

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
REPUBLICA DE VENEZUELA

EL ESTUDIO SOBRE
EL PROGRAMA DEL MEJORAMIENTO AMBIENTAL
DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RIO TUY

INFORME FINAL

VOLUMEN 7

RESUMEN

JICA LIBRARY



J1137842 (9)

AGOSTO 1997

CTI ENGINEERING CO., LTD.
KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

SSS

JR

97-099

**AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
REPUBLICA DE VENEZUELA**

**EL ESTUDIO SOBRE
EL PROGRAMA DEL MEJORAMIENTO AMBIENTAL
DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RIO TUY**

INFORME FINAL

VOLUMEN 7

RESUMEN

AGOSTO 1997

**CTI ENGINEERING CO., LTD.
KOKUSAI KOGYO CO., LTD.**

SSS
JR
97-099

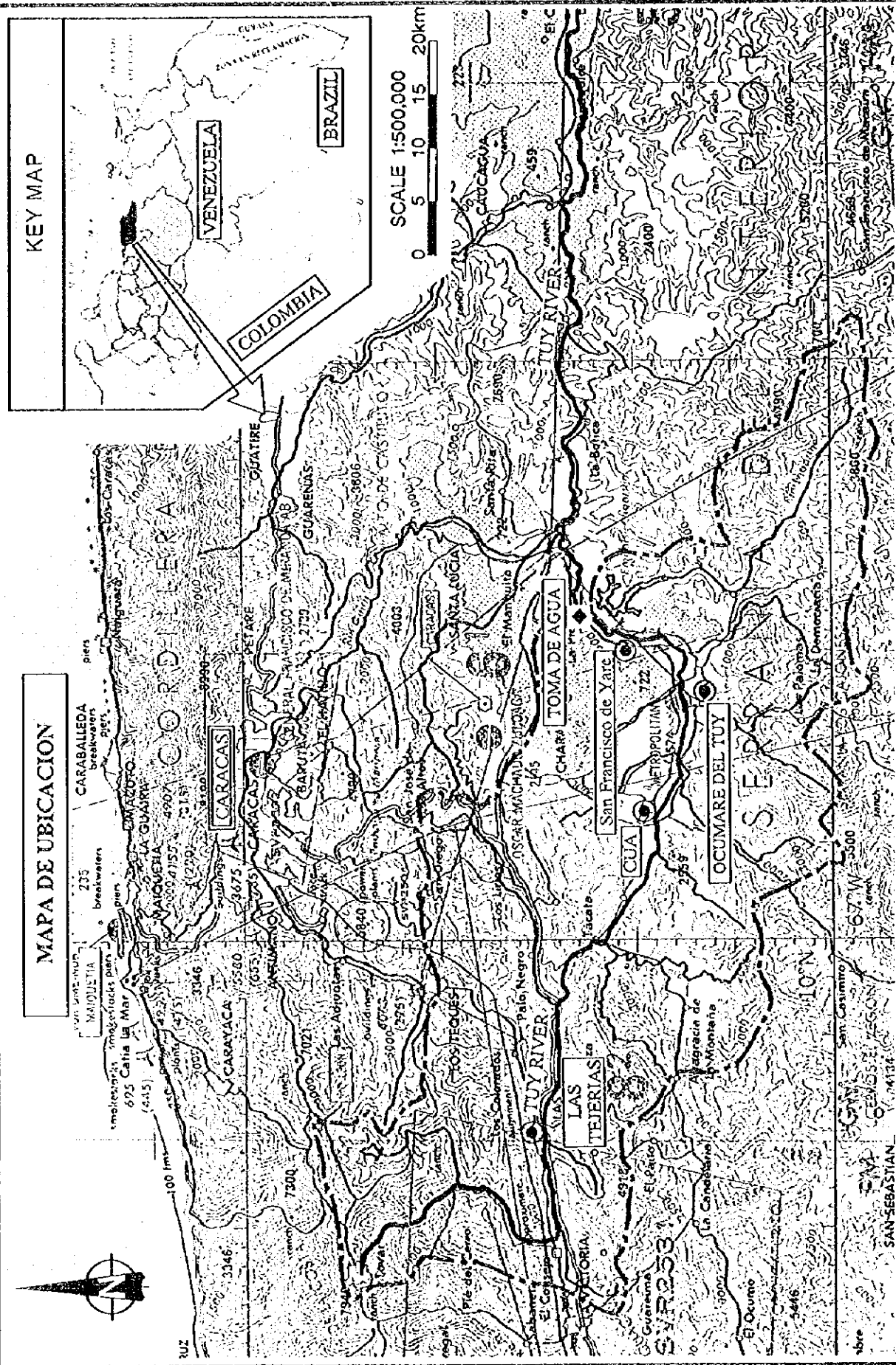


1137842 (9)

