

Lista de Gráficos y Cuadros

Figura 11-1 Ubicación del Plan de Rehabilitación del Sistema de Distribución.....	11-5
Figura 11-2 Ubicación del Proyecto de Derivación Ojojona ~ Concepción	11-12
Figura 11-3 Ubicación de las Fuentes de Picacho y las Líneas de Conducción.....	11-17
Figura 11-4 Red de Tuberías de Conducción	11-42
Cuadro 11-1 Resumen del Proyecto de Rehabilitación del Sistema de Distribución	11-7
Cuadro 11-2 Relación de la Cooperación Financiera No Reembolsable Anterior con las Instalaciones de la Solicitud Actual	11-8
Cuadro 11-3 Resumen de los Bloques de Distribución.....	11-41
Cuadro 11-4 Estado de Pérdidas y Ganancias	11-64
Cuadro 11-5 Tabla de Calculo de Pérdidas y Ganancias	11-64
Cuadro 11-6 Tabla de Tarifas de Agua	11-65
Cuadro 11-7 Flujograma General de los Proyectos del SANAA desde la Etapa de Formulación Hasta la Ejecución.....	11-66

Abreviaturas (1/2)

Abreviaturas	Inglés	Español
【organización etc】		
JICA	Japanese International Cooperation Agency	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
SANAA	National Autonomous Service of Water and Sewerage	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados
SERNA	Secretariat of Natural Resources and Environment	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
DECA	Directorate of Environmental Evaluation and Control	Dirección de Evaluación y Control Ambiental
SOPTRAVI	Secretariat of Public Works, Transportation and Housing	Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda
COHDEFOR	Honduran Forestry Development Corporation	Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
SETCO	Technical Secretariat of International Cooperation	Secretaría Técnica de Cooperación Internacional
ENEE	National Electricity Enterprise	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
UNDP	United Nations Development Program	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
EU	European Union	Unión Europea
BID ó IDB	Inter-American Development Bank	Banco Interamericano de Desarrollo
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development	Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo
BCIE	Central American Bank for Economic Integration	Banco Centroamericano de Integración Económica
U.N.A.H.	National Autonomous University Of Honduras	Universidad Nacional Autónoma Honduras
AECI	Spanish International Cooperation Agency	La Agencia Española de Cooperación Internacional
SNV	Netherlands Development Organization	Stichting Nederlandse Vrijwilligers
ACDI (CIDA)	Canadian International Development Agency	Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional
USAID	The U.S. Agency for International Development	La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
GTZ	German Agency for Technical Cooperation	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
OPS	Pan American Health Organization	Organización Panamericana de la Salud
EC	European Community	Comunidad Europea
Cuerpo de Paz	Peace Corps	Cuerpo de Paz
PAS/BM	WORLD BANK Water and Sanitation Program	Programa Agua y Saneamiento del Banco Mundial
UNICEF	United Nations Children's Fund	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
COSUDE	Swiss Cooperation Agency for Development	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
PRODEM HON	Municipal Strengthening and Local Development Program in Honduras	El Programa de Fortalecimiento Municipal y Desarrollo Local en Honduras

Abreviaturas (2/2)

Abreviaturas	Inglés	Español
【 término etc 】		
IMF	Internatinal Monetary Fund	Fondo Monetario Internacional
M/P	Master Plan	Plan Maestro
F/S	Feasibility Study	Estudio de Factibilidad
FIRR	Finacial Internal Rate of Return	Tasa de Rendimiento Interno Financiero
EIRR	Economic Internal Rate of Return	Tasa de Rendimiento Interno Económico
EIA	Environment Impact Assessment	Estudio de Impacto Ambiental
IEE	Initial Environment Examination	Evaluación Ambiental Inicial
M/M	Minutes of Meetings	Minuta de Reuniones
WTP	Water Treatment Plant	Planta de Tratamiento de Agua
NWTP	New Water Treatment Plant	Nueva planta de tratamiento de agua
STP	Sewage Treatment Plant	Planta de Tratamiento de Agua
BOD	Biochemical Oxygen Demand	Demanda Bioquímica de Oxígeno
COD	Chemical Oxygen Demand	Demanda Química de Oxígeno
SS	Suspended Solids	Sólidos Suspendidos
T-N	Total Nitrogen	Nitrógeno Total
T-P	Total Phosphorus	Fósforo Total
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe	Tubería Cloruro Polivinílico
HWL	High Water Level	Nivel de agua alto
SWL	Surcharge Water Level	Nivel de maximo deseno que puede alcanzar el agua en el embalse
NWL	Normal Water Level	Nivel de maximo de regulacion
LWL	Low Water Level	Nivel de minimo de regulacion
ℓ/s	Liter per second	Litro por segundo
m ³ /d	Cubic meter per day	Metro cúbico por día

Resumen

RESUMEN

La República de Honduras (en adelante denominado Honduras) es uno de los países menos desarrollados de Centro América, con una población de 7.14 millones de habitantes, una área de 112,000 km², y Producto Interno Bruto per Capita de \$ 1,085. La principal industria es la agricultura, silvicultura y pesca, siendo los productos de exportación más importantes, el café, bananos, camarón, sin embargo existe una tendencia a la ampliación del déficit comercial. La economía por largo tiempo ha permanecido estacionaria, en este sentido el Banco Mundial y el FMI están brindando asistencia por medio de la promoción de la Iniciativa de Países Pobres Altamente Endeudados (HIPC), la elaboración del documento de Estrategia de Reducción de la Pobreza (PRSP), y la Facilidad del Crecimiento de Reducción de la Pobreza (PRGF).

La ciudad capital Tegucigalpa está ubicada en la zona central de la republica de Honduras en donde está concentrado el poder político del país. El servicio de agua potable está a cargo de la División Metropolitana del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), que cuenta con aproximadamente 1,700 empleados. La población abastecida es de 986,000 personas (año 2005), alcanzando un porcentaje de extensión de 90%, el nivel de servicio es bajo, especialmente los horarios de servicio en todas las zonas, por lo cual la falta de agua constituye un aspecto muy importante a considerar. Japón llevó a cabo la ejecución del Proyecto de Rehabilitación del Sistema de Agua Potable de Tegucigalpa (1999 ~ 2003) por medio de la cooperación financiera no reembolsable para la recuperación por los daños del huracán Mitch, y asimismo en el período 2000 ~2001 se realizó el Estudio de Desarrollo para el Suministro de Agua Potable de Tegucigalpa, mediante el cual se elaboró un Plan Maestro para el año meta de 2015, lo mismo que la preparación del Estudio de Factibilidad para un proyecto de emergencia.

De conformidad con dicho estudio de desarrollo la producción necesaria para satisfacer la demanda de agua del año 2006 es de 267,000 m³/día, mientras que la capacidad de producción es de solamente 175,000 m³/día, dando como resultado un déficit de 92,000 m³/día. En el Plan Maestro se hace la propuesta de un suministro estable y seguro de 24 horas correspondiente a un período seco de 1 vez en 10 años, y para asegurar la fuente de agua requerida se establece un análisis comparativo de 7 propuestas de proyectos. En consecuencia como proyectos objeto del plan maestro se seleccionaron, el proyecto de la Presa Los Laureles II y el proyecto de la Presa Quiebramontes, de bajo costo y que satisfacen los requerimientos de volumen de agua a desarrollar, y al mismo tiempo un proyecto de control de fugas (mejoramiento en la capacidad de inspección y reparación de fugas) de costo alto que implica el ahorro de las fuentes de agua para evitar gastos innecesarios de tratamiento.

De acuerdo a los resultados de análisis comparativos sobre prioridad, importancia, periodo de construcción, adaptabilidad técnica, economía, y aspectos ambientales, la Presa Quebramontes era la más importante desde el punto de vista del volumen de agua a desarrollar, sin embargo en vista del alto costo y el largo período de construcción, se adoptó el proyecto Los Laureles II como proyecto prioritario para el alivio de la falta de agua. Como resultado del estudio de factibilidad, se presentó la propuesta como un proyecto realizable a corto plazo, sobre el cual el gobierno de Honduras presentó la solicitud de cooperación financiera no reembolsable al gobierno de Japón.

La presente solicitud se compone de 1) Construcción de la Presa Guacerique, 2) Expansión de la Planta de Tratamiento de Los Laureles (8,760 m³/día), 3) Excavación del material sedimentado del embalse de Los Laureles (500,000 m³). El proyecto principal que es la presa Los Laureles II de gran escala tiene una altura de 31 m, un volumen de embalse de 4,000,000 m³, siendo necesario la determinación de las condiciones ambientales y sociales por la reubicación de pobladores, por lo cual se llegó a la conclusión que el proyecto requería de un cuidadoso análisis para verificación del grado de necesidad de implementación, grado de urgencia, adaptabilidad y escala adecuada para una cooperación financiera no reembolsable, sin afectar los aspectos ambientales sociales. En consecuencia, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) tomó la decisión de llevar a cabo el Estudio de Estimado de Costos, Consideraciones Ambientales y Sociales, para lo cual envió una misión para la Fase 1 del estudio en el sitio correspondiente, a partir del 17 de Agosto al 15 de Septiembre del año 2005. Durante la Fase 1 se llevaron a cabo reuniones y discusiones con el personal relacionado del gobierno de Honduras, y al mismo tiempo se realizó el estudio de campo en la zona objeto del proyecto. Después de regresar a Japón y una vez concluidos los análisis respectivos sobre los alcances de la solicitud se preparó el borrador del informe de esta primera fase, y posteriormente a partir del 28 de Febrero al 27 de Marzo del año 2006 se llevó a cabo la implementación de la Fase 2 del estudio en el sitio, incluyendo las discusiones sobre los resultados de la Fase 1 y la ejecución de las investigaciones complementarias correspondientes.

Los resultados de la Fase 1 del estudio se pueden resumir de la siguiente manera:

La ciudad de Tegucigalpa en el año de 1998 fue objeto de daños provocados por el huracán Mitch y después de los trabajos de rehabilitación correspondientes se está llevando a cabo el reforzamiento de nuevas fuentes de agua. Sin embargo, hasta la fecha el suministro de agua no ha sido suficiente respecto a la demanda de la ciudad, por lo que constantemente se tiene que recurrir a los racionamientos en el servicio de agua. La necesidad de desarrollo de nuevas fuentes de agua para la ciudad es extremadamente alta.

- (1) A nivel de la Presidencia de la República, la Secretaría Técnica de Cooperación Internacional (SETCO), y el SANAA, existe una gran expectativa y un alto grado de prioridad sobre la cooperación japonesa.
- (2) Respecto a la implementación de los aspectos ambientales y sociales existe experiencia por parte de consultores locales, y también por el lado del SANAA ya se cuenta con experiencias previas sobre reubicación de pobladores. Sin embargo, el estudio de impacto ambiental realizado en el período del estudio de desarrollo es a nivel preliminar, siendo necesario llevar a cabo una revisión de los alcances de un nuevo estudio de impacto ambiental. El año pasado la unidad ejecutora del gobierno realizó un estudio sobre la reubicación de los pobladores, del cual como ultimo dato resultó la necesidad de reubicar un total de 57 casas (existe un total de 43 dueños de casas y terrenos). Sin embargo este estudio no corresponde a un estudio topográfico en donde se hayan verificado estrictamente los alcances y alturas de las zonas inundadas. A los pobladores ya se les ha manifestado sobre los planes de reubicación, sin embargo no se han iniciado aun las asambleas públicas o las negociaciones de indemnización.
- (3) Como nueva fuente de agua se está ejecutando actualmente el proyecto de desarrollo de 380 lts/s de agua subterránea, de los cuales el 60% (227 lts/s) serán extraídos de la cuenca de la presa Los Laureles. Asimismo el SANAA tiene el plan de continuar con la implementación de otros proyectos de desarrollo de agua subterránea. En este plan existe los problemas de la sobre explotación de agua por pozo, como ser la disminución del nivel freático, y el posible efecto negativo sobre las áreas vecinas. En este sentido es necesario la recopilación de información básica a fin de verificar la efectividad del desarrollo de la fuente de agua subterránea.
- (4) En el Plan Maestro del estudio de desarrollo se presenta el proyecto de gran escala de la Presa Quiebramontes, ubicada aguas arriba de la presa Los Laureles objeto del presente proyecto de cooperación financiera no reembolsable. Sobre el proyecto de construcción de la presa Quiebramontes se han hecho esfuerzos para la adquisición de los fondos necesarios, sin embargo no hay ninguna expectativa a la fecha. O sea que es necesario analizar nuevamente las medidas de control de sedimentación para el sitio de la presa Los Laureles II de aguas abajo y de la misma cuenca. Según el estudio de desarrollo se estima que el 66% de los sedimentos de la cuenca de captación de la presa Los Laureles II (cuenca del río Guacerique) serían atrapados aguas arriba en la presa Quiebramontes, sin flujo de sedimentos a la presa Los Laureles II. En el caso de que se mantuviera la magnitud de la presa, los cálculos indican que en 17 años se llegaría al volumen de diseño del embalse. Y por otro lado

para mantener la capacidad del embalse por un período de 50 años es necesario aumentar la altura de la presa en 5.6 m, incrementando de esta manera en 3 veces el número de casas inundadas, lo cual hace más grande el impacto ambiental y social.

- (5) En el estudio de desarrollo se realizó el análisis comparativo de 7 proyectos alternativos: 4 proyectos de presas, 2 proyectos de control de fugas, y 1 proyecto de dragado de la presa existente, sin embargo solamente se considera el análisis de beneficio costo, dejando de lado el análisis comparativo del impacto ambiental y social. Asimismo, en el estudio preliminar además de las alternativas anteriores se contemplan varias opciones de desarrollo de fuentes de agua, una parte de la opción de desarrollo de agua subterránea está en ejecución. Esto significa que el proceso de comparación de alternativas para la selección de la presa Los Laureles II, ha tenido que revisarse debido a cambios que sucedieron posteriormente.
- (6) De acuerdo a lo anteriormente establecido no existe ningún problema en cuanto a la necesidad del proyecto y a la prioridad por parte del gobierno de Honduras, ni tampoco se prevé en este momento impedimentos considerables en lo que se refiere a la magnitud del proyecto y capacidad de ejecución sobre los aspectos ambientales y sociales. No obstante, a pesar de que el caudal desarrollado por el proyecto de solicitud de construcción de la presa Los Laureles II es relativamente pequeño, todavía existen muchos aspectos técnicos que deben evacuarse antes de continuar a la etapa de ejecución. Concretamente tal como se describe a continuación.
- (a) En vista de que no se tiene seguridad sobre la construcción de la presa Quebramontes de aguas arriba prevista en el estudio de desarrollo, se hace necesario tomar las medidas adecuadas de protección por el riesgo de sedimentación.
- (b) Según la Guía Revisada sobre Consideraciones Ambientales y Sociales de JICA (Abril, 2004), es necesario verificar la prioridad mediante el análisis comparativo de varias alternativas en el caso de preverse el impacto ambiental y social. Además es necesario la obtención de la licencia ambiental por medio del estudio apropiado de impacto ambiental, estableciendo el acuerdo respectivo con los pobladores que se han de reubicar, y completar sin ningún problema las indemnizaciones y adquisición de terrenos. El procedimiento por parte de Japón es consultar al comité de consideraciones ambientales y sociales de JICA, se recibe el reporte para lo cual es necesario tomar las medidas adecuadas correspondientes.

- (7) La situación del suministro de agua de Tegucigalpa es seria, lo cual amerita la continuación de una cooperación. Especialmente debido al insuficiente volumen de agua en la conducción desde la fuente se requiere del desarrollo de fuentes de agua. Sin embargo, considerando las limitaciones presupuestarias actuales del gobierno resulta muy difícil tomar la decisión de ejecutar la construcción de una presa de gran magnitud, por lo consiguiente en los actuales momentos es necesario ir desarrollando proyectos de desarrollo de fuentes de agua de pequeña escala. Resulta más práctico obtener y mantener un efecto constante por medio de varias medidas.
- (8) En el Plan Maestro se presentó una propuesta de decisión drástica para el año meta 2015, sin embargo si se adoptara la aproximación anterior existen unas pocas alternativas no consideradas en el plan maestro, dentro de las cuales existen proyectos importantes que se pueden realizar sin ninguna implicación de orden ambiental y social y ejecutables a corto plazo. En el caso de que la presa Los Laureles II fuera la única opción con la cual contar, y con un gran efectividad, sería recomendable aclarar y considerar cada uno de los aspectos mencionados anteriormente. Sin embargo, tomando en cuenta que el caudal a desarrollar por la presa Los Laureles II de 130 lts/s es bajo en relación a los requerimientos de demanda totales, es muy probable que el SANAA pueda realizar otros proyectos de igual magnitud de volumen de agua a desarrollar, y con bajo nivel de impacto ambiental y social, sin dificultades técnicas y además con la posibilidad de ejecutarse en corto plazo, y con los mismos efectos de la presa Los Laureles II. Es recomendable que se analice esta situación con la debida atención.

Las consideraciones anteriores sobre los resultados del estudio fueron explicadas a las autoridades relacionadas del gobierno de Honduras en el transcurso de la Fase 2. El SANAA habiendo comprendido y aceptado las conclusiones del equipo de estudio de Japón, presentó la solicitud de los siguientes 5 proyectos alternativos.

- (1) Proyecto de Rehabilitación del Sistema de Tuberías de Distribución de Tegucigalpa
- (2) Proyecto de Suministro de Agua a Barrios en Desarrollo por Medio de Camiones Cisterna
- (3) Proyecto de Derivación y Ampliación desde la Presa Derivadora de Ojojona hasta la Presa Concepción por Medio de Canal
- (4) Proyecto de Mejoramiento de la Línea San Juancito del Sistema Picacho y Mejoramiento y Expansión de la Planta de Tratamiento Picacho
- (5) Envío de Expertos para Asesoramiento en los Campos de Control de Sedimentación, Manejo de Información, Desarrollo de Fuentes de Agua, y según sea necesario, Entrenamiento de Personal de Contraparte en Japón.

Los alcances principales de los proyectos alternativos son los siguientes:

(1) Proyecto de Rehabilitación del Sistema de Tuberías de Distribución de Tegucigalpa

En el período de 1999 ~ 2003 se ejecutó el Proyecto Rehabilitación de Tuberías del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Tegucigalpa, bajo la modalidad de la cooperación financiera no reembolsable, por medio del cual se llevó a cabo la construcción de tanques de distribución, sustitución de tuberías de conducción y distribución, lo mismo que donación de equipo para control de fugas, sin embargo en vista de las necesidades de mejoramiento que todavía existen en el sistema, se está presentando este proyecto. Por parte del SANAA se ha presentado la solicitud de construcción de 8 tanques de distribución, 9 líneas de conducción, 2 estaciones de bombeo, 3 líneas de distribución primaria, 3 zonas de tuberías de distribución secundaria, haciendo un total de 25 sitios propuestos concretamente para sustituciones o nuevas construcciones. El objetivo en todos los casos es lograr el mejoramiento del sistema y reducción de pérdidas por medio de la solución del problema ocasionado por el envejecimiento de las tuberías, desigualdad en la distribución por la capacidad insuficiente de las instalaciones, el crónico problema de las fugas.

(2) Proyecto de Suministro de Agua a Barrios en Desarrollo por Medio de Camiones Cisterna

En vista de que la población de Tegucigalpa se está expandiendo a sitios altos en donde resulta difícil extender la red de distribución del sistema, el SANAA está atendiendo el servicio de distribución a estas zonas por medio de camiones cisterna. Con el propósito de fortalecer este sistema por medio del proyecto se requiere del suministro de 30 camiones cisterna y la construcción de 4 estaciones de llenado.

(3) Proyecto de Derivación y Ampliación desde la Presa Derivadora de Ojojona hasta la Presa Concepción por Medio de Canal

El proyecto consiste en la derivación desde una presa derivadora al sur de Concepción y en el río Ojojona hasta la presa Concepción, y por medio del uso efectivo del embalse de dicha presa se pretende alcanzar el desarrollo de una fuente de agua. Actualmente existe una tubería de conducción de unos 4 ~ 5 km de longitud y una presa derivadora para la conducción de 230lts/s, y por medio del presente proyecto se pretende incrementar la altura de la presa derivadora y la construcción de un nuevo canal, con el fin de aumentar la capacidad de conducción.

(4) Proyecto de Mejoramiento de la Línea San Juancito del Sistema Picacho y Mejoramiento y Expansión de la Planta de Tratamiento Picacho

El proyecto consiste en el reforzamiento del volumen de producción por medio del mejoramiento del sistema de captación de las fuentes de Picacho. La capacidad actual de la planta de tratamiento de Picacho es de 900 lts/s, sin embargo mediante el incremento en la capacidad de los tanques de decantación se tiene previsto aumenta la capacidad de producción de la planta en 200 lts/s, y de igual manera el proyecto comprende la sustitución de medidores de caudal, tanque de mezclador de cloro, equipo de inyección de reactivos, que están presentando problemas de envejecimiento o mal funcionamiento en la planta. Asimismo, y de conformidad con el estudio previo, la expansión y nueva construcción de las instalaciones de captación y de la línea de conducción, con el propósito de incrementar el volumen de captación.

(5) Envío de Expertos para Asesoramiento en los Campos de Control de Sedimentación, Manejo de Información, Desarrollo de Fuentes de Agua, y según sea necesario, Entrenamiento de Personal de Contraparte en Japón

El propósito es brindar asesoramiento en los campos de, elaboración de plan maestro para el desarrollo de fuentes de agua, mejoramiento en la capacidad de planificación, sistemas de información, y control de cuencas para la prevención de sedimentación.

La situación del suministro de agua de la ciudad de Tegucigalpa es grave, las necesidades de mejoramiento son grandes, y al mismo tiempo las autoridades relacionadas del gobierno de Honduras mantienen una gran expectativa sobre la cooperación japonesa, por lo cual es recomendable un programa de asistencia continuo y a la mayor brevedad posible en base al proyecto de envío de expertos (numeral 5) por medio del cual se puedan definir las estrategias de cooperación futura.

Indice

INDICE

Pagina

Introducción	
Acta de Entrega	
Plano de Ubicación	
Fotos	
Lista de Figuras y Cuadros	
Abreviaturas	
Resumen	
Indice	
 <u>Sección 1: Resultados del Estudio de la Fase 1</u>	
Capitulo 1 Antecedentes del Estudio, Objetivos, Alcance	1-1
1.1 Solicitud y Antecedentes del Presente Estudio.....	1-1
1.2 Confirmación del Contenido de la Solicitud y Resumen del Proyecto	1-3
1.3 Objetivo y Alcance del Estudio.....	1-4
1.4 Contenido del Informe del Estudio	1-4
Capitulo 2 Resumen de los Resultados del Estudio de Desarrollo.....	2-1
2.1 Antecedentes y Objetivo del Estudio de Desarrollo.....	2-1
2.2 Resumen del Proyecto Propuesto en el Plan Maestro	2-1
2.3 Resumen del Proyecto Prioritario Propuesto en el Estudio de Factibilidad.....	2-5
Capitulo 3 Actividades de Asistencia de Países y Organismos Donantes Sobre Proyectos de Mejoramiento de Agua Potable, después del Estudio de Desarrollo.....	3-1
3.1 Países y Organismos Donantes en el Campo de Proyectos de Mejoramiento de Agua Potable	3-1
3.2 Desarrollo de Fuentes de Agua para el Año Meta 2030	3-12
Capitulo 4 Situación Actual del Suministro de Agua.....	4-1
4.1 Situación Actual del Suministro de Agua.....	4-1
4.2 Resumen de los Sistemas de Suministro de Agua Existentes.....	4-2
4.3 Facilidades de Conducción y de Tratamiento de Agua	4-3
4.4 Instalaciones de Conducción.....	4-7
4.5 Instalaciones de Distribución	4-9

Capitulo 5	Predicciones de Demanda y Producción de Agua	5-1
5.1	Predicciones de Demanda de Agua	5-1
5.2	Volumen de Producción de Agua	5-7
5.3	Plan de Ampliación de la Planta de Tratamiento.....	5-12
Capitulo 6	Revisión de los Planes de Desarrollo de Fuentes de Agua (Presas)...	6-1
6.1	Situación Actual de las Presas y Planificación	6-1
6.2	Documentación Básica sobre el Plan de Desarrollo de Fuentes de Agua	6-3
6.3	Resumen del Plan de Desarrollo de la Presa Los Laureles II (Estudio de Desarrollo)	6-8
6.4	Propuesta de Sustitución del Plan de Desarrollo de Fuentes de Agua	6-23
Capitulo 7	Condiciones Geológicas del Sitio de la Presa y de la Cuenca	7-1
7.1	Geología de la Cuenca y de los Alrededores del Embalse	7-1
7.2	Geología y Tratamiento del Sitio de la Presa	7-3
7.3	Agua Subterránea	7-6
Capitulo 8	Programa de Construcción y Revisión del Estimado de Costos	8-1
8.1	Objetivos y Método de la Revisión	8-1
8.2	Programa de Construcción	8-1
8.2	Estimado Preliminar de Costos	8-4
Capitulo 9	Revisión del Estudio Ambiental y Social del Estudio de Desarrollo	9-1
9.1	Revisión de la Evaluación del Impacto Ambiental del Estudio de Desarrollo	9-1
9.2	Situación Actual del Aspecto Social y Ambiental y Acciones Tomadas por el Gobierno de Honduras	9-4
9.3	Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Obtención de la Licencia Ambiental	9-9
9.4	Consideraciones Ambientales y Sociales Relacionadas con los Temas Futuros y Propuestas	9-11
Capitulo 10	Resultados del Análisis de la Necesidad y Adaptabilidad de la Ejecución de la Cooperación Financiera No Reembolsable	10-1
10.1	Acciones sobre el Contenido de la Solicitud Presentada.....	10-1

10.2	Necesidad y Adaptabilidad del Proyecto de Emergencia Propuesto en El Estudio de Desarrollo	10-1
10.3	Propuestas sobre la Cooperación Futura	10-17

Sección 2: Resultados de la Fase 2 del Estudio

Capítulo 11	Estudio Suplementario sobre los Proyectos Alternativos.....	11-1
11.1	Resultados de las Discusiones con las Instituciones Relacionadas del Gobierno de Honduras	11-1
11.2	Selección de los Proyectos Alternativos.....	11-2
11.3	Resumen de los Proyectos Alternativos	11-4
11.4	Estudio Suplementario sobre los Proyectos Alternativos	11-25
11.5	Informaciones sobre el Desarrollo de Fuentes de Agua	11-26
11.6	Informaciones sobre la Expansión y Reparaciones desde la Fuente de Agua Hasta la Planta de Tratamiento.....	11-33
11.7	Informaciones sobre el Sistema de Conducción, Distribución Primaria y Distribución Secundaria	11-38
11.8	Informaciones sobre el Envío de Expertos.....	11-49
11.9	Informaciones sobre el Sistema Organizacional del SANAA.....	11-57

Anexos

(Fase 1)

Anexo A	Minuta de Discusiones de la Fase 1 del Estudio (30 de Agosto, 2005)	A-1
Anexo B	Lista de Informaciones Recopiladas en el Estudio (Fase 1)	B-1
Anexo C	Lista del Personal Relacionado (Fase 1).....	C-1
Anexo D	Programa de la Misión de Estudio (Fase 1).....	D-1

(Fase 2)

Anexo E	Minuta de Discusiones de la Fase 2 del Estudio (10 de Marzo de 2006)	E-1
Anexo F	Lista de Informaciones Recopiladas en el Estudio (Fase 2).....	F-1
Anexo G	Lista del Personal Relacionado (Fase 2).....	G-1
Anexo H	Programa de la Misión de Estudio (Fase 2).....	H-1

Sección 1: Resultados del Estudio de la Fase 1

CAPITULO No. 1

ANTECEDENTES DEL ESTUDIO, OBJETIVOS, ALCANCE

1.1 Solicitud y Antecedentes del Presente Estudio

Los trabajos y actividades de agua potable de la ciudad de Tegucigalpa están a cargo del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), con una tasa de cobertura de 90%. Sin embargo el suministro de agua para todos los sectores se lleva a cabo por horas debido a la carestía de agua, lo cual representa un gran problema para la población. Especialmente en la época de verano esta es una situación muy crítica.

En vista de esta situación los organismos internacionales, Estados Unidos, Europa y Japón han otorgado diversos tipos de ayuda, algunas de las cuales continúan en la actualidad. El gobierno de Japón ha realizado ha ejecutado las siguientes asistencias sobre el mejoramiento del sistema de agua potable de la ciudad de Tegucigalpa.

- Cooperación Financiera No-Reembolsable, Proyecto de suministro de agua para barrios marginales de Tegucigalpa (1994 ~ 1995): 987 millones de Yenes, consistente en la construcción de pozos en las zonas periféricas de Tegucigalpa, tuberías de conducción, tanques de distribución y suministro de equipos relacionados.
- Cooperación Financiera No-Reembolsable, Proyecto de rehabilitación de tuberías del sistema de agua potable de Tegucigalpa (1999 ~ 2003): 3,195 millones de Yenes, consistente en el mejoramiento de la red de tuberías y tanques de distribución de Tegucigalpa.
- Estudio de Desarrollo, Estudio de Abastecimiento de Agua para el Area Urbana de Tegucigalpa (2000 ~ 2001): formulación de un Plan Maestro para el abastecimiento de agua para el año meta 2015 y estudio de factibilidad para proyectos prioritarios.

De conformidad con los resultados del estudio de desarrollo, y en base a las predicciones de demanda de agua de ese momento, la producción promedio diaria requerida para el año 2015 es de 267,000 m³/día, mientras que la capacidad de producción del año 2000 no pasó de 178,000 m³/día (99% de confiabilidad), o sea que se espera un déficit de agua de 89,000 m³/día (aproximadamente 33%). En ese sentido como resultado de los análisis de, prioridades, importancia, tiempo de ejecución, adaptabilidad técnica, aspecto económico y situación ambiental, se seleccionó a la Presa Los Laureles II como proyecto prioritario, ejecutándose el estudio de factibilidad correspondiente.

En el mes de Julio de 2003 el gobierno de Honduras solicitó nuevamente al Japón una cooperación financiera no reembolsable para el Proyecto de Emergencia de Abastecimiento de Agua de Tegucigalpa, cuyo contenido de solicitud fue modificado parcialmente con respecto a la solicitud presentada con anterioridad en los años 2001 y 2002 sin haber sido seleccionada. Para la aceptación de dicha solicitud es necesario llevar a cabo una cuidadosa consideración del aspecto social y ambiental incluyendo la reubicación de los pobladores de la zona lo mismo que verificar la factibilidad de implementar la cooperación financiera no reembolsable tomando en cuenta la magnitud del proyecto, para lo cual el

gobierno de Japón por medio de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) decidió la ejecución de este estudio preliminar.

La misión de este estudio preliminar estaba prevista para ser enviada en el mes de Septiembre de 2004, sin embargo se perdió la oportunidad en vista de haberse informado por parte del gobierno de Honduras de su intención de solicitar el Proyecto Guacerique II en lugar del proyecto prioritario anterior. Posteriormente como resultado de una nueva confirmación del contenido de la solicitud por el gobierno de Honduras, finalmente después de haberse confirmado la solicitud de la Presa Los Laureles II, se procedió al envío de la misión de estudio preliminar entre agosto y septiembre del año 2005.

El estudio preliminar se ha dividido en las siguientes etapas:

Fase I, (desde Julio de 2005):

- ① Actividades de preparación en Japón
Revisión del estudio de desarrollo (incluyendo revisión del estimado de costos), análisis del estudio de evaluación del impacto ambiental de la parte hondureña, análisis de los lineamientos del estudio en el sitio, y elaboración del informe inicial.
- ② Estudio en el Sitio
El estudio de investigación en el sitio comprende la verificación de la situación actualizada de la infraestructura del agua potable y las actividades de desarrollo de fuentes de agua, lo mismo que investigación de la capacidad real sobre la consideración ambiental y social por parte del gobierno de Honduras. El periodo de envío de la misión del estudio preliminar fue de 30 días desde la partida de Japón el día 17 de Agosto hasta el día de regreso a Japón el día 15 de Septiembre.
- ③ Trabajo de Análisis en Japón
Una vez realizado el procesamiento de los resultados de la investigación en el sitio se llevó a cabo el borrador del informe del estudio, y luego tomando este borrador como base se realizaron las discusiones correspondientes con el personal relacionado del gobierno de Japón a fin de tomar la decisión sobre la aplicabilidad de la ejecución de la cooperación financiera no reembolsable.

Fase II, (desde Febrero de 2006):

La ejecución de la Fase II estaba programada a partir del mes de Diciembre de 2005 (discusiones en el sitio) hasta el mes de Enero de 2006 (presentación del informe), sin embargo por motivo de las elecciones presidenciales de Noviembre del 2005 y tomando en cuenta que los análisis y discusiones sobre el estudio de la Fase I tomaron más tiempo de lo previsto, la Fase II se pospuso para iniciar a mediados del mes de Febrero de 2006.

- ① Discusiones en el Sitio (Honduras)
Se realizará la presentación y discusión sobre los resultados del análisis de la Fase I.

② Elaboración de Informe en Japón

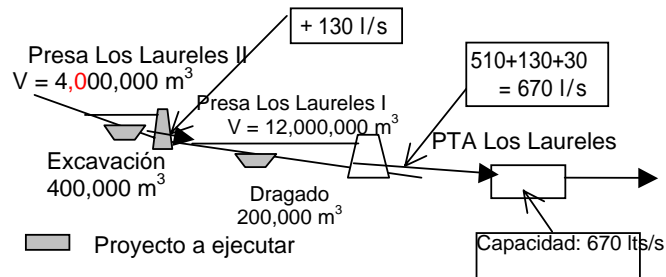
El informe del estudio preliminar se elaborará en Japón base a los resultados de las discusiones en el sitio y las correcciones parciales realizadas al borrador del informe de la Fase I.

1.2 Confirmación del Contenido de la Solicitud y Resumen del Estudio

El estudio de factibilidad del estudio de desarrollo correspondiente al proyecto Los Laureles II comprende lo siguiente:

- a) construcción de la Presa Los Laureles II (presa de gravedad de concreto, volumen del embalse de 4,000,000 m³, altura de presa 31 m, longitud de cresta 103 m).
- b) dragado del embalse actual de la Presa Los Laureles (200,000 m³) y excavación del cauce del nuevo embalse (400,000 m³).

Bajo las condiciones anteriores, el caudal de toma correspondiente a un nivel meta de falta de agua 1 vez en 10 años será de 130 lts/s, más 30 lts/s por el dragado y excavación del cauce, o sea un incremento de 160 lts/s. Por lo consiguiente agregando los 510 lts/s de caudal de toma de la presa existente Los Laureles, el caudal desarrollado por toda la cuenca Guacerique será de 670 lts/s. En el siguiente esquema gráfico se muestra el proyecto en forma resumida.



Esquema Gráfico del Proyecto una Vez Realizado

Las solicitudes de cooperación financiera no reembolsable presentadas por Honduras ante el gobierno de Japón tuvieron los siguientes cambios.

Solicitud de Septiembre, 2001

Nombre del Proyecto: Proyecto de Construcción de la Presa Los Laureles II y Dragado de la Presa Los Laureles

- a) Construcción de presa de concreto de 4,000,000 m³ de volumen de embalse
- b) Obra de dragado del embalse en el orden de 500,000 m³ con el propósito de incrementar su volumen.

Solicitud de Marzo, 2002

Nombre del Proyecto: Proyecto de Construcción de la Presa Los Laureles II

- a) Embalse de la Presa Los Laureles II (presa de concreto, altura 31 m, volumen del embalse 4,000,000 m³)
- b) Obra de dragado del embalse (volumen de dragado 500,000 m³)

Solicitud de Julio, 2003

Nombre del Proyecto: Proyecto de Abastecimiento de Agua de Emergencia para Tegucigalpa)

- a) Presa Los Laureles II (presa de concreto)
- b) Expansión de planta de tratamiento de agua Los Laureles (8,760 m³/día)
- c) Obra de dragado del embalse (volumen de dragado 500,000 m³)

El presente estudio preliminar corresponde a la solicitud anterior de Julio, 2003. Sin embargo no estaba claramente establecida la prioridad de la expansión de la planta de tratamiento, y además se tenía que verificar y discutir con el gobierno de Honduras sobre la diferencia en el valor del volumen de dragado del embalse con respecto al dato del estudio de desarrollo.

1.3 Objetivo y Alcance del Estudio

(1) Objetivo del Estudio

Los objetivos del estudio son, confirmar ampliamente la intención del gobierno de Honduras, analizar la escala del proyecto, el grado de necesidad y aplicabilidad del proyecto, el efecto ambiental y social, y de esta manera verificar la aplicabilidad de la cooperación financiera no reembolsable del Japón (verificar los aspectos positivos y negativos de la ejecución del estudio de diseño básico).

En el estudio se considerará cuidadosamente el aspecto ambiental y social incluyendo lo concerniente a la reubicación de los pobladores de la zona, además del análisis sobre la factibilidad de ejecutar el estudio de diseño básico. En el caso de que resulte factible se discutirán las acciones que debe tomar el gobierno de Honduras hasta llegar a la implementación del estudio de diseño básico.

(2) Zona Objeto del Estudio

La zona objeto del estudio comprende Tegucigalpa que es el area a ser abastecida, y las cuencas de las fuentes de agua de los alrededores. Especialmente como zonas principales objeto del estudio, el sitio de la Presa Los Laureles II y la cuenca del Río Guacerique (el área de captación de la cuenca en el sitio de la presa es de 194 km²

1.4 Contenido del Informe del Estudio

El presente informe es un resumen de la Fase I del proyecto. El informe final será preparado después de que se hayan clarificado los resultados de la Fase II, en primera instancia este informe será elaborado a manera de borrador del estudio. Es decir, en la Fase II se harán correcciones parciales del borrador del informe para luego elaborar el informe final correspondiente.

Este informe está compuesto por 10 capítulos, de los cuales en los capítulos 1 al 9 se presenta el resumen de informaciones y datos lo mismo que el contenido de los análisis realizados. El capítulo 10 describe los resultados del análisis del presente estudio preliminar, las conclusiones y recomendaciones, y de igual manera se incluyen las correspondientes justificaciones.

CAPITULO 2: RESUMEN DE LOS RESULTADOS DEL ESTUDIO DE DESARROLLO

2.1 Antecedentes y Objetivo del Estudio de Desarrollo

El estudio de desarrollo de JICA se llevó a cabo en base a la solicitud de cooperación presentada por el gobierno de Honduras para resolver el déficit de suministro de agua de la ciudad de Tegucigalpa. El Informe Preliminar fue presentado en Enero del año 2000, y un año después en Enero del 2001 fue presentado el Informe Final.

El estudio estuvo a cargo de la compañía consultora Pacific Consultants International (PCI), el cual siendo un estudio de desarrollo de fuentes de agua fue de corta duración comparado con otros proyectos, sin embargo el equipo de estudio estaba constituido por 14 expertos, que no es un número pequeño para M/M(Hombre/Mes). Se formó un comité ejecutivo presidido por el SANAA con la participación de la SERNA, SOPTRAVI, y la Municipalidad de Tegucigalpa. De igual manera por parte de JICA se formó un Comité Asesor de 3 miembros quienes brindaron consejos y asesoría sobre el estudio de PCI.

El objetivo del estudio de desarrollo ejecutado por JICA estaba conceptualizado de la siguiente manera:

- Formular un plan maestro para el abastecimiento de agua de la ciudad de Tegucigalpa para el año meta de 2015.
- Realizar un estudio de factibilidad (F/S) en el (los) proyectos prioritarios que deberán incluir el desarrollo de fuentes de agua en la cuenca de los Ríos Guacerique y/o Sabacuante, identificados dentro del plan maestro.
- Transferencia de tecnología para el personal de contraparte durante el transcurso del estudio.

La zona del estudio cubre el área urbana de Tegucigalpa que es el área de servicio para el suministro de agua. El desarrollo de las fuentes de agua está limitado a los sitios dentro del área de la cuenca que abastece a la ciudad de Tegucigalpa. De acuerdo al Informe del estudio, se definieron básicamente las siguientes cuencas:

- Río Guacerique (la fuente de agua para la presa Los Laureles y la planta de Tratamiento Los Laureles).
- Río Grande (la fuente de agua para la presa concepción y la planta de tratamiento Concepción).
- Río Sabacuante, Río Tatumbra (la fuente de agua para la planta de tratamiento Miraflores).
- Río Chiquito (una parte de las fuentes de agua de la Planta de Tratamiento Picacho).

2.2 Resumen del Proyecto Propuesto en el Plan Maestro

De conformidad con el plan maestro, para una población proyectada de 1,376,822 habitantes para el año 2015 se estableció el plan de demanda de agua (producción necesaria promedio diaria) de 267,494 m³/día para un suministro de 24 horas con 99 % de confiabilidad.

Como análisis comparativos se seleccionaron los siguientes 4 proyectos. Sin embargo, existe incertidumbre sobre el proceso de análisis de tales alternativas. Por otro lado, aparte del proyecto de la Presa Los Laureles II, las propuestas de estudios realizados por consultores de Estados Unidos y Europa en la década de los 80 han sido adoptados casi de la misma manera.

- Proyecto de la Presa Los Laureles II
- Proyecto de la Presa Quebramontes
- Proyecto de la Presa Sabacuante
- Proyecto de la Presa Tatumbla

Con respecto a los 4 proyectos anteriores, principalmente en lo que se refiere al análisis comparativo sobre el costo correspondiente al caudal unitario probable (costo unitario), en el plan maestro se propuso un plan de 3 componentes. La consideración social ambiental, no es punto de discusión. Asimismo, debido a la carestía notable de fuentes de agua, se consideran como deseables los proyectos de gran escala, sin embargo, la escala del proyecto tampoco es un punto de discusión

Componente 1: Proyecto Los Laureles II

Construcción de una nueva presa aguas arriba del embalse de la actual presa Los Laureles, incluyendo el dragado del embalse de la presa actual y de la nueva presa, y el desarrollo de un caudal probable de 160 l/s. El nuevo caudal generado será aprovechado el exceso de la capacidad instalada de la planta de tratamiento de Los Laureles y el sistema de conducción y distribución existentes.

Componente 2: Proyecto Quebramontes

El proyecto comprende la construcción de la presa Quebramontes en la parte alta del Río Guacerique, con una producción estimada de 1,040 lts/s. Además de la presa el proyecto incluye la optimización de todo el sistema por medio de la construcción de la nueva planta de tratamiento Quebramontes y de nuevas instalaciones de conducción y distribución.

Componente 3: Proyecto de Control de Fugas

El proyecto comprende la instalación de macromedidores en las instalaciones principales de distribución y micromedidores a nivel de las instalaciones domiciliarias, con el propósito obtener la información básica necesaria para el plan de reducción de fugas.

El plan de facilidades de los componentes arriba mencionados se resumen de la siguiente manera:

Componente 1: Proyecto de Presa Los Laureles II

Instalación / Proyecto	Especificaciones
Presa Los Laureles II	Tipo de presa: gravedad de concreto
	Altura: 31 m
	Longitud de cresta: 103 m
	Capacidad de almacenamiento bruto: 4,050,000 m ³
	Capacidad de almacenamiento efectivo: 2,050,000 m ³
	Nivel de agua máximo: 1,053 m
	Nivel de agua mínimo: sin determinar (sin embargo, el nivel de sedimentación es de 1,048 m, y el nivel mínimo de toma es de 1,040 m)
	Caudal a desarrollar: 130 lts/s (99% de confiabilidad)
	Area de la cuenca: 187 km ²
Dragado del Embalse	Volumen de excavación: 600,000 m ³
	Caudal a desarrollar: 30 lts/s (99% de confiabilidad)

Nota: 99% de confiabilidad no es una expresión o procedimiento común, sin embargo se aplicó en vista de haber sido utilizada por consultores de Estados Unidos y Europa en estudios anteriormente ejecutados en Honduras. Concretamente, según el calculo del balance hídrico significa que 1 vez en promedio en 100 meses hay falta de suministro, o sea un 99% de confiabilidad.

Componente 2: Proyecto de Presa Quebramontes

Instalación / Proyecto	Especificaciones
Presa Quebramontes	Tipo de presa: de enrocamiento
	Altura: 66 m
	Longitud de cresta: 959 m
	Capacidad de almacenamiento bruto: 53,000,000 m ³
	Capacidad de almacenamiento efectivo: 49,000,000 m ³
	Nivel de agua máximo: 1,147 m
	Nivel de agua mínimo: 1,113 m
	Caudal a desarrollar: 1,040 lts/s (99% de confiabilidad)
	Area de la cuenca: 125 km ²
Instalaciones de Obra de Conducción	1,200 mm x 1 km
Planta de tratamiento Quebramontes	Tipo: filtro rápido de arena
	Capacidad de tratamiento: max. diario, 108,000 m ³ /dia (1,250 lts/s)
Reorganización del sistema de conducción	Estación de Bombeo: Nuevos: 5 sitios Ampliación: 2 sitios
	Construcción y reposición de líneas de distribución: 23.3 km
Reorganización del sistema de distribución	Construcción de tanques de distribución: 12 sitios
	Construcción y reposición de tuberías de distribución: 300 km
	Construcción de tanques de llenado para camiones cisterna: 4 sitios

	Camiones cisterna: 204 unidades
Manejo combinado de las plantas de tratamiento Los Laureles y Quiebramontes	Ampliación de tanque dentro de la planta de tratamiento Los Laureles: 900 m ³

Componente 3: Proyecto de Control de Fugas

Instalación / Proyecto	Especificaciones
Medición de caudal	Instalación de macromedidores en las facilidades existentes (plantas de tratamiento, tanques de distribución)
	Instalación de micromedidores: 48,500 unidades
Reforzamiento del equipo de control de fugas	Equipo de inspección, herramientas de mantenimiento de vehículos

El presupuesto para cada uno de los proyectos se estimó de la siguiente manera:

Proyecto	Costo
Presa Los Laureles II	US \$ 25,722,000
Presa Quiebramontes	US \$ 353,625,000
Control de Fugas	US \$ 16,550,000
Total	US \$ 395,897,000

Nota: no incluye los costos de operación y mantenimiento después de la completación de las obras.

Asimismo como resultado del análisis financiero total del proyecto la tasa interna de retorno financiera (FIRR) fue de 6.0 %, sin embargo estas condiciones de calculo implican que la tarifa de agua se puede incrementar en 3.62 veces y además bajo la premisa de que el costo de construcción de las obras de fuentes de agua será subsidiado en un 30 %.

