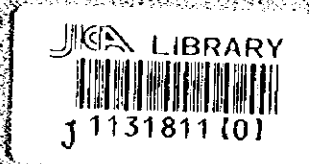


ESTUDIO SOBRE
EL
MEJORAMIENTO
DEL
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES
EN
EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA

INFORME FINAL

TOMO VIII
INFORME PRINCIPAL

AGOSTO DE 1996



NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL

SSS
JR
96-103

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)
REPUBLICA DE GUATEMALA

**ESTUDIO SOBRE
EL
MEJORAMIENTO
DEL
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES
EN
EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA**

INFORME FINAL

**TOMO VIII
INFORME PRINCIPAL**

AGOSTO DE 1996

**NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL**

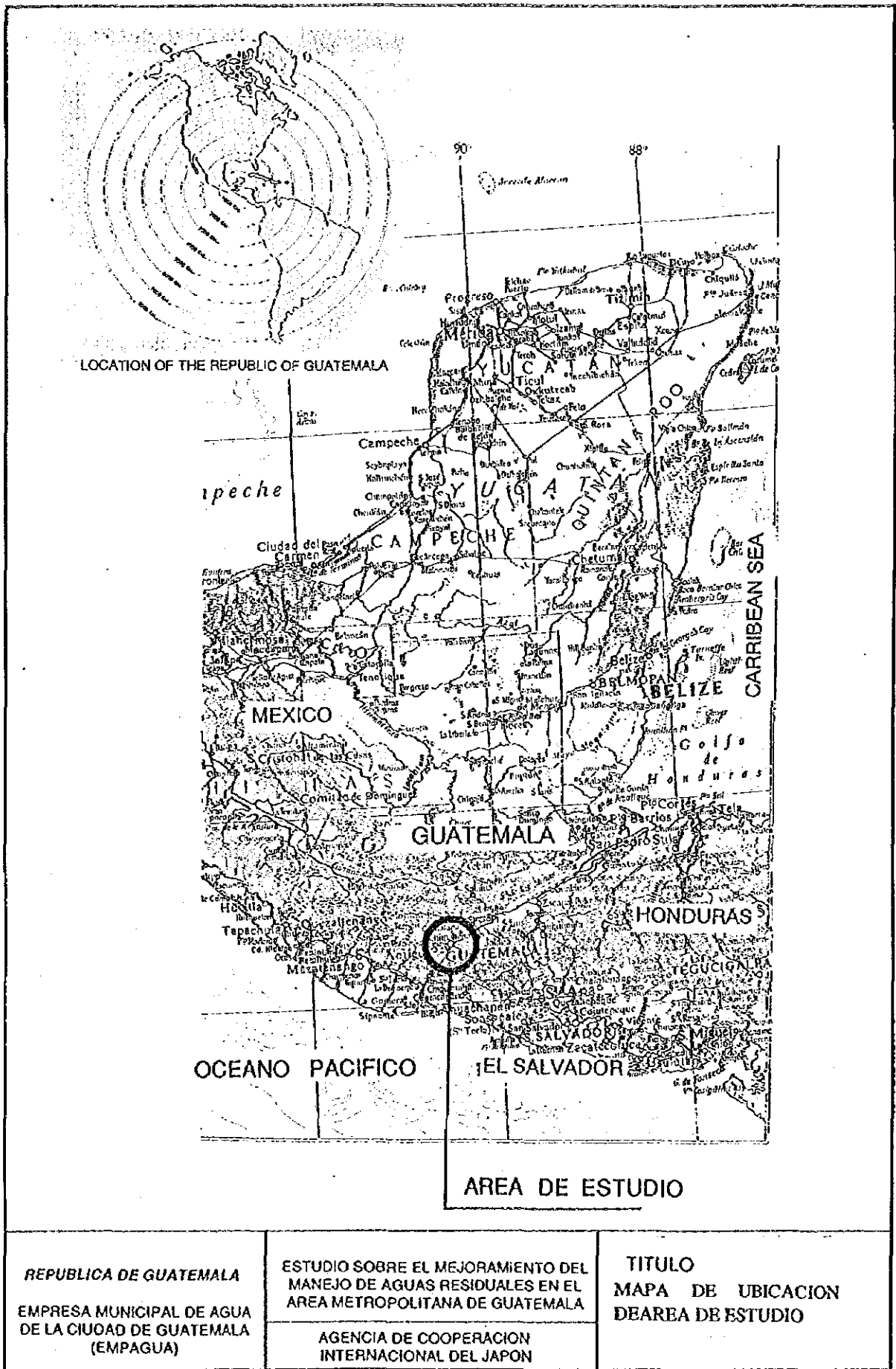


1131811 (0)

TIPO DE CAMBIO UTILIZADO EN ESTE ESTUDIO

1. Selección de Regiones Prioritarias (Plan Maestro)
1 US\$ = Q.5.71 = ¥ 100.75
(promedio del período de mayo '94 a abril de '95)

2. Segunda Etapa del Proyecto
1 US\$ = Q.5.88 = ¥ 99.12
(promedio del período de julio a diciembre de '95)



LISTA DE INFORMES

VOLUMEN I	RESUMEN EJECUTIVO
VOLUMEN II	INFORME PRINCIPAL
VOLUMEN III	INFORMES DE APOYO (I)
A.	Población
B.	Fuentes de Agua Potable y Efecto de las Descargas de Aguas Residuales
C.	Leyes, Reglamentaciones y Estándares Sobre Control de Contaminación del Agua
D.	Estudio de la Actitud Pública
E.	Estudios de Calidad del Agua
F.	Estudio y Cuestionario Sobre Efluentes Industriales
G.	Plantas Existentes de Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeña Escala
H.	Administración de EMPAGUA
J.	Selección de Procesos de Tratamiento
K.	Estimativa de la Carga Contaminante
VOLUMEN IV	INFORMES DE APOYO (II)
L.	Diseño de Alcantarillas
M.	Diseño de la planta de tratamiento
N.	Diseño de instalaciones de saneamiento
O.	Estimativa de Costo
P.	Evaluación Económica y Financiera
VOLUMEN V	INFORMES DE APOYO (III)
Q.	Levantamiento topográfico
R.	Estudio Geotécnico
S.	Evaluación del Impacto Sobre el Medio Ambiente
VOLUMEN VI	PLANOS
VOLUMEN VII	RESUMEN EJECUTIVO (ESPAÑOL)
VOLUMEN VIII	INFORME PRINCIPAL (ESPAÑOL)
VOLUMEN IX	LIBRO DE DATOS

CONTENIDOS

LISTA DE INFORMES

CONTENIDOS

ABREVIATURAS

1	INTRODUCCION.....	1-1
1.1	Antecedentes del Estudio.....	1-1
1.2	Objetivos del Estudio.....	1-1
1.3	Proposito y Estructura de este Informe.....	1-1
1.4	Area de Estudio.....	1-2
1.5	Organización para el Estudio.....	1-5
1.5.1	Comisión Coordinadora.....	1-5
1.5.2	EMPAGUA.....	1-5
1.5.3	Comisión Consultiva de JICA.....	1-8
1.5.4	Grupo de Estudio de JICA.....	1-8
2	CONDICIONES NATURALES.....	2-1
2.1	Topografía.....	2-1
2.2	Geología.....	2-6
2.3	Clima.....	2-6
2.3.1	Temperatura del aire y humedad.....	2-6
2.3.2	Precipitaciones.....	2-8
2.3.3	Viento.....	2-8
2.3.4	Evaporación.....	2-8
2.4	Rios y Lago Amatitlan.....	2-9
2.4.1	Ríos.....	2-9
2.4.2	Lago Amatitlán.....	2-9
3	CONDICIONES SOCIOECONOMICOS.....	3-1
3.1	Población.....	3-1
3.2	Condiciones Económicas.....	3-2
3.3	Uso de la Tierra.....	3-8
3.3.1	Uso actual de la tierra.....	3-8
3.3.2	Patrón del uso futuro de la tierra.....	3-12

4	CONDICIONES AMBIENTALES.....	4-1
4.1	Condiciones Ambientales del Agua	4-1
4.1.1	Calidad del agua	4-1
4.1.2	Generación de cargas de contaminantes.....	4-8
4.1.3	Fuentes de contaminantes que no son las aguas residuales domésticas.....	4-14
4.2	Estado de la Salud Pública	4-14
4.3	Leyes, Reglamentaciones y Estandares Sobre Control de Contaminación del Agua.....	4-17
4.3.1	Introducción.....	4-17
4.3.2	Código de salud (1979).....	4-17
4.3.3	Ley para la protección y mejoramiento del medio ambiente 17 (68 - 86)	4-17
4.3.4	Reglamentaciones sobre requisitos mínimos y valores mínimos permisibles de contaminación para las descargas de aguas residuales (60 - 89).....	4-17
4.3.5	Observaciones sobre el esquema de ejecución existente	4-22
5	SITUACION ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA.....	5-1
5.1	Instituciones.....	5-1
5.1.1	Leyes y reglamentaciones.....	5-1
5.1.2	Organizaciones relacionadas con el manejo de aguas residuales ..	5-3
5.1.3	Municipalidades en el área metropolitana.....	5-9
5.2	Situación Financiera.....	5-12
5.2.1	Gobierno central.....	5-12
5.2.2	Ciudad de Guatemala y municipalidades en el área de estudio.....	5-16
5.2.3	EMPAGUA	5-24
5.2.4	Limitaciones financieras	5-29
5.2.5	Resultados del estudio de la actitud del público.....	5-35
5.3	Sistema de Gerencia de EMPAGUA.....	5-39
5.3.1	Organización	5-39
5.3.2	Manejo de personal.....	5-45
5.3.3	Sistema de información	5-46
5.3.4	Presupuestación.....	5-46
5.3.5	Procedimientos comerciales	5-47
5.3.6	Participación de la comunidad.....	5-50

6	MANEJO EXISTENTE DE AGUAS RESIDUALES.....	6-1
6.1	Alcantarillado Existente.....	6-1
6.2	Funcionamiento de las Plantas Existentes para Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeño Porte	6-4
6.2.1	Introducción.....	6-4
6.2.2	Estudio de la calidad del agua para conocer el rendimiento de las plantas de tratamiento existentes.....	6-12
6.2.3	Resultados del Estudio de las Instalaciones	6-15
6.2.4	Conclusiones y recomendaciones.....	6-18
6.3	Condiciones de Saneamiento Existentes.....	6-22
6.3.1	Instalaciones sanitarias existentes.....	6-23
6.3.2	Desenlodamiento y tratamiento.....	6-27
7	BASES DEL ESQUEMA DE PLANIFICACION	7-1
7.1	Año Meta.....	7-1
7.2	Regiones/Distritos.....	7-1
7.3	Población Planificada y Generacion de Aguas Residuales	7-4
7.4	Calidad de las Aguas Residuales	7-8
7.5	Ventajas y Desventajas de la Derivación del Lago Amatitlan.....	7-8
7.6	Nivel de Tratamiento.....	7-10
7.6.1	Escenarios de estándares para efluentes.....	7-10
7.6.2	Sanción e implementación de estándares para efluentes.....	7-14
8	ESTUDIO SOBRE LAS INSTALACIONES PARA MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	8-1
8.1	Sistema Colector de Aguas Residuales	8-1
8.1.1	Sistema combinado y el sistema separado.....	8-1
8.1.2	Estrategia para el sistema de drenaje de aguas pluviales	8-4
8.1.3	Ubicación de las plantas para tratamiento de aguas residuales	8-4
8.1.4	Criterio para diseño del alcantarillado.....	8-7
8.2	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	8-12
8.2.1	Condiciones de diseño.....	8-12
8.2.2	Proceso de tratamiento y flujo.....	8-14
8.2.3	Criterio para diseño.....	8-16
8.3	Sistema de Saneamiento	8-19
8.3.1	Condiciones de diseño.....	8-19
8.3.2	Proceso de tratamiento y eliminación de fango.....	8-20
8.3.3	Criterio de diseño del proceso.....	8-23

9	SISTEMA DE ALCANTARILLADO PROPUESTO.....	9-1
9.1	Sistema de Recolección de Aguas Residuales.....	9-1
9.1.1	Colectores principales.....	9-1
9.1.2	Alcantarillados auxiliares, principales, ramales y laterales.....	9-3
9.2	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	9-4
9.2.1	Condiciones básicas para diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales (WWTP)	9-4
9.2.2	Resumen de las instalaciones propuestas	9-7
9.2.3	Disposición y reutilización.....	9-8
9.3	Estimativa de Costo	9-11
9.3.1	Bases de la estimativa de costo.....	9-11
9.3.2	Costo de inversión.....	9-12
9.3.3	Costo de operación y mantenimiento.....	9-13
9.4	Lineas Directrices para O/M.....	9-15
9.4.1	Alcantarillas	9-15
9.4.2	Plantas de tratamiento de aguas residuales.....	9-17
10	SISTEMA DE SANEAMIENTO PROPUESTO.....	10-1
10.1	Plan para Desarrollo del Saneamiento.....	10-1
10.2	Sistema de Recoleccion de Aguas Residuales.....	10-2
10.3	Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales y Manejo de Fango	10-3
10.3.1	Sistema de tratamiento	10-3
10.3.2	Manejo de fango del sistema de saneamiento.....	10-6
10.4	Estimativa de Costo	10-6
10.4.1	Bases de la estimativa de costo.....	10-6
10.4.2	Costo de la inversión.....	10-7
10.4.3	Costos de operación y mantenimiento.....	10-8
10.5	Plan de Operacion y Mantenimiento.....	10-9
11	SELECCION DE LAS REGIONES PRIORITARIAS.....	11-1
11.1	Introducción.....	11-1
11.1.1	Objetivos.....	11-1
11.1.2	Procedimiento para seleccionar la región prioritaria	11-1
11.2	Análisis Preliminar para Selección de Alternativas	11-4
11.2.1	Resumen del proyecto de alcantarillado/saneamiento para cada región.....	11-4
11.2.2	Parámetros para el análisis preliminar.....	11-4
11.2.3	Resultados del análisis preliminar	11-6
11.2.4	Selección de alternativas para la región prioritaria	11-11

11.3	Regiones Prioritarias	11-12
11.3.1	Criterio para establecer prioridades.....	11-12
11.3.2	Resultados de la evaluación.....	11-13
11.3.3	Regiones prioritarias recomendadas	11-13
11.4	Plan de Desarrollo de las Regiones Prioritarias	11-15
11.4.1	Programación de implementación	11-15
11.4.2	Implementación por etapas.....	11-15
11.4.3	Programa de inversión.....	11-20
11.5	Evaluación de los Proyectos en las Regiones Prioritarias.....	11-21
11.5.1	Evaluación técnica.....	11-21
11.5.2	Evaluación financiera	11-23
11.5.3	Evaluación económica	11-33
11.6	Reforma de la Organización	11-43
11.6.1	Disposición de la organización	11-43
11.6.2	Funciones necesarias	11-44
11.6.3	Planificación de personal.....	11-52
12	ESTUDIO ALTERNATIVO SOBRE EL PROYECTO DE LA	
	PRIMERA ETAPA.....	12-1
12.1	Introducción.....	12-1
12.2	Bases de las Alternativas.....	12-1
12.2.1	Implementación por etapas.....	12-1
12.2.2	Area a ser servida	12-4
12.2.3	Población a ser servida.....	12-9
12.2.4	Generación de aguas residuales	12-12
12.2.5	Calidad de las aguas residuales.....	12-12
12.2.6	Nivel de tratamiento.....	12-12
12.2.7	Bases de las alternativas.....	12-15
12.3	Diseño Preliminar.....	12-18
12.3.1	Sistema de recolección de aguas residuales	12-18
12.3.2	Planta de tratamiento de aguas residuales	12-27
12.3.3	Sistema de saneamiento	12-39
12.4	Estimativa de Costos	12-44
12.4.1	Costo total de la inversión.....	12-44
12.4.2	Costos de operación y mantenimiento.....	12-45
12.5	Evaluación de Alternativas.....	12-47
12.5.1	Resumen de alternativas.....	12-47
12.5.2	Evaluación financiera.....	12-48

12.5.3	Evaluación económica.....	12-63
12.5.4	Otros factores.....	12-71
12.6	Alternativa Seleccionada	12-73
13	PROGRAMA DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA.....	13-1
13.1	Plan Financiero.....	13-1
13.2	Programa de Construcción.....	13-12
13.2.1	Perfil de las instalaciones a ser construidas	13-12
13.2.2	Métodos de construcción.....	13-12
13.2.3	Planificación de las obras de construcción	13-13
13.3	Plan de Organización	13-15
14	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	14-1
14.1	Introducción	14-1
14.1.1	Marco legal.....	14-1
14.1.2	Organización implementadora del proyecto	14-2
14.1.3	Consultor local	14-2
14.2	Resumen del Proyecto.....	14-2
14.3	Evaluación del Impacto Ambiental Significativo.....	14-9
14.3.1	Evaluación de los impactos ambientales significativos y medidas para reducirlos	14-9
14.3.2	Proyecto Propuesto versus la no implementación del mismo.....	14-19
14.4	Manejo de las Medidas de Mitigación	14-20
14.5	Plan de Monitoreo	14-21
14.6	Planes de Contingencia.....	14-21
15	CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.....	15-1
15.1	Conclusión.....	15-1
15.2	Recomendaciones.....	15-1

LISTA DE FIGURA

Fig. 1-1	Estructura del Informe Principal	1-3
Fig. 1-2	Area de Estudio	1-4
Fig. 1-3	Organización para el Estudio	1-7
Fig. 2-1	Ubicación de las Fallas Principales en las Proximidades del Area de Estudio	2-2
Fig. 2-2	Sección Norte/Sur a Través del Area de Estudio.....	2-3
Fig. 2-3	Sección Este/Oeste a Través del Area de Estudio	2-4
Fig. 2-4	Líneas Principales de Nivel en el Area de Estudio	2-5
Fig. 2-5	Variación Mensual Promedio de Temperatura, Humedad y Precipitación en la Ciudad de Guatemala.....	2-7
Fig. 2-6	Cuencas y Ríos Principales del Area de Estudio	2-11
Fig. 3-1	Organización para el Estudio	3-11
Fig. 3-2	Uso de la Tierra de el Area del Estudio.....	3-13
Fig. 4-1	Mapa de Ubicación de los Puntos de Muestreo de Calidad del Agua....	4-2
Fig. 4-2	Casos de Colera en el Area Metropolitana de Guatemala en 1993 (Casos Confirmados y No Confirmados).....	4-16
Fig. 5-1	Relación de las Organizaciones Relacionadas al Manejo de Aguas Residuales	5-5
Fig. 5-2	Tabla de Organización de Empagua.....	5-40
Fig. 5-3	Personal Dividido por Categoría de Trabajo.....	5-43
Fig. 5-4	División Comparada de la Fuerza de Trabajo por Edad	5-44
Fig. 5-5	Ruta de Facturación y Cobro	5-49
Fig. 6-1	Gran Colectores Existentes	6-3
Fig. 6-2	Flujograma del Estudio de las Instalaciones Existentes para Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeño Porte.....	6-5
Fig. 6-3	Ubicación de las Plantas Existentes para Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeño Porte.....	6-8
Fig. 6-4	Diagrama Esquemático de Tanque Séptico con Pozo de Absorción en la Tierra.....	6-14

Fig. 6-5	Diseño Típico de Tanque Séptico con Pozo de Absorción Usado en el Area de Estudio.....	6-24
Fig. 6-6	Ubicación de los Tanques Sépticos Comunitarios Existentes en la Ciudad de Guatemala y Mixco.....	6-25
Fig. 7-1	Disposición de las Regiones de Alcantarillado/Saneamiento.....	7-2
Fig. 7-2	Población a Ser Servida por Alcantarillado/Saneamiento en Cada Región.....	7-5
Fig. 7-3	Escenarios de Estandares para Efluentes - Caso I.....	7-12
Fig. 7-4	Escenarios de Estandares para Efluentes - Caso II.....	7-13
Fig. 7-5	Escenarios de Estandares para Efluentes - Caso III.....	7-15
Fig. 8-1	Ubicación de los Sitios Seleccionados para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.....	8-6
Fig. 8-2	Esquema Explicativo del Perfil de la Alcantarilla.....	8-10
Fig. 8-3	Flujograma Esquemático del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	8-17
Fig. 9-1	Disposición Final del Sistema de Alcantarillado en el Area de Estudio ..	9-2
Fig. 9-2	Diagrama de Flujo Esquemático para el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales.....	9-6
Fig. 10-1	Disposición Típica de una Planta de Seneamiento Comunitario	10-5
Fig. 11-1	Flujograma de Selección del Proyecto Prioritario	11-3
Fig. 11-2	Porcentaje Estimado de Extracción de Cargas DBO Después de la Implementación Completa (1/2)	11-9
Fig. 11-3	Porcentaje Estimado de Extracción de Cargas DBO Después de la Implementación Completa (2/2)	11-10
Fig. 11-4	Programa de Construcción para el Sistema de Alcantarillado/ Saneamiento.....	11-16
Fig. 11-5	Etapas para Aumento de la Capacidad de Tratamiento en las Regiones Central y Sur 3.....	11-17
Fig. 11-6	Estructura del Beneficio Económico	11-35
Fig. 11-7	Organización Propuesta para el Manejo de Aguas Residuales	11-45
Fig. 11-8	Cambio en la Distribución de la Categoría de Trabajo	11-55
Fig. 12-1	Programa de Implementación por Etapas.....	12-2

Fig. 12-2	Etapas para Aumentar la Capacidad de Tratamiento en las Regiones Central y Sur 3	12-3
Fig. 12-3 (a)	Sistema de Alcantarillado para la Región Central	12-5
Fig. 12-3 (b)	Sistema de Alcantarillado para la Región Sur 3	12-6
Fig. 12-4 (a)	Ubicación de las Areas de Saneamiento en la Región Central	12-10
Fig. 12-4 (b)	Ubicación de las Areas de Saneamiento en la Región Sur 3	12-11
Fig. 12-5 (a)	Calidad Existente de la Calidad de los Cuerpos de Agua Receptores (Región Central 1995 - 1996)	12-13
Fig. 12-5 (b)	Calidad Existente de la Calidad de los Cuerpos de Agua Receptores (Región Sur 3 1995 - 1996)	12-14
Fig. 12-6	Alternativas para E/V - Región Central y Región Sur 3	12-17
Fig. 12-7	Ruta del Colector Principal las Vacas	12-19
Fig. 12-8	Perfil de la Longitud del Colector Principal las Vacas	12-20
Fig. 12-9	Perfil de la Longitud del Colector Principal las Vacas (Sección de Santa Faz - Río Tzalja)	12-21
Fig. 12-10	Ruta del Colector Principal Pinula (Región Sur 3)	12-23
Fig. 12-11	Perfil de la Longitud del Colector Principal Pinula	12-24
Fig. 12-12	Diagrama de Flujo Esquemático para el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Región Central	12-31
Fig. 12-13	Diagrama de Flujo Esquemático para el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de la Región Sur 3	12-32
Fig. 12-14	Plano de Disposición del Proyecto de la Primera Etapa (Alternativa 1: WWTP Central)	12-35
Fig. 12-15	Plan de Disposición para el Proyecto de la Primera Etapa (Alternativa 2: WWTP Sur 3)	12-37
Fig. 13-1	Balance Financiero de la Derivación del Plan 1	13-7
Fig. 13-2	Distribución de Persona-Año en la División de Manejo de Aguas Residuales, Año 2002	13-17
Fig. 14-1	Pasos para la Evaluación Ambiental del Estudio de Manejo de Aguas Residuales	14-3
Fig. 14-2	Mapa de Ubicación del Colector y de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	14-5
Fig. 14-3	Plan de Disposición para el Proyecto de la Primera Etapa (Alternativa 2: WWTP Sur 3)	14-7
Fig. 14-4	Cambios Principales en el Ambiente Producidos por el Proyecto Propuesto	14-11

