

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPÓN (JICA)

SECRETARIA TECNICA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL (SETCO)

SERVICIO AUTONOMO NACIONAL DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (SANAA)

ESTUDIO DEL

**SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
PARA EL AREA URBANA DE TEGUCIGALPA
EN LA REPUBLICA DE HONDURAS**

INFORME FINAL

INFORME PRINCIPAL

ENERO DEL 2001

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL (PCI)

Tasas de Cambio de Monedas Extranjeras Aplicadas en el Estudio

Moneda	Tasa de cambio/US\$
Lempiras hondureñas (Lps)	14.87
Yenes japoneses (¥)	107.9

(Tasa a fines de junio del 2000)

PREFACIO

En respuesta a una solicitud del Gobierno de la República de Honduras, el Gobierno del Japón decidió realizar el Estudio del Sistema de Abastecimiento de Agua para el Area Urbana de Tegucigalpa en la República de Honduras y encomendó el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).

JICA seleccionó y despachó un equipo de estudio encabezado por el Sr. Akira Takechi de Pacific Consultants International (PCI) compuesto de miembros del personal de PCI a la República de Honduras, en dos ocasiones entre febrero y noviembre del año 2000. Adicionalmente, JICA organizó un comité asesor encabezado por el Sr. Yoshiki Omura, Consultor, Instituto para la Cooperación Internacional, JICA. Dicho comité examinó El Estudio desde el punto de vista técnico y de especialistas.

El equipo intercambió opiniones con los funcionarios encargados del Gobierno de la República de Honduras, y realizó inspecciones en el área del Estudio. Tras el retorno del equipo al Japón, se realizaron más estudios y se preparó este informe final.

Espero que este informe contribuya a la promoción de este proyecto y al fomento de las relaciones amistosas entre nuestros dos países.

Deseo expresar mi más sincero aprecio a los funcionarios encargados del Gobierno de la República de Honduras por la estrecha colaboración ofrecida al equipo.

Enero del 2001



Kunihiro SAITO

Presidente,

Agencia de Cooperación Internacional de Japón

**ESTUDIO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA EL AREA
URBANA DE TEGUCIGALPA EN LA REPUBLICA DE HONDURAS**

Enero 2001

Sr. Kunihiko Saito
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional de Japón

CARTA DE TRANSMISION

Estimado Sr,

Tenemos el agrado de suministrarle el informe final titulado "Estudio del Sistema de Abastecimiento de Agua para el Area Urbana de Tegucigalpa en la República de Honduras". Este estudio ha sido preparado por el Equipo de Estudio de acuerdo con el contrato firmado el 18 de enero del año 2000 y modificado el 10 de agosto del mismo entre la Agencia de Cooperación Internacional de Japón y Pacific Consultants International.

El informe examina las condiciones existentes del sistema de suministro de agua en el área de estudio, propone un plan maestro para el desarrollo del sistema de suministro de agua y presenta los resultados del estudio de factibilidad de la construcción de una represa de fuente de agua, la cual fue identificada como proyecto prioritario en el plan maestro.

El informe consiste de un Resumen, Informe Principal, Informe de Soporte y Libro de Datos. El Resumen esboza los resultados de todos los estudios. El Informe Principal contiene las condiciones existentes, el plan maestro propuesto, los resultados del estudio de factibilidad, y las conclusiones y recomendaciones. El Libro de Datos contiene los datos básicos usados en el estudio.

Todos los miembros del Equipo de Estudio deseamos expresar nuestro más profundo reconocimiento al personal de su Agencia, Comité Asesor, al Ministerio de Asuntos Extranjeros, Ministerio de Salud y Bienestar, y a la Embajada de Japón en la República de Honduras, como también a los funcionarios y ciudadanos hondureños por la asistencia prestada al Equipo de Estudio.

Sinceramente esperamos que los resultados del estudio contribuyan al mejoramiento de las condiciones del suministro de agua de Tegucigalpa, y que las amistosas relaciones de ambos países alcancen un nuevo nivel.