**LA ESTIMACION DEL COSTO ESTA BASADO EN EL
PRECIO DE JULIO 1996
Y EXPRESADO EN DOLARES AMERICANOS (US\$)
DE ACUERDO A LA SIGUIENTES TASAS DE CAMBIO**

US\$1.00 = Bs. 470 = ¥100.20

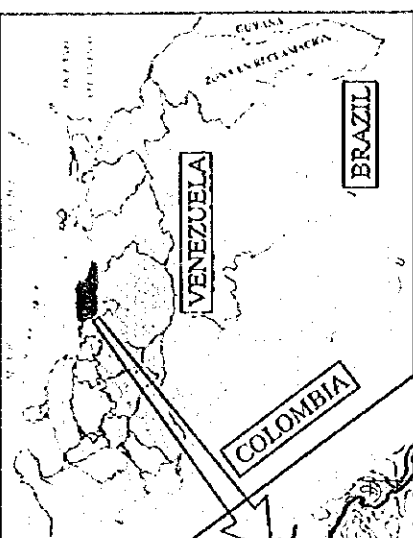
(A la fecha de Julio 16, 1996)



MAPA DE UBICACION

KEY MAP

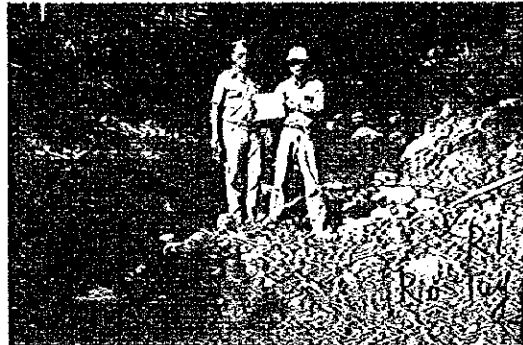
SCALE 1:500,000



SAN SEBASTIAN 14134

sheet

Water Quality Condition in Upper Stream of Tuy River



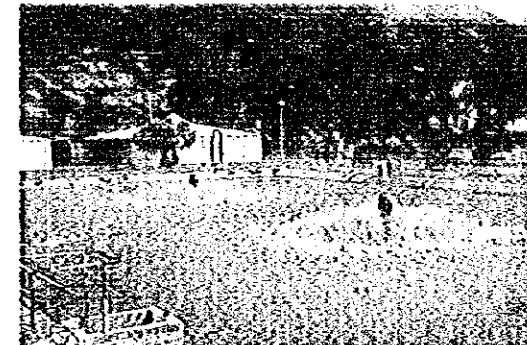
Pollution Condition Caused by Sand Quarries (Qda. Maitana)



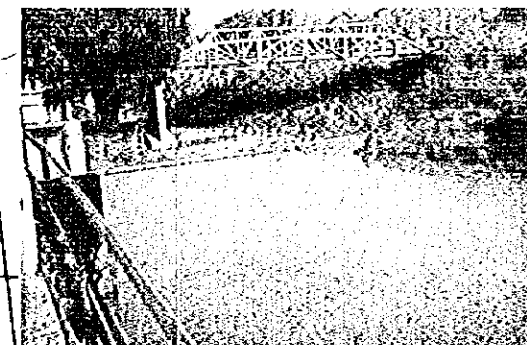
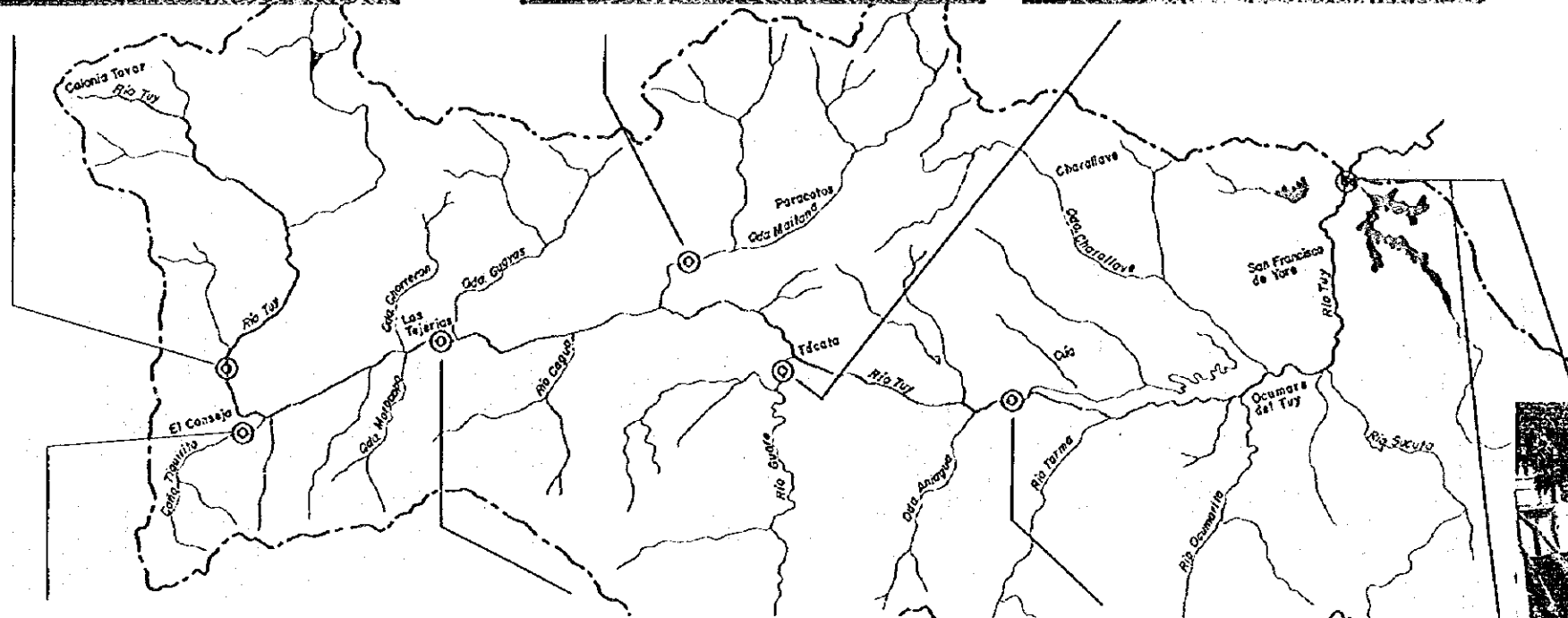
Clean Water Condition in Guare River