LISTA DE TABLAS

Tabla 2-1	Temperatura Mensual Promedio y Humedad Relativa en la Ciudad de Guatemala.....	2-6
Tabla 2-2	Precipitación Mensual Promedio en la Ciudad de Guatemala.....	2-8
Tabla 3-1	Población y Proporción de Crecimiento Anual Basadas en los Datos del Denso.....	3-1
Tabla 3-2	Producto Bruto Nacional por Sector Económico: 1988 - 1994.....	3-3
Tabla 3-3	Productos Principales para Exportación e Importación.....	3-4
Tabla 3-4	Gasto Bruto Doméstico: 1988 - 1994	3-5
Tabla 3-5	Balanza de Pagos: 1989 - 1994	3-6
Tabla 3-6	Ayuda Extranjera para Desarrollo y Deuda Externa: 1988 - 1994.....	3-7
Tabla 3-7	Inflación: 1988 - 1995.....	3-8
Tabla 3-8	Fuerza de Trabajo y Desempleo: 1988 - 1995.....	3-8
Tabla 3-9	Composición del Uso de la Tierra	3-9
Tabla 3-10	Composición de la Clasificación del Area Urbana	3-9
Tabla 3-11	Ubicación de Nuevas Areas Residenciales.....	3-14
Tabla 3-12	Ubicación de Nuevas Areas Industriales.....	3-14
Tabla 3-13	Ubicación de los Nuevos Núcleos Comerciales e Institucionales.....	3-15
Tabla 3-14	Resumen del Plan de Uso de la Tierra para el 2010	3-16
Tabla 3-15	Distribución del Uso de la Tierra por Municipalidad en el 2015	3-16
Tabla 4-1	Calidad del Agua del Gran Colector Norte y del Rio Villalobos	4-3
Tabla 4-2	Calidad del Agua de los Ríos (1/2)	4-5
Tabla 4-2	Calidad del Agua de los Ríos (2/2)	4-6
Tabla 4-3	Cálculo de la Calidad del Agua y Caudal del Gran Colector Norte	4-7
Tabla 4-4	Calidad del Agua de las Fuentes de Aguas Residuales Domésticas.....	4-10
Tabla 4-5	Generación Unitaria de Carga per Cápita Para Fuentes Domésticas	4-11
Tabla 4-6	Carga Estimada de Contaminantes del río Las Vacas Cerca de la Salida del Gran Colector y del Villalobos y sus Tributarios.....	4-13
Tabla 4-7	Incidencia de las Enfermedades Relacionadas con el Agua en Guatemala.....	4-15
Tabla 4-8	Leyes, Reglamentaciones y Estándares Sobre Control de Contaminación del Agua e Instituciones que las Implementan	4-18
Tabla 4-9	Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descargas de Aguas Residuales Municipales.....	4-19

Tabla 4-10	Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descargas de Aguas Residuales para Instalación de Procesamiento de Café.....	4-19
Tabla 4-11	Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descargas de Aguas Residuales para la Industria Azucarera.....	4-19
Tabla 4-12	Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descarga de Aguas Residuales de Curtidurías.....	4-19
Tabla 4-13	Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descarga de Aguas Residuales de Industrias Alimenticias.....	4-20
Tabla 4-14	Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descarga de Industrias Metalúrgicas y Otras Procesadoras de Metal.....	4-21
Tabla 5-1	Servicios de Suministro de Agua y Alcantarillado de Otras Municipalidades	5-10
Tabla 5-2	Ingresos y Gastos del Gobierno Central: 1990-1995	5-14
Tabla 5-3	Inversiones Públicas Para Saneamiento Ambiental y Salud Pública: 1988 - 1993	5-15
Tabla 5-4	Programa de Inversión en el Sector de Agua Potable y Saneamiento Ambiental: 1993 - 1996.....	5-15
Tabla 5-5	Ingresos y Gastos del Gobierno Municipal de Guatemala: 1990 - 1993	5-18
Tabla 5-6	Inversión por el Gobierno Municipal de Guatemala.....	5-17
Tabla 5-7	Hoja de Balance del Gobierno Municipal de Guatemala: 1990-1993	5-20
Tabla 5-8	Indices Financieras de la Municipalidad de Guatemala	5-19
Tabla 5-9	Ingresos y Gastos de la Municipalidad de Santa Catarina de Pinula	5-22
Tabla 5-10	Ingresos y Gastos de la Municipalidad de Villa Canales.....	5-22
Tabla 5-11	Ingresos y gastos de la Municipalidad de Mixco	5-23
Tabla 5-12	Presupuesto de la Municipalidad de Chinautla.....	5-23
Tabla 5-13	Ingresos y Gastos de EMPAGUA: 1991-1994.....	5-26
Tabla 5-14	Hoja de Balance de EMPAGUA: 1991-1994	5-28
Tabla 5-15	Indices Financieras de EMPAGUA	5-27
Tabla 5-16	Proyectos de expansión de conductos de alcantarillado.....	5-29
Tabla 5-17	Fuentes de Préstamos Extranjeros y sus Términos en Julio de 1995	5-30
Tabla 5-18	Préstamos Aplicados a los Proyectos de EMPAGUA	5-31
Tabla 5-19	Inversión en el Sector de Alcantarillados	5-32
Tabla 5-20	Resultados Seleccionados del Estudio de la Actitud Pública (1/2).....	5-36
Tabla 5-20	Resultados Seleccionados del Estudio de la Actitud Pública (2/2).....	5-37
Tabla 5-21	Distribución de los Empleados de EMPAGUA.....	5-42
Tabla 5-22	Estructura Tarifaria Actual.....	5-48

Tabla 6-1	Resultados del Estudio Preliminar Sobre Plantas Existentes de Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeño Porte.....	6-9
Tabla 6-2	Resultados del Estudio de la Calidad del Agua de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeño Porte Existente (Villalobos I).....	6-13
Tabla 6-3	Concentraciones Diurnas Promedio y Porcentajes de Extracción.....	6-15
Tabla 6-4	Resultados Finales Sobre el Estudio de Plantas Existentes Para Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeño Porte.....	6-20
Tabla 6-5	Población que tiene acceso al agua.....	6-22
Tabla 6-6	Detalles de Los Tanques Sépticos Comunitarios en la Ciudad de Guatemala y Mixco.....	6-26
Tabla 7-1	Area Planeada por Municipalidades y Regiones.....	7-1
Tabla 7-2	Area Planeada por Municipalidades y Regiones.....	7-3
Tabla 7-3	Población a ser Servida por el Alcantarillado/Saneamiento M/P por Regiones.....	7-4
Tabla 7-4	Población Planeada por Municipalidades Dentro del Area de Estudio para 2015.....	7-4
Tabla 7-5	Generación de Aguas Residuales Unitaria en el Año 2015.....	7-6
Tabla 7-6	Volumen de Aguas Residuales Calculado Para el Sistema de Alcantarillado en el Año 2015.....	7-7
Tabla 7-7	Escenario de Estándares Para Efluentes.....	7-14
Tabla 7-8	Ejemplo de Estándares Para Efluentes (DBO).....	7-14
Tabla 8-1	Estrategia del Manejo de Aguas Pluviales en Cada Región.....	8-4
Tabla 8-2	Criterios Para la Selección del Sitio de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.....	8-7
Tabla 8-3	Factor de Seguridad para Caudal de Diseño.....	8-9
Tabla 8-4	Espaciamento Máximo de los Registro Shombre.....	8-11
Tabla 8-5	Caudal Planeado de las Aguas Residuales.....	8-12
Tabla 8-6	Caudales de Diseño de las Plantas Para Tratamiento de Aguas Residuales.....	8-12
Tabla 8-7	Porcentajes de Extracción por Medio del Proceso de Filtro Percolador de Gran Volumen.....	8-13
Tabla 8-8	Calidad del Agua Tratada.....	8-13
Tabla 8-9	Volumen de Deshechos a ser Recolectados en Cada Región y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Donde serán Tratados.....	8-14
Tabla 8-10	Criterio para Diseño de las Unidades Procesadoras.....	8-16

Tabla 8-11	Criterio Para Diseño de la Instalación de Tratamiento por Filtro Percolador	8-19
Tabla 9-1	Resumen de las Alcantarillas Colectoras Propuestas para Cada Distrito de Tratamiento de Aguas Residuales.....	9-1
Tabla 9-2	Tamaño y Longitud de los Colectores para los Distritos de Tratamiento de Aguas Residuales.....	9-3
Tabla 9-3	Caudales de Diseño Para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	9-4
Tabla 9-4	Calidad del Agua Tratada	9-5
Tabla 9-5	Caudales de Aguas Residuales Para Diseño	9-5
Tabla 9-6	Perfil de las Instalaciones de Tratamiento.....	9-9
Tabla 9-7	Consideración Sobre la Reutilización de las Aguas Residuales y Fango Tratados.....	9-10
Tabla 9-8	Area de Terreno Requerida Para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	9-12
Tabla 9-9	Resumen del Costo Total de la Inversión	9-13
Tabla 9-10	Resumen de Costos de O/M Para el Sistema de Alcantarillado.....	9-14
Tabla 9-11	Alcance de la O/M del Sistema de Alcantarillado.....	9-16
Tabla 9-12	Descripción de los Ítemes Principales de O/M.....	9-17
Tabla 9-13	Parámetros Para Monitoreo de la Operación de la Planta.....	9-17
Tabla 10-1	Población a Ser Servida por un Sistema de Saneamiento en el Año 2015	10-2
Tabla 10-2	Longitud de las Alcantarillas Necesarias Para Saneamiento	10-3
Tabla 10-3	Número de Tanques Sépticos Necesarios.....	10-4
Tabla 10-4	Cantidad de Residuos a ser Desemlodados en el Año 2015	10-6
Tabla 10-5	Area de Terreno Necesaria para la Planta Comunitaria del Sistema de Saneamiento	10-7
Tabla 10-6	Resumen del Costo Total de Inversión del Sistema de Saneamiento	10-7
Tabla 10-7	Resumen del Costo O/M para el Sistema de Saneamiento	10-9
Tabla 11-1	Resumen de los Datos Principales para el Proyecto en Cada Región....	11-5
Tabla 11-2	Análisis Preliminar de las Regiones	11-8
Tabla 11-3	Resumen del Análisis Preliminar de las Regiones	11-12
Tabla 11-4	Alternativa Seleccionada de Combinación de Regiones.....	11-12
Tabla 11-5	Evaluación de Prioridad de las Regiones.....	11-14
Tabla 11-6	Programa de Construcción Propuesto para la Primera Etapa	11-18

Tabla 11-7	Programa de Construcción Propuesto para la Segunda Etapa.....	11-19
Tabla 11-8	Programa de Construcción Propuesto para la Tercera Etapa.....	11-19
Tabla 11-9	Costos de Construcción por Etapa	11-20
Tabla 11-10	Costos Anuales de O/M por Región.....	11-21
Tabla 11-11	Información Básica Sobre Ingresos del Servicio de Alcantarillado con la Tarifa Actual.....	11-24
Tabla 11-12	Gastos Financieros y Corriente de Ingresos del Proyecto Propuesto con la Tarifa Alternativa I.....	11-27
Tabla 11-13	Gastos Financieros y Corriente de Ingresos del Proyecto Propuesto con la Tarifa Alternativa II.....	11-28
Tabla 11-14	Gastos Financieros y Corriente de Ingresos del Proyecto Propuesto con la Tarifa Alternativa II, con Subsidio del 37% del Costo de Construcción.....	11-29
Tabla 11-15	Corriente Financiera de Ingresos y Gastos del Proyecto Propuesto con la Tarifa Alternativa II con Subsidio del 40% del Costo de Construcción y Préstamo a Largo Plazo del 60% del Costo de Construcción.....	11-31
Tabla 11-16	Nivel de Tarifas del Servicio de Alcantarillado Como Porcentaje del Ingreso Familiar	11-32
Tabla 11-17	Costos Financieros y Costos Económicos	11-34
Tabla 11-18	Número de Muertes Evitable por Medio de la Implementación del Sistema de Alcantarillado y Saneamiento de 1999 al 2015	11-37
Tabla 11-19	Explotación de las Fuentes de Agua en las Regiones Central y Sur 3....	11-39
Tabla 11-20	Pérdidas Económicas de la Producción Agrícola en los Sitios de las Plantas	11-40
Tabla 11-21	Corriente de Costos Económicos y Beneficios del Proyecto Propuesto.....	11-42
Tabla 11-22	Funciones de la División de Manejo de Aguas Residuales	11-46
Tabla 11-23	Planificación de Personal para la Organización de Manejo de Aguas Residuales.....	11-54
Tabla 11-24	Clasificación de Trabajo de la División de Manejo de Aguas Residuales.....	11-56
Tabla 12-1	Capacidad de Tratamiento del Sistema de Alcantarillado y de los Sistemas de Saneamiento Planeados para la Región Central y Sur 3....	12-1
Tabla 12-2	Area a Ser Servida por el Alcantarillado en la Primera Etapa en las Regiones Central y Sur 3.....	12-4
Tabla 12-3	Asentamientos a ser Provistos de Sistema de Saneamiento en la Primera Etapa	12-8

Tabla 12-4	Area a ser Servida por Saneamiento en la Primera Etapa, Regiones Central y Sur 3	12-9
Tabla 12-5	Población a ser Servida por Alcantarillado en la Primera Etapa, Regiones Central y Sur 3 Area a ser servida.....	12-9
Tabla 12-6	Población a ser Servida por Saneamiento en la Primera Etapa, Regiones Central y Sur 3	12-9
Tabla 12-7	Afluente Estimado de Aguas Residuales para las Plantas de Tratamiento de Aguas residuales en las Regiones Central y Sur 3.....	12-12
Tabla 12-8	Cuerpos de Agua Receptores de las WWTP para la Región Central y Sur 3, y su Condición Actual	12-15
Tabla 12-9	Bases de las Alternativas para el Estudio de Viabilidad	12-16
Tabla 12-10	Resumen de los Colectores Principales para la Región Central	12-26
Tabla 12-11	Resumen de los Colectores Principales para la Región Sur 3	12-27
Tabla 12-12	Caudales de Diseño para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	12-28
Tabla 12-13	Factores que Afectan el Flujo del Proceso de Tratamiento para la Primera Etapa.....	12-28
Tabla 12-14	Calidad del Agua Tratada en la Primera Etapa.....	12-30
Tabla 12-15	Cantidad de Residuos Provenientes de las Instalaciones de Saneamiento de la Región Central y Sur 3.....	12-30
Tabla 12-16	Perfil de las Instalaciones de Tratamiento para la Región Central y Región Sur 3	12-34
Tabla 12-17	Caudales de Diseño de las Plantas Comunitarias (Sistema de Saneamiento).....	12-39
Tabla 12-18	Longitud de las Alcantarillas Requeridas para Cada Asentamiento	12-40
Tabla 12-19	Detalles de la Planta de Tratamiento Comunitario.....	12-42
Tabla 12-20	Cantidad de Aguas Residuales a ser Desemlodadas en la Primera Etapa.....	12-43
Tabla 12-21	Resumen del Costo Total de la Inversión.....	12-44
Tabla 12-22	Resumen del Costo de Construcción Directo.....	12-44
Tabla 12-23	Resumen del Costo de O/M Anual Necesario para el Sistema de Alcantarillado.....	12-46
Tabla 12-24	Resumen del Costo O/M Anual Necesario para el Sistema de Saneamiento	12-46
Tabla 12-25	Resumen de Alternativas para el Estudio de Factibilidad (Proyecto de la Primera Etapa).....	12-47
Tabla 12-26	Información Básica Sobre Ingresos del Servicio de Alcantarillado de los Planes Alternativos con la Tarifa Actual	12-48

Tabla 12-27	Porcentajes de Financiamiento Interno de Retorno de Capital Bruto.....	12-50
Tabla 12-28	Gastos Financieros y Corriente de Ingresos: Región Central en Caso de la Tarifa II.....	12-51
Table 12-29	Gastos Financieros y Corriente de Ingresos: Región Sur 3 en Caso de la Tarifa II.....	12-52
Tabla 12-30	FIRRs para Capital Neto: Región Central.....	12-54
Tabla 12-31	FIRR para el Capital Neto: Región Sur 3.....	12-56
Table 12-32	Corriente Financiera de Ingresos y Gastos: Región Central Combinacion 1-IIId.....	12-58
Table 12-33	Corriente Financiera de Ingresos y Gastos: Región Central Combinacion 2-IIId.....	12-59
Tabla 12-34	Corriente Financiera de Ingresos y Gastos: Región Sur 3 Combinacion 4-IIId.....	12-61
Tabla 12-35	Corriente financiera de ingresos y gastos: Región Sur 3 Combinacion 4-IIId.....	12-62
Tabla 12-36	Número de Pérdidas Médicas Evitables con la Implementación del Sistema de Alcantarillado y Saneamiento Desde 1999 al 2015.....	12-64
Tabla 12-37	Costos Financieros y Económicos: Región Central.....	12-66
Tabla 12-38	Costo Económico y Corriente de Beneficios: Región Central.....	12-67
Tabla 12-39	Costos Financieros y Económicos: Región Sur 3.....	12-68
Tabla 12-40	Costo económico y corriente de beneficios: Región Sur 3.....	12-70
Tabla 12-41	Resultados del Examen de Sensibilidad de EIRR para el Proyecto de la Región Sur 3.....	12-71
Tabla 12-42	Resultados de la Evaluación de las Alternativas para el Proyecto de la Primera Etapa.....	12-74
Tabla 13-1	Corriente Financiera de Ingresos y Gastos: Región Sur 3.....	13-3
Tabla 13-2	Corriente Financiera de Ingresos y Gastos: Región Sur 3.....	13-4
Tabla 13-3	Condiciones Financieras Viables para el Proyecto Propuesto.....	13-5
Tabla 13-4	Corriente Financiera de Ingresos y Gastos para el Plan de Construcción de 5 Años: Región Sur 3.....	13-6
Tabla 13-5	Condiciones Financieras de la Derivación del Plan 1.....	13-8
Tabla 13-6	Tarifa de Servicio de Alcantarillado Como Porcentaje del Ingreso Familiar.....	13-8
Tabla 13-7	Tarifas Extra de Alcantarillado en el Mundo.....	13-9
Tabla 13-8	Corriente de Costo Económico y Beneficio: Esquema de Alcantarillado de la Región Sur 3.....	13-11
Tabla 13-9	Relación/volumen de Implementación de las Obras de Construcción....	13-13

Table 13-10	Programación de Desembolso de la Primera Etapa Para la Región Sur 3 (Construction Work Period : 5 years).....	13-14
Tabla 13-11	Persona-año Requerida Para el Proyecto de la Primera Etapa en el Año 2002	13-16
Tabla 14-1	Resumen del Proyecto.....	14-4
Tabla 14-2	Resumen de los Colectores Principales para el Proyecto de la Primera Etapa.....	14-6
Table 14-3	Matriz de Impactos Significativos.....	14-12
Tabla 14-4	Resumen de los Impactos Ambientales Significativos (1/2)	14-17
Tabla 14-4	Resumen de los Impactos Ambientales Significativos (2/2)	14-18
Tabla 14-5	Comparación del Proyecto Propuesto Versus la no Implementación del Mismo	14-19
Tabla 14-6	Manejo de las Medidas de Mitigación	14-20

ABREVIATURAS

ABREVIATURAS DE LAS ORGANIZACIONES / SIGLAS DE LAS ORGANIZACIONES

AID	=	Agency for International Development Agencia Internacional para el desarrollo
ANAM	=	National Association of Municipalities Asociacion Nacional de Municipalidades
BANVI	=	National Housing Bank Banco Nacional de Vivienda
BANGUAT	=	Central Bank of Guatemala Banco de Guatemala
BCIE	=	Central American Economic Integration Bank Banco Centroamericano de Integracion Economica
CIDA	=	Canadian International Development Agency Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional
CACIF	=	Coordinator Committee of Agricultural, Industrial and Financial Associations Comite Coordinador de Asociaciones Agricolas, Industriales y Financieras
CAPRE	=	Regional Coordinating Committee of Drinking Water and Sanitation of Central America, Panama and Dominican Republic Comite Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamerica, Panama y Republica Dominicana
CIEN	=	National Economic Research Center Centro de Investigaciones Economicas Nacionales
CNPE	=	National Council of Economic Planning Consejo Nacional de Planificacion Economica
CONAMA	=	National Environmental Commission Comision Nacional del Medio Ambiente
CONAP	=	National Council of Protected Area Consejo Nacional de Areas Protegidas
COPECAS	=	Permanent Committee of Coordination of Water and Sanitation Comite Permanente de Coordinacion de Agua y Saneamiento
EDOM	=	Study of Metropolitan Orderliness Estudio de Ordenamiento Metropolitana
DGSS	=	General Bureau of Health Services Direccion General de Servicios de Salud
DST	=	Environmental Sanitation Department Division de Saneamiento del Medio
EMPAGUA	=	Guatemala Municipal Water Supply Corporation Empresa Municipal de Agua de la Ciudad de Guatemala
ERIS	=	Regional School of Sanitary Engineering Escuela Regional de Ingenieria Sanitaria
FAO	=	Food and Agricultural Organization Organizacion de Comidas y Agricultura
GOG	=	Government of Guatemala Gobierno de Guatemala
GOJ	=	Government of Japan Gobierno de Japon
GTZ	=	German Cooperation Agency Sociedad Alemana de Cooperacion
IBRD	=	See "WB" Vease "WB"
IDA	=	International Development Association Asociacion Internacional de Desarrollo
IDB	=	Inter-American Development Bank Banco Interamericano de Desarrollo
IGM	=	Military Geographic Institute Instituto Geografico Militar

IGSS	=	Guatemalan Institute of Social Security Instituto Guatemala de Seguridad Social
INAFOR	=	National Institute of Forestation Instituto Nacional de Forestacion
INDE	=	National Institute of Electrification Instituto Nacional de Electrificacion
INE	=	National Institute of Statistics Instituto Nacional de Estadistica
INFOM	=	National Institute of Municipal Development Instituto Nacional de Fomento Municipal
INSIVUMEH	=	National Institute of Seismology, Vulcanology, Meteorology and Hydrology Instituto Nacional de Sismologia, Vulcanologia, Meteorologia e Hidrologia
INTECAP	=	Technical Institute of Training and Productivity Instituto Tecnico de Capacitacion y Productividad
JICA	=	Japan International Cooperation Agency Agencia de Cooperacion Internacional del Japon
MCTyOP	=	Ministry of Communications, Transportation and Public Works Ministerio de Comunicacion, Transportacion y Obras Publicas
MINFIN	=	Ministry of Public Finance Ministerio de Finanzas Publicas
MSPyAS	=	Ministry of Public Health and Social Assistance Ministerio de Salud Publica y Asistencia Social
MUNI	=	Municipality of Guatemala Municipalidad de Guatemala
OECD	=	Overseas Economic Cooperation Fund of Japan Fondo Japonese de Cooperacion Economica Ultramar
PAHO	=	Panamerican Health Organization Organizacion Panamericana de Salud
PLAMABAG	=	Guatemala City Water Supply Master Plan Plan Maestro de Abastecimiento de Agua a la Ciudad de Guatemala
SEGEPLAN	=	General Secretariat of Economic Planning Secretaria General de Planificacion Economica
SRH	=	Secretariat of Hydraulic Resources Secretaria de Recursos Hidraulicos
UEA	=	Emergency Water Unit Unidad de Emergencia de Agua
UENIA	=	Study Unit of New Water Introduction Unidad de Estudios de Nuevas Introducciones de Agua
UN	=	United Nations Organizacion de Naciones Unidas
UNDP	=	United Nations Development Program Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo
UNEHIVAGUA	=	Executant Unit of Hydrological Study of Guatemalan Valley Unidad Ejecutora del Estudio Hidrologico del Valle de Guatemala
UNEPAR	=	Executant Unit of Rural Aqueduct Program Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
UNESCO	=	United Nations Educational Scientific and Cultural Organization Organizacion Educacional, Cientifica y Cultural de Naciones Unidas
UNICEF	=	United Nations International Children's Emergency Fund Fondo de Naciones Unidas para la Infancia
USAC	=	University of San Carlos of Guatemala Universidad San Carlos de Guatemala
USAID	=	United States Agency for International Development Agencia Internacional de Desarrollo de Estados Unidos
WB	=	World Bank Banco Mundial
WHO	=	World Health Organization Organizacion Mundial de Salud