Suyos sinceramente



Akira Takechi
Encargado del Equipo

CONTENIDOS

PREFACIO

CARTA DE TRANSMISION

ABREVIATURAS

GLOSARIO

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	1
1.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO	1
1.3 AREA DE ESTUDIO	2
1.4 ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO	2
1.5 PROGRAMA DEL ESTUDIO	4
1.6 CONTENIDO DEL INFORME	5

CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES

2.1 CONDICIONES NATURALES.....	7
2.1.1 TOPOGRAFÍA Y GEOLOGÍA	7
2.1.2 HIDROLOGÍA	7
2.2 CONDICIONES SOCIOECONÓMICAS	11
2.2.1 POBLACIÓN	11
2.2.2 ECONOMÍA	13
2.2.3 COMUNIDADES EN DESARROLLO	15
2.3 SERVICIO DE SUMINISTRO DE AGUA.....	15
2.3.1 AREA DE SERVICIO Y MÉTODOS DE SUMINISTRO	15
2.3.2 POBLACIÓN SERVIDA	15
2.3.3 TASA DE CONSUMO.....	17
2.3.4 UTILIZACIÓN DE AGUA	17
2.4 SISTEMA DE SUMINISTRO DE AGUA OPERADO POR SANAA.....	21
2.4.1 ANTECEDENTES	21
2.4.2 ESQUEMA DEL SISTEMA EXISTENTE.....	23
2.4.3 FUENTES DE AGUA E INSTALACIONES DE CONDUCCIÓN.....	24
2.4.4 PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA	26
2.4.5 SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN.....	34
2.4.6 SUMINISTRO DE AGUA POR CAMIÓN CISTERNA	39
2.4.7 PROYECTOS EN MARCHA	40
2.4.8 PROBLEMAS EXISTENTES	41
2.5 SISTEMA DE ALCANTARILLADO	41
2.5.1 RESUMEN.....	41
2.5.2 SISTEMA DE ALCANTARILLADO ACTUAL	42
2.5.3 PROBLEMAS ACTUALES	42
2.6 LEYES Y REGLAMENTOS RELACIONADOS	42
2.6.1 GENERALIDADES.....	42
2.6.2 LEY MARCO PARA EL SECTOR DE SUMINISTRO DE AGUA Y ALCANTARILLADO	45
2.6.3 LEY GENERAL DE AGUAS	46
2.7 ORGANIZACIÓN DE SANAA	47
2.7.1 OBJETIVOS Y COMPETENCIA DE SANAA.....	47
2.7.2 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	47
2.7.3 CANTIDAD DE PERSONAL.....	50
2.8 EJECUCIÓN FINANCIERA DE SANAA.....	50

2.8.1	CONDICIONES FINANCIERAS DE SANAA.....	50
2.8.2	CONDICIONES FINANCIERAS DE LA DIVISIÓN METROPOLITANA DE SANAA	52
2.8.3	TARIFAS	54
2.9	ASUNTOS INSTITUCIONALES	54
2.9.1	RESUMEN.....	54
2.9.2	PROBLEMA DE TARIFA	55
2.9.3	PROBLEMA DE SINDICATO.....	55
2.9.4	PROTECCIÓN DE LA FUENTE DE AGUA	56
 CAPITULO 3 BASES PARA LA PLANIFICACIÓN		
3.1	GENERALIDADES.....	57
3.2	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	57
3.2.1	BASE DE DATOS	57
3.2.2	POBLACIÓN ACTUAL.....	57
3.2.3	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN TOTAL	58
3.2.4	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN PARA CADA VECINDARIO.....	59
3.3	AREA URBANA.....	66
3.4	PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE AGUA	66
3.4.1	GENERALIDADES.....	66
3.4.2	POLÍTICAS PARA EL SUMINISTRO DE AGUA	69
3.4.3	AREA DE SERVICIO Y POBLACIÓN SERVIDA	69
3.4.4	DEMANDA UNITARIA POR PERSONA DE AGUA PARA USO DOMÉSTICO.....	71
3.4.5	RESULTADO DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA DE AGUA	72
3.5	TASA DE FLUJO REQUERIDO	74
3.5.1	INTRODUCCIÓN	74
3.5.2	TASA DE PRODUCCIÓN REQUERIDA	75
3.5.3	TASA DE CONSUMO REQUERIDA	75
 CAPITULO 4 SELECCION DE LOS PROYECTOS PARA EL PLAN MAESTRO		
4.1	PRINCIPIOS GENERALES	77
4.2	TASA DE PRODUCCIÓN DE AGUA EN EL SISTEMA EXISTENTE	77
4.2.1	SUBSISTEMA PICACHO	78
4.2.2	SUBSISTEMA LOS LAURELES.....	78
4.2.3	SUBSISTEMA CONCEPCIÓN.....	79
4.2.4	SUBSISTEMA MIRAFLORES.....	79
4.2.5	TASA DE PRODUCCIÓN EXISTENTE.....	79
4.3	PROYECTOS CANDIDATOS	80
4.3.1	PROYECTO DE DRAGADO DEL EMBALSE LOS LAURELES	80
4.3.2	PROYECTO LOS LAURELES II	82
4.3.3	PROYECTO QUIEBRA MONTES	82
4.3.4	PROYECTO SABACUANTE	83
4.3.5	PROYECTO TATUMBLA.....	83
4.3.6	PROYECTO DE REDUCCIÓN DE FUGAS	84
4.4	SELECCIÓN DE LOS PROYECTOS PARA EL PLAN MAESTRO	84
4.4.1	ANÁLISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS	84
4.4.2	INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DEL SUMINISTRO DE AGUA.....	85
4.4.3	MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS FUGAS DE AGUA	85
 CAPÍTULO 5 PLAN MAESTRO PROPUESTO		
5.1	INTRODUCCIÓN	87
5.2	PLANIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES DEL PROYECTO LOS LAURELES II	87

