las proximidades del sitio final de salida del efluente.
- Medidas para mejorar el aspecto del paisaje de la WWTP (paisaje), para lograr el control de olores por medio de la plantación de un cinturón verde alrededor del sitio de la WWTP, y para protección contra la erosión / erosión en arroyo dentro de la WWTP.

d) Perfil de las instalaciones de tratamiento

La Tabla 12-16 muestra el perfil de las instalaciones diseñadas en base a las condiciones de diseño y criterios establecidos en las secciones anteriores, y las Figs. 12-14 y 12-15 muestran la disposición de las instalaciones de tratamiento de la WWTP en las regiones Central y Sur 3.

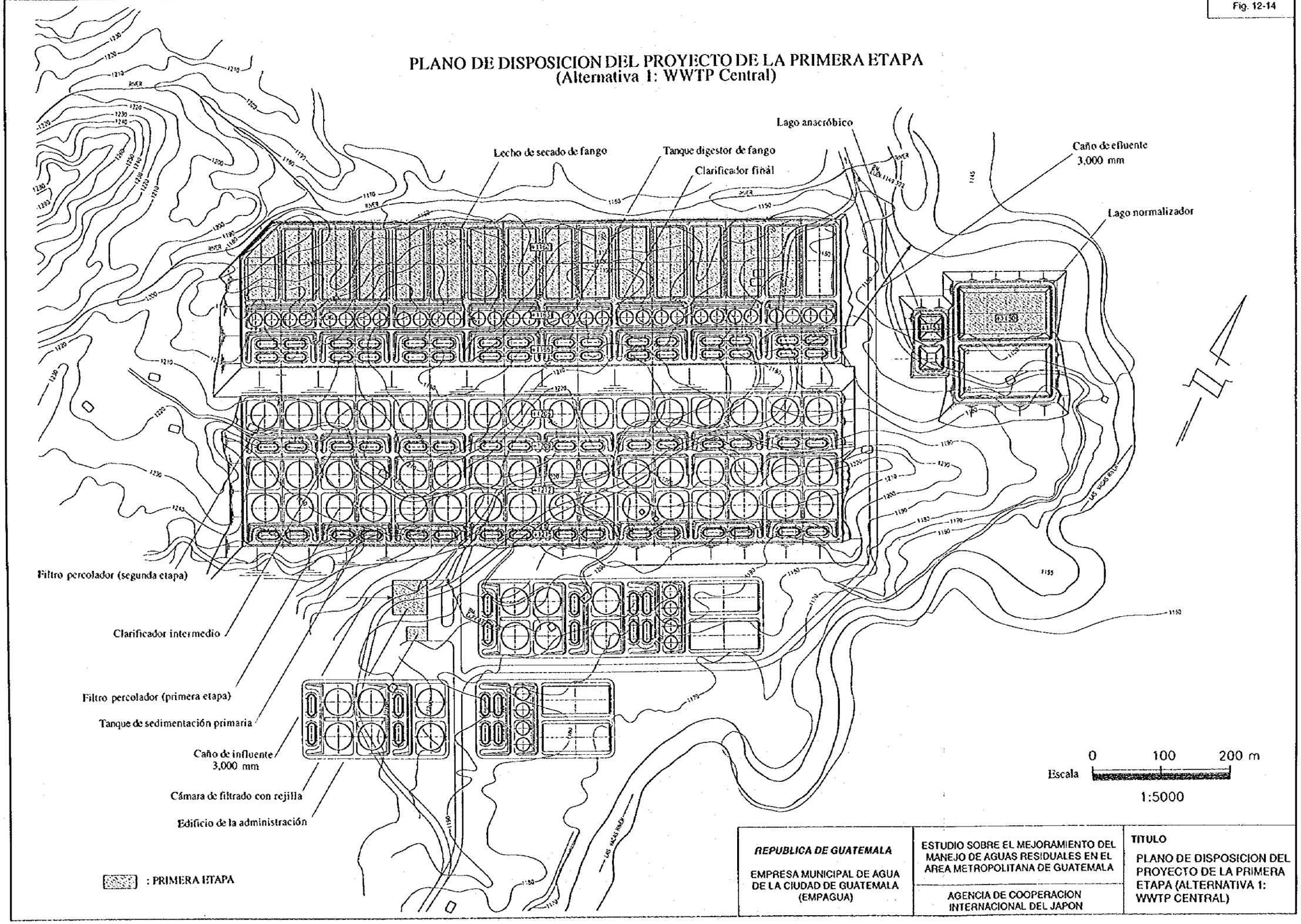
Tabla 12-16 Perfil de las Instalaciones de Tratamiento para la Región Central y Región Sur 3