ABREVIATURAS DE TERMINOS USADOS EN ESTE INFORME

B/C	-	Benefit Cost Ratio
BOD	-	Biochemical Oxygen Demand
CCTV	-	Closed Circuit Television
COD	-	Chemical Oxygen Demand
DSR	-	Debt Service Ratio
EIA	-	Environmental Impact Assessment
EIRR	-	Economic Internal Rate of Return
FIRR	-	Financial Internal Rate of Return
GDP	-	Gross Domestic Product
GDE	-	Gross Domestic Expenditure
GFCF	-	Gross Fixed Capital Formation
HWL	-	High Water Level
IC	-	Intermediate Clarifier
IEE	-	Initial Environmental Examination
MSL	-	Above Mean Sea Level
NPV	-	Net Present Value
O/M	-	Operation and Management
PDWF	-	Peak Dry Weather Flow
PST	-	Primary Sedimentation Tank
RCP	-	Reinforced Concrete Pipe
SCF	-	Standard Conversion Factor
SDB	-	Sludge Drying Bed
SDT	-	Sludge Digester Tank
SGC	-	Screen - Grit Chamber
SS	-	Suspended Solids
TF	-	Trickling Filter
T-N	-	Total Nitrogen
TOR	-	Terms of Reference
T-P	-	Total Phosphorous
TS	-	Total Solids
VA	-	Value Added
VAT	-	Value Added Tax
WWTP	-	Wastewater Treatment Plant

ABREVIATURAS DE MEDIDAS

1 Longitud

mm	=	milímetro
cm	=	centímetro
m	=	metro
km	=	kilómetro
"	=	pulgada

2 Area

m ² /sq.m	=	metro cuadrado
ha	=	hectárea
km ² , sq.km	=	kilómetro cuadrado

3 Volumen

cc	=	centímetro cúbico
lit, l, L	=	litro
lcd	=	litro por cápita por día
m ³ , cu.m	=	metro cúbico
Gal., Galón (US)	=	3.785 litros

4 Peso

mg	=	miligramo
gr	=	gramo
kg	=	kilogramo
t, ton.	=	tonelada

5 Tiempo

s, seg.	=	segundo
min	=	minuto
h, hr	=	hora
d	=	día
yr	=	año

6 Dinero

Q	=	Quetzales (unidad de moneda guatemalteca)
US\$, \$	=	Dólar de EE.UU.
¥	=	Yen japonés

7 Medidas eléctricas

A	=	amperios
V	=	voltios
kV	=	kilovoltios
kW	=	kilowatt
kWh	=	kilowatt hora
kVA	=	kilovoltio amperios
Hz	=	hertz

8 Otras medidas

mS	=	mili Siemens
μ mho	=	micro ohmio = conductividad
ppb	=	partes por miles de millones
ppm	=	partes por millón
MPN	=	número más probable
‰	=	por mil
%	=	por ciento
PS	=	0.736 kW
°	=	grado
'	=	minuto
''	=	segundo
°C	=	grado centígrado

9 Medidas derivadas basadas en los mismos símbolos

cm/seg.	=	centímetros por segundo
m/s, m/seg.	=	metros por segundo
cm ³ /min.	=	centímetro cúbico por minuto
m ³ /seg., cu.m/seg.	=	metro cúbico por segundo
m ³ /min, cu.m/min	=	metro cúbico por minuto
m ³ /h, cu.m/h	=	metro cúbico por hora
m ³ /día, cu.m/día	=	metro cúbico por día
m ³ /d, cu.m/día	=	metro cúbico por día
lpcd	=	litro por cápita por día
m ³ /m ² /día	=	metro cúbico por metro cuadrado por día
m ³ /seg./km ²	=	descarga específica
kg/día	=	carga contaminante
ton./m ²	=	toneladas por metro cuadrado
kg/día/km ²	=	carga contaminante unitaria por área

kg/(ha•mm)	=	carga contaminante por área por precipitación pluvial unitaria
mg/kg	=	miligramos por kilogramo
mS/cm	=	mili Siemens por centímetro
mg/l	=	miligramo por litro
gr/cm ³	=	gramo por centímetro cúbico
GPM	=	Galón por minuto

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

El Gobierno de Guatemala (GOG) presta mucha atención al mejoramiento de la infraestructura urbana y a las condiciones de vida en el área metropolitana de Guatemala. El GOG ha solicitado al gobierno de Japón (GOJ) asistencia técnica.

En respuesta a la solicitud del GOG, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) ha despachado a Guatemala un Grupo de Estudio preparatorio encabezado por el Sr. Katsuhiko Kitai, del 2 al 13 de diciembre de 1994, para decidir conjuntamente con el GOG el alcance de las obras para el estudio sobre el Mejoramiento del Manejo de aguas residuales en el área metropolitana de Guatemala.

El estudio para el Mejoramiento del Manejo de las aguas residuales en el área metropolitana de Guatemala ha sido conducido de acuerdo con el alcance de las obras.

1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

Los objetivos del estudio son los siguientes:

- a) Formular un Plan Maestro para el mejoramiento del manejo de AGUAS RESIDUALES, que contribuya al mejoramiento de las condiciones sanitarias y ambientales en el área metropolitana de Guatemala hasta el año 2015; y
- b) Efectuar un estudio de viabilidad para seleccionar el proyecto de la primera etapa a partir del Plan Maestro; y
- c) Transferir tecnología y habilidad para planificación al personal guatemalteco a través del estudio.

1.3 PROPOSITO Y ESTRUCTURA DE ESTE INFORME

Este Informe Final ha sido preparado para presentar el Plan Maestro de alcantarillado/saneamiento y las regiones prioritarias hasta el año meta 2015, y el estudio de viabilidad del proyecto de la primera etapa, que ha sido preparado en base al trabajo mancomunado con el personal guatemalteco durante el período de fin de marzo de 1995 a principios de junio de 1996.

El Informe Final consiste de los siguientes volúmenes:

- Volumen I : Resumen Ejecutivo (inglés)
- Volumen II : Informe Principal (inglés)
- Volumen III : Informes de Apoyo I (inglés)
- Volumen IV : Informes de Apoyo II (inglés)
- Volumen V : Informes de Apoyo III (inglés)
- Volumen VI : Planos
- Volumen VII : Resumen Ejecutivo (español)
- Volumen VIII : Informe Principal (español)
- Volumen IX : Libro de Datos (inglés)

La Fig. 1-1 muestra la estructura del informe principal que consiste de a) condiciones actuales, b) plan de manejo de aguas residuales y regiones prioritarias, c) estudio de viabilidad del proyecto de la primera etapa, y d) evaluación del impacto ambiental.

1.4 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está limitada a la ciudad de Guatemala y parte de siete áreas municipales que son:

Chinautla, Mixco, Villa Nueva, San Miguel Petapa, Santa Catarina Pinula, Villa Canales y San Pedro Ayampuc, como se especifica en el alcance de las obras acordado entre EMPAGUA y JICA el 13 de diciembre de 1994.

El área de estudio especificada en un mapa topográfico con escala 1:50,000, acordado en las minutas de la reunión del informe preliminar realizada el 6 de abril de 1995, fue modificada y confirmada como se muestra en la Fig. 1-2. Esta modificación fue acordada entre EMPAGUA y el Grupo de Estudio de acuerdo a la carta fechada el 19 de mayo de 1995. La modificación se basa en la información que establece los límites de las municipalidades incluidas en el área de estudio especificada en el alcance de las obras. La extensión total del área de estudio es 34,500 ha.

CONDICIONES ACTUALES

- Capítulo 2 Condiciones naturales
- Capítulo 3 Condiciones socioeconómicas
- Capítulo 4 Condiciones ambientales
- Capítulo 5 Situación administrativa y financiera
- Capítulo 6 Manejo actual de las aguas servidas

PLAN MAESTRO PARA MANEJO DE AGUAS SERVIDAS

- Capítulo 7 Bases del marco de planificación
- Capítulo 8 Estudio sobre instalaciones para manejo de aguas servidas
- Capítulo 9 Sistema de alcantarillado propuesto
- Capítulo 10 Sistema de saneamiento propuesto
- Capítulo 11 Selección de las regiones prioritarias

REGIONES PRIORITARIAS: REGION CENTRAL Y REGION SUR 3

ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA

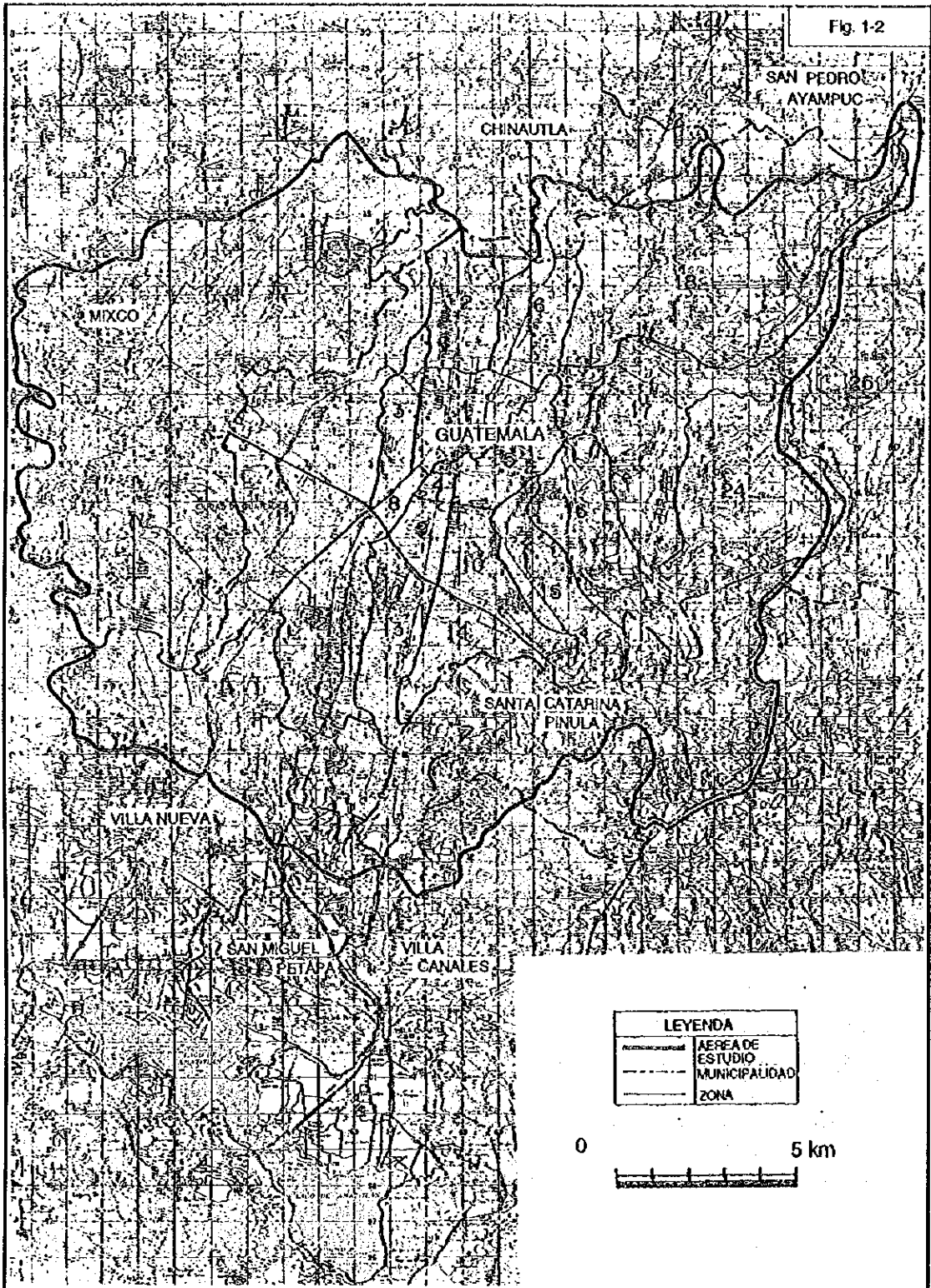
- Capítulo 12 Estudio alternativo sobre el proyecto de la primera etapa
- Capítulo 13 Programa de implementación del proyecto de la primera etapa

PROYECTO DE LA PRIMERA ETAPA: REGION SUR 3

EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL

- Capítulo 14 Evaluación del impacto ambiental
- Capítulo 15 Conclusión y Recomendaciones

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 INFORME PRINCIPAL
---	--	--



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
 AREA DE ESTUDIO

1.5 ORGANIZACION PARA EL ESTUDIO

La organización para la ejecución del estudio está mostrada en la Fig. 1-3. Los detalles de los componentes de la organización están descritos a continuación:

1.5.1 Comisión Coordinadora

La Comisión Coordinadora se compone de las siguientes personas:

- | | | |
|----|-----------------------------------|--|
| 1) | Sr. Carlos Francisco Quezada Vega | Presidente |
| | | Gerente General, EMPAGUA |
| 2) | Sr. Pedro Obando | Miembro |
| 3) | Sr. Luis Hugo Solares | Miembro |
| | | Director, Departamento de Planificación
Hidráulica, SRH |
| 4) | Dr. Juan de Dios Calle | Miembro |
| 5) | Sr. Víctor Arias Milian | Miembro |
| | | Subcoordinador, CONAMA
Departamento de Control Ambiental,
CONAMA |
| 6) | Sr. Julio Cesar Girón Díaz | Miembro |
| | | Secretario Ejecutivo, ANAM (hasta
diciembre de 1995) |
| 7) | Sr. Rolando Argueta | Miembro |
| | | Consejero, ANAM (desde febrero de
1996) |

1.5.2 EMPAGUA

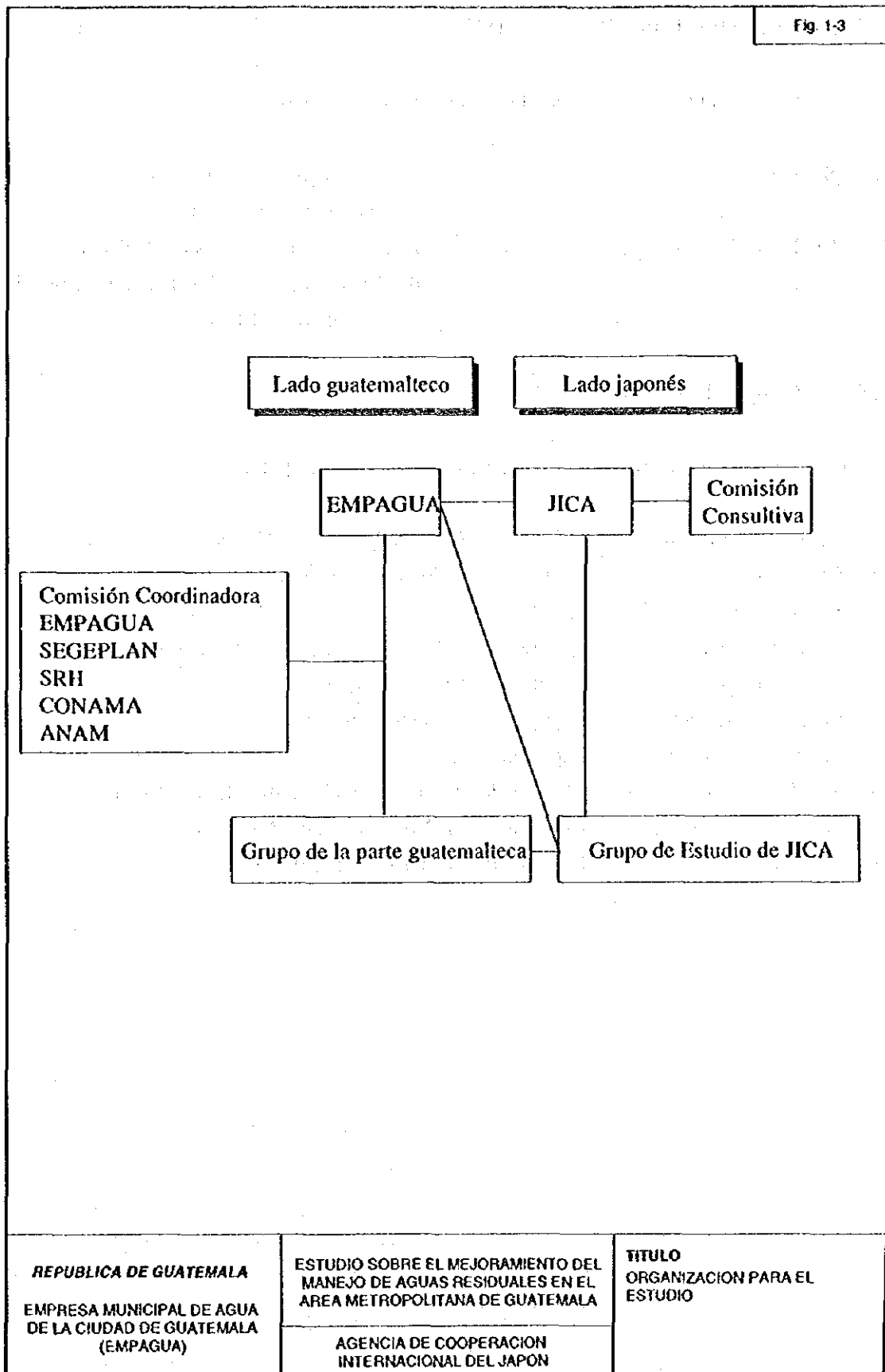
EMPAGUA ha suministrado el personal necesario al Grupo de Estudio de JICA en todo el período de estudio. Las siguientes personas colaboraron con el estudio:

- | | | |
|----|---------------------------------|--|
| 1) | Sr. Ricardo Rodas Romero | Coordinador de Proyecto |
| 2) | Sr. Sigfrido Castillo | Ingeniero de Alcantarillado |
| 3) | Sr. Roy Osorio | Ingeniero de Alcantarillado |
| 4) | Sr. Carlos Cesar Barrios | Ingeniero de Alcantarillado |
| 5) | Sr. Manuel de Jesús Ramírez | Especialista Institucional/Financiero (hasta julio
de 1995) |
| 6) | Sr. Jorge Mauricio Lau Menéndez | Especialista Institucional/Financiero (desde
noviembre de 1995) |
| 7) | Sr. Rodolfo González | Especialista en Calidad de Agua |
| 8) | Sr. Mario Rojas | Especialista en Calidad de Agua/Medio
Ambiente |

9) Dr. Carlos Humberto Rivera Pomes Especialista en Medio Ambiente (hasta julio de 1995)

Además de las personas arriba mencionadas, EMPAGUA ha despachado personal incluyendo secretarios y choferes que participaron en el estudio y ayudaron al Grupo de Estudio durante el período de estudio.

Fig. 1-3



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
 ORGANIZACION PARA EL
 ESTUDIO

1.5.3 Comisión Consultiva de JICA

La Comisión Consultiva está compuesta por las siguientes personas:

- | | | | |
|----|-------------------------|------------|--|
| 1) | Sr. Katsuhiko Kitai | Presidente | Director Ejecutivo, Agencia de Obras de Alcantarillado del Japón |
| 2) | Sr. Hideichiro Nakajima | Miembro | Director Adjunto, División de Planificación de Areas Amplias, Agencia de Obras de Alcantarillado del Japón |

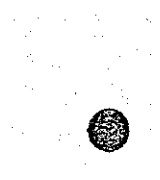
1.5.4 Grupo de Estudio de JICA

El Grupo de Estudio de JICA está compuesto de las siguientes personas:

- | | | |
|-----|-----------------------|--|
| 1) | Dr. Harutoshi Uchida | Líder del Grupo/ Planificador de Obras |
| 2) | Sr. Kazuji Sasaki | Planificador de Sistemas de Alcantarillado |
| 3) | Sr. Noboru Takahashi | Planificador de Instalaciones de Alcantarillado |
| 4) | Dr. Sanjay Arora | Planificador de Instalaciones de Saneamiento |
| 5) | Sr. Shohei Sata | Planificador Urbano/Regional |
| 6) | Sr. Mitsuhiro Doya | Especialista en Manejo/Institucional |
| 7) | Sr. Tatsuo Tshino | Especialista Financiero |
| 8) | Sr. Hiroaki Miyakoshi | Planificador de Construcción/Estimador de Costos |
| 9) | Dr. S. Kugaprasatham | Especialista en Calidad de Agua/Medio Ambiente |
| 10) | Sr. Hajime Sakurai | Coordinador del Grupo de Estudio |

CAPITULO 2

CONDICIONES NATURALES



2 CONDICIONES NATURALES

2.1 TOPOGRAFIA

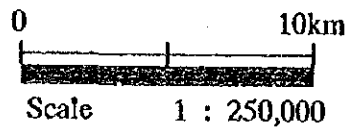
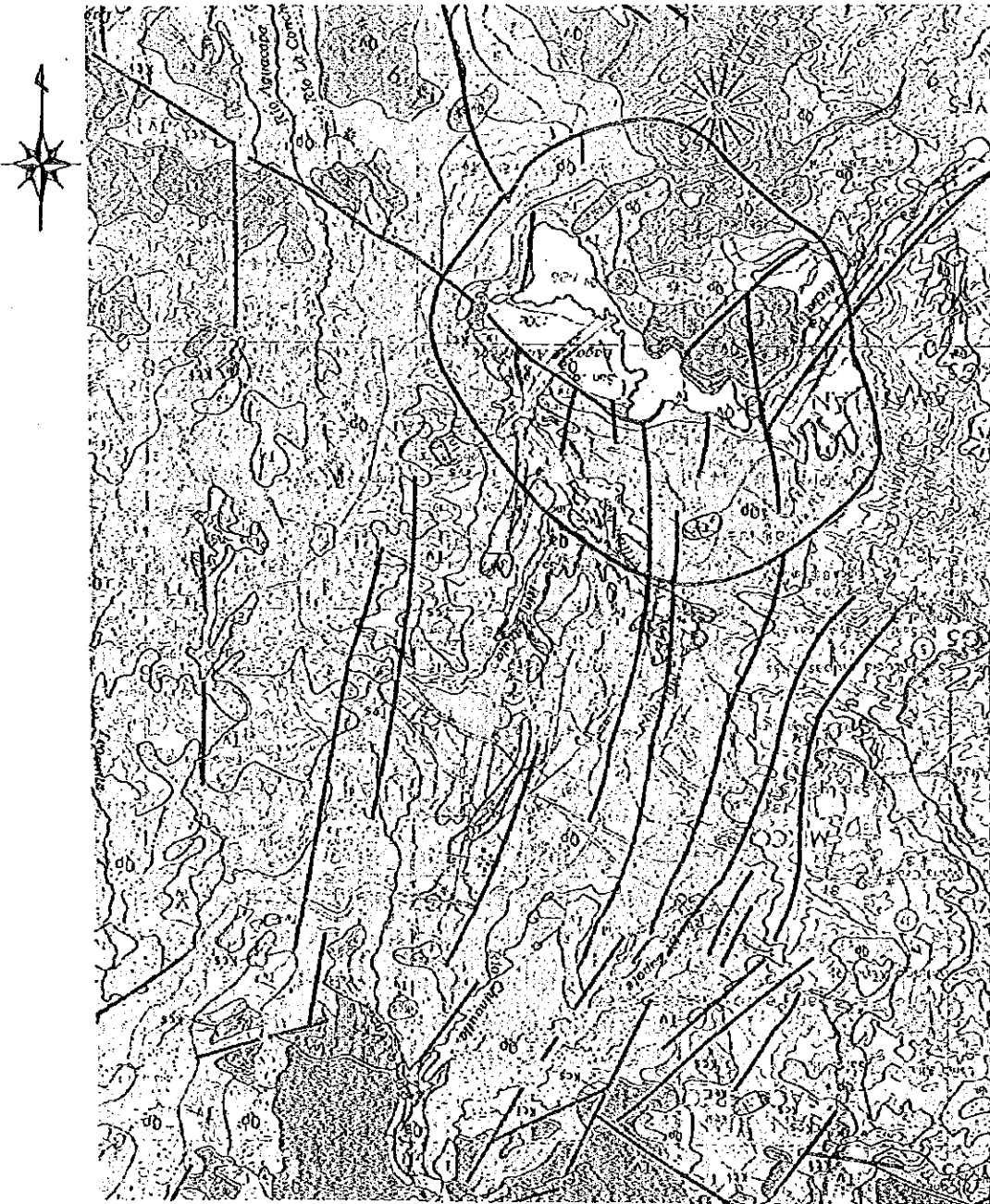
Las tierras altas Occidentales son la continuación de la Sierra Madre de México, compuestas por formaciones volcánicas que alcanzan alturas de 3,800 metros en la sierra Cuchumatanes, al Noroeste de Huehuetenango. La tierra que no ha sido despejada para Maya milpas (maizales), está cubierta de bosques de pinos. Mucho de los volcanes están en actividad o dormidos, y a veces es visible un reflejo rojo de actividad volcánica sobre las cumbres de las montañas distantes. Esta actividad volcánica significa que el área está sujeta a terremotos. Los terremotos principales ocurrieron en 1773, 1917 y 1976, y ocurrirán más.