5.2.1	GENERALIDADES.....	87
5.2.2	EXPANSIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA	88
5.2.3	INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUA	93
5.3	PLANIFICACIÓN DE INSTALACIONES DEL PROYECTO QUIEBRA MONTES	95
5.3.1	GENERALIDADES.....	95
5.3.2	OPTIMIZACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUA EN TODO EL SISTEMA	96
5.3.3	FUENTE DE AGUA	101
5.3.4	CONDUCCIÓN.....	102
5.3.5	TRATAMIENTO DE AGUA	108
5.3.6	INSTALACIONES PARA LA OPERACIÓN EN CONJUNTO CON LA PTA LOS LAURELES.....	110
5.3.7	TRANSMISIÓN	113
5.3.8	DISTRIBUCIÓN.....	123
5.3.9	CAMIONES CISTERNA.....	128
5.4	PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN DEL PROYECTO DEL CONTROL DE FUGAS.....	130
5.4.1	GENERALIDADES.....	130
5.4.2	FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD DE REPARACIÓN DE FUGAS	130
5.4.3	MEDIDA DE LA CANTIDAD DE AGUA.....	130
5.5	RESUMEN DE LA PLANIFICACIÓN DE INSTALACIONES	131
5.6	PLAN DE OPERACION Y MANTENIMIENTO.....	133
5.6.1	PRESA	133
5.6.2	INSTALACIONES DE SUMINISTRO DE AGUA	134
5.7	PLAN DE ORGANIZACION	136
5.7.1	ESTRUCTURA DE LA ORGANIZACION PROPUESTA	136
5.7.2	FORTALECIMIENTO DE FUNCIONES CLAVES	138
5.7.3	PERSONAL REQUERIDO	139
5.8	ESTIMACION DE COSTOS	141
5.8.1	COSTO DE CONSTRUCCION.....	141
5.8.2	COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	142
5.9	PROGRAMA DE EJECUCIÓN.....	142
5.10	PLAN DE FINANCIAMIENTO	144
5.10.1	POLITICAS BASICAS	144
5.10.2	PROCEDIMIENTOS DE PLANIFICACIÓN	145
5.10.3	COSTOS FINANCIEROS.....	145
5.10.4	ESTUDIO SOBRE EL NIVEL DE LA TARIFA	147
5.10.5	PLAN DE FINANCIAMIENTO PROPUESTO.....	148
5.11	SELECCION DEL PROYECTO PRIORITARIO.....	150
5.11.1	CRITERIOS DE SELECCION.....	150
5.11.2	CONCLUSION.....	150

CAPITULO 6 EVALUACION DEL PLAN MAESTRO PROPUESTO

6.1	GENERAL	151
6.2	ASPECTO ECONÓMICO	152
6.2.1	BENEFICIO ECONÓMICO	152
6.2.2	COSTOS ECONÓMICOS.....	153
6.2.3	RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	153
6.3	ASPECTO FINANCIERO	155
6.4	ASPECTO ADMINISTRATIVO	155
6.5	ASPECTO TÉCNICO.....	156
6.6	ASPECTO AMBIENTAL Y SOCIAL	157
6.6.1	ASPECTO AMBIENTAL	157