El programa de ejecución del proyecto se planificó de la siguiente manera:

Proyecto de la Presa Los Laureles II

- Período de preparativos y diseño: 2001 ~ 2002
- Período de construcción: 2003 ~ 2006 (finalización)

Proyecto de la Presa Quiebramontes

- Período de preparativos y diseño: 2001 ~ 2003
- Período de construcción: 2004 ~ 2007 (finalización)

Proyecto de Control de Fugas

- Período de ejecución: 2002 ~ 2007

Tal como se describe en la siguiente sección, el proyecto prioritario resultó ser el Proyecto de la Presa Los Laureles II, sin embargo considerando las limitaciones

del programa de ejecución es necesario poner atención al hecho de que los 3 proyectos se programaron para ejecutarse casi simultáneamente.

2.3 Resumen del Proyecto Prioritario Propuesto en el Estudio de Factibilidad

Dentro del proyecto propuesto en el plan maestro se llevó a cabo un estudio de factibilidad sobre el proyecto de la presa Los Laureles II que fue seleccionado como proyecto prioritario. La tasa interna de retorno económica fue de 14.7% y la tasa interna de retorno financiera fue de 10.7%, por lo cual el proyecto es factible desde el punto de vista económico y financiero, además en cuanto al aspecto social y ambiental se estima que no habrá un impacto serio debido a las medidas de alivio adoptadas.

No obstante, en vista de la necesidad de asegurar la demanda de agua en época de verano se han regulado las tomas de agua del río aguas arriba y además como medida de control contra la contaminación del agua se ha sugerido la necesidad de congelar el desarrollo del proyecto habitacional de Ciudad Mateo que se encuentra parado.

El proyecto de la presa Los Laureles II está constituido por los siguientes 2 componentes:

- Construcción de la presa Los Laureles II (caudal a desarrollar: 130 lts/s)
- Excavación del embalse actual sedimentado de la presa Los Laureles y del embalse y cauce de la nueva presa Los Laureles II (600,000 m³ de excavación para incrementar la capacidad del embalse, caudal a desarrollar 30 lts/s).

El contenido y las cantidades de obra de las instalaciones y de la excavación son las mismas definidas en el plan maestro, sin embargo a continuación se muestran en forma detallada los elementos que conforman la presa Los Laureles II y el embalse correspondiente.

Embalse	Nivel de agua de sobrecarga (SWL): 1,053.5 m
	Nivel de agua máximo normal (HWL): 1053.0 m
	Nivel de agua mínimo (LWL): 1,048.0 m
	Area superficial del embalse en el HWL: 490,000 m ²
	Area superficial del embalse en el LWL: 315,000 m ²
	Capacidad de almacenamiento bruto: 4,000,000 m ³
	Capacidad de almacenamiento efectivo: 2,000,000 m ³
	Volumen de almacenamiento del sedimento: 2,000,000 m ³ /50 años (asumido)
	Volumen de afluencia anual de sedimentos: 40,000 m ³ /año
Area de la Cuenca	Area de la cuenca: 187 km ²
Presa	Tipo: gravedad de concreto (con compuerta)
	Elevación de la cresta de la presa: 1,055 m
	Elevación del lecho del río: 1,033 m
	Elevación del lecho rocoso de cimentación: 1,024 m
	Altura de la presa: 31 m
	Longitud de cresta de la presa: 103 m
Ancho de la cresta de la presa: 5 m	

Vertedero	Tipo: compuerta
	Tipo de compuerta: compuertas de rodillo (control remoto)
	Escala de la compuerta: 9 m (h) x 8.6 m (a), 4 juegos
	Ancho del canal del vertedero: 50 m (sección estándar)
	Elevación de la cresta del vertedero (fondo de la compuerta): 1,045.5 m
Vertedero Auxiliar	Tipo: sin compuerta, de descarga libre frontal
	Elevación de la sección de rebose: 1,053 m
	Escala: 10 m (ancho) x 2 sitios
	Capacidad: 12.0 m ³ /s (1,053.5 m)
Estructura de Descarga (Obra de Toma)	Tipo: conducto con válvula de cono (diámetro: 0.8 m)
	Capacidad: 6.8 m ³ /s (HWL), 4.0 m ³ /s (LWL)
	Elevación de la toma (centro): 1,040 m, (1,038 m) **
Puente del Vertedero	5 m (ancho) x 8.6 m (largo), 4 unidades
	5m (ancho) x 10 m (largo), 2 unidades
Cantidades de obra de la presa	Volumen de concreto de la presa: 27,000 m ³
	Volumen total de concreto, incluyendo las estructuras complementarias: 42,000 m ³
	Volumen de excavación (total roca, suelo): 65,000 m ³
Obras de Retención de Sedimentos, Aguas Arriba del Embalse	Tipo: muro de gaviones con base de concreto
	Elevación de la cresta: 1,050 m
	Escala de los gaviones: 5.5 m (altura), 3 m (ancho de cresta), 9 m (ancho de base)
	Longitud del muro: 233 m
	Volumen de muro de gaviones: 1,671 m ³
	Volumen de concreto: 650 m ³

** la elevación es diferente, respecto a los planos del informe.

El estimado del costo del proyecto prioritario es de la siguiente manera:

Item	Costo *
Construcción	US \$ 18,622,000
Servicios Técnicos de Diseño y Supervisión	US \$ 1,862,000
Imprevistos	US \$ 1,862,000
Adquisición de terrenos (Incluye indemnizaciones) **	US \$ 2,445,000
Coordinación del proyecto **	US \$ 931,000
Total	US \$ 25,722,000

* : No incluye los costos de operación y mantenimiento después de la completación del proyecto.

** : Aporte del gobierno de Honduras

El programa de ejecución de la construcción del proyecto de la Presa Los Laureles II se ha planificado de la siguiente manera:

- Segundo semestre del 2003: licitación y contrato
- Principios de 2004: Inicio de la construcción del proyecto
- Mediados de 2006: finalización de la construcción

CAPITULO 3:

ACTIVIDADES DE ASISTENCIA DE PAISES Y ORGANISMOS DONANTES SOBRE PROYECTOS DE MEJORAMIENTO DE AGUA POTABLE POSTERIOR AL ESTUDIO DE DESARROLLO

3.1 Países y Organismos Donantes en el Campo de Proyectos de Mejoramiento de Agua Potable

(1) Donantes en el Sector de Agua para el Gobierno de Honduras

Los países y organismos internacionales donantes para Honduras en el sector de agua incluyendo proyectos de mejoramiento de agua potable celebran regularmente (mensualmente) la reunión de donantes, siendo el objetivo principal el intercambio de informaciones, sin embargo entre dichos donantes no se lleva a cabo ningún tipo de coordinación sobre la asistencia y sus correspondientes actividades.

De acuerdo a información de la oficina de JICA de Honduras, el grupo de países y organismos donantes está formado por 16 miembros, tal como se describen en la siguiente lista. Por parte del mismo país u organismo se han presentado varios participantes. La embajada de Japón también participa como miembro del grupo de donantes.

AECI	SNV	ACDI	BCIE
USAID	GTZ	OPS	EC
PNUD	JICA	Cuerpo de Paz	PAS/BM
UNICEF	COSUDE	USAIDE/SANAA	AECI/PRODEMHN

El detalle de la asistencia de los donantes en el sector agua se resume en el siguiente cuadro (según documentación obtenida de la Oficina de JICA Honduras). Sin embargo no hay información de todos los donantes, en el cuadro no se incluye a España, Italia, Francia y Alemania.

Organismo	Campo o Sector, Contenido	Inicio de la Asistencia y Año de Finalización	Tipo de Asistencia
UNICEF	Agua y saneamiento, principalmente apoyo a las municipalidades	Inicio, 1987	Asistencia técnica y financiera (no-reembolsable)
USAID	Agua y saneamiento, riego, conservación de la calidad del agua, manejo de cuencas, control del medio ambiente, ecoturismo, etc.	Inicio, 1980 Previsto para finalizar en 2009	Asistencia técnica y financiera (no-reembolsable)

UNDP	Manejo Integral de los Recursos Hídricos (GIRH)	Inicio, 2003 Previsto para finalizar en 2007	Asistencia técnica y financiera (no-reembolsable)
Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional	Agua y saneamiento, Apoyo en la descentralización regional del manejo del agua	Inicio, 1999 Previsto para finalizar en 2007	Asistencia técnica y financiera (no-reembolsable)
OPS/OMS Honduras	Agua y saneamiento, conservación de la calidad del agua, mejoramiento de las instalaciones de tratamiento de agua, certificación de laboratorios ambientales (SANAA, CESCO y otros), disposición, tratamiento y uso de aguas residuales, turismo acuático	Inicio, 1950	Mejoramiento de infraestructura de proyectos prioritarios, fortalecimiento institucional por medio del desarrollo de procedimientos jurídicos, desarrollo de recursos humanos
AGUASAN	Agua y saneamiento, fortalecimiento de la capacidad regional, asistencia para la descentralización regional, manejo integrado de los recursos hídricos, estudio de aguas subterráneas y procesamiento de información	Inicio, 1978 Previsto para finalizar en 2007	Infraestructura, fortalecimiento institucional por modelo de control para el fortalecimiento de la capacidad regional (asistencia en políticas de desarrollo por sector)
Programa para Agua y Saneamiento (PAS)	Agua y saneamiento	Inicio, 2003 Previsto para finalizar en 2006	Fortalecimiento institucional en transferencia de tecnología, asistencia sobre debates abiertos, asistencia técnica al sector privado
Embajada de Japón, Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)	Agua y saneamiento, mejoramiento de agua potable, agua y riesgo, fragilidad del agua, plan nacional de recursos hídricos y descentralización regional a base de	Inicio, 1970 La finalización se ha de determinar en función del tipo de asistencia y de los programas de los gobiernos de	Mejoramiento de infraestructura, fortalecimiento institucional de los estudios

	una cooperación participativa	Japón y Honduras	
Servicio Holandés para la Cooperación del Desarrollo (SNV)	Agua y saneamiento, manejo integrado de los recursos hídricos, asistencia para la descentralización regional, asistencia para la promoción participativa, asistencia sobre contabilidad justa, discusiones sobre pago de servicios ambientales	Inicio, 2003	Fortalecimiento institucional

(2) Proyectos de Agua Potable Finalizados o en Ejecución (clasificados por donantes)

A continuación se describen la documentación relacionada que fue recopilada, lo mismo que documentación obtenida a través del SANAA. No existe suficiente información en lo que se refiere a las fechas y los periodos de ejecución y otras informaciones, sin embargo se supo que en estos 5 años se ejecutaron diferentes tipos de proyectos.

① **Proyectos que Estaban en Ejecución a la Terminación del Estudio de Desarrollo**

Al momento de la finalización del estudio realizado por JICA en el mes de Enero del 2001, sobre el suministro de agua para la Ciudad de Tegucigalpa, estaban en ejecución una serie de proyectos de rehabilitación relacionados con los daños ocasionados por el Huracán Mitch que azotó a Centroamérica en el año de 1998. Tales proyectos comprendían principalmente, tuberías de conducción desde la fuente de agua y el mejoramiento de la red del sistema de tuberías en la ciudad, los cuales se describen a continuación.

- Proyecto BID/1029:

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) dispuso de nuevos fondos para la reconstrucción de tuberías de conducción y distribución, estaciones de bombeo y mejoramiento o reparación de otras instalaciones. El monto del proyecto fue de US \$ 10,000,000 (90% otorgado por el BID y el 10% de fondo local).

- Proyecto del Banco Mundial:

El Banco Mundial financió básicamente obras de reconstrucción de tuberías de conducción y distribución principales. El monto del proyecto fue de US \$ 5,000,000.

- Proyecto del Gobierno de Francia:
Expansión de la línea de conducción del subsistema Picacho-San Juancito (longitud 20 km, cambio de diámetro de 400 mm a 600 mm, tubería de hierro fundido dúctil). El monto del proyecto fue de US \$ 8,000,000.
- Proyecto de Cooperación Financiera No-Reembolsable de Japón:
Rehabilitación del sistema de distribución de agua potable de la región metropolitana de Tegucigalpa y Comayagua. El proyecto consta de la construcción de 8 tanques de distribución, reposición 39.45 km de tubería de 100 mm a 400 mm de diámetro en 14 zonas, reposición de 15.08 km de tubería primaria de 200 mm a 600 mm de diámetro, rehabilitación de 70.96 km de tubería terciaria y 5,560 conexiones domiciliarias, y además de suministro de materiales (5,700 micromedidores, materiales para trabajos ejecutados por el gobierno de Honduras para instalación de 83.12 km de tubería terciaria y 8,590 instalaciones domiciliarias, equipo para investigación y control de fugas). El monto del proyecto fue de 3,400 millones de Yenes Japoneses.
- Proyecto de la Comunidad Europea:
Rehabilitación y expansión del sistema de agua potable, mejoramiento de la infraestructura de abastecimiento de agua potable para comunidades pobres ubicadas en la zona noroccidental de la ciudad. El proyecto comprende la construcción de la línea de conducción, la línea de impulsión de la estación de bombeo, incluyendo 2 tanques de distribución de 1,890 m³ y 850 m³ de capacidad. Este proyecto se encuentra todavía en la etapa de preparativos, y su ejecución está prevista para el período de 2001 ~ 2002. El monto del proyecto es de 2.7 millones de Euros.

② El siguiente cuadro muestra la documentación recibida de SANAA relacionada con proyectos que SANAA tiene planeado ejecutar mediante fondos del propio gobierno de Honduras.

Proyecto	Objetivos del Proyecto	Alcance del Proyecto	Monto (Millones de Lempiras)
Plan de desviación Jinicuare - Concepción	Conducir 3.5 millones de m ³ al embalse de la presa Concepción en época de lluvia, con lo cual se incrementará la capacidad de producción de agua para la época de verano.	Construcción de una presa e instalación de tubería de conducción.	77.00

Reparación de la Planta de Tratamiento Miraflores y mejoramiento del Sistema de Distribución *	Aumento de 50 lts/s	Reconstrucción y operación de la planta de tratamiento	14.80
Mejoramiento del Sistema de Distribución de Agua para los Barrios en Desarrollo de Tegucigalpa **	Suministro de agua potable para los barrios en desarrollo de las zonas marginales	a) 30 centros de distribución de agua potable (incluye la instalación de tubería de distribución y llaves publicas) b) construcción de 1 centro de llenado de agua c) asignación de 1 camión cisterna	17.00

* : igual al proyecto con la ayuda del gobierno de España, sin embargo de acuerdo a información del SANAA una parte se realizó con fondos propios que se asume están ya incluidos en la lista.

** : no se ha verificado el detalle de los sitios exactos.

③ Listado de Proyectos en Ejecución según Información Recibida de SANAA

De parte de SANAA se recibieron 2 tipos de documentos sobre proyectos de agua potable en ejecución para la ciudad de Tegucigalpa, el primero de los cuales se indica a continuación.

Proyecto	Objetivo	Alcance	Monto (Millon de Lemp)	Período de construcción	Fuente de financiamiento
Reparación de la planta de tratamiento Los Laureles y reparación e instalación de la estructura de toma de la presa (instalación de torre de entrada de cloro y estructura de toma tipo	Mejoramiento de la calidad del agua en la toma y en la planta	Obras civiles de cilindro de cloración y deposito de gas para evitar accidentes y obras de mejoramiento de las instalaciones de toma del embalse	0.54	2 meses	Gobierno de España

inflable) *					
Reparación de planta de tratamiento por medio de la tecnología ACTIFLOT **	Incremento de 75 lts/s	Obras civiles de la planta de tratamiento, instalaciones , operación	17.22	1 año	Gobierno de España
Proyecto de emergencia de Desarrollo de Aguas Subterráneas	Desarrollo de 380 lts/s	Desarrollo de nuevas fuentes de agua a base de desarrollo de pozos, Obras de conducción y distribución (contrato con compañía contratista)	245.00	2 años	BCIE

* : una parte de las obras no están terminadas, por lo tanto se toma como en ejecución

** : no se verificó a cual planta de tratamiento se hace referencia

Aparte de la documentación anterior, por parte del SANAA se recibió el siguiente resumen de proyectos representativos de agua potable y alcantarillado que están en ejecución.

Proyecto de Reconstrucción y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de la Ciudad de Tegucigalpa (Gobierno de Italia)

Situación: El contrato de préstamo fue firmado en el año 2000 y en la actualidad se encuentra en progreso la construcción de cada uno de los componentes. Las obras de construcción casi han finalizado o están por finalizar en unos meses. Sin embargo, la entrega al gobierno de Honduras está prevista llevarse a cabo una vez que se hayan completado las pruebas de funcionamiento y entrenamiento a los operadores. En general el proceso puede tardar 1 año.

Lugar: Tegucigalpa y Comayagua.

Componentes:

Componente 1:

Diseño, suministro e instalación de 4 compuertas automáticas del vertedero de demasías de la Presa Concepción.

Monto del Proyecto: Fondos nacionales, 19.37 millones de Lempiras. Fondos externos, 1,186,800 Euros.

Componente 2:

Diseño, suministro, construcción e instalación de obras para el incremento de 300 lts/s de la Planta de Tratamiento Concepción (Planta de Tratamiento Roberto Mairena).

Monto del Proyecto:

Fondos externos, 1,985,000 Euros (Proyecto Llave en Mano)

Explicación Suplementaria:

La Planta de Tratamiento de Concepción fue diseñada para una capacidad de 1,500 lts/s, habiéndose construido la primera etapa con una capacidad de 1,200 lts/s. posteriormente, debido al incremento de la población se hizo necesaria la construcción adicional de una segunda etapa con una nueva instalación de 300 lts/s de capacidad.

Componente 3:

Diseño, suministro y construcción de planta de tratamiento de aguas negras de 100 lts/s de capacidad, y construcción de línea de tubería de alcantarillado sanitario.

Monto del Proyecto:

Fondos nacionales, Lps. 16,543,360. Fondos externos, Lps. 197,921,830.

Explicación Suplementaria:

En la zona del centro de la ciudad de Tegucigalpa se ha instalado sistema de alcantarillado sanitario, sin embargo existen muchos tramos envejecidos, y las aguas negras son descargadas directamente al río sin ningún tipo de tratamiento.

- En la actualidad se encuentra en proceso de ejecución la construcción de la primera etapa, la capacidad de tratamiento es de 100 lts/s.
- El monto del financiamiento es de 12 millones de Euros (1ª. Etapa).
- Las principales facilidades que comprenden la primera etapa están casi completadas. La entrega al gobierno de Honduras se llevará a cabo después de 1 año a partir de mediados de Octubre del 2005, una vez que se hayan realizado las pruebas de funcionamiento y el entrenamiento de los operadores.
- Durante la construcción de la primera etapa, las principales instalaciones de la segunda etapa se completaron simultáneamente, por lo cual en la segunda etapa con unas pocas obras adicionales solamente ya se puede contar con las instalaciones adicionales de 100 lts/s de capacidad de tratamiento. Es decir, aparte de la conformación del terreno de toda la planta de tratamiento, la finalización de las obras de construcción del tanque de reacción bioquímica y el estanque de sedimentación final de la fase 2, quedará pendiente solamente una parte del estanque de sedimentación inicial. Una vez secados los sedimentos son depositados en un lugar distante.

Componente 4:

Diseño, suministro de materiales y construcción de tubería de alcantarillado sanitario en la cuenca urbana de los ríos Choluteca y San José.

Monto del Proyecto:

Fondos externos: 800,000 Euros (monto contratado).

Proyecto para el Mejoramiento de Acueductos y Sistema de Alcantarillado en las Zonas Marginales de Tegucigalpa

Lugar: Tegucigalpa y Comayagua

Componentes:

- Mejoramiento del sistema de agua potable
- Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario

Monto del Proyecto:

Fondos nacionales, Lps. 15 millones. Fondos externos, 26.7 millones de Euros.

(3) Proyectos de Agua Potable Finalizados y en Ejecución (principalmente sumario de sistemas por sectores)

En el inciso (2) anterior se presentó básicamente un resumen de los proyectos clasificados por donante, en cambio en el siguiente cuadro se describe la situación actual de los sistemas por sector, ya construidos o en proceso de construcción.

Sistema	Especificaciones de las Instalaciones	Fuente de Financiamiento
Sub-sistema Picacho	Rehabilitación de la línea de conducción de San Juancito	Francia
	Caja de inspección en la planta de tratamiento (mejoramiento de tubería de entrada a tanque de distribución y conexiones de tubería de distribución)	BID
	Construcción de 1 tanque de distribución, dentro del predio de la planta de tratamiento (3,700 m ³)	Japón
Sub-sistema Los Laureles	Suministro de lancha para dragado	España
	Instalación de estructura de toma (cortina inflable)	
	mejoramiento de la planta de tratamiento de agua (670 lts/s → 750 lts/s)	BID
	Instalación de planta de tratamiento de agua tipo Unidad (25 lts/s x 4 unidades = 100 lts/s)	España
Sub-sistema Miraflores	- remoción y limpieza sedimentos de tubería de conducción - instalación de planta de tratamiento de agua tipo Unidad (25 lts/s x 2 unidades = 50 lts/s)	España
	- rehabilitación parcial de la línea de conducción Sabacuante y Tatumbra (250 ~ 350 mm: 1.7 km - mejoramiento de carretera de acceso (estructura de toma)	Banco Mundial
	- construcción de tanque de distribución en el predio de la planta de tratamiento (1 tanque: 1,000 m ³)	Japón
Sub-sistema Concepción	- expansión de la planta de tratamiento de	Italia

	agua (1,200 → 1,500 lts/s)	
	- instalación de compuerta de cierre oscilante	Italia
	- construcción de tanque de distribución en predio de la planta de tratamiento (1 tanque: 5,000 m ³)	Japón
Tanques de Distribución	Construcción de tanques de distribución en 5 sitios: - Estiquirín (6,200 m ³) - Centro Lomas (1,000 m ³) - 14 de Marzo (3,000 m ³) - Filtros (32 m ³) - Olimpo II (2,000 m ³)	Japón
Instalación de Tuberías	Construcción de tanques de distribución en la periferia de la ciudad capital - Colonia Ulloa (1,890 m ³) - Col. Villafranca (850 m ³)	USA
	- reposición de tubería de distribución primaria (Ø 200 ~ 600), 15.08 km - reinstalación de tubería secundaria en 14 colonias (Ø100 ~ 400), 39.45 km - rehabilitación de sistema de tuberías terciarias, 70.96 km Conexiones domiciliarias, 5560 sitios - suministro de materiales para trabajos ejecutados por gobierno de Honduras: Instalación de tubería, 83.12 km Conexiones domiciliarias, 8590 sitios	Japón
Construcción de Pozos	- desarrollo de aguas subterráneas en 4 zonas de Tegucigalpa incluyendo la cuenca del río Guacerique - caudal desarrollado por los pozos: 380 lts/s - tubería de conducción (actualmente en proceso de desarrollo, los pozos de la cuenca del río Guacerique ya se ejecutaron)	BCIE

(4) Proyectos Futuros para el Fortalecimiento de la Capacidad de Abastecimiento de Agua de Tegucigalpa

Con el fin de incrementar la capacidad de abastecimiento de agua de Tegucigalpa se tiene previsto por parte de SANAA (en etapa de planificación) la ejecución de los proyectos enumerados en la siguiente lista. También se incluyen proyectos en proceso de negociación con los organismos donantes.

Proyecto	Objetivo	Alcance	Monto (Millon Lps.)	Periodo de construcción	Fuente de financiamiento
Plan de Fortalecimiento del Suministro	Desarrollo de 95 lts/s de agua subterránea	Adicionalmente a los 380 lts/s en proceso de	64.60	1 año	En negociación con BCIE

de Agua Subterránea, Fase 1	(incremento de volumen de agua)	desarrollo, adicionalmente se desarrollarán 95 lts/s. De los 380 lts/s del contrato el 25% será ejecutado por las compañías Energy Solutions S. A. e Hidrosoluciones S. A.			
Plan de Fortalecimiento del Suministro de Agua Subterránea, Fase 2	Desarrollo de 420 lts/s de agua subterránea	Perforación de nuevos pozos en otras zonas de Tegucigalpa, aparte de las zonas ya desarrolladas	285.00	1 año	En tramite la aprobación de SEFIN para presentar solicitud a BCIE
Estudio, diseño, rehabilitación y construcción de sistemas de agua potable y saneamiento a nivel nacional	Estudio para el sistema de suministro de agua potable y plan de mejoramiento de la calidad del agua del río Choluteca dentro de Tegucigalpa (drenaje y alcantarillado)	Rehabilitación del sistema de conducción y distribución. Estudio de rehabilitación y diseño detallado del sistema de alcantarillado (11 estudios)	7.54	6 meses	En tramite de negociar la fuente de financiamiento de acuerdo al presupuesto del gobierno de Honduras
Instalación de micromedidores en las tuberías de la ciudad	Medición y control del consumo de agua	- suministro e instalación de 35,000 medidores de acuerdo a licitación internacional con 2 a 5 empresas. - campaña de cooperación entre los vecinos por la instalación de medidores	50.06	1 año	BCIE Se ha recibido la carta de prioridad, como proyecto prioritario
Expansión de tuberías de agua potable y alcantarillado, e instalación, rehabilitación y construcción de obras suplementarias a nivel nacional	Ejecución de sistemas de suministro de agua potable y plan de mejoramiento de la calidad del agua del río Choluteca dentro de	Instalación de tubería para subcolector de 19,608 m	128.36	2 años	BCIE Se ha recibido la carta de prioridad, como proyecto prioritario

	Tegucigalpa (medidas para el drenaje y alcantarillado)				
Plan de desviación de Los Laureles a Concepción	Bombear el exceso de agua de lluvia que entra al embalse Los Laureles (actualmente se descarga hacia aguas abajo) hacia el embalse de Concepción, almacenarla y usarla efectivamente en verano (existen varios años en que se reportan excedencias en la capacidad del embalse)	Diseño y construcción de las siguientes facilidades: - línea de conducción desde el embalse Los Laureles hasta el embalse Concepción (incluye estación de bombeo) - línea de conducción desde un punto intermedio de la línea anterior hasta el tanque de Los Laureles - línea de conducción desde la planta de tratamiento de Concepción hasta el punto intermedio anterior. - tubería de distribución desde el tanque Los Laureles hacia los tanques de Estiquirín y La Leona. - tubería de distribución desde el tanque Estiquirín	161.50	2 años	BCIE En proceso de negociación como proyecto prioritario
Suministro de Agua para Pobladores de Barrios en Desarrollo de Tegucigalpa	Suministro de agua potable para la población de barrios pobres. Incluye la instalación de llaves publicas, tanques de distribución y tuberías de distribución	Establecimiento de un sistema de operación y control de las instalaciones de agua potable construidas como ser los centros de distribución y las líneas de distribución, Administración apropiada del	20.00	8 meses	Programado con fondos del propio gobierno de Honduras, y en proceso de negociación la fuente de financiamiento

		<p>sistema por medio de la Junta de Agua organizada por las comunidades, asimismo incluye la construcción de facilidades e instalaciones y el equipamiento de lo siguiente:</p> <p>a) instalación de 34 centros de distribución de llaves publicas.</p> <p>b) construcción de estaciones de llenado en cada bloque.</p> <p>c) compra de 4 camiones cisterna (de 16 y 19 m³)</p>			
Total			717.06		

3.2 Desarrollo de Fuentes de Agua para el Año Meta 2030

Por parte del SANAA se está asumiendo un plan de desarrollo de fuentes de agua tomando como meta el año 2030, sin embargo no se ha realizado ningún estudio concreto de plan maestro, tampoco existe ningún análisis de balance hídrico, y de igual manera no existe ningún programa de ejecución. Por lo consiguiente solamente se tuvo una percepción de las expectativas de desarrollo de proyectos futuros. Desde 1980 se programaron diversos tipos de estudios de los cuales los principales desarrollados se describen a continuación:

- ① Proyecto de la Presa de la Laguna El Pescado
 - Estudio de Factibilidad y Diseño (2004)
 - Tipo de presa: de tierra de pantalla interceptora superficial (dique, bordo?)
 - Area del embalse: 34.68 ha.
 - Caudal máximo: 176.71 m³/s (100 años de probabilidad)
 - Volumen del embalse: 1,500,000 m³

- ② Proyecto San Juancito (Túnel II)
 - Estudio de Pre-factibilidad (2002)
 - Caudal: 18 lts/s
 - Tubería de conducción: Ø 6"
 - Estacion de bombeo: 30 HP

- ③ Proyecto Presa El Aguila
 - Estudio de Pre-factibilidad (2003)
 - Area de la cuenca: 33.04 km²
 - Tipo de presa: de enrocamiento
 - Altura de la presa: 36 m

- Volumen del embalse: 1,900,000 m³
 - Caudal promedio: 0.3 m³/s
- ④ Proyecto de Presa Sabacuante
- Estudio de factibilidad por Lahmeyer-Conash (1982), Estudio por BCEOM (1989), y Estudio de Plan Maestro por JICA (2001).
 - Río Sabacuante
 - Tipo: gravedad de concreto
 - Altura de presa: 76.5 m
 - Volumen del embalse: 13,000,000 m³
 - Longitud de cresta: 300 m
 - Caudal estable: 0.250 m³/s
- ⑤ Proyecto de Presa Sabacuante de Pequeña Escala
- Estudio de Pre-factibilidad (2003)
 - Río Sabacuante
 - Tipo de presa: enrocamiento
 - Altura de presa: 45 m
 - Volumen de almacenamiento: 2,600,000 m³
 - Longitud de cresta: 150 m
 - Caudal estable: 0.20 m³/s
- ⑥ Proyecto de Presa Río Ojojona
- Estudio de Pre-factibilidad (2002)
 - No se recibió información detallada
- ⑦ Proyecto de Presa Quiebramontes
- Estudio de planificación realizado por BCEOM en 1989, y estudio de Plan Maestro ejecutado por JICA en el año 2001.
 - Río Guacerique
 - Área de la cuenca: 125 km²
 - Tipo de presa: enrocamiento de núcleo impermeable central
 - Altura de la presa: 66 m
 - Longitud de cresta: 959 m
 - Volumen efectivo del embalse: 49,000 m³
 - Caudal promedio: 1.0 m³/s
- ⑧ Proyecto de Presa Río del Hombre (7 propuestas)
- Estudio de planificación realizado por BCEOM en 1989, y estudio realizado por SOGREAH en el año 2004.
 - Río El Hombre
 - Área de la cuenca: 342 km²
 - Tipo de presa: enrocamiento de núcleo impermeable central
 - Altura de la presa: 85 m
 - Longitud de cresta: 615 m
 - Volumen del embalse: 104,000,000 m³
- ⑨ Proyecto de Presa San Fernando
- Estudio de planificación ejecutado por Nippon Koei-CINSA en 1987 (diseño detallado solamente)
 - Presa multipropósito, siendo el riego el propósito principal

- Ubicación, 25 km al norte de la ciudad de Tegucigalpa
- Area de la cuenca: 1,640 km²
- Tipo de presa: enrocamiento
- Altura de presa: 95 m
- Longitud de cresta: 615 m
- Volumen del embalse: 476,000,000 m³

De acuerdo a información del SANAA, la ejecución del proyecto No. 1 (Presa de la Laguna El Pescado) fue descontinuada. Hace 1 año el proyecto de la presa Guacerique II hubiera estado en la lista de máxima prioridad. Por lo consiguiente los proyectos antes mencionados se toman como proyectos de planes tentativos.

CAPITULO 4: SITUACION ACTUAL DEL SUMINISTRO DE AGUA

4.1 Situación Actual del Suministro de Agua

La demanda de agua de la ciudad de Tegucigalpa para el año 2005 es de 244,586 m³/día (2,831 lts/s), mientras que la producción de agua tratada es de 160,576 m³/día (1,859 lts/s) por lo cual existe un déficit de 84,010 m³/día, o sea que solamente se está abasteciendo 2/3 de la demanda de agua.

El area metropolitana de Tegucigalpa está constituida por 507 colonias, y de acuerdo a los registros de suministro correspondientes al año 2004, aun en la época lluviosa de todas las colonias solamente al 11 % (58 colonias) se pudo brindar el servicio de agua por 24 horas, o sea que a las restantes 449 colonias el servicio de agua se llevó a cabo en forma racionada. Solamente en el 52 % de todas las colonias el servicio de agua se brinda menos de 8 horas al día. En la época de verano la situación del suministro es aun mas critica, de Enero a Mayo solamente el 93.5 % de todas las colonias reciben el servicio de agua menos de 8 horas al día. Y además, entre los meses de Noviembre y Diciembre solamente el 90 % de las colonias aproximadamente reciben agua por menos de 8 horas, lo cual es una situación extremadamente severa (como referencia se presenta el siguiente cuadro).

Horas de Servicio de Agua en el 2004

hrs. de servicio	Enero a Mayo		Junio a Octubre		Noviembre a Diciembre	
	No. de colonias	hrs. de servicio x No. colonias	No. de colonias	hrs. de servicio x No. colonias	No. de colonias	hrs. de servicio x No. colonias
24	1 (0.2%)	24	58 (11.4%)	1392	-	-
23	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	-	-
20	-	-	8 (1.6%)	160	-	-
19	-	-	1 (0.2%)	19	-	-
18	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-
16	5 (1.0%)	80	26 (5.1%)	416	-	-
15	-	-	42 (8.3%)	630	-	-
14	8 (1.6%)	112	20 (3.9%)	280	-	-
13	-	-	10 (2.0%)	130	-	-
12	8 (1.6%)	96	42 (8.3%)	504	42 (8.3%)	504
11	-	-	9 (1.8%)	99	-	-
10	11 (2.2%)	110	10 (2.0%)	100	8 (1.6%)	80
9	-	-	16 (3.2%)	144	7 (1.4%)	63
8	155 (30.6%)	1240	105 (20.7%)	840	69 (13.6%)	552
7	118 (23.3%)	826	24 (4.7%)	168	89 (17.6%)	623
6	35 (6.9%)	210	35 (6.9%)	210	96 (18.9%)	576
5	9 (1.8%)	45	4 (0.8%)	20	49 (9.7%)	245
4	44 (8.7%)	176	36 (7.1%)	144	50 (9.9%)	200
3	41 (8.1%)	123	36 (7.1%)	108	42 (8.3%)	126
2	63 (12.4%)	126	24 (4.7%)	48	52 (10.3%)	104
1	9 (1.8%)	9	1 (0.2%)	1	3 (0.6%)	3
Total	507 (100%)	3177	507 (100%)	5413	507 (100%)	3076
	% hrs. de servicio	26.1%	% hrs. de servicio	44.5%	% hrs. de servicio	25.3%

Por lo consiguiente muchas familias hacen un gran esfuerzo para reservar agua de uso domestico por medio de la instalación de tanques sobre los techos de sus casas, o recogiendo agua en recipientes que preparan de antemano.

El período de racionamiento es relativamente grande comparado con el déficit de agua de 34.3 % mencionado anteriormente. Esto significa que con la expansión geográfica de la ciudad la red de distribución se ha incrementado, por lo tanto existen muchas tuberías de distribución con insuficiente capacidad de conducción, lo cual se ha convertido en una situación incontrolable.

4.2 Resumen de los Sistemas de Suministro de Agua Existentes

El sistema de acueductos actual se divide en 4 subsistemas (Picacho, Los Laureles, Miraflores y Concepción). Los subsistemas Los Laureles y concepción consisten en las tomas de agua de los embalses de las presas construidas en los ríos Guacerique y Grande respectivamente, y los subsistemas Picacho y Miraflores consisten en las tomas de agua de algunas corrientes superficiales. La capacidad de producción de agua de cada sistema difiere notablemente en época de invierno y verano, esa diferencia es grande en los casos de Picacho y Miraflores que no tienen capacidad de almacenamiento.

Cada subsistema tiene su propia planta de tratamiento, y el sistema de distribución es bastante complicado lo cual se refleja en la topografía de Tegucigalpa. En todo el sistema de distribución existen 36 tanques de distribución, y a cada uno de ellos le corresponde su propia zona de distribución. Básicamente los sistemas funcionan por gravedad desde las plantas de tratamiento hasta los tanques de distribución. Entre las 4 plantas existentes la planta de tratamiento de El Picacho es la que está ubicada a mayor altura por lo cual de aquí se puede cubrir la distribución de agua hacia los tanques de zonas altas. Por otra parte, la planta de tratamiento de Los Laureles es la que está ubicada a menor altura por lo que cubre solamente a las zonas bajas. La planta de tratamiento de Concepción está ubicada a una elevación intermedia entre las 2 plantas anteriores, teniendo por consiguiente la mayor capacidad de suministro y por medio de la cual se cubre la mayoría de las zonas. El subsistema Miraflores desde antes se ha manejado como una estación de distribución del subsistema de Concepción, sin embargo tiene su propia fuente de agua.

El caudal proveniente de la planta de tratamiento de El Picacho tiene una fluctuación estacional muy notable, por lo cual para la época de verano cuando la producción es insuficiente se ha planeado realizar el bombeo necesario desde las plantas de concepción y Los Laureles hacia los tanques de distribución abastecidos por El Picacho.

Adicionalmente también existen zonas que no pueden recibir el servicio de agua por la red de tuberías, sino que son abastecidas por medio de camiones cisterna. Y aun las zonas servidas por medio del sistema de tuberías, en situaciones críticas de falta de agua el servicio de agua se realiza en forma suplementaria por medio de camiones cisterna.

4.3 Facilidades de Conducción y de Tratamiento de Agua

- (1) En el estudio de desarrollo ejecutado en el año 2000 se llevó a cabo una evaluación sobre los 4 sistemas con que cuenta el SANAA y que son abastecidos por fuentes superficiales.

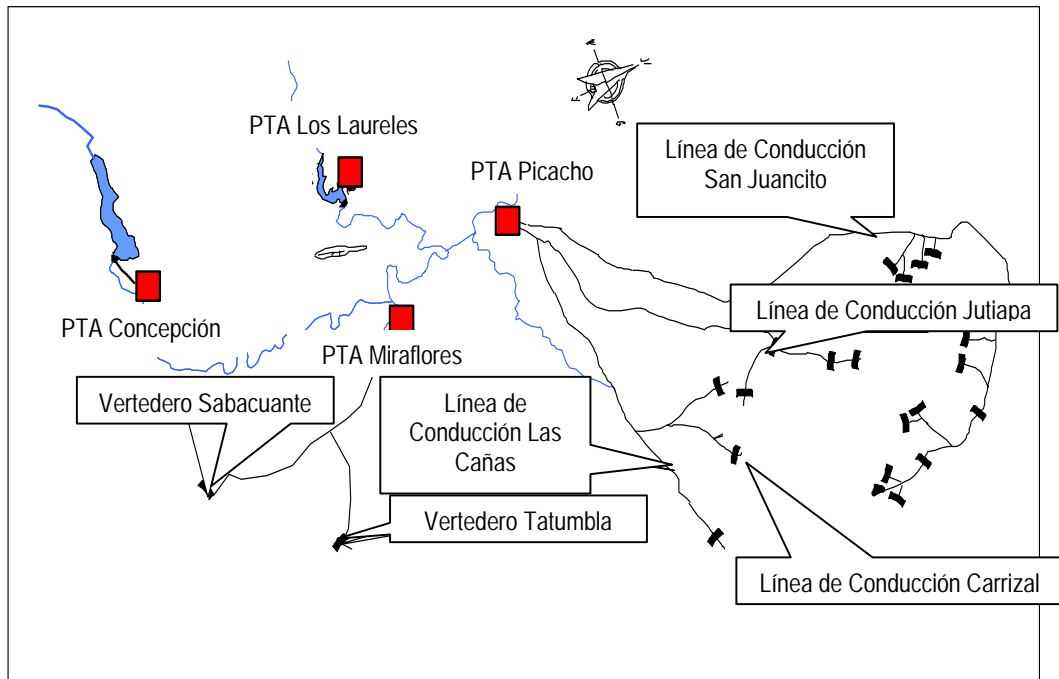
En el año 2000 en que se realizó el estudio se estaban ejecutando obras de rehabilitación de las instalaciones de suministro y de producción de agua que resultaron dañadas por el huracán Mitch que azotó a Honduras en el año de 1998. De las fuentes de agua el caudal producido de todo el sistema era de 1740 lts/s debido a que estaba en proceso de rehabilitación la tubería de conducción de El Picacho (línea de conducción de San Juancito) y la tubería de conducción de Miraflores. En la actualidad ya casi se ha completado la rehabilitación de las instalaciones que resultaron dañadas, retornando a la condición existente antes del Huracán Mitch, sin embargo el caudal de las fuentes de agua no ha cambiado lo cual como siempre es una situación muy crítica en lo que se refiere a la insuficiencia de agua.

Las 4 fuentes de abastecimiento de agua del area metropolitana de Tegucigalpa se describen en el siguiente cuadro y el siguiente esquema grafico.

Fuentes de Abastecimiento de Agua del Area Metropolitana de Tegucigalpa

Nombre de Subsistema	Fuente de Agua	Caudal de Toma al momento del Estudio (Año 2000), (lts/s)	Tipo de Estructura de Fuente de Agua
Picacho	Quebrada de Montaña de La Tigra	200	Vertedero
Los Laureles	Río Guacerique	540	Presa
Concepción	Río Guacerique	1,000	Presa
Miraflores	Río Sabacuante y Río Tatumbla	0	Vertedero
Total		1,740	

Fuente: Plan Maestro, 2000



Fuentes de Abastecimiento de Agua del Area Metropolitana de Tegucigalpa

(2) Sistema de Abastecimiento de El Picacho

a. Línea de Conducción

El subsistema El Picacho no tiene capacidad de almacenamiento de agua, sino que es abastecido por medio de 4 líneas principales de conducción (San Juancito, Jutiapa, Jucuares, Carrizal) provenientes de varias quebradas que son represadas en pequeñas estructuras de toma o vertederos. El origen de estas fuentes de agua está en la zona montañosa del Parque Nacional La Tigra ubicado al norte de la ciudad de Tegucigalpa, la cual es la fuente de mejor calidad entre los 4 subsistemas existentes.

El acueducto de San Juancito a la Planta de Tratamiento Picacho que conduce el mayor volumen de agua, al momento del estudio de desarrollo estaba en proceso de reparación debido a los daños ocasionados por el Huracán Mitch, sin embargo en esta ocasión durante la ejecución del presente estudio ya se habían completado las reparaciones necesarias, estando los 4 acueductos funcionando y suministrando agua manera que la situación anterior al Mitch.

El caudal de la fuente de agua es de 200 ~ 1,407 lts/s con una fluctuación estacional muy grande, asimismo existen derivaciones de la tubería de conducción hacia aldeas y comunidades intermedias por lo cual el caudal de agua que llega a la planta de tratamiento no es constante. En la época de verano debido a que el caudal de la fuente se reduce a menos del 20% del caudal de la época lluviosa, la falta de agua se vuelve un problema muy grave.

En el siguiente cuadro se muestra la producción promedio de agua de las estaciones seca y lluviosa correspondiente a los últimos años (se desconoce el número de años).

Producción del Acueducto Picacho (Año 2004), Unidades: lts/s

Acueducto	Diámetro de Tubería	Epoca de Verano (seca)	Epoca de Invierno (lluviosa)
San Juancito	400 ~ 600 mm	95	650
Jutiapa	250 ~ 350 mm	0	120
Jucuares	300 ~ 400 mm	25	200
Carrizal	100 ~ 400	80	500
Total		200	1,470

Nota: datos recibidos de SANAA, sin embargo es necesario verificar las cifras

b. Planta de Tratamiento

Entre las 4 plantas de tratamiento existentes, la planta de El Picacho es la más vieja la cual fue construida en 1920. El agua transportada por medio de la tubería de conducción es almacenada en tanques de distribución que fueron construidos sobre el cerro El Picacho a una elevación de 1,300 m aproximadamente, y luego era distribuida a la ciudad de Tegucigalpa sin ningún tratamiento, sin embargo mediante financiamiento otorgado por el BID en 1997 la planta fue mejorada totalmente proveyéndola de facilidades de sedimentación y filtración.

La capacidad de producción de diseño de esta planta de tratamiento es de 900 lts/s empleando los procesos de aireación, mezcla de reactivos, flocular, sedimentación, filtración, y esterilización. A pesar de contar con la capacidad de 900 lts/s después de su mejoramiento en 1997, la planta no alcanzaba a llenarse ni a la mitad tomando en cuenta que la producción promedio de la fuente era de 350 lts/s únicamente. Posteriormente y debido a trabajos de reparación en la línea de conducción se mejoró la capacidad de conducción, incrementándose a 652 lts/s en el año 2003 y 717 lts/s en el año 2004.

(3) Sistema de Abastecimiento de Los Laureles

a. Línea de Conducción

La presa Los Laureles fue construida en los años 1974 ~ 1976 por medio de la asistencia del gobierno de Francia como una presa de abastecimiento de agua potable. La fuente es el río Guacerique que es un afluente del río Choluteca, estando la toma de agua ubicada en el embalse Los Laureles. Anteriormente la bocatoma estaba situada en el fondo del embalse por lo cual se presentaron problemas de deterioro de la calidad del agua y flujo de sedimentos a la tubería de conducción. Para mejorar esa situación, en Febrero del 2002 el SANAA cambió la estructura a una cortina de toma inflable, con lo cual la calidad del agua ha mejorado en vista de que la toma se cambió a la superficie del embalse.

La tubería de conducción hacia la planta de tratamiento es de hierro fundido dúctil de 1000 mm de diámetro. La diferencia de elevación entre el nivel máximo del embalse (HWL) de 1,033 m y el nivel de la boca de

descarga del aireador de 1029.5 m es muy pequeña por lo cual en época de verano se hace uso de bombas impulsadoras para conducir el agua. Existen 3 bombas impulsadoras de diámetro 600 mm, 25 HP y caudal de descarga de 26.4 m³/min (440 lts/s), de las cuales normalmente 2 unidades impulsan el agua hacia la planta de tratamiento (la otra bomba se mantiene como reserva). La capacidad de transmisión de las bombas en operación es de 880 lts/s.