El Area de Estudio yace sobre una sierra que está formada por las montañas de la Sierra Madre que corren paralelas al Océano Pacífico y bajan gradualmente de Oeste a Este. Al Oeste y sudeste del Area hay varios volcanes: Acatenango (3,976 m), Fuego (3,835 m), Agua (3,776 m), y Pacaya (2,552 m), que pertenecen a la sierra volcánica que se extiende desde el Oeste hacia el sudeste. Al norte y al sur del Area, las fallas de Motagua - San Agustín corren paralelas de Oeste a Este. En la parte sudeste del Area, la falla Jalpatagua corre de Oeste a sur. El Area de Estudio, está limitada al norte y sur por estas dos grandes fallas. Varias fallas corren de norte a sur entre estas dos, y son las de Mixco, Santa Catarina Pinula, San José Pinula, Teocinte/Palencia, etc., formando así una compleja estructura geológica. La diferencia local de elevaciones de tierra llega a los 200 m en algunos lugares. La Figura 2-1 muestra la ubicación de las fallas principales y las Figuras 2-2 y 2-3 muestran las secciones a través del Area de Estudio, indicando los grandes disturbios geológicos y el terreno montañoso.

El valle de Guatemala se extiende 20.5 km de Este a Oeste y 40 km de norte a sur con un área total aproximada de 800 km². El valle está rodeado por el Este y Oeste por las fallas de Santa Catarina Pinula y Mixco y por los volcanes Agua y Payaca al sur, extendiéndose hasta la confluencia de los ríos El Zapote y Las Vacas al norte.

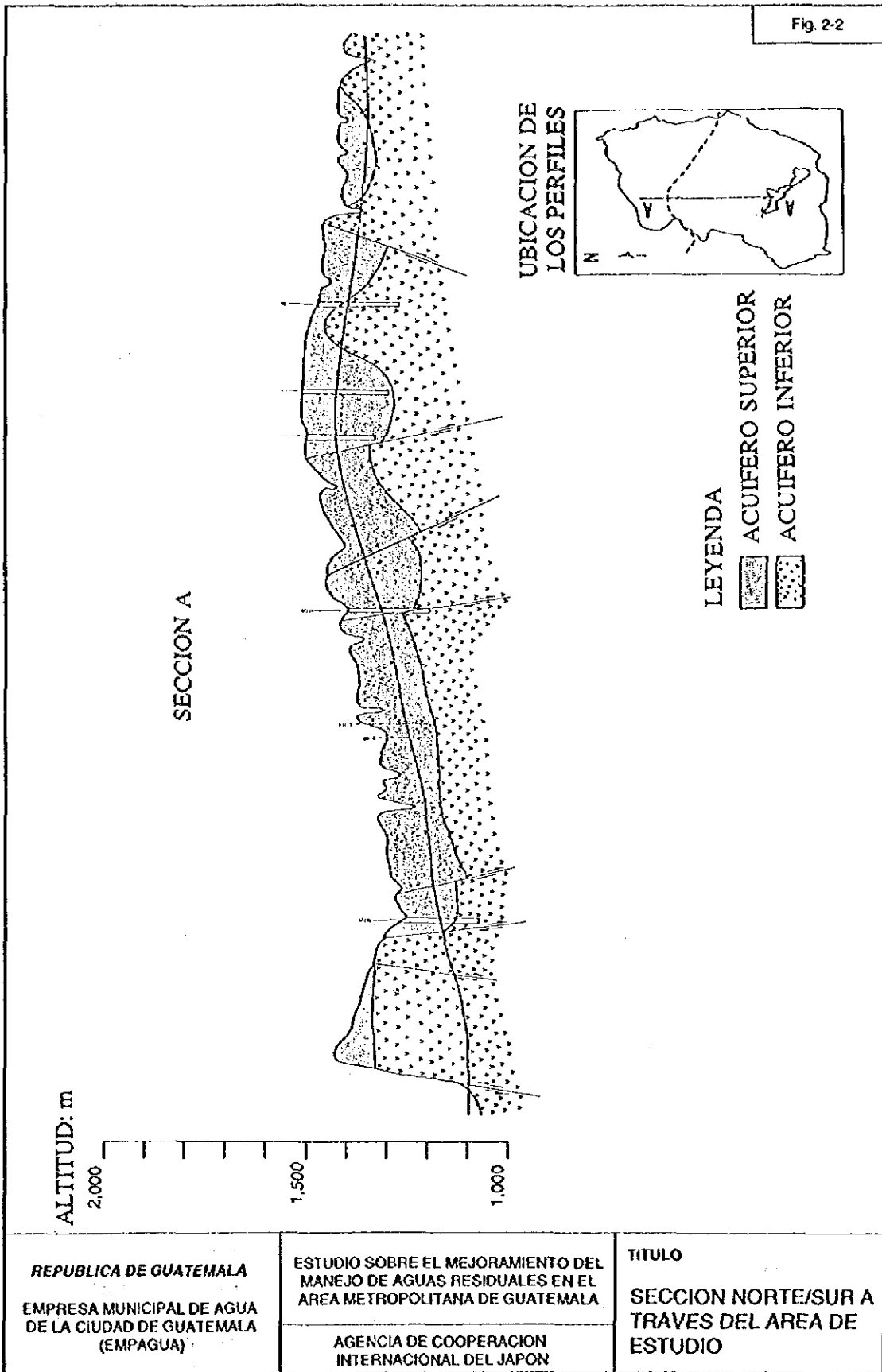
El Area de Estudio consiste de la mayoría del valle de Guatemala y la parte Este del área rodeada por las fallas Catarina y Teocinte/Palencia; los límites principales del Area de Estudio están mostrados en la Figura 2-4. Al sur y al Este a lo largo de la Carretera Interamericana la altitud decrece hasta 1,500 m aproximadamente en la ciudad de Guatemala. Al norte de la ciudad de Guatemala las tierras altas de Alta Verapaz descienden gradualmente hasta las tierras bajas de El Peten. La altitud varía entre 1,500 y 1,600 m en la parte central

Fig. 2-1



<p>REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)</p>	<p>ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA</p> <p>AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON</p>	<p>TITULO UBICACION DE LAS FALLAS PRINCIPALES EN LAS PROXIMIDADES DEL AREA DE ESTUDIO</p>
---	---	---

Fig. 2-2



<p>REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)</p>	<p>ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON</p>	<p>TITULO SECCION NORTE/SUR A TRAVES DEL AREA DE ESTUDIO</p>
---	--	--

Fig. 2-3

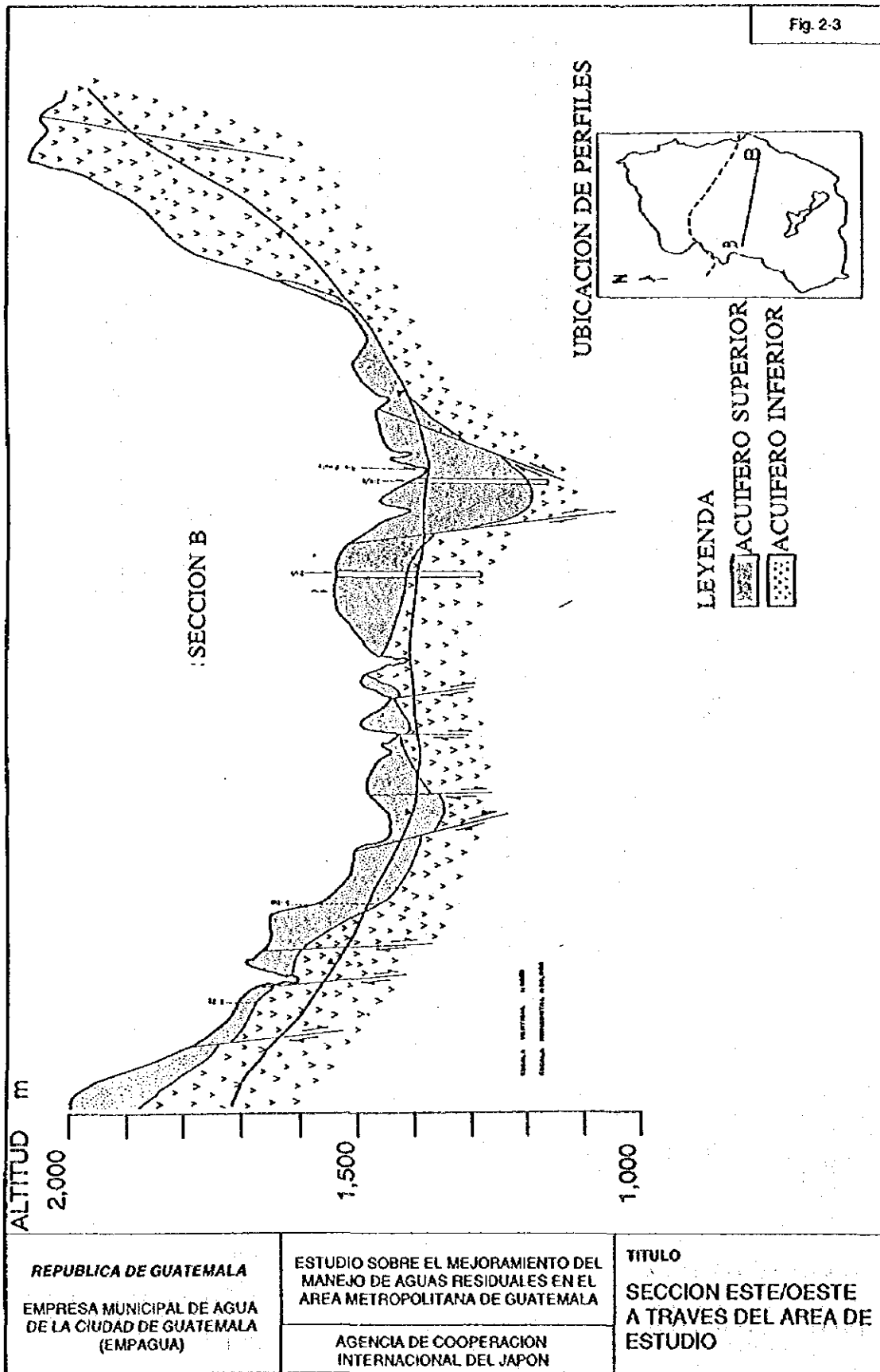
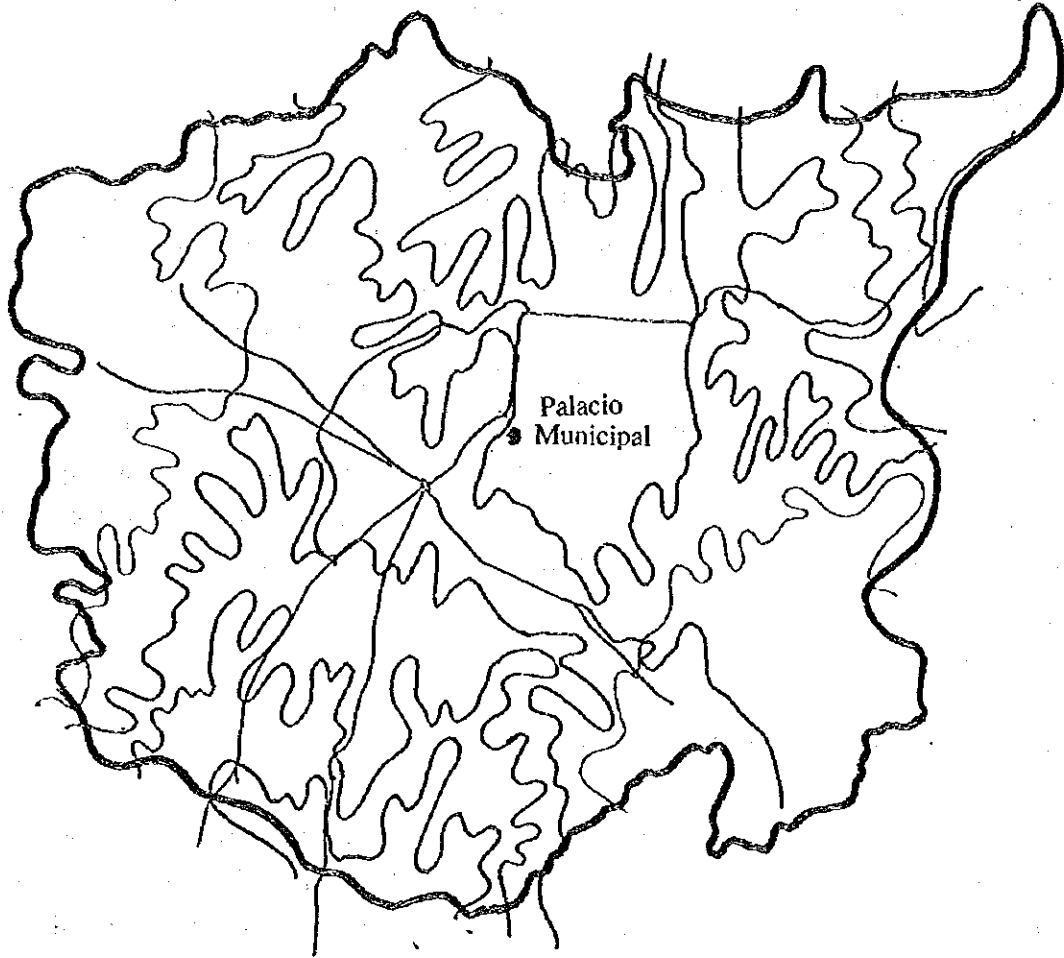


Fig. 2-4



LEYENDA

CONTORNO

- 1,600m
- 1,500m
- 1,400m
- 1,300m

AREA
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

LINEAS PRINCIPALES
DE NIVEL EN EL AREA
DE ESTUDIO

del Area de Estudio, pero de Este a Oeste, en el área montañosa, varía entre 1,900 a 2,000 m. La superficie de la tierra al sur de las laderas continentales divisoras de 1/50 a 1/60 hacia el lago Amatitlán, dónde el terreno al norte de las divisorias declina lentamente.

2.2 GEOLOGIA

La mayoría de la superficie del terreno es del período cuaternario y consiste en sedimentos aluviales, sedimentos de piedra pómez solidificados, flujo de cenizas y piroclástico, con una profundidad promedio de 250 m aproximadamente. Estos sedimentos volcánicos conforman valles profundos en forma de V y separan el Area. La profundidad de los valles va de 150 m a 250 m. Debajo de la superficie el estrato es del Pliomioceno, consistente de andesita, toba, corrientes de barro basáltico, riolita vesicular, vidrio de cuarzo, toba soldada, toba de latita y dacita, vidrio de toba soldada, etc. Los ríos del Area de Estudio han formado las siguientes fallas y cada uno de los ríos posee una cuenca hidrográfica relativamente reducida. La inclinación de los lechos de los ríos varía de 0.9% al sur, al 1.5% al norte del Area.

2.3 CLIMA

2.3.1 Temperatura del aire y humedad

La Tabla 2-1 muestra los datos de la temperatura del aire y la humedad relativa para la ciudad de Guatemala en una estación ubicada a una altitud de 1.489 m. Los datos también están mostrados gráficamente en la Figura 2-5. La variación promedio de la temperatura diaria se encuentra entre los 16 a 20°C durante todo el año. La temperatura promedio mensual es de 18,4°C con una temperatura récord de 38,1°C el 24 de julio de 1946. Las temperaturas son generalmente bajas durante los meses de invierno y más altas durante los meses de verano, siendo la transición de temperatura entre estaciones suave y uniforme, siguiendo la progresión regular de estaciones en el hemisferio norte. La temperatura media máxima mensual de 19.9°C ocurre en julio, mientras que la temperatura media mínima mensual de 16.7°C ocurre en enero.

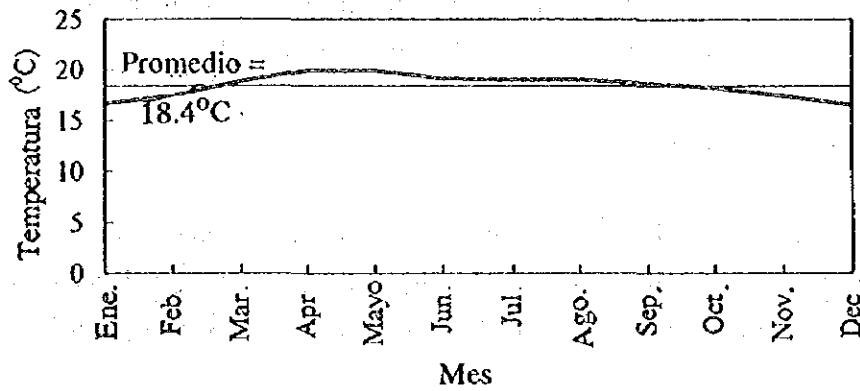
Tabla 2-1 Temperatura Mensual Promedio y Humedad Relativa en la Ciudad de Guatemala

Mes.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual Promedio
Temp (°C)	16.7	17.4	18.9	19.9	19.9	19.1	19.0	19.0	18.6	18.2	17.4	16.5	18.4
Humedad (%)	68	68	68	70	74	79	75	75	80	77	75	70	73

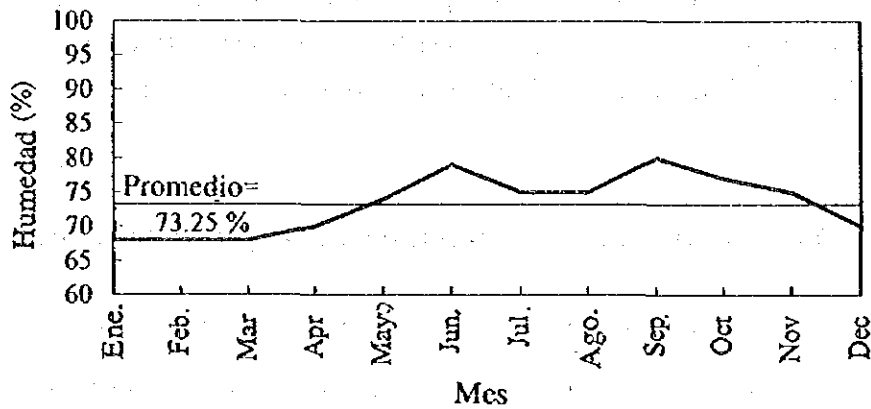
Nota : Altitud de 1,498 m. Datos registrados durante más de 30 años desde 1951 a 1980.
Fuente : INSUVIMEH

Fig. 2-5

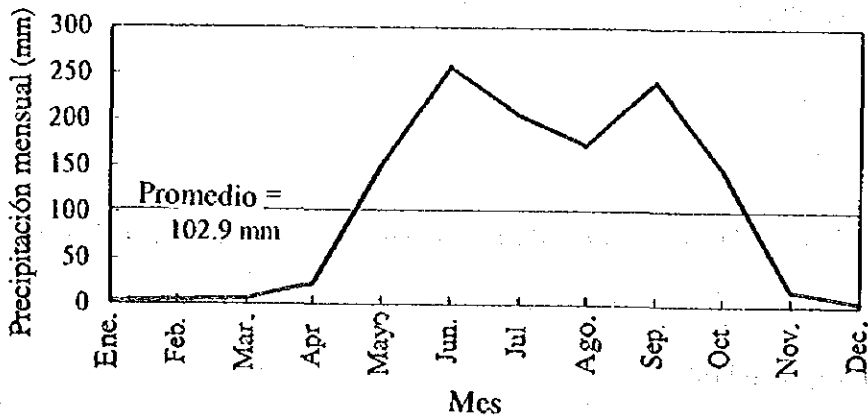
Variación mensual promedio de la temperatura en la ciudad de Guatemala



Variación mensual promedio de la humedad en la ciudad de Guatemala



Precipitación mensual promedio en la ciudad de Guatemala



Nota : Altitud 1,498 m. Datos registrados durante más de 30 años desde 1951 a 1980.
Fuente: INSUVIMEH

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	TITULO VARIACION MENSUAL PROMEDIO DE TEMPERATURA, HUMEDAD Y PRECIPITACION EN LA CIUDAD DE GUATEMALA
	AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

La humedad relativa mensual promedio observada durante un período de siete años, desde 1961 a 1976, varía entre un máximo del 80% en septiembre y un mínimo de 68% en enero, febrero y marzo. La humedad relativa anual promedio es de 73%.

2.3.2 Precipitaciones

La Tabla 2-2 y la Figura 2-5 muestran el volumen mensual promedio de las precipitaciones que ocurrieron durante un período de 30 años, desde 1950 hasta 1980 en la ciudad de Guatemala. La precipitación pluvial anual promedio en la ciudad de Guatemala es de 1,234.3 mm.

El mes más seco del año es enero con una precipitación promedio de 3.6 mm. El mes más húmedo es junio con una precipitación promedio de 257.2 mm. Hay dos estaciones bien definidas, la estación de las lluvias desde mayo a octubre y la estación seca de noviembre hasta abril.

Tabla 2-2 Precipitación Mensual Promedio en la Ciudad de Guatemala

Mes.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	Mayo	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Promedio Anual Total
Precipitación (mm)	3.6	4.6	5.9	22.2	150.1	257.2	205.3	173.3	241.9	148.1	17.3	4.9	1,243.3

Nota : Altitud de 1,498 m. Datos registrados durante más de 30 años desde 1951 a 1980.

Fuente : INSUVIMEH

2.3.3 Viento

La velocidad promedio del viento es de 15.2 km/hr, con una velocidad máxima registrada de 75 km/hr.

2.3.4 Evaporación

La evaporación anual promedio es del 80% aproximadamente de la precipitación. Los porcentajes de evaporación son generalmente más altos cuando las temperaturas son máximas y más bajos cuando la temperatura es más baja.

2.4 RÍOS Y LAGO AMATITLÁN

2.4.1 Ríos

El Area de Estudio está separada en dos cuencas por tres grandes cuencas hidrográficas que están mostradas en la Fig. 2-6.