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 primal	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

Fig. 12-14

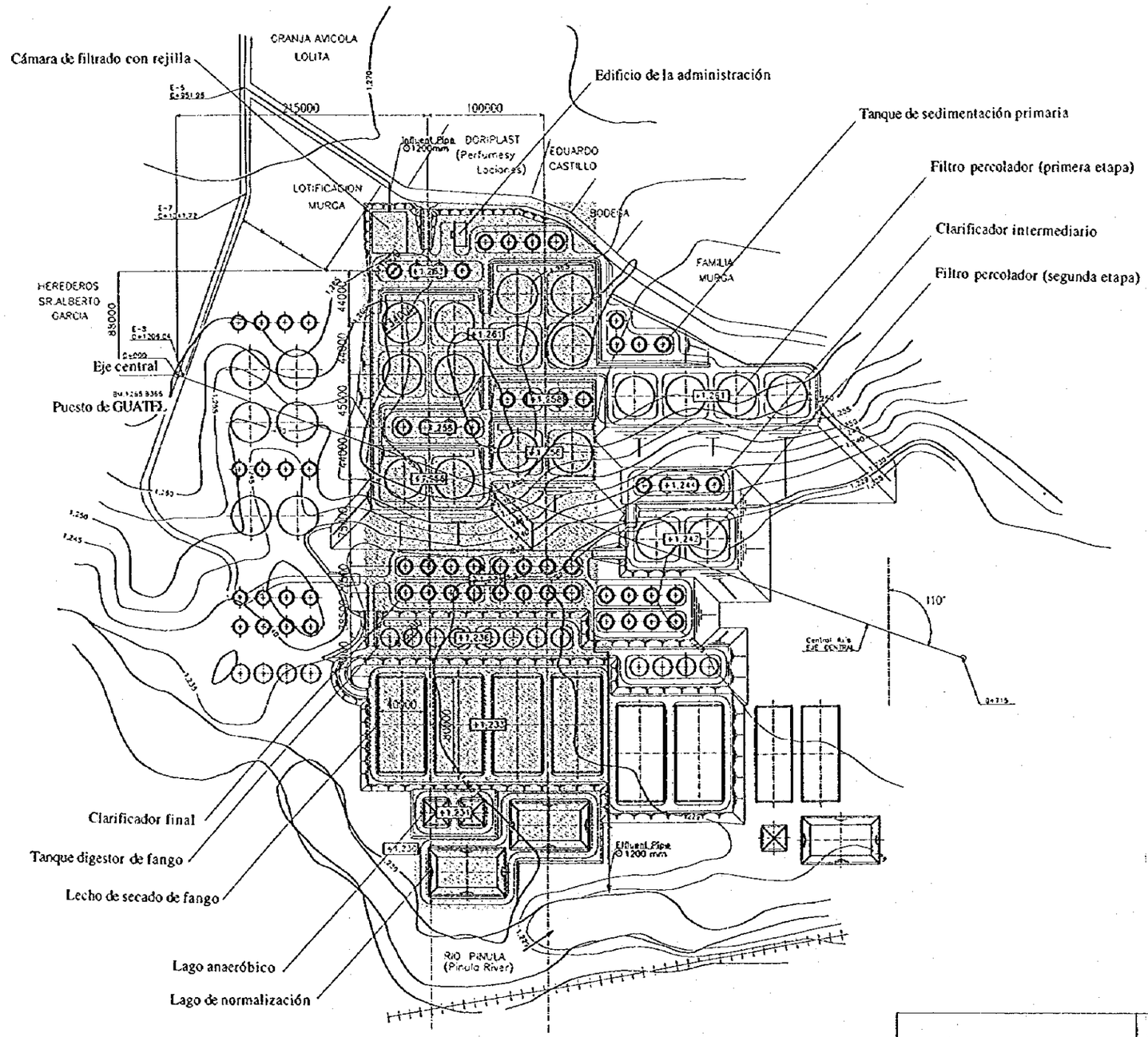
PLANO DE DISPOSICION DEL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA
(Alternativa 1: WWTP Central)