6.6.2 ASPECTO SOCIAL	158
6.7 REQUERIMIENTOS PARA LA REALIZACIÓN DEL PLAN MAESTRO	158
CAPITULO 7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LOS PROYECTOS PRIORITARIOS	
7.1 PLANIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES	159
7.1.1 GENERALIDADES.....	159
7.1.2 CONSTRUCCIÓN DE LA PRESA LOS LAURELES II	159
7.1.3 EXCAVACIÓN DE SEDIMENTOS.....	165
7.2 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	165
7.2.1 PLAN DE OPERACIÓN	165
7.2.2 PLAN DE MANTENIMIENTO	168
7.3 ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DEL PROYECTO	169
7.3.1 COMPONENTES DEL COSTO	169
7.3.2 COMPONENTES DEL COSTO BASE DE CONSTRUCCIÓN	171
7.3.3 MÉTODO DE LA ESTIMACIÓN DE COSTOS	171
7.4 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN PARA EL PROYECTO	171
7.4.1 PROGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN.....	171
7.4.2 OBRAS REQUERIDAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	171
7.5 CONCERTACIÓN FINANCIERA PROPUESTA.....	174
7.5.1 COSTO DEL PROYECTO Y CANTIDAD DEL PRÉSTAMO.....	174
7.5.2 PROGRAMA DE DESEMBOLSO.....	174
CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN DEL PROYECTO	
8.1 EFECTOS DEL PROYECTO	177
8.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA	177
8.2.1 DESCRIPCIÓN	177
8.2.2 BENEFICIOS ECONÓMICOS	177
8.2.3 COSTOS ECONOMICOS.....	178
8.2.4 RESULTADO DE LA EVALUACION ECONOMICA	178
8.3 FACTIBILIDAD FINANCIERA	180
8.3.1 DESCRIPCIÓN	180
8.3.2 COSTOS FINANCIEROS.....	180
8.3.3 INGRESOS.....	180
8.3.4 RESULTADO DE LA EVALUACIÓN FINANCIERA.....	181
8.4 FACTIBILIDAD TÉCNICA.....	181
8.5 EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOCIAL	182
8.5.1 REUBICACIÓN DE PERSONAS.....	182
8.5.2 REGLAMENTACIÓN DEL USO DEL AGUA.....	182
8.5.3 PROYECTO CIUDAD MATEO	182
8.6 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	182
CAPÍTULO 9 RECOMENDACIONES	
9.1 INTRODUCCIÓN	185
9.2 RECOMENDACIONES AL GOBIERNO DEL ESTADO Y A LA MUNICIPALIDAD	185
9.2.1 SOPORTE INSTITUCIONAL.....	185
9.2.2 SOPORTE FINANCIERO.....	187
9.3 RECOMENDACIÓN A SANAA.....	188

LISTA DE TABLAS

CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES

Tabla 2.1	Clasificación de Vecindarios por SANAA	13
Tabla 2.2	Desglose de la Población Actual por Clase Social	13
Tabla 2.3	Producto Interno Bruto.....	13
Tabla 2.4	Deudas Externas.....	14
Tabla 2.5	Fuerza Laboral por Sector en Honduras.....	14
Tabla 2.6	Fuerza Laboral por Sector en Tegucigalpa	14
Tabla 2.7	Índice de Precios al Consumidor.....	15
Tabla 2.8	Población Servida Actual por el Método de Suministro en 2000.....	15
Tabla 2.9	Tasa de Agua Considerada para Clientes Medidos y No-Medidos	17
Tabla 2.10	Consumo Mensual Promedio de Agua Existente por Uso	17
Tabla 2.11	Disponibilidad de Muestras Recolectadas.....	18
Tabla 2.12	Duración del Servicio Doméstico y Posesión de Tanque de Almacenamiento	18
Tabla 2.13	Fuente de Agua potable y Gasto de Agua Embotellada	19
Tabla 2.14	Evaluación de la Presión de Agua	19
Tabla 2.15	Evaluación del Color de Agua	19
Tabla 2.16	Evaluación del Sabor de Agua	20
Tabla 2.17	Duración del Servicio No-Doméstico y Posesión de Tanque de Almacenamiento	20
Tabla 2.18	Evaluación de la Presión y Calidad del Agua	20
Tabla 2.19	Evaluación de la Cantidad y Calidad de Agua	21
Tabla 2.20	Demanda y Producción en 1990.....	22
Tabla 2.21	Fuentes de Agua usadas por SANAA	24
Tabla 2.22	Capacidad de Rendimiento Actual durante el Mes Más Seco en 10 Años.....	24
Tabla 2.23	Medios de Conducción Existentes	26
Tabla 2.24	Capacidad de Tratamiento Diseño.....	31
Tabla 2.25	Ejemplo del Análisis de Calidad del Agua.....	34
Tabla 2.26	Estaciones de Bombeo Existentes para la Transmisión.....	37
Tabla 2.27	Tanques de Distribución Existentes	38
Tabla 2.28	Agua Considerada y Producción Real.....	39
Tabla 2.29	Registros de Ventas de Agua en la Estación de Llenado Los Filtros.....	40
Tabla 2.30	Estado de Pérdidas y Ganancias de SANAA	50
Tabla 2.31	Hoja de Balance de SANAA.....	52
Tabla 2.32	P/G de la División Metropolitana de SANAA en 1999	53
Tabla 2.33	Hoja de Balance de la División Metropolitana de SANAA en 1999	53
Tabla 2.34	Tarifa Actual de la División Metropolitana de SANAA	54