Al sur de la división continental se encuentra la cuenca del río Michatoya, y el agua dentro de esta cuenca fluye hacia varios ríos importantes y sus tributarios que son los ríos El Molino, Marisca, Parrameno, Villalobos, Pinula, Las Minas y Platanitos, que desembocan finalmente en el lago Amatitlán. Luego el agua es descargada por el extremo sur del lago en el río Michatoya.

La cuenca del río al norte del Area, que abarca la parte norte de la ciudad de Guatemala, consiste de aproximadamente 20 pequeños y grandes ríos en las cuencas del río Las Vacas que pertenecen a la cuenca del Motagua. Los ríos principales que fluyen a través del Area son: el Lapole, El Zapote y Las Vacas, que fluyen fuera del Area hacia el norte. La corriente de cada río es relativamente poco voluminosa y algunas veces se seca durante la estación seca.

En la parte este del Area el agua superficial es recogida por varios ríos principales tales como el Teoncite, Bijague, Los Ocotes, Monjitas y Canalitos, que fluyen fuera del Area hacia el noreste.

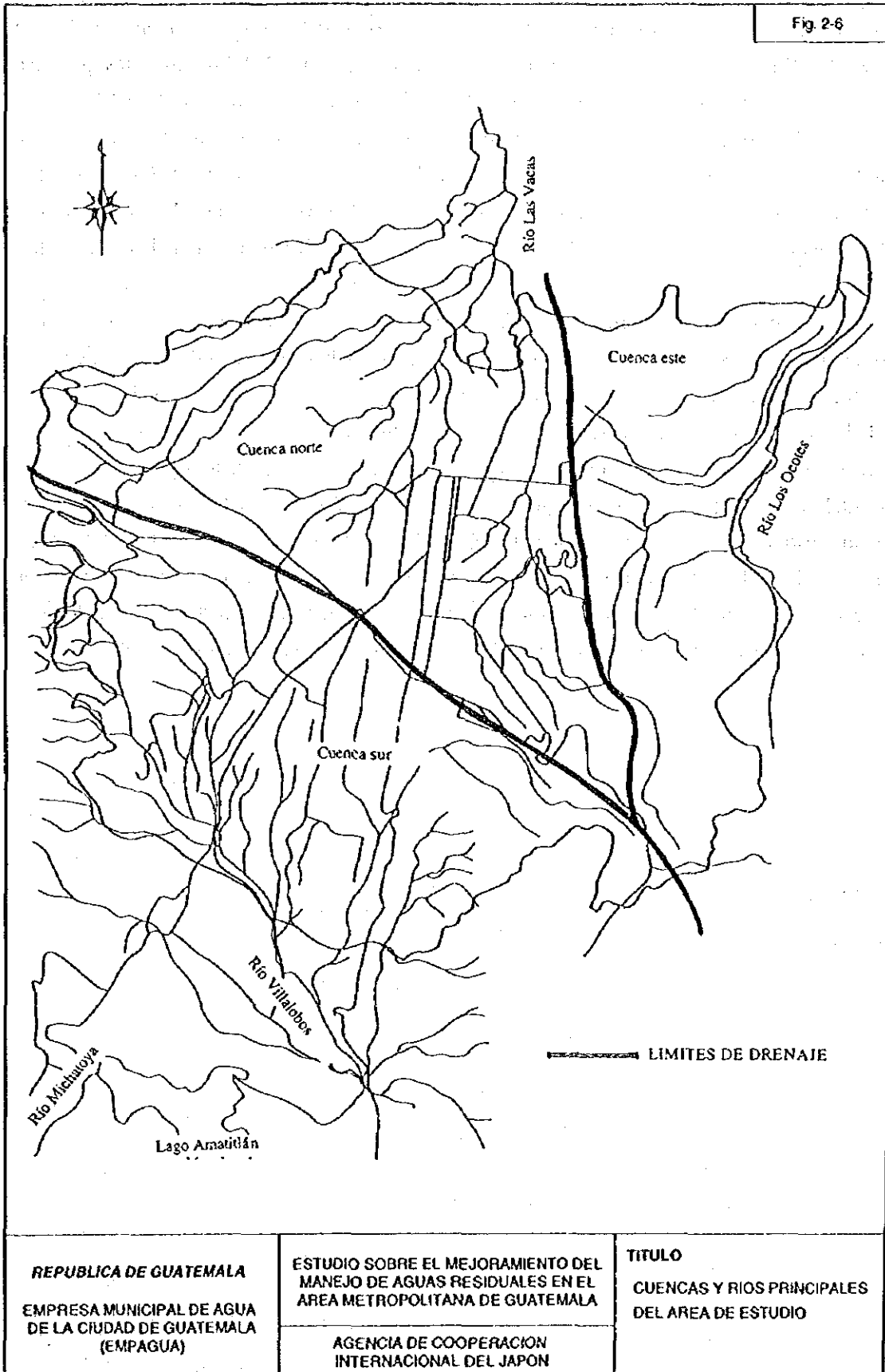
El agua de los ríos, conjuntamente con el agua subterránea, los manantiales y el agua del lago son la fuente principal de agua de los residentes y en los alrededores del área metropolitana de Guatemala. Aproximadamente $1.65 \text{ m}^3/\text{seg.}$, o sea el 55% de la producción de agua potable de EMPAGUA proviene del agua de los ríos, incluyendo una cuenca ubicada fuera del Area de Estudio. El agua es utilizada no solo para suministro de agua potable pública sino también por los residentes de la zona para lavar, bañarse y para varios propósitos diferentes. Sin embargo, debido a la reciente contaminación del agua del río, el uso directo de la misma se ha vuelto más limitado.

2.4.2 Lago Amatitlán

El lago Amatitlán está situado en el extremo sur del Area de Estudio, a 20 km aproximadamente del centro de la ciudad de Guatemala. El lago tiene una superficie de 15.35 km^2 , y una capacidad de almacenamiento de agua de $286 \times 10^6 \text{ m}^3$ con una profundidad que va de los 24 a 33 m. Debido a su ubicación cerca del área poblada, el lago es usado de diferentes maneras por la población del Area, incluyendo actividades recreativas y asociadas,

tales como agua para refrigeración de la planta térmica generadora de energía eléctrica, como fuente de agua potable y para controlar el flujo hacia una planta hidroeléctrica.

Fig. 2-6



<p>REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)</p>	<p>ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA</p> <p>AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON</p>	<p>TITULO CUENCAS Y RIOS PRINCIPALES DEL AREA DE ESTUDIO</p>
---	---	--

Aproximadamente 0.75 m³/seg. (datos del año 1976 medidos en El Cementerio; fuente: INSUVIMEH) de agua desembocan en el lago a través del río Villalobos, mientras que 3.03 m³/seg. (promedio de 1953 a 1994; fuente: INDE), de agua sale a través del río Michatoya. Se considera que el balance de la entrada está complementado con el flujo de agua subterránea que entra en el lago. Aunque las descargas de aguas residuales en los ríos aumentó significativamente en comparación con 1976, la porosidad de los lechos de los ríos el caudal de agua superficial que desemboca en el lago Amatitlán parece no haber cambiado.

Grandes cantidades de aguas residuales provenientes de las residencias, propiedades comerciales, industria y tierra de cultivo en la cuenca, incluyendo la ciudad de Guatemala y las comunidades vecinas al sur, fluyen dentro del lago, principalmente a través de los ríos Villalobos y Pinula. Además, la tierra y la arena arrastrados desde tierra, que está predominantemente compuesto de ceniza volcánica y rocas, han sido transportadas gradualmente y depositadas en el lago. Las corrientes torrenciales del agua de las tormentas en los tributarios, erosiona fácilmente el suelo, y considerables cantidades de tierra superficial es llevada dentro de los ríos y otros cursos de agua, siendo finalmente descargadas dentro del lago. Estas condiciones han degradado la calidad del agua del lago y las condiciones existentes de la calidad del agua está llegando a niveles inaceptables.

CAPITULO 3

CONDICIONES SOCIOECONOMICOS

3 CONDICIONES SOCIOECONOMICOS

3.1 POBLACION

De acuerdo con los datos del último censo en 1994, como se muestra en la Tabla 3-1, la población de la República de Guatemala es de aproximadamente 8.3 millones de habitantes, de los cuales el Departamento de Guatemala y la ciudad de Guatemala, representan aproximadamente 1.8 millones y 0.82 millones respectivamente.

En base a la comparación de los datos arrojados por los censos de 1981 y 1994, la población del Departamento de Guatemala aumentó de 1.3 a 1.81 millones durante trece años, en una proporción anual del 2.9%, lo cual coincide con la proporción anual de aumento de la población nacional.

La población de la ciudad de Guatemala era de 0.82 millones, en 1994, lo cual era el 45% de la población total del Departamento de Guatemala y su proporción decreció. El porcentaje de crecimiento de 0.7% fue menor que el de las municipalidades que lo rodean y también fue menor que el del Departamento de Guatemala y que la República de Guatemala, al mismo tiempo que las municipalidades de Villa Nueva y Santa Catarina Pinula, mostraron un aumento particularmente elevado con porcentajes anuales del 13 y 9% respectivamente.

Tabla 3-1 Población y Proporción de Crecimiento Anual Basadas en los Datos del Denso

Area	1981 ⁽¹⁾		1994 ⁽²⁾		Anual Tasa de crecimiento (%)
	Población	Porcentaje (%)	Población	Porcentaje (%)	
República de Guatemala	6,054,227	--	8,322,051	--	2.9
Departamento de Guatemala	1,311,192	100.0	1,812,411	100.0	2.9
Ciudad de Guatemala	754,243	57.5	822,587	45.40	0.7
Mixco	197,741	15.1	304,954	16.83	4.2
Villa Nueva	71,069	5.4	191,985	10.59	13.1
Villa Canales	39,309	3.0	62,284	3.44	4.5
Santa Catarina Pinula	17,387	1.3	38,609	2.13	9.4
Chinautla	41,682	3.2	63,431	3.50	4.0
Otras municipalidades	189,761	14.5	328,561	18.13	5.6

Fuente : *1) INE, 1985, Censos nacionales de 1981

*2) INE, 1995, Censos nacionales de 1994

Nota : Los datos de los censos tienen algunas omisiones.

3.2 CONDICIONES ECONOMICAS

a) Estado nacional de cuentas

Como puede apreciarse en la Tabla 3-2, el producto interno bruto (PIB) de 1993 y 1994 registró un crecimiento anual del 4 por ciento aproximadamente, lo cual es un ligero aumento desde 1992. Como el crecimiento del PIB ha sido excedido por el aumento anual de la población, el PIB per cápita no ha crecido a la misma velocidad que el PIB propiamente dicho. La tasa de crecimiento más alta durante el período indicado, fue del 1.85 por ciento en 1992.

La tabla indica que han habido pocos cambios en la composición por sectores del PIB desde 1988. La porción de los sectores económicos principales ha declinado un poco como se indica a continuación: en el sector agricultura de Q 5,311 millones (o el 26% del PIB), en 1988 a Q 18,268 millones (o el 25%), en 1994; el sector fabricación del 15% al 14%, y el comercio del 25% al 24%. Por otra parte, los sectores de transporte y comunicación aumentaron del 7% en 1988 al 9% en 1994. Los sectores de electricidad y agua también aumentaron levemente del 2 al 3%.

La agricultura es todavía el sector más importante de la economía nacional. Los productos agrícolas tradicionales tales como el café, azúcar, banana y cardamomo continúan siendo los productos más importantes de exportación, por un total de más del 40% de las ganancias totales de exportación en 1994 (Tabla 3-3). Aunque se espera que la fabricación se fortalezca, el rendimiento parece débil todavía. La construcción es un barómetro sensible del nivel general de la actividad económica y ha fluctuado entre 1988 y 1994 como se muestra en comparación con los valores constantes de 1958 en la Tabla 3-2.

La proporción de formación de capital fijo bruto (GFCF) en el gasto bruto doméstico general (GDE), aumentó de Q 2,747 (o el 13% del GDE) en 1988 a Q 10,572 (o el 14%) en 1994, como lo indica la Tabla 3-4. En particular la participación del sector privado en el GFCF creció de Q 2,157 (o el 10% del GDE) al 12%. Por otro lado, el sector público permaneció pequeño con menos del 3% , y registró un crecimiento negativo (exceptuando en 1989 y 1992), en comparación con los valores constantes de 1958. El consumo del gobierno es todavía bajo en Guatemala, en comparación con los modestos estándares de América Central. Durante el período de 1988 a 1994, el porcentaje de participación en precios actuales cayó del 8 al 6%.

Tabla 3-2 Producto Bruto Nacional por Sector Económico: 1988 - 1994

(Unidad: Millón de Quetzales)

Item	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
PIB a precios actuales							
1 Agricultura	5,311	6,071	8,881	12,135	13,651	15,975	18,268
2 Minas y canteras	56	65	86	124	175	223	259
3 Fabricación	3,169	3,596	5,165	7,031	7,905	9,313	10,703
4 Construcción	441	527	682	921	1,257	1,396	1,482
5 Electricidad y agua	482	576	857	1,184	1,465	1,839	2,170
6 Transporte y transporte público	1,497	1,832	2,733	3,849	4,504	5,408	6,353
7 Comercio	5,042	5,788	8,263	11,446	13,020	15,514	18,229
8 Finanzas y seguros	789	930	1,408	2,005	2,323	2,862	3,451
9 Propiedad inmobiliaria	1,066	1,208	1,736	2,363	2,635	3,101	3,540
10 Servicios públicos	1,420	1,647	2,404	3,344	3,844	4,825	5,725
11 Otros servicios	1,273	1,446	2,101	2,901	3,206	3,787	4,392
PIB a precios actuales	20,545	23,685	34,317	47,302	53,985	64,243	74,572
PIB a precios constantes de 1958							
1 Agricultura	818	843	877	901	931	952	975
2 Minas y canteras	9	9	9	9	12	13	14
3 Fabricación	488	499	510	522	539	555	571
4 Construcción	68	73	67	68	86	83	79
5 Electricidad y agua	74	80	85	88	100	110	116
6 Transporte y transporte público	230	254	270	286	307	322	339
7 Comercio	776	803	816	850	888	924	973
8 Finanzas y seguros	121	129	139	149	159	171	184
9 Propiedad inmobiliaria	164	168	172	176	180	185	189
10 Servicios públicos	219	229	238	248	262	288	306
11 Otros servicios	196	201	208	216	219	226	234
PIB a precios actuales	3,163	3,288	3,390	3,514	3,684	3,828	3,981
Porcentaje (%) de crecimiento real	3.90	3.94	3.10	3.66	4.84	3.93	3.99
Población en 1.000	8,681	8,935	9,197	9,467	9,745	10,030	10,322
PIB per cápita							
en Quetzales a precios actuales	2,367	2,651	3,731	4,997	5,540	6,405	7,225
Tasa de cambio (Q/US\$)	2.620	2.816	4.486	5.029	5.171	5.635	5.751
en US\$	903	941	832	994	1,071	1,137	1,256
en Quetzales a constante de 1958	364	368	369	371	378	382	386
Porcentaje (%) de crecimiento real	0.90	0.98	0.17	0.71	1.85	0.97	1.05

Fuente :
 Principales Indicadores Económicos y Sociales Período 1990 - 1994, enero de 1995, SEGEPLAN
 Boletín Estadístico, octubre - noviembre - diciembre de 1994, Banco de Guatemala
 Estudio Económico y Memoria de Labores 1994, Banco de Guatemala
 Indicadores Económicos de la Evolución de Precios, Salarios, Población y Otras Variables 1995, Banco de Guatemala
 Estadísticas Financieras Internacionales, marzo de 1995, FMI

Tabla 3-3 Productos Principales para Exportación e Importación

Valor FOB de los productos exportados		(Unidad: Millón de Quetzales)				
Año	1990	1991	1992	1993	1994	
Productos tradicionales						
Café	323	286	249	276	346	
Azúcar	120	138	158	156	172	
Banana	68	66	102	102	120	
Cardamomo	35	29	32	39	42	
Carne	27	29	16	15	8	
Algodón	24	10	1	0	0	
Petróleo	21	19	20	25	22	
Total	618	578	579	614	711	
Productos no tradicionales						
Ajonjolí	28	22	19	18	23	
Vegetales y legumbres	27	31	34	36	39	
Productos químicos	27	32	32	33	42	
Tabaco	21	18	36	40	22	
Frutas y envasados	18	32	30	25	28	
Tejido, hilaza e hilos	18	18	14	19	13	
Camarón y pescado	15	19	21	27	31	
Flores y plantas	15	17	21	20	26	
Otros	377	435	510	531	615	
Total	545	624	717	750	840	
Total	1,163	1,202	1,295	1,363	1,550	
Exportaciones a América Central	316	324	395	418	475	
Exportaciones a otros países	847	878	900	945	1,075	
Total	1,163	1,202	1,295	1,363	1,550	
Valor CIF de los productos importados		(Unidad: Millón de Quetzales)				
Año	1990	1991	1992	1993	1994	
Total	1,649	1,851	2,463	2,599	2,781	
Artículos de consumo	317	364	542	709	828	
Materia prima e intermedia	736	850	1,023	940	1,047	
Petróleo y productos del petróleo	186	205	224	217	201	
Materiales de construcción	87	79	117	81	78	
Maquinaria, equipamiento y herramientas	319	351	552	644	624	
Otros	4	2	5	8	4	
Como porcentaje de las importaciones totales						
Artículos de consumo	19.2%	19.7%	22.0%	27.3%	29.8%	
Materia prima e intermedia	44.6%	45.9%	41.5%	36.2%	37.6%	
Combustibles y lubricantes	11.3%	11.1%	9.1%	8.3%	7.2%	
Materiales de construcción	5.3%	4.3%	4.8%	3.1%	2.8%	
Maquinaria, equipamiento y herramientas	19.3%	19.0%	22.4%	24.8%	22.4%	
Misceláneos	0.2%	0.1%	0.2%	0.3%	0.2%	

Fuente: SEGEPLAN, Banco de Guatemala

Tabla 3-4 Gasto Bruto Doméstico: 1988 - 1994

(unidad: millón de Quetzales)

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
GDE a precios actuales							
Consumo privado	17,289	19,837	28,692	39,693	45,899	54,164	63,893
Consumo del gobierno	1,640	1,870	2,324	2,714	3,482	4,151	4,508
Formación de capital fijo bruto	2,747	3,255	4,455	5,760	8,445	10,334	10,572
- Público	590	755	932	1,024	1,622	1,745	1,860
- Privado	2,157	2,500	3,523	4,736	6,823	8,589	8,712
Bolsa de comercio	67	-54	213	1,002	1,448	745	998
Exportación de artículos y servicios	3,309	4,099	6,776	8,349	9,483	11,613	13,173
(menos) Importación de artículos y servicios	4,507	5,323	8,143	10,216	14,771	16,765	18,571
Total	20,545	23,685	34,317	47,302	53,985	64,243	74,572
GDE en 1958 a precios constantes							
Consumo privado	2,470	2,544	2,606	2,706	2,843	2,959	3,103
Consumo del gobierno	273	283	293	298	314	339	353
Formación de capital fijo bruto	300	319	286	297	385	412	397
- Público	89	96	88	85	115	111	106
- Privado	211	223	198	212	270	301	290
Bolsa de comercio	10	-8	21	80	103	49	63
Exportación de artículos y servicios	437	495	528	502	544	596	625
(menos) Importación de artículos y servicios	328	347	344	369	506	527	559
Total	3,163	3,288	3,390	3,514	3,684	3,828	3,981

Fuente: Boletín Estadístico, octubre - noviembre - diciembre de 1994, Banco de Guatemala
 Estudio Económico y Memoria de Labores 1994, Banco de Guatemala
 Estadísticas Financieras Internacionales, marzo de 1995, FMI

b) Balanza de pagos

La Tabla 3-5 muestra que Guatemala ha tenido y continúa teniendo un déficit de cuenta corriente. La creciente importación de mercaderías que comenzó en 1992, aumentó el déficit a más de US\$ 700 millones. El déficit actual de cuentas aumentó levemente a US\$ 713 millones en 1994. Sin embargo, está mejorando, en comparación con la escala del PIB, que es de aproximadamente 5.5 por ciento del PIB en 1994, menor que el 6.2 por ciento en 1993. Este déficit de cuenta corriente ha sido financiado por el excedente de capital. La entrada de capitales se mantuvo fuerte en 1994, con un excedente de cuenta de capital de US\$ 742 millones.

Tabla 3-5 Balanza de Pagos: 1989 - 1994

(Unidad: millón de US\$)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Cuenta corriente	-370	-243	-214	-713	-702	-713
Mercaderías	-358	-217	-443	-1,044	-1,021	-997
Exportaciones (F.O.B.)	1,126	1,211	1,230	1,284	1,363	1,550
Importación (F.O.B.)	-1,484	-1,428	-1,673	-2,328	-2,384	-2,547
Servicios	-262	-258	-31	-59	-44	-165
Exportación	327	410	522	669	721	1,084
Importación	-589	-667	-553	-727	-766	-1,250
Transferencias netas	250	231	260	391	363	448
Privadas	147	174	218	290	309	386
Oficiales	103	57	42	101	54	62
Cuenta de capital	452	256	755	546	705	742
Entrada de capital a largo plazo	221	67	227	294	341	399
Inversiones directas	60	59	90	90	138	28
Capital oficial y bancario	121	-2	-78	76	-78	75
Otro capital a largo plazo	39	10	214	128	280	297
Entrada de capital a corto plazo	231	189	528	251	364	343
Letras comerciales	140	23	524	321	334	263
Otro capital a corto plazo	91	166	4	-70	30	80
Errores y omisiones	-22	-83	19	114	110	-30
Reservas	59	-69	559	-53	113	-2

Fuente: Boletín Estadístico, Banco de Guatemala

c) Ayuda extranjera y deuda

Como puede apreciarse en la Tabla 3-6, durante el período de 1988 a 1994, Guatemala recibió bajo forma de ayuda para desarrollo US\$ 1,537 millones, cuyo promedio anual fue calculado en aproximadamente US\$ 220 millones. La fuente primaria de la ayuda bilateral a Guatemala es la Agencia Norte Americana para Ayuda Internacional (USAID). La ayuda bilateral proveniente de USAID fue casi la mitad del monto total.

La Tabla 3-6 muestra la deuda externa de Guatemala que aumenta gradualmente de US\$ 2,600 millones a US\$ 3,000 millones durante el período de 1988 a 1994. Aunque estuvo a un nivel bajo en comparación con otros países de América Central tales como Honduras, El Salvador, la

deuda pendiente no fue pequeña en comparación con el actual balance de cuentas en la balanza de pagos.

La mayoría de la deuda de Guatemala es propiedad del gobierno. En 1994, el servicio de la deuda total disminuyó de los US\$ 517 en 1992 a US\$ 383 millones, declinando así la proporción de deuda y servicio (DSR) al 10.9% en 1994, que es casi el nivel del comienzo de la década de 1980, y seguramente por debajo del 20% crítico.

Tabla 3-6 Ayuda Extranjera para Desarrollo y Deuda Externa: 1988 - 1994

(Unidad: Millón de US\$)

Item	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Ayuda extranjera	235	262	204	199	198	215	224
Bitateral	193	211	150	155	177	180	157
Multilateral	42	51	54	44	21	35	67
Deuda externa							
Deuda externa	2,639	2,637	2,840	2,825	2,753	2,891	3,017
Deuda a largo plazo	2,255	2,243	2,368	2,362	2,250	2,420	2,529
Deuda a corto plazo	296	321	406	399	473	471	488
Uso del crédito del FMI	88	73	67	64	31	0	0
Total de deuda de servicio	374	304	212	289	517	302	283
Principal	247	172	102	157	346	190	166
Interés	126	132	111	132	171	112	117
Relación Deuda - Servicio (%)	27.5	19.6	12.3	15.3	24.2	14.5	10.9

Fuente: Distribución Geográfica de Corrientes Financieras al Receptor de la Ayuda, OECD
Tablas de Deuda Mundial, Banco Mundial

d) Inflación

La Tabla 3-7 muestra el cambio anual en el índice de precios al consumidor y la inflación. La alta inflación de 1990 y 1991 fue causada por la progresiva depreciación de la moneda al cambio y por los déficits fiscales del gobierno de ese entonces. Las medidas para el equilibrio fiscal fueron tomadas por la administración siguiente. En 1995, la inflación anual promedio fue reducida al 8.41%. Sin embargo, el impuesto al valor agregado fue elevado del 7 al 10% a principios de 1996, lo cual probablemente produzca un efecto inflacionario este año.