El proceso de sedimentación del embalse es muy intenso por lo que la producción de agua cada año se está reduciendo. En el estudio realizado se estimó un volumen de generación probable de 540 lts/s, sin embargo debido a la acumulación de sedimentos la producción del embalse ha tenido una reducción anual de 406 m³/día (4.7 lts/s). Por lo consiguiente se estima que en la actualidad (año 2005) la producción del subsistema Los Laureles es de 516.5 lts/s (540 lts/s – 4.7 x 5 años).

b. Planta de Tratamiento

La planta de tratamiento Los Laureles se encuentra ubicada a unos 800 m aproximadamente aguas abajo de la presa Los Laureles, a una elevación de 1,015 m la de menor elevación entre todas las plantas de tratamiento.

La capacidad de tratamiento de la planta de tratamiento Los Laureles es de 670 lts/s por día, sin embargo después de haberse hecho reparaciones mediante financiamiento del BID en el año 2000, en la actualidad solamente se han registrado 710 lts/s de capacidad de tratamiento, a pesar de que según el SANAA dicha capacidad se ha incrementado a 750 lts/s. Por otro lado por financiamiento de España se instalarán 4 plantas purificadoras tipo unidad de 25 lts/s de capacidad, una vez instaladas se contará adicionalmente con 100 lts/s de capacidad o sea un total de 850 lts/s.

El SANAA está contando con estas nuevas plantas purificadoras tipo unidad para tratar el abundante volumen de agua de la estación lluviosa.

(4) Sistema de Abastecimiento de Concepción

a. Planta de Tratamiento

El subsistema Concepción fue completado en el año de 1991 mediante financiamiento del gobierno de Italia. El volumen del embalse es de 33,000,000 m³ con una generación promedio anual de aproximadamente 1000 lts/s, sin embargo la capacidad de conducción de las instalaciones es de 1,500 lts/s y la capacidad de tratamiento es de 1,200 lts/s. Las aportaciones de agua al embalse varían cada año por lo cual el nivel del embalse y el volumen de conducción también fluctúan. En años con carestía de agua al inicio de la estación lluviosa el embalse no se llena, por tal motivo para aliviar un poco la gravedad de la falta de agua por medio del uso efectivo del agua se están llevando a cabo las obras de instalación en el vertedor de demasías de la presa de 4 compuertas deslizantes de 20 m de ancho, y 1.8 m de altura, con financiamiento del gobierno de Italia. Una vez finalizadas estas obras se espera obtener un incremento de 3,000,000 m³ de volumen de embalse a su máxima capacidad y la generación de un incremento de caudal probable de 100 lts/s. Asimismo,

ya se ha completado una obra de desviación del río adyacente por medio de tubería en la parte sur del embalse.

b. Planta de Tratamiento

La planta de tratamiento Concepción está ubicada al suroeste de la ciudad de Tegucigalpa a 1.8 km aproximadamente aguas debajo de la presa Concepción, y fue construida a una elevación de 1,099 m. Esta es la planta de mayor capacidad de tratamiento ente todas las existentes.

La capacidad de tratamiento es de 1,200 lts/s, en los últimos 10 años la producción de agua tratada ha sido estable con un promedio de 967 lts/s, la diferencia de producción entre la estación lluviosa (junio a noviembre) y la estación seca (diciembre a mayo) es pequeña comparada con las fluctuaciones de las otras plantas. Simultáneamente con instalación de compuertas deslizantes en el vertedero de la presa Concepción por parte del mismo proyecto, actualmente se está ejecutando la expansión de la planta de tratamiento en 300 lts/s.

(5) Sistema de Abastecimiento de Miraflores

a. Línea de Conducción

El subsistema Miraflores de igual manera que el subsistema de El Picacho no cuenta con capacidad de almacenamiento de agua por embalse, la toma de agua se realiza por medio de vertedero o presa derivadora. Las presas derivadoras están instaladas en el río Sabacuante y el río Tatumbra, desde donde el agua es conducida hacia la planta Miraflores por medio de la tubería de conducción. Esta línea de conducción resultó dañada por el Huracán Mitch y al momento del estudio las tuberías estaban en proceso de rehabilitación por lo cual en ese período el sistema estaba siendo abastecido desde la planta de Concepción, en consecuencia la planta de Miraflores estaba operando como tanque de distribución. En la actualidad el caudal de producción es bajo, ya se ha completado la reparación de la tubería de conducción y ya se encuentra funcionando como subsistema.

b. Planta de Tratamiento

La planta de tratamiento Miraflores está ubicada en la colonia Miraflores a una elevación de 1,024 m. La capacidad de tratamiento de la planta al momento del estudio era de 25 lts/s, sin embargo en el mes de Julio del 2003 mediante financiamiento del gobierno Español se instalaron 2 plantas tipo unidad con capacidad de 25 lts/s cada una, con lo cual la capacidad instalada se ha incrementado a 75 lts/s (nota: también se menciona la cantidad de 70 lts/s). No obstante la capacidad de producción real después del mejoramiento realizado es de 43 lts/s por día, lo cual implica el efecto de la falta de suministro de agua desde la fuente.

4.4 Instalaciones de Conducción

(1) Resumen

El sistema de conducción compuesto por las tuberías o acueductos instalados desde las plantas de tratamiento hasta los tanques de distribución, se divide en 3 sistemas de acuerdo a la fuente principal de agua, El Picacho, Los Laureles y Concepción, por medio de las cuales se conduce el agua hasta los tanques de distribución ubicados en 36 sitios dentro de la zona. La conducción

se lleva a cabo por gravedad básicamente, sin embargo también existen sitios de difícil alcance por gravedad por las condiciones complicadas de la topografía del terreno a los cuales (22 sitios) se conduce el agua por medio de bombeo.

(2) Instalaciones de Conducción

De la planta de El Picacho se puede conducir el agua por gravedad a casi todas las zonas. A pesar de que el agua de la fuente es de buena calidad, la cantidad es pequeña por lo que en la época de verano especialmente, el volumen de agua es menos de la mitad del volumen de la época lluviosa, por lo consiguiente la distribución está limitada a las zonas del norte de la ciudad.

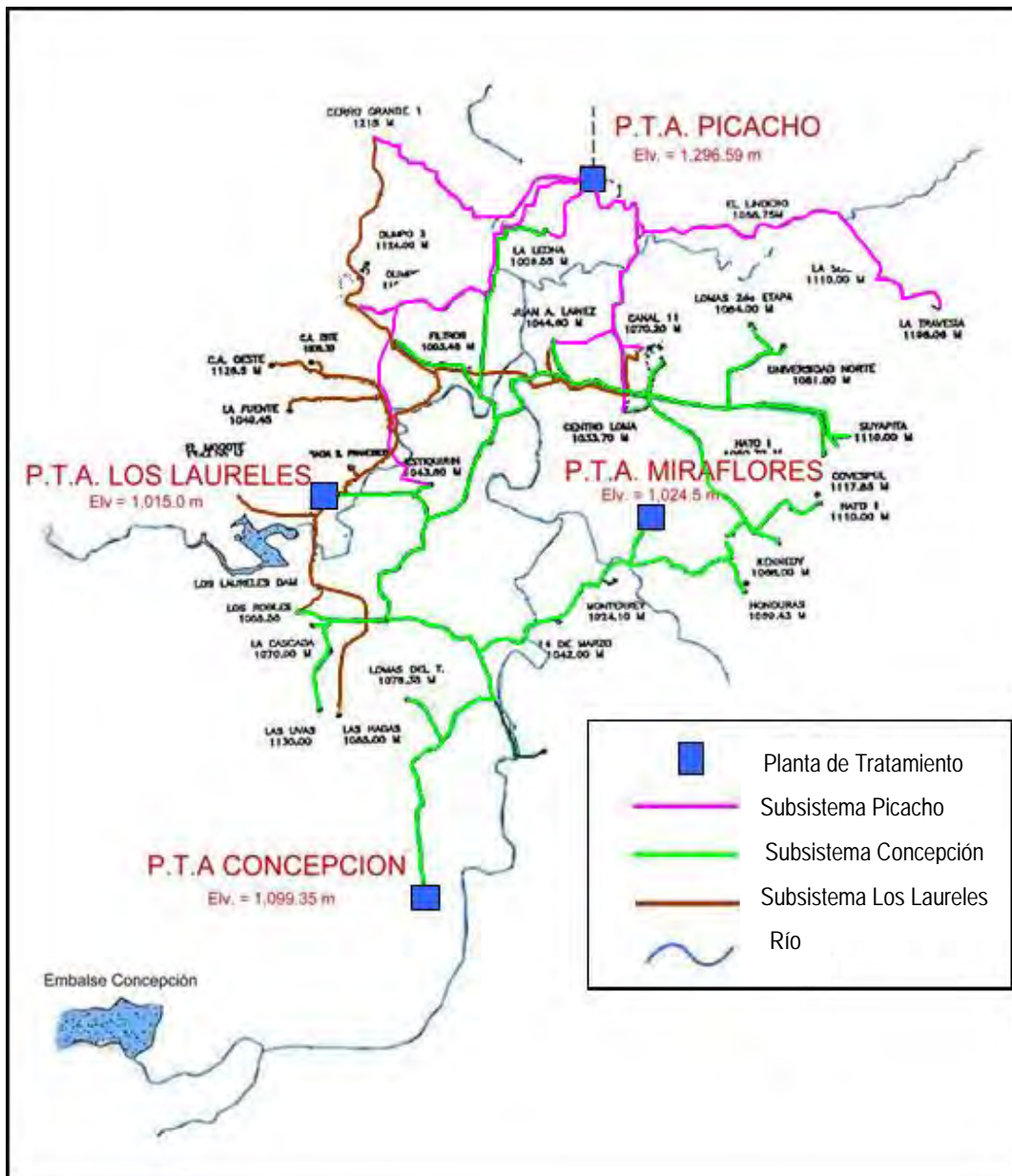
La planta de tratamiento de Los Laureles está ubicada a una baja elevación de 1,015 m, originalmente por esta planta se abastecía a las zonas bajas de distribución del centro de la ciudad y zonas habitacionales ubicadas al oeste.

Últimamente en las partes altas de los suburbios de la ciudad se están construyendo zonas residenciales de gran escala, dando como resultado un rápido incremento en la demanda de agua, por lo cual exceptuando los tanques de distribución de Filtros y Juana Laínez se ha interrumpido el servicio de agua a la zona central de la ciudad. Por el contrario el suministro se ha concentrado en los tanques de distribución localizados al este de la ciudad, tales como Cerro Grande, Centroamérica, y Olimpo. Estas zonas son abastecidas desde la planta de tratamiento de Los Laureles a estaciones de bombeo intermedias y de aquí el agua es impulsada por bombeo en varias etapas.

Si se contara con suficiente disponibilidad de producción en la planta de El Picacho sería posible el suministro de agua a las zonas mencionadas a través del tanque de Cerro Grande, con lo cual se lograría un ahorro en costos de energía.

La planta de tratamiento de Concepción por estar ubicada en un zona alta de 1,100 m de elevación puede abastecer a la mayor parte de la ciudad por gravedad. La tubería de conducción desde esta planta está conectada con los principales tanques de distribución de la ciudad exceptuando las partes altas localizadas al norte y los sectores del lado oeste. El 55% del volumen de agua distribuido dentro de la ciudad depende del sistema de Concepción.

En el siguiente grafico se describe lo expuesto anteriormente.



Sistema Actual de Abastecimiento de Agua

4.5 Instalaciones de Distribución

(1) Resumen General

El sistema de distribución está constituido por los tanques de distribución y la red de tuberías de distribución, el cual está formado a su vez por bloques de distribución. Los bloques de distribución de la ciudad de Tegucigalpa están esparcidos en 19 zonas, para cada uno de tales bloque se ha instalado un tanques de distribución en un cerro independiente o en algún sitio alto, y por medio de la red de tuberías de distribución se conduce el agua a los usuarios

del sistema. Como parte de la red existen las tuberías de distribución primaria, las tuberías de distribución secundaria y las tuberías terciarias a partir de las cuales se realizan básicamente las conexiones a cada casa, sin embargo también existen muchos casos de derivaciones directas a partir de las tuberías secundarias.

(2) Tanques de Distribución

Se han construido tanques de distribución en unos 36 sitios dentro de la ciudad de Tegucigalpa, los cuales se han ido expandiendo de conformidad con el incremento de la demanda de agua llegando a alcanzar un total de 53 tanques. En la actualidad la capacidad total de los tanques de distribución es de 88,453 m³ correspondiente al 36.4% de los 242,987 m³/día de demanda del año 2005 (caudal de distribución de la red), con lo cual se satisface en forma aproximadamente el criterio básico del SANAA de 35%.

La administración de cada tanque de distribución se lleva a cabo por medio del departamento de distribución de la dirección de operaciones, cuyas funciones principales son el control del volumen de distribución y la operación y mantenimiento de las instalaciones. La estructura de los tanques de distribución no es de forma unificada ni tampoco los equipos complementarios. Los medidores de caudal y válvulas de control de flujo se han instalado hasta en las últimas construcciones y expansiones de tanques de distribución, en la mayoría de los casos se han instalado únicamente tuberías simples tales como tuberías de entrada, tuberías de descarga y tuberías de rebose.

Tomando en cuenta las condiciones geográficas de las plantas de tratamiento, una buena forma de distribución de mayor eficiencia de energía sería dividir la ciudad por el grado de elevación, es decir la planta de El Picacho para sectores altos, la planta de Concepción para sectores de altura intermedia, y la planta de Los Laureles para los sectores bajos. Sin embargo bajo las condiciones actuales no necesariamente se sigue este patrón debido al déficit de agua, insuficiente capacidad de las instalaciones y falta de rutas de tuberías de conducción.

(3) Red de Tuberías de Distribución

Las redes de tuberías de distribución se extienden desde el tanque de distribución como punto de partida hasta cada una de las zonas de servicio con una longitud total de 1,800 km dentro del área metropolitana. Por haber pasado ya bastante tiempo desde su instalación muchas tuberías están obsoletas y con el problema de gran cantidad de fugas. Las fugas representan no solamente pérdidas en cuanto a volumen de agua sino también grandes pérdidas económicas por el alto costo del tratamiento del agua, por ello el SANAA está trabajando en forma urgente en el control de fugas a través de obras de mejoramiento de tuberías dentro de la ciudad.

En la ciudad de Tegucigalpa no se puede suministrar el servicio de agua en forma planificada debido a, la falta de agua en la época de verano, la instalación de nuevas redes de distribución no acordes con la expansión de la ciudad lo mismo que los racionamientos de agua en toda la ciudad debido al efecto de las pérdidas de agua.

(4) Instalaciones de Suministro

Las instalaciones de suministro son los accesorios de tuberías y de instalaciones domiciliarias tales como las conexiones, válvulas, medidores, etc., que se colocan desde la tubería de distribución después de la tubería de conexión y derivación hacia los consumidores de contrato. La mayor parte de las conexiones domiciliarias tienen un diámetro de Ø 13 mm, sin embargo las tuberías de grandes consumidores y de instituciones públicas utilizan mayores diámetros. Las nuevas zonas desarrolladas utilizan tuberías de derivación de PVC de Ø 50 mm desde la tubería terciaria, aunque actualmente muchas otras zonas realizan las derivaciones directamente desde las tuberías secundarias. La tubería se instala en condiciones de pobre calidad, transversalmente dentro de los predios, paralelamente y en parte inferior de las cunetas de agua lluvia, en forma expuesta dentro de las cunetas de agua lluvia, cruzando los tragantes de agua lluvia y en la calle en forma de zigzag.

(5) Situación de las Fugas de Agua

Actualmente existe un grave problema de fugas de agua en el sistema de suministro de agua. De acuerdo a las investigaciones del departamento de control de fugas del SANAA, al momento del estudio de desarrollo el porcentaje de fugas era de 40%. Tradicionalmente el SANAA detecta y repara las fugas por medio de patrullajes y de acuerdo a informaciones de los usuarios, para los años de 1998 y 1999 el número de reparaciones alcanzaron las cifras de 5000 y 6000 respectivamente.

De conformidad con el registro de reparaciones elaborado por SANAA en 1999, el 70% de las fugas ocurrieron en tuberías de PVC y el 21% en tubería de acero, sin embargo no siempre se puede generalizar el hecho de que la generación de fugas está influenciada por la clase de tubería. Según los registros un 90% de las fugas se presentaron en tuberías de diámetro menor de Ø 100 mm.

Como consecuencia de los daños ocasionados por el Huracán Mitch se realizaron una serie de trabajos de reparación con la ayuda de organismos internacionales, siendo la cooperación financiera no reembolsable del Japón para la rehabilitación de tuberías el proyecto de mayor escala (Proyecto de Rehabilitación de Tuberías del Sistema de Agua Potable de Tegucigalpa). Por medio de este proyecto finalizado en el mes de Marzo del 2003, se llevó a cabo la rehabilitación de 208.6 km de tubería en la ciudad de Tegucigalpa. El proyecto de rehabilitación consiste en el cambio de tubería severamente envejecida, especialmente el cambio e instalación de 36 km de tubería de asbesto, el cambio e instalación de 154 km de tubería terciaria en donde se reportaban la mayor cantidad de fugas, y la instalación de 11,260 medidores, con lo cual se ha reducido notablemente la cantidad de fugas.

Respecto a la información solicitada por el equipo de estudio del presente proyecto sobre el problema de fugas y el estado de su mejoramiento posterior al año 2000, como respuesta por parte de SANAA se obtuvo la información de 40% como porcentaje total de fugas de la zona metropolitana de Tegucigalpa para el año 2000. Posteriormente por medio del Proyecto de Rehabilitación de Tuberías del Sistema de Agua Potable de Tegucigalpa se rehabilitaron 208 km de tuberías lográndose un mejoramiento de 10% en el porcentaje de fugas, y

además por medio del suministro de equipo para control de fugas del mismo proyecto la efectividad operativa del departamento de control de fugas mejoró, y para el año 2005 el porcentaje de fugas se redujo en 6%, estimándose en la actualidad un valor de 24% (40% – 16%).

No obstante, es probable que se haya sobrestimado el reporte de la reducción de 10% de fugas con la incorporación de los 208.6 km (11.5% del total) por el proyecto de rehabilitación a los 1,800 km de tubería de conducción y distribución de la región metropolitana, y además una reducción de 6% en solo 3 años después de la entrega de los equipos de control de fugas. Por otra parte, en el estudio de desarrollo del año 2000 se asumió una tasa de fugas de 30% con una meta del plan maestro de una reducción constante hasta llegar a 25% para el año 2015.

CAPITULO No. 5:

PREDICCIONES DE DEMANDA DE AGUA Y PRODUCCION DE AGUA

5.1 Predicciones de Demanda de Agua

5.1.1 Zonas de Servicio

El área residencial de la zona metropolitana de Tegucigalpa en el pasado ha mostrado una sorprendente expansión, incrementándose de 7,595 hectáreas en 1995 a 12,588 hectáreas en el año 2005, o sea que ha experimentado un incremento de 66% en 10 años (referencia la figura de abajo). Debido a la carestía de fuentes de agua el suministro de agua representa un serio problema para la expansión de la zona metropolitana tomando en cuenta su complicada condición geográfica.



Año	Area (ha)
1955	289
1965	744
1975	2,878
1985	4,950
1995	7,595
2005	12,588

Expansión de la Zona Metropolitana de Tegucigalpa

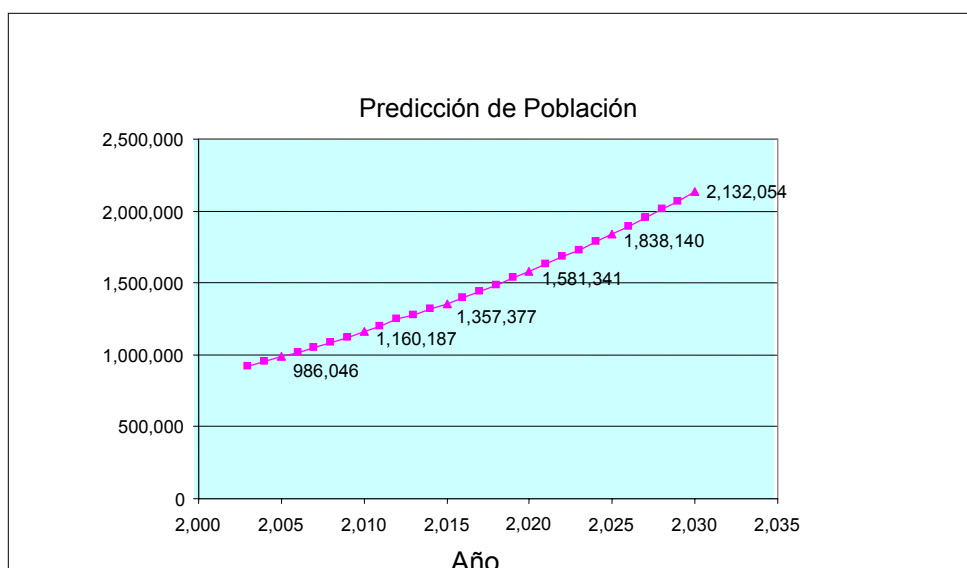
5.1.2 Población Abastecida

El SANAA estima que la población abastecida para el año de 2005 es de 986,046 personas. No obstante en el estudio de desarrollo realizado por el gobierno de Japón en el año 2000 se estimó una población servida de 1,0801,466 personas, presentándose una diferencia de aproximadamente 94,000 personas con el dato de población servida que se recibió del SANAA para el presente estudio. En el estudio del año 2000 se realizó un pronóstico poblacional en base a los censos de población de 1974 y 1988. Sin embargo el siguiente año (2001) cuando estaba finalizando el estudio de desarrollo se llevó a cabo un nuevo censo poblacional, la población de este censo es la que se refleja en el dato de población reportado por el SANAA en el año 2005. Por lo consiguiente para el presente estudio la predicción de demanda de agua se adoptó en base a la predicción de demanda poblacional del SANAA del 2005, tal como se muestra en el siguiente cuadro y la siguiente figura.

Comparación de la Predicción Poblacional del Estudio de Desarrollo con la Predicción de SANAA del Año 2005

Institución Responsable por la Predicción	2005	2010	2015
Predicción del SANAA del 2005	986,046	1,160,184	1,357,377
Predicción Poblacional del Estudio de Desarrollo	1,080,466	1,228,645	1,376,822
Diferencia	- 94,420	- 68,461	- 19,445

Predicción Poblacional hasta el Año 2030



Fuente: SANAA, 2005

En base a la predicción anterior se estableció la relación de población aplicando las clases definidas en el plan maestro del estudio de desarrollo, por medio de lo cual se estimó la población por niveles.

Poblacion Según el Nivel para el Año Meta del Plan Maestro

Unidad: personas

Año	Clase S	Clase A	Clase M	Clase C	Clase B	Clase P	Clase T	Sub Total	Servicio por Tanque Cisterna	Servicio por Agua Subterránea	Total
2005	12,025	24,747	82,390	17,065	61,659	189,747	571,872	959,505	15,073	11,469	986,046
2006	12,449	25,621	85,300	17,668	63,837	196,449	592,071	993,395	15,605	11,874	1,020,874
2007	12,874	26,495	88,210	18,271	66,015	203,151	612,269	1,027,285	16,137	12,279	1,055,701
2008	13,299	27,369	91,120	18,873	68,193	209,853	632,468	1,061,175	16,670	12,684	1,090,529
2009	13,723	28,243	94,030	19,476	70,370	216,555	652,667	1,095,065	17,202	13,089	1,125,356
2010	14,148	29,117	96,941	20,079	72,548	223,257	672,866	1,128,955	17,734	13,494	1,160,184
2011	14,629	30,107	100,236	20,761	75,014	230,846	695,739	1,167,332	18,337	13,953	1,199,623
2012	15,110	31,097	103,531	21,444	77,481	238,435	718,612	1,205,709	18,940	14,412	1,239,061
2013	15,591	32,086	106,827	22,126	79,947	246,025	741,485	1,244,086	19,543	14,870	1,278,500
2014	16,072	33,076	110,122	22,809	82,413	253,614	764,358	1,282,463	20,146	15,329	1,317,938
2015	16,553	34,066	113,417	23,491	84,879	261,203	787,231	1,320,841	20,749	15,788	1,357,377

5.1.3 Predicción de la Demanda de Agua

(1) Condiciones Básicas para la Estimación de los Requerimientos de Agua

a. Dotación unitaria de Agua

Como dotación unitaria de agua en el estudio de desarrollo se adoptó el mismo criterio utilizado por el SANAA, como se muestra en la siguiente tabla.

Nivel Social		Dotación Unitaria lts/persona/día
S:	Zona superior	300
A:	Zona alta	230
M:	Zona media	180
C:	Zona comercial	150
B:	Zona de bajos ingresos	150
P:	Zonas de desarrollo de urbanizaciones	150
T:	Zona de barrios en desarrollo	100
W:	Zona de servicio por pozos	100
L:	Zona de servicio por tanque cisterna	30

b. Tasa de Fugas de Agua y Pérdidas de Operación en las Plantas de Tratamiento

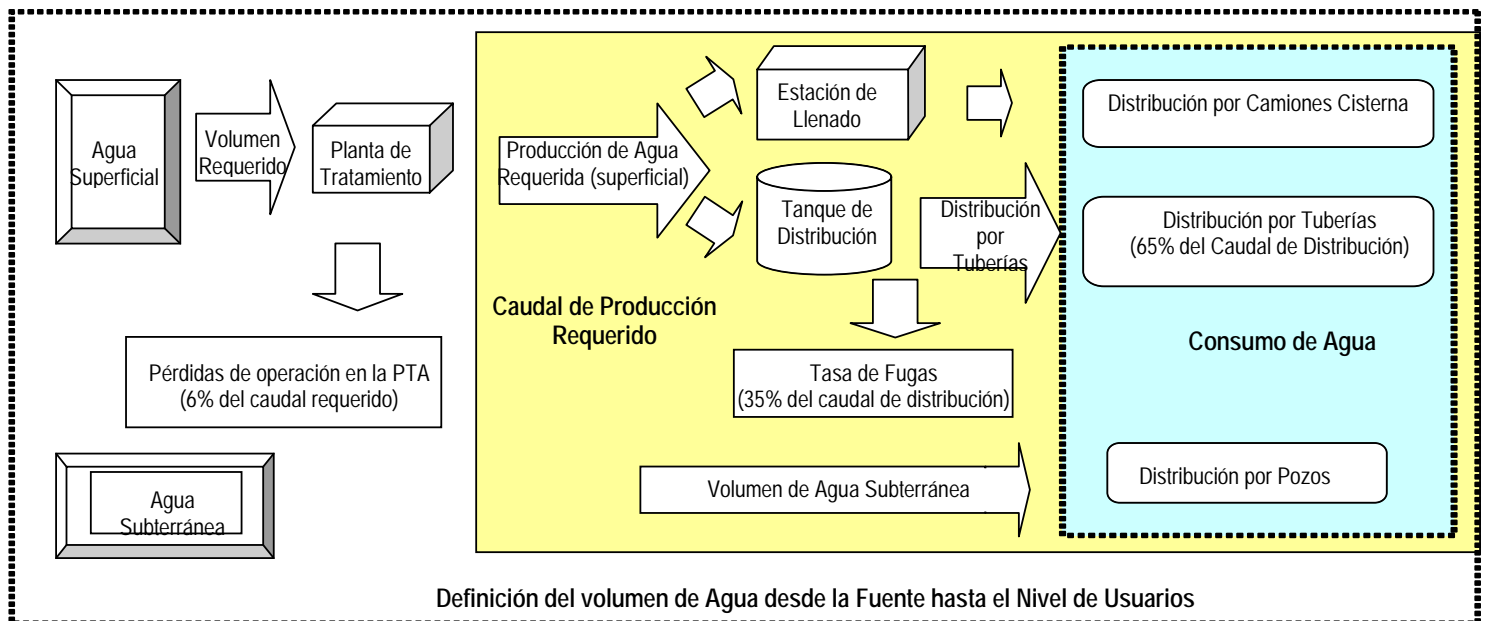
El agua captada de la fuente (fuente superficial) pasa a la planta de tratamiento y luego a través de los tanques de distribución o estaciones de llenado es suministrada a los usuarios del sistema. Con respecto al proceso de entrega de agua, en el estudio de desarrollo se ha estimado un valor de 6% como pérdidas de operación en las plantas de tratamiento y 30 ~ 25% (porcentaje de fugas) de pérdidas de distribución en las tuberías que salen de los tanques de distribución (para el año 2000 la tasa de

pérdidas se estableció en 30% y por medio de una reducción constante se prevé mejorar este porcentaje hasta el 25% para el año meta 2015).

Con respecto al agua subterránea, la producción de agua extraída de los pozos es suministrada directamente a los usuarios, por lo consiguiente en este caso no se consideran las fugas ni las pérdidas de operación de la planta de tratamiento.

Sin embargo según las predicciones de demanda de agua del SANAA la demanda promedio diaria del año 2004 fue de 243,996 m³/día, mientras que en el presente estudio, considerando la tasa de fugas, la demanda estimada fue de 200,000 m³/día dando una diferencia de más del 20%. Asimismo con respecto al servicio de agua por medio de los camiones cisterna, en el estudio de desarrollo se planificó la puesta en operación de 150 camiones cisterna, sin embargo actualmente el SANAA en realidad cuenta solamente con 18 unidades. De ahí que en este estudio preliminar se procedió a revisar las condiciones básicas de predicción de la demanda de agua. Como consecuencia del análisis se estableció un valor de 450 m³/día como volumen servido por los camiones cisterna en el año 2005 y con una tasa de fugas de 35% se obtuvo un resultado similar a la curva de demanda estimada por el SANAA.

Lo anteriormente expuesto se describe gráficamente en el siguiente esquema:



En base a lo anterior las condiciones básicas para la demanda de agua probable se describen en el siguiente cuadro.

Condiciones Básicas para la Estimación de la Producción Requerida

a.	Población	Población probable recibida de SANAA en el presente estudio (2005)
b.	Tasa de Fugas	Tasa de fugas establecida en 35% y constante hasta el año meta 2015
c.	Servicio de Agua por Camiones Cisterna	Volumen de distribución de 450 m ³ /día para el año 2005 (18 unidades x 10 m ³ x 2.5 veces)
d.	Pérdidas de Producción en las Plantas de Tratamiento	6% adoptado en el estudio de desarrollo
e.	Coefficiente Máximo Diario	1.2 adoptado como coeficiente máximo diario en el estudio de desarrollo
f.	Dotación Unitaria de Agua	Norma de SANAA (en el estudio también se utilizó la norma del SANAA)

Definición de los Volúmenes de Agua desde la Fuente hasta el Consumidor

Cada uno de los volúmenes de agua se determina por medio de las siguientes fórmulas:

Caudal de Desarrollo Requerido =

Caudal de toma requerido (agua superficial) + caudal producido por pozos (agua subterránea).

Caudal de Toma Requerido (agua superficial) =

Producción de agua requerida (agua superficial) + pérdidas de operación en la planta de tratamiento.

Nota: en esta ocasión no se están considerando las pérdidas desde la tomas hasta la planta de tratamiento.

Producción de Agua Requerida =

Caudal de los tanques de distribución + caudal de los camiones cisterna + caudal de los pozos.

Caudal de los Tanques de Distribución =

Caudal de la red de tuberías (caudal de distribución en tuberías) + caudal por fugas de agua.

(2) Consumo de Agua

El consumo de agua es el volumen de agua que utilizan directamente los usuarios, es decir la sumatoria del volumen de agua de la red de tuberías (caudal de distribución en tuberías), el volumen de agua de los camiones cisterna y el volumen de agua de los pozos. El consumo de agua se estima por medio de la siguiente fórmula:

Consumo de Agua =

Distribución de agua en las tuberías (caudal de distribución en tuberías) + distribución de agua de los camiones cisterna + distribución de agua de los pozos.

Como resultado de las estimaciones mostradas en la siguiente tabla, el consumo para el año meta 2015 del plan maestro es de 219,622 m³/día.

Consumo de Agua Hasta el Año 2015

Unidad: m³/día

Año	Distribución de agua en las tuberías (caudal de distribución en tuberías)				Distribución por camión cisterna	Distribución por agua de pozo	Total
	Uso Doméstico	Uso Comercial	Uso Industrial	Uso Público			
2005	121,587	15,806	4,742	15,806	452	1,147	159,541
2006	125,882	16,365	4,909	16,365	468	1,187	165,176
2007	130,176	16,923	5,077	16,923	484	1,228	170,811
2008	134,471	17,481	5,244	17,481	500	1,268	176,446
2009	138,765	18,039	5,412	18,039	516	1,309	182,081
2010	143,060	18,598	5,579	18,598	532	1,349	187,716
2011	147,923	19,230	5,769	19,230	550	1,395	194,097
2012	152,786	19,862	5,959	19,862	568	1,441	200,478
2013	157,649	20,494	6,148	20,494	586	1,487	206,859
2014	162,512	21,127	6,338	21,127	604	1,533	213,241
2015	167,375	21,759	6,528	21,759	622	1,579	219,622

(3) Producción de Agua Requerida

El volumen de producción de agua requerida es la suma del consumo de agua indicado arriba y el volumen de fugas. El resultado de esta sumatoria se describe en la siguiente tabla.

ESTIMADO DE LOS VOLUMENES DE REQUERIMIENTOS DE AGUA

unidad: m³/día

Año	Volumen de Agua por Tanques de Distribución				Distribución por Camiones Cisterna	Distribución por Agua de Pozo	Volumen de Producción Promedio Diaria		Pérdidas de Operación en las PTA (6.00%)	Volumen de Toma Promedio Diario Requerido	
	Distribución por Tuberías	Fugas		Total			m ³ /día	lts/s		m ³ /día	lts/s
		Tasa	Volumen								
2005	157,942	35.00%	85,046	242,987	452	1,147	244,586	2.831	15,612	260,198	3.012
2006	163,520	35.00%	88,049	251,570	468	1,187	253,225	2.931	16,163	269,389	3.118
2007	169,099	35.00%	91,053	260,152	484	1,228	261,864	3.031	16,715	278,579	3.224
2008	174,678	35.00%	94,057	268,735	500	1,268	270,503	3.131	17,266	287,769	3.331
2009	180,256	35.00%	97,061	277,317	516	1,309	279,142	3.231	17,818	296,960	3.437
2010	185,835	35.00%	100,065	285,900	532	1,349	287,781	3.331	18,369	306,150	3.543
2011	192,152	35.00%	103,466	295,618	550	1,395	297,564	3.444	18,993	316,557	3.664
2012	198,469	35.00%	106,868	305,337	568	1,441	307,346	3.557	19,618	326,964	3.784
2013	204,786	35.00%	110,269	315,056	586	1,487	317,129	3.670	20,242	337,371	3.905
2014	211,103	35.00%	113,671	324,774	604	1,533	326,912	3.784	20,867	347,778	4.025
2015	217,420	35.00%	117,073	334,493	622	1,579	336,694	3.897	21,491	358,185	4.146

Año	Volumen de Producción Promedio Diaria		Volumen de Producción Máxima Diaria		Factor de Corrección Máximo Diario
	m ³ /día	lts/s	m ³ /día	lts/s	
2005	244,586	2.831	276,495	3.200	1.1305
2006	253,225	2.931	286,261	3.313	1.1305
2007	261,864	3.031	296,026	3.426	1.1305
2008	270,503	3.131	305,792	3.539	1.1305
2009	279,142	3.231	315,558	3.652	1.1305
2010	287,781	3.331	325,324	3.765	1.1305
2011	297,564	3.444	336,383	3.893	1.1305
2012	307,346	3.557	347,442	4.021	1.1305
2013	317,129	3.670	358,501	4.149	1.1305
2014	326,912	3.784	369,560	4.277	1.1305
2015	336,694	3.897	380,619	4.405	1.1305

Volumen de Producción Promedio Diaria =

Volumen de distribución en tuberías + volumen de distribución en camiones cisterna + volumen de distribución por pozos

Volumen de Producción Máxima Diaria =

(Volumen de distribución en tuberías + volumen de distribución en camiones cisterna + volumen de distribución por pozos) x factor de corrección Max. Diario (1.2) + volumen de fugas

5.2 Volumen de Producción de Agua

5.2.1 Análisis del Volumen de Producción de Agua

Actualmente en Tegucigalpa la capital de Honduras el grado de difusión del servicio de agua potable es mayor de 90%. En vista de lo cual en el estudio de desarrollo se plantea como meta con respecto a la falta de agua asegurar en un 99% de estabilidad el suministro de agua en calidad y cantidad, y manteniendo el servicio durante 24 horas. Con respecto al análisis realizado en el estudio sobre las fuentes existentes, se ha realizado el análisis correspondiente de volúmenes de producción de agua que puedan asegurar un 99% de estabilidad. Por lo consiguiente en el presente estudio también se realizará la revisión necesaria sobre el estudio de desarrollo.

5.2.2 Análisis del Volumen de Producción de las Plantas de Tratamiento de los Sistemas Existentes

En el estudio de desarrollo se evaluaron las capacidades de producción de las plantas de tratamiento de cada uno de los subsistemas. Durante la realización del estudio de desarrollo en el año 2000 estaban en proceso de ejecución varios proyectos de rehabilitación de instalaciones de suministro y distribución lo mismo que reparación de estructuras existentes que fueron dañadas por el Huracán Mitch, se estima que con estos proyectos una vez completados la capacidad de producción de las plantas de tratamiento fue de 2,060 lts/s (referencia, el cuadro de abajo). Sin embargo posteriormente se presentaron cambios en el alcance de la reparación de las instalaciones y todavía existen algunos sistemas sin haberse completado las reparaciones.

En el siguiente cuadro se describe la situación de reparación de los subsistemas y la producción de las plantas de tratamiento después de la terminación del estudio de desarrollo.

Estimado de la Producción de Agua Tratada una Vez Completados los Proyectos en Ejecución a la Finalización del Estudio de Desarrollo

Unidades: lts/s

Subsistema	Caudal de Toma de Diseño	Capacidad de Producción para Mantener el 99% de Confiabilidad		Proporción de la Producción de Agua en Función del Caudal de Toma de Diseño (%)
	l/s	m ³ /s	l/s	
Picacho	350	24,689	286	81.65%
* Los Laureles	540	43,856	508	94.00%
Concepción	1,500	105,824	1,225	81.65%
Miraflores	50	3,527	41	81.65%
Total	2,440	177,896	2,060	-

* Producción del año 2000, con una disminución de 406 m³/día (4.7 lts/s) cada año.

La capacidad de producción para mantener el 99% de confiabilidad es el 81.65% del caudal de toma de diseño.

(1) Subsistema Picacho

El subsistema Picacho consiste de 4 sistemas de toma y tubería de conducción, de los cuales el acueducto de San Juancito, de mayor volumen de toma, sufrió grandes daños al grado de que estaba fuera de funcionamiento. La reparación de las tuberías se llevó a cabo por medio de la asistencia del gobierno de Francia, habiéndose cambiado y colocado una nueva tubería de Ø 600 mm en lugar de la tubería anterior de 400 mm, incrementándose de esta manera la capacidad de conducción de la red. De acuerdo a la previsión inicial, una vez completadas las reparaciones se esperaba un volumen total de agua de 350 lts/s, sin embargo en vista del aumento en la sección transversal de flujo el volumen de agua en realidad se incrementó drásticamente y la producción promedio diaria de agua tratada después de las reparaciones en la tubería ha llegado a 669 lts/s correspondiente a 1.9 veces de lo producido antes de las reparaciones.

No obstante considerando que este sistema no cuenta con su propia facilidad de almacenamiento de agua la producción de agua tratada, aun después de las reparaciones en la tubería, fue menor de 286 lts/s en 2 ocasiones durante 2 años y 7 meses. Por lo consiguiente se adoptó la capacidad de producción del subsistema picacho mostrada en el cuadro anterior sin factor de corrección y que fue establecida por el estudio de desarrollo.

En el siguiente cuadro se muestra el volumen de producción de agua tratada en la planta de El Picacho después de la finalización del estudio de desarrollo.

Volumen de Producción de Agua Tratada del Subsistema Picacho, después de la Finalización del Estudio de Desarrollo

Unidad: lts/s

Mes	2001	2002	2003	2004	2005	Promedio	Promedio después de reparaciones de la tubería
1	297	436	666	742	824	593	744
2	264	397	592	615	393	452	534
3	168	346	348	642	319	365	436
4	201	239	274	626	221	312	374
5	318	258	371	750	551	449	557
6	299	616	768	786	793	652	782
7	325	646	744	817	738	654	766
8	456	589	783	618	0	612	701
9	573	508	818	626	0	631	722
10	610	544	818	842	0	704	830
11	598	584	818	819	0	705	819
12	452	504	818	720	0	624	769
Promedio	380	472	652	717	548	563	669

Significa la producción de agua tratada después de las reparaciones en la tubería.

(2) Subsistema Los Laureles

En el subsistema Los Laureles la toma de agua se lleva a cabo directamente desde el embalse. Como se muestra en la tabla de la página anterior la capacidad de producción de Los Laureles en el año 2000 fue de 508 lts/s correspondientes al 94% de los 540 lts/s del volumen de agua en la toma. Esto significa una reducción por el 6% de pérdidas de operación de la planta de tratamiento. Sin embargo debido a la gran cantidad de entrada de sedimentos al embalse la producción de la fuente de agua anual es de 406 m³/día (4.7 lts/s) y continua reduciéndose. Por lo consiguiente el volumen de producción para el año de 2005 del subsistema Los Laureles se estima en 517 lts/s (540 lts/s – 4.7 lts/s x 5 años).

La toma de agua originalmente se realizaba desde el fondo del embalse, con el efecto de los problemas de agravación de la calidad del agua y del flujo de sedimentos a la tubería de conducción. Para resolver esta situación en el mes de Febrero del 2002 se instaló una bomba flotante y se cambió a un sistema de toma superficial.

La producción de la planta de tratamiento de Los Laureles era de 670 lts/s por día, incrementándose posteriormente a 750 lts/s por el mejoramiento de la planta realizado en el año 2000 mediante financiamiento del BID. Asimismo con financiamiento de España se instalaron 4 plantas de tratamiento tipo unidad con una capacidad de 25 lts/s cada una, una vez en operación se dispondrá de 100 lts/s adicionales para tratamiento de agua cruda, o sea se contará con una capacidad total de 850 lts/s. Sin embargo en vista de que el volumen de agua de la fuente está disminuyendo año tras año, con el mejoramiento de tales instalaciones no se logra resolver el problema fundamental de la carestía de agua a pesar de que se pretendía aprovechar los excesos de agua de la estación lluviosa.

(3) Subsistema Concepción

En la actualidad la capacidad de producción de la fuente de agua es de 1,200 lts/s y la capacidad de producción de la planta de tratamiento también es de 1,200 lts/s. con financiamiento del gobierno de Italia y por medio de una empresa italiana se está ejecutando las obras de instalación de 4 compuertas deslizantes sobre el vertedero de demasías, de 20 m de ancho, y 1.8 m de altura. Al completarse esta instalación el volumen del embalse aumentará en 3,000,000 m³, la capacidad de producción de la fuente se incrementará en 100 lts/s y el volumen de toma será de 1,300 lts/s. Por otro lado, en la planta de tratamiento también se está ejecutando una ampliación por un valor de 300 lts/s con lo cual se alcanzarán un volumen de 1,500 lts/s de volumen de agua tratada.

(4) Subsistema Miraflores

El subsistema Miraflores anteriormente se manejaba como subsistema Picacho-Miraflores. El subsistema Miraflores tiene sus propias instalaciones de tratamiento de agua con una capacidad de 25 lts/s en el año 2000. En ese momento debido a los daños provocados por el Huracán Mitch no estaba en operación la planta de tratamiento, iniciando operaciones en el mes de Agosto del 2000 en que fue rehabilitada la tubería de conducción. Posteriormente mediante cooperación del gobierno de España se instalaron 2 plantas de tratamiento tipo unidad de 25 lts/s de capacidad cada una (total 50 lts/s), y en la actualidad la planta cuenta con un capacidad de tratamiento de 75 lts/s. No obstante, ya que el subsistema no cuenta con embalse para represar el agua de la fuente, y debido a las grandes fluctuaciones estacionales, el caudal de toma estimado es de aproximadamente 50 lts/s.

Tal como se describió anteriormente, en el siguiente cuadro se resume el volumen de toma de agua y la capacidad de producción diaria de las plantas de tratamiento existentes de cada subsistema.

Volumen (caudal) de Produccion de las Plantas Existentes (2005)

Unidad: lts/s

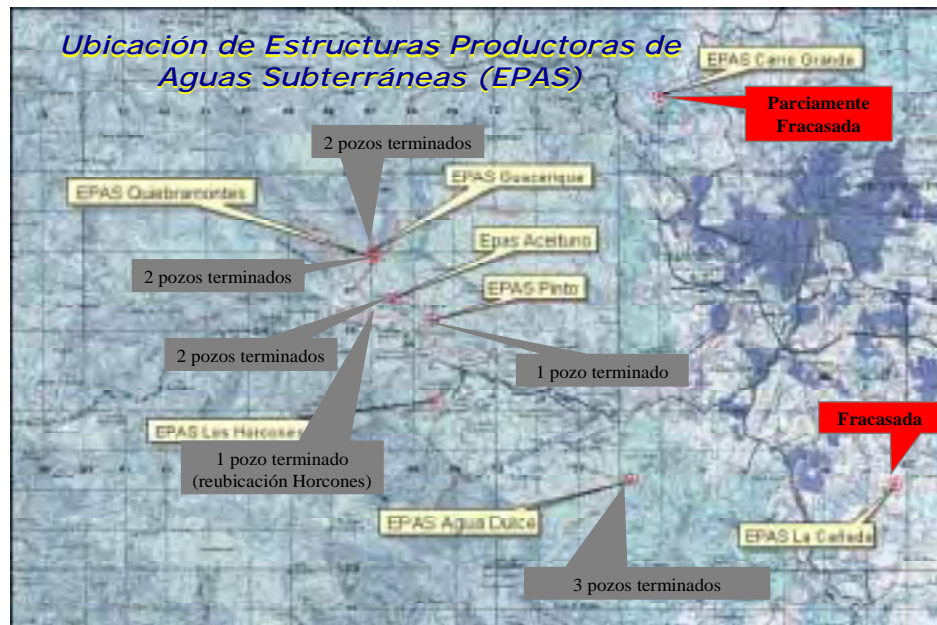
Subsistema	Caudal de Diseno		Capacidad de Produccion Promedio Diaria
	Toma	Planta	
Picacho	350	900	286
Los Laureles	517	750 (100)	486
Concepcion	1200 (1300)	1200 (1500)	979 (1061)
Miraflores	50	75	41
Total	2117 (2217)	2925 (3325)	1792 (1874)

() valor despues de finalizadas las obras de reparacion actualmente en ejecucion

5.2.3 Plan de Desarrollo de Otras Fuentes de Agua (1) Plan de Desarrollo de Aguas Subterráneas

Actualmente está en ejecución el proyecto de desarrollo de aguas subterráneas de 380 lts/s en la cuenca de Tegucigalpa. El proyecto consiste en la perforación de pozos e instalación de la red de tuberías hasta los tanques de distribución existentes, ejecutándose por medio de 2 compañías españolas seleccionadas por el SANAA siguiendo el criterio de la evaluación de propuestas por volumen de agua a desarrollar y por el costo correspondiente.