Treatment Plant of Food Factory



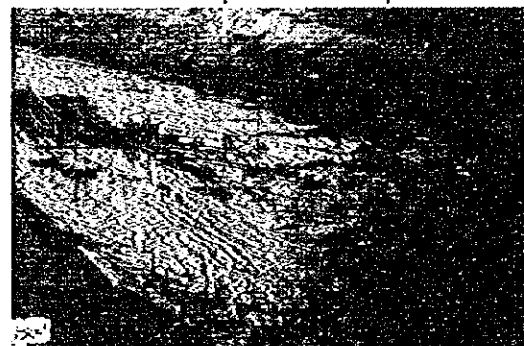
Wastewater from Factory without Treatment Plant



Pollution Condition at Water Intake Point (Toma de Agua)



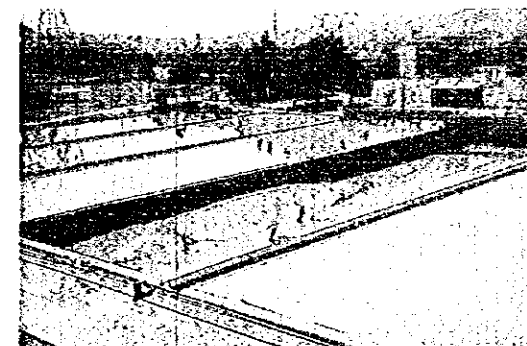
Pollution Condition Caused by Wastewater from Factory (Caño Itquirito)



Pollution Condition Caused by Wastewater from Factories and Piggeries (Las Tejerías)



Pollution Condition in Middle Stream of Tuy River



Pollution Condition at Pre-Treatment Plant

THE STUDY ON
THE ENVIRONMENTAL IMPROVEMENT PROGRAM OF THE UPPER AND MIDDLE
STREAM OF THE TUY RIVER BASIN
IN THE REPUBLIC OF VENEZUELA
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

CONDICION DE CONTAMINACION
DEL RIO TUY

PREFACIO

En respuesta a una solicitud del Gobierno de la República de Venezuela, el Gobierno del Japón ha decidido realizar el Estudio sobre el Programa de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del Río Tuy y ha encargado el Estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA ha enviado a Venezuela un equipo de estudio liderado por el Ing. Yoshiharu Matsumoto, CTI Engineering Co., Ltd., y compuesto por miembros de CTI Engineering Co., Ltd. y Kokusai Kogyo Co., Ltd., en cuatro ocasiones entre Enero, 1996 y Junio, 1997.

El equipo ha intercambiado opiniones con las autoridades respectivas del Gobierno de la República de Venezuela, y ha realizado estudios de campo en el area de estudio. Luego de retornar a Japón, el equipo ha realizado estudios adicionales y ha preparado el presente informe.

Espero que el presente informe contribuya a la promoción del proyecto y aumentar las relaciones amistosas entre nuestros dos paises.

Deseo expresar mi sinceros agradecimientos a las autoridades respectivas del Gobierno de la República Venezuela por la estrecha cooperación brindada al equipo de estudio.