Tabla 3-7 Inflación: 1988 - 1995

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Indice de precios al consumidor*	207.73	234.73	331.00	447.23	493.03	558.91	628.81	681.70
Inflación (%)	10.28	13.00	41.01	35.11	10.24	13.36	12.51	8.41

Fuente: Indicadores Económicos de la Evolución de Precios, Salarios, Población y Otras Variables 1995

Nota: * Promedio anual del índice general de precios al consumidor

e) Empleo

La fuerza de trabajo representó el 30% aproximadamente de la población total. La Tabla 3-8 muestra que el volumen de la fuerza de trabajo ha aumentado y que en 1995 alcanzó los 3.3 millones de personas. El porcentaje de desempleo llegó al 35.8% en 1995, aunque desde el punto de vista del porcentaje, tanto el desempleo total como el medio desempleo han venido decreciendo.

Tabla 3-8 Fuerza de Trabajo y Desempleo: 1988 - 1995

	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Fuerza de trabajo (mil personas)	2.722	2.799	2.877	2.958	3.040	3.126	3.213	3.303
Proporción de completo desempleo (a) (%)	8.8	6.1	6.5	6.4	5.7	5.5	5.2	4.3
Proporción de medio desempleo (b) (%)	33.6	35.4	34.7	34.0	33.3	32.7	32.1	31.5
Proporción de desempleo (a) + (b) (%)	42.3	41.5	41.1	40.4	39.1	38.2	37.3	35.8

Fuente: Indicadores Económicos de la Evolución de Precios, Salarios, Población y Otras Variables 1995, Banco de Guatemala

3.3 USO DE LA TIERRA

3.3.1 Uso actual de la tierra

El Área Metropolitana de Guatemala está aumentando marcadamente. Entre 1964 y 1994, la población de la ciudad de Guatemala casi se triplicó. Los indicadores económicos y de construcción reflejaron esta tendencia de alto crecimiento. La rápida urbanización ha traído consigo problemas al área. Los sistemas de utilidades urbanas no fueron desarrollados para servir a la metrópolis en expansión. La migración hacia las áreas urbanizadas ha excedido los trabajos disponibles, resultando en desempleo y salarios reales menores.

A pesar de ello, se prevé que el área metropolitana continuará creciendo, debido principalmente a su ubicación clave en una región que crece rápidamente. El patrón de crecimiento caracterizado por la expansión suburbana relativamente descontrolada, parece estar generalmente concentrado dentro del Área de Estudio y en las áreas industriales, residenciales y comerciales la expansión es evidente.

El patrón de uso de la tierra establecido y autorizado por el "Sistema de Transporte Urbano Completo en el Área Metropolitana de Guatemala" y resumido en la Tabla 3-9, fue preparado en marzo de 1992 por JICA y por consiguiente es usado para este estudio. El Estudio de Transporte mostró que el área total urbana es de 24,916.2 ha, compuesta como se muestra en la Tabla 3-10.

Tabla 3-9 Composición del Uso de la Tierra

Clasificación	Área dentro del Área de Estudio		General Porcentaje (%)
	Área (ha)	Porcentaje con menos de 30° de pendiente (%)	
Área con menos de 30° de pendiente			
Área urbana	24,916.2	52.2	
Granjas	17,760.3	37.2	
Bosques	3,530.5	7.4	
Área de agua	1,352.5	2.8	
Otras	192.5	0.4	
Total	47,752.0	100.0	50.9
Área con más de 30° de pendiente (bosque)	45,973.5		49.1
Total Global	93,725.5		100.0

Fuente: "Sistema de Transporte Urbano Completo en el Área Metropolitana de Guatemala", marzo de 1992, por JICA

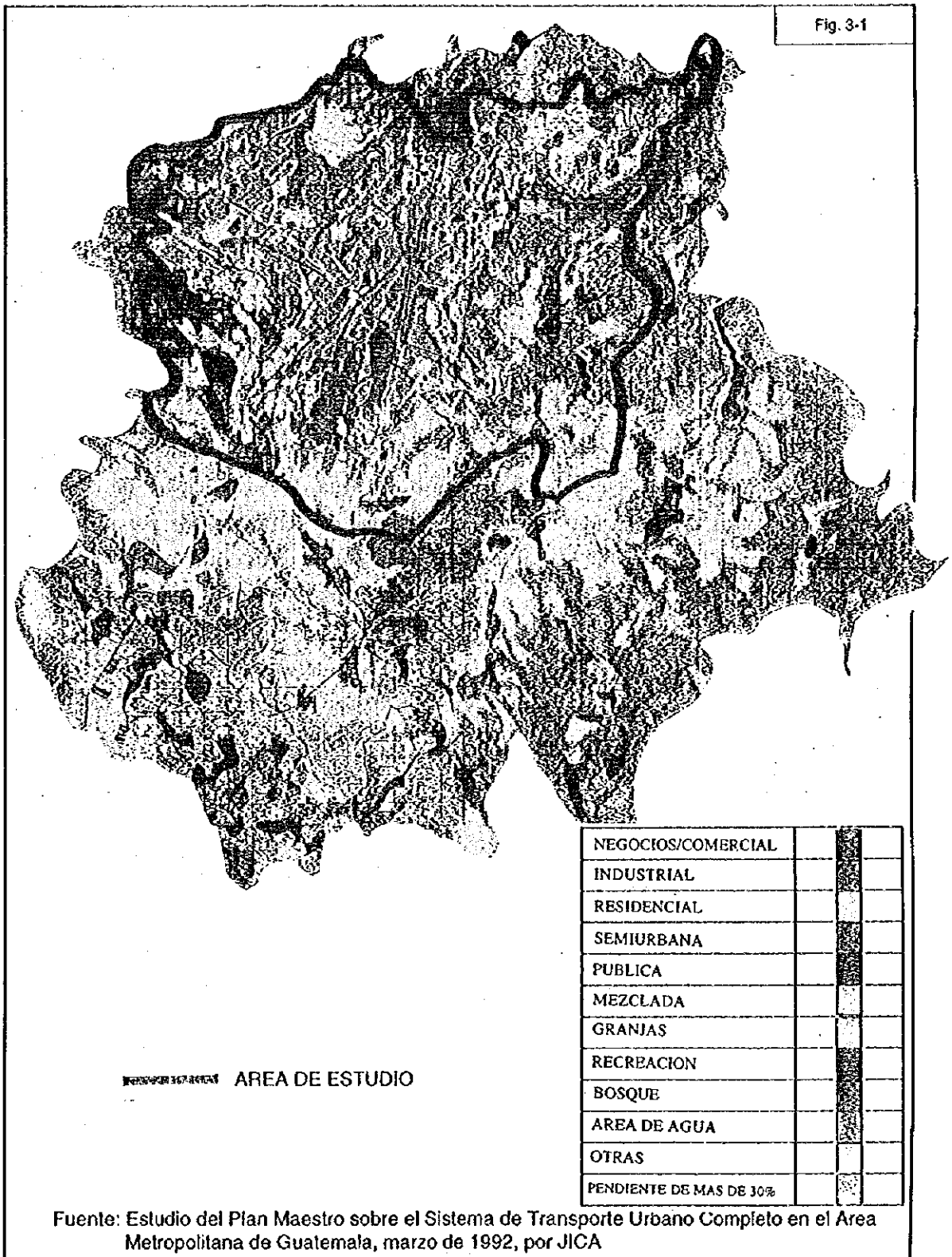
Tabla 3-10 Composición de la Clasificación del Área Urbana

Categoría	Área (ha)	Porcentaje (%)
Residencial	13,279.3	53.3
Negocios / Comercial	538.2	2.2
Industrial	1,134.2	4.6
Pública	998.7	4.0
Mezclada	631.4	2.5
Área verde	394.8	1.6
Semi urbana	7,939.5	31.8
Total	24,916.2	100.0

Fuente: "Sistema de Transporte Urbano Completo en el Área Metropolitana de Guatemala", marzo de 1992, por JICA

La Figura 3-1 muestra el patrón de uso de la tierra en el Estudio de Transporte en 1992, con el Area de Estudio actual de aguas residuales superpuesto sobre el mismo.

Fig. 3-1



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

Las proyecciones arriba indicadas parecen ser razonables dentro del área central urbanizada pero son conjeturas en la periferia de la misma. Sin embargo, las áreas periféricas serán las últimas a tener alcantarillado, y las variaciones de la previsión pueden ser tomadas en consideración antes del diseño final.

3.3.2 Patrón del uso futuro de la tierra

La Fig. 3-2 muestra el patrón de uso de la tierra para el 2015, que está basado en el Plan Maestro de Transporte.

a) Propósito del estudio para uso de la tierra

Hay variadas condiciones que influyen la estimativa del caudal de aguas residuales, incluyendo el suministro de agua, el patrón de uso del agua, las instalaciones de cañerías y alcantarillado y otros criterios. Sin embargo, el área real de tierra ocupada por residencias, fábricas y tiendas fue la base sobre la cual se aplicaron más tarde otros criterios.

Por lo tanto, dentro del Area del Plan Maestro se estableció el área y la ubicación de uso de la tierra para residencias, comercios, industrias y público, y este estudio es la base para el uso proyectado de la tierra y por consiguiente los caudales de aguas residuales a través del período de diseño.

b) Tipos de uso de la tierra

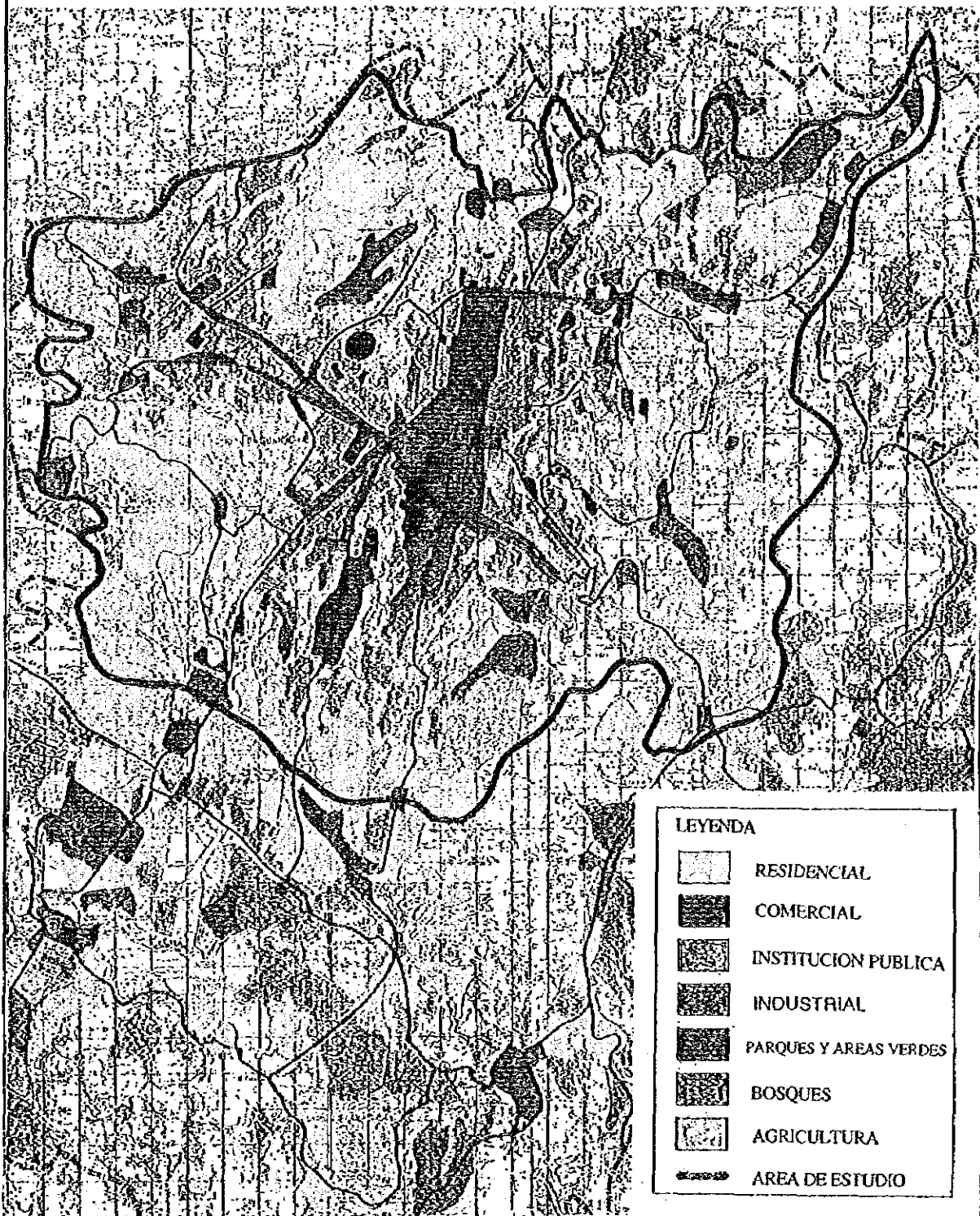
Los diferentes usos de la tierra planeados para el año 2010 están listados a continuación:

Residencial: Las áreas residenciales incluyen la habitación de todo tipo para una sola y múltiples familias, establecimientos sin derecho, edificios para varios usos, en los cuales el uso no residencial está limitado a almacenes o tiendas), y todo otro tipo de estructuras habitables. Las nuevas áreas residenciales suman 6,370 ha, y están planeadas para acomodar un aumento de población de 639,000 personas que no pueden ser absorbidas en las áreas urbanas existentes. Las densidades promedio de la población en estas áreas fueron asumidas de la siguiente manera:

Guatemala Central y Zona 18	150 personas/ha
Áreas urbanas en general	100 personas/ha
Zonas residenciales de clase alta	70 personas/ha

La ubicación de nuevas áreas residenciales está mostrada en la Tabla 3-11:

Fig. 3-2



Fuente: Estudio del Plan Maestro sobre el Sistema de Transporte Urbano Completo en el Area Metropolitana de Guatemala, marzo de 1992, por JICA

<p>REPUBLICA DE GUATEMALA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA DE LA CIUDAD DE GUATEMALA (EMPAGUA)</p>	<p>ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA</p>	<p>TITULO Uso de la tierra de el area del estudio (2015)</p>
	<p>AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON</p>	

Tabla 3-11 Ubicación de Nuevas Areas Residenciales

Municipalidad	Area (ha)	Porcentaje	promedio de la población (personas/ha)
Guatemala Central	417.3	6.5	150.0
Guatemala Este	1,000.0	15.7	120.0
Mixco	850.0	13.0	92.9
Villa Nueva	1,952.5	30.7	94.5
San Miguel Petapa	1,000.0	15.7	100.0
Santa Catarina Pinula	1,150.0	18.1	80.4
Total	6,369.8	100.0	100.2

Fuente: "Sistema de Transporte Urbano Completo en el Area Metropolitana de Guatemala", marzo de 1992, por JICA

Industrial: El uso industrial de la tierra incluye toda la industria pesada y la industria ligera a la cual se le puede atribuir el uso significativo del agua. Las industrias caseras y las tiendas en planta baja tipo familiares dentro de un edificio residencial fueron listadas como residencias. Las nuevas áreas industriales deben estar ubicadas en tierra habitable a lo largo de las carreteras ramales regionales. Del total de 1,400 ha la nueva área industrial de 500 ha estará emplazada a lo largo de CA-9, de la ruta departamental 10 y 250 ha a lo largo de CA-1 en Fraijanes. En Mixco, 50 ha han sido planificadas para desarrollo industrial a lo largo de CA-1 y de la Calzada San Juan Sacatepequez. La ubicación de las nuevas áreas industriales están mostradas en la Tabla 3-12 a continuación:

Tabla 3-12 Ubicación de Nuevas Areas Industriales

Municipalidad	Area (ha)	Porcentaje
Guatemala Central	-	-
Guatemala Este	250.0	17.9
Mixco	100.0	7.1
Villa Nueva	500.0	35.7
San Miguel Petapa	300.0	21.4
Santa Catarina Pinula	250.0	17.9
Total	6,369.8	100.0

Fuente: "Sistema de Transporte Urbano Completo en el Area Metropolitana de Guatemala", marzo de 1992, por JICA

Comercial / Institucional: En los distritos comerciales están incluidos edificios que son usados como mercados, "Shopping Centers", edificios de oficinas, almacenes, establecimientos para venta al por menor, teatros y similares, mientras que el uso institucional de la tierra incluye

escuelas y colegios, la mayoría de las oficinas públicas, hospitales, estadios para deportes y bases militares.

Los nuevos centros comerciales e institucionales totalizan 390 ha, como se muestra en la Tabla 3-13 y estarán ubicados en toda el Area, particularmente en Santa Catarina Pinula / Frojanes, dónde el número de residentes con altos ingresos puede aumentar y dónde no hay instalaciones comerciales actualmente.

Tabla 3-13 Ubicación de los Nuevos Núcleos Comerciales e Institucionales

Municipalidad	Area (ha)	Porcentaje
Guatemala Central	40.0	10.3
Guatemala Este	70.0	17.9
Mixco	60.0	15.4
Villa Nueva	80.0	20.5
San Miguel Petapa	50.0	12.8
Santa Catarina Pinula	90.0	23.1
Total	390.0	100.0

Fuente: "Sistema de Transporte Urbano Completo en el Area Metropolitana de Guatemala", marzo de 1992, por JICA

Las áreas urbanas planeadas para el 2010 totalizan 33,400 ha, de las cuales 8,200 ha serán desarrolladas por primera vez. El área urbana ocupará aproximadamente 72% de la tierra habitable. Aproximadamente un tercio de las nuevas áreas urbanas estará ubicada en Villa Nueva, dónde las áreas residenciales e industriales aumentarán notablemente. El resto será distribuido casi en partes iguales entre Guatemala Este, Mixco, Petapa y Santa Catarina Pinula. Los distritos no urbanos tendrán una extensión aproximada de 13,000 ha, de las cuales 10,700 ha serán tierras para granjas y 2,262 ha bosques. El plan general para uso de la tierra está resumido en la Tabla 3-14.

c) Plan de uso de la tierra para el año 2015

Al planificar el sistema de alcantarillado, son esenciales elementos básicos tales como el patrón de uso de la tierra, distribución de la población, tendencias de desarrollo, etc., para estimar las características y cantidades de aguas residuales presentes y futuras. Para este propósito, el plan de uso de la tierra en el año 2015 ha sido elaborado en principio, basándose en el plan de uso de la tierra en el 2010, establecido en el Estudio de Sistema de Transporte, como lo resume la Tabla 3-15.

Tabla 3-14 Resumen del Plan de Uso de la Tierra para el 2010

Municipalidad	Area urbana (ha)			Area no urbana (ha)			Total Tierra habitable (ha)
	Existente	Nueva	Subtotal	Granjas	Bosques	Subtotal	
Guatemala Central	7,461.1	457.3	7,923.4	155.0	329.0	484.0	8,407.4
Guatemala Este	2,522.8	1,320.0	3,842.8	620.0	341.5	961.5	4,804.3
Mixco	4,539.8	1,010.0	5,549.8	122.5	625.5	748.0	6,297.8
Villa Nueva	4,632.5	2,532.5	7,165.0	1,297.5	302.5	1,600.0	8,765.0
Petapa	3,437.5	1,350.0	4,787.5	2,920.0	440.0	3,360.0	8,147.5
Santa Catarina Pinula	2,655.0	1,490.0	4,145.0	5,607.5	225.0	5,832.5	9,977.5
Total	25,253.7	8,159.8	33,413.5	10,722.5	2,263.5	12,986.0	46,399.5

Fuente : "Sistema de Transporte Urbano Completo en el Area Metropolitana de Guatemala", marzo de 1992, por JICA

Tabla 3-15 Distribución del Uso de la Tierra por Municipalidad en el 2015

(Unidad: ha*)

Municipalidad	Residencial y comercial	Industrial	Pública	Areas verdes	Valles y otros	Total
Central Guatemala	9,257	722	404	345	7,622	18,350
Mixco	4,2396	116	52	220	3,596	8,280
Villa Nueva	1,146	28	56	55	1,015	2,300
San Miguel Petapa	370	-	-	-	30	400
Villa Canales	960	-	-	-	80	1,040
Santa Catarina Pinula	1,375	-	-	274	1,911	3,560
Chinaulta	215	-	-	-	305	520
San Pedro Ayampuc	-	-	-	-	50	50
Total	17,619	866	512	894	14,609	34,500

Fuente : Elaborado por el Grupo de Estudio de JICA

CAPITULO 4

CONDICIONES AMBIENTALES

4 CONDICIONES AMBIENTALES

4.1 CONDICIONES AMBIENTALES DEL AGUA

4.1.1 Calidad del agua

Como se describe en la Sección 2.4, la cuenca del río Motagua drenada por el río Las Vacas por el norte y la cuenca del río Michatoya drenada por el río Villalobos al sur, son los sistemas hidrográficos más importantes del Area de Estudio.

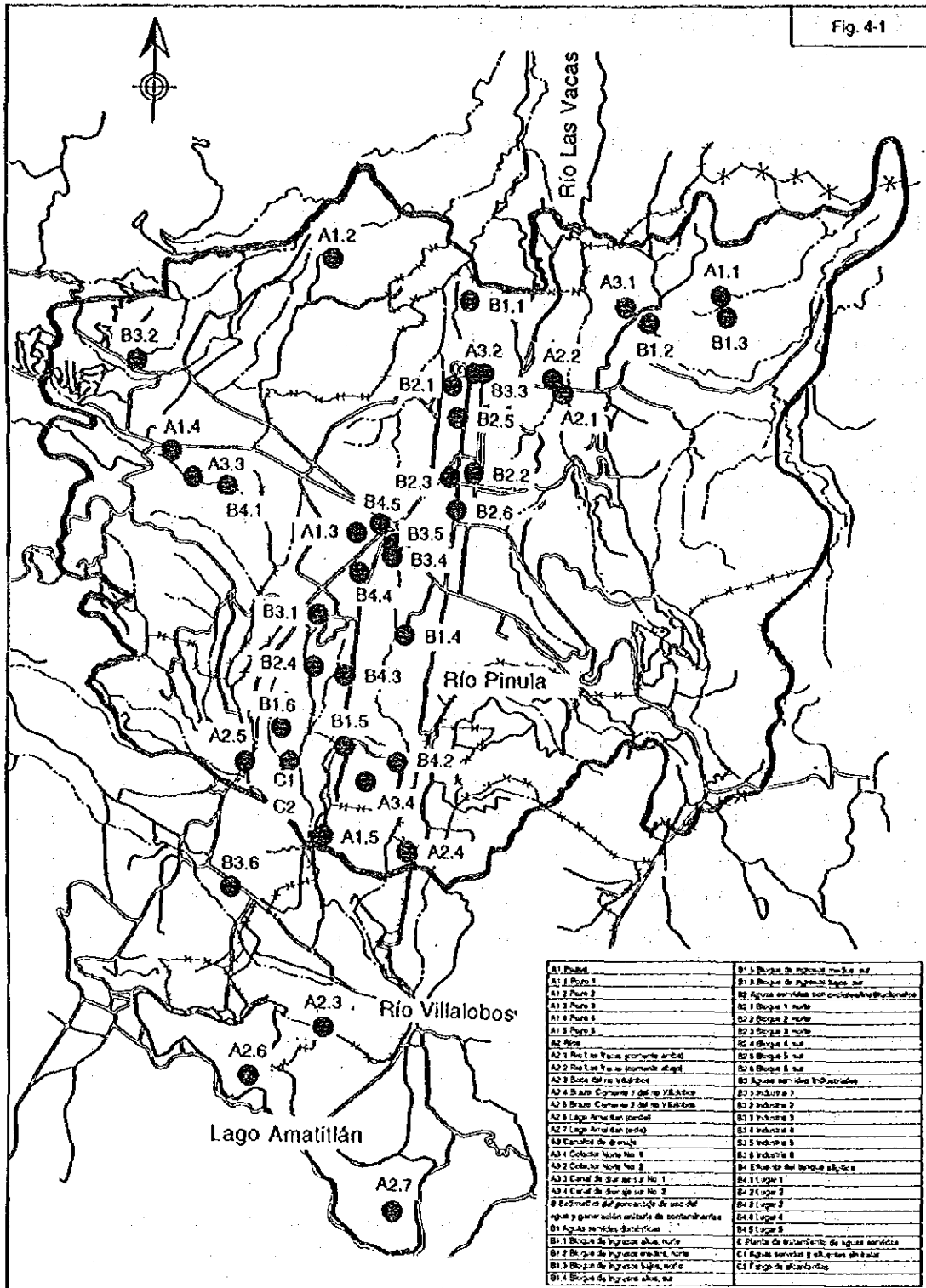
Los ríos y el agua subterránea son explotados para suministro de agua, cuyos detalles están descritos en el Informe B de Apoyo sobre Fuentes de Suministro de Agua y Efectos de las Descargas de Aguas Residuales. La contaminación con materia fecal es evidente en toda el agua superficial de las tomas de agua y más notablemente en el río Pinula que posee dos tomas de agua.