De conformidad con el contrato, las empresas españolas continuarán la perforación hasta asegurar la producción de agua propuesta, y además serán responsables por asegurar la producción de agua por 20 años después del uso común de las instalaciones. Los sitios de construcción de los pozos contratados se muestran en la siguiente figura:



La perforación de los pozos se llevará a cabo en la cuenca del río Guacerique con 227 lts/s y, 153 lts/s en las otras cuencas. De estos sitios los pozos de la cuenca Guacerique ya fueron perforados obteniéndose los 227 lts/s esperados. Está previsto iniciar la operación de los pozos a principios del año 2006 una vez completados los trabajos de la tubería de conducción.

5.2.4 Requerimiento Futuro de Demanda de Agua

Como se describió anteriormente, en el año 2006 se incorporarán nuevas fuentes de agua en el orden de 100 lts/s de la presa Concepción y 380 lts/s por el desarrollo de la perforación de pozos, haciendo un total de 480 lts/s. Por consiguiente suponiendo que la presa Los Laureles tuviera las mismas condiciones de sedimentación que ha experimentado hasta ahora, la capacidad

de producción probable de agua tratada en el 2006 será de 2,316 lts/s (200,111 m³/día). Por otro lado, tal como fue tratado en el artículo 5.1.3 (Predicciones de la Demanda de Agua), la producción de agua promedio diaria con el agregado del consumo de agua de pozos, resultará ser de 2,831 lts/s en el año 2005, y 3,897 lts/s en el año 2015. El déficit de agua respecto al volumen de agua requerido se muestra en el siguiente cuadro.

Predicción de la Demanda de Agua Tratada hasta el Año Meta (2015)

Unidades: lts/s

Ano	Picacho	Los Laureles	Concepción	Miraflores	Pozos existentes	Pozos	Volumen probable de agua tratada	Demanda de Agua	Deficit de Agua	Tasa de deficiencia
2005	286	486	979	41	67	0	1,859	2,831	972	34.3%
2006	286	481	1061	41	67	380	2,316	2,931	615	21.0%
2007	286	477	1061	41	67	380	2,312	3,031	719	23.7%
2008	286	472	1061	41	67	380	2,307	3,131	824	26.3%
2009	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,231	928	28.7%
2010	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,331	1,028	30.9%
2011	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,444	1,141	33.1%
2012	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,557	1,254	35.3%
2013	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,670	1,368	37.3%
2014	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,784	1,481	39.1%
2015	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,897	1,594	40.9%

Nota: Se asume que la Presa Los Laureles II se completará en el año 2009, y a partir del año 2010 no habrá reducción en la producción de agua por la sedimentación del embalse existente de Los Laureles.

Tal como se indica en el cuadro anterior, una vez que se incorporen las nuevas fuentes de agua por la finalización de los proyectos que están actualmente en ejecución, el déficit de agua para el año 2006 será de 615 lts/s, correspondientes al 21% de los 2,931 lts/s de producción requerida. No obstante, para el año meta 2015 del estudio de desarrollo el déficit de agua será de 1,594 lts/s (42.4%).

5.3 Plan de Ampliación de la Planta de Tratamiento

5.3.1 Plan de Ampliación de las Plantas de Tratamiento de acuerdo al Plan Maestro

El volumen de agua del embalse Los Laureles se está reduciendo cada año por efecto de la sedimentación, estimándose un volumen promedio de 540 lts/s para el año 2000. De acuerdo al estudio de desarrollo el Proyecto de Los Laureles II estaba planeado finalizarse en el año 2005, y para el siguiente año (2006) se predice que el volumen del embalse actual se reduciría a 510 lts/s.

La capacidad de producción de la planta de tratamiento existente de Los Laureles para el año 2000 era de 670 lts/s, mientras tanto en el estudio de desarrollo se ha estimado un volumen de 130 lts/s adicionales que se pueden generar con el proyecto de Los Laureles II. O sea que por medio de la excavación y dragado del embalse de la parte correspondiente al volumen de 30 lts/s reducidos en 5 años

por sedimentación, del año 2000 al 2005, el volumen del embalse se incrementaría a un total de 160 lts/s, y de esta manera la planta de tratamiento actual se utilizaría al 100% de su capacidad de 670 lts/s (510 + 160), tal como se muestra en el siguiente cuadro.

Volumen de Agua Desarrollado por la Presa Los Laureles II y Capacidad de la Planta de Tratamiento Existente

Unidad: lts/s

Año	Capacidad de las PTA actuales	Caudal desarrollado	Presa Los Laureles II		Caudal en Exceso
			Produccion	Incremento por dragado	
2000	670	540			130
2001	670	535			135
2002	670	530			140
2003	670	525			145
2004	670	520			150
2005	670	515			155
2006	670	510	130	30	0

El dato anterior de volumen de agua tratada se ha estimado como un valor promedio diario. En el estudio de desarrollo también se define la necesidad de una diferencia de 101 lts/s como incremento de la capacidad instalada de la planta de tratamiento entre el valor máximo diario y el valor promedio diario. El estimado del valor de 101 lts/s se fundamenta de la siguiente manera:

Volumen de expansión de la planta de tratamiento = Volumen máximo diario (771) – capacidad de tratamiento de la planta (670) = 101 lts/s

Volumen máximo diario = volumen de tratamiento de la planta (510 + 130 + 30) x coeficiente de corrección max. diario (1.1512) = 771 lts/s

No obstante lo anterior, en el estudio de desarrollo en donde se propone el proyecto de la Presa Quiebramontes definido en el plan maestro como un plan global, se establece que para el incremento necesario de capacidad resulta más económico la alternativa de conducir el agua hacia la nueva planta de tratamiento Quiebramontes concebida en el nuevo plan. Sin embargo en vista de que no existen expectativas por parte del SANAA sobre el proyecto Quiebramontes, se ha incluido en la presente solicitud la necesidad de considerar el incremento de capacidad de la planta de tratamiento de Los Laureles.

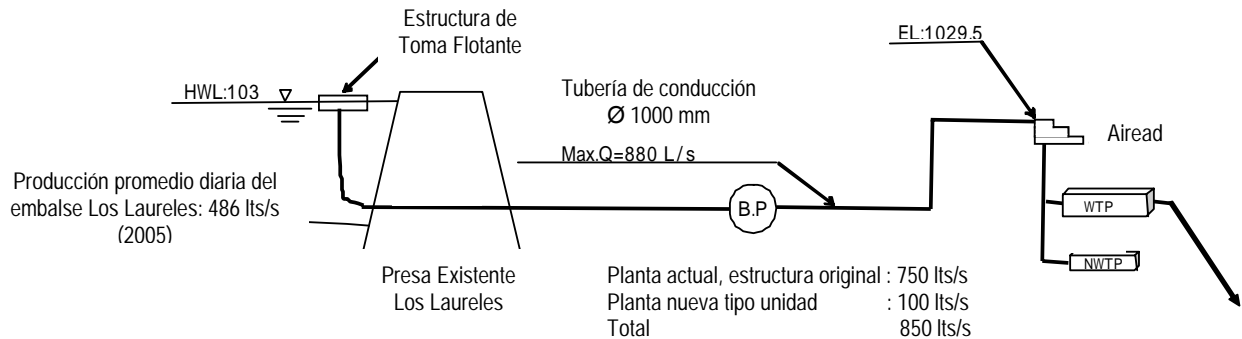
5.3.2 Análisis de la Necesidad de la Planta de Tratamiento para el Desarrollo de la Presa Los Laureles II

(1) Capacidad de Tratamiento de la Planta Actual

Como se describió anteriormente la capacidad de tratamiento de la planta Los Laureles era de 670 lts/s en el año 2000, sin embargo posteriormente a finales de ese mismo año y mediante financiamiento del BID, se realizaron mejoras en la planta de tratamiento con lo cual la capacidad actual se ha incrementado a 750 lts/s (Observación: la capacidad real al mes de septiembre del 2005 era de 710 lts/s, según explicaciones recibidas esto se debió a no haberse completado

todavía las obras de mejoramiento de la planta). Asimismo, con financiamiento del gobierno de España se instalaron 4 plantas tipo unidad de 25 lts/s de capacidad cada una, al completarse se contará con un incremento de 100 lts/s en la capacidad de tratamiento, o sea con una capacidad total de 850 lts/s de la planta actual de Los Laureles.

La conducción del agua se está realizando por medio de tubería de conducción de diámetro Ø 1000 mm de hierro fundido dúctil y una estación de bombeo intermedia de 2 bombas (en total 3 unidades: 1 como reserva). Las bombas son de Ø 600 mm y una capacidad de descarga de 26.4 m³/min, sin ningún problema para impulsar los 880 lts/s de descarga de la tubería de conducción. Este proceso se describe en forma sencilla en el siguiente esquema grafico.



Capacidad Instalada de la Planta de Tratamiento Actual de Los Laureles

(2) Capacidad de Desarrollo de la Planta de Tratamiento Actual (excedente de capacidad de tratamiento)

Como se mencionó en el capítulo 7, asumiendo que el Proyecto Los Laureles II será completado en el año 2009, entonces el llenado del embalse se iniciaría a partir del año 2010. Para el año 2000 el volumen de agua desarrollado por el embalse existente de Los Laureles era de 540 lts/s (46,656 m³/día, sin embargo por la sedimentación en el embalse dicho volumen se reduce anualmente 406 m³/día. O sea, para el año 2009 dicho volumen será de 43,002 m³/día (498 lts/s) tal como se muestra en el cuadro siguiente.

Volumen de agua desarrollado por el Embalse Actual de Los Laureles

Año	Volumen desarrollado por Embalse Actual de Los Laureles		Reducción de volumen de producción en el embalse por efecto de la sedimentación (reducción de 406 m ³ /día)
	l/s	m ³ /día	
2000	540	46,656	406m ³ /día × 9 años = 3,654m ³ /día (42 lts/s)
2009	498	43,002	

El llenado del embalse se iniciaría en el año 2010, sin embargo a pesar de que el volumen de producción de la planta de tratamiento es un valor promedio diario, el SANAA adopta el valor máximo diario de capacidad de producción.

Por lo consiguiente, para el año 2010 la capacidad de tratamiento no usada se estima de la siguiente manera:

Excedente de capacidad de tratamiento de la PTA =

(Capacidad de tratamiento de la PTA – volumen de producción del embalse existente Los Laureles) ÷ Factor de corrección máximo diario (1.1305)

Excedente de Capacidad de tratamiento únicamente de la PTA actual (750 lts/s)

$$= (750 \text{ lts/s} - 498 \text{ lts/s}) \div 1.1305 = 223 \text{ lts/s}$$

Excedente de capacidad de tratamiento con la incorporación de la nueva planta tipo unidad de 100 lts/s (total 850 lts/s)

$$= (850 \text{ lts/s} - 498 \text{ lts/s}) \div 1.1305 = 311 \text{ lts/s}$$

Es decir, es posible incorporar un nuevo volumen de tratamiento de agua hasta por 311 lts/s, por lo consiguiente el volumen de agua de 130 lts/s solicitados por el gobierno de Honduras para desarrollarse por la presa Los Laureles II se puede ser manejado completamente en la planta de tratamiento existente.

CAPITULO No. 6

REVISION DE LOS PLANES DE DESARROLLO DE FUENTES DE AGUA (PRESAS)

6.1 Situación Actual de las Presas y Planificación

(1) Informaciones sobre Presas Existentes de Honduras

En Honduras no se ha realizado ninguna presa de acuerdo a sus propias normas de diseño, sino que los proyectos se han basado en normas de los países cooperantes. Con el fin de obtener informaciones de referencia para el proyecto de la futura presa, se recopilaron especificaciones de diseño de presas mayores de 30 m de altura. En la siguiente página se presenta un cuadro comparativo de las informaciones recopiladas incluyendo la Presa Los Laureles II y el proyecto de la Presa Guacerique II que fue cancelado.

(2) Plan de Desarrollo de Fuentes de Agua por parte del SANAA

El plan de desarrollo de fuentes de agua por parte del SANAA para el año meta 2030 se describe gráficamente en la figura de abajo. De acuerdo a este plan además de las 4 presas propuestas en el estudio de desarrollo de JICA del año 2000, se han contemplado las siguientes 4 presas: Presa Aguila, Presa Río El Hombre, Presa Hernando López, y Presa Ojojona.



Plan de Desarrollo a Largo Plazo de Fuentes de Agua (fuente: SANAA)

PRESAS MAYORES DE 30 METROS DE ALTURA EN HONDURAS

Item		Unidad	Los Laureles II	Los Laureles	Concepción	Guacerique II	El Cajón	Nacaome	Coyolar
Nombre de Región			Tegucigalpa	Tegucigalpa	Tegucigalpa	Tegucigalpa	Sta. Cruz de Yojoa	Valle	Comayagua
Nombre de río			Guacerique	Guacerique	Río Grande	Guacerique	Humuya	Nacaome	San José
Año de Finalización			Plan	1974-1976	1989-1992	Plan (1983)	1980-1985		1956-1965
Propósito de Uso del Agua			Agua potable	Agua potable	Agua potable	Agua potable	Energía eléctrica	Riego, energía eléctrica, agua potable	Riego, energía eléctrica
Area de la Cuenca		km ²	190	194	140	189	8,220	2,650	192
Volumen de Sedimentos de Diseño		m ³	2,000,000 (50 años)		1,350,000 (50 años)	4,000,000 (50 años)		20,000,000 (50 años)	
Volumen específico de sedimentos		m ³ /km ² /año	211		193	423		150	
Presa	Tipo		Gravedad de concreto	Enrocamiento	Gravedad, de concreto RCC	Enrocamiento	Arco, de concreto	Gravedad, de concreto RCC	Gravedad de concreto
	Altura	m	31.00	55.00	68.0	70.50	238.00	54.00	60.00
Nivel del Embalse	Nivel de Agua de Sobrecarga (SWL)	m	1,053.50	1,034.20	1,158.20	1,095.50			
	Nivel de Agua máximo normal (NWL)	m	1,053.00	1,033.00	1,155.00	1,091.25	285.00		807.00
	Nivel de Agua mínimol (LWL)	m	1,040.00		1,114.00	1,058.00	220.00		775.00
Volumen del Embalse	Volumen bruto del embalse	m ³	4,050,000	12,000,000	34,500,000	102,900,000	7,500,000,000	29,300,000	13,380,000
	Volumen efectivo del embalse	m ³	2,050,000	10,250,000	33,000,000	78,200,000	4,400,000,000		12,600,000
	Volumen muerto del embalse	m ³	2,000,000	1,750,000	1,500,000	4,300,000	3,100,000,000		780,000
Vertedero	Tipo		Compuerta	Compuerta	canal vertedor	canal vertedor	canal vertedor	canal vertedor	canal vertedor
	Caudal de diseño	m ³	1,700	920	923	725	8,000		700
	Probabilidad	años	500	1,000	1,000	10,000			200
	Caudal efectivo	m ³ /s/km ²	8.947	4.742	4.758	3.836			3.646
Obra de Derivación	Tipo		Canal de drenaje provisional, lado interior del dique	Tunel de drenaje provisional	Tunel de drenaje provisional	Tunel de drenaje provisional	Tunel de drenaje provisional		

(3) Presas Existentes en Tegucigalpa como Fuente de Agua Potable

En Tegucigalpa existen solamente 2 presas como fuentes de agua potable que son la Presa Los Laureles en la cuenca del río Guacerique y la Presa Concepción en la cuenca vecina del río Grande. Las especificaciones de estas presas se indicaron en el cuadro anterior, sin embargo los puntos a continuación se mencionan algunos puntos importantes:

① Presa Los Laureles

Está ubicada inmediatamente aguas abajo del sitio planificado para la presa Los Laureles II. En el año de 1995 mediante financiamiento del BID el SANAA instaló una compuerta de hule de 3.5 m x 63 m de ancho sobre el vertedero de demasías, con el propósito de contrarrestar la escasez de agua en la época de verano. En condiciones del embalse totalmente lleno el nivel aumentó de 1,030 m a 1,033 m, y el volumen del embalse se incrementó en 3,000,000 m³.

② Presa Concepción

En la Presa Concepción también se instalaron 4 compuertas automáticas metálicas y deslizantes, de 1.8 m de alto x 20.0 m de ancho. Por medio de este mejoramiento el volumen del embalse se incrementó en 3,000,000 m³.

No obstante, a pesar de que el nivel máximo real del embalse aumentó, el nivel de cresta del cuerpo de la presa se mantiene en las mismas condiciones con limitaciones en el bordo libre, representando una condición desfavorable desde el punto de vista de la seguridad de la presa.

6.2 Documentación Básica sobre el Plan de Desarrollo de Fuentes de Agua

(1) Datos de Precipitación

Las estaciones meteorológicas próximas al sitio de la Presa Los Laureles II son las siguientes:

No.	Estacion	Ubicacion (UTM)		Elevacion	Período de Registros	Años
		Longitud	Latitud			
1	Toncontín	476308	1554124	1,000	1951-2004	54
2	Batallón	472275	1555105	1,040	1992-2004	13
3	Quebra Montes	467217	1557371	1,210	1992-2004	13
4	Concepción	471171	1546172	1,140	1990-2004	15

Fuente: SANAA

Los registros de datos de precipitación promedio mensual de cada una de las estaciones anteriores se muestran en el siguiente cuadro. La estación lluviosa se extiende desde el mes de Mayo al mes de Octubre, mientras que la estación seca es desde el mes de Noviembre hasta el mes de Abril.

Precipitación Promedio Mensual (mm)

Estacion	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total
Toncontín	6.4	3.8	9.7	39.6	148.3	154.0	81.5	97.7	172.7	121.0	31.8	9.4	876.0
Batallón	3.2	2.8	8.5	40.4	150.9	135.4	89.6	135.2	179.7	112.9	26.1	7.0	891.6
Q. Montes	4.5	5.4	15.1	56.4	161.3	169.9	101.9	146.2	197.2	150.3	25.8	5.3	1039.4
Concepción	2.4	1.6	14.1	34.0	165.7	144.7	65.7	112.2	170.1	156.9	25.4	6.4	899.3

Fuente: SANAA

En el siguiente cuadro se muestran los datos de precipitación máxima diaria de cada una de las estaciones, para 2 días consecutivos y para 3 días consecutivos.

Precipitación Máxima Diaria, 2 Días Consecutivos, y 3 Días Consecutivos

Estación	Máxima diaria	Maxima en 2 días	Máxima en 3 días	Notas
Toncontín	122.6	240.7	256.3	Huracán Mitch
Batallón	107.4	124.0	130.3	Sin datos durante huracán Mitch
Quebra Montes	215.0	232.8	247.5	Huracán Mitch
Concepción	220.3	289.3	316.3	Huracán Mitch

En el siguiente cuadro se muestran datos de precipitación correspondientes al Huracán Mitch en el mes de Octubre de 1998.

Registros de Precipitación durante el Huracán Mitch

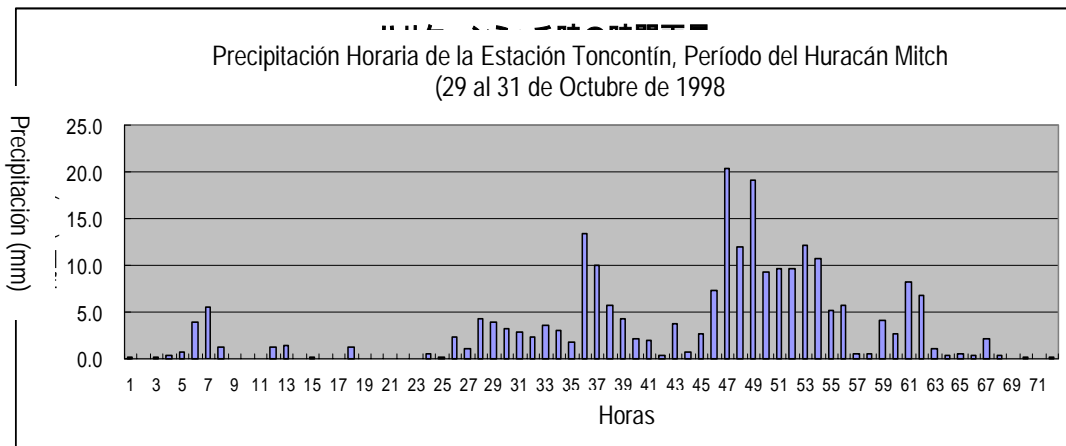
Fecha	Toncontín	Batallón	Quebra Montes	Concepción
28 de Octubre	10.7	Sin registro	14.7	19.7
29 de Octubre	15.6	Sin registro	17.8	27.0
30 de Octubre	120.4	Sin registro	215.0	220.3
31 de octubre	120.3	Sin registro	0.0	69.0
1 de Noviembre	0.2	Sin registro	0.0	0.4
Maxima Diaria	120.4		215.0	220.3
Max. 2 días consecutivos	240.7		232.8	289.3
Max. 3 días consecutivos	256.3		247.5	316.3

En el siguiente cuadro se muestran los resultados del cálculo de probabilidades de precipitación máxima diaria, máxima en 2 días y máxima en 3 días, correspondientes a la Estación Toncontín que es la que tiene mayores años de registro (54 años). Los datos registrados durante el Huracán Mitch son, de 120.4 mm de precipitación máxima diaria con 50 años de probabilidad, 240.7 mm de precipitación máxima en 2 días consecutivos con más de 500 años de probabilidad, y 256.3 mm de precipitación máxima en 3 días consecutivos también con más de 500 años de probabilidad.

Precipitación Máxima Diaria Probable

Años de Probabilidad	Método de Cálculo	Precipitación Máxima Diaria	Precipitación Maxima en 2 Días	Precipitacion Máxima en 3 Días
2 Años	Gumbel	60.4	79.7	91.9
	Iwai	60.4	80.0	92.5
5 Años	Gumbel	78.7	106.5	121.2
	Iwai	79.3	103.5	119.3
10 Años	Gumbel	90.8	124.2	140.6
	Iwai	91.5	118.8	136.6
20 Años	Gumbel	102.4	141.2	159.2
	Iwai	103.1	133.5	152.8
50 Años	Gumbel	117.4	163.3	183.2
	Iwai	118.0	152.4	173.6
100 Años	Gumbel	128.7	179.7	201.2
	Iwai	129.2	166.6	189.1
200 Años	Gumbel	139.9	196.2	219.2
	Iwai	140.4	180.9	204.6
500 Años	Gumbel	154.7	217.9	242.9
	Iwai	155.3	200.0	225.1

La precipitación horaria de la Estación Toncontín correspondiente al Huracán Mitch (29 al 31 de Octubre de 1998) se muestra en el siguiente gráfico.



(2) Datos de Caudales

Las estaciones de medición de niveles y caudales próximas al sitio de la Presa Los Laureles II son los siguientes:

Lista de Estaciones de Registro de Caudales

No.	Estacion	Localización (UTM)		Elevacion	Periodo de Observación	Años
		Latitud	Longitud			
1	Guacerique II (anterior)	467696	1556386	1,070	1982-1998	16
2	Guacerique II (nueva)	467669	1556413	1,109	1999-2004	6
3	Quiebra Montes	466595	1557283	1,100	1996-2002	4
4	Concepción	466996	1547374	1,196	2002-2004	3

Fuente: SANAA

El caudal promedio mensual de la Estación Guacerique II y del sitio de la Presa Los Laureles II son como se indica a continuación.

Caudal Promedio Mensual (m³/s)

Punto	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Prom.
Estación Guacerique II	0.179	0.133	0.107	0.107	0.642	2.222	1.612	2.062	4.001	3.023	0.826	0.254	1.268
Presa Los Laureles II	0.230	0.171	0.137	0.138	0.824	2.852	2.070	2.647	5.137	3.881	1.060	0.326	1.627

Nota: el caudal del sitio de la Presa Los Laureles II se obtiene por conversión en base a la relación de área de la cuenca

El caudal de escorrentía promedio anual de la estación Guacerique II (área de la cuenca = 148 km²) es de 40.5 x 10⁶ m³ (1.268 lts/s), que está ubicada aproximadamente a unos 6 km aguas arriba del sitio propuesto para la presa. Por otro lado, en vista de que las instalaciones de aforo fueron arrastradas durante el Huracán Mitch se tomó el valor de Q_{max} = 217.0 m³/s como el mayor caudal de los registros pasados correspondiente al 20 de Junio de 1983. Derivando el caudal del sitio propuesto de la presa en función del área de la cuenca (área = 190 km²), el caudal de escorrentía promedio anual resulta ser de 52 x 10⁶ m³ (1.627 lts/s). El valor de caudal máximo registrado anteriormente es de 278.6 m³/s correspondiente al 20 de Junio de 1983.

El caudal de descarga a través del vertedero de la presa existente Los Laureles se indica en el siguiente cuadro.

Descargas Anuales por el Vertedero de la Presa Los Laureles

Año	Descarga (m ³)	Notas
1995	30,739,000	Antes de instalación de la compuerta de hule
1996	34,051,000	Antes de instalación de la compuerta de hule
1998 - 2002	Sin registro	
2003	31,501,048	Después de instalación de la compuerta de hule
2004	7,098,100	Después de instalación de la compuerta de hule

Fuente: SANAA

El volumen de descarga anual a través del vertedero de la Presa Los Laureles significa la cantidad de agua que rebalsa y que no se utiliza, o sea el volumen de agua probable de aprovecharse en el futuro.

De acuerdo con el informe del Diagnóstico de las Obras de Captación del Sistema de Abastecimiento Hídrico de Tegucigalpa ejecutado mediante asistencia del BID después de los daños ocasionados por el Huracán Mitch, los caudales pico de las presas existentes durante el Huracán Mitch fueron los que se detallan en el cuadro siguiente. Se estima que dichas inundaciones corresponden a probabilidades de 500 a 1,000 años.

Caudales Pico correspondientes al Huracán Mitch

Presa	Caudal de inundación de diseño (m ³ /s)	Caudal pico (m ³ /s)		Notas
		Caudal de Entrada	Escorrentia	
Los Laureles (A=194km ²)	920 (1000 años de probabilidad)	830 (4.278m ³ /s/km ²)	710 (3.660m ³ /s/km ²)	1250m ³ /s: valor estimado en el estudio de desarrollo
Concepción (A=140km ²)	923 (1000 años de probabilidad)	1,050 (7.500m ³ /s/km ²)	840 (6.000m ³ /s/km ²)	

(3) Datos de la Calidad del Agua

Se han llevado a cabo monitoreos de la calidad del agua en la cuenca del Río Guacerique, incluyendo monitoreos dentro del embalse existente de la Presa Los Laureles. A pesar de no haberse realizado análisis detallados, según el alcance de algunos datos verificados no se detectó ningún problema de calidad como agua potable. Por parte del SANAA también se ha tenido el mismo resultado de evaluación.

(4) Derechos de Agua del Río Guacerique

El aspecto de los derechos de agua del Río Guacerique está bajo el control de la SERNA. Sin embargo, no se ejerce ningún tipo de control de períodos y volumen de toma agua, tal como se hace en Japón.

Con respecto a estructuras permanentes de toma de agua existe solamente una estación de bombeo en el Primer Batallón de Infantería, ubicado inmediatamente aguas arriba en la margen derecha del sitio propuesta de la Presa Los Laureles II. El período normal de operación de las bombas del batallón es desde las 5:00 AM hasta las 9:00 PM, sin embargo no se pudo obtener información sobre el caudal bombeado. Esta es una obra de toma para riego sin presa derivadora, funciona mayormente como una captación de agua estacional por medio de bombas pequeñas de uso general. No fue posible confirmar la situación actual del sistema de riego por bombeo de pequeña escala pero se estima que es una cantidad considerable.

En el caso de empresas privadas que han de tomar agua formalmente del Río Guacerique, tienen que presentar la solicitud a la SERNA y recibir la autorización

correspondiente. No fue posible obtener información sobre la situación de tomas de agua por las empresas privadas.

6.3 Resumen del Plan de Desarrollo de la Presa Los Laureles II (Estudio de Desarrollo)

(1) Puntos de Análisis

En vista de los cambios de las condiciones de planificación y diseño en el transcurso de los años posteriores al estudio de desarrollo de JICA del año 2000 además de las nuevas informaciones encontradas en el sitio, el contenido del plan del estudio de desarrollo tuvo que ser revisado en los puntos que se mencionan a continuación. De estos, siendo el volumen de diseño de sedimentos el punto más importante para la decidir la factibilidad de ejecución del presente proyecto, se presenta una explicación del proceso de análisis, y sobre los otros puntos se tratan en forma resumida las partes principales sin considerar en detalle cada uno de ellos.

(2) Volumen de Diseño de Sedimentos

En el plan de construcción de las presas del estudio de desarrollo se establece que la Presa Quebramontes estará terminada 1 año después de haber finalizado la Presa Los Laureles II, y considerando únicamente los sedimentos de la cuenca restante el cálculo del volumen de sedimentos de diseño es de la siguiente manera:

1)	Volumen específico de sedimentos	600 m ³ /km ² /año
2)	Período objeto para el cálculo del volumen de sedimentos	50 años
3)	Area de la cuenca de la Presa Los Laureles II	190 km ²
4)	Area de la cuenca de la Presa Quebramontes	125 km ²
5)	Volumen de diseño de sedimentos = 600 x 190 x 1 año + 600 x (190 - 125) x 49 = 2,025,000 (Aprox. 2,000,000 m ³)	

Con respecto al volumen de diseño de sedimentos es necesario reconsiderar las siguientes condiciones:

① Efecto por no construir la Presa Quebramontes

No hay perspectivas de financiamiento para la construcción de la Presa Quebramontes, en caso de que no se produzca una descarga segura de sedimentos, es necesario agregar el volumen de sedimentos que puedan ser atrapados por la Presa Quebramontes (600 x 125 = 75,000 m³/año). En este caso el volumen de diseño de sedimentos es de 600 x 190 x 50 = 5,700,000 m³ que sobrepasa el volumen bruto del embalse de 4,000,000 m³.

② Comparación del volumen específico de sedimentos con la curva de volumen del embalse corregida por el SANAA

El volumen específico de sedimentos adoptado en el estudio de desarrollo se determinó tomando como base los 3,000,000 m³ de volumen de sedimentos estimados mediante topografía del embalse en el año 2000.

Volumen específico de sedimentos =

$$3,000,000 \text{ m}^3 \div 26 \text{ años} \div 194 \text{ km}^2 = 600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$$

Sin embargo, el SANAA realizó el cálculo de balance de agua tomando como referencia los 3 millones de m³ de volumen de sedimentos mencionados anteriormente, y los 9 millones de m³ de volumen efectivo del embalse, pero dicho estimado no concuerda con la realidad, y como resultado de cálculos de prueba y las correcciones correspondientes el volumen de sedimentos resultó de 1.75 millones de m³ y 10.25 millones de m³ como volumen efectivo del embalse, por lo consiguiente a partir del año 2002 se ha adoptado este valor para el plan de suministro de agua.

Y tomando como referencia el volumen estimado de sedimentos para el año 2002 (1.75 millones de m³), el volumen específico de sedimentos resulta ser de la siguiente manera:

Volumen específico de sedimentos =

$$1,750,000 \text{ m}^3 \div 28 \text{ años} \div 194 \text{ km}^2 = 325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$$

Este volumen específico de sedimentos es el valor corregido y propuesto por el SANAA en base a la curva corregida de volumen del embalse, y en adelante la propuesta de análisis se llamará "Propuesta corregida por SANAA".

③ Comparación con las Mediciones Reales de Sedimentación de la Presa Concepción

Después del Huracán Mitch el volumen real de sedimentos de la Presa Concepción fue de 250,000 m³, de ahí que el volumen específico de sedimentos es:

$$= 250,000 \div 8 \text{ años} \div 140 \text{ km}^2 = 223 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$$

El volumen de diseño de sedimentos es 1,350,000 m³, por lo tanto el volumen específico de sedimentos es:

$$= 1,350,000 \div 50 \text{ años} \div 140 \text{ km}^2 = 193 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$$

La cuenca de la Presa Concepción está próxima a la cuenca de la Presa Los Laureles, teniendo condiciones muy similares en cuanto a la geología y vegetación, en tal sentido es probable que se haya sobreestimado el volumen específico de sedimentos de 600 m³/km²/año de la Presa Los Laureles, que es aproximadamente 3 veces el volumen específico correspondiente a la Presa Concepción.

La estimación del volumen de sedimentos y las medidas de solución están relacionadas con los puntos importantes referentes a la efectividad de la construcción de la presa Los Laureles II, cuya decisión final se explica en el capítulo 10. Serán objeto de análisis los puntos importantes que se deben considerar sobre la decisión final respecto al volumen de sedimentos. El problema del volumen de sedimentos es un tema técnico y representativo para decidir sobre la ejecución del presente proyecto de la presa, en tal sentido lo recomendable es hacer un análisis lo más profundo posible tomando en consideración los diferentes aspectos del problema, tal como se describe a continuación:

1) Estimado y Volumen Real de Sedimentos

Es necesario considerar el efecto y las medidas a tomar en caso de que exista un incremento del volumen real sobre el volumen estimado de sedimentos, por medio de la inclusión de un estudio y análisis que permitan aumentar el grado de precisión del volumen estimado de sedimentos, tal como se explica a continuación a manera de referencia.

- Para la estimación del volumen de sedimentos se han propuesto diferentes métodos, sin embargo en realidad no existe un método que de una buena precisión.
- En el caso de estudios de presas existentes en Japón, el volumen real de sedimentos aforados está en un rango aproximado de $(1/3 \sim 1/4) \sim (3 \sim 4)$ veces con respecto al volumen estimado en la planificación. O sea, es necesario considerar que es muy probable la inclusión de errores grandes en el volumen estimado de sedimentos.
- El volumen de sedimentos planificado ocupa una relación muy importante en el volumen del embalse. Por ejemplo, suponiendo que existiera una diferencia de volumen de 3 veces entre lo planificado y lo real, y que el volumen planificado fuera un 5% del volumen del embalse, el volumen efectivo del embalse solamente se reduce en un 10%, sin embargo si fuera mayor del 35% se perdería el 100% del volumen efectivo del embalse. En el estudio de desarrollo el volumen planificado de sedimentos de la Presa Los Laureles II es de 50% del volumen bruto del embalse, sobre lo cual se debe prestar atención. A nivel mundial aun en las presas de embalse pequeño de Japón, menos del 20% presentan una relación mayor del 70%.

2) Comparación con el Volumen de Sedimentos de la Presa Concepción

Tal como se estableció anteriormente, en general se ha demostrado que el grado de precisión de los métodos de estimación del volumen de sedimentos es malo. Entre los métodos de estimación, se logra una precisión relativamente alta tomando como base de referencia los valores directamente medidos de la misma cuenca o de cuencas vecinas. La Presa Concepción localizada en una cuenca vecina y que es la de mayor similitud aparte de la Presa existente Los Laureles, también tiene un área de cuenca con una relación de 70% aproximadamente.

En la Presa Concepción se ha estimado el volumen de sedimentos de 8 años después de la construcción a partir del estudio de mediciones reales

llevadas a cabo después de las inundaciones del Huracán Mitch, siendo el volumen de $223 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ ($193 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$, según diseño). Debido al incremento brusco de entrada de sedimentos durante las inundaciones, es muy probable que como resultado del estudio de sedimentación que incluye grandes inundaciones, se haya obtenido una cifra de valor promedio por el lado de la seguridad. Con respecto a la Presa Los Laureles se presenta la misma situación.

Aparte de lo anterior, a pesar de que no existen datos reales de sitios vecinos, existe la Presa Nacaome como referencia de análisis recientes, ubicada a 50 km al sur de Tegucigalpa con un área de cuenca 10 veces mayor. El volumen específico de sedimentación de la Presa Nacaome es de $150 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$.

Los ejemplos anteriores se deben tomar como referencia básicamente, sin embargo siempre reportan valores más pequeños, aun comparando con la propuesta del valor corregido $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ de la Presa Los Laureles II.

3) Medidas de Reducción de los Sedimentos

Existen varios procedimientos de medidas de reducción de sedimentos, sin embargo en el caso de la Presa Los Laureles II los más efectivos pueden ser los siguientes:

- Conservación de la cuenca por medio de reforestación y regulación del uso del suelo.
- Estabilización de taludes en los alrededores del embalse.
- Presa o muro de retención de sedimentos en la cuenca alta.
- Excavación y dragado de los sedimentos.

De las medidas anteriores, las primeras tres pueden ser emprendidas activamente por parte del SANAA, pero como no se puede conocer concretamente el volumen, en esta etapa se obviará una descripción detallada. Con respecto a la cuarta medida (excavación y dragado de los sedimentos), se puede verificar la planificación y ejecución de las cantidades exactas. Es preferible analizar la factibilidad de incluir esta medida en las condiciones de construcción de la Presa Los Laureles II. En cuanto al dragado es probable que en el futuro se requiera realizar esta actividad, pero por el alto costo que implica básicamente se debería suponer solamente la ejecución de la excavación.

En lo que se refiere al volumen de excavación, el método y la fecha de inicio de dichos trabajos, se han estimado algunas alternativas que no se pueden definir fácilmente, por ejemplo tomando como referencia el volumen de sedimentos de aguas arriba de la Presa Quebramontes, y asumiendo el mismo volumen específico de sedimentos para toda la cuenca, tal como se indicó en el inciso 6, con un volumen específico de sedimentos de $600 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2$ resulta una cantidad de $45,000 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2$, o sea que con el valor corregido de $325 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2$ se tiene que excavar aproximadamente $24,000 \text{ m}^3$. Esta cantidad es algo grande para ser absorbida por el SANAA, sin embargo podría darse una reducción notable

de costos en el caso real de presentarse flujos de sedimentos menores que el estimado.

En realidad es posible que el SANAA se haga cargo de los costos de la construcción y mantenimiento de las carreteras de acceso a los bancos de materiales que serán extraídos por la empresa constructora previa la emisión de los permisos correspondientes. También se podría tener un balance positivo si se cobrara por esta actividad. Dependiendo del lugar el sitio es cercano a la ciudad y las condiciones de acceso son buenas. El sitio de extracción de arena sería aguas arriba del embalse en la zona de acumulación de arena, sobre lo cual cada año al mismo tiempo con la planificación y ejecución de las extracciones será necesario el manejo y la remoción correspondientes. El punto más importante es el acarreo y botado del material, no habría problema en el caso de que este material sea utilizado por las empresas como material de construcción, sin embargo si el manejo del material va a ser responsabilidad del SANAA será necesario hacer la planificación correspondiente.

Para establecer un plan apropiado de extracción del material se requiere de un monitoreo en forma regular. Asimismo es necesario considerar la alteración del cauce aguas arriba incluyendo dentro del embalse.

4) Número de Años de Diseño de la Sedimentación

En Japón en general el volumen efectivo del embalse se planifica en base a un estimado de 100 años de sedimentación. Sin embargo en el caso de Honduras no existe una regulación clara al respecto, en cambio casi todas las presas se han planificado para un estimado de 50 años. Se estima que las presas como estructura tienen una vida útil de más de 50 años, pero como se trata de una presa a construirse en Honduras se puede adoptar los ejemplos de este país.

5) Asunción de la Estimación del Volumen de Sedimentos

De acuerdo al estudio de desarrollo la Presa Quebramontes será construida casi simultáneamente con la Presa Los Laureles II y por ser de mayor magnitud está diseñada para ser completada 1 año después que Los Laureles II. Por lo consiguiente se asume que después de 2 años el volumen específico de la Presa Los Laureles II se reducirá notablemente debido a la retención de sedimentos por medio de la Presa Quebramontes aguas arriba. En ese momento se estima que la probabilidad de construcción de la presa Quebramontes era alta, sin embargo aun en el caso de que no se haya podido ejecutar originalmente, era necesario poner todo el empeño posible para su planificación. No se ha explicado claramente la estructura de retención de sedimentos prevista en el extremo aguas arriba del embalse como una alternativa en el caso de un atraso en la construcción de la Presa Quebramontes.

6) Comparación de Referencia sobre la Estimación del Volumen de Sedimentos y la Remoción del Material Excavado

Con respecto a la estimación del volumen de sedimentos y la remoción del material excavado, resulta difícil establecer condiciones claras en vista de la gran incertidumbre que existe, es preferible hacer un estimado lo más seguro posible tomando en consideración básicamente todos los puntos de vista en forma integral.

Sobre la decisión a tomar respecto al volumen específico de sedimentos y el trabajo de descarga de sedimentos mencionados anteriormente, a continuación se describen 4 casos representativos del volumen de diseño de sedimentos de la presa.

① Caso-A: con un volumen específico de $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$, y 50 años

Volumen de sedimentos de diseño (V_a) =

$$600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año} \times 190 \text{ km}^2 \times 50 \text{ años} = 5,700,000 \text{ m}^3$$

② Caso-B: con un volumen específico de $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$, y 50 años

Volumen de sedimentos de diseño (V_b) =

$$325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año} \times 190 \text{ km}^2 \times 50 \text{ años} = 3,100,000 \text{ m}^3$$

③ Caso-C: con un volumen específico de $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$, y drenaje de sedimentos por parte de SANAA

- Flujo anual de sedimentos desde la Cuenca de la Presa Quebramontes (V_{sq})

$$V_{sq} = 600 \times 125 = 75,000 \text{ m}^3$$

- Volumen anual descargado aguas arriba de la presa (V_{sc}):
60% de V_{sq}

$$V_{sc} = 75,000 \times 0.6 = 45,000 \text{ m}^3$$

- Flujo anual de sedimentos desde la Presa Quebramontes hacia la Presa Los Laureles II (V_{sm})

$$V_{sm} = V_{sq} - V_{sc} = 75,000 - 45,000 = 30,000 \text{ m}^3$$

- Flujo anual de sedimentos desde la Cuenca Restante hacia la Presa Los Laureles II (V_{so})

$$V_{so} = 325 \times (190 - 125) = 21,125 \text{ m}^3$$

- Volumen de Sedimentos de Diseño (V_d):

$$V_d = (V_{sm} + V_{so}) \times 50 \text{ años} = (30,000 + 21,125) \times 50 = 2,568,750 \\ = 2,568,750 \text{ m}^3$$

Por otra parte, en el año 2004 el SANAA realizó la remoción de 45,000 m³ de material sedimentado de la Presa Los Laureles.

En el siguiente cuadro se indica el costo de remoción de sedimentos como referencia en caso de ser necesario.

Presupuesto Anual del SANAA para la Remoción de Sedimentos

Item	Unidad	Dato del Estudio de Desarrollo	Cifra Modificada por el SANAA	Notas
1) Volumen específico de sedimentos	m ³ /km ² /año	600	325	
2) Area de la cuenca de la Presa Quebramontes	km ²	125	125	
3) Flujo anual de sedimentos de la Presa Quebramontes	m ³	75,000	40,625	
4) Remoción anual de sedimentos por el SANAA	m ³	45,000	24,375	60% del item 3
5) Costo/m ³ de remoción de sedimentos (costo unitario del estudio de desarrollo)	Yen/m ³	1,059	1,059	
5A) Costo/m ³ de remoción de sedimentos (resultado de costo unitario estimado)	Yen/m ³	300	300	
6) Presupuesto anual de obras (costo unitario del estudio de desarrollo)	Millones de Yenes	47.7	25.8	
6A) Presupuesto anual de obras (resultado de costo unitario estimado)	Millones de Yenes	13.5	7.3	

Asimismo, tomando en cuenta que a la fecha ya han transcurrido 5 años desde la ejecución del estudio de desarrollo, existe una diferencia entre el volumen del embalse de la presa existente y el volumen de sedimentos correspondientes al año de finalización de la nueva presa. Como referencia estas consideraciones se describen en el siguiente cuadro.

Volumen del Embalse y Volumen de Sedimentos de la Presa Existente al Momento de la Finalización de la Presa Los Laureles II (2011)

Item		Unidad	Estudio de Desarrollo de JICA	Cifra Modificada por el SANAA
Especificaciones de la presa para el Año de Análisis	Año	Año	2000	2002
	Volumen efectivo del embalse	m ³	9,000,000	10,250,000
	Volumen de sedimentos	m ³	3,000,000	1,750,000
	Volumen bruto del embalse	m ³	12,000,000	12,000,000
Volumen de sedimentos desde el año de análisis hasta el año de	Volumen específico de sedimentos	m ³ /km ² /año	600	325
	Volumen anual de sedimentos	m ³	116,400	63,050

finalización de la presa	No. de años	ano	11	9
	Volumen de sedimentos	m ³	1,280,400	567,450
Especificaciones de la presa para el año de finalización	Volumen efectivo del embalse	m ³	7,719,600	9,682,550
	Volumen de sedimentos	m ³	4,280,400	2,317,450
	Volumen bruto del embalse	m ³	12,000,000	12,000,000

(3) Caudal de Inundación de Diseño

En el estudio de factibilidad del estudio de desarrollo se llevó a cabo el análisis de escurrimiento utilizando el método de la función de almacenaje en base a los datos de precipitación correspondientes a la estación meteorológica de Toncontín. Consecuentemente el caudal de inundación probable no se estimó en base a registros de caudal sino que se realizó en base a la precipitación probable. En el siguiente cuadro se muestra los valores de caudal de inundación para probabilidades de ocurrencia representativas.

Análisis de Caudales según el Estudio de Desarrollo (sitio de la Presa Los Laureles II)

Años de Probabilidad	Caudal de inundación (m ³ /s)	Valor de referencia (m ³ /s)
2 años	558	62
5 años	762	145
10 años	900	250
20 años	1,034	400
Huracán Mitch, (50 ~ 60años)	1,250	700
200años	1,497	800
500años	1,686	-

Nota: el valor de referencia es el caudal probable en base al valor registrado realmente en la estación hidrométrica de Guacerique II (valor estimado por BID en el caso del Huracán Mitch en 1998)

Los caudales de inundación del estudio de desarrollo, son más de 2 veces mayores y seguros comparados con los caudales de inundación probable basados en registros reales en el río Guacerique.