Agosto 1997



KIMIO FUJITA
Presidente
Agencia de Cooperación
International del Japón

Señor Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación
Internacional del Japón
Tokyo, Japón

Agosto de 1997

Señor:


CARTA DE TRANSMISION

Tenemos el agrado de entregar el Informe Final sobre el Estudio del Programa de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del Rio Tuy, Venezuela. El informe contiene las recomendaciones y sugerencias de las autoridades involucradas del Gobierno del Japón y de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), así como también la formulación del programa de mejoramiento ambiental para el área de estudio. También son incluidos los comentarios realizados por las autoridades respectivas del Gobierno de la República de Venezuela en ocasión de las discusiones técnicas sobre el Borrador del Informe Final.

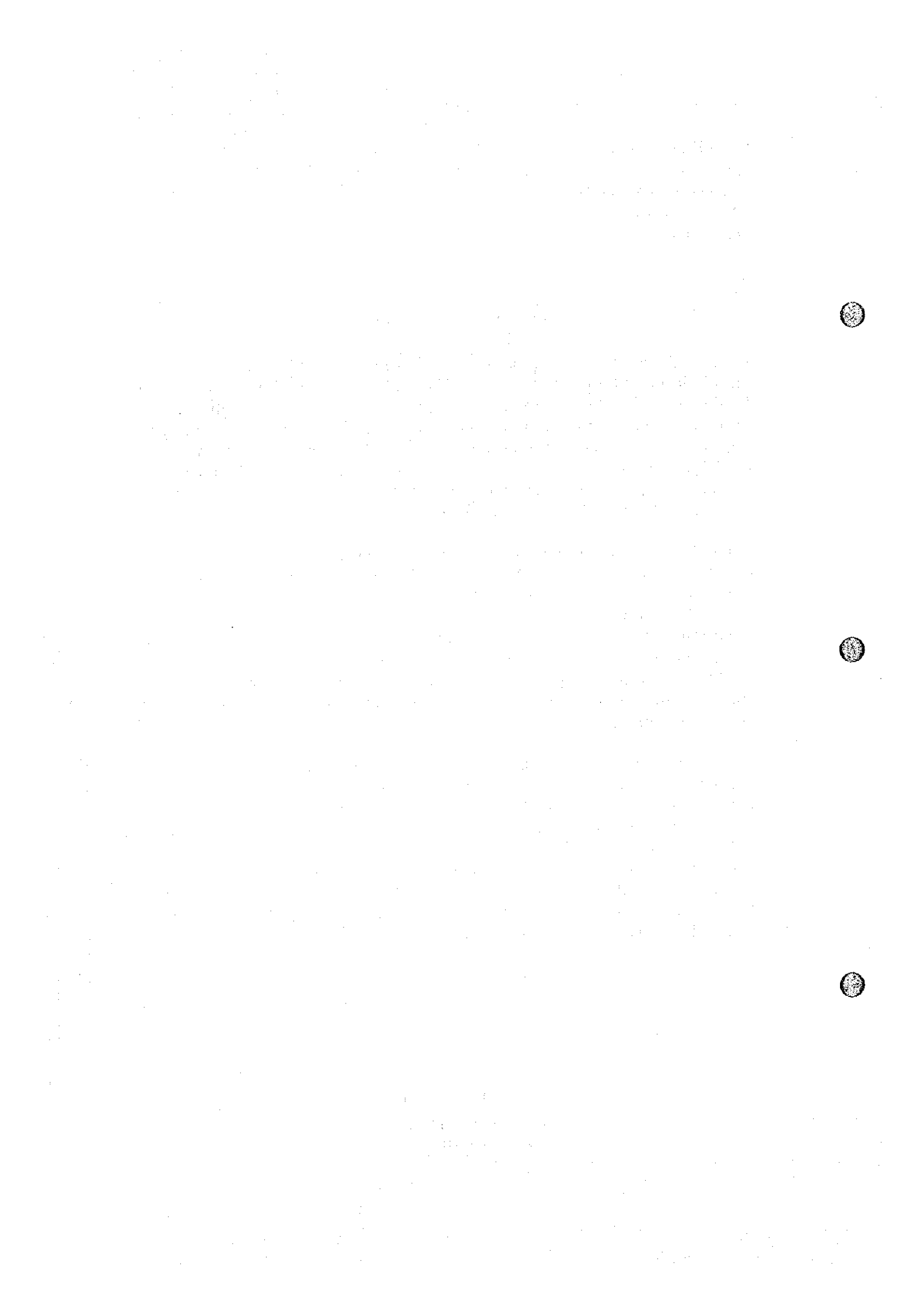
El Informe Final presenta el Plan Maestro del Programa de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del Rio Tuy a los fines de asegurar un abastecimiento de agua potable con calidad de agua aceptable y para establecer un sistema permante de control de la polución. En vista de la urgencia y de la necesidad de mejorar la condición ambiental en el área de estudio, se han seleccionados los proyectos prioritarios los cuales demostraron ser técnicamente viables y financieramente factibles. Se recomienda que el Gobierno de la República de Venezuela promueva todos los proyectos prioritarios a la siguiente fase de implementación de proyecto en la brevedad posible.