Exceptuando algunas pequeñas plantas de tratamiento de aguas residuales y tratamiento en el sitio con tanques sépticos para individuos/comunidades, el tratamiento de las aguas residuales es prácticamente inexistente, resultando en la descarga de aguas residuales no tratadas. Estas descargas son eventualmente drenadas por los ríos en el Area de Estudio, particularmente por los ríos Las Vacas y Villalobos. El Gran Colector Norte que drena la mayoría de las descargas de la ciudad de Guatemala en el río Las Vacas no posee ningún tratamiento y termina finalmente en el río Motagua afectando a los usuarios corriente abajo. Las aguas residuales descargadas por el Gran Colector Norte conforman la mayor parte del flujo hacia el río Las Vacas.

Al sur no existen grandes descargas individuales de aguas residuales tales como las del Gran Colector Norte, y las descargas de las aguas residuales terminan en el río Villalobos que descarga en el lago Amatitlán.

Los estudios de la calidad del agua fueron efectuados para investigar los niveles de contaminación en los cuerpos de agua públicos, y para estimar la generación unitaria de cargas contaminantes; los detalles de los estudios pueden ser encontrados en el Informe E de Apoyo sobre Estudios de la Calidad del Agua. Los estudios fueron efectuados durante el período que va de abril a junio de 1995. El análisis de la calidad del agua fue responsabilidad del Laboratorio Radioquímico del Ministerio de Energía y Minas (ALGEN). La Fig. 4-1 muestra la ubicación de los lugares dónde se tomaron muestras para comprobar la calidad del agua.

Fig. 4-1



A1 Punto 1	B1 Bodega de depósito aguas sur
A1.1 Punto 1	B1.1 Bodega de depósito aguas sur
A1.2 Punto 2	B2 Bodega servicios sanitarios y residuales
A1.3 Punto 3	B2.1 Bodega 1 norte
A1.4 Punto 4	B2.2 Bodega 2 norte
A1.5 Punto 5	B2.3 Bodega 3 norte
A2 Río	B2.4 Bodega 4 sur
A2.1 Río Las Vacas por debajo de A2.1	B2.5 Bodega 5 sur
A2.2 Río Las Vacas por encima de A2.1	B2.6 Bodega 6 sur
A2.3 Bodega de residuos	B3 Bodega servicios industriales
A2.4 Bodega Comercio 1 del río Villalobos	B3.1 Industria 1
A2.5 Bodega Comercio 2 del río Villalobos	B3.2 Industria 2
A2.6 Lago Amatitlán norte	B3.3 Industria 3
A2.7 Lago Amatitlán sur	B3.4 Industria 4
A3 Canal de drenaje	B3.5 Industria 5
A3.1 Colector Norte No. 1	B3.6 Industria 6
A3.2 Colector Norte No. 2	B4 Bodega del parque agrícola
A3.3 Canal de drenaje No. 1	B4.1 Lago 1
A3.4 Canal de drenaje No. 2	B4.2 Lago 2
B Edificios del procesamiento de azúcar	B4.3 Lago 3
B y generación central de contenedores	B4.4 Lago 4
B1 Aguas servidas domésticas	B4.5 Lago 5
B1.1 Bodega de higiene aguas norte	B4.6 Lago 6
B1.2 Bodega de higiene aguas sur	C1 Planta de tratamiento de aguas servidas
B1.3 Bodega de higiene aguas norte	C2 Agua servida a edificios de la zona
B1.4 Bodega de higiene aguas sur	C3 Fango de alcantarillas

REPUBLICA DE GUATEMALA
GUATEMALA MUNICIPAL WATER
SUPPLY CORPORATION

ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL
MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL
AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA

AGENCIA DE COOPERACION
INTERNACIONAL DEL JAPON

TITULO
MAPA DE UBICACION
DE LOS PUNTOS DE
MUESTREO DE
CALIDAD DEL AGUA

Tabla 4-1 Calidad del Agua del Gran Colector Norte y del Río Villalobos

Parámetro	Unidades	Río Villalobos (en el Puente que Conecta los Canales Villa y San Miguel Petapa)						Gran Colector Norte						
		06-02-95	02-02-95	30-01-95	25-01-95	23-01-95	26-01-95	02-02-95	06-02-95	30-01-95	06-02-95	30-01-95		
Temperatura	°C	24	22	23	20	20	8:20	9:35	10:35	14:10	13:25			
pH		7.10	7.30	7.10	7.20	7.20	7.20	477	498	873	514	364	7.30	
Total de Sólidos	mg/L	870	3681	917	576	477	576	498	873	514	364	250	7.30	
Sólidos Disueltos	mg/L	410	450	490	390	325	390	380	515	295	250	250	7.30	
Sólidos Sedimentables	mL/L	4.7	11.0	4.0	3.7	0.5	3.7	0.7	0.7	0.6	0.7	0.7	7.30	
DBO5	mg/L	250	345	290	130	150	130	200	240	150	70	70	7.30	
DQO	mg/L	320	585	425	225	188	225	350	370	190	90	90	7.30	
T-P	mg/L	14.25	10.25	12.0	6.5	12.0	6.5	23.5	12.75	9.75	10.50	10.50	7.30	
NO3-N	mg/L	33.44	31.24	29.60	27.26	14.98	27.26	58.96	24.64	11.88	12.44	12.44	7.30	
NH4-N	mg/L	12.0	2.5	11.75	10.0	19.5	10.0	16.75	17.00	10.0	7.0	7.0	7.30	
PO4-P	mg/L	4.25	5.25	3.55	3.10	4.0	3.10	9.25	4.75	3.0	3.8	3.8	7.30	
NO2-N	mg/L	0.14	0.066	0.155	0.049	0.02	0.049	0.587	0.033	0.37	0.40	0.40	7.30	
Total de Bacilos Coliformes	MPN/100mL	>24E+14	>24E+14	>24E+14	>02E+12	>02E+12	>02E+12	>02E+12	>24E+14	>24E+14	>24E+14	>24E+14	>24E+14	
Bacilos Coliformes Fecales	MPN/100mL	>24E+14	>24E+14	>24E+14	>02E+12	>02E+12	>02E+12	>02E+12	>24E+14	>24E+14	>24E+14	>24E+14	>24E+14	

Fuente : EMPAGUA

a) Ríos y canales

La Tabla 4-1 muestra la calidad del agua del río Villalobos y del Gran Colector Norte desde enero a febrero de 1995. Las concentraciones de DBO variaron de 130 a 345 mg/l y 70 a 240 mg/l en el río Villalobos y el Gran Colector, respectivamente. Los niveles de nitrato y nitrógeno fueron de 27.26 a 33.44 mg/l y de 11.88 a 58.96 mg/l, respectivamente.

La Tabla 4-2 muestra los porcentajes de flujo y la calidad del agua del río Las Vacas cerca del Gran Colector, y de los ríos Villalobos, Pinula y Molino, medidas en este Estudio.

La calidad del agua de los ríos fue casi similar a la del agua de alcantarillado. Las concentraciones de DBO variaron de 11 a 29 mg/l. Debido al flujo del alcantarillado en los ríos, el caudal de los mismos varió durante las horas del día. Los ríos funcionan como canales abiertos de alcantarillado.

Basándose en las mediciones efectuadas corriente arriba y corriente abajo del río Las Vacas cerca del Gran colector, se estimó la calidad del agua servida (DBO), y el caudal del Gran Colector, que están mostrados en la Tabla 4-3. Las concentraciones de DBO promedio durante el día fueron de 277 y 242 mg/l, y las concentraciones de SS fueron de 246 y 318 mg/l, para el primer y segundo muestreo respectivamente.

La concentración promedio de T-N (total de nitrógeno) del río Villa Lobos fue de 0,51 mg/l (0.20 a 1.88), de 1969 a 1970, comparada con 10 a 32.9 mg/l en 1995, lo que indica un drástico aumento de la contaminación del lago Amatitlán. La concentración de nitrato y nitrógeno promedio en el río Villalobos en 1970 fue de 0.1 mg/l (Ríos Guatemalteco, 1969 - 1970, Chales Weiss), comparadas con 27.26 a 33.44 mg/l (Tabla 4-1), en enero y febrero de 1995, indicando otra vez un drástico aumento de la carga de contaminantes en el lago.

Como no hay tratamiento, es evidente que las concentraciones de contaminantes de las descargas de la alcantarilla colectora y de los canales de drenajes son similares a aquellas del alcantarillado sin tratamiento y representan las concentraciones de aguas residuales que pueden ser previstas. Por ejemplo, las concentraciones de DBO variaron de 74 a 442 mg/l, con una concentración promedio de 172 mg/l, y una desviación estándar de 104 mg/l, durante las horas diurnas. Comparadas con las de los ríos, las concentraciones de SS fueron más bajas, indicando el efecto del suelo erosionado en el agua del río.

Tabla 4-2 Calidad del Agua de los Ríos (1/2)

Parámetro	Río Las Vacas (Cerca de la salida del Gran Colector)										Río Villalobos y sus Tributarios					
	Corriente Arriba de la Salida		Corriente Abajo de la Salida		Boca del río Villalobos (cerca Cultivos Maya)		Río Pinula (Puente Villa Hermosa)		Río Molino (Puente Villalobos)							
	A2.1	A2.2	A2.2	A2.2	A2.3	A2.3	A2.4	A2.4	A2.5	A2.5						
	3-05-95										27-04-95				27-04-95	
Caudal, m ³ /s	7:45	12:30	15:10	8:30	13:15	16:30	8:30	13:25	15:15	9:00	12:45	16:00	11:30	14:00	15:30	
	0.525	0.729	0.633	1.646	1.547	1.448	1.119	0.792		0.313	0.276		0.114		0.148	
Temperatura, °C	18	24	21	22	23	22	18	23	22	19	22	21	20	21	22	
Muestra	19	26	26	24	25	24	20	26	26	22	24	25	22	25	25	
pH	7.7	7.7	7.7	7.9	7.7	7.7	8.1	7.7	7.7	9.3	8.6	7.3	7.9	8.0	8.0	
DO, mg/l	4.86	-	-	3.80	-	-	0.49	-	-	3.11	-	-	3.30	-	-	
DBO5, mg/l	11	25	40	213	111	200	214	49	112	292	122	117	177	190	168	
DQO, mg/l	12	36	42	219	192	208	222	257	230	332	202	161	280	264	188	
SS, mg/l	148	6	80	128	274	156	2.176	496	1.252	536	996	292	388	444	416	
T-N mg/l	0.55	1.95	0.61	62.4	20.4	27.1	32.9	30.3	10.0	62.9	24.0	19.4	37.1	39.1	9.9	
T-P (Total de fósforo), mg/l	0.90	1.52	1.93	5.45	4.86	4.48	8.87	5.82	4.04	2.64	2.46	2.59	5.83	3.94	3.34	
Bacteria coliforme fecal, MPN/100 ml	4.6E06	>24E06	40E+02	11E+06	2.1E06	>24E06	>24E06	>24E06	>24E06	1.5E05	1.1E06	>24E06	>24E06	>24E06	>24E06	
SO4-2, mg/l	12.1	6.1	3.4	78.4	24.0	27.8	16.1	4.0	12.0	6.0	4.8	0.7	267	329	29	
Cloro (Cl-), mg/l	13.8	18.3	20.3	30.6	56.8	41.0	28.2	22.7	27.2	88.5	21.3	20.3	34.6	18.3	18.8	

Fuente: Grupo de Estudio

Tabla 4-2 Calidad del Agua de los Ríos (2/2)

Parámetro	Río Las Vacas(Cerca de la salida del Gran Colector)						Río Villalobos y sus Tributarios								
	Corriente Arriba de la Salida			Corriente Abajo de la Salida			Boca del río Villalobos (cerca de Cultivos Maya)		Río Pinula (Puente Villa Hermosa)		Río Molino (Puente Villalobos)				
	A2.1	A2.2	A2.3	7-06-95	7-06-95	7-06-95	18-05-95	18-05-95	A2.4	A2.5	18-05-95	18-05-95			
Caudal, m³/s	7:15	12:30	15:30	7:45	13:15	16:00	9:30	13:30	15:30	8:30	12:30	16:00	7:30	12:30	15:30
	0.443	0.511	0.365	1.512	1.149	1.483	0.140	0.468	0.397	0.234	0.350	0.099	0.226	0.022	0.036
Temperatura, °C	20	25	20	22	25	21	21	24	22	20	23	22	24	26	24
Muestra	21	27	26	25	27	26	22	27	26	22	25	26	19	21	20
pH	7.5	7.5	7.5	7.6	7.4	7.5	7.7	7.7	7.7	8.4	7.5	7.5	8.1	8.7	9.1
DO, mg/l	3.6	-	-	1.85	-	-	2.3	-	-	2.00	-	-	1.79	-	-
DBO5, mg/l	42	47	107	205	209	146	135	112	192	110	175	117	74	110	96
DQO, mg/l	44	86	117	222	272	222	167	177	203	142	299	172	175	271	98
SS, mg/l	36	40	660	264	156	1.436	24	636	876	252	768	24	88	4	12
T-N, mg/l	4.9	0.17	6.3	31.5	9.8	9.0	16.7	47.7	26.7	27.2	47.2	15.3	58.6	47.5	52.8
T-P (Total de fósforo), mg/l	2.0	3.3	2.3	6.1	5.1	5.1	4.3	7.2	6.5	5.6	3.9	1.8	4.9	4.4	3.6
Bacteria coliforme fecal, MPN/100 ml	28E+04	30E+04	20E+04	20E+04	11E+04	15E+04	>11E+06	02E+06	02E+06	04E+04	20E+04	30E+04	28E+04	07E+04	21E+02
SO4-2, mg/l	0.6	6.7	4.9	3.4	7.3	11.2	13.2	11.9	12.9	7.9	24.4	9.9	22.0	17.4	20.0
Cloro (Cl-), mg/l	14.8	9.4	23.2	30.2	57.8	42.0	51.9	60.3	43.5	26.2	58.3	19.3	38.6	39.0	34.6

Fuente: Grupo de Estudio

Tabla 4-3 Cálculo de la Calidad del Agua y Caudal del Gran Colector Norte

Fecha	Hora	Caudal, m ³ /seg.	DBO ₅ , mg/l.	SS mg/l.	DQO mg/L	T-N mg/L.	T-P mg/L.
03-05-95	7:45~	1.121	308	119	316	91	7.6
	12:30~	0.818	188	513	331	37	7.8
	15:10~	0.815	324	215	337	43	6.5
	Promedio Diurno	0.912	277	264	327	61	7.3
07-06-95	7:15~	1.069	271	358	296	43	7.8
	12:30~	0.638	339	249	421	18	6.5
	15:30~	1.118	159	1689	256	10	6.1
	Promedio Diurno	0.863	242	860 (318)	308	24	6.8

Nota: El promedio diurno de la concentración de SS mostrada entre paréntesis (318) excluye la concentración de SS de 1.689 mg/l el 7 de junio de 1995.

b) Lago Amatitlán

La calidad del agua del lago Amatitlán muestra una diferencia entre las partes este y oeste del lago, especialmente en términos de concentraciones de cloro. Las concentraciones de cloro fueron de 99.3 a 165.1 mg/l en la parte oeste mientras que las de la parte este fueron de 23.2 a 25.3 mg/l. Sin embargo, los límites de las concentraciones son similares a los valores medidos en 1970 en las estaciones este y oeste que variaron de 147 a 170 mg/l al oeste y de 83 a 90 mg/l en el este.

Las concentraciones de sulfato no mostraron grandes variaciones y también son similares a los valores medidos en 1970.

Probablemente la característica más importante del lago Amatitlán es la baja concentración de T-P que no ha variado mucho durante los últimos cuarenta años. La misma fue de 0.0455 a 0.053 mg/l en 1950, de 0.035 a 0.046 mg/l en 1970 y de 0.028 a 0.042 mg/l en este estudio (excluyendo los 0.391 mg/l para A2.7), que necesita ser confirmada, por detalles refiérase al Informe de Apoyo E). Un estudio previo realizado por Charles Weiss (1970, indicó estas características, haciendo notar al mismo tiempo que éste puede ser el factor limitador que evita que ocurra la eutrofización en gran escala, aunque la carga de contaminantes hacia el lago esté aumentando.

Las concentraciones de DQO en la parte oeste no mostraron mucha variación (59 a 24 mg/l), mientras que aquellas de la parte este mostraron variaciones extremas (67 a 7.5 mg/l). Desafortunadamente, los valores de DQO (o DBO) que indican la contaminación directa, no

están disponibles para 1970, o después y por este motivo no es posible realizar comparaciones.

c) Agua freática

El agua freática es empleada para suministro de agua, mientras que el deshacerse de las aguas residuales por infiltración es un método ampliamente practicado para deshacerse de las aguas residuales domésticas e industriales. Como se ha descrito en las secciones anteriores, las aguas residuales sin tratar fluyen a los ríos y canales. Como se describió en el Informe de Apoyo B (Tabla B-10), los pozos cercanos al río Villalobos y cerca de Ojo de Agua (Pozo Anexo y Pozo Diamante), son gradualmente contaminados por la infiltración de aguas residuales sin tratar que se descargan en el río.

Exceptuando por los pozos de agua freática para suministro de agua, no existe el monitoreo sistemático y no hay control del método para deshacerse de las aguas residuales en el agua subterránea.

4.1.2 Generación de cargas de contaminantes

a) Fuentes domésticas

Los estudios sobre las fuentes domésticas fueron efectuados durante el día y así es necesario asumir resultados para poder estimar la carga unitaria de contaminantes. Las fuentes de aguas residuales domésticas fueron seleccionadas principalmente en las plantas de tratamiento de pequeña escala y se basó en el nivel de ingresos del usuario. El consumo de agua será estimado a partir de los datos de suministro de agua. Exceptuando La Cañada, las concentraciones diurnas de DBO variaron de 120 a 503 mg/l con un promedio de 297 mg/l (Tabla 4-4). La cañada es un área de altos ingresos con un gran consumo de agua. Las concentraciones diurnas promedio de SS fueron de 183 mg/l (172 a 380 mg/l). De forma similar, las concentraciones de T-N y T-P fueron de 36.3 y 6.22 mg/l respectivamente.

El consumo de agua de las familias en las colonias estudiadas fue estimado utilizando los datos leídos en el contador de EMPAGUA de enero de 1994 a mayo de 1995, exceptuando Cañada de San Angel y Pinares del Norte. Sólo se utilizaron las lecturas reales, excluyendo las estimadas, y las lecturas del contador por debajo de 3 m³ y superiores a los 90 m³, también fueron excluidas. El consumo de agua para Cañada De San Angel, fue obtenido de la lectura del contador de agua de toda la colonia desde febrero a abril de 1995, y el de Pinares Del Norte fue estimado en base a la capacidad de bombeo y tiempo de funcionamiento. El promedio per cápita de consumo de agua fue calculado asumiendo 5.5 personas por familia y se encuentra entre 136 y 97 lpcd.

La Tabla 4-5 muestra los resultados de la carga unitaria per cápita asumiendo que la relación entre la carga diurna y la carga total es de 0.6. La carga de DBO per cápita para las colonias con ingresos medios y bajos se encuentra entre 15 y 27 gpcd, mientras que para la Cañada de San Angel, que es un área de altos ingresos, es de 53 gpcd.

Tabla 4-4 Calidad del Agua de las Fuentes de Aguas Residuales Domésticas

Parámetro	Región Norte						Región Sur					
	Cañada de San Angel (Ingresos Altos)		Pinares Del Norte (Ingresos Medios)		Santa Elena II (Ingresos Bajos)		La Cañada (Ingresos Altos)		Bello Horizonte (Ingresos Medios)		Villalobos II (Ingresos Bajos)	
	B1.1	B1.2	B1.3	B1.4	B1.5	B1.6	10-05-95	24-05-95	11-05-95	25-05-95	10-05-95	25-05-95
pH	7.6	7.3	7.2	7.6	7.2	7.2	7.6	7.4	7.1	7.4	7.1	7.1
DBO ₅ , mg/l	351	342	360	120	138	138	37	32	280	236	229	503
DQO, mg/l	389	360	426	260	354	354	69	121	308	245	418	797
SS, mg/l	172	208	204	244	208	208	208	32	380	216	228	276
T-N, mg/l	42.5	37.8	38.8	26.6	20.9	20.9	27.5	42.7	67.2	38.8	67.2	68.6
T-P (Total de Fósforo), mg/l	8.30	10.12	6.00	5.70	5.52	5.52	2.83	3.47	6.86	6.86	7.08	9.08
Bacteria Coliforme Fecal, MPN/100 ml	> 24E+06	> 24E+06	46E+04	11E+06	28E+04	28E+04	> 24E+06	28E+04	> 24E+06	> 24E+06	> 24E+06	> 24E+06
SO ₄ -2, mg/l	15.6	20.4	15.4	11.9	10.8	10.8	7.2	9.3	22.4	10.6	29.6	13.5
Cloro (Cl ⁻), mg/l	28.7	29.2	47.0	25.2	23.7	23.7	26.2	7.4	35.6	17.8	38.1	31.6

Fuente: Grupo de Estudio

Tabla 4-5 Generación Unitaria de Carga per Cápita Para Fuentes Domésticas

Colonia	Consumo de Agua lcpd	Generación de Aguas Residuales ** lcpd	Carga per Cápita gr/(persona/día)				
			DBO	DQO	SS	T - N	T - P
Cañada De San Angel	136 #	167	53	60	15	4.7	1.2
Pinares Del Norte	108 *	122	23	31	23	3.2	0.8
Santa Elena II	115	63	15	21	11	1.7	0.3
La Cañada	333	-	-	-	-	-	-
Bello Horizonte	133	121	27	29	33	5.8	0.7
Villalobos II	97	86	24	41	18	4.9	0.6

Nota: # Estimado en base a las lecturas del contador de agua de Colonia Canadá y La Floresta para los meses de febrero a abril de 1995.