Asimismo al comparar el caudal de inundación de diseño de la Presa Los Laureles II del estudio de factibilidad con el caudal de inundación de diseño de presas existentes en los alrededores y de presas planificadas en el pasado, se obtienen los resultados que se muestran en el siguiente cuadro.

Caudal de Inundación de Diseño de la Presa Los Laureles II y Otras Presas

Nombre de Presa	Nombre del Río	Area de la cuenca (km ²)	Caudal de Inundación de diseño (m ³ /s)	Caudal específico (m ³ /s/km ²)	Notas
Los Laureles II	Guacerique	190	1,700	8.947	Segun el estudio de desarrollo
Los Laureles	"	194	920	4.742	
Guacerique	"	189	725	3.836	Proyecto

					descartado
Concepción	Grande	140	923	6.593	

El caudal de inundación de diseño es una condición básica de la planificación de la presa, es por eso que en el diseño básico se tiene que revisar nuevamente el caudal de inundación de diseño del estudio de desarrollo (en el caso de llegar a la etapa de ejecución), por las siguientes razones.

- Comparando con una presa de sistema de agua similar se obtiene un valor de caudal específico 2 veces mayor aproximadamente, que representa un punto bastante seguro.
- Se estima que la adopción de 1.85 veces el caudal de inundación de diseño de la presa existente aguas abajo (920 m³/s) es excesivo como caudal de inundación de diseño. Puede ser apropiado establecer un balance con un valor similar al de la presa existente.
- El caudal máximo registrado en la estación Guacerique II 210 m³/s, es un valor 8 veces mayor.
- El caudal pico estimado en la Presa Los Laureles durante el Huracán Mitch 830 m³/s (1000 años de probabilidad) es un valor 2 veces mayor.

Tomando como referencia las normas de diseño de Japón se revisó el caudal de inundación de diseño, en el caso de presas de concreto dentro de los caudales de inundación abajo indicados se adoptó el valor mayor como caudal de inundación de diseño.

- (A) Caudal de inundación con una probabilidad de ocurrencia de 1 vez en 200 años (caudal A).
- (B) Máximo caudal de inundación ocurrido ya sea estimado en base a huellas de la inundación (caudal B).
- (C) Caudal de inundación máximo de una cuenca vecina de condiciones meteorológicas similares (caudal C).

Estableciendo condiciones representativas y utilizando fórmulas de uso general, se realizó un cálculo de prueba habiéndose obtenido los siguientes resultados.

- Caudal A: 695 m³/s (en base a la fórmula racional)
- Caudal B: 830 m³/s (según estimación de caudal pico por el Huracán Mitch)
- Caudal C: 920 m³/s (caudal de inundación de diseño de la Presa Los Laureles)

De acuerdo al análisis anterior, entre las tres alternativas se adoptó el valor más alto 920 m³/s como caudal de inundación de diseño para la Presa Los Laureles II. Cabe mencionar el hecho de que si se adopta este valor es posible incorporar 2 compuertas de 9.00 m (alto) x 8.60 m (ancho) en lugar de las 4 compuertas contempladas en el estudio de factibilidad, o bien un vertedero de descarga libre sin compuerta.

(4) Caudal a Desarrollar (Volumen Efectivo del Embalse)

De conformidad con el estudio de factibilidad (F/S) del estudio de desarrollo la producción de agua es de la siguiente manera:

Capacidad de la planta de tratamiento Los Laureles	670 lts/s
Capacidad de producción de la presa existente Los Laureles	540 lts/s
Déficit de agua	130 lts/s

En el estudio de factibilidad el caudal a desarrollar coincidió con la capacidad promedio en exceso (130 lts/s) de la planta de tratamiento. Asimismo, en la presa existente se supone una disminución de la capacidad de unos 4.7 lts/s anuales debido al efecto de la sedimentación, en tal sentido para compensar la reducción de capacidad hasta la finalización de la Presa Los Laureles II se pretende desarrollar un proyecto de un total de 160 lts/s, incluyendo la excavación de 600,000 m³ del embalse.

Con respecto a los 3 puntos indicados abajo se realizaron nuevos cálculos de prueba del volumen de agua a desarrollar cambiando las condiciones con relación a las del estudio de factibilidad (F/S). En este momento el cálculo de prueba se debe considerar como referencia para los análisis futuros.

- Mejoramiento en la capacidad de tratamiento de la planta Los Laureles de 670 lts/s a 750 lts/s. Con la incorporación de los 100 lts/s que están en proceso de instalación actualmente se tendrá una capacidad de 850 lts/s.
- El año de finalización de la presa es diferente, por lo consiguiente la reducción del volumen de agua desarrollada en la presa existente por efecto de la sedimentación hasta dicha finalización también será diferente.
- Modificación el volumen específico de sedimentos de 600 m³/km²/año a 325 m³/km²/año.

En base a las condiciones anteriores y sobre los 3 casos de capacidad de la planta de tratamiento mostrados abajo se determinó el correspondiente a la máxima producción de agua. Los resultados que se indican en el cuadro en realidad presentan grandes variaciones mensuales y anuales según sea la época de verano o invierno, de ahí que el valor promedio calculado no es un valor real, se muestran únicamente como estándares para motivo de análisis.

Caudal Desarrollado por la Presa Los Laureles II una Vez Finalizada

Caso	Concepto de Desarrollo	Presa Existente Los Laureles		Presa Los Laureles II		Total		Caudal Máximo de Tratamiento Requerido (L/s)
		Caudal Desarrollado (L/s)	Caudal Tratado (L/s)	Caudal Desarrollado (L/s)	Caudal Tratado (L/s)	Caudal Desarrollado (L/s)	Caudal Tratado (L/s)	
1	Seguimiento de la propuesta del estudio de desarrollo	518	487	130	122	648	609	701
2	Caso de asegurar la capacidad de tratamiento máxima 750 lts/s todo el año	518	487	175	164	693	651	750
3	Caso de	518	487	267.5	251	786	738	850

asegurar la capacidad de tratamiento máxima 850 lts/s todo el año (considerando el incremento)								
--	--	--	--	--	--	--	--	--

El volumen efectivo requerido del embalse correspondiente al caudal desarrollado (lts/s) se determina a partir del cálculo del balance de agua como se muestra en el siguiente cuadro.

Relación entre el Caudal Desarrollado de la Presa Los Laureles II (lts/s) y el Volumen Efectivo del Embalse

Concepto de Desarrollo	Caudal Desarrollado (L/s)	Volumen Efectivo del Embalse (m ³)
1. Asegurar la capacidad de tratamiento actual (750 lts/s) todo el año	175	2,000,000
2. Asegurar la capacidad en proceso de tratamiento (100 lts/s) todo el año	267.5	2,750,000

(5) Volumen de Embalse

La determinación conjunta del volumen de agua a desarrollar (caudal) y el volumen de sedimentos se muestra en el siguiente cuadro.

Volumen del Embalse de la Presa Los Laureles II

Caso	Volumen Específico de Sedimentos (m ³ /km ² /año)	Volumen de sedimentos (m ³)	Volumen efectivo del embalse (m ³)	Volumen Bruto del Embalse (m ³)	Nivel Maximo Normal (m)	Notas
A.1	600	5,700,000	2,000,000	7,700,000	1,058.6	Sin ninguna medida de evacuacion de sedimentos
A.2	"	"	2,750,000	8,450,000	1,059.8	
B.1	325	3,100,000	2,000,000	5,100,000	1,055.0	
B.2	"	"	2,750,000	5,850,000	1,056.0	
C.1	600	3,450,000	2,000,000	5,450,000	1,055.6	Con medida de evacuacion de sedimentos
C.2	"	"	2,750,000	6,200,000	1,056.5	
D.1	325	2,000,000	2,000,000	4,000,000	1,053.0	aguas arriba por el SANAA
D.2	"	"	2,750,000	4,750,000	1,054.2	

Ajustando los puntos principales del cuadro anterior se obtiene lo siguiente. (caso de no realizar ninguna medida de evacuación de sedimentos).

- Considerando la topografía del sitio de la presa y las medidas a tomar sobre la reubicación de las comunidades sumergidas el límite superior es el nivel de agua máximo de la presa (nivel de sobrecarga) 1,059 m, por lo cual si se sigue con el volumen específico de sedimentos 600 m³/km²/año del estudio de

factibilidad (F/S) sería posible considerar como alternativa el Caso A.1 de 7,000,000 m³ de volumen bruto del embalse.

- En el caso de un volumen específico de sedimentos de 325 m³/km²/año determinado mediante estudio del SANAA en el año 2002, se podría adoptar cualquiera de las alternativas Caso B.1 ó B.2.
- El nivel máximo de agua de todos los 4 casos A.1, A.2, B.1, y B.4 sobrepasa la línea crítica 1,055 m de los aspectos social y ambiental (reubicación de los pobladores).

(caso de realizar medidas de evacuación de sedimentos)

- En el caso de un volumen específico de sedimentos de 600 m³/km²/año, se podría adoptar cualquiera de las alternativas.
- Se pueden mantener el nivel máximo de agua de los 2 casos D.1 de volumen específico de sedimentos de 325 m³/km²/año y D.2 por debajo de la línea crítica de 1,055 m de los aspectos social y ambiental (reubicación de los pobladores).

(6) Sitio y Tipo de Presa

El sitio y tipo de presa seleccionado en el estudio de factibilidad (F/S) del estudio de desarrollo de JICA es apropiado desde el punto de vista topográfico y geológico, y serán adoptados como tales en la propuesta del estudio preliminar. Sin embargo, en vista de que se prevén los problemas indicados abajo sobre el sitio de la presa es necesario tener mucho cuidado al momento de la ejecución del estudio de diseño básico.

- Aguas arriba del sitio de la presa en la margen izquierda existe una corriente de agua de una pequeña cascada. En la preparación del plan de instalaciones provisionales y el programa de trabajo se requerirá de una cuidadosa medida de solución.
- En la época de lluvia el sitio de presa será afectado por el embalse de la presa existente Los Laureles (el nivel máximo es 1,033 m). El nivel del fondo de excavación de la presa Los Laureles II es de 1,024 m, o sea 9 m abajo del nivel de agua. Desde el punto de vista técnico esto no representa ningún problema, no obstante será necesario analizar una medida de solución para la ataguía de aguas abajo, el drenaje y el efecto de remanso del embalse de aguas abajo.
- Una gran parte del estribo de la margen derecha es terreno privado perteneciente al Primer Batallón de Infantería. Es necesario que el SANAA y el batallón procedan a resolver a la mayor brevedad posible los problemas de permisos de entrada, propiedades privadas, traslado de las bombas del batallón, etc.

(7) Compuerta del Vertedero

En la propuesta del estudio de factibilidad (F/S) el vertedero es de tipo compuerta. Las compuertas son 4 unidades de rodillo de 9.0 m de alto x 8.6 m de ancho, y por ser de tamaño grande podrían ocurrir los problemas que se

mencionan abajo. En la etapa del estudio de diseño básico es recomendable analizar un tipo de vertedero sin compuerta.

- Dada la gran magnitud de las compuertas no será posible el manejo en forma manual, y tomando en cuenta las malas condiciones de suministro de energía en Honduras, como medida de emergencia será indispensable considerar el uso de plantas generadoras.
- Todas las presas existentes de Honduras se han planificado en forma de vertedero de descarga libre sin compuerta. Será esencial por parte del SANAA la preparación del personal necesario para la operación y mantenimiento de las compuertas y la regulación de las descargas correspondientes.
- El caudal de inundación de diseño del estudio de factibilidad (F/S) de 1,700 m³/s es seguro comparado con el de la presa existente aguas abajo de 920 m³/s.

Con respecto a un vertedero de tipo combinado y vertedero sin compuerta, en el siguiente cuadro se muestra el cálculo de prueba sobre la magnitud del vertedero a manera de referencia para las siguientes etapas. Sin embargo, la propuesta modificada corresponde al caso del caudal de inundación de diseño modificado.

Magnitud del Vertedero Combinado y Vertedero Sin Compuerta

Tipo	Propuesta del Estudio de Desarrollo	Propuesta Modificada-1 (tipo combinado)	Propuesta Modificada-2 (sin compuerta)
Caudal de inundación de diseño	1,700 m ³ /s	920 m ³ /s	920 m ³ /s
Nivel de Agua de Sobrecarga	1053.5 m	1053.8 m	1056.0 m
Carga de agua	9.0 m	9.3 m	3.0 m
compuerta	9.0m x 8.6m x 2 compuertas Caudal de descarga = 1,766m ³ /s	9.0m x 8.6m x 2 compuertas Caudal de descarga = 869m ³ /s	
Seccion de Descarga Libre	ninguna	Longitud = 34m Caudal de descarga = 51m ³ /s	Longitud = 85 m Caudal de descarga = 920m ³ /s
Notas	El costo de la compuerta es relativamente alto	Comparado con el estudio de desarrollo, el nivel de sobrecarga es 3.0 m más alto	Comparado con el estudio de desarrollo, el nivel de sobrecarga es 3.0 m más alto

(8) Estructura de Toma

En el reporte del estudio de desarrollo se menciona muy poco sobre la estructura de toma, en ese sentido no fue posible realizar una revisión profunda. Sin embargo, de conformidad con la opinión de la persona responsable por el diseño de dicho estudio, es posible descargar los 2,000,000 m³ de volumen efectivo del embalse durante 7 días con una compuerta de descarga de 800 mm de diámetro utilizándose en forma combinada como obra de toma y también como estructura de descarga de emergencia. En el caso del estudio de

desarrollo el nivel mínimo de agua (LWL = 1,044.5 m) es igual al nivel de cresta del vertedero, o sea por medio del levantamiento de una compuerta del vertedero perfectamente se pueden realizar descargas de emergencia.

En el diseño básico es necesario que se realice una revisión del diseño con respecto a, diámetro de las compuertas, incluyendo la revisión del tipo de compuerta, la sala de control y la aproximación hacia la sala de control. Asimismo, en vista de que la nueva Presa Los Laureles II no tiene una toma directa, como medida de control de los lodos es recomendable analizar la posibilidad de incorporar una estructura de toma flotante similar a la que está instalada en la presa existente de aguas abajo.

(9) Presa de Control de Sedimentos

En el estudio de factibilidad (F/S) se ha planificado una presa de control de sedimentos con el fin de evacuar los sedimentos en forma continua. Las características de la presa de control de sedimentos se describen a continuación, sin embargo no se cuenta con una explicación detallada.

- | | |
|---|---|
| 1) Ubicación: | 3.8 km aguas arriba del sitio de la presa |
| 2) Tipo de presa: | Presa de gaviones |
| 3) Altura de presa: | 5.5 m |
| 4) Longitud de cresta: | 233 m |
| 5) Volumen anual de descarga de sedimentos: | 10,000 m ³ |

Considerando el volumen de sedimentación de la presa existente para el año 2004 (45,000 m³) la evacuación de sedimentos se puede realizar suficientemente solamente con la construcción de la carretera de acceso sin la instalación de una presa de control de sedimentos. En este sentido es recomendable una nueva revisión de la presa de control incluyendo su cancelación.

(10) Obra de Derivación

El alcance de la obra de derivación del estudio de factibilidad (F/S) no está explicado en forma detallada en el reporte, sin embargo tomando como referencia los planos anexos se hacen las siguientes consideraciones.

Tipo de derivación:	Desviación parcial, a base de canal de drenaje provisional en el lado interno del bordo.
Canal de drenaje provisional de diseño:	Desconocido (en caso de presa de concreto, ocurrencia de rebose 1 a 2 veces al año)
Sección del canal de drenaje provisional	Ancho B=6.00 m, Altura H=7.00 m
Pendiente longitudinal del canal de drenaje provisional	Horizontal (nivel de fondo de entrada 1,030.00 m, nivel de fondo de descarga 1,030.00 m)
Ataguía provisional aguas arriba	Altura 10.00 m, longitud de cresta 45.00 m

Ataguía provisional agua abajo

Altura 5.00 m, longitud 45.00 m

Debido al efecto de remanso de la presa existente de la época de lluvia el nivel de agua del sitio de la presa será de 1,033 m, funcionando generalmente llena. En este caso en vista de que la profundidad de agua será de 2 m la corriente del canal de drenaje provisional puede ser afectada fácilmente por el nivel de agua de aguas abajo. La propuesta de diseño actual es una pendiente longitudinal horizontal, es preferible un diseño hidráulico con alguna pendiente.

(11) Cálculo del Balance de Agua

En el presente estudio preliminar se recopilaron datos hidrológicos adicionales de varios años posteriores a los utilizados en el estudio de desarrollo, en base a ello se realizó una revisión general del cálculo del balance de agua que es de mucha importancia para el proyecto. Sin embargo, ya que no se conocen los detalles de las condiciones y método de cálculo del estudio de desarrollo, en esta ocasión se trata de una revisión a nivel de estudio preliminar de ahí que una revisión directa de los cálculos del estudio de desarrollo resulta muy complicada. Por lo consiguiente dado que resulta difícil evaluar los resultados del estudio de desarrollo, como referencia se establecieron condiciones y métodos de cálculo separadamente de acuerdo a los 3 casos siguientes.

Caso	Caudal Desarrollado por la Nueva Presa	Caudal de Conducción hacia la Planta de Tratamiento (lts/s)	Notas
1	2,000,000	693	Verificar el aseguramiento de la capacidad de tratamiento de 750 lts/s para todo el año
2	2,750,000	693	Verificar el aseguramiento de la capacidad de tratamiento de 750 lts/s para todo el año
3	2,750,000	786	Verificar el aseguramiento de la capacidad de tratamiento de 850 lts/s para todo el año

Las condiciones de cálculo son las siguientes:

- El caudal de entrada a la Presa Los Laureles II se obtuvo en base a conversión del valor registrado en la estación hidrométrica Guacerique II al caudal del sitio de la presa por medio de la relación de cuencas ($190 \text{ km}^2/148 \text{ km}^2$).
- Incremento de 10% al caudal de entrada anterior por las pérdidas de operación de las compuertas y pérdidas de evaporación del embalse.
- El caudal de conducción hacia la planta de tratamiento es la suma del caudal desarrollado por la presa existente más el caudal desarrollado por nueva presa.
- El período de análisis del balance de agua es desde 1998 al año 2002. Entre 1998 y el año 2000 no hubo registro de datos.
- La unidad de cálculo es en meses.

- El volumen del embalse de la presa existente Los Laureles para el punto inicial del cálculo (Enero, 1998) es bajo condiciones del embalse lleno (9,700,000 m³), mientras que para la Presa Los Laureles II la condición es con el embalse completamente vacío (0 m³).
- El volumen del embalse de ambas presas del mes de Enero del 2001 es una continuación de los valores correspondientes a la fecha de final de Diciembre de 1998.
- Con el fin de implementar una conducción de agua económica hacia la planta de tratamiento (sin contar la conducción por bombeo), se debe mantener prioritariamente la presa existente a nivel lleno.

Se omite el cuadro de resultados del cálculo del balance de agua sin embargo considerando los análisis se pudieron detectar los puntos indicados abajo. Sin embargo tal como se indicó anteriormente los resultados de cálculo son una referencia y a nivel de cálculos estimados, es decir, posteriormente al momento de la ejecución del estudio de diseño básico será necesario realizar el cálculo del balance de agua estableciendo condiciones que tiendan a mejorar la precisión.

Caso-1: Análisis de la factibilidad de asegurar durante todo el año la capacidad de tratamiento de 750 lts/s en la planta existente, con un volumen efectivo del embalse de 2,000,000 m³ de la nueva presa (igual que el estudio de desarrollo). Como resultado del cálculo del balance de agua el volumen mínimo del embalse de la presa existente para el mes de Mayo del 2002 es de 1,100,000 m³. Esto significa que con la propuesta del estudio de desarrollo se puede garantizar un caudal máximo de tratamiento de 750 lts/s en la planta existente. En consecuencia no es necesaria la obra de excavación de 600,000 m³ del embalse que se había solicitado.

Caso-2: Análisis de la factibilidad de asegurar durante todo el año la capacidad de tratamiento de 750 lts/s en la planta existente, con un volumen efectivo del embalse de 2,750,000 m³ de la nueva presa. Como resultado del cálculo del balance de agua el volumen mínimo del embalse de la presa existente para el mes de Mayo del 2002 es de 1,850,000 m³. En consecuencia la planta de tratamiento actual puede garantizar el caudal de 750 lts/s durante todo el año.

Caso-3: Análisis de la factibilidad de asegurar durante todo el año la capacidad de tratamiento de 850 lts/s en la planta existente con la incorporación de la expansión y con un volumen efectivo del embalse de 2,750,000 m³ de la nueva presa. Como resultado del cálculo del balance de agua el volumen del embalse de la presa existente para el mes de Mayo del 2002 es insuficiente únicamente con 570,000 m³. En otros períodos con la planta existente se puede garantizar la capacidad máxima 750 lts/s de tratamiento de agua.

6.4 Propuesta de Sustitución del Plan de Desarrollo de Fuentes de Agua

(1) Necesidad de Sustitución del Plan (Revisión)

El presente plan está basado en los resultados del estudio de investigación en el sitio realizado de Febrero a Noviembre del año 2002 (Estudio del Sistema de Abastecimiento de Agua para el Area Urbana de Tegucigalpa), como parte del cual se propuso en el estudio de factibilidad (F/S) la construcción de la Presa Los Laureles II. Sin embargo, tal como se explicó en la sección 6.3 anterior es necesario realizar nuevas revisiones respecto al plan propuesto en el estudio de desarrollo antes de proseguir con la siguiente etapa del diseño básico (B/D). Especialmente es muy importante el aspecto relacionado con el volumen de sedimentación.

Como análisis preliminar se presenta a continuación el estudio comparativo de 3 alternativas representativas.

(2) Alternativa-1 (caso de seguir con el volumen específico de sedimentos del estudio de desarrollo, $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$)

La alternativa -1 corresponde a la propuesta del estudio de desarrollo de un volumen específico de sedimentos de $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$, y adoptando el valor de $920 \text{ m}^3/\text{s}$ como caudal de inundación de diseño que fue revisado en el estudio preliminar. Las comparaciones de las especificaciones de la presa principal con la propuesta del estudio de factibilidad se muestran en el siguiente cuadro. Esta es la alternativa más cercana a la propuesta del estudio de desarrollo, sin embargo se prevén los siguientes puntos difíciles.

- El monto del proyecto se incrementará en la medida que se incremente la magnitud de la presa.
- En vista de que el nivel de sobrecarga $1,059.1 \text{ m}$ comparado con la propuesta del estudio de desarrollo es 5.6 m más alto, será necesario incrementar la longitud de la carretera de reemplazo lo mismo que aumentar la altura del puente de Mateo (reconstrucción).
- El número de pobladores a reubicar se ha incrementado 2 a 3 veces en relación a la propuesta del estudio de desarrollo, con lo cual se agranda el efecto de los aspectos ambiental y social.

(3) Alternativa-2 (caso de introducir una medida de reducción del flujo de sedimentos)

La alternativa-2 es un plan de adquisición o compra de terrenos a una cota menor de $1,055 \text{ m}$ (nivel de sobrecarga + 1 m). Simultáneamente con la adopción del valor de $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ de volumen específico de sedimentos, se espera una medida de reducción de flujo de sedimentos por medio de trabajo de evacuación de sedimentos por parte del SANAA. Para restringir el nivel de sobrecarga a $1,054 \text{ m}$ el vertedero sin compuerta resulta difícil, sin embargo considerando la reducción de costos y lo relacionado con la operación y mantenimiento se introduce un sistema de vertedero combinado tipo compuerta y de descarga libre. Las comparaciones de las especificaciones de la presa principal con la propuesta del estudio de factibilidad se muestran en el siguiente cuadro. En el caso de la Alternativa-2 el nivel máximo (nivel de sobrecarga) casi no cambia siendo el número de pobladores a reubicar casi igual a la propuesta del estudio de desarrollo.

El volumen de sedimentos de diseño de la Alternativa-2 es se ha estimado asumiendo el valor de $45,000 \text{ m}^3$ de volumen anual de evacuación de sedimentos por el SANAA y un volumen específico de sedimentos de $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$. En caso

de que el volumen específico de sedimentos y el volumen anual de sedimentos evacuados difieran con los valores asumidos o si hubiera demora en el inicio del proyecto, la condición sería de la siguiente manera.

Medidas de Reducción de Sedimentos por el SANAA (comparación de referencia)

Caso	Medidas de Reducción de Flujo de Sedimentos			Flujo Anual (m ³)	No. de años hasta el llenado total de sedimentos	No. de años hasta el llenado total del volumen efectivo del embalse
	Volumen específico de sedimentos (m ³ /km ² /año)	Volumen Anual Evacuado (m ³)	Fecha de Inicio			
1	325	Caso sin evacuación de sedimentos		61,750	32.5	64.8
2	325	10,000	Después de 10 años	51,750	36.7	75.4
3	325	20,000	Después de 10 años	41,750	43.1	91.0
4	325	28,000	Después de 10 años	33,750	50.9	110.2
5	600	Caso sin evacuación de sedimentos		114,000	17.5	35.1
6	600	30,000	Después de 5 años	84,000	22.0	45.8
7	600	45,000	Después de 5 años	69,000	25.7	54.7
8	600	82,500	Después de 5 años	31,500	50.4	113.9

La característica de la Alternativa-2 sobre la Alternativa-1 es como se describe a continuación.

- La altura de la presa es igual a la propuesta del estudio de factibilidad, el volumen de terracería es casi igual y el volumen de concreto si varía ligeramente.
- Por medio de la incorporación de un vertedero combinado el número de compuertas se reduce de 4 a 2 unidades, y comparado con la propuesta original del estudio de factibilidad se puede lograr una reducción considerable en los costos.
- El SANAA no ha renunciado a la construcción de la Presa Quebramontes y está realizando gestiones de búsqueda de financiamiento. En el caso de que hubiera perspectiva de construcción de la Presa Quebramontes dentro de 15 años después de la finalización de la Presa Los Laureles II, no serán necesarias las medidas de reducción de flujo de sedimentos.
- No sería necesaria la reconstrucción del puente de Mateo aguas arriba, y el número de pobladores a reubicar sería mínimo.

(4) Alternativa-3: (Incorporación de Vertedero sin Compuerta)

La Alternativa-3 es un plan de un vertedero sin compuerta en donde por una parte las tareas de operación y mantenimiento son fáciles y por otro lado es de alta seguridad al momento de las inundaciones. Por medio del aumento del nivel de sobrecarga hasta un límite de 1,059 m, se puede asegurar 50 años de volumen de sedimentos de diseño y al mismo tiempo con la incorporación del vertedero sin compuerta es posible obtener reducción de costos.

Las características de la Alternativa-3 sobre las Alternativas-1 y 2 son de la siguiente manera.

- El volumen de sedimentos de diseño se ha asegurado para 50 años ($325 \times 190 = 61,750 \text{ m}^3$), y aun en el caso de cancelarse la construcción de la Presa Quiebramontes no habría ningún problema. Comparada con la Alternativa-2 este no es un plan inconcebible.
- Se puede garantizar la capacidad máxima de la planta de tratamiento Los Laureles de 750 lts/s para todo el año.
- La magnitud de la presa es mayor que la propuesta original del estudio de desarrollo, sin embargo por la incorporación del vertedero sin compuerta es posible obtener una reducción en los costos.
- La altura de la presa es 5.5 m más alta que la propuesta del estudio de factibilidad, pero como las compuertas desaparecen es posible aumentar el talud del cuerpo de la presa de aguas abajo (1:0.8 aproximadamente). En consecuencia se puede reducir de alguna manera el volumen de concreto de la porción superior.
- El vertedero de descarga libre es más beneficioso que el vertedero de compuerta desde el punto de vista de la seguridad y los aspectos de operación y mantenimiento.
- El nivel de la calzada del puente Mateo está a una elevación de 1,056.3 m, que es casi igual a la elevación del nivel de agua máxima normal (1,056.0 m) lo que implica la reconstrucción o bien la demolición del puente.
- El número de pobladores a reubicar aumenta notablemente en comparación con la Alternativa-2.

(5) Análisis Comparativo de las Alternativas

El análisis correspondiente de las 3 alternativas realizado por el presente estudio preliminar a manera de referencia se muestra en el siguiente cuadro.

Análisis Comparativo de Alternativas

Item	Alternativa-1	Alternativa-2	Alternativa-3
Volumen Específico de Sedimentos	$600\text{m}^3/\text{km}^2/\text{año}$	$325\text{m}^3/\text{km}^2/\text{año}$	$325\text{m}^3/\text{km}^2/\text{año}$
Volumen de Sedimentos de Diseño	5,700,000 m^3	2,000,000 m^3 (considerando la medida de evacuación de sedimentos)	3,100,000 m^3
Volumen Efectivo del Embalse	2,000,000 m^3	2,000,000 m^3	2,000,000 m^3
Volumen Bruto del Embalse	7,700,000 m^3	4,000,000 m^3	5,100,000 m^3
Nivel Máximo Normal	1,058.60 m	1,053.00m	1,055.00m
Nivel de Sobrecarga	1,059.10 m	1,053.80m	1,058.00m
Elevación de Terrenos a Adquirir	1,060.10 m	1,054.80m	1,059.00m
Altura de la Presa	36.60 m	31.30m	35.50m
Caudal de Inundación de Diseño	920 m^3/s	920 m^3/s	920 m^3/s

Tipo de Vertedero	de compuerta	Tipo combinado (compuerta + descarga libre)	Descarga libre (sin compuerta)
Profundidad de Rebose	9.50m	9.80m	3.00m
Ancho del Vertedero	De compuerta = 18.4 m	Compuerta =17.2m Descarga libre =34.0m	15.0m x 6=90m
Dimensiones de la compuerta del vertedero	9.0Hx9.2Bx2 unidades	9.0Hx8.6Bx2unidades	Sin compuerta
Costo del Proyecto			
Consideración Ambiental y Social			
Seguridad por la fluctuación de la Sedimentación			
Seguridad del Vertedero			
Operación y Mantenimiento de la Presa			

Simbología: , , , significan la evaluación de referencia desde un punto de vista representativo (, es la alternativa recomendable que no representa ningún problema); (, no es la más recomendable pero puede ser aplicable, pueden manejarse los problemas); (, es la alternativa que puede ser objeto de problemas complicados).

El resumen de los análisis del cuadro anterior se presenta de la siguiente manera:

- En el caso de ejecutarse la cooperación financiera no reembolsable, la Alternativa-1 parece ser la más estricta desde el punto de vista del costo del proyecto y de los aspectos ambientales y sociales.
- Desde el punto de vista del costo del proyecto y de los aspectos ambientales y sociales, la Alternativa-2 parece ser la más prometedora. Sin embargo, aun adoptando la Alternativa-2 será necesario una medida de reducción del flujo de sedimentos y hay incertidumbre en cuanto a lo relacionado con las actividades de operación y mantenimiento.
- Actualmente el SANAA está investigando y gestionando la adquisición de terrenos de cotas menores de 1,055 m y menores de 1,060 m, para la reubicación de las comunidades que serían sumergidas. En el caso de que el SANAA pueda manejar perfectamente las indemnizaciones sobre los terrenos menores de 1,060 metros no sería necesaria la evacuación de sedimentos por el mismo SANAA, y por medio de la incorporación de un vertedero sin compuerta la Alternativa-3 puede ser la más segura y excelente.

A manera de referencia, de las 3 alternativas anteriores la primera prioridad corresponde a la Alternativa-2, y la siguiente es la de la Alternativa-3.

CAPITULO No. 7:

CONDICIONES GEOLOGICAS DEL SITIO DE LA PRESA Y DE LA CUENCA

7.1 Geología de la Cuenca y de los Alrededores del Embalse

(1) Geología General de Toda el Area

La zona objeto de estudio está constituida por la formación Valle de Angeles del período cretáceo y compuesta principalmente por conglomerados de color violeta rojizo. Sobre esta formación está la formación Padre Miguel del Período Terciario del Mioceno al Plioceno que son rocas volcánicas distribuidas principalmente como fragmentos de riolita y tova soldada. Las zonas altas de esas formaciones están formadas por basalto y lava del período cuaternario.

En la dirección noroeste-sureste existe una estructura lineal principal, intersectada por una estructura lineal débil en la dirección noreste-suroeste. En la parte profunda subyacente existe una falla o junta volcánica no fragmentada coincidiendo con el sentido predominante que no es una falla activa. Asimismo según los reportes no existen fallas activas relacionadas con actividad sísmica.

La zona de estudio está ubicada en la zona sísmica de la cuenca del pacifico igual que Japón, en este sentido para la construcción de obras de gran escala o estructuras importante se requiere de diseño antisísmico.

De conformidad con los datos de sismos desde 1990 hasta 1996, se han producido muchos sismos a lo largo de la costa del pacifico que está próxima a la trinchera marítima de Guatemala en donde la placa Cocos se encuentra sumergida sobre la placa Caribe. La actividad de los terremotos es pequeña, en los alrededores de Tegucigalpa la actividad sísmica es baja, y aun cuando ocurre algún terremoto la magnitud es baja, en el orden de menos de 4.5 de magnitud, que no representa un problema mayor.

(2) Resumen de la Geología de la Cuenca y de los Alrededores del Embalse

Los alrededores de la zona objeto de estudio están constituidos por la formación Padre Miguel, el grupo Matagalpa y la formación Valle de Angeles del período terciario, lo mismo que por los estratos más antiguos tales como esquistos de Cacaguapa. Las rocas antiguas estas cubiertas por basalto del período cuaternario inicial. Y las rocas siguientes estas cubiertas por sedimentos de terraza no consolidados, sedimentos derrumbados, lechos de ríos y por planicies de inundación.

Los alrededores del sitio de la presa están compuestos por la formación Padre Miguel del Período Terciario del Mioceno al Plioceno que son rocas volcánicas distribuidas principalmente como fragmentos de riolita y tova volcánica disuelta. Las zonas altas de esas formaciones están formadas por basalto y lava del período cuaternario.

El sitio propuesto de la presa está ubicado sobre una garganta, aguas arriba de la cual se extiende una planicie de inundación que forma un embalse muy efectivo. En los alrededores del embalse se encuentran distribuidos fragmentos de riolita y tova

volcánica soldada, y cubiertos por una planicie de inundación de lecho de grava y arena. No existe una falla considerable. El sitio de deslizamiento de la margen derecha de Las Tapias identificado en el informe existente se mantuvo estable aun durante las fuertes lluvias del huracán Mitch, por lo que no se prevé un comportamiento inestable de los taludes aun en condiciones llenas del embalse.

La zona de roca volcánica donde fue construida la presa, existen depósitos de lava y sedimentos fragmentados cubiertos por un estrato de grava sobre en el cauce antiguo del río, a través del cual el agua del embalse se fuga a las otras cuencas. En el estudio de desarrollo no hay preocupación al respecto, a pesar de que en el presente estudio preliminar no se pudo encontrar nuevos hechos reales.

(3) Materiales de Construcción

Se estima que los agregados para el concreto pueden ser obtenidos en las proximidades del sitio de la presa en un 10% por medio de basalto y rocas suaves, los sitios recomendados son depósitos de sedimentación del lecho del río y sedimentos de la planicie de inundación, y están ubicados entre 800 a 1300 metros aguas arriba del sitio de la presa, ya sea dentro del embalse o en los alrededores. El volumen del cuerpo de la presa es pequeño, de ahí que también se podría pensar en la compra de los agregados o en la compra de concreto premezclado.

(4) Resumen del Manejo de la Cuenca

El área de la cuenca del presente estudio es de 188.23 km², y el área de inundación de la presa Los Laureles II es de 60 km². Como medida de protección de la fuente de agua, la cuenca aguas arriba está cubierta por una zona boscosa, sin embargo esta protección está limitada a los alrededores del embalse y además existe una gran cantidad de praderas usadas en actividades agrícolas.

Variación Anual Después del Año 2001

Con el propósito del manejo de la cuenca, en estudio realizado en el año 2004 se levantó una base de datos usando GIS. La geología del área objeto de estudio se mantiene inalterable, después del estudio de desarrollo ejecutado por JICA en el año 2000 no se ha implementado ningún cambio sistemático de desarrollo agrícola a gran escala ni de desarrollo habitacional. Como se indica en el cuadro subsiguiente, posteriormente al año 2001 el área de bosques disminuyó en 13 km² debido a incendios forestales, se incrementó el área de tierras de malezas pero sin ningún cambio significativo en la vegetación.

Están en proceso de ejecución algunos programas de reforestación, en comparación con lo ocurrido en el año 2000 no se presentó un cambio notable en el flujo de sedimentos. Asimismo, el Departamento de Manejo de Cuencas del SANAA en colaboración con la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal están llevando a cabo un proyecto de operación y manejo del bosque con el fin de proteger la fuente de agua, y simultáneamente con esta actividad también se están realizando acciones de control de los incendios forestales tal como se indicó anteriormente. Dentro de la Cuenca de Guacerique existen 5 estaciones de observación o monitoreo del bosque y se han construido 4 sitios de prevención de incendios.

7.2 Geología y Tratamiento del Sitio de la Presa

(1) Geología

El sitio programado para la construcción de la presa está ubicado sobre una estructura geológica formada por rocas volcánicas alternándose entre rocas duras y rocas suaves. La roca predominante en el sitio de la presa es ignimbrita y tova volcánica en el estrato subyacente, habiéndose ejecutado 8 perforaciones de sondeo necesarios para el diseño de la presa, lo mismo que la realización de la prueba Lugeon (prueba de permeabilidad dentro del sondeo), y toma de muestras para los ensayos de laboratorio de las rocas.

(2) Investigación e Ondas Elásticas

En la margen izquierda del sitio de la presa existen sedimentos no consolidados y roca intemperizada a una profundidad de 8 m desde la superficie, en la margen derecha existen extrusiones de roca intemperizada a una profundidad de 4 metros. Esta porción no es la más adecuada como roca de cimentación para una presa de concreto. En cuanto a las estructuras complementarias estos materiales se pueden aprovechar por medio de un tratamiento apropiado. De igual manera tomando en cuenta que la velocidad de las ondas longitudinales de las rocas del mioceno al plioceno del período terciario es de 1,700 ~ 2,600 m/s, los resultados del presente estudio sobre las tovas soldadas se consideran apropiados.

(3) Resultados de las Pruebas de Rocas

La cimentación rocosa de la presa tiene una resistencia apropiada, a partir de los resultados del valor estimado CM de la tova soldada que es una roca constituida por cuarzo mayormente con una gravedad específica liviana pero con un valor promedio de compresión uniaxial de 163 kgf/cm², siendo una roca de resistencia apropiada tomando como referencia el tipo de roca de cimentación de una gran cantidad de presas construidas en el pasado. Este es un valor que cae dentro de los valores considerados adecuados dentro del rango de rocas del período terciario del mioceno al plioceno.

(4) Resistencia de la Roca de Cimentación

La resistencia del material rocoso de la cimentación se determina en función de grado de intemperismo, la cantidad y condiciones de combinación de las grietas, aparte de las características de resistencia propia de la roca. En el estudio de desarrollo se determinó el criterio de clasificación de las rocas y de esta manera se definió el plano de clasificación de las rocas del eje de la presa.

La roca de cimentación que ha de soportar directamente a la presa es una tova soldada, sobre la cual no se ha realizado ninguna prueba de cortante, sin embargo a partir de la investigación de ondas elásticas y los ensayos de laboratorio, la resistencia de una roca de rango CM se estimó en $\tau_0 = 80 \sim 120 \text{ t/m}^2$, que representa una resistencia suficiente de cortante simple para presas de 30 metros de altura.

A continuación se indica el valor de la resistencia estimada de cada una de las rocas distribuidas en el sitio de la presa.

Tova Soldada	$\tau_0 = 80 \sim 120 \text{ t/m}^2$ (tipo CM)
Sedimento de Roca Clástica	$\tau_0 = 60 \sim 80 \text{ t/m}^2$ (tipo CL)
Tova	$\tau_0 = 60 \text{ t/m}^2$ (tipo CL)
Roca Intemperizada (limo, arenisca)	$\tau_0 < 60 \text{ t/m}^2$ (tipo D)

(5) Permeabilidad del Material de Cimentación

De conformidad con los resultados de la prueba Lugeon del estudio de desarrollo se elaboró el plano de valores Lugeon del eje de la presa.

Descartando la porción correspondiente al material intemperizado y suelto cerca de la superficie a una profundidad de 10 metros aproximadamente, en general la permeabilidad es baja, teniendo valores altos mayores de 20 Lugeon en sitios distribuidos de grietas abiertas. En base a las fotos de los núcleos extraídos de las perforaciones, las grietas abiertas superficiales son de inclinación fuerte. El sondeo No. BG-5 de la parte alta de la margen derecha dio un valor de más de 20 Lugeon en casi todos los tramos, que es una permeabilidad alta, sin embargo se supone que esto se debe a que en el sondeo se encontraron con una grieta de gran inclinación.

(6) Tratamiento de la Cimentación e Impermeabilización

En el estudio de desarrollo del año 2000 no existe ningún plano de programación relacionado con el tratamiento de la cimentación, se desconocen los alcances y detalles de las obras (dirección de la extensión desde la cresta, profundidad), intervalo de los agujeros, etc., sin embargo en base a entrevistas y la revisión de los documentos de cálculo, se obtuvieron las siguientes especificaciones.

- Inyección de consolidación de la cortina, longitud total: 5,000 m.
- Inyección de la cortina sobre la longitud de cresta, igual a altura de la presa: 30 m.
- Profundidad de inyección en la cortina, igual a altura de la presa: 30 m.
- Línea de inyecciones de la cortina, separación de agujeros: desconocido.
- Alcance de los trabajos de inyección de consolidación: todo el fondo de la presa.
- Alcance de los trabajos de inyección de consolidación, Intervalo y profundidad: desconocido.
- Volumen estimado de cemento para las inyecciones: 45 kg/m

El problema en una presa de cimentación con roca volcánica es el tratamiento de las grietas abiertas que resultan altamente permeables. En el caso de una cimentación de roca suave como la del presente estudio en donde la resistencia de la roca es baja, al momento de la inyección de lechada se requiere de una alta presión, con la consecuente falla de la cimentación. Esto significa la flotación de la cimentación, por eso al momento de la inyección es necesario el control respectivo a fin de que no haya desperdicio de costos por el derrame de la lechada de cemento.

El objetivo de la inyección es impedir el paso del agua lo que significa que no es necesario realizar la inyección de lechada hasta el punto de falla de la roca. Por lo consiguiente, es muy importante que el plan de inyección esté condicionado a seleccionar el tipo de cemento con el que se pueda inyectar la grieta sin que falle la roca y llevando el correspondiente control de los límites de la presión de inyección.

En el caso de realizar la inyección en grietas abiertas grandes al inicio se debe utilizar mortero y después cuando la grieta se comience a estrechar se puede usar la lechada normal, y también cuando hayan obstrucciones por partículas de arcilla se usar cemento más fino. Asimismo, al realizar la inyección se debe llevar control de las deformaciones del material rocoso.

En el estudio de factibilidad no se realizó prueba de inyección, en tal sentido no existe referencia sobre los detalles de la presión de inyección, concentración de la lechada de cemento. En el SANAA tampoco existen referencias sobre registros de inyecciones en las presas existentes Los Laureles y Concepción, en consecuencia tomando como base datos de inyección de Japón en zonas similares, se obtuvieron los siguientes resultados.

- La roca de cimentación de la presente presa está formada por tova soldada y por diferentes tipos de tovas, por lo tanto tomar como estándar los valores de inyecciones realizadas en presas existentes de similares condiciones de cimentación.
- Los estratos no están dispuestos en forma ordenada, en muchas rocas agrietadas la cantidad de inyección de lechada de cemento en la cortina es de 20 ~ 30 kg/m, especialmente en el caso de material rocoso suelto la inyección de consolidación o la inyección por bracket alcanza valores de 70 kg/m. La tova soldada del presente proyecto es de material suelto difícil de excavar, se estima que como una zona de roca volcánica en general la permeabilidad es baja y aparte de las grietas grandes la cantidad de lechada de cemento requerida es pequeña.
- En el año 2003 posterior a la ejecución del estudio de desarrollo la tecnología de inyección fue revisada en Japón, como una parte de la nacionalización de los trabajos para tramos con valores Lugeon menores de 2 ya no fue necesario la ejecución de inyecciones sino más bien concentrarse solamente en zonas de grietas abiertas de valores Lugeon altos. Asimismo hasta ahora con respecto a los lineamientos sobre mejoramiento se adoptaban valores Lugeon menores de 2 para profundidades equivalentes a la altura de la presa, sin embargo de acuerdo a la nueva tecnología se estableció el siguiente lineamiento o guía.

Inyección de la cortina: hasta una profundidad de H (altura de la presa)/2; 2 ~ 5 Lu, hasta una profundidad de H ; 5 ~ 10 Lu, Inyección de consolidación: menos de 5 Lu (menos de 10 Lu, para zonas débiles).

En base a lo anteriormente expuesto, se sugiere lo siguiente:

En el estudio de desarrollo se definió una cantidad de inyección de cemento de 45 kg/m por unidad de longitud inyectada. Sin embargo haciendo referencia a las nuevas normas técnicas de Japón se propone revisar el alcance de las inyecciones del estudio de desarrollo y las metas de mejoramiento correspondientes. De conformidad con esta revisión y de igual manera con el proceso de nacionalización de Japón, es posible disminuir la cantidad de cemento a inyectar para la presa del presente proyecto.

(7) Propiedades del Suelo Excavado y Plan de Utilización

De acuerdo al estudio de desarrollo el volumen de excavación de suelo del proyecto es de 13,850 m³, la excavación en roca es de 51,150 m³ haciendo un total de 65,000 m³. El material excavado se pretende transportar y depositar en un sitio previsto inmediatamente aguas arriba en la margen izquierda del sitio de la presa, sin embargo si la distancia de acarreo se alarga sería recomendable considerar como alternativa la colocación de este material en la margen derecha de la parte alta aguas arriba para disminuir las áreas de viviendas y terrenos agrícolas a ser inundados, o bien se puede colocar en la zona de talud suelto próxima al embalse el cual una vez nivelado puede ser utilizado para viviendas o para agricultura.