Finalmente, queremos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestra sincera gratitud al Gobierno del Japón, y en forma particular, a la JICA, al Ministerio de Relaciones Exteriores, al Ministerio de Construcción y otras oficinas involucradas. También queremos expresar nuestro profundo aprecio al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Agencia de la Cuenca del Rio Tuy, Oficina Central de Coordinación y Planificación de la Presidencia de la República (CORDIPLAN), HIDROCAPITAL y otras autoridades involucradas del Gobierno de la República de Venezuela por la estrecha cooperación y asistencia brindada al Equipo de Estudio del JICA durante el Estudio.

Sinceramente,



YOSHIHARU MATSUMOTO
Lider del Equipo
Equipo de Estudio del JICA



COMPOSICION DEL INFORME FINAL

- Volume 1:** Executive Summary
- Volume 2:** Main Report (Master Plan Study)
- Volume 3:** Main Report (Feasibility and Pre-Feasibility Study)
- Volume 4:** Supporting Report (I) (Sector A to E)
- Sector A:** Water Quality Condition and Monitoring
 - Sector B:** Existing Water Supply System
 - Sector C:** Industrial and Piggery Wastewater Treatment
 - Sector D:** Sewage Treatment
 - Sector E:** Turbid Water Treatment
- Volume 5:** Supporting Report (II) (Sector F to J)
- Sector F:** Securement of Water Quantity
 - Sector G:** Institutional Aspect
 - Sector H:** Construction Plan and Cost Estimate
 - Sector I:** Socioeconomic Condition and Project Evaluation
 - Sector J:** Environmental Aspect
- Volume 6:** Data Book
- Volume 7:** Resumen (Summary in Spanish)
- Volume 8:** Informe Principal: Estudio del Plan Maestro
(Main Report for Master Plan Study in Spanish)
- Volume 9:** Informe Principal: Estudio de Factibilidad y de Pre-Factibilidad
(Main Report for Feasibility and Pre-Feasibility Study in Spanish)



El Estudio Sobre el Programa de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del del Rio Tuy

PERFIL DEL ESTUDIO

1. Generalidades

Objetivos del Estudio

Los objetivos del estudio son:

- Formular un plan maestro para el mejoramiento de la cuenca alta y media del Rio Tuy y que consiste de dos fases, el programa a corto plazo y el programa a mediano plazo con el año meta fijado en 2010, para asegurar el abastecimiento de agua potable con calidad de agua aceptable y para establecer un sistema permanente de control de polución;
- Realizar el estudio de factibilidad para los proyectos(s) prioritarios identificados en el plan maestro; y
- Transferir la tecnología sobre métodos de planificación y experiencia al personal de contraparte.

Area de Estudio

El Area de Estudio cubre la cuenca alta y media del Rio Tuy, principalmente la parte de la cuenca entre el Consejo y el punto de captación de agua, Toma de Agua, cerca de San Antonio, con un area de aproximadamente 1,900 km².

2. Identificación de Aspectos Claves y Problemas

2.1 Calidad de Agua

Existen tres grandes grupos de contaminantes en el Area de Estudio: materiales organicos, tóxicos y materiales de turbiedad.

El nivel de la DBO proyectada en la Boca de Cagua del Rio Tuy para el año 2010 es de 2,440 mg/l, mientras que en el punto de captación, Toma de Agua, es relativamente bajo de 14 mg/l. Esto causara problemas tales como la no existencia de la vida aquatica en el rio y la suspensión de captación de agua para el abastecimiento.

Los tóxicos en el Area de Estudio estan compuestos principalmente de metales pesados. A través del analisis de calidad de agua realizado, fueron encontrados concentraciones de metales pesados que exceden al estandar Tipo 1B en 3 de los 11 lugares de muestreo a lo largo del Rio Tuy. Esta condición es estimado en aumentar en el futuro debido al incremento del número de las fabricas.

La alta turbiedad causa problemas en el punto de captación tales como suspensión en la captación y alto costo de mantenimiento por la remoción del sedimento en el pre-tratamiento, además la turbiedad ya está creando una condición ambiental desfavorable en la Cuenca del Río Tuy.

2.2 Cantidad de Agua

Los sistemas de abastecimiento de agua Tuy I, II, y III son literalmente la línea de vida para los 3.6 millones de habitantes del área metropolitana de Caracas. Las aguas del Río Tuy es considerada como el mayor recurso hídrico para los sistemas Tuy I y II, en particular en el punto de captación, Toma de Agua.