CAPITULO 3 BASES PARA LA PLANIFICACIÓN

Tabla 3.1	Tamaño de Vivienda Promedio de 1997 a 1999	58
Tabla 3.2	Proyecciones Anteriores de la Población Urbana en Tegucigalpa	58
Tabla 3.3	Proyección de la Población Urbana Total en Tegucigalpa	59
Tabla 3.4	Concepto del Crecimiento Anual de Población.....	60
Tabla 3.5	Vecindarios Planificados y Vecindarios de Extensión Planificada	61
Tabla 3.6	Resultado de Proyección de Población (4 paginas).....	62
Tabla 3.7	Resultado de la Proyección de Población Servida	71
Tabla 3.8	Normas de Diseño de SANAA para la Demanda Unitaria de Agua	71
Tabla 3.9	Demanda Unitaria de Agua Adoptada.....	72
Tabla 3.10	Resultado del Pronóstico de la Demanda de Agua.....	73
Tabla 3.11	Comparación de las Demandas de agua en 2000 y 2015	72

Tabla 3.12	Estimación de la Tasa de Producción Requerida.....	75
Tabla 3.13	Estimación de la Tasa de Consumo Requerida.....	76

CAPITULO 4 SELECCION DE LOS PROYECTOS PARA EL PLAN MAESTRO

Tabla 4.1	Capacidad de Rendimiento Después de los Proyectos en Marcha	77
Tabla 4.2	Capacidad de Diseño del Subsistema Picacho	78
Tabla 4.3	Capacidad de Diseño del Subsistema Los Laureles	78
Tabla 4.4	Capacidad de Diseño del Subsistema Concepción	79
Tabla 4.5	Capacidad de Diseño del Subsistema Miraflores	79
Tabla 4.6	Tasa Actual de Producción de Agua Disponible	80
Tabla 4.7	Costo del Proyecto de Dragado del Embalse Los Laureles.....	82
Tabla 4.8	Costo del Proyecto Los Laureles II	82
Tabla 4.9	Costo Requerido para el Proyecto Quiebra Montes	83
Tabla 4.10	Costo Requerido para el Proyecto Sabacuante	83
Tabla 4.11	Costo Requerido para el Proyecto Tatumbra	84
Tabla 4.12	Costo Requerido para el Proyecto de Reducción de Fugas de Agua.....	84
Tabla 4.13	Resultado del Análisis de Costos y Beneficios	85
Tabla 4.14	Incremento de la Capacidad del Suministro de Agua.....	85