* Estimado en base a la capacidad de bombeo y tiempo de operación de la bomba.

** La generación de aguas residuales es estimada a partir del caudal de flujo de las mismas medido durante el día y asumiendo lo siguiente: 1) La relación del caudal diurno y el caudal total es de 0.5; 2) La relación de la carga diurna y la carga total es de 0.6; y 3) El número promedio de personas por familia es 5.5.

Fuente: Grupo de Estudio

b) Fuentes institucionales y comerciales

Comparadas con las aguas residuales domésticas, la concentración de aguas residuales institucionales y comerciales es baja, especialmente en términos de SS. Las concentraciones de DBO variaron de 65 a 354 mg/l; la más alta provino de una escuela y la más baja provino del edificio de la municipalidad.

c) Fuentes industriales

De las seis industrias estudiadas, sólo cuando de las mismas pudieron ser muestreadas dentro del complejo industrial, por eso el resto fue muestreado en los registros hombre de la calle. Las industrias procesadoras de carne, cervecerías y textiles, utilizaron la mayoría del agua.

Se encontraron altas concentraciones de DBO en la cervecería y curtiduría que fueron de 3,544 y 3,028 mg/l, respectivamente. La concentración de DBO de la cervecería fue inesperadamente baja, probablemente debido a la disolución de aguas residuales de limpieza de botellas.

Las concentraciones de SS fueron más altas en todas las industrias, probablemente excediendo los estándares de sólidos sedimentables.

La relación de DBO/DQO de las aguas residuales farmacéuticas, teñido de textiles y procesamiento de carnes, fueron de 0.54 a 0.93, indicando la posibilidad de tratamiento biológico. En las aguas residuales de productos lácteos, la relación DBO/DQO de la primera muestra fue muy baja ($556/3.544 = 0.16$), mientras que la segunda muestra fue de 0.71. La presencia de detergentes o de grasas, puede haber causado la baja relación DBO/DQO. El agua servida de la cervecería mostró mucha diferencia de relación DBO/DQO entre la primera y segunda muestra (0.26 y 0.74).

d) Efluentes de tanques sépticos

Las concentraciones de DBO de los efluentes de los tanques sépticos estuvieron entre 108 a 231 mg/l. Tres de los tanques sépticos mostraron concentraciones de SS que variaron entre 76 y 152 mg/l, indicando la sedimentación insuficiente, mientras que los otros dos mostraron concentraciones muy bajas de SS.

e) Ríos

La Tabla 4-6 muestra las cargas diurnas de contaminantes proveniente de los resultados del estudio de calidad del agua de los ríos Las Vacas, Villalobos, Pinula y Molino. Estos dos últimos son los tributarios principales del río Villalobos. Como los ríos son usados como canales de drenaje de aguas residuales, se asumió que la relación de la carga diurna y de la carga total está entre 0.5 y 0.6, y que la carga diaria puede ser estimada para ambos casos como se muestra en la Tabla 4-6. Las cargas de DBO del río Las Vacas, inmediatamente corriente abajo del Gran Colector, fueron similares en el primer y segundo muestreo, mientras que los otros puntos de muestreo mostraron mucha diferencia entre el primer y segundo muestreo. El caudal del río corriente abajo del Gran Colector Norte está compuesto en su mayoría de aguas residuales y las mediciones fueron efectuadas cerca de la descarga del Gran Colector. En otros ríos, las descargas de aguas residuales están espaciadas a lo largo de los mismos, y tienen caudales individuales menores, mientras que la carga de contaminantes mostró variaciones estacionales.

Tabla 4-6 Carga Estimada de Contaminantes del río Las Vacas Cerca de la Salida del Gran Colector y del Villalobos y sus Tributarios

Parámetro	Río Las Vacas (cerca de la salida del Gran Colector)			Río Villalobos y Tributarios			
	Corriente Arriba de la Salida	Corriente Abajo de la Salida	Boca del río Villalobos (Cerca de Cultivos Maya)	Río Pinula (Puente Villa Hermosa)	Río Molino (Puente Villalobos)		
Carga Diurna (7:30 a 16:00 aproximadamente)							
DBO, kg	468.7	7,137.0	3,057.3	1,388.1	1,428.6	1,163.5	632.0
DQO, kg	596.4	9,094.4	6,090.8	1,889.9	1,924.5	1,883.4	867.2
SS, kg	1,011.4	9,233.5	31,626.8	6,504.3	5,825.2	4,363.3	1,475.0
T-N, kg	25.23	1,533.62	632.02	407.18	288.59	298.99	107.68
T-P, kg	27.48	221.80	166.93	69.66	20.97	31.39	14.97
Carga Diurna (Carga diurna/Carga total = 0.5)							
DBO, kg/d	938	14,274	6,115	2,776	2,857	2,327	1,264
DQO, kg/d	1,193	18,189	12,182	3,780	3,849	3,767	1,734
SS, kg/d	2,023	18,467	63,254	13,009	11,650	8,727	2,950
T-N, kg/d	50.5	3,067.2	1,264.0	814.4	577.2	598.0	215.4
T-P, kg/d	55.0	443.6	333.9	139.3	41.9	62.8	29.9
Carga Diurna (Carga diurna/Carga total = 0.6)							
DBO, kg/d	781	11,895	5,096	2,313	2,381	1,939	1,053
DQO, kg/d	994	15,157	10,151	3,150	3,207	3,139	1,445
SS, kg/d	1,686	15,389	52,711	10,841	9,709	7,272	2,458
T-N, kg/d	42.1	2,556.0	1,156.1	678.6	481.0	498.3	179.5
T-P, kg/d	45.8	369.7	278.2	116.1	35.0	52.3	24.9

Note : Day-time loads means the load during approximately 7:30-16:00

Fuente : Grupo de Estudio

4.1.3 Fuentes de contaminantes que no son las aguas residuales domésticas

La fuente mayor de contaminación, que no proviene de las aguas residuales domésticas, es la industria. Además del estudio de la calidad del agua, se realizó un estudio de 20 industrias a través de un cuestionario y los resultados fueron discutidos en el Informe F de Apoyo. Las industrias de alimentos y textiles representan más del 50% de las grandes industrias en el Area de Estudio y sus alrededores. Este tipo de industrias usa una gran cantidad de agua.

Sólo una industria mostró un consumo de agua que excede los 1,000 m³/día, y cinco industrias usan más de 100 m³/día. Las industrias que usan más de 50 m³/día utilizan el agua proveniente de pozos propios.

La eliminación de aguas residuales se realiza fundamentalmente por medio del alcantarillado público y pozos de absorción privados. Caso dos tercios de las industrias realizan tratamiento de aguas residuales y el tercio restante posee sólo tratamiento para aguas residuales domésticas. El tratamiento más generalizado es por medio de tanques sépticos y pozos de absorción. el monitoreo del proceso de tratamiento es inexistente y generalmente se realiza visualmente.

También se realizó un estudio de diez granjas seleccionadas dentro del Area de Estudio para investigar el uso de fertilizantes y herbicidas y pesticidas (biocidas). El uso de fertilizantes va de 180 a 650 kg (ha/año), y generalmente son aplicados dos veces por año.

4.2 ESTADO DE LA SALUD PUBLICA

En Guatemala ocurren epidemias de cólera y una de ellas ocurrió en junio de 1995 en El Progreso. En 1991, 1992 y 1993 hubieron 28,084 casos que resultaron en la muerte de 379 personas. El hecho de que prácticamente no existe tratamiento de aguas residuales afecta negativamente la salud pública. La Tabla 4-7 muestra la incidencia de las enfermedades relacionadas con el agua (número de casos por mil). El número de casos de fiebre tifoidea ha permanecido casi constante durante el período que va de 1988 a 1993.

La mortalidad infantil en Guatemala era de 46.6 cada mil nacimientos en 1988 (INE), lo cual es muy alto. La causa principal de la mortalidad infantil son las infecciones intestinales relacionadas al agua y alimentos contaminados.

Tabla 4-7 Incidencia de las Enfermedades Relacionadas con el Agua en Guatemala

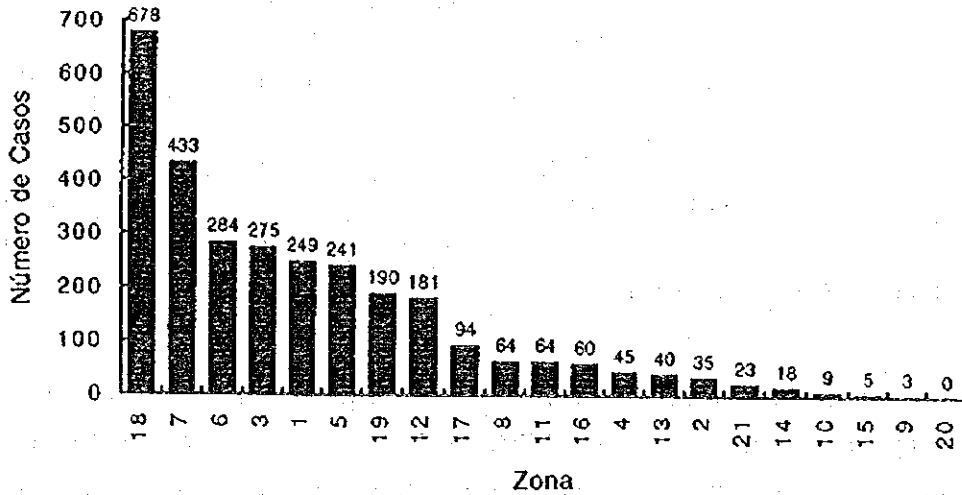
	Número de casos por mil					
	1986	1987	1988	1989	1990	1993
Diarrea	6.42	11.99	13.62	14.34	11.91	11.43
Fiebre Tifoidea	0.08	0.03	0.13	0.07	0.02	
Hepatitis	0.24	0.30	0.23	0.17	0.02	
Malaria	5.20	6.84	6.05	5.30	6.10	0.04
Dengue	-	0.22	0.60	0.61	0.31	0.24

Fuente: EMPAGUA y Unidad de Informática DGSS, 1992

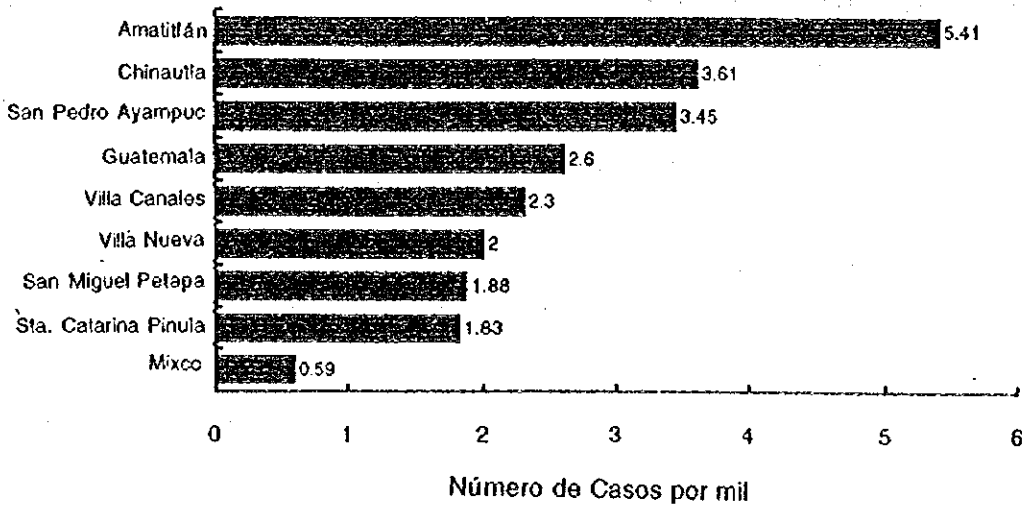
La Fig. 4-2 muestra la incidencia de cólera en el área metropolitana de Guatemala de acuerdo a las zonas y municipalidades en el año 1993. La Zona 18 tiene la mayor incidencia seguida por la Zona 7. El promedio de consumo per cápita en la Zona 18 es también el menor entre las zonas (103 lpcd, mientras que el promedio de consumo per cápita es de 237 lpcd, refiérase a la Tabla K-2 del Informe K de Apoyo), y el estado sanitario es malo. Aparte de las municipalidades, Amatitlán tiene una alta incidencia por habitante seguida por Chinautla. Ambas regiones están corriente abajo de la ciudad de Guatemala y están afectadas por la descarga de aguas residuales sin tratar de los ríos Villalobos y Las Vacas.

Fig. 4-2

Casos Registrados de Cólera por Zonas en 1993
(tanto casos confirmados como casos no confirmados)



Casos Registrados de Cólera por Municipalidad en 1993
(tanto casos confirmados como casos no confirmados)



Fuente: Centro de Salud, Area Norte, Guatemala

REPUBLICA DE GUATEMALA GUATEMALA MUNICIPAL WATER SUPPLY CORPORATION	ESTUDIO SOBRE EL MEJORAMIENTO DEL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA	TITULO CASOS DE COLERA EN EL AREA METROPOLITANA DE GUATEMALA EN 1993 (CASOS CONFIRMADOS Y NO CONFIRMADOS)
	AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON	

4.3 LEYES, REGLAMENTACIONES Y ESTANDARES SOBRE CONTROL DE CONTAMINACION DEL AGUA

4.3.1 Introducción

La Tabla 4-8 muestra las leyes, reglamentaciones y estándares sobre control de contaminación del agua y las autoridades respectivas que las implementan. En el Informe C de Apoyo es posible encontrar la descripción de cada una de ellas. La más importante entre ellas es el "Código de Salud", la Ley para Protección y Mejoramiento del Medio ambiente (68 - 69), y las Reglamentaciones sobre los Requisitos Mínimos y los Valores Máximos Permisibles para Descargas de Aguas Residuales (60 - 89), que fueron discutidos aquí.

4.3.2 Código de salud (1979)

Los Artículos 31, 32, 33, 34, 35, 36 y 37 del Código de Salud confían al Ministro de Salud Pública y Bienestar Social la responsabilidad de proteger la salud de los ciudadanos contra la contaminación del agua proveniente de las descargas de aguas residuales industriales y domésticas.

4.3.3 Ley para la protección y mejoramiento del medio ambiente (68 - 86)

Los aspectos principales de esta ley son:

- a) Formación de un comité para establecer, implementar y supervisar la política ambiental.
- b) Requisito para Evaluación del Impacto en el Medio Ambiente.
- c) Introducción de multas de Q 5,000.00 a Q 100,000.00 y autorización para cerrar negocios y actividades que no cumplan durante seis meses.
- d) Autorización al gobierno para proteger el medio ambiente.

4.3.4 Reglamentaciones sobre requisitos mínimos y valores máximos permisibles de contaminación para las descargas de aguas residuales (60 - 89)

Esta es la única reglamentación concerniente a las descargas municipales e industriales de aguas residuales en Guatemala (Tablas 4-9 a 4-14). Aunque la reglamentación no es muy severa, propone los primeros pasos para control de la contaminación del agua en Guatemala. La mayoría de los estándares que cumplen con las concentraciones de sólidos sedimentables son claves y pueden ser cumplidos en general por medio de un tratamiento primario.

Tabla 4-8 Leyes, Reglamentaciones y Estándares Sobre Control de Contaminación del Agua e Instituciones que las Implementan

Reglamentaciones y Decretos	Año de Sanción	Institución que lo Implementa	Observaciones
Código de Salud Decreto del Congreso de la República 45-79 Capítulo I, Artículos 31, 32, 33, 34, 35, 36 y 37 (Código de Salud)	1979	MSPyAS	En relación a las descargas de aguas residuales, implementado sólo cuando el público informa de graves problemas a los Centros de Salud.
Ley de Protección y Mejoramiento Medio Ambiente, Decreto del Congreso de la República 68-69 (Law of the Protection and Improvement of the Environment).	1986	CONAMA	Requiere EIA para nuevas actividades que afectan el medio ambiente.
Reglamento de Requisitos Mínimos y Límites Máximos Permisibles de Contaminación Para la Descarga de Aguas Residuales Acuerdo Gubernativo, Número 60-89 (Regulations on the Minimum Requirements and Maximum Permissible Pollution Values for Wastewater Discharges)	1989	MSPyAS CONAMA	No está siendo implementado debido a la falta de personal, capacidad institucional y otros factores.
Reglamento de Localización e Instalación Industrial en la Municipalidad de Guatemala (Regulation on Location and Installation of Industries in Municipality of Guatemala)	1971	MUNI	
Instructivo de Procedimientos para las Evaluaciones de Impacto Ambiental (Instructions and Procedures for the Environmental Impact Assessment)	1990	CONAMA	Implementado por CONAMA, pero carece de monitoreo después de la instalación de las facilidades.
Creado Como Organismo Al Más Alto Nivel, la Autoridad para el Rescate y resguardo del Lago de Amatitlán Acuerdo Gubernativo Número 204-93 (Law on Creation of Lake Amatitlan authority and Conservation of Lake Amatitlan)	1993	Autoridad del Lago Amatitlán	
Creada Según Acuerdo Gubernativo No. 238-92	1992	SRH	Reglamentación para crear la Secretaría de Recursos Acuíferos

Fuente : Grupo de Estudio

Tabla 4-9 Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descargas de Aguas Residuales Municipales

Muestra	Sólidos Sedimentables, ml/l	DBO ₅ , mg/l	DQO, mg/l
Muestra Aleatoria	1.0	-	-
Muestra Compuesta, 2 horas	1.0	250	500
Muestra Compuesta, 24 horas	1.0	200	450

Fuente: Reglamento 60-89

Tabla 4-10 Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descargas de Aguas Residuales para Instalación de Procesamiento de Café

Tipo de Industria	Muestra	Sólidos Sedimentables ml/l	DBO ₅ , mg/l	DQO, mg/l
Procesamiento de Café	Muestra Aleatoria	sin pulpa	-	3,000
	Muestra Compuesta, 2 horas	sin pulpa	-	2,500
	Muestra Compuesta, 24 horas	sin pulpa	-	2,500

Fuente: Reglamento 60-89

Tabla 4-11 Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descargas de Aguas Residuales para la Industria Azucarera

Tipo de Industria	Muestra	Sólidos Sedimentables ml/l	DBO ₅ , mg/l	DQO, mg/l
Industria Azucarera	Muestra Aleatoria	0.5	-	-
	Muestra Compuesta, 2 horas	-	40,000	45,000
	Muestra Compuesta, 24 horas	-	30,000	40,000

Fuente: Reglamento 60-89

Tabla 4-12 Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descarga de Aguas Residuales de Curtidurías

Tipo de Industria	Muestra	Sólidos Sedimentables	DBO ₅ , mg/l	DQO, mg/l
Curtiembre	Muestra Aleatoria	1.0	5 ~ 8	-
	Muestra Compuesta, 2 horas	-	6 ~ 8	-
	Muestra Compuesta, 24 horas	-	-	-

Fuente: Reglamento 60-89

Tabla 4-13 Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descarga de Aguas Residuales de Industrias Alimenticias

Tipo de Industria	Muestras	Sólidos Sedimentables, ml/l	Demanda Química de Oxígeno, DQO, mg/l	Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días, DBO5, mg/l
Cervecería	Muestra aleatoria: máximo	5.0		
	Muestra, promedio 2 horas: máximo		1,800	1,000
	Muestra, promedio 24 horas: máximo		1,600	900
Productos Lácteos	Muestra aleatoria: máximo	1.0		
	Muestra, promedio 2 horas: máximo		2,000	1,000
	Muestra, promedio 24 horas: máximo			
Producción de Aceite y Grasa	Muestra aleatoria: máximo	0.5		
	Muestra, promedio 2 horas: máximo		500	
	Muestra, promedio 24 horas: máximo		4,500	
Procesamiento de Frutas y Vegetales	Muestra aleatoria: máximo	0.5		
	Muestra, promedio 2 horas: máximo		800	500
	Muestra, promedio 24 horas: máximo			
Procesamiento de Patatas	Muestra aleatoria: máximo		700	450
	Muestra, promedio 2 horas: máximo	1.0		
	Muestra, promedio 24 horas: máximo		8,000	5,000
Fábrica de Jugo	Muestra aleatoria: máximo		7,000	4,000
	Muestra, promedio 2 horas: máximo	0.5		
	Muestra, promedio 24 horas: máximo		800	500
Industrias de Frutos de Mar	Muestra aleatoria: máximo		700	450
	Muestra, promedio 2 horas: máximo	1.0		
	Muestra, promedio 24 horas: máximo		900	600
Industria de la Carne	Muestra aleatoria: máximo		750	500
	Muestra, promedio 2 horas: máximo	0.5		
	Muestra, promedio 24 horas: máximo		900	600
Destilería de Licor	Muestra aleatoria: máximo	0.5		
	Muestra, promedio 2 horas: máximo		45,000	40,000
	Muestra, promedio 24 horas: máximo		40,000	30,000

Fuente: Reglamento 60-89

Tabla 4-14 Valores Máximos Permisibles de la Contaminación para Descarga de Industrias Metalúrgicas y Otras Procesadoras de Metal

Parámetro	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
	Galvanización	Limpieza de Superficie con Ácidos	Revestimiento de Plástico	Enchapado en Bronce	Enchapado en Zinc	Templado	Pilas y Carga	Esmaltado	Foja	Pinturas
Sólidos Sedimentables	m/L	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Muestras Aleatorias										
Muestra Compuesta Para 2 horas										
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1200	200	200	400	400	500	200	1500	1500
Cadmio Como Cd	mg/L	1.0				0.2	0.4	0.1		1.0
Mercurio Como Hg	mg/L						0.1			
Aluminio Como Al	mg/L	6	6	6				4	6	6
Amoniaco Nitrógeno	mg/L	200			8.0		300	40	600	
Bario Como Ba	mg/L					4				
Plomo Como Pb	mg/L	2					4	2	2	2
Cloro Como Cl	mg/L	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0				
Total de Cromo Como Cr	mg/L	4	2	2	2			4	2	2
Cromo Hexavalente	mg/L	1.0	1.0	1.0	1.0			1.0	1.0	1.0
Cianuro Como CN	mg/L	0.4							0.4	
Hierro Como Fe	mg/L	6	6		6		6	6	6	6
Flúor Como F	mg/L	100	40	100		100		100	60	
Cobre Como Cu	mg/L	4	4				4	4	2	4
Níquel Como Ni	mg/L	6	4		4		6	4	2	2
Nitrato Nitrógeno	mg/L		20	10	20	10		10	20	
Sulfato	mg/L									
Zinc Como Zn	mg/L	10	10	6			10	4	6	6
Hidrocarburos	mg/L	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Plata Como Ag	mg/L	0.2					0.2			
Cobalto Como Co	mg/L							2		

Fuente : Reglamento 60-89

Los aspectos más importantes de esta reglamentación son :

- a) Estándares para efluentes en descargas de aguas residuales municipales y descargas de aguas residuales industriales
- b) Requiere el cumplimiento dentro de los dos años después de su aprobación y en caso de incumplimiento, requiere como mínimo un tanque de sedimentación y un tiempo de retención en el mismo de 2 horas.

Sin embargo, la reglamentación tiene sus problemas como se indica a continuación:

- a) No diferencia las descargas directas e indirectas (ej.: a través de alcantarillado o drenaje público).
- b) Sólo unos pocos parámetros están especificados, como ser los sólidos sedimentables, DBO y DQO
- c) No especifica ninguna autoridad particular para efectuar el monitoreo
- d) No especifica ninguna condena o multa por incumplimiento.

4.3.5 Observaciones sobre el esquema de ejecución existente

Las siguientes son observaciones sobre el esquema de ejecución de control de contaminación del agua:

- a) Roles vagos entre instituciones
- b) Deficiencia de personal y equipamiento
- c) Ausencia de un sistema de monitoreo