En relación a la cantidad de agua los siguientes problemas han sido identificados:

- Suspensión en la captación del agua, en Toma de Agua, debido a la pobre calidad de agua, por lo que se incrementa el uso del agua que han sido almacenados en los reservorios en la época lluviosa.
- Dependencia incrementada del fragil sistema Tuy III en la época seca como resultado de los dos problemas de arriba.

3. Selección de Metas

Las Metas han sido seleccionadas para los programas a corto y mediano plazo y son como sigue:

Programa a Corto Plazo

El año meta para el programa a corto plazo es fijado en 2003. La meta de calidad de agua en el Programa a Corto Plazo es fijado como el mejoramiento de calidad de agua en Toma de Agua (ver la tabla de abajo). Estas son metas intermedias las cuales son seleccionadas para el fin de alcanzar los objetivos del Programa a Mediano Plazo.

Item	Descripción
Punto de referencia	San Antonio (Toma de Agua)
Polución organica	DBO de 3.5 mg/l (propuesto en el Estudio)
Tóxico	Tipo 1B en Decreto No. 883
Turbiedad	920 mg/l de SS(propuesto en el Estudio)

La Meta de cantidad de agua es fijado desde dos aspectos: aspecto de demanda de agua y aspecto de estabilidad.

Item	Valor
Promedio mensual de agua asegurada de la parte alta y media de la cuenca del Río Tuy	Aprox. 4.0 m ³ /s
Captación en Toma de Agua	2.0 m ³ /s
Agua recientemente desarrollado	Aprox. 2.0 m ³ /s
Reducción en suspensión de captación en Toma de Agua:	
Debido al color y olor	De 13 a 0 día/año
Debido a alta turbiedad	De 10 a 5 días/año

Programa a Mediano Plazo

El año meta para el Programa a Mediano Plazo esta fijado en 2010. La meta de calidad de agua para el Programa a Mediano Plazo esta fijado para la parte alta y media a fin de alcanzar un ambiente favorable del rio. (ver tabla de abajo)

Cuenca	Cuenca alta	Cuenca media
Punto de referencia	Boca de Cagua	San Antonio (Toma de Agua)
Polución Organica	DBO de 60 mg/l (Criterio de descarga de agua residual al rio, en Decreto No. 883)	DBO de 3 mg/l *1 (propuesto en el Estudio)
Tóxicos	Tipo 1B en Decreto No. 883	Tipo 1B en Decreto No. 883
Turbiedad	SS de 750 mg/l Turbiedad de 250 NTU (Tipo 1B en Decreto No. 883)	SS of 750 mg/l Turbiedad de 250 NTU (Tipo 1B en Decreto No. 883)

*1: DBO de 3 mg/l es el limite para tratamiento convencional

La meta de la cantidad de agua para el Programa a Mediano Plazo es el aseguramiento de abastecimiento de agua estable para los sistemas Tuy I y II, contabilizando aproximadamente 4 m³/s consistente de 2 m³/s de captación promedio en Toma de Agua y aproximadamente 2 m³/s de agua a ser desarrollada. Esta meta es fijada porque la captación de 2 m³/s en Toma de Agua no sería mantenida si no son tomadas las medidas para el mejoramiento de la calidad de agua.

4. Formulación del Plan Maestro

4.1 Componente de Proyecto del Plan Maestro

Para alcanzar la meta del Plan Maestro consistente de dos fases; programas a corto plazo y mediano plazo, los siguientes componentes de proyecto son seleccionados:

Programa	Categoría	Componentes del Proyecto
Corto Plazo	Medidas Estructurales - Mejoramiento de la calidad de agua	Instalación de la Planta de Tratamiento en Fabricas y Cochineras (Para organicos, tóxicos y turbiedad) - Existentes y construidos recientemente Construcción de Planta de tratamiento cloacal - Ocumare del Tuy y las Tejerías Reforestación - Cuenca de Maitana

Cont.		
	- Aseguramiento de la cantidad de agua	<p>Instalación de Planta de tratamiento en fabricas (Para color/olor)</p> <p>- Existente y recientemente construidas hasta 2003</p> <p>Tanque sedimentador de arena</p> <p>Sistema de bombeo Ocumarito- Tuy III y Represa de Guare</p>
	Medidas institucionales	<p>Leyes y Reglamentos</p> <p>Organización</p> <p>Monitoreo</p> <p>Educación Publica</p> <p>Fondo Ambiental</p> <p>Cargos por Polución</p>
Mediano Plazo	Medidas Estructurales - Mejoramiento de Calidad de Agua	<p>Instalación de Planta de tratamiento en Fabricas y Cochineras (Para organicos, tóxicos y turbiedad)</p> <p>- Recientemente construidas desde 2003 a 2010</p> <p>Construcción del Sistema de Alcantarillado</p> <p>- San Francisco de Yare, El Consejo y Ocumare del Tuy</p> <p>Reforestación</p> <p>- Cuencas de Maitana y Guayas</p> <p>Tanque sedimentador de arena para los Tributarios</p> <p>- Parte alta del Río Tuy, Qda.Guayas, Qda.Maitana y Río Guare</p>
	Medidas Institucionales	<p>Leyes y Reglamentos</p> <p>Organización</p> <p>Monitoreo</p> <p>Educacion Publica</p> <p>Fondo Ambiental</p> <p>Cargo por Polución</p>