CAPÍTULO 5 PLAN MAESTRO PROPUESTO

Tabla 5.1	Producción de Agua Requerida para el Subsistema Los Laureles	95
Tabla 5.2	Capacidad de Rendimiento Existente y Capacidad de Conducción y Tratamiento.....	96
Tabla 5.3	Costo de Construction Requerido para cada Alternativa.....	99
Tabla 5.4	Costo de Construcción Requerido para cada Alternativa	100
Tabla 5.5	Comparación del Costo entre Alternativas.....	101
Tabla 5.6	Bases de Planificación de los Subsistemas de Quiebra Montes y Los Laureles.....	101
Tabla 5.7	Tasa de Producción de cada Subsistema	101
Tabla 5.8	Instalación de Conducción Propuesta.....	102
Tabla 5.9	Criterios de Diseño Adoptados para Instalaciones Principales	108
Tabla 5.10	Calidad de Diseño del Agua.....	108
Tabla 5.11	Especificaciones de las Principales Instalaciones de la PTA Quiebra Montes.....	110
Tabla 5.12	Resultado de la Reorganización de los Tanques de Distribución	113
Tabla 5.13	Condiciones Operativas para el Análisis de la Red (Subsistema de Quiebra Montes)	115
Tabla 5.14	Condiciones Operativas para el Análisis de la Red (Subsistema de Los Laureles).....	115
Tabla 5.15	Condiciones Operativas para el Análisis de la Red (Subsistema de Concepción)	120
Tabla 5.16	Condiciones Operativas para el Análisis de la Red (Subsistema de Picacho).....	120
Tabla 5.17	Criterios de Diseño para el Análisis de la Red de Transmisión.....	121
Tabla 5.18	Plan de Instalación para la Reorganización de las Líneas de Transmisión.....	122
Tabla 5.19	Plan de Instalación para la Reorganización de Estaciones de Bombeo de Transmisión.....	123
Tabla 5.20	Resumen del Sistema de Distribución Propuesto	124
Tabla 5.21	Instalación Propuesta de Tanques de Distribución	126
Tabla 5.22	Resultados de la Red de Distribución (Estiquirin)	127
Tabla 5.23	Trabajo de Reforzamiento Requerido para Todo el Sistema de Distribución.....	127
Tabla 5.24	Trabajo de Reforzamiento Requerido para el Sistema de Distribución.....	127
Tabla 5.25	Resumen de Expansión y Reforzamiento de la Red de Distribución	128
Tabla 5.26	Expansión de Estaciones de Llenado de Agua y de Camiones Cisterna	128
Tabla 5.27	Fortalecer la Capacidad de Reparación de Fugas.....	130
Tabla 5.28	Instrumentos Requeridos para la Medición de la Cantidad de Agua.....	131

Tabla 5.29	Resumen de la Planificación de Instalaciones para los Proyectos del Plan Maestro	131
Tabla 5.30	Principales Puntos a Revisar para los Trabajos de Operación y Mantenimiento.....	136
Tabla 5.31	Personal Requerido para la Operación de los Proyectos Propuestos.....	136
Tabla 5.32	Cronograma de Implementación Preliminar de un Sistema Comercial.....	139
Tabla 5.33	Personal Requerido para Mantenimiento y Operación.....	140
Tabla 5.34	Personal Requerido para la División Metropolitana.....	141
Tabla 5.35	Costos Estimados de Construcción del Plan Maestro	142
Tabla 5.36	Costos Estimados de Operación y Mantenimiento.....	142
Tabla 5.37	Programa de Ejecución	143
Tabla 5.38	Nivel de Tarifa Existente.....	147
Tabla 5.39	Nivel de Tarifa Doméstica basado en la Accesibilidad y Disposición a Pagar	147
Tabla 5.40	Estados del Flujo de Caja del Plan Financiero Propuesto	149
Tabla 5.41	Resultados del Análisis de Sensibilidad de la TIRF.....	148
Tabla 5.42	Selección de los Proyectos Prioritarios	150

CAPITULO 6 EVALUACION DEL PLAN MAESTRO PROPUESTO

Tabla 6.1	Disposición a Pagar Estimada de los Usuarios Domésticos.....	152
Tabla 6.2	TIRE del Plan Maestro.....	154
Tabla 6.3	Resultados del Análisis de Sensibilidad de la TIRE	153
Tabla 6.4	Número de Usuarios del Servicio por Empleado	156
Tabla 6.5	Comparación del Requerimiento de Personal	156

CAPITULO 7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LOS PROYECTOS PRIORITARIOS

Tabla 7.1	Estimación de Costo de Construcción (Represa Los Laureles II)	172
Tabla 7.2	Costo del Proyecto	174
Tabla 7.3	Distribución Anual de Costo de Construcción	175
Tabla 7.4	Costo de Operación y Mantenimiento.....	174

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 8.1	TIRE del Proyecto Los Laureles II	179
Tabla 8.2	Resultados del Análisis de Sensibilidad del TIRE	180
Tabla 8.3	Resultados del Análisis de Sensibilidad del TIRF	181
Tabla 8.4	Impacto Ambiental y Medidas de Mitigación	183

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO 1 INTRODUCCION

Figura 1.1	Área del Estudio	3
Figura 1.2	Organización del Estudio	2
Figura 1.3	Programa del Estudio	4