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 PLANO DE DISPOSICION DEL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA (ALTERNATIVA 1: WWTP CENTRAL)

Fig. 12-15

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	BM	S 89° 54' 00" W	13.90

EST.	P.O.	RUMBO	DIST.
E-8	Central Axis 0+300	N 21° 42' 00" W	5.94
Central Axis 0+000	Central Axis 0+715	S 21° 42' 00" E	715.00

Escala 0 100 200 m

1:4000

: PRIMERA ETAPA

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

12.3.3 Sistema de saneamiento

a) Caudal de diseño

Las bases para el caudal de diseño del sistema de saneamiento han sido descritas en la Sección 8.3.1 y la población a ser cubierta en la primera etapa ha sido discutida en la Sección 12.2.3. La Tabla 12-17 muestra el caudal de diseño para las plantas comunitarias del sistema de saneamiento.

Tabla 12-17 Caudales de Diseño de las Plantas Comunitarias (Sistema de Saneamiento)

Caudal	Caudal de Diseño de Aguas Residuales, m³/día			
	Región Central		Región Sur 3	
	Final	Primera Etapa	Final	Primera Etapa
Promedio Diario	18,090	5,600	480	480
Máximo Diario	19,730	6,140	530	530
Máximo Horario	54,260	16,790	1,440	1,440

Fuente: Grupo de Estudio

b) Sistema de recolección

Se propone un sistema de alcantarillado convencional por gravedad para la recolección y transporte de aguas residuales a la instalación de tratamiento de saneamiento comunitario. El criterio de diseño ya ha sido descrito en la Sección 8.3.3 y está resumido en el Informe N de Apoyo, Volumen IV.

La Tabla 12-18 indica la longitud de la alcantarilla necesaria en cada asentamiento a ser cubierto en la primera etapa en las regiones Central y Sur 3. Se efectuó un estudio sobre la longitud de la ruta de la alcantarilla principal para el saneamiento de cinco asentamientos (refiérase al Informe N de Apoyo, Volumen IV), y los planos están en Planos, Volumen VI. Basándose en esta información el plan de la red de alcantarillado y el perfil vertical de la alcantarilla principal para los asentamientos típicos fueron dibujados y están indicados en el Informe N de Apoyo, Volumen IV.

Tabla 12-18 Longitud de las Alcantarillas Requeridas para Cada Asentamiento

No. de Asent	Nombre del Asentamiento	Zona	Diámetro (mm)	Longitud (Km)
Región Central				
1	Final	14	200	3.7
2	El Pilar	14	200	11.1
3	El Cambary	14	200	1.7
4	Campo Seco	16	200	1.4
5	Finca El Carmen	6	200	1.5
6	Modrno San Antonio	6	200	1.5
7	Jocotales	6	200~250	3.8
8	Quintanal	6	200~300	5.5
9	Santa Faz	6	200	0.9
10	El Tuerto	1	200	0.9
11	Colinas I y II	1	200	1.6
12	Bethania Sec I	1	200	2.5
13	Bethania Sec II	7	200~250	3.0
14	Seis de Octubre	7	200	2.2
15	Joya I	7	200~250	3.8
16	Joya II	7	200~250	3.8
17	Joya III	7	200~250	3.8
18	La Joya IV	7	200	2.3
19	Colonia Argueta	2	200~250	5.9
20	Incienso	3	200~400	4.3
	Total			65.2
Región Sur 3				
1	Loma Blanca I	12	200	2.0
2	Loma Blanca II	12	200	2.0
3	Plaza de Toros	13	200	5.6
	Total			9.6

Nota: Bethania III y IV son consideradas como una sóla comunidad y están mencionadas como Bethania II.

Fuente: Grupo de Estudio

c) Sistema de tratamiento de saneamiento

Se propone que las aguas residuales recolectadas en el asentamiento sean tratadas en la planta comunitaria. El sistema de tratamiento de saneamiento consiste del sistema de tratamiento y disposición del efluente.

Los asentamientos a ser cubiertos por el sistema de saneamiento están ubicados en una pendiente pronunciada y están más cerca del valle. El área disponible para el sitio de tratamiento en estos asentamientos es limitada. La mayoría de los asentamientos tienen un río cerca.