4.2 Proyectos Prioritarios para el Estudio de Factibilidad y Pre-Factibilidad

Los proyectos prioritarios han sido seleccionados para la realización del estudio de factibilidad o del estudio de pre-factibilidad. Las medidas empleadas para el Programa a corto plazo han sido seleccionados para los proyectos prioritarios a fin de alcanzar las metas del Programa a corto plazo como primer paso, la cual es adicionalmente seguido por el Programa a Mediano Plazo.

El estudio de factibilidad cubre todas las medidas estructurales para el mejoramiento de la calidad de agua y el tanque de sedimentación de arena en la captación de agua para el aseguramiento de la cantidad de agua, y todas las medidas institucionales. Por otro lado, el estudio de pre-factibilidad es realizado solamente para los proyectos de desarrollo de recursos hidricos que consiste del sistema de bombeo de Ocumarito-Tuy III y la represa de Guare.

5. Estudio de Factibilidad de Proyectos Prioritarios y Estudio de Pre-Factibilidad para los Proyectos de Desarrollo de Recursos Hídricos

5.1 Costo y Beneficio

Costo Financiero

Los costos financieros son resumidos en la siguiente tabla:

	Proyecto	Costo financiero	
		Costo inicial	Costo O&M
Estudio de Factibilidad	Instalación de Planta de tratamiento en Fabricas	(23,817)*	(1,903)
	Construcción de Tanque sedimentador de arena en la captacion	6,245	17
	Construcción de planta de tratamiento cloacal en Ocumare del Tuy	26,763	341
	Construcción de planta de tratamiento cloacal en Las Tejerias	11,368	194
	Reforestación en Areas Prioritarias	3,347	-
	Fondo Ambiental	24,017	177
	Sistema de Educación y Monitoreo	658	116
	Total	72,398	845
Pre-Factibilidad	Sistema de bombeo Ocumarito-Tuy III	9,880	1,453
	Represa de Guare	76,100	5,240
	Total	85,980	6,693

* El costo esta incluido en el Fondo Ambiental

Beneficio

En general, algunos de los beneficios esenciales que derivan de la implementación de proyectos de mejoramiento ambiental son difíciles de evaluar en términos monetarios. Aquí es presentado el beneficio de una manera descriptiva:

(1) Beneficio Directo

Como beneficio directo, los siguientes son considerados:

- El mejoramiento de la calidad de agua trae como consecuencia una mejor calidad ambiental del Río Tuy: la calidad actual del agua de color intenso y de mal olor será cambiado a un agua con menos color y olor.
- La remoción de sustancias productoras de BOD y turbiedad ayudará a decrecer el número de suspensiones en la captación debido al color, olor y turbiedad. Además ayudará a reducir los costos de operación y mantenimiento para el tratamiento del agua.
- El agua del Río Tuy puede ser usado como fuente de suministro segura con menos coliformes, cloro y metales pesados para el abastecimiento de agua del Área Metropolitana de Caracas.

- El caudal de agua del Río Tuy que no es utilizada en Toma de Agua puede aprovecharse para aumentar la capacidad de suministro de agua.
- Maximizando el uso del agua del Río Tuy se reduciría la dependencia del sistema Tuy III que tiene un alto potencial de fallas.

(2) Beneficio Indirecto

Se espera los siguientes beneficios indirectos:

- Como resultado del mejoramiento de la calidad ambiental, serán apreciados los valores del estado a lo largo del curso del río.
- Las enfermedades de origen hídrico serán reducidas.
- La cuenca del Río Tuy será apreciada desde el punto de vista turístico.
- Los valores existentes de la Cuenca del Río Tuy serán apreciados.

5.2 Evaluación Financiera

El costo total para los seis proyectos de E/F viene a ser US\$72 millones. Los componentes externos son US\$46 millones ocupando el 63% del costo total y los componentes locales son US\$ 26 millones ocupando el 37%.

Los repagos, los costos de O & M y de reposición para la "construcción de medidas estructurales vendrán de los ingresos o pagados por las agencias correspondientes o beneficiarios. El monto a ser pagado por los beneficiarios aparece ser razonable.

El MARNR cargará con el costo de las medidas institucionales que no sean la del Fondo Ambiental. La relación del pago a presupuesto será de 0.07%, y el pago anual viene a ser US\$147 miles. Esto parece no ser una obligación pesada.