7.3 Agua Subterránea

(1) Situación de la Utilización del Agua Subterránea por el SANAA

Hasta ahora el SANAA no ha llevado a cabo en forma activa el complicado sistema de operación y mantenimiento de dispersión o desarrollo del agua subterránea, más bien se ha dedicado solamente a la instalación de pozos para disminuir la distribución de agua por camiones cisterna a zonas de difícil acceso por medio de la red de tuberías.

1) Producción Actual de Agua Subterránea

Al presente el SANAA maneja 12 pozos, de los cuales 8 están incorporados al sistema central con una producción de 67 lts/s. Adicionalmente, en el año 2005 estaban programados 4 pozos más para incorporarse con una producción de 117 lts/s.

Pozos Manejados por el SANAA

No .	Localización	Bomba (HP)	Capacidad (l/sec)	Notas
1	Colonia Satélite 1	15	5	En operación
2	Colonia Satélite 2	15	5	En operación
3	Colonia Satélite 3	15	5	En operación
4	Colonia Satélite 4	15	5	En proceso
5	Colonia Satélite 5	15	5	En proceso
6	Hospital Escuela	60	25	En proceso
7	Universidad Pedagógica	15	15	En proceso
8	Los Almendros	25	22	En operación
9	Colonial 21 de Octubre	20	12	En operación
10	La Travesía	15	3.78	En operación
11	El Pani	20	8	En operación
12	Hospital Mario Mendoza	15	6.25	En operación
	Capacidad de las instalaciones		117.03	
	Caudal utilizado actualmente		67.03	
	Caudal bombeado promedio simple		9.75 (l/s/pozo)	

Por la facilidad de manejo todos estos pozos están distribuidos en el centro de la ciudad no en la cuenca del río Guacerique.

2) Análisis de los Acuíferos como Fuente de Agua para Tegucigalpa

Acuíferos en los alrededores de Tegucigalpa:

- Estrato de aluvión de grava y arena
- Estrato de grava y arena de cauce antiguo
- Grietas en rocas (lava) o cavidades

3) Caudal de Bombeo Probable Estimado

De los 14 pozos manejados en el pasado por el SANAA excluyendo los valores extraordinarios, la producción promedio de 12 pozos es de 4 lts/s, la producción de promedio de los 2 pozos excluidos es de aproximadamente 20 lts/s. La producción promedio simple de los pozos en operación actualmente es de 10 lts/s, aproximadamente.

Especificaciones de los Pozos Manejados por SANAA en el Pasado

No. de Pozos	66 pozos	
Profundidad promedio del pozo	90m	excepción : 250m, 196m
Producción Promedio		Promedio de 12 pozos
Formación Padre Miguel del Período Terciario del Mioceno	3.3 l/sec	Exceptuando la producción de 20 lts/s de 2 pozos
Formación Valle de Angeles del Cretáceo	6.0 l/sec	

4) Temas Futuros

(A) Investigación de Fuentes de Agua

Las partes agrietadas de las rocas constituyen la fuente principal de agua, sin embargo incluyendo las cavidades de lava resulta difícil la detección de acuíferos en un estudio hidrogeológico, la probabilidad de éxito es baja. En el caso de estratos de grava y arena de cauces antiguos que son acuíferos localizados debajo de lava dura, depósitos fragmentados, o de sedimentos de flujo de lodos, resulta relativamente difícil la detección de acuíferos por medio de prospección geofísica.

(B) Control de la Calidad del Agua

En vista de que es un sistema de fuente de agua por dispersión, resulta muy difícil la operación y mantenimiento lo mismo que el control de la calidad del agua.

(2) Programas de Desarrollo de Agua Subterránea en Ejecución

Actualmente está en proceso de ejecución el desarrollo de 380 lts/s de agua subterránea en las zonas que se detallan a continuación.

Proyectos Nuevos de Desarrollo de Aguas Subterráneas

Cuenca	Zona a Desarrollar	Caudal (l/sec)	Caudal (m ³ /día)	Tanque de Distribución utilizado	Capacidad de Tanque de Distribución (m ³)
Guacerique		227	19,613	Los Laureles	3,593
	Pinto	68			
	Aceituno	51			
	Quebra Montes	33			
	Hacienda Guacerique	24			
	Horcones	51			
Cerro Grande	Cerro Grande	51	4,406	C. Grande	2,124
Agua Dulce	Agua Dulce	51	4,406	Las Uvas	desconocido
Sabacuante	La Cañada	51	4,406	Las Mesitas	Cancelado, no hay agua
Total		380	32,832		
Monto : US\$13,600,000-; fuente : BCIE (Banco Centroamericano de Integración Económica)					
Ejecución : Tahal-Geoconsult ACI (Consortio)					

El plano de ubicación de los proyectos de desarrollo de agua subterránea se presentan en forma resumida en esta sección, para mayor detalle es necesario referirse al capítulo 5. Sobre la ejecución del programa de desarrollo de aguas subterráneas por ser un tema de decisión para la ejecución de la cooperación financiera no reembolsable, se presentan las explicaciones y comentarios correspondientes en base a las informaciones y documentación obtenida.

1) Resumen del Proyecto

El contrato consiste en el desarrollo de la cantidad especificada de agua y su conexión respectiva con la red de tuberías de distribución del SANAA, investigación hidrogeológica, construcción del pozo, sondeos dentro del pozo, instalaciones eléctricas relacionadas y construcción de la tubería de conducción, y una vez finalizado el pozo todas las instalaciones pasan a poder del SANAA. Sin embargo el manejo, operación y mantenimiento del pozo se consigna a una empresa privada.

Para el mes de Agosto del 2005 se habían completado 11 pozos con una producción de 270 lts/s. De estos, 8 pozos se encuentran localizados dentro de la zona de estudio de la cuenca del río Guacerique, habiéndose desarrollado un caudal de 243 lts/s (19,613 m³/día).

En el sector de La Cañada el proyecto se canceló en vista de que se realizaron varios pozos de prueba que dieron como resultado una baja producción, en la actualidad se está ejecutando un estudio de investigación sobre los sitios probables de desarrollo de agua subterránea. Al respecto, en el caso de la cuenca de Guacerique el grado de éxito de los pozos es de 90%, en las otras zonas se ha reportado un 30%.

2) Especificaciones de los Pozos

Se desconocen los detalles de los sondeos de resistividad del estudio hidrogeológico para la selección de los sitios de los pozos, el plano estratigráfico, los sondeos físicos en el pozo para el análisis de las constantes hidrogeológicas, prueba de bombeo, y pruebas de calidad del agua. Al regresar a Japón después del estudio preliminar el 21 de Septiembre del 2005 se recibió la información que se indica abajo relacionada con las especificaciones de los pozos de la cuenca del río Guacerique. Sin embargo no se obtuvo información sobre la medición de los niveles de agua.

Caudal de Producción de los Pozos Desarrollados en la Zona de Estudio

Zona	No. de Pozo	Prof. (m)	Longitud de Rejilla (m)	DWL (GL-m)	Profundidad de la bomba (GL-m)	Qs (l/s)	Qd (m ³ /día)
Quebramontes	No.1	253	110	70	114	34	2448
	No.2	200	110	80	114	29	2088
Hacienda Guacerique	No.1	200	110	90	114	22	1584
	No.2	200	80	55	84	30	2160
Aceituno	No.1	204	110	80	114	34	2448
Aceituno	No.2	144	104	80	108	39	2808
Horcones	No.1	200	98	75	92	25	1800
Pinto	No.3	140	125	110	126	30	2160
						243	17496

Nota: DWL: nivel dinámico (GL- m: profundidad desde la superficie)

Profundidad de la bomba: (GL- m: profundidad desde la superficie)

Q_s: volumen bombeado por segundo, Q_d: caudal de bombeo por día (20 hrs. según especificación)

3) Generalidades de la Hidrogeología

Los acuíferos de rocas fracturadas (grietas, fallas, agua subterránea atrapada en cavidades) tienen una producción mínima de 22 lts/s, 39 lts/s como máxima, y 30 lts/s de producción promedio simple. El agua de rocas fracturadas de los pozos que maneja el SANAA son de muy buena producción. La producción promedio simple de los 12 pozos del SANAA es de 10 lts/s aproximadamente, con una producción máxima de 25 lts/s, una producción mínima de 3.8 lts/s, y de los 12 pozos 8 de ellos producen alrededor de 8 lts/s.

4) Cálculo del Balance de Agua

Para llevar a cabo un desarrollo sostenido de agua soberana es necesario regular el bombeo seguro de los acuíferos objeto de explotación dentro de los límites de recuperación. La tasa de recarga del agua subterránea por la lluvia está influenciada por el clima, la topografía, la geología, el uso del suelo y la vegetación. En el presente estudio se presentan como referencia los siguientes ejemplos.

Recarga Natural de Acuíferos No Confinados Bajo Condiciones de lluvia de larga duración:

- Zona de clima húmedo y frío: 50 %
- Zona de clima húmedo y cálido: 8 ~ 14% (roca, bosque)
- Zona de clima frío steppe: 8 ~ 14% (estudio de JICA, Mongolia, extrusión rocosa)
- Zona de clima frío seco: 2 ~ 3% (Dr. Marinov, Rusia; Desierto Gobi, Mongolia)
- Zona de clima seco y cálido: menos de 1% (lluvia menor de 200 mm/año)
- Zona marina subterránea: 10 ~ 20%

Se supone que en la zona del estudio actual está programada la explotación de agua subterránea de acuíferos confinados y de acuíferos no confinados simultáneamente. En vista de que las características de recuperación de los acuíferos confinados es difícil se adoptan los acuíferos no confinados por el lado de la seguridad.

Considerando las condiciones de la zona del presente estudio, con proporción de cobertura boscosa de 68%, el clima, y la precipitación, se puede adoptar por el lado de la seguridad un 10% de recarga de agua subterránea correspondiente a una zona de clima húmedo y cálido o una zona marina subterránea.

Originalmente el caudal de infiltración de agua subterránea se debería derivar a partir de la precipitación determinada por los valores registrados, la evaporación y la escorrentía superficial (caudal del río), tal como se indica por medio de la siguiente fórmula.

$$\text{Precipitación} = \text{evaporación} + \text{escorrentía superficial} + \text{infiltración (saturación} \\ + \text{recarga de agua subterránea)}$$

Sin embargo, en vista de que no existen datos confiables en el presente estudio se realizó un cálculo de prueba del grado de recuperación del agua subterránea de la cuenca, tomando como referencia otros ejemplos. La fórmula resultante es la siguiente.

$$\text{Recarga de Agua Subterránea} = \text{Precipitación anual} \times \text{tasa de recuperación} \\ (10\%) \times \text{área}$$

La determinación de las condiciones del balance de agua son de la siguiente manera.

Precipitación: sitio de la Presa Los Laureles, 945 mm; Quiebramontes, 1064 mm
Recarga de agua subterránea: 10%, correspondiente a una lluvia de larga duración.

Como referencia en el siguiente cuadro se muestra el área de la cuenca y el caudal, obtenidos del estudio de desarrollo.

Area de la Cuenca y Caudal del Río

Río o Nombre de Sitio de Referencia	Area de la Cuenca (Km ²)	Caudal (m ³ /s)
Guacerique, aguas arriba	102	
Punto de Confluencia con el Río Quiebramontes	125	0.566 (1991-1997)
Sitio de Guacerique II	148	
Sitio del Puente Mateo	174	
Sitio de la Presa Los Laureles II (toda la cuenca)	190	1.393 (1982-1996)
Sitio de la Presa Los Laureles	194	

El volumen de recarga del agua subterránea se obtiene de la siguiente manera.

(A) Recarga de agua subterránea de toda la cuenca

$$\begin{aligned} \text{Recarga de agua subterránea} &= 100 \text{ mm} \times 10\% \times 190 \text{ km}^2 \\ &= 19,000,000 \text{ m}^3/\text{año} = 602.5 \text{ lts/s} \end{aligned}$$

(B) Recarga de agua subterránea de la Zona de Quiebramontes y de Hacienda Guacerique

La zona de la cuenca del río Quiebramontes es la de menor recarga, el área de la cuenca es de 23 km²

$$\begin{aligned} \text{Recarga de agua subterránea} &= 1,064 \text{ mm} \times 10\% \times 23 \text{ km}^2 \\ &= 2,447,200 \text{ m}^3/\text{año} = 77.6 \text{ lts/s} \end{aligned}$$

(C) Recarga de agua subterránea de las zonas Pinto, Aceituno y Horcones

El área de la cuenca del puente Mateo es de 174 km², objeto de la recarga

$$\begin{aligned} \text{Recarga de agua subterránea} &= 1,064 \text{ mm} \times 10\% \times 174 \text{ km}^2 \\ &= 18,513,600 \text{ m}^3/\text{año} = 587.1 \text{ lts/s} \end{aligned}$$

El area de la cuenca del puente Mateo incluye el area de la cuenca del río Quiebramontes, por lo que excluyendo los 77.6 lts/s de caudal bombeado, el volumen de recarga resulta ser de 509.5 lts/s.

5) Evaluación de Nuevos Proyectos de Desarrollo de Agua Subterránea

En el caso de las zonas de desarrollo de aguas subterráneas Quiebramontes y Hacienda Guacerique la producción total es de 115 lts/s, el volumen de recarga es de 77.6 lts/s, que es una cantidad excesiva.

Las zonas de Pinto, Aceituno y Horcones hacen un total de 128 lts/s de producción de agua con una recarga de menos de 509.5 lts/s, por lo consiguiente estas 2 zonas son acuíferos seguros para el desarrollo de aguas subterráneas.

6) Programa de Desarrollo de Aguas Subterráneas del Presente Proyecto

Con respecto a este programa el problema es que la producción por cada pozo es muy alta, comparada con estratos rocosos similares de pozos del SANAA y actualmente en operación (producción promedio simple: 10 lts/s aproximadamente).

Para el presente proyecto de pozos el caudal mínimo que se conoce es de 22 lts/s, el valor máximo es de 39 lts/s y el valor promedio simple es de 30 lts/s. No hay certeza sobre la situación de los acuíferos, no obstante si se tratara de agua subterránea que corre por las cavidades de la lava o a través de estratos de grava de mala graduación y poco material fino, se podrían obtener estos valores altos.

Los estratos rocosos de basalto y lava distribuidos en la zona de estudio tienen pocas cavidades, juzgando a partir de la apariencia superficial. Los estratos de grava de mala graduación del cauce antiguo y de permeabilidad alta no existen dentro de la zona del presente estudio. Estas cavidades se pueden formar también en areniscas, dentro de la zona de estudio en forma parcial se encuentra distribuida la arenisca a través de la formación Padre Miguel y Puerta de Golpe del período terciario y la formación Valle de Angeles y Yojoa del jurasico. Por el momento se puede negar la hipótesis de que el descenso del nivel de agua es más de 50 metros en condiciones de operación de todos los pozos con flujo de agua subterránea a través de cavidades de areniscas.

El nivel de agua de diseño durante el bombeo es de 55 m a 110 m desde la superficie del terreno, pero como no se pudo obtener información sobre registros del nivel estático y aun estableciendo niveles a determinada profundidad, en realidad en la mayor parte de los pozos el nivel de descenso de diseño es mayor de 50 metros. En el caso de los pozos de las zonas de Quebramontes y Hacienda Guacerique la producción de diseño es mayor que el volumen de recarga de agua subterránea, por lo consiguiente no es posible el desarrollo en forma continua. Con respecto a los pozos de las otras zonas, la producción de diseño se estableció dentro de los límites del nivel de recarga de agua subterránea, sin embargo este descenso alto del nivel freático produce un efecto negativo sobre el ambiente de los alrededores especialmente en la época de verano el efecto es mayor provocando el secado de los acuíferos no confinados y además de las fuentes superficiales.

Por otra parte no es recomendable operar con gradiente hidráulico y la velocidad altos, ya que fácilmente se puede obstruir la rejilla, y debido a la absorción de arena por la bomba las instalaciones del pozo pueden quedar en malas condiciones rápidamente.

7) Propuesta de Desarrollo de Aguas Subterráneas para el Estudio Futuro

En vista de que la información básica fue insuficiente no se puede tomar una decisión, el descenso del nivel freático es excesivo, lo cual implica un gradiente hidráulico brusco y una velocidad alta que provocan el deterioro del medio ambiente natural, por lo consiguiente evitando que se pueda obtener en forma

continúa el desarrollo de agua subterránea. Por lo tanto se proponen a consideración los siguientes puntos.

- Para alcanzar un desarrollo de agua subterránea en forma ininterrumpida es recomendable reducir el volumen de bombeo por pozo y en cambio aumentar el número de pozos.
- En el caso de se contara con toda la información básica necesaria y que como conclusión resultara apropiado el desarrollo de aguas subterráneas, sería recomendable considerarlo como una alternativa de desarrollo de fuente de agua para Tegucigalpa.
- En el siguiente estudio es necesario que se proceda a la ejecución de, estudio hidrogeológico con sondeos de resistividad, plano estratigráfico, sondeos eléctricos en el pozo y pruebas de bombeo para determinar las constantes hidrogeológicas, análisis y recopilación de datos de niveles estáticos, con el fin de estimar la posibilidad de una fuente alterna de agua. Además, transcurre mucho tiempo para la recarga del acuífero desde la superficie (varios años), el periodo de almacenamiento en el subsuelo es largo por lo que generalmente el número de constituyentes disueltos aumenta, y la dureza se incrementa. En este sentido las pruebas de calidad de agua también son un elemento muy importante.

8) Análisis Comparativo del Desarrollo de Fuente de Agua por Medio de la Presa Los Laureles II y el Desarrollo de Aguas Subterráneas

A continuación se presenta como referencia un resumen del análisis comparativo sobre la prioridad o alternativa del desarrollo de agua subterránea sobre el proyecto de la Presa Los Laureles II.

(A) Predominancia del Desarrollo de Agua Subterránea

- Está en proceso de ejecución el proyecto de emergencia de desarrollo de aguas subterráneas de 380 lts/s, de estos ya se finalizó el desarrollo de 227 lts/s en la cuenca del río Guacerique, los cuales se pondrán en servicio una vez que se hayan completado las instalaciones de conducción y distribución. El caudal a desarrollar por la Presa Los Laureles II es de 130 lts/s (existe la expectativa de remoción de material excavado del embalse, con esto se alcanzarían 160 lts/s), y el agua subterránea se puede aprovechar durante todo el año, en cambio la Presa Los Laureles se ha de utilizar solamente en el verano. Además, el monto del proyecto de desarrollo de aguas subterráneas de unos \$13,000,000 es aproximadamente la mitad del costo del presente proyecto. Es decir si fuera la mitad y haciendo un simple cálculo el costo unitario por producción de agua es menos de 1/5 (asumiendo que en Los Laureles II no hay contribución de agua por la época de lluvia, un cálculo simple es difícil y además se presenta una discrepancia).
- Para el desarrollo de la presa es necesario la reubicación de los pobladores de la zona, la expropiación de terrenos y la conservación de la fuente de agua, en este sentido se requerirá una gran cantidad de dinero

por parte del gobierno de Honduras para cubrir las indemnizaciones, mientras que en el caso del desarrollo de agua subterránea el presupuesto requerido por el gobierno es relativamente pequeño.

- Para el desarrollo de aguas subterráneas no se requiere de grandes estructuras, existe la posibilidad de los efectos de la sobreexplotación de los pozos, sin embargo es poco probable que se presente un grave problema de orden ambiental y social.
- Un proyecto de desarrollo de aguas subterráneas se puede completar en un período de tiempo relativamente corto. El desarrollo de la presa requiere de unos 3 años, en cambio el SANAA ha estimado un período de 1 año aproximadamente para la ejecución del proyecto de desarrollo de aguas subterráneas.

(B) Desventajas del Proyecto de Desarrollo de Aguas Subterráneas

- El suministro de agua a largo plazo por medio de agua subterránea es inseguro, existe la posibilidad de secado de los pozos o de una gran reducción de agua en el futuro. La producción de agua debería estar condicionada al volumen de recarga sin embargo sobre este aspecto no se establece un desarrollo basado en el estudio de verificación.
- Si se pudiera asegurar a largo plazo la producción prevista de agua subterránea, resultaría una alternativa muy favorable desde el punto de vista económico. Sin embargo, el período de vida útil de los pozos normalmente es de unos 25 años, más corto que el de las presas que es de 50 a 100 años. Desde este punto de vista la importancia del costo del proyecto de desarrollo de aguas subterráneas es menor.
- Tal como se mencionó anteriormente, el desarrollo de aguas subterráneas debe estar de acuerdo con las condiciones de recarga y de la estructura geológica del acuífero. En el nuevo proyecto de desarrollo de aguas subterráneas es posible que el volumen de extracción por pozo sea muy alto. Aparte del problema de asegurar una producción estable a largo plazo, existe una posibilidad muy grande de un temprano deterioro de los accesorios (rejilla y bomba). Según el estudio básicamente se debería establecer la disposición y volumen de extracción más adecuados de acuerdo a las condiciones de recarga.

(C) Otros Puntos a Considerar sobre el Desarrollo de Aguas Subterráneas

- A pesar de que todavía no se ha definido la ejecución, no existen suficientes elementos de juicio sobre la posibilidad de desarrollar ese volumen de agua, sin embargo por parte del SANAA se está continuando con el proyecto de desarrollo de 380 lts/s, 95 lts/s y posteriormente el desarrollo de 420 lts/s de agua subterránea cuyo financiamiento está en proceso de trámite con el BCIE.
- Actualmente ya se está extrayendo agua subterránea en gran cantidad en la cuenca del río Guacerique no por parte del SANAA, en donde no se está

llevando a cabo el control correspondiente. No se cuenta con información real sobre los pozos existentes, si son pozos profundos o pozos superficiales, al menos se sabe que gran parte de agua de uso industrial y domestico dentro de la cuenca depende de extracciones de agua de pozo. Con respecto al agua para riego se estima que las tomas de agua se realizan por bombeo desde fuentes superficiales y también algunas de pozos. Es decir, es recomendable que el SANAA reconozca la realidad de que ya existe la explotación de agua subterránea independientemente del volumen.

- El SANAA por un lado está continuando con el proyecto de desarrollo de aguas subterráneas, y está solicitando la construcción de la Presa Los Laureles II, en tal sentido tenemos la intención de seguir adelante considerando en forma separada el desarrollo de la fuente superficial y el desarrollo de agua subterránea.

CAPITULO No. 8:

PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y REVISION DE ESTIMADO DE COSTOS

8.1 Objetivos y Método de la Revisión

Se llevó a cabo una revisión del estimado de costos del proyecto del estudio de desarrollo como punto importante de análisis para evaluar la escala del proyecto, independientemente de la decisión que se tome sobre la contribución de la construcción de la Presa Los Laureles II para la ejecución de la cooperación financiera no reembolsable del Japón. Se está utilizando la palabra “revisión” sin embargo, en realidad se realizó el nuevo estimado de costos en base a la situación actual. Especialmente, en vista de que en el estudio de desarrollo anterior no se ha asumido la ejecución de la cooperación financiera no reembolsable, en esta ocasión se preparó un estimado de costos a nivel de borrador para dicha cooperación financiera. Este es un estudio preliminar por lo cual en lugar de un método de cálculo a nivel de diseño básico el procedimiento simple utilizado es bueno, y por un lado como los cálculos se hicieron con alta precisión, las estimaciones se realizaron considerando la posibilidad de utilizarlas en la medida de lo posible en la etapa de diseño básico.

Con respecto al programa de construcción y el cálculo de costos es necesario considerar cuidadosamente los siguientes puntos.

- Es necesario mejorar especialmente la precisión del conjunto de obras de derivación para la elaboración de los planos generales y el estimado general de cantidades de obra.
- Es necesario verificar el programa de trabajo y revisar los ítems de cálculo relacionados con las obras de excavación, concreto, tratamiento de la cimentación y las obras provisionales correspondientes.
- Es necesario agregar el ítem del costo correspondiente a las instalaciones para el tratamiento del agua lodosa no considerado en el estudio de desarrollo.
- Es necesario tomar en cuenta el incremento de precios para el estimado de costos unitarios. Especialmente en el caso de las compuertas metálicas es necesario una amplia verificación por ser un elemento muy alto en el costo total del proyecto.
- Es necesario sistematizar el porcentaje de gastos para un cálculo de cooperación no reembolsable.

Con respecto a la excavación del depósito de sedimentos, en vista de que se consideró como un ítem que no es objeto de la cooperación financiera no reembolsable en esta ocasión se excluyó de los ítems de estimado de costos.

8.2 Programa de Construcción

(1) Método de Construcción

- ① Condiciones Básicas (No. de días probables de trabajo, horas de trabajo)

El número de días de trabajo se determinó tomando en consideración los días sábado, domingo, días festivos, y las limitaciones del tiempo.

No. de días de operación al mes = 22 días/mes

Asimismo con relación al transporte de los agregados, la fabricación, colocación y vibrado del concreto, lo mismo que la operación de grúas y los trabajos de tratamiento de la cimentación, se consideraron 2 turnos de trabajo.

② Obras de Derivación

Para las obras de derivación se determinó una ataguía a la mitad del río con un canal de drenaje temporal en el lado interior del bordo.

③ Obras de Excavación de la Cimentación del Cuerpo Principal

Los trabajos de excavación de suelo y roca se llevarán a cabo por medio de bulldozer de 32 t, y luego se cargará y transportará el material excavado en cada sitio. El cargado del material se realizará por medio de excavadora de 1.2 m³ tomando en cuenta el espacio de trabajo requerido. El acarreo del material se realizará por volquetas de 10 toneladas.

La excavación en roca se llevará a cabo por medio del método de corte por bancos haciendo uso de explosivos. Se realizará el acabado de la excavación dentro de los 50 cm desde la línea programada de excavación, por medio de la limpieza de la roca.

④ Tratamiento de la Cimentación

Con respecto a las inyecciones de consolidación, se realizarán por el método de cobertura de concreto después de haberse alcanzado más de 3 m de fundición de concreto en el cuerpo principal de la presa, siendo el procedimiento del agujero-1 al agujero-2 con inserciones en la parte central.

Las inyecciones en la cortina también se realizarán por medio de inserciones en la parte central, siguiendo el procedimiento de inyección por etapas desde la abertura del agujero en dirección al fondo del mismo.

⑤ Instalaciones para la Preparación de los Agregados

Con respecto a la preparación de los agregados, los mismos serán comprados en vista de las condiciones de cantidad y vegetación del sitio del proyecto.

⑥ Obras de Concreto

Para los trabajos de colocación o fundición se usará una grúa de torre de 6.5 t, con un radio de acción de 75 m.

En cuanto a la capacidad especificada de la maquinaria de fabricación del concreto, se usará una combinación de grúa y cucharones (2.0 m³), una mezcladora de doble eje de 1.0 m³. El método de colocación del concreto será por medio de capas de bloques sin juntas.

⑦ Instalaciones para el Tratamiento del Agua Lodosa

El tratamiento del agua lodosa será realizado por medio de achicamiento mecánico, la capacidad de tratamiento es de 60 m³/hr.

⑧ Instalaciones de Suministro y Drenaje

La toma de agua será desde el río aguas arriba de la presa por medio de bomba sumergible con una capacidad de 1.5 m³/min. El drenaje se realizará por medio de pozos de drenaje en ambos lados aguas arriba y aguas abajo conectados a la planta de tratamiento de agua lodosa.

⑨ Carretera de Acceso para la Construcción

Como carretera de acceso se ha planificado el reemplazo de la carretera existente y además un camino de acceso para los trabajos de excavación del cuerpo de la presa.

(2) Programa de Aprovisionamiento

En la medida de lo posible los materiales y equipos necesarios serán adquiridos en la localidad. En Honduras se pueden adquirir la mayor parte de los artículos necesarios incluyendo la maquinaria de construcción, sin embargo en el caso de aquellos equipos y materiales con calidad y especificaciones no disponibles en Honduras se importarán de Japón o de terceros países.

En el presente estudio, además de las varillas de acero de refuerzo, se importarán de Japón las maquinarias y equipos tales como la planta de concreto, los silos de cemento, la grúa de torre, la grúa de orugas y la planta de tratamiento de agua lodosa.

Asimismo se asume que las compuertas de la cresta serán importadas de un tercer país.

(3) Programa de Trabajo

El programa de trabajo se muestra en el siguiente gráfico, que comprende desde las obras preliminares hasta la finalización del proyecto, para un total de 42 meses.

de costos sobre operación y mantenimiento del proyecto. Los resultados del estimado de costos se indican en el siguiente cuadro.

Costo de Construcción	Ingeniería civil	Costos Directos	14,706,229
		Costos Indirectos	8,438,212
		Costo de subcontratos	6,091,185
		Costos generales de administración	1,804,284
	Arquitectura		14,188
Costo de Diseño y Supervisión			2,900,000
Total			US\$ 33,954,098

Excluyendo los costos de excavación del embalse existente y los costos de adquisición de tierras, el costo del proyecto (objeto de la cooperación financiera no reembolsable) se incrementó en comparación con el costo del estudio de desarrollo. Las causas del incremento de costos se describen a continuación.

- Aumento de las obras de concreto: incremento por acumulación de precio del cemento, costo de operación de instalaciones provisionales (maquinaria de fabricación y colocación del concreto).
- Aumento de las obras de derivación: modificación del programa de construcción (aumento de cantidades de obra de ataguía de aguas arriba y aguas abajo y del canal de drenaje provisional).
- Aumento por Agregado de Ítems: obras de la planta de tratamiento de agua lodosa, protección de taludes, y costo directo de obras provisionales. El incremento de los costos directos de obras provisionales es grande (instalaciones de suministro y de drenaje, cimentaciones de instalaciones provisionales y montaje y desmontaje).
- Aumento de los costos indirectos: incremento por acumulación de costos de obras provisionales comunes, especialmente el incremento de costos de transporte de maquinaria es alto.
- Aumento de costos de obras subcontratadas: incremento de costos de obras subcontratadas, tales como las compuertas, las instalaciones de descarga, etc.

En la siguiente hoja se muestra la comparación de costos preliminares con los costos del estudio de desarrollo.

ESTIMADO PRELIMINAR DE COSTOS(COMPARACION CON LOS COSTOS DEL ESTUDIO DE DESARROLLO)

Unidad: US \$

ITEM	ESTUDIO DE DESARROLLO				ESTUDIO PRELIMINAR					NOTAS	
	Unidad	Cantidad	Costo		Unidad	Cantidad	Costo		b/a		
			Unitario	Total (a)			Unitario	Total (b)			
COSTO DEL PROYECT A. COSTO DE SUMINISTROS PARA LA CONSTRUCCION COSTO DE CONSTRUCCION COSTO DE OBRAS CIVILES PRECIO DE COSTO(Cp)	Costos Directos	1. Preparativos ,Arreglo Final	Global	1		739,008	LS				
	2.1 Excavación: suelo(lecho del río)	m3	4,820	4.09	19,712						
	2.2 Excavación: suelo(otoros)	m3	5,630	4.39	24,729						
	2.3 Excavación: roca(lecho del río)	m3	3,400	12.59	42,816	LS	1		1,435,091	1.07	
	2.4 Excavación: roca(otoros)	m3	51,150	21.86	1,117,933						
	2.5 Suelo Retirado	Global	1		129,887						
	3.1 Concreto: cuerpo principal	m3	26,313	79.44	2,090,329						
	3.2 Concreto: estructuras	m3	13,589	160.02	2,174,522	LS	1		6,908,405	1.56	
	3.3 Concreto: otoros	m3	2,198	79.44	174,611						
	4. Tratamiento de la Cimentación	m	5,000	189.09	945,445	LS	1		687,025	0.73	
	5. Puente sobre el Vertedero	Global	1		252,093	LS	1		255,000	1.01	
	- Instaraciones Subterranas					LS	1		43,263		
	- Obras de Protección de Talud					LS	1		145,166		
	6. Ataguía de Aguas Arriba	Global	1		144,060						
	7. Ataguía de Aguas Abajo	Global	1		43,877	LS	1		1,506,766	5.22	
	8. Canal de Drenaje Provisional	Global	1		100,652						
	9. Presa de Retención de Sedimentos	Global	1		129,330	LS	1		113,000	0.87	
	10. Instalación de Tratamiento de Agua	Global	1		310,078	LS	1		313,725	1.01	
	11. Carretera a Sustituir	Global	1		238,567	LS	1		304,351	1.28	
	12. Planta de Tratamiento de Agua Lodosa					LS	1		517,073		
	- Equipos de Medición y Equipos Subterranos					LS	1		13,439		
	- Costo de Asignación de Técnicos					LS	1		168,962		
	- Costo de Obras Provisionales Directas, Transporte y Embalaje					LS	1		2,294,963		
	Sub Total								14,706,229	1.69	
	Costos Indirectos	Costo de Obras Provisionales Comunes	(Costos Directosx20%)			1,735,530			4,761,655	2.74	
		Costos Administrativos del Sitio	Amortaria de Imprevistos (costos directos x10%)			1,355,550		(Costos Directosx25%)	3,676,557	2.71	
		Sub Total				3,091,080			8,438,212	2.73	
Costos de obras Subcontrat	1. Compuertas del Vertedero	Global	1		2,790,698			5,265,572	1.89		
	2. Compuertas del Descarga	Global	1		334,884			825,612	2.47		
	Sub Total				3,125,581			6,091,185	1.95		
TOTAL					14,894,310			29,235,626	1.96		
Costos Administrativos Generales=CpxGp			Gp=	7.50	1,117,073		Gp=	7.01	1,621,548	1.45	
							Gp=	3.00	182,736		
TOTAL					16,011,383			31,039,909	1.94	Obras subcontratadas	
Costos de Construccion de Obras Arquitectonicas (Edificio de Administracion)	Global	1			18,000			14,188	0.79		
TOTAL					16,029,383			31,054,097	1.94		
Costos de Suministro de Materiales y Equipos					0						
TOTAL					16,029,383			31,054,097	1.94		
B. Costo de Diseno y Supervision	Global	1			1,457,216			2,900,000	1.99		
TOTAL (A+B)					17,486,600			33,954,097	1.94		

Nota-1, Estudio de Desarrollo: se agregó el costo de imprevistos, sin embargo a manera de comparación con el estudio preliminar en este cuadro se ha sumado como costos administrativos del sitio.

Nota-2, Estudio Preliminar: el costo de diseño y supervisión se adoptó igual al 10% del precio de costo del estudio de desarrollo (en el estudio de desarrollo, gran parte de los costos de imprevistos eliminados de los costos de construcción)

CAPITULO No. 9

REVISION DEL ESTUDIO AMBIENTAL Y SOCIAL DEL ESTUDIO DE DESARROLLO

9.1 Revisión de la Evaluación del Impacto Ambiental del Estudio de Desarrollo

En el estudio de desarrollo se llevó a cabo la evaluación del impacto ambiental a través de un estudio solicitado nuevamente a otra compañía. La empresa hondureña CINSA (consultores en Ingeniería) realizó el estudio de impacto ambiental en un período de 50 días, a partir del 24 de julio al 30 de Septiembre del año 2000, habiéndose elaborado el informe final de Estudio Preliminar de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto de Emergencia de Suministro de Agua para Tegucigalpa en el mes de Octubre del mismo año. El objeto del estudio estaba enfocado en 2 proyectos probables propuestos en el estudio de desarrollo de JICA, que son los siguientes.

- 1) Proyecto de construcción de la Presa Los Laureles II
- 2) Proyecto de Excavación del Embalse de la Presa Los Laureles

De conformidad con los resultados de la revisión del estudio de EIA de CINSA, e incluyendo lo relacionado con el contenido del estudio de desarrollo, se pueden puntualizar los siguientes aspectos:

- Respecto al alcance y contenido del estudio, se considera un estudio a nivel de EIA ya que se incluyen también planes de medidas de mitigación y control ambiental. Es decir que el contenido del estudio tiene un nivel cercano al nivel necesario para obtener la licencia ambiental para la ejecución del proyecto. Sin embargo, a pesar de que se describen casi todos los aspectos generales hacen falta detalles concretos.
- De conformidad con el estudio de desarrollo el proyecto habitacional de Ciudad Mateo se va a ejecutar en el futuro, en vista de lo cual se tuvo que regular la altura de la presa, sin embargo según el informe del estudio de EIA al menos se ha decidido suspender dicho plan, y con respecto a las casas que ya se han construido a la fecha existen 2 puntos de vista, demoler las casas, o habitar solamente las casas existentes. Por lo consiguiente, asumiendo que se proceda a la demolición de las casas, es necesario realizar un análisis comparativo sobre la altura de la presa que incluya también la demolición del puente de Mateo o su reubicación (en el estudio de desarrollo no se ha realizado este análisis).
- En el informe se incluyen diversos aspectos, indicándose muchos temas de análisis, sin embargo resulta difícil entender los siguientes puntos y además difícil de tomar una decisión precisa sobre dichos resultados.
 - En el capítulo de las conclusiones se indican los aspectos de impacto ambiental que se mencionaron anteriormente, las marcas de evaluación de la matriz base de selección son fáciles de entender, sin embargo no está claramente establecido los criterios de base respecto a la distribución ponderada de los puntos de evaluación o por el método de asignación de niveles para cada criterio (1 ~ 10). Asimismo en vista de que en promedio

se están aplicando diferentes niveles de criterios, es muy probable de que no se obtenga una evaluación razonable.

- De acuerdo a los resultados existen evaluaciones con puntuación de 10, sin embargo con respecto a los puntos seleccionados finalmente y que tienen que ver con el impacto ambiental, no se presenta una explicación sobre la manera de selección.
- La evaluación de impacto ambiental, en general se realiza para verificar los efectos negativos que se producirían por la construcción del proyecto, pero también existen efectos positivos, asimismo también se incluyen los efectos del proyecto sobre otras cuencas que no tienen relación directamente y otros actividades de desarrollo, lo cual produce confusión.
- Sobre el impacto ambiental hay temas que no están completamente comprendidos, y además la evaluación se ha llevado a cabo en base a propuestas de mitigación según condiciones de otros casos. A continuación y como referencia se presentan algunos puntos que no están bien entendidos.
 - ❖ A la alteración del cauce se le asigna el mayor puntaje como factor de impacto, sin embargo no se establece claramente que tipo de alteración o que tipo de efecto negativo se producirá.
 - ❖ Se indica el efecto negativo de la pérdida de la cobertura vegetal debido a las áreas inundadas, sin embargo no se explican las razones.
 - ❖ En el informe se establece que se requiere de alguna instalación como medida de protección por la posible contaminación del suelo por la infiltración de agua en el sitio de disposición del material excavado aguas arriba del embalse. En general no existe posibilidad de contaminación por la infiltración de agua del material excavado tomando en cuenta que no se trata de un caso de aguas residuales, en este sentido se desconoce de que manera se podría producir una contaminación.
 - ❖ Se menciona el posible daño sobre el sistema ecológico terrestre y acuático, sin indicar claramente en que sentido se puede presentar este efecto. Se reportan 25 especies de animales en peligro de extinción, pero no se explica en donde viven y que pasaría al construirse la presa. En un sitio estrecho cercano a la ciudad es muy difícil que exista gran cantidad de especies, en tal sentido es posible que se esté hablando de la situación de todo el país o de toda la cuenca.
- Se presentan muchos aspectos probables de impacto ambiental, sin embargo no se precisa claramente el argumento o procedimiento para llegar a tal conclusión. En cada etapa de análisis no existe claridad o concordancia con la etapa anterior. Por ejemplo, respecto a las medidas de mitigación no se entiende claramente a cuales factores de impacto se aplican esas medidas. Además, no se sabe que acciones se están tomando sobre las medidas de mitigación indicadas en la guía de especificaciones técnicas especiales de ambiente (propuesta de especificaciones para la mitigación del impacto ambiental por la construcción de la

Presas Los Laureles II, Anexo No. 11 del informe final de la evaluación del impacto ambiental.

- No se han separado en forma ordenada los temas del grado de impacto sobre el medio ambiente, por tal razón no existe claridad respecto a los puntos importantes o prioritarios. No existe una matriz a base de puntos de evaluación para cada una de las clasificaciones.
- En cuanto a los puntos sobre los cuales puede haber un impacto, no se ha realizado ningún análisis respecto al grado posible de mitigación en el caso de que sea necesario tomar una medida. Por otro lado en lo referente al costo necesario para las medidas de mitigación, los valores estimados pueden ayudar como referencia pero en el caso de alternativas que impliquen costos altos resulta difícil la adquisición presupuestaria necesaria, es por eso que preferiblemente se deberían buscar alternativas que se puedan ejecutar sin costo alguno.
- Dentro de los aspectos de impacto ambiental probablemente los más importantes son la reubicación de los pobladores y la expropiación de terrenos, especialmente el problema de reubicación de los pobladores no se ha manejado como un asunto importante, ni se le ha asignado alto puntaje en la matriz de evaluación. En cuanto a las medidas de indemnización existe una propuesta relativamente bien detallada, pero igual que en el caso anterior, algunos puntos no se han incluido en las medidas de mitigación, el manejo no está bien definido. Asimismo simultáneamente con la reubicación de los pobladores es muy importante el asunto de la expropiación de terrenos, y no se tiene información sobre los dueños de terrenos que están ausentes.
- No existen información básica sobre la investigación de las casas a ser reubicadas. No hay explicación sobre bajo que condiciones y métodos se llevó a cabo dicha investigación. Con respecto al número de casas a ser reubicadas, la cifra difiere con la reportada en el informe del estudio de desarrollo, lo cual causa confusión.
- Este estudio fue ejecutado en base a solicitud de JICA y el SANAA habiéndose realizado reuniones entre ambas instituciones antes y después del estudio por lo que los problemas mencionados anteriormente no son responsabilidad solamente de la compañía consultora ejecutora del estudio. Para la siguiente etapa en caso de que se ejecute nuevamente un estudio de EIA es necesario que de parte del SANAA que es la institución ejecutora se den las instrucciones pertinentes y se lleven a cabo reuniones preparatorias y seguimiento durante la ejecución del estudio, con el fin de mejorar las situaciones inadecuadas que se presentaron en el estudio anterior.
- En el informe del estudio de desarrollo el capítulo correspondiente al estudio ambiental se preparó en base a los resultados del estudio de Cinsa eliminando una parte del mismo, el estudio no está presentado como un estudio preliminar de EIA sino como un estudio de EIA.

9.2 Situación Actual del Aspecto Social y Ambiental y Acciones Tomadas por el Gobierno de Honduras

A continuación se explica la situación actual referente a los grandes aspectos que probablemente tienen que ver con la ejecución del proyecto, o sea, la reubicación de los pobladores y expropiación de terrenos, lo mismo que el proyecto habitacional de Ciudad Mateo.

(1) Reubicación de los Pobladores y Expropiación de Terrenos

En el siguiente párrafo se presenta una explicación en base al estudio de reubicación de los pobladores y expropiación de terrenos relacionados con la Presa Los Laureles II y la información obtenida de la situación real de reubicación de los pobladores por la construcción de la Presa Concepción.

① Estudio de Desarrollo Ejecutado por JICA en el Año 2000

En el informe principal del estudio de desarrollo se indican 22 casas necesarias para ser reubicadas, sin embargo no hay ninguna explicación sobre bajo que condiciones y método se realizó el estudio. En el informe de soporte no se encuentran los datos básicos correspondientes y por el contrario, se menciona que al final del proyecto será necesario la reubicación de 20 casas, o sea que existe una discrepancia entre la cifra del informe principal y la del informe de soporte.

Durante la ejecución del estudio de desarrollo por medio de un nuevo contrato una compañía consultora local realizó un estudio preliminar de evaluación del impacto ambiental. De acuerdo a este informe al nivel de la elevación de 1,055 metros se requiere reubicar un total de 35 familias (casas), y a la elevación de 1,060 metros se deben reubicar 58 familias (casas). Este dato difiere con la cifra del informe del estudio de desarrollo (22 ó 20 casas) por lo consiguiente no está claro si los resultados corresponden al nuevo estudio contratado o podría ser que sean datos de otro estudio.

② Estudio desde Noviembre de 2004 a Enero de 2005

Por medio de financiamiento del Banco Interamericano de Desarrollo BID se realizó un estudio ambiental en la cuenca de Tegucigalpa (Tatumbula, Sabacuante, Concepción, Guacerique, y La Tigra) en el período 2003 ~ 2004, habiéndose cancelado la ejecución de La Tigra durante el proceso del estudio, y con el presupuesto sobrante la misma empresa consultora italiana realizó un estudio del proyecto Los Laureles II incluyendo la reubicación de los pobladores de la cuenca del río Guacerique (estudio de las casas y valoración de los terrenos). El SANAA se involucró en el estudio como supervisor del consultor. No se llevó a cabo un estudio de opinión real entre las familias de cada casa.

Con respecto a Los Laureles II la elevaciones definidas para reubicación de los pobladores eran 2 casos, 1,055 m y 1,060 m, sin embargo el estudio de la elevación de 1,060 m fue a nivel preliminar comparado con el de la elevación de 1,055 m. Al nivel de la elevación de 1,055 metros existían 54 casas y 35

personas entre dueños de casas y de terrenos, entre ellos están incluidos 4 personas dueñas de terrenos solamente.

Con respecto a la discrepancia de 22 casas del estudio de desarrollo la explicación del SANAA es que el estudio no se realizó bajo las mismas condiciones y metodología, el estudio fue realizado por otro grupo diferente, en tal sentido las cifras cambian por las diferencias del método de conteo, y por lo consiguiente no se puede establecer una comparación fácilmente. Por ejemplo en el caso de una familia que tiene varias casas, el resultado será diferente dependiendo de la manera de cálculo.

Con respecto al estudio del la Presa Guacerique II y a manera de referencia se recibieron las siguientes informaciones relacionadas con las zonas que serian inundadas.

El monto de las indemnizaciones por la reubicación de los pobladores de la zona de la Presa Guacerique II, obtenido mediante cálculo preliminar basado en los resultados del estudio, fue de \$ 168,000,000 que es notablemente más alto que el costo estimado para la construcción de la presa (\$ 130,000,000). El gobierno de Francia (y los países nórdicos) declinaron otorgar el financiamiento, constituyendo esta la principal razón para abandonar la idea de ejecutar el proyecto.