Otra prueba de percolación en el suelo conducida en cinco lugares mostró que el suelo está predominantemente compuesto de arcilla/arcilla y limo. Y como el sistema de tanque séptico propuesto está cercano al valle, la posibilidad de un canal subterráneo con materiales porosos no puede ser descartada en Bethania II. (Por más detalles refiérase al Informe N de Apoyo, Volumen IV).

Basándose en las condiciones del sitio arriba mencionado, es aconsejable un sistema de tratamiento consistente de un tanque séptico con un filtro anaeróbico ascendente y que el efluente sea descargado en el río. Por medio del tratamiento del efluente del tanque séptico con un filtro anaeróbico ascendente y su descarga en el río, es posible evitar la posibilidad de contaminación del agua subterránea. Sin embargo en el asentamiento Final y El Pilar, dónde se usa el río Pinula como fuente de agua que proviene de una toma corriente abajo, se propone que el efluente del tanque séptico sea dispuesto por medio del sistema de absorción en la tierra.

Los detalles de diseño de la planta de tratamiento comunitario para varios asentamientos en la región Central y región Sur 3 están descritos en la Tabla 12-19. Un diseño detallado de los asentamientos típicos está mostrado en el Informe N de Apoyo, Volumen IV.

Se propone que las aguas residuales desenlodadas provenientes de estas plantas comunitarias sean tratadas en la instalación de tratamiento de fango de la planta de tratamiento de aguas residuales a ser construida en la región respectiva. La cantidad de las aguas residuales fue calculada en base al porcentaje de acumulación de barro de 0.04 m^3/cápita/año. La calidad de las aguas residuales de cada asentamiento en la región Central a ser desenlodadas, está descrita abajo en la Tabla 12-20.

Tabla 12-19 Detalles de la Planta de Tratamiento Comunitario

No. de Asent	Nombre del Asentamiento	Zona	Caudal Diario Máximo m^3/d	Tanque Séptico (LxAxP) m	Filtro de Corriente Vertical (LxAxP) m
Región Central					
1	Final	14	90	17.0x8.5x2.0	-
2	El Pilar	14	270	28.0x14.5x2.0	-
3	El Cambary	14	60	13.0x7.0x2.0	5.5x7.0x1.2
4	Campo Seco	16	220	25.5x13.0x2.0	10.5x13.0x1.2
5	Finca El Carmen	6	180	23.5x11.5x2.0	10.0x11.5x1.2
6	Modrno San Antonio	6	180	23.5x11.5x2.0	10.0x11.5x1.2
7	Jocotales	6	470	37.5x19.0x2.0	15.5x19.0x1.2
8	Quintanal	6	670	45.0x22.5x2.0	18.5x22.5x1.2
9	Santa Faz	6	110	18.5x9.0x2.0	7.5x9.0x1.2
10	El Tuerto	1	90	17.0x8.5x2.0	6.5x8.5x1.2
11	Colinas I y II	1	170	22.0x11.5x2.0	9.5x11.5x1.2
12	Bethania Sec I	1	260	28.0x14.0x2.0	11.5x14.0x1.2
13	Bethania Sec II	7	360	33.0x16.5x2.0	13.5x16.5x1.2
14	Seis de Octubre	7	270	28.0x14.5x2.0	11.5x14.5x1.2
15	Joya I	7	450	36.5x18.5x2.0	15.0x18.5x1.2
16	Joya II	7	450	36.5x18.5x2.0	15.0x18.5x1.2
17	Joya III	7	450	36.5x18.5x2.0	15.0x18.5x1.2
18	La Joya IV	7	270	28.0x14.5x2.0	11.5x14.5x1.2
19	Colonia Argueta	2	360	33.0x16.5x2.0	13.5x16.5x1.2
20	Incienso	3	760	47.5x24.0x2.0	20.0x24.0x1.2
Región Sur 3					
1	Loma Blanca I	12	170	22.0x11.5x2.0	9.5x11.5x1.2
2	Loma Blanca II	12	180	23.5x11.5x2.0	10.0x11.5x1.2
3	Plaza de Toros	13	180	23.5x11.5x2.0	10.0x11.5x1.2

Nota 1. Bethania III y IV son consideradas como una sóla comunidad y están mencionadas como Bethania II.

Nota 2. Las dimensiones del tanque séptico y del filtro ascendente son las dimensiones efectivas.

Nota 3. LxAxP = Longitud x Ancho x Profundidad.