CAPITULO 2 CONDICIONES EXISTENTES

Figura 2.1	Mapa Geológico	8
Figura 2.2	Mapa Isohiético.....	9
Figura 2.3	Mapa Hidrogeológico.....	10
Figura 2.4	Potencial de Recursos de Agua Superficial.....	12
Figura 2.5	Area del Servicio de Suministro de Agua Existente.....	16
Figura 2.6	Disposición General del Sistema de Suministro de Agua Existente	25
Figura 2.7	Líneas de Conducción Existentes de Picacho	27
Figura 2.8	Líneas de Conducción Existentes de Los Laureles y Concepción	28
Figura 2.9	Disposición General de la PTA Picacho Existente	29
Figura 2.10	Disposición General de la PTA Concepción Existente.....	30
Figura 2.11	Hoja del Flujo de Proceso de la PTA Picacho	32
Figura 2.12	Hoja del Flujo de Proceso de las PTAs Los Laureles y Concepción.....	33
Figura 2.13	Líneas de Transmisión y Embalses de Distribución Existentes	35
Figura 2.14	Diagrama de Flujo del Sistema de Transmisión Existente	36
Figura 2.15	Disposición General del Sistema de Alcantarillado Existente	43
Figura 2.16	Diagrama de Flujo del Sistema de Alcantarillado Existente	44
Figura 2.17	Diagrama Organizacional Existente de SANAA.....	48
Figura 2.18	Diagrama Organizacional de la División Metropolitana Existente	49

CAPITULO 3 BASES PARA LA PLANIFICACIÓN

Figura 3.1	Tendencia de la Población Urbana Total en Tegucigalpa	59
Figura 3.2	Límite de la Urbanización de Tegucigalpa	67
Figura 3.3	Area Urbana Existente de Tegucigalpa	68
Figura 3.4	Area del Servicio de Suministro de Agua Planificado en el 2015.....	70
Figura 3.5	Definición de las Diferentes Bases para la Planificación	74
Figura 3.6	Tasa de Consumo Requerido	76

CAPITULO 4 SELECCION DE LOS PROYECTOS PARA EL PLAN MAESTRO

Figura 4.1	Ubicación de los Sitios de los Proyectos Candidatos	81
------------	---	----

CAPÍTULO 5 PLAN MAESTRO PROPUESTO

Figura 5.1	Sección Típica de la Presa Los Laureles II	89
Figura 5.2	Perfil de la Presa Los Laureles II	90
Figura 5.3	Relación Nivel del Agua - Volumen del Depósito Los Laureles II	91
Figura 5.4	Plan del Depósito Existente Los Laureles	92
Figura 5.5	Ubicación Propuesta de la Excavación del Sedimento.....	94
Figura 5.6	Lugares Candidatos para la PTA Quiebra Montes	98
Figura 5.7	Plan de la Presa Quiebra Montes.....	103
Figura 5.8	Perfil de la Presa Quiebra Montes.....	105
Figura 5.9	Relación Nivel del Agua - Volumen del Embalse Quiebra Montes	107
Figura 5.10	Hoja de Flujo del Proceso de la PTA Quiebra Montes.....	109
Figura 5.11	Disposición de la PTA Quiebra Montes	111
Figura 5.12	Perfil Hidráulico de la PTA Quiebra Montes	112

Figura 5.13 Mapa General del Sistema de Transmisión Propuesto en el 2015.....	114
Figura 5.14 Diagrama del Sistema de Transmisión de Quebra Montes en el 2015	116
Figura 5.15 Diagrama del Sistema de Transmisión de Los Laureles en el 2015	117
Figura 5.16 Diagrama del Sistema de Transmisión de Concepción en el 2015.....	118
Figura 5.17 Diagrama del Sistema de Transmisión de Picacho en el 2015	119
Figura 5.18 Areas de Distribución Propuestas en el 2015.....	125
Figura 5.19 Ubicación de las Estaciones de Rellenado de Agua Propuestas.....	129
Figura 5.20 Instalaciones Propuestas en los Proyectos del Plan Maestro.....	132
Figura 5.21 Diagrama Propuesto de la Organización de la División Metropolitana	137
Figura 5.22 Balance entre Cantidad de Producción Requerida y el Suministro de Agua.....	144

CAPÍTULO 7 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LOS PROYECTOS PRIORITARIOS

Figura 7.1 Perfil y Sección Estándar de la Presa Los Laureles II.....	160
Figura 7.2 Plan de la Presa Los Laureles II	161
Figura 7.3 Relación H-V del Embalse Los Laureles II.....	162
Figura 7.4 Distribución del Sedimento del Embalse Los Laureles.....	166
Figura 7.5 Ubicación de la Excavación del Sedimento	167
Figura 7.6 Resultado de la Simulación de la Calidad del Agua del Proyecto Ciudad Mateo	170
Figura 7.7 Programa de Construcción del Proyecto Los Laureles II	173

CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN DEL PROYECTO

Figura 8.1 Explicación de la Proporción del Logro.....	178
--	-----

ABREVIATURAS

BID	: Banco Interamericano de Desarrollo
CNSSP	: Comisión Nacional Supervisora de los Servicios Públicos National
COC	: Costo de Oportunidad del Capital
COHDEFOR	: Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
DGEC	: Dirección General de Estadísticas y Censos
EF	: Estudio de Factibilidad
EIA	: Evaluación del Impacto Ambiental
EL	: Elevación
EPG	: Evaluación de Pérdidas y Ganancias
EPHPM	: Encuesta Permanente de Hogares de Preguntas Múltiples
FMI	: Fondo Monetario Internacional
FNUAP	: Fondo de las Naciones Unidas para la Población
HFD	: Hierro Fundido Ductil
IPC	: Índice de Precios al Consumidor
JICA	: Agencia de Cooperación Internacional de Japón
NAA	: Nivel de Agua Alto
NAB	: Nivel de Agua Bajo
PIB	: Producto Interno Bruto
PM	: Plan Maestro
PVC	: Cloruro de Polivinilo
PTA	: Planta de Tratamiento de Agua
SANAA	: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados
SECPLAN	: Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto (actualmente SETCO: Secretaría Técnica de Cooperación Internacional)
SERNA	: Secretaría de Recursos Naturales y del Ambiente
SOPTRAVI	: Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda
TIRE	: Tasa Interna de Retorno Económico
TIRF	: Tasa Interna de Retorno Financiero
USAID	: Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
Viv.	: Vivienda
VPN	: Valor Presente Neto
kwh	: kilowatios hora
Lps	: Lempiras
lppd	: litros por persona por día
l/s (l/seg)	: litros por segundo
mg/l	: miligramo por litro
m ³ /d	: metros cúbicos por día
N/100 mL	: número por 100 mililitros
NTU	: Unidad de Turbiedad Nefelometrica
Unidad Pt-Co	:Unidad de Platino Cobalto
US\$	: Dólar Estadounidense

GLOSARIO

Capacidad de rendimiento confiable 99 % : La capacidad de rendimiento de la fuente de agua durante el mes más seco en 10 años. Significa el rendimiento disponible en 119 de 120 meses, lo cual es equivalente a 99.17% (= 119/120) de confiabilidad en términos de duración.

Computado para agua : Agua distribuida que genera ingresos

No computado para agua : Agua distribuida que no genera ingresos. No computado para agua puede incluir pérdidas físicas, uso de agua para combatir incendios, y agua no medida debido al malfuncionamiento e insensibilidad de los medidores

Disposición a pagar : Una cantidad que un respondientes al cuestionario de estudio acepta pagar por el proyecto(s) o servicio(s) especificados en el cuestionario.

Costo de oportunidad del capital : Pérdida de renumerabilidad de inversiones alternativas que serán dejadas de realizar debido a las inversiones en los proyectos propuestos. Teóricamente el costo de oportunidad del capital es igual a la productividad del capital en un país, sin embargo, prácticamente es difícil de calcular . Si la tasa interna de retorno económico del proyecto propuesto es menor que el costo de oportunidad del capital, los proyectos propuestos no son viables desde el punto de vista económico.

Valor presente neto : Diferencia entre el valor presente de los beneficios y el valor presente de los costos. El valor presente de los beneficios (o costos) se indica a continuación.

$$PV = \sum_{t=1}^n \frac{Bt \text{ (o } Ct)}{(1 + r / 100)^t}$$

donde, *PV*: valor presente,
 n: periodo de evaluación del proyecto
 Bt: beneficios en el año *t*,
 Ct: costos en el año *t*
 r : tasa de descuento (%)

Tasa interna de retorno económico: Una tasa de descuento con la cual el valor presente neto de los beneficios económicos y de los costos económicos del proyecto se hace cero.

Tasa interna de retorno financiero: Una tasa de descuento con la cual el valor presente neto de los beneficios financieros y de los costos financieros del proyecto se hace cero.

Factor de conversión estándar : Un factor para convertir los precios del mercado doméstico de bienes no transables a precios del mercado internacional. El factor de conversión estándar está basado aproximadamente en estadísticas de comercio tal como la cantidad de bienes importados y exportados y los impuestos de importación y exportación.