③ Estudio Suplementario del Mes de Septiembre del 2005

El estudio realizado por la empresa consultora italiana fue un estudio de investigación sobre las cantidades y especificaciones de los activos (especialmente las casas) que es la base del estimado de costos para el monto de las indemnizaciones, y en vista de que se desconocían la clasificación de casas con título y casas alquiladas, el número de personas por familia en cada casa, y la decisión para la reubicación, el SANAA solicitó una investigación suplementaria durante la ejecución del estudio preliminar en el sitio. Y simultáneamente también solicitó una investigación preliminar sobre el incremento de nuevos pobladores a partir de la ejecución del estudio de desarrollo.

Como resultado de lo anterior, después de la ejecución del estudio de desarrollo el número de casas nuevas incorporadas en la zona es de 10. Sin embargo no se sabe si esa cifra corresponde al total, y si son personas que viven desde antes o son familiares, o son personas que se han sustituido por las que ya existían. Asimismo, mediante encuestas realizadas en esta ocasión se obtuvo la nueva información de que el número de familias de casas alquiladas no es pequeño.

De acuerdo a una investigación suplementaria de parte del SANAA se obtuvieron los siguientes resultados. Una parte difiere con los resultados del estudio del inciso No. 3 anterior de la consultora italiana.

No. de Casas y Terrenos a Inundarse por la Construcción de la Presa Los Laureles II (Septiembre, 2005)

Item	Hasta la Elevación de 1,055 m	Entre 1055m ~ 1060m	Hasta la Elevación de 1,060 m
Dueños del Terreno solamente *	8 personas	incertidumbre	incertidumbre
Dueños del Terreno y la Casa *	35 personas	incertidumbre	incertidumbre
Total de Dueños	43 personas	85 personas	128 personas
Número de Casas **	57 casas	incertidumbre	incertidumbre

* : se ha investigado todos los nombres de los dueños, pero no se ha verificado la tenencia de títulos de propiedad.

** : existen varias personas que son dueños de varias casas (máximo 13 casas). Por lo consiguiente hay casos de diferentes personas que viven en casas del mismo dueño. De las 57 casas 15 son alquiladas.

Adicionalmente también se obtuvieron las siguientes informaciones relacionadas.

- Se recibió la información de que el terreno ubicado aguas arriba en la margen izquierda de la presa pertenece a los militares, en la lista preparada por el SANAA no aparecen estos terrenos que serían inundados. (es necesario verificar si existe algún problema por la inundación de una parte estos terrenos. Es necesario verificar también el efecto sobre la toma de agua por un bomba fija ubicada a 0.5 km aproximadamente aguas arriba de la presa).
- Se ha realizado el estudio sobre los límites de las elevaciones 1,055 m y 1,060 m, sin embargo estas elevaciones no se han confirmado mediante topografía en el sitio, tampoco se ha utilizado un plano topográfico detallado, sino que estas elevaciones se han determinado a partir de equipo GPS. El GPS puede tener un grado de error de más o menos 10 metros aproximadamente, sin embargo en la realidad para la elaboración del plano de la zona del embalse como parte de la planificación del estudio de la presa se está haciendo referencia a estos valores, a pesar de que según el SANAA no existe una gran diferencia. (Nota: en el caso de los pobladores cercanos al puente Mateo que son muchos, la zona es de taludes estrechos por consiguiente es posible que un error de 2 ~ 3 metros produzca un grave efecto).
- Es necesario confirmar la condición legal de posesión de los dueños de las casas que han de ser reubicadas. Según la ley existente, los terrenos ubicados en una franja de 150 metros de distancia desde el río son nacionales o ejidales, sin embargo no se puede saber nada si no se presentan los documentos legales de títulos de propiedad. Este tipo de investigación todavía no se ha realizado. Muchas personas probablemente han construido sus casas sin tener la autorización correspondiente o por medio de algún permiso de alquiler. (Nota: según la explicación del SANAA en el caso de terrenos nacionales legalmente no es necesario el pago de indemnización por las reubicaciones, pero en la realidad será necesario considerar alguna medida de solución aun en el caso de dueños de casas en forma ilegal).

- Hasta la fecha no se ha realizado ningún estudio de opinión a los pobladores, aunque al momento de la visita al sitio y por las conversaciones sostenidas los pobladores manifestaron que no se oponen a la reubicación. De una casa solamente se obtuvo una opinión negativa en el sentido de que actualmente está satisfecho con la condición actual y de ser posible no se quisiera mover a otro sitio.
- Casi todas las casas tienen el mismo tipo común, una casa solamente es de un nivel más alto perteneciente a un ex oficial del ejército. Una parte del terreno resultará sumergido, es difícil entrar al terreno por lo que casi no se ha podido investigar.

④ Proyecto de la Presa Concepción

De las 2 presas construidas por el SANAA la presa Los Laureles fue completada en la época de 1970 sin existir informaciones sobre la reubicación de pobladores. La presa Concepción fue finalizada en el año de 1992, no es reciente pero es una referencia de las acciones tomadas por el SANAA en vista de que se hicieron reubicaciones de pobladores por la inundación del embalse. La reubicación de pobladores se realizó de la siguiente manera.

- La construcción de la presa se llevó a cabo entre los años de 1989 y 1992, la reubicación de pobladores se realizó en el año de 1991.
- Dentro del embalse había una aldea dedicada a la agricultura de 36 casas y 300 personas aproximadamente, en la aldea habían iglesia, escuela, plaza, etc.
- La reubicación no se realizó individualmente por casas sino que se llevó a cabo por toda la aldea, por medio de acuerdo con los representantes y preparando el sitio de la nueva aldea, ubicada aguas abajo de la presa.
- Básicamente las nuevas casas se construyeron con las mismas características de las casas anterior a la reubicación, es decir se construyó la iglesia frente al parque o plaza central como puntos centrales además de las calles, se construyeron las casas con una área de aproximadamente 500 m² cada una. Por otra parte se les proveyó de los servicios de agua potable, alcantarillado, y electricidad que antes no tenían. El agua potable la reciben de un pozo y el alcantarillado sanitario se maneja por medio de un pozo séptico.
- En cuanto a la tierra para uso agrícola no se contaba con suficiente área en los alrededores, por lo que para compensar por los terrenos insuficientes se adjudicaron tierras en lugares distantes.

La aldea reubicada en la actualidad cuenta con aproximadamente 80 casas con el agregado de las personas que se incorporaron posteriormente. Sobre la reubicación no se presentaron grandes problemas antes ni después, sin embargo según la opinión de los pobladores existieron los siguientes problemas.

- Respecto al pozo para el suministro de agua potable todavía la producción de agua no es suficiente, la calidad también no es muy buena. La concentración de sales es alta.

- Anteriormente se podía extraer agua de buena calidad directamente del río a ningún costo, en cambio actualmente tienen que pagar por el servicio.
- Los terrenos agrícolas varían en tamaño, el lugar también es diferente, para llegar se necesita 1 hora. En general la condición del suelo es mala. No existe sistema de riego, dependen solamente del agua de lluvia. Anteriormente podían utilizar el agua del río que les quedaba cerca y podían vivir en base a la agricultura solamente. Después de la reubicación al nuevo sitio resulta muy difícil poder vivir solamente dependiendo de la agricultura.
- Para ir a la ciudad se tarda 40 minutos por bus, por eso muchos de los pobladores salen a trabajar a Tegucigalpa. También existen unas 4 personas de la aldea que están empleados en el SANAA.
- Las personas jóvenes en general están satisfechos con las condiciones de vida del nuevo sitio, sin embargo unas pocas personas de mayor edad piensan que las condiciones de vida anteriores eran mejores.

⑤ Seguimiento de las Actividades de Reubicación y Período Necesario

Se solicitó al SANAA el análisis del procedimiento de seguimiento general en el caso de reubicación de pobladores y el tiempo requerido, sobre lo cual la situación es diferente dependiendo de cada lugar, habiéndose obtenido la información que se muestra en la siguiente hoja. En promedio hasta la completar la reubicación se requiere alrededor de 10 meses. Sin embargo durante los 3 meses siguientes se hace un monitoreo sobre el seguimiento que sea necesario.

(2) Proyecto Habitacional de Ciudad Mateo

El proyecto de desarrollo habitacional de Ciudad Mateo es un proyecto de desarrollo de viviendas de gran escala, y está localizado aguas arriba de la presa Los Laureles II en la margen izquierda del río Guacerique. El programa original comprendía la construcción de 10,915 casas, de completarse las zonas aledañas también serán objeto de desarrollo y se espera que adicionalmente se desarrolle una gran aldea. Una parte de los trabajos de construcción ya han finalizado, aproximadamente 2,650 casas y calles, sistema de agua potable y eléctrico han sido completados.

Sin embargo, este proyecto habitacional fue interrumpido justamente en el año 2000 cuando se ejecutó el estudio de desarrollo por JICA, posteriormente no se han construido nuevas casas ni se han habitado las existentes.

El proyecto fue interrumpido por problemas de condiciones de pago que se presentaron entre la unidad ejecutora del proyecto (INJUPEMP) y las empresas constructoras. Oficialmente este proyecto habitacional no se ha cancelado aunque no hay expectativas de reiniciarlo. Las casas que ya fueron terminadas pueden ser habitadas inmediatamente después de hacerles algunas reparaciones, sin embargo ya han pasado 5 años y se han envejecido.

Cuando se presentó la posibilidad de ejecutar el proyecto de la Presa Guacerique II se pensaba que lo recomendable era demoler las casas de Ciudad Mateo que ya se habían construido y debido a la posibilidad de contaminación de la calidad del agua del embalse se manejó la idea de cancelar la ejecución del proyecto. En el caso de que se decidiera la construcción de la Presa Los Laureles II, lo más recomendable es la implementación de medidas de conservación de la calidad del agua del proyecto de desarrollo habitacional de Ciudad Mateo (cancelación del proyecto, obra de instalaciones de tratamiento de las aguas residuales, etc.), independientemente de la demolición de las casas o de la interrupción del proyecto.

9.3 Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Obtención de Licencia Ambiental

Como ya se mencionó antes, en Honduras por parte de la SERNA se estableció el SINEIA como un reglamento para la evaluación de impacto ambiental, en donde se describen las necesidades del estudio de EIA, el contenido del estudio, clasificación de las categorías, y la autorización y licencia que corresponde para cada categoría. Para la obtención de la licencia ambiental de Honduras en el año 2002 la Dirección General de Evaluación y Control Ambiental DECA de la SERNA elaboró el documento Control y Evaluación Ambiental en base al SINEIA y de conformidad con la revisión de la Ley General del Ambiente (Artículos No. 5 y 78). Comparado con las expresiones legales esta ley está preparada en forma práctica.

En primer lugar el punto importante es la categorización de cada proyecto en cualquiera de las siguientes categorías.

- Categoría-1: Corresponde a proyectos de bajo impacto ambiental negativo, y que no necesitan un estudio de impacto ambiental. Después de la presentación de la solicitud por la empresa interesada, la SERNA realiza una inspección y en el término de 1 ~ 2 semanas emite el certificado de registro ambiental (Prueba de Evidencia de Registro Ambiental).
- Categoría-2: Corresponde a proyectos de medio o un poco mayor impacto que se pueden predecir completamente, y que se pueden manejar por medio de medidas de mitigación generales. La solicitud debe ir acompañada del respectivo diagnóstico ambiental cualitativo correspondiente al nivel IEE. De 5 ~ 6 semanas después de presentada la solicitud se emite la licencia ambiental.
- Categoría-3: Corresponde a proyectos con posibilidad de provocar un efecto negativo considerable sobre el ambiente, en este caso es obligatoria la adquisición de la Licencia Ambiental. Sin embargo, esta categoría se divide en dos, de estas la Categoría 3-II requiere de la presentación de un estudio de EIA, mientras que la Categoría 3-I requiere de un reporte de diagnóstico del impacto ambiental al mismo nivel de la Categoría 2.
- Categoría-4: Corresponde a aquellos proyectos que no se pueden ejecutar dentro del territorio nacional debido a las políticas del país, por aspectos legales, o bien por motivo de planes territoriales.

La categoría 4 es una excepción respecto a las demás categorías, en general las categorías 1 ~ 3 son las que normalmente se manejan. Con respecto a las solicitudes de licencia ambiental que se presentan a la SERNA, en el caso de la categoría-1 la solicitud la pueden presentar las empresas directamente, pero en el caso de la categoría-2 y 3, la solicitud tiene que ser presentada por medio de un representante legalmente reconocido. Este representante son los consultores registrados en la SERNA.

Para decidir la categoría correspondiente a cada proyecto, básicamente existe una lista de categorías ambientales, a través de las cuales se puede hacer la verificación correspondiente. El presente estudio corresponde a la categoría del campo de infraestructura que tiene que ver con el proyecto de la presa y el embalse, y por la capacidad del embalse se dan las siguientes divisiones:

- Categoría-1: más de 500 m³, menos de 2,000 m³
- Categoría-2: más de 2,000 m³, menos de 50,000 m³
- Categoría-3: más de 50,000 m³

Según la propuesta del estudio de desarrollo la capacidad del embalse del presente estudio es de 4,000,000 m³, claramente corresponde a la categoría 3.

En el caso de la categoría-3 (3-II) el flujo general hasta la emisión de la licencia ambiental es tal como se muestra en el gráfico de la siguiente página. Después de haber presentado el reporte de EIA la autorización correspondiente de parte de la SERNA tarda 1 mes.

Aparte de lo anterior y sobre la ejecución del estudio de EIA y la obtención de la licencia ambiental, se recibieron informaciones de parte de DECA y del SANAA tal como se describe a continuación.

Referente a la reubicación de los pobladores, es necesario tomar en consideración el cambio de vida de ellos, dependiendo de las circunstancias podría ser necesario hacer los preparativos del sitio de reubicación, sin embargo en el presente caso no se puede pensar en base a la reubicación de la aldea como unidad, básicamente lo más seguro es que se haga por casa de acuerdo a la indemnización. Respecto a la reubicación de los pobladores la SERNA no tiene ninguna relación. En Honduras la institución que tiene mayor experiencia sobre reubicación de pobladores es SOPTRAVI (Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda) pero en este caso la institución responsable es el SANAA. Es decir, dependiendo de las necesidades la ejecución se puede llevar a cabo por medio de la contratación de una empresa consultora por parte del SANAA.

- No existe ningún criterio sobre los montos de las indemnizaciones, la situación se resuelve por medio de negociación para cada caso, pero se presentan casos en que los pobladores no están del todo de acuerdo, sobre lo cual la SERNA no tiene ninguna relación, es un problema que debe ser manejado entre el SANAA y el consultor. Sobre el asunto de las reubicaciones se puede usar como referencia la guía del Banco Mundial aunque no es una obligación usarlo.

- Para la SERNA el tema del ambiente no está relacionado con el asunto de consideraciones sociales como la reubicación de pobladores, más bien la tendencia es hacia una imagen del ambiente natural.
- Después de otorgada la licencia por parte de la SERNA (posterior a la ejecución del proyecto) también se lleva a cabo una evaluación posterior. Dependiendo de la escala y del alcance del proyecto la necesidad de presentar dicha evaluación y la frecuencia varían, sin embargo la institución ejecutora tiene que presentar los informes respectivos regularmente (por ejemplo cada 3 meses).
- Hasta ahora solamente se ha presentado la cancelación de proyectos por el estudio de EIA (no se emitió la licencia ambiental) por la razón de que dichos proyectos estaban ubicados dentro de zonas protegidas.

9.4 Consideraciones Ambientales y Sociales Relacionadas con los Temas Futuros y Propuestas

(1) Reubicación de Pobladores y Expropiación de Tierras

En cuanto a las consideraciones ambientales y sociales, la reubicación de los pobladores y la expropiación de tierras son los temas de mayor importancia. En el futuro es necesario que se tomen muy en cuenta los siguientes puntos.

- Se ha realizado la investigación sobre la reubicación de los pobladores y la expropiación de tierras, sin embargo todavía quedan algunos sin resolver, en tal sentido es necesario llevar a cabo un nuevo estudio detallado.
- En los estudios de investigación realizados hasta la fecha no se han confirmado exactamente las elevaciones. Es necesario realizar un levantamiento topográfico para determinar las elevaciones.
- Hasta ahora para los casos de las elevaciones de 1,055 y 1,060 se ha realizado un estudio provisional, sin embargo es necesario definir claramente las condiciones del alcance de las indemnizaciones y expropiaciones.
- Considerando el efecto de las olas y el remanso durante las inundaciones con respecto a la elevación del terreno, y tomando en cuenta el lado de la seguridad, es necesario determinar el alcance de los terrenos de reubicación y de expropiación, dependiendo de las condiciones de la topografía, geología, y formas de uso de la tierra, etc.
- Es posible que no sea necesario la reubicación de pobladores aun en el caso de terrenos bajos que se pudieran proteger mediante relleno o bordos. Por consiguiente es necesario analizar alternativas apropiadas seguras y económicas para cada zona y para cada punto.
- No se conoce con certeza los derechos de propiedad de los pobladores, por lo cual es necesario hacer las verificaciones respectivas por medio de los certificados.

- Conjuntamente con el estudio de los bienes sujetos a indemnización es necesario también llevar a cabo una encuesta de opinión entre los pobladores y los dueños de los terrenos.
- Con respecto a los pobladores y dueños de terrenos, es necesario informarlos inicialmente sobre la situación lo más pronto que se pueda y al mismo tiempo realizar reuniones explicativas y discusiones.
- Respecto a los requerimientos de los pobladores, es necesario establecer prioridades, sin embargo sobre los requerimientos irracionales y egoístas es necesario explicar claramente las razones y obtener su comprensión.
- En cuanto a los fondos requeridos para las indemnizaciones por las reubicaciones y expropiaciones se debe hacer un estimado racional y completo de las dificultades e impacto sobre los pobladores, y procurando que no tengan problemas por causa de la reubicación.
- Se debe asegurar completamente el presupuesto necesario para las indemnizaciones, para lo cual se deben hacer los preparativos y acciones necesarios anticipadamente.

(2) Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Obtención de la Licencia Ambiental

El estudio de impacto ambiental es necesario con el fin de obtener la licencia ambiental por parte del gobierno de Honduras. Los estudios se realizan por medio de consultores locales de experiencia y sobre los cuales si no se presentaran problemas la SERNA emite la licencia ambiental sin ninguna objeción generalmente. Si se presentara algún problema, se debe determinar si el estudio de EIA y la inspección correspondientes se han realizado formalmente. Con respecto a este punto por el lado de Japón también será necesario que se brinde el la recomendación correspondiente.

Asimismo, en el año 2002 por medio del estudio de desarrollo en la sección 9.2 se llevó una revisión del estudio EIA sin embargo no es completo en su contenido. Al respecto es necesario verificar los puntos a mejorar para que se reflejen en el estudio de EIA que se ejecutará posteriormente.

En cuanto al estudio de EIA no está claramente establecido si por parte de JICA se podrá aceptar el nivel y contenido del mismo. Una alternativa sería también considerar el envío por parte de JICA de un experto para brindar asistencia en este campo.

Por otro lado en vista de que el estudio de evaluación de impacto ambiental básicamente será objeto de un análisis y revisión de los alcances, también será necesario especificar claramente los ítems del estudio de EIA. En consecuencia es preciso concentrarse en la comprensión concreta e integral de las características del proyecto y las condiciones ambientales de los alrededores. En ese caso se debe considerar el impacto en las etapas de estudio, planificación, diseño, construcción, y operación y mantenimiento del proyecto, lo mismo que al final de su vida útil, no solo desde el punto de vista del impacto directo sino también los efectos indirectos en una forma completa. El estudio de impacto ambiental es recomendable que esté a

cargo de técnicos o expertos que tengan un buen y amplio conocimiento de los procedimientos de EIA y al mismo tiempo con conocimientos técnicos sobre desarrollo de presas, una persona con conocimientos o experiencias parciales no será suficiente. Asimismo, también es recomendable tomar en cuenta el ejemplo de otros proyectos de desarrollo de fuentes de agua a base de presas como referencia para analizar que tipo de impactos negativos se han producido. Existen efectos difíciles de prever, en consecuencia es necesario llevar a cabo discusiones con el personal relacionado. Por ejemplo los puntos que se deberían tomar en cuenta son los siguientes.

- En el caso de la reubicación de los pobladores no solamente se debe pensar en las personas que se van a reubicar sino también en el efecto que se produce sobre las personas que ya están viviendo en la zona de reubicación. Por ejemplo se podrían presentar situaciones como subdivisión de la zona, disminución del número de pobladores de los alrededores, alteración de las condiciones de tráfico, etc.
- En el extremo aguas arriba del embalse se facilita la depositación de sedimentos. Por eso es probable que en la época de crecidas el nivel de agua aumente. Es decir, se produce un impacto sobre el grado de seguridad al momento de la crecida.
- La presa que se ha planificado actualmente comprende la instalación de 3 compuertas. En general se pueden operar en forma normal, sin embargo en vista de que en Honduras no existe mucha experiencia de manejo de grandes compuertas, se podría presentar algún error o atraso en la operación, en tal sentido para un caso de estos es necesario que se hagan las provisiones necesarias de antemano.
- Es recomendable un estudio de verificación la inestabilidad de taludes por la alteración del nivel del embalse. En el caso de la falla de taludes inestables esto provocaría un impacto sobre la seguridad y el volumen del embalse.
- En el caso de la remoción de los sedimentos del embalse por medio de excavación o por dragado, el sitio de botadero o disposición del material excavado se convertiría en otro problema ambiental. En el caso de que haya dificultad en el tratamiento de materiales para uso efectivo como agregados y material de relleno, será necesario un estudio de análisis concreto al respecto.
- Con la construcción de la nueva presa se acumulará mayor cantidad de sedimentos con una disminución de flujo de sedimentos hacia aguas abajo. Es necesario llevar a cabo un estudio sobre la posibilidad del descenso del nivel del lecho aguas abajo.
- La contaminación de la calidad del agua del embalse se genera principalmente desde aguas arriba, en ese sentido no se podría decir que la contaminación en ese punto es provocada por la construcción de la presa, pero si es necesario manejarlo como un punto de impacto sobre la contaminación de la fuente de agua potable. Especialmente, se debe analizar también el hecho de que en el estudio de desarrollo la toma de agua está ubicada en el fondo del embalse.

Lo anterior se ha expuesto como ejemplo, sin embargo será necesario verificar lo más que se pueda el grado de impacto que se ha de producir. Con respecto al control ambiental que incluye las medidas de mitigación y monitoreo, este no debería ser tan formal ni tampoco muy generalizado.

(3) Medidas a Tomar por el Comité de Análisis Ambiental y Social de JICA

Después de la definición del Plan Maestro del Estudio de Desarrollo en el mes de Abril del 2004, se revisó la guía de consideraciones ambientales y sociales de JICA y por medio del establecimiento del comité de análisis ambiental y social se fortaleció notablemente el sistema de inspección de los proyectos de JICA.

Especialmente, cuando se realizó el estudio de desarrollo en el año 2000 no necesariamente se tenía que hacer el análisis, pero con la revisión de la guía, la participación los Afectados y la apertura de información al público, una consideración ambiental más amplia y la introducción de la idea de evaluación estratégica ambiental del plan maestro y el fortalecimiento de planes comparativos, la consideración ambiental y social desde su etapa inicial es un punto importante de los lineamientos básicos. Especialmente en el caso de las presas en realidad la inspección se lleva a cabo en una forma bastante estricta.

En el estudio de desarrollo no se realizaron los análisis y acciones que actualmente pueden ser manejados por el comité de inspección. Por lo consiguiente hay mucha inconsistencia con respecto al análisis de alternativas, y para obtener la aprobación del comité de JICA será necesaria la ejecución de un estudio adicional, aun en este caso es probable que la aprobación resulte muy complicada.

Con respecto a la construcción de la presa y en vista de que hay muchos ejemplos de impacto ambiental y de reubicación involuntaria de los pobladores, últimamente a nivel mundial se le ha dado mucha importancia por lo cual es necesario prestarle la debida importancia. Para responder a las voces de protesta por las grandes presas, en el mes de Mayo de 1998 por medio del Banco Mundial y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) se estableció la Comisión Mundial de Presas (WCD). La comisión está formada por gran cantidad de representantes interesados de instituciones gubernamentales, ONG, usuarios de las presas, ciudadanos vinculados con las raíces de la sociedad, empresas, universidades, industriales, consultores, etc. La comisión tiene la autoridad para el análisis de la efectividad del desarrollo de grandes presas, estudio de alternativas de desarrollo de fuentes de agua y de energía, y elaboración de planes tentativos de presas, diseño, evaluación, construcción, operación, estándares, normas, y guías.

La WCD llevó a cabo un estudio de opinión pública de 2 años de duración sobre [Presas y Desarrollo: Nuevo Plan General para la Determinación de Intenciones], cuyo informe final fue presentado en el mes de Noviembre del año 2000, y con la participación de personas ilustres de todo el mundo, organismos cooperantes, ONG y otros. En el proceso de elaboración de dicho informe se implementaron una serie de casos de estudio y discusiones regionales, lo mismo que revisiones por tema, en el informe se presentan sugerencias sobre criterios que se deben tomar en cuenta respecto a la planificación de presas. Asimismo, también existen bastantes organizaciones ONG que están vigilando el programa de presas o realizando movimientos de protesta con relación a un proyecto individual de presa o de una

cuenca individual. En lo referente a las condiciones estrictas que caracterizan a esos proyectos, los planes y la construcción de presas, se debe tener un cuidado muy meticuloso.

En este capítulo se mantienen las explicaciones de referencia anteriores, sin embargo en el capítulo 10 de conclusiones y recomendaciones, se describe en forma detallada los elementos de decisión de este problema importante.

CAPITULO No. 10

Resultados del Análisis de la Necesidad y Adaptabilidad de la Ejecución de la Cooperación Financiera No Reembolsable

10.1 Acciones Sobre el Contenido de la Solicitud Presentada

El contenido de la solicitud comprende 3 puntos, la presa, la expansión de la planta de tratamiento, y la excavación dentro de la zona del embalse. De estos, sobre la expansión de la planta de tratamiento y la excavación del embalse se presentan las siguientes consideraciones.

- Respecto a la expansión de la planta de tratamiento la solicitud del SANAA está basada en la propuesta del estudio de desarrollo. La necesidad de expansión de esta ocasión se revisó en base a la situación actual, tal como se describe en el capítulo 5. Como resultado se llegó a la conclusión de que dicha expansión no es necesaria.
- Respecto a la excavación dentro de la zona del embalse, no se considera congruente con la cooperación financiera no reembolsable por las siguientes razones.
 - Por lo general la cooperación financiera no reembolsable debe realizarse de tal manera que los resultados sean claramente tangibles a la vista de los habitantes de ambos países.
 - La excavación dentro del cauce es un trabajo que puede ser realizado por el SANAA como una parte de las actividades de operación y mantenimiento de las instalaciones existentes.

En base a lo anterior y como proyecto de cooperación financiera no reembolsable, básicamente este se estimó de acuerdo a la propuesta de construcción de la Presa Los Laureles II del estudio de desarrollo, analizándose su adaptabilidad de ejecución. En el caso de que se avanzara al nivel del estudio de diseño básico, se debe revisar el diseño actual del caudal de inundación y de las compuertas de rebose, y según sea necesario se deben realizar modificaciones parciales, sin embargo básicamente las especificaciones que se describen a continuación están basadas en la propuesta del plan actual.

- Tipo de presa: de gravedad
- Altura de la presa: 31 m (31.3 m)
- Nivel máximo normal: 1,053 m
- Volumen bruto del embalse: 4,000,000 m³
- Volumen efectivo del embalse: 2,000,000 m³

10.2 Necesidad y Adaptabilidad del Proyecto de Emergencia Propuesto en el Estudio de Desarrollo

(1) Método de Análisis de la Necesidad y Adaptabilidad del Proyecto Propuesto

Con respecto la necesidad y adaptabilidad del proyecto de emergencia propuesto en el estudio de desarrollo, se analizaron los siguientes puntos y se llegó a una

decisión general. Los puntos siguientes son condiciones para la verificación de la necesidad y adaptabilidad del proyecto.

- ① Condición 1: que haya necesidad sobre el balance de la oferta y demanda de agua.
- ② Condición 2: que el proyecto sea prioritario para el gobierno de Honduras.
- ③ Condición 3: que tenga una alta prioridad en relación a otras alternativas.
- ④ Condición 4: que la escala del proyecto sea adecuada, suponiendo que se proceda a la ejecución de la cooperación financiera no reembolsable.
- ⑤ Condición 5: que la capacidad y sistema de organización y funcionamiento de la parte hondureña sea alta.
- ⑥ Condición 6: que se pueda obtener la licencia ambiental basada en el estudio de impacto ambiental.
- ⑦ Condición 7: que se pueda realizar con certeza y en forma armoniosa la reubicación de los pobladores y la expropiación de terrenos.
- ⑧ Condición 8: que exista capacidad por parte del SANAA para hacer frente a los gastos correspondientes.
- ⑨ Condición 9: que el embalse no pierda su función tempranamente por efecto de la sedimentación.
- ⑩ Condición 10: que se obtenga la aprobación del comité de inspección ambiental y social de JICA.

A continuación se presentan los resultados de análisis para cada uno de los temas y la decisión general. Para comprender cada una de las condiciones se describe una explicación relativamente detallada.

(2) Condición 1: Que Haya Necesidad Sobre el Balance de la Oferta y Demanda

① Explicación y Análisis de la Condición 1

Con respecto al balance de agua la necesidad del desarrollo de la fuente de agua es alta, cuyas razones se explican a continuación.

- Tal como se explicó en el capítulo 5 (Predicciones de oferta demanda y producción de agua), sobre las condiciones de oferta y demanda de agua de Tegucigalpa la oferta es notablemente insuficiente respecto a la demanda.
- En cuanto a las instalaciones de producción de agua (plantas de tratamiento de agua y pozos) en el futuro será necesaria la expansión de las mismas, sin embargo la capacidad total actualmente es insuficiente (nota: la demanda de producción de agua promedio es de 3,077 lts/s, mientras que la capacidad de producción de las instalaciones es de 2,942 lts/s aproximadamente). Básicamente las zonas de distribución y suministro de cada planta de tratamiento también están divididas y es recomendable incrementar la capacidad actual de las instalaciones para cada zona. En la época de lluvia especialmente que hay exceso de agua, se podría alcanzar un incremento en la producción por medio de la expansión de las instalaciones. Actualmente en las plantas de tratamiento de Concepción y Los Laureles se están ejecutando la expansión de 300 lts/s y finalización de expansión de 100 lts/s, y también se encuentra en proceso de desarrollo 380 lts/s de agua subterránea, una vez completados se contará con una producción de 3,722 lts/s =

(2,942 lts/s + 300 lts/s + 38lts/s). Por lo consiguiente con respecto a la capacidad total de las instalaciones existe un promedio de 20% de superávit sobre la capacidad de producción necesaria actualmente. Sin embargo, en vista de que se espera que la demanda de agua se incremente de un 3 ~ 3.4% después de varios años la capacidad de las instalaciones será insuficiente.

- Comparado con la capacidad de las instalaciones, existe una gran deficiencia en la capacidad de suministro de la fuente de agua. La situación es crítica especialmente en la época de verano, actualmente la producción promedio de verano es de solamente 1,642 lts/s. Es decir que la fuente de agua solamente puede producir un 50% de la capacidad de las instalaciones y de la producción necesaria. En la actualidad entre las fuentes de agua en proceso de desarrollo están, el desarrollo de 380 lts/s de agua subterránea ya mencionados, y el desarrollo de 100 lts/s por aumento de la capacidad del embalse de Concepción mediante la instalación de compuertas de rebose. No obstante, después de varios años el suministro se reducirá a un 70% sobre lo cual todavía existirá un déficit de 30%. Y además no se podrá tomar ninguna acción respecto al aumento de la demanda en el futuro.

② Conclusiones de la Condición 1

De conformidad con las consideraciones anteriores se verificó que no hay impedimento para la implementación de la condición 1.

(3) Condición 2: que el proyecto sea prioritario para el gobierno de Honduras

① Explicación y Análisis de la Condición 2

Este proyecto puede ser considerado como uno de los proyectos prioritarios del gobierno de Honduras, por las razones siguientes.

- Por ser un proyecto de mejoramiento del sistema de agua potable en Honduras, se ha reconocido que es una propuesta importante. El proyecto está dentro de los programas previstos por el SANAA, habiéndose confirmado la petición de su ejecución mediante discusiones con la presidencia de la república y con SETCO.
- Hasta ahora el SANAA, que es la institución ejecutora, ha respondido en forma oportuna a los tantos requerimientos que se han presentado desde la oficina central de JICA. Asimismo, también en esta ocasión dentro del período de estadía de la misión de estudio preliminar se hicieron las provisiones necesarias para la asignación de contrapartes, poniendo todo su empeño para la obtención de todas las informaciones y documentación que les fue solicitada. De igual manera se recibió la colaboración muy activa para las inspecciones en días no laborables. Se espera que el SANAA exprese su gran expectativa por la realización del proyecto.

② Conclusiones de la Condición 2

De conformidad con las consideraciones anteriores se verificó que no hay impedimento para la implementación de la condición 2.

(4) Condición 3: que tenga una alta prioridad en relación a otras alternativas

① Explicación y Análisis de la Condición 3

En cuanto a la necesidad de construcción del proyecto de la presa Los Laureles II es necesario examinar el grado de prioridad de otras alternativas, sin embargo no es tan sencillo tomar una decisión al respecto. En el estudio de desarrollo existían las siguientes limitaciones en relación a otras alternativas.

- Se ha realizado una comparación de costos contra beneficios solamente, no se ha realizado un análisis comparativo de impacto ambiental, ni de impacto social.
- Debido a que en el plan maestro está dada la condición de asegurar el suministro de agua correspondiente a la demanda del año meta 2015, son pocas las opciones de desarrollo que se han analizado como alternativas.

Por lo consiguiente de acuerdo al estudio de desarrollo únicamente, el análisis de prioridades es complicado con respecto a la comparación con muchas alternativas.

En el estudio de desarrollo se ha realizado un análisis ligero de las aguas subterráneas, dando como resultado que se debe desarrollar este recurso pero existe la posibilidad de un bajo potencial para el desarrollo de agua potable de uso público a gran escala.

Sin embargo, posteriormente se ha continuado con el desarrollo de aguas subterráneas en direcciones diferentes a los resultados de análisis del estudio de desarrollo. El proyecto de desarrollo de aguas subterráneas que está implementando el SANAA y que se continuará expandiendo en el futuro es de gran escala. O sea que el desarrollo de aguas subterráneas no se estimó concretamente como alternativa en el estudio de desarrollo, por lo cual también se considera importante para el futuro.

Por lo consiguiente el desarrollo de aguas subterráneas se debe analizar como una alternativa muy promisoría. En el capítulo 7 se presenta un análisis resumido de la comparación del presente proyecto de la Presa Los Laureles II con el desarrollo de aguas subterráneas. Resulta difícil tomar una decisión sobre las conclusiones de un análisis general, y por ser una alternativa prometedora se debe realizar un estudio detallado para verificar la posibilidad de obtener un caudal estable. De acuerdo a un estudio corto realizado, es posible el desarrollo de un volumen apropiado, y con respecto al costo es más atractivo que la Presa Los Laureles II. Sin embargo es necesario considerar las condiciones de otros donantes que ya están involucrados en el desarrollo de aguas subterráneas.

Por parte del SANAA en el plan futuro del año meta del 2030 existen muchas alternativas de desarrollo de fuentes de agua, sin embargo no se ha realizado todavía un estudio de análisis comparativo que indique claramente el grado de

prioridad en relación a todas las alternativas. Se han llevado estudios limitados a algunas alternativas, pero no es suficiente como análisis comparativo de alternativas a nivel integrado. Por ejemplo, en el estudio realizado en el año 2004 por la empresa SOGREAH sobre el proyecto de suministro de agua y ambiente para Tegucigalpa, se analizaron las alternativas de, la Presa El Hombre, la Presa Sabacuante y la Presa Nacaome, sin embargo dentro del estudio de diseño de la Presa Guacerique II aparentemente también se realizaron análisis de varias alternativas a manera de referencia. En ese momento la Presa Guacerique II era considerada el proyecto más fuerte y el de mayor prioridad, se hicieron los preparativos de la oficina del sitio, después de varios meses la situación se complicó y en la actualidad básicamente se ha eliminado de los programa futuros.

Originalmente como alternativas aparte de las medidas de control de fugas, mejoramiento del sistema de control, mejoramiento de las instalaciones existentes de suministro de agua, se consideró la ejecución de un estudio integrado, sobre lo cual únicamente se ha realizado un estudio individual. Como soporte a lo anterior en primer lugar se requiere por parte del SANAA la formación de un sistema organizacional que pueda analizar o manejar un estudio integral. No están claros los detalles de las informaciones recibidas después de haber ejecutado la Fase I del estudio en el sitio, sin embargo se describe la propuesta del establecimiento de la oficina del plan maestro dentro de la organización del SANAA y como organismo asesor de CONASA teniendo como objetivo principal el manejo del problema del agua de Tegucigalpa.

② Conclusiones de la Condición 3

En base a los resultados del análisis anterior y tomando como referencia los estudios y documentos adquiridos hasta la fecha, resulta complicado tomar una decisión clara y concreta sobre la prioridad del presente proyecto sobre las otras alternativas. Por lo consiguiente sobre la condición 3 no se puede confirmar en este momento si existirá algún tipo de restricción, para la confirmación correspondiente se estima que es necesario implementar un estudio adicional y realizar un análisis comparativo recíproco.

(5) Condición 4: que la escala del proyecto sea adecuada, suponiendo que se proceda la ejecución de la cooperación financiera no reembolsable

① Explicación y Análisis de la Condición 4

La asistencia financiera recibida de varios países como España, Italia, Francia es a base de préstamo, las últimas asistencias de Japón no son tipo financiamiento sino cooperación financiera no reembolsable. Esto se debe a que la deuda por préstamo en yenes de Honduras ante JBIC y la deuda comercial de 46,500,000,000 yenes es sujeta del mecanismo de alivio de la deuda. Asimismo, este monto se deberá utilizar en el fondo de reducción de la pobreza como una medida de solución, sin embargo es difícil utilizar estos fondos en proyectos de infraestructura. En este sentido el único procedimiento viable para la ejecución del presente proyecto es mediante la cooperación financiera no reembolsable de nuestro país.

En el estudio preliminar actual se esta realizando nuevamente el estimado de costos del proyecto de la Presa Los Laureles II.

El estimado de costos realizado por medio del estudio de desarrollo en el año 2000 está desfasado por haber transcurrido ya 5 años, por lo cual la estimación fue realizada en base a los procedimientos de cálculo que incluyen la revisión de los costos unitarios y los cambios de las condiciones de cálculo que se podrían utilizar en el estudio de diseño básico de la cooperación financiera no reembolsable. Sin embargo existen muchas incertidumbres, el diseño es muy generalizado por lo que es necesario prestar atención al hecho de que las estimaciones se realizaron en base a una serie de suposiciones. En vista del objetivo del análisis de posibilidad de ejecución de acuerdo a la escala del proyecto, se consideran seguras las condiciones de estimación de cálculo asumidas. Esto significa que existe la posibilidad de que el costo estimado se incremente.

Los resultados de la estimación conjuntamente con el programa de trabajo son tal como se presentaron en el capítulo 8. El costo del proyecto es de la siguiente manera.

Item	Año 2000 Estudio de Desarrollo	Año 2005 Estudio Preliminar
1. Costo de construcción	18,622 (14,572)	31,054
2. Costo de diseno y supervisión	1,862 (1,457)	2,900
3. Imprevistos	1,862 (1,457)	No se ha considerado
Subtotal 1 ~ 3	22,346 (17,486)	33,954
4. Adquisicion de terrenos, indemnizaciones	2,445	No se ha hecho nueva estimacion
5. costos administrativos	931	No se ha hecho nueva estimacion
Subtotal 4 + 5	3,376	---
Total	25,722	---

Unidad: miles de dólares.

Nota: en el estudio de desarrollo se incluye la excavación del embalse, en cambio en el estudio preliminar el monto solamente considera la construcción de la presa. En el estudio de desarrollo el caso sin incluir la excavación del embalse se muestra como ().

El cálculo de costos de la cooperación financiera no reembolsable sobrepasa el costo correspondiente al estudio de desarrollo, sin embargo este incremento se fundamenta en el cambio de precios por los 5 años transcurridos, y el incremento en los costos y los ítems por las obras de concreto, obras de derivación, obras indirectas, y las obras subcontratadas.

② Conclusiones de la Condición 4

De conformidad con el análisis anterior, en este momento se considera que es muy probable la posibilidad de implementación de la condición 4. Sin embargo

desde el punto de vista de la posibilidad de ejecución en base a montos por escalas, finalmente la decisión será tomada por el gobierno de Japón.

- (6) Condición 5: que la capacidad y sistema de organización y funcionamiento de la parte hondureña sea alta

① Explicación y Análisis de la Condición 5

El SANAA que es la institución ejecutora ha realizado varios proyectos incluyendo desarrollo de fuentes de agua a base de presas y proyectos de mejoramiento del sistema de agua potable, también tiene experiencia en la ejecución de proyectos con donantes incluyendo nuestro país, y como institución ejecutora contraparte de la asistencia japonesa tiene mucha experiencia y suficiente capacidad.

② Conclusiones de la Condición 5

De conformidad con las consideraciones anteriores se verificó que no hay impedimento para la implementación de la condición 5. Sin embargo es necesario tomar en consideración los proyectos ejecutados por otros donantes o por consultores hondureños con relación a la planificación y diseño de proyectos anteriores.

- (7) Condición 6: que se pueda obtener la licencia ambiental basada en el estudio de impacto ambiental

① Explicación y Análisis de la Condición 6

Habiendo ejecutado el estudio de impacto ambiental (EIA) no se espera un efecto negativo sobre los aspectos ambiental y social, y en el caso de que ocurra algún tipo de impacto es necesario verificar las medidas que puedan mitigar suficientemente tales efectos. En base los resultados se obtiene la licencia ambiental de parte de la SERNA. En la guía de consideración ambiental y social de JICA se especifican los requerimientos ambientales y sociales que debe reunir el país receptor, de conformidad con esos requerimientos JICA verifica las medidas apropiadas tomadas por el gobierno del país receptor, y de acuerdo a esos resultados se toma la decisión correspondiente. Por lo consiguiente, para la ejecución del EIA es necesario considerar completamente los requerimientos definidos en la guía ambiental y social de JICA.

El grado de interés e importancia de los aspectos ambientales y sociales es mayor en comparación con los que tenía cuando se ejecutó el estudio de desarrollo. Los resultados del análisis del estudio ambiental y social realizado por el estudio preliminar son de la siguiente manera.

- Según los resultados del estudio ambiental y social en el sitio, el único tema importante es la reubicación y expropiación de terrenos por la construcción de la presa.
- Sin embargo esto no significa que no puedan existir otros efectos negativos. Tal como se describe en el capítulo 9 existen algunos puntos que se deben

considerar. Se estima que con la implementación de medidas de mitigación y un control ambiental apropiado no se producirá un impacto considerable.

- Sobre la situación actual de la reubicación de pobladores y la expropiación de terrenos, por parte del SANAA se está avanzando y en base al estudio realizado por una consultora italiana desde Noviembre del 2004 hasta Enero del 2005 se ha llevado a cabo un estudio parcial adicional. Como resultado (referencia capítulo 9), el grado de precisión y confiabilidad no es suficiente para la comprensión de la situación, en tal sentido será necesario en el futuro un estudio adicional para aumentar dicha confiabilidad.
- Por parte del SANAA se considera que la reubicación de pobladores y expropiación de terrenos no es fácil pero se puede realizar. Como antecedente hasta la fecha no se ha presentado ninguna protesta notoria de los pobladores, aparte de que están concientes que es un proyecto nacional urgente para el desarrollo de agua para la población. En Tegucigalpa existe un proyecto de carretera y puentes con financiamiento de otro donante que se encuentra interrumpido, sin haberse solucionado el problema de reubicación de los pobladores pobres. Existe una gran diferencia con relación al presente proyecto, sin embargo es necesario que se tenga conocimiento de esta situación como referencia.
- En el caso de la reubicación de los pobladores y la expropiación de tierras es muy importante obtener el consentimiento y la colaboración de los pobladores, sin embargo el punto es que todavía no se ha asegurado el presupuesto suficiente para realizar estas dos importantes acciones, la reubicación de los pobladores y la expropiación de terrenos. Por parte del SANAA en el caso de dar inicio a los trámites de reubicación y expropiación se ha estimado un período necesario de 10 meses.
- Con respecto a lo anteriormente expuesto, existen 43 dueños de propiedades objetos de la reubicación y expropiación de terrenos hasta la elevación de 1,055 metros (el número de casas es de 57), mientras que con respecto a la elevación de 1,060 metros el número aumenta a 128 dueños. Por lo consiguiente en el caso de una presa de una escala de elevación arriba de 1,055 m no solamente se tendrá que considerar la negociación por las reubicaciones correspondientes, sino que también la complicada situación de reserva del alto presupuesto que se necesitará.
- Simultáneamente, tomando en cuenta que este proyecto está clasificado en la categoría 3 de acuerdo a la ley ambiental de Honduras, para la ejecución del proyecto es obligatorio la obtención de la licencia ambiental por medio de la ejecución del estudio de evaluación del impacto ambiental EIA.
- La ejecución del estudio de impacto ambiental necesario para la obtención de la licencia ambiental puede realizarse perfectamente por medio de consultores locales. A nivel mundial y también a nivel de JICA los parámetros de requerimientos de los aspectos ambientales y sociales han aumentado, es por eso que para mejorar la calidad del informe es recomendable la apropiada asistencia de parte de consultores locales.

② Conclusiones de la Condición 6

Con respecto a los efectos negativos de los aspectos ambientales y sociales los resultados se conocerán hasta después de la ejecución del estudio de evaluación de impacto ambiental, sin embargo aparte de la reubicación de los pobladores y la expropiación de terrenos es probable que no se produzca un efecto considerable en vista de las medidas de mitigación. Asimismo, en la inspección del EIA de la SERNA generalmente a este problema se le da la importancia debida por lo consiguiente casi no habrá ningún impedimento. En cuanto a la reubicación de pobladores y expropiación de tierras, en la medida en que el SANAA haga la planificación necesaria asumiendo su responsabilidad y mostrando una acción definida, lo más probable es que no exista ningún impedimento para la autorización de la licencia.