Fuente : Grupo de Estudio

Tabla 12-20 Cantidad de Aguas Residuales a ser Desenlodadas en la Primera Etapa

No. de Asent	Nombre del Asentamientoa	Zona	Aguas Residuales ser Desenlodadas (m^3/año)
Región Central			
1	Final	14	20
2	El Pilar	14	60
3	El Cambary	14	12
4	Campo Seco	16	48
5	Finca El Carmen	6	40
6	Modrno San Antonio	6	40
7	Jocotales	6	104
8	Quintanal	6	148
9	Santa Faz	6	24
10	El Tuerto	1	20
11	Colinas I y II	1	36
12	Bethania Sec I	1	56
13	Bethania Sec II	7	80
14	Seis de Octubre	7	60
15	Joya I	7	100
16	Joya II	7	100
17	Joya III	7	100
18	La Joya IV	7	60
19	Colonia. Argueta	2	80
20	Incienso	3	168
	Total		1,356
Región Sur 3			
1	Loma Blanca I	12	36
2	Loma Blanca II	12	40
3	Plaza de Toros	13	40
	Total		116

Fuente: Grupo de Estudio

12.4 ESTIMATIVA DE COSTOS

12.4.1 Costo total de la inversión

Los componentes principales relacionados con la estimativa de costo y el método usado para la misma son tal como se describe en la Sección 9.3.

Sin embargo, el costo total de la inversión del sistema de alcantarillado y saneamiento fue actualizado en febrero de 1996. Además de tener en cuenta la diferencia de escala del proyecto, se asumió que el costo de ingeniería para las regiones Central y Sur 3 será del seis (6) y ocho (8) por ciento del costo de construcción, respectivamente.

El resumen del costo total de la inversión para la región Central y región Sur 3 está descrito abajo en la Tabla 12-21. el costo de construcción directo de cada sistema, alcantarillado y saneamiento está mostrado en la Tabla 12-22. Los detalles del costo de construcción directo y el costo de adquisición de terreno están desglosados en más detalle en la Tabla O2-4 a la Tabla O2-9 en el Informe O de Apoyo.

Tabla 12-21 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

Fuente : Grupo de Estudio

Tabla 12-22 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

Fuente : Grupo de Estudio

12.4.2 Costos de operación y mantenimiento

Los costos de operación y mantenimiento (O.M) del sistema de alcantarillado y saneamiento consisten del costo anual de O/M necesario para la planta de tratamiento de aguas residuales (WWTP), planta de tratamiento comunitaria y tubería del alcantarillado.

El costo O/M de lo anterior está compuesto de gastos de personal, gastos de disposición/ transporte del fango generado y costos de reparación. Y los de la tubería del alcantarillado están compuestos de gastos de personal y costos de reparación. Estos costos de O/M fueron estimados en febrero de 1996.

Las condiciones de la estimativa de costos de O/M, tales como el número de personal requerido, el costo de disposición/ transporte del fango generado, obras de reparación del sistema de alcantarillado y del sistema de saneamiento son los mismos que los descritos en la Sección 9.3.3 y 10.4.3, respectivamente.

El resumen de los costos de O/M para el sistema de alcantarillado y saneamiento está indicado abajo en las Tablas 12-23, 24. Los detalles de los costos de O/M fueron desglosados en más detalles en la Tabla O2-10 a O2-15, en el Informe O de Apoyo.

Los datos de costos básicos, que han sido usados para la estimativa de costos está mencionado abajo (ver Informe O de Apoyo).

(1) Costo unitario de construcción de las obras de tendido de la tubería del alcantarillado [Refiérase a la Tabla O3-1].
(2) Otros costos unitarios de construcción y de material. [Refiérase a la Tabla O3-2].
(3) Costos unitarios de adquisición de terreno [Refiérase a la Tabla O3-3].
(4) Costos unitarios para operación y mantenimiento. [Refiérase a la Tabla O3-4].

Estos datos fueron investigados por EMPAGUA y el Grupo de Estudio de JICA desde junio de 1995 a febrero de 1996.

Tabla 12-23 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 : Refiérase a la Tabla O2-11,12, Informe O de Apoyo, Volumen V.
Fuente : Grupo de Estudio

Tabla 12-24 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 : Refiérase a la Tabla O2-13, Informe O de Apoyo, Volumen V.
Fuente : Grupo de Estudio