Por lo consiguiente se estima que para el SANAA no representa ninguna dificultad el estudio de EIA y la obtención de la licencia ambiental, aunque será necesaria la asistencia y verificación correspondientes de parte de JICA para que el contenido del estudio sea completamente apropiado. Por lo tanto, básicamente no existirá ningún impedimento para la implementación de la condición 6.

- (8) Condición 7: que se pueda realizar con certeza y en forma armoniosa la reubicación de los pobladores y la expropiación de terrenos

① Explicación y Análisis de la Condición 7

Esta condición también tiene relación con los temas de la condición 6, sin embargo aun en el caso de que se obtenga la licencia ambiental un punto importante será la implementación de otra evaluación por parte de JICA. Es necesaria la reubicación de pobladores y expropiación de terrenos hasta una elevación de 1,055 m o mayor, considerando una tolerancia amplia por las zonas inundadas y dependiendo de las condiciones del sitio. Los resultados de estudios realizados hasta la fecha sobre reubicación de pobladores y expropiación de terrenos, y el ejemplo sobre la construcción de la presa Concepción, además de las estimaciones del SANAA respecto a los procedimientos y período de reubicación se explica en el capítulo 9. Asimismo dentro del análisis ambiental y social de la condición 6 también se presenta de manera general un tema sobre ambiente.

② Conclusiones de la Condición 7

Con respecto a la reubicación de pobladores y expropiación de terrenos el SANAA puede llevar a cabo esta actividad, sin embargo existen muchos casos de dificultades que se han presentado tanto en Honduras como en otros países, como ser la dificultad de negociación con los pobladores y la reserva del presupuesto necesario. De igual manera la siguiente condición 8 puede tener

alguna limitación ya que también tiene relación con el problema de la reserva de presupuesto.

No obstante en la medida en que el SANAA haga las todas las provisiones necesarias y asumiendo que no habrá un impedimento absoluto, la realidad es que esta es una condición que presenta incertidumbre.

- (9) Condición 8: que exista capacidad por parte del SANAA para hacer frente a los gastos correspondientes

① Explicación y Análisis de la Condición 8

Todas las obras de infraestructura relacionadas con las zonas inundadas como ser la reubicación y construcción de, carreteras, puentes, y sistemas de agua potable estarán a cargo del SANAA. Asimismo es necesario confirmar la factibilidad de los alcances de financiamiento por parte del gobierno de Honduras respecto a los gastos de operación y mantenimiento. Tal como se explica en el capítulo 9, en los gastos de operación y mantenimiento también se incluye los gastos continuos a largo plazo necesarios para la remoción de los sedimentos que ingresan al embalse.

② Conclusiones de la Condición 8

Se considera que no es fácil la reserva de los fondos necesarios para la reubicación y construcción de obras de infraestructura incluyendo los gastos de operación y mantenimiento que estarán a cargo del SANAA (parte hondureña), aun en el caso de que JICA aporte la donación de las obras principales. Sin embargo, si el SANAA pudiera hacerse cargo realmente de tales gastos no existiría ningún impedimento sobre esta condición.

- (10) Condición 9: que el embalse no pierda su función tempranamente por efecto de la sedimentación

① Explicación y Análisis de la Condición 9

Explicación de la Importancia del Problema de la Sedimentación

El problema surgido respecto a la propuesta de la ejecución del proyecto de la Presa Los Laureles II es también lo relacionado con la sedimentación del embalse. Es decir, asumiendo que es incierta la construcción de la Presa Quebramontes aguas arriba y que fue estimada en el estudio de desarrollo, el flujo de sedimentos hacia la Presa Los Laureles II se incrementaría notablemente, en ese caso el cálculo del volumen efectivo del embalse estimado en 50 años disminuiría más tempranamente y ya no se alcanzaría la funcionalidad programada. En este caso se perdería la aplicabilidad como proyecto.

Comentarios sobre la Estimación del Volumen de Sedimentos

La estimación del volumen de sedimentos es un tema importante que fue analizado en el capítulo 6 obteniéndose los siguientes resultados.

- ① En el estudio de desarrollo se determinó un volumen específico de sedimentos de $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$, considerado adecuado para la época del estudio de desarrollo.
- ② En vista del error existente entre el programa de operaciones de tomas de agua de acuerdo a la curva H – V del embalse de la presa existente Los Laureles y la fluctuación real del embalse, en el año 2001 el SANAA corrigió dicha curva y desde entonces la está usando. Usando esta curva el volumen específico del embalse resulta ser de $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$.

Con respecto al volumen estimado arriba y como resultado del análisis comparativo correspondiente se adoptó el valor de $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$.

- ① Según el estudio de desarrollo de JICA, el error entre la curva de volúmenes del embalse elaborada después de la construcción de la presa en el año de 1974 y la curva elaborada en base a datos de levantamiento topográfico del año 2000, es de $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ durante los 36 años del embalse. Respecto al método del levantamiento topográfico se hicieron mediciones de profundidad del nivel de agua hacia abajo, y por medio de fotografías aéreas para la topografía arriba del nivel de agua, y mediante la combinación de ambos se elaboró el plano topográfico de la zona del embalse. Resulta complicado verificar el grado de precisión de la curva del año 1974 y de la topografía del estudio de desarrollo, en consecuencia se adoptó el valor de $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ en base a procedimiento general.
- ② Con respecto a las preguntas de JICA sobre la curva corregida el SANAA presentó la explicación respectiva, sin embargo no se pudo confirmar la confiabilidad de dicha curva corregida, por las siguientes razones.

En la curva corregida del SANAA no se consideran los caudales de entrada ni las pérdidas por evaporación por lo cual la precisión es deficiente. Por ejemplo, según verificación de la curva del embalse el caudal de entrada promedio por un período de 8 meses desde Noviembre hasta inicios de Junio fue de $0.34 \text{ m}^3/\text{s}$ sobrepasando los $5,000,000 \text{ m}^3$ en forma acumulada. Sin embargo tal como lo explica el SANAA en realidad el caso de inexistencia de caudal de entrada se refiere a una situación de que cantidad de agua se ha evaporado del embalse existente y que cantidad se ha perdido por la cimentación de la presa. La cantidad casi inexistente de caudal de entrada se debe a las tomas de agua de los batallones y las tomas para uso agrícola, por lo cual en algún momento se pudo dar esa situación pero es muy difícil pensar en 8 meses. De cualquier manera, es necesario realizar un cálculo de balance de agua que considere tanto las entradas de caudal como las pérdidas. No obstante la revisión en base a un volumen constante es muy difícil de realizar únicamente con las informaciones existentes.

El volumen de $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ significa que después de 17 años el volumen de diseño estará completamente lleno, sin embargo aun en el caso de $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{año}$ el llenado demoraría 32 años, pero en cualquier caso es necesario

tener en cuenta que para los 50 años programados no tendrá la capacidad suficiente.

Remoción de los Sedimentos por Parte de SANAA

Sobre este asunto es necesario considerar básicamente los puntos de vista técnico, financiero y ambiental.

Desde el punto de vista técnico tomando en cuenta que la remoción de sedimentos se realizará aguas arriba del embalse principalmente, no se prevé ningún tipo de dificultad. Sin embargo el trabajo de remoción de sedimentos como premisa para la planificación del embalse es complicado reconocerlo técnicamente, principalmente por las siguientes razones.

- ① En el estudio de desarrollo se ha planificado una estructura de retención de sedimentos aguas arriba del embalse. Pero con relación a la cantidad que se depositará en esta estructura y la cantidad que será evacuada no se ha considerado que el flujo de sedimentos se reducirá. Al final se ha considerado una medida de seguridad de flujo de sedimentos mayor al estimado.
- ② El flujo de sedimentos no es una cantidad constante cada año sino que fluctúa. En general cuando se presenta una inundación el efecto de la sedimentación es muy grande, afecta las acciones de desarrollo aguas arriba y también influye sobre los desprendimientos de tierra. Por lo consiguiente aun manejando una cantidad de evacuación constante anual esto no será de mucho beneficio.
- ③ En la última versión de las normas técnicas japonesas de ríos y sabo (planificación) del año 2005, se describe que se toma como estándar un volumen estimado de sedimentación de 100 años, sin embargo el vertedero como estructura de descarga de sedimentos realiza la remoción correspondiente en forma planificada, y de esta manera por medio de una medida de solución especial se puede reducir el volumen de diseño de sedimentos. Esta medida especial se refiere a una manera de remoción segura y precisa de sedimentos, sin embargo estas son medidas semipermanentes tales como compuertas de desarenador o túnel desarenador. Es decir, en general no se considera la excavación o dragado como condición para la determinación del volumen planificado de sedimentación. Además, como una medida especial y desde el punto de vista de la operación y mantenimiento aun en países desarrollados como Japón esta situación no ha sido nada fácil. En el caso de países en vías de desarrollo se estima que la situación podría ser aun más complicada.
- ④ También existe la alternativa de construir una presa sabo para retención de sedimentos aguas arriba, pero la realidad es que no se puede verificar la efectividad y la factibilidad de realización. Sobre este particular como no se sabe si existe el sitio adecuado se debe realizar otra investigación y análisis el correspondiente. Para la reducción del volumen de sedimentos se consideran como viables la reglamentación y control del uso de la tierra en la cuenca alta, obras de control de erosión y sedimentación, y reforestación, las cuales se deben situar como medidas suplementarias.

En cuanto a los aspectos financieros y ambientales siempre y cuando exista una medida de adaptabilidad técnica se debería hacer el análisis correspondiente, sin embargo como referencia suponiendo que se analizara y se aprobara la evacuación de sedimentos por medio de la excavación es muy probable que haya limitaciones especialmente en el aspecto financiero. Al respecto se estima lo siguiente.

- ① Tomando como ejemplo la experiencia del SANAA en trabajos de remoción de sedimentos por medio de excavación del embalse, el costo es aproximadamente Lps. 50/m³ (unos 300 yenes), y aunque depende del volumen a remover por ejemplo estimando unos 45,000 m³ anuales de remoción el costo requerido sería en el orden de Lps. 2.25 millones (13.5 millones de yenes aproximadamente). Por supuesto que si hay equivocación en este estimado el monto varía, sin embargo aun en el caso de que el SANAA considere beneficioso realizar el financiamiento por 50 años consecutivamente, resultará sumamente complicado ya que no es una cantidad pequeña. De igual manera es probable que esta cantidad sea mucho mayor que la estimada y en ese caso económicamente y financieramente el monto a asignar se incrementara. Además en los países en vías de desarrollo existe inestabilidad política que impide poder asegurar fondos a largo plazo.
- ② En cuanto a la remoción de sedimentos por el fondo también será necesaria una investigación desde el punto de vista ambiental. Al momento de asegurar el sitio de botadero es necesario verificar que no se vaya a producir un impacto negativo por la remoción de sedimentos con respecto a la ecología natural, problemas de seguridad y restricciones de tráfico por el transporte,

② Conclusiones de la Condición 9

Tal como se expresó anteriormente la remoción de sedimentos básicamente se debería realizar tomando una medida lo más segura posible, no es recomendable un plan que dependa de la remoción de sedimentos. Especialmente en el caso de la Presa Los Laureles II en vista de que la escala es pequeña el efecto que produce la diferencia entre el valor estimado y el valor real de sedimentos es significativo comparado con otras presas.

Por lo consiguiente desde el punto de vista integrado se prevé la ocurrencia de una limitación muy importante.

(11) Condición 10: que se obtenga la aprobación del comité de inspección ambiental y social de JICA

① Explicación y Análisis de la Condición 10

De conformidad con la Guía de consideración ambiental de JICA modificada en el mes de Abril del 2004, se estableció el comité de inspección ambiental y social de JICA conformada en forma tripartita como una institución asesora. Este

comité tiene como función además de la presentación de reportes de asistencia a los asesores de JICA, brindar asesoría sobre los aspectos ambientales y sociales. JICA tiene que tomar las medidas necesarias sobre los requerimientos de los reportes de dicho comité. Dentro de estos, en la comparación de alternativas descritas en la condición 3 anterior se incluye el punto de determinar la confirmación de prioridades. En el comité se tomó en cuenta un análisis amplio sobre los aspectos ambientales y sociales.

Después de la determinación del plan maestro del estudio de desarrollo en el mes de Abril del 2004 se revisó la Guía de consideraciones ambientales y sociales de JICA, se estableció el comité de inspección ambiental habiéndose fortalecido notablemente el sistema de inspección. En la guía modificada, por medio de la participación de steck holder y la apertura de la información existe una mayor consideración ambiental y por medio de la introducción de una forma estratégica de evaluación ambiental, desde una etapa temprana los aspectos ambientales se consideran como puntos importantes para el fortalecimiento de alternativas.

De acuerdo a este punto de vista en condiciones de ejemplos similares (estudio de desarrollo del proyecto de la Presa Ayun y el proyecto de agua potable de la región metropolitana de Densapal correspondientes al reporte de la comisión de inspección ambiental), de parte de JICA se emitió el siguiente reporte.

- Con respecto al análisis de las medidas de restricción de la demanda de agua por medio del control de fugas, la reutilización del agua, la introducción de tecnología de reducción del consumo de agua y las actividades ilustrativas para restringir el uso del agua, si hubiera efecto sobre el costo se deben incluir estas medidas dentro de la alternativa.
- Se debe hacer la descripción correspondiente no solamente de los ríos sino de las vertientes y aguas subterráneas.
- Se debe analizar la adaptabilidad de la construcción de la presa y la efectividad de las alternativas en el caso de una alternativa cero sin proyecto y definiendo una alternativa de menor impacto ambiental.
- Se deben mostrar los resultados del caso de aplicar los costos estimados por las medidas ambientales y el mejoramiento de los alrededores del proyecto, comparado con el costo del agua de las alternativas.
- Se deben describir los costos de construcción, de operación y mantenimiento, y también el impacto social y ambiental incorporados en la condición seleccionada.

Con respecto a esta inspección estricta, en realidad en el caso de que la comparación de alternativas del plan maestro correspondiente al estudio de desarrollo apareciera en la guía de consideraciones ambientales de JICA, no necesariamente dicha inspección será suficiente por los siguientes puntos.

- Las alternativas de comparación son pocas, las alternativas consideradas por el SANAA no las cubre a todas.

- Se ha realizado el análisis del efecto de costos de construcción únicamente, pero no se ha realizado la evaluación del impacto ambiental. Tampoco se ha realizado el análisis de costos de operación y mantenimiento.
- No se describe el proceso de selección de alternativas ni tampoco las razones de tales selecciones.
- Muchas de las alternativas se tomaron en base a referencias de cifras de documentos existentes, sin embargo no existe la base del detalle de las estimaciones.

Sobre lo anteriormente expuesto, dentro de las acciones de la parte hondureña durante los 5 años posteriores al estudio de desarrollo no se han realizado las actividades definidas en el plan maestro, la nueva alternativa no contemplada en el plan maestro se ha estimado ligeramente y además una parte no se ha considerado para la ejecución.

② Conclusiones de la Condición 10

Si no se lleva a cabo en el futuro la comparación de alternativas será difícil estimar los resultados, sin embargo al menos en la actualidad resulta difícil la verificación de la prioridad de la presa Los Laureles II. En relación a la escala de desarrollo es posible que el costo del proyecto resulte caro, y por el aspecto ambiental y social relacionado con la reubicación de los pobladores, en este momento es muy probable que la prioridad de este proyecto se reduzca. Asimismo, en el caso de ser necesaria un estudio de análisis comparativo con esta alternativa, en un periodo corto no será posible realizar un estudio sencillo en cambio será necesario realizar de nuevo el plan maestro del estudio de desarrollo y a un nivel igual o superior.

Sobre lo anterior y para obtener la aprobación del comité de inspección de JICA es probable que se tenga que aclarar este serio problema, para lo cual también se necesita tiempo. Respecto al desarrollo de la presa especialmente, es necesario estar preparados para una inspección rigurosa. Por lo consiguiente sobre la condición 10 y desde un punto de vista integrado se estima que necesariamente se presentaran serios obstáculos o limitaciones.

(12) Sumario de los Análisis sobre la Ejecución de los Proyectos Solicitados

Procesando los resultados de las condiciones anteriores se obtiene el siguiente cuadro. En dicho cuadro la decisión sobre las marcas \square , \circ , \times , se tomó en forma integrada, sobre lo cual para referencia los detalles del contenido de los análisis se pueden verificar en los incisos (2) a (11) anteriores.

No. de Condición	Contenido de la Condición	Resultado de la Evaluación
1	Necesidad del balance entre la oferta y demanda de agua	
2	Prioridad del gobierno de Honduras	
3	Prioridad en comparación con otras alternativas	x
4	Escala del proyecto asumiendo la ejecución de la cooperación financiera no reembolsable	
5	Capacidad de organización y funcionamiento del proyecto por la parte Hondureña	
6	EIA y obtención de la licencia ambiental	
7	Reubicación de pobladores y expropiación de terrenos	
8	Asignación presupuestaria por parte del SANAA	
9	Limitación en la función del embalse por la sedimentación	x
10	Aprobación del comité ambiental de JICA	x

: significa que la condición es satisfactoria, o bien que no hay ningún impedimento

: significa que no hay certeza sobre si la condición es o no satisfactoria

x : significa que es de difícil decisión con las condiciones de información actuales

En base a los análisis de cada una de las condiciones, y como resultado de la evaluación y decisión integradas, el proyecto solicitado o sea la ejecución de la cooperación financiera no reembolsable para la construcción de la Presa Los Laureles II a este momento se considera que es imposible de realizar. En el cuadro anterior básicamente si las evaluaciones no son todas o al menos que no hubieran marcas x, la adaptabilidad es insuficiente para su ejecución. Por lo consiguiente después de un análisis integrado se estima que en este momento no se puede tomar la decisión de considerar el proyecto como de alta prioridad.

Asimismo es necesario considerar los siguientes puntos no contemplados en las condiciones anteriores.

En el estudio de desarrollo se estimó la planificación de construcción de la presa Quiebramontes, pero en la actualidad no existe ninguna esperanza al respecto. Y si en el futuro se construyera la presa Quiebramontes, en vista de que también se han desarrollado otras fuentes de agua después del estudio de desarrollo, la escala del proyecto Los Laureles II resultaría pequeña y es muy probable que su grado de necesidad disminuyera.

En base a lo anterior y tomando en cuenta que hay elementos inciertos, en este momento resulta complicado aclarar y decidir sobre todas las condiciones, y suponiendo que se tomaran las acciones necesarias para solventar esas dificultades se estima que la realización del proyecto no es apropiada. En el futuro en base a un estudio adicional y otras acciones que se tomen, es posible que se pueda cambiar la decisión anterior, sin embargo para confirmar tal situación también se requiere de mucho tiempo y en este momento no se puede emitir juicio sobre situaciones inciertas.

10.3 Propuesta Sobre la Cooperación Futura

(1) Opciones Básicas Sobre la Cooperación Futura

Tal como se indicó anteriormente, por lo pronto la ejecución del Proyecto solicitado de la Presa Los Laureles II no queda otra alternativa que dejarlo para otra ocasión en el futuro, sin embargo considerando la urgente necesidad de mejorar las condiciones del sistema de agua potable de Tegucigalpa se puede determinar un procedimiento diferente de mejoramiento para continuar la cooperación por el gobierno de Japón. En ese caso se pueden considerar los siguientes 2 casos.

Opción A: Estudio de Plan Maestro sobre el Desarrollo Integrado de fuentes de agua y Plan de abastecimiento de agua, y Estudio de Factibilidad de un Proyecto Prioritario

Opción B: Ejecución de un Proyecto de Cooperación Financiera no Reembolsable y Cooperación Técnica para Formulación de Propuesta

Como conclusión se selecciona la propuesta de la Opción B, y a continuación se muestra la explicación del contenido de cada opción y las razones por la dicha selección. No obstante, finalmente sobre la adopción de la Opción B recomendada se debe mostrar un análisis más detallado. La opción presentada aquí corresponde a la propuesta de la misión de estudio preliminar, los detalles tendrán que ser analizados en base a discusiones entre los gobiernos de ambos países.

(2) Opción A: Explicación del Estudio Integrado de Desarrollo de Fuentes de Agua y Plan de Abastecimiento de Agua

En este caso se trata de un estudio integrado que incluya el desarrollo de aguas subterráneas básicamente, sin hacer ninguna vinculación con los resultados del estudio de desarrollo y sin limitarse en los alcances de las fuentes de agua. De acuerdo al estudio de desarrollo de JICA aparte de la excavación dentro del embalse y las medidas sobre las fugas de agua, dentro de las 4 alternativas analizadas (Presa Los Laureles II, Presa Quiebramontes, Presa Sabacuante, y Presa Tatumbra) se concluyó que el desarrollo de la Presa Los Laureles II era la alternativa más prioritaria. Sin embargo, no se han considerado otras fuentes superficiales (otras aparte de las presas anteriores y obra de derivación). La baja potencialidad del desarrollo de aguas subterráneas tampoco se ha considerado. Asimismo, no necesariamente serán claras las condiciones seleccionadas sobre el proyecto objeto del estudio.

Aparte de la Presa Los Laureles II, los proyectos de desarrollo de fuentes de agua (superficiales) que el SANAA tiene programados o estimados para el futuro, se explicaron en el capítulo 3. Incluyendo dichos proyectos a continuación se presenta la lista de proyectos programados.

- Proyecto de la Presa Quiebramontes (altura 66 m, volumen efectivo del embalse 49,000,000 m³).
- Proyecto de la Presa Aguila (altura 36 m, volumen del embalse 19,000,000 m³).

- Proyecto de la Presa Sabacuante (altura 76 m, volumen del embalse 13,000,000 m³).
- Proyecto de la Presa Sabacuante (altura 45 m, volumen del embalse 2,600,000 m³).
- Proyecto de la Presa 7 Río Hombre (altura 85 m, volumen del embalse 104,000,000 m³).
- Proyecto de la Presa San Fernando (altura 95 m, volumen del embalse 4,100,000,000 m³).
- Proyecto de la Presa Ojojona (ó Estanque) (se desconocen las especificaciones básicas).
- Toma por Bombeo de la Cuenca de San Juancito.
- Derivación de la Presa Los Laureles al Embalse de Concepción.
- Proyecto de la Laguna El Pescado (altura 66 m, volumen del embalse 19,000,000 m³).
- Proyecto de la Presa Tatumbla.

Cada uno de los proyectos antes mencionados es diferente, y son los proyectos estudiados y analizados en el pasado. Sin embargo dichas propuestas de desarrollo no están a nivel de un plan maestro integrado, actualmente todas esas propuestas son complicadas. En la actualidad no se conoce el grado de prioridad de los proyectos a ejecutar. Por ejemplo posterior al estudio de desarrollo del año 2000, hasta el año 2004 el proyecto de la Presa Guacerique II era el de mayor prioridad, sin embargo ya se ha eliminado como alternativa de propuesta. Es muy probable que la causa de esto se deba a la falta de estudio y análisis integrado. Con relación a esta situación el SANAA está muy consciente y consideran como básico avanzar en el plan de ejecución una vez que se haya realizado el planteamiento del plan maestro integrado. En tal sentido actualmente el SANAA ha establecido una oficina especial encargada de la definición del plan maestro que mantenga relaciones de colaboración con otras instituciones involucradas, habiéndose iniciado ya los trámites preparativos para su funcionamiento y ejecución.

Como una alternativa de la opción 2 también se puede considerar la revisión del estudio de desarrollo que implique un plan maestro de desarrollo de fuentes de agua y plan de abastecimiento y la revisión y corrección del estudio de factibilidad del proyecto de emergencia, sin embargo no se incluyó en la opción de arriba. Como referencia para el futuro se presenta una explicación de esta propuesta.

① Contenido del Estudio de la Propuesta de Revisión del Estudio de Desarrollo

Como base de las fuentes de agua están las 4 propuestas de presas adoptadas en el estudio de desarrollo. En el estudio de desarrollo los 3 planes de presas (Presa Quiebramontes, Presa Sabacuante y Presa Tatumbla) se están aplicando tal como estaban. Asimismo, en cuanto a la Presa Los Laureles II no se ha realizado un análisis comparativo de escala del proyecto. La razón de esta situación puede ser porque la duración del estudio fue muy corta si se compara con este tipo de estudios que JICA ejecuta normalmente en un período de 1 año aproximadamente. Los planes existentes de cada uno de estos estudios se realizaron en la década de los 80, reflejándose las condiciones naturales y sociales que han cambiado y además también es necesario revisar la adaptabilidad de estos planes. En el caso de que se adopte esta opción, simultáneamente con la revisión del sitio y la escala de la

presa, es necesario hacer el cálculo no en base a meses sino que a nivel de unidades de 10 días, incluyendo la inclusión de datos actualizados de balance de agua.

② Razón de Haberse Eliminado la Propuesta Revisada del Estudio de Desarrollo de la Opción del Análisis Comparativo

No existe una respuesta a la pregunta de porque desde el inicio el estudio de desarrollo se centralizó en 4 presas. Se puede determinar la comparación de alternativas, aparte de las otras propuestas de desarrollo de presas y las medidas de restricción de demanda de agua (control de fugas, reutilización de agua, ahorro en el consumo, actividades de promoción, etc.), conversión de uso del agua incluyendo otras fuentes de agua tal como el agua subterránea y vertientes.

(3) Opción B: Explicación de la Ejecución de un Proyecto de Cooperación Financiera no Reembolsable y Cooperación Técnica para Formulación de Propuesta

Consiste en un estudio de un plan adecuado a nivel de borrador de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua. En el caso de adoptar esta opción B es muy importante la rapidez, hasta la ejecución del proyecto principalmente. Con este propósito se propone hacer la siguiente clasificación para la propuesta de una futura cooperación.

① Acciones a Corto Plazo (a ejecutar dentro de 5 años)

Cooperación de Proyectos de Formulación Finalizada (cooperación financiera no reembolsable)

- Mejoramiento de Instalaciones de Suministro de Agua para Barrios Pobres de la Ciudad Capital.

Cooperación de Proyectos Posibles de Formular en a Corto Plazo (cooperación financiera no reembolsable)

- Medidas de control de fugas, cambio de tuberías para el mejoramiento del déficit de volumen de la tubería de distribución.

Cooperación para la Formulación de Propuestas, y Definición de Planes de Desarrollo de Fuentes de Agua (Cooperación Técnica)

- Envío de Experto al SANAA.
- Estudio por medio de consultor local sobre formulación y análisis comparativo de alternativas adecuadas para la cooperación financiera no reembolsable de Japón.

② Acciones a Mediano Plazo (a ejecutar dentro de 7 años)

Mejoramiento de las Instalaciones de Conducción y Distribución,
Mejoramiento del Sistema de Abastecimiento por el Uso Efectivo de las
Facilidades Existentes

- Tubería de conducción, capacidad de las tuberías de conducción y distribución, Volumen y ubicación de los tanques de distribución ⇒ Reparación, Ampliación.
- Uso efectivo de las instalaciones existentes de fuentes de agua (ampliación del subsistema Picacho).
- Mejoramiento de la operación (cooperación técnica)

Plan de desarrollo de fuentes de agua en proceso de preparativos por el
SANAA (de ser necesario Estudio de Desarrollo ⇒ Cooperación financiera no
reembolsable).

- Tubería de conducción, capacidad de las tuberías de conducción y distribución, Volumen y ubicación de los tanques de distribución ⇒ Reparación, Ampliación.
- Uso efectivo de las instalaciones existentes de fuentes de agua (ampliación del subsistema Picacho).

Con respecto a lo anteriormente expuesto se presenta una explicación suplementaria sobre los siguientes puntos.

① Cooperación por Propuestas de Formulación Finalizada (cooperación financiera no reembolsable)

No se ha realizado ningún estudio sobre las condiciones del plan de mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para los barrios pobres, sin embargo este es uno de los proyectos prioritarios que desea realizar el SANAA. La ciudad de Tegucigalpa ha crecido por las inmigraciones y formación de asentamientos pobres que viven en condiciones de carestía de instalaciones de agua potable. Se estima que resultaría fácilmente viable la ejecución de un proyecto prioritario de cooperación financiera no reembolsable dirigido a dichas zonas pobres de la capital.

② Cooperación de una Propuesta a Formular en un Periodo Relativamente Corto (Cooperación Financiera No Reembolsable)

[Medidas de control de fugas, cambio de tuberías para el mejoramiento del déficit de volumen de la tubería de distribución]. Esta es una propuesta factible de formularse en un período de tiempo relativamente corto.

Cuando se ejecutó el estudio de desarrollo en el año 2000 la determinación del porcentaje de fugas resultó ser de 30%, y como meta para el año 2015 se determinó mejorar dicho porcentaje hasta un 25%. Asimismo de conformidad con las informaciones recibidas de parte del SANAA en el estudio preliminar, por medio del proyecto de cooperación financiera no reembolsable sobre la rehabilitación del sistema de agua potable de Tegucigalpa consistente en el mejoramiento de las tuberías de conducción y distribución terciarias entre los años 2001 y 2004, el porcentaje de fugas se mejoró en un 10%, y además por medio de las investigaciones y reparaciones llevadas a cabo por el departamento de control de fugas del SANAA el porcentaje disminuyó en un 6%, siendo en la actualidad (2005)

de 24% el porcentaje de fugas mejorado. Esto significa que el volumen de fugas estimado para el año 2000 por el SANAA era de 40%.

No obstante, al estimar la predicción de demanda de agua en base al 24% de fugas resulta una gran diferencia comparada con el valor establecido por el SANAA. Tal como se describió en el capítulo 5, corrigiendo las condiciones básicas y con un 35% de fugas se obtiene un resultado cercano a la curva de predicción estimada por el SANAA.

Si se tomara como correcto el valor de 40% de fugas del año 2000 dicho valor sería de 35% para el año 2005 con un mejoramiento de 5%, en consecuencia es necesario aclarar las expectativas de este mejoramiento con relación al proyecto de rehabilitación de la red de tuberías de Tegucigalpa y la inclusión del 5% por trabajos de mejoramiento en el departamento de control de fugas del SANAA.

Por lo consiguiente es probable que a través de la ejecución de un proyecto de mejoramiento de tuberías y suministro de equipo, similar en magnitud al proyecto de mejoramiento del sistema de agua potable de Tegucigalpa ejecutado bajo la cooperación financiera no reembolsable del Japón, se pudiera disminuir en un 5% el porcentaje de fugas. Asimismo, tomando como ejemplo el año 2005, si el porcentaje de fugas se redujera en un 5% el volumen de fugas mejorado sería de 17,356 m³/día (201 lts/s), lo cual es lo mismo que si se realizara un proyecto de desarrollo de fuente de agua de 201 lts/s, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

unidad : m³/día

Año	Volumen de agua desde los Tanques de Distribución			Total
	Distribución en tuberías	Volumen de fugas		
		porcentaje	volumen	
2005	157,942	35.00%	85,046	242,987
	157,942	30.00%	67,689	225,631
		disminución	17,356 (201lts/s)	

En vista de dificultosa situación los consumidores por el racionamiento de agua a nivel domiciliario debido al déficit de capacidad de las plantas de tratamiento, se estima que el volumen de distribución es insuficiente y el sistema no es adecuado.

Sobre los detalles de esta situación, dependiendo del grado de comprensión y grado de procesamiento y análisis de las informaciones por parte del SANAA, el contenido y período del siguiente estudio cambiarán. El plan de control de fugas también hasta cierto punto ya se está realizando por el SANAA, y se debe investigar si puede obtenerse asistencia sobre el mejoramiento de las fugas y preparar un plan preliminar modificado. Se espera que con la reducción de fugas se alcance un efecto similar al de un proyecto de desarrollo de fuente de agua.

- ③ Cooperación para la Formulación de Propuestas, y Definición de Planes de Desarrollo de Fuentes de Agua (Cooperación Técnica)

Envío de Expertos

Consiste en el envío de experto de largo plazo en forma continua o discontinua para brindar asistencia al SANAA sobre la formulación de proyectos futuros. Para que en el futuro haya continuidad de la cooperación financiera no reembolsable de nuestro país se estima que sería muy efectiva la coordinación por parte de un experto. En caso de que la oficina del SANAA pudiera elaborar y ejecutar paso a paso el plan maestro que se está analizando actualmente, se podría obtener una asistencia efectiva. Es necesario que el experto cuente con suficiente experiencia y capacidad en el manejo de desarrollo de fuentes de agua y desarrollo de proyectos de agua potable.

Medida de Corto Plazo (Ejecución de un Proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable y Cooperación Técnica para la Formulación de Propuestas

Como una aproximación de acción a corto plazo y como alternativa también se debería analizar la construcción de presas de pequeña y mediana escala. Tomando en cuenta que existen una cantidad de sitios propuestos es posible incluir el estudio de análisis de esos programas para lo cual será necesario la ejecución de un estudio de desarrollo. Y también con respecto a la Presa Los Laureles II en el mismo estudio se debería verificar de nuevo el grado de prioridad.

Para el desarrollo de presas de pequeña y mediana escala se han estimado las siguientes alternativas.

- Plan de desarrollo de mediana escala de la Presa Quiebramontes
- Plan de desarrollo de mediana escala de la Presa Sabacuante
- Plan de desarrollo de mediana escala de la Presa Tatumbla
- Otros planes de reservorios

Los 3 sitios de presas analizados en el estudio de desarrollo (Presa Quiebramontes, Presa Sabacuante, Presa Tatumbla) se presentan algunos comentarios. De estas, el sitio de la Presa Quiebramontes no está definido como un desarrollo de gran escala en el estudio de desarrollo, se supone que en el caso de ejecutarse será un proyecto de pequeña y mediana escala. En este momento no se puede evaluar las el grado de prioridad de las condiciones topográficas y geológicas de dichos sitios de presa, sobre lo cual se espera lo siguiente.

- Disminución relativa del volumen de sedimentos planificados, y al mismo tiempo que se pueda obtener un beneficio económico. Sobre esta razón se dan los siguientes 2 puntos.
 - En comparación con la cuenca promedio de la Presa Los Laureles II, en la cuenca de los sitios de esas presas no hay avance en el uso de la tierra, el area boscosa no devastada es grande, por lo que se asume que la escorrentía específica de sedimentos puede ser pequeña.
 - El area de la cuenca de los sitios de las 3 presas comparadas con el area de la Presa Los Laureles II es más pequeña, 65%, 44% y 34%. Por ejemplo para facilidad de entendimiento en el caso de que se mantenga el volumen efectivo del embalse igual al de la presa Los Laureles II (2,000,000 m³) y el volumen de flujo de sedimentos haciéndolo coincidir con el volumen de sedimentos de diseño asumido (2,000,000 m³, en el caso de la Presa Los Laureles II), operando con la misma función, si se

planifica en un sitio de cuenca pequeña de 50% de área, aun con el mismo volumen específico de sedimentos, el flujo de sedimentos programado será de 50% (10,000,000 m³). De igual manera con una presa de la misma magnitud (volumen total del embalse 40,000,000 m³) se podría incrementar en 50% el volumen efectivo del embalse.

- En comparación con el sitio de la Presa Los Laureles II, se estima que las condiciones de calidad de agua de las cuencas anteriores es relativamente buena. Si la calidad del agua es buena los costos de tratamiento se reducen.
- Es muy probable que la expropiación de terrenos y la reubicación de pobladores de la zona inundada del sitio de la Presa Los Laureles II se convierta en un problema muy serio, mientras que en los sitios de las 3 presas mencionadas casi con seguridad no se producirán este tipo de problemas.

En el estudio de desarrollo el costo de desarrollo de tales sitios es relativamente alto, y en vista de que la Presa Los Laureles II fue seleccionada como la de mayor prioridad, incluyendo la necesidad de construcción de una nueva planta de tratamiento, en cuanto a los costos probablemente haya desventaja, el análisis comparativo es muy general, por lo consiguiente valdría la pena llevar a cabo un nuevo estudio y análisis. A manera de ejemplo se presentan los siguientes puntos.

- De acuerdo al estudio de desarrollo, aparte del plan de la Presa Los Laureles II, se están aplicando y utilizando los planes preliminares propuestos en la década de 1980, posteriormente se realizaron revisiones insuficientes en base a la variación de diferentes condiciones. Por ejemplo, no se ha realizado un análisis de alternativas sobre la ubicación y escala de cada sitio de presa, y además no es suficiente las revisiones sobre el uso de la tierra y las variaciones de caudal.
 - El caudal de desarrollo unitario de cada presa se ha comparado en base a costos unitarios de construcción, sin embargo tomando en cuenta que la magnitud de la presa es diferente no es muy común hacer comparaciones simplemente en base a costos unitarios. Por ejemplo sobre la situación crítica de la falta de agua, aun en el caso de que se incremente el costo unitario el caudal de desarrollo de fuentes de agua aumenta y en este sentido es probable que se adopte la alternativa de mayor volumen desarrollado.
 - Agregando el insuficiente análisis comparativo integrado de costos, el grado de dificultad técnico, las consideraciones ambientales y sociales, es necesario un análisis desde un punto de vista diversificado de grados de dificultad, sin embargo el análisis comparativo integrado es insuficiente.
- ④ Mejoramiento del Abastecimiento de Agua por medio del Mejoramiento de las Instalaciones de Conducción y Distribución y el Uso Efectivo de las Instalaciones Existentes

Son planes a ejecutarse como nivel de referencia dentro de 7 años a mediano plazo. De ser necesario después de la ejecución del estudio de desarrollo se prosigue a la etapa de propuesta de cooperación financiera no reembolsable. Se estiman las siguientes propuestas.

- Tubería de conducción principal, capacidad de descarga de la tubería de conducción y distribución, verificación del volumen y ubicación de los tanques de distribución: reparación, ampliación.
- Uso efectivo de las instalaciones de fuentes de agua existentes (Expansión del Sub sistema Picacho)
- Mejoramiento de la operación (cooperación técnica)

Con respecto al mejoramiento del abastecimiento por medio del uso efectivo de las instalaciones existentes y el mejoramiento de las instalaciones de conducción y distribución, las tuberías de distribución pueden ser cambiadas en un corto plazo relativamente, mientras que el mejoramiento del sistema de suministro y distribución se puede realizar a mediano plazo. Por medio de una investigación de la situación real y de un estudio de definición del plan de mejoramiento se puede pasar a la etapa de ejecución. En cuanto al plan de mejoramiento de las instalaciones existentes de suministro (plantas de tratamiento, estaciones de bombeo, líneas de conducción, suministro y distribución), y en el caso de aquellas instalaciones que tengan problemas en la conducción y distribución, se debe planificar su expansión y mejoramiento. En la época lluviosa no existen problemas de desabastecimiento de agua de las fuentes, y también en la actualidad a pesar de que las plantas de tratamiento cuentan con la capacidad de producción necesaria, se producen racionamientos de agua en muchas zonas por lo cual aquí se presenta un espacio de mejoramiento de los sistemas de conducción y distribución.

En cuanto al plan de mejoramiento de desarrollo de la fuente Picacho, actualmente el subsistema Picacho está ubicado en un punto alto haciendo favorable la distribución de agua, la capacidad de tratamiento es de 900 lts/s sin embargo en vista de que la conducción desde la fuente es limitada la situación real es de una sobrada capacidad instalada de dicha planta. La fuente es del tipo de toma sin embalse, en tal sentido es recomendable realizar un estudio y análisis del incremento del volumen de conducción hacia la planta por medio del mejoramiento de las instalaciones de la fuente y de conducción. Las tuberías de conducción del subsistema Picacho se ampliaron en el año 2002 mediante la asistencia del gobierno de Francia, de un diámetro de 400 mm a 600 mm, con esta ampliación la producción de la planta se incrementó de 300 lts/s promedio anual que tenía anteriormente a 600 ~ 700 lts/s. Es probable que sea una alternativa para realizar el mismo tipo de mejoramiento.

Con respecto al mejoramiento relacionado con el control de operaciones, básicamente se puede llevar a cabo por medio de una cooperación técnica también se podría incluir el mejoramiento o reforzamiento de las instalaciones. Se debe verificar que el control de operación y mantenimiento de las instalaciones actuales de fuente de agua y de suministro sea adecuado, y de ser necesario se puede considerar la asistencia de un plan de mejoramiento. Por ejemplo tomando como referencia los volúmenes reales de producción de la planta en el pasado en relación a los caudales del río, según el balance de agua es posible producir mayor cantidad de agua tratada. Se deben usar más efectivamente la limitada fuente de agua y las instalaciones, para ello es necesario tener una idea sobre la efectividad del control y operaciones de la situación actual.

⑤ Planes de Desarrollo de Fuentes de Agua en Proceso de Trámite por parte del SANAA

A manera de ejemplo se mostraron las siguientes propuestas que corresponden a propuestas de otros donantes.

- Conducción desde la presa Los Laureles hacia la Presa Concepción.
- Desarrollo de agua subterránea.

El plan de desarrollo de aguas subterráneas ya se encuentra en proceso de desarrollo 380 lts/s mediante asistencia financiera del BCIE, y para el futuro también se tiene prevista la asistencia del BCIE, en tal sentido hay limitaciones para la cooperación japonesa. Sin embargo tal como se indicó en el capítulo 7 para implementar un desarrollo sostenido lo más recomendable es la ejecución de un estudio completo. Como resultado del estudio si se determinara un acuífero favorable y fuera posible el desarrollo en el ambiente considerado el proyecto de desarrollo se podrá realizar a un bajo costo constituyendo esta una opción prometedora. Con respecto a este proyecto futuro de desarrollo de aguas subterráneas ya se están haciendo los trámites de solicitud ante el BCIE, pero este plan está condicionado a la adquisición de este fondo.

El SANAA cuenta con un plan de conducción desde la presa Los Laureles hasta la presa Concepción, sin embargo habiendo revisado este plan y si fuera favorable se puede hacer un plan detallado y considerar la implementación de una asistencia. No obstante, en vista de que se está asumiendo la asistencia del BCIE en este momento no hay alternativa para una asistencia del gobierno de Japón.

Por lo consiguiente en lo referente a la ejecución de la cooperación sobre la formulación de las propuestas anteriores, básicamente estas estarán limitadas a aquellas propuestas que no han sido solicitadas a otros donantes o bien a propuestas canceladas que estaban en proceso de negociación.

⑥ Otra Información Suplementaria de Referencia

Ejecución del Estudio de Formulación de Proyectos

En el caso de las propuestas normales generalmente se ejecuta el estudio de formulación del proyecto seleccionando la propuesta y concentrándose en ella. Sin embargo como se mencionó anteriormente la rapidez en la ejecución del proyecto es una condición importante, dependiendo de la propuesta se clasifican de la siguiente manera.

- En el caso de que el SANAA ya haya analizado la propuesta favorable y realizado hasta cierto punto el estudio, se debe realizar el estudio preliminar y determinar los alcances del estudio.
- Especialmente de la misma manera que el caso del desarrollo de la fuente de agua, si resultara difícil proseguir a la siguiente etapa de diseño básico del proyecto se debe ejecutar el estudio de desarrollo (plan maestro M/P ó estudio de factibilidad F/S). Una vez realizada la investigación en el sitio y que se haya

seleccionado la propuesta objeto de estudio en base a la documentación existente, se debe realizar la topografía, el estudio hidrológico, luego se elabora el plan básico del sitio objeto y después de un análisis comparativo se debe seleccionar y definir la propuesta de mayor importancia.

Después de obtener los resultados del estudio a nivel de estudio de factibilidad F/S se ejecuta el estudio de diseño básico que incluye el estudio adicional en el sitio. Asimismo, posteriormente por medio de la cooperación financiera no reembolsable se ejecuta la construcción y fortalecimiento de los equipamientos. De igual manera también es posible proseguir paralelamente con algunas propuestas, y dependiendo de ellas se puede elaborar un programa flexible.

Precauciones a Tomar en el Caso de Desarrollo de Fuente de Agua por Medio de Presa

En vista de que existen varios sitios posibles de presas de pequeña y mediana escala, es posible incluir también esos planes objeto de análisis. Sin embargo es necesario prestar atención a los siguientes puntos.

- Aun en el caso de la construcción de un sitio de presa de mediana y pequeña escala, el problema es que no se sabe si el costo del proyecto estará acorde con la escala de la cooperación financiera no reembolsable.
- Es necesario empezar desde un estudio de desarrollo a escala plena que incluya la comparación de alternativas y el estudio de impacto ambiental y social, al mismo tiempo que el período de tiempo se alarga la magnitud de la aportación japonesa también se incrementa.
- Es necesario una consideración prudencial del impacto ambiental social, agregando el mismo impacto a la propuesta de comparación se lleva a cabo una comparación de alternativas siendo necesario verificar el grado de prioridad.
- Es necesario que pase la inspección del comité de inspección ambiental de JICA, y en vista de que se trata de un proyecto de presa es muy probable que se determine la ejecución de mitigar e indemnizar por medio de estudio y análisis detallados.
- Con respecto a los planes de otros embalses, es recomendable verificar si existen sitios adecuados aparte los sitios propuestos hasta ahora.
- Incluyendo los planes a largo plazo que tiene actualmente el SANAA sobre desarrollo de fuentes de agua, se deben procesar las complicadas informaciones y documentos de futuros proyectos lo cual será muy beneficioso para la planificación de estudios futuros. Sin embargo respecto a los resultados del estudio, en el caso de un desarrollo a gran escala es necesario tener presente que actualmente no se puede realizar la ejecución por medio de cooperación financiera no reembolsable.

(4) Razones de Selección de la Opción B

Se explicaron las 2 opciones A y B, sin embargo como resultado del análisis comparativo se propone la opción B como prioritaria. Las principales razones son las siguientes.

- ① Originalmente la acción integrada que debiera considerarse es la opción A, sin embargo se requiere de tiempo para el estudio y aun estableciendo un plan preliminar en este momento resulta difícil considerar una asignación de fondos de gran escala tipo préstamo, por lo consiguiente lo más probable es que no se pueda realizar la cooperación sobre el proyecto urgente seleccionado.
- ② La opción B corresponde a una propuesta considerada previamente para su formulación, la ejecución como proyecto tiene una probabilidad muy alta. Asimismo, con respecto al período de construcción si se compara con la solicitud actual de construcción de la Presa Los Laureles II, probablemente no habría mucho cambio. En el caso de la Presa Los Laureles II aun en el caso que se resolviera el rumbo del proyecto, será necesario un análisis técnico detallado sobre las etapas de diseño, lo cual implica un mayor tiempo de preparativos.