Como conclusión se puede decir que serán financieramente factibles todos los seis proyectos desarrollados en este estudio como programa a corto plazo.

6. Conclusión y Recomendación

Conclusión

En este Estudio, el Plan Maestro, para asegurar un abastecimiento de agua potable con calidad de agua aceptable y establecer un sistema permanente de control de polución, fue formulado consistiendo de dos fases, el programa a corto plazo y el programa a mediano plazo teniendo como meta el año 2010.

Para facilitar la realización del Plan Maestro, fueron seleccionados proyectos prioritarios en el programa a corto plazo con el año meta de 2003 y los estudios de factibilidad de los mismos fueron examinados.

Como conclusión se han identificado que los proyectos prioritarios son técnicamente factibles y financieramente viables como un todo.

Recomendación

(1) Justificación del Plan Maestro

Considerando que el mejoramiento del Río Tuy es crucial, el Plan Maestro formulado para dicho propósito debería ser considerado como una parte del Plan Nacional de Desarrollo Venezolano.

(2) Implementación de Proyectos Prioritarios

Como se ha concluido que los proyectos prioritarios son técnicamente factibles y financieramente viables como un todo, se recomienda que los mismos sean promocionados para la siguiente fase de implementación en la mayor brevedad posible.

(3) Preparativos para el Prestamo de Fuentes Financieras Disponibles

Para la implementación de los proyectos, se necesita obtener un préstamo de una agencia financiera internacional. En este sentido, se recomienda que sea tomada la apropiada acción para el arreglo de un préstamo de una fuente financiera disponible.



**EL ESTUDIO SOBRE
EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL
DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RIO TUY**

INFORME FINAL

RESUMEN EJECUTIVO

TABLA DE CONTENIDO

MAPA DE UBICACION

(LETTER OF TRANSMITTAL)

PREFACIO

PERFIL DEL ESTUDIO

1.	Generalidades	S-1
2.	Proyección de la Línea Base de Calidad de Agua	S-2
3.	Identificación de Aspectos Claves y Problemas	S-2
	3.1 Calidad de Agua	S-2
	3.2 Cantidad de Agua	S-3
	3.3 Aspecto Institucional	S-4
4.	Selección de Metas	S-4
5.	Formulación del Plan Maestro	S-6
	5.1 Selección de Medidas Óptimas	S-6
	5.1.1 Reducción de la Polución	S-6
	5.1.2 Aseguramiento de la Cantidad de Agua	S-7
	5.1.3 Estudio sobre Medidas Organizacionales y Regulatorias	S-8
	5.1.4 Sistema de Monitoreo	S-8
	5.1.5 Estudio sobre Programa Educativo para Promover la Conciencia Pública	S-8
	5.2 Formulación del Proyecto	S-9
	5.2.1 Programa a Corto Plazo	S-9
	5.2.2 Programa a Mediano Plazo	S-10
	5.2.3 Proyectos Prioritarios para el Estudio de Factibilidad ...	S-11
	5.3 Estimación de Costo	S-11
	5.4 Evaluación Financiera del Plan Maestro	S-12
	5.5 Resumen del Plan Maestro	S-13
6.	Estudio de Factibilidad de los Proyectos Prioritarios	S-13
	6.1 Medidas Estructurales	S-13

Summary

6.1.1	Instalación de Plantas de Tratamiento en las Fabricas y Cochineras	S-13
6.1.2	Tanque Sedimentador de Arena en Toma de Agua	S-14
6.1.3	Planta de Tratamiento Cloacal	S-14
6.1.4	Reforestación	S-15
6.2	Estudio de Factibilidad para Medidas Institucionales	S-15
6.2.1	Provisión de Leyes y Reglamentos	S-15
6.2.2	Organización Propuesta para la Implementacion del Proyecto	S-15
6.2.3	Establecimiento del Sistema de Monitoreo	S-16
6.2.4	Establecimiento del Fondo Ambiental	S-16
6.2.5	Cargos por Polución (PC)	S-17
6.2.6	Establecimiento de un Programa de Educación Ambiental	S-17
7.	Evaluación del Proyecto	S-18
7.1	Efecto de Implementacion de los Proyectos Prioritarios	S-18
7.2	Costo y Beneficio	S-18
7.2.1	Costo Financiero	S-18
7.2.2	Beneficio	S-18
7.3	Evaluación Financiera	S-19
8.	Evaluación del Impacto Ambiental	S-21
9.	Estudio de Pre-factibilidad para aseguramiento de la Cantidad de Agua	S-22
9.1	Planes Sujetos a Estudio de Pre-Factibilidad	S-22
9.2	Beneficio Unitario para el Aseguramiento de la Cantidad de Agua	S-22
9.3	Resultados del Estudio de Pre-Factibilidad	S-23
10.	Conclusión y Recomendación	S-24
10.1	Conclusión	S-24
10.2	Recomendación	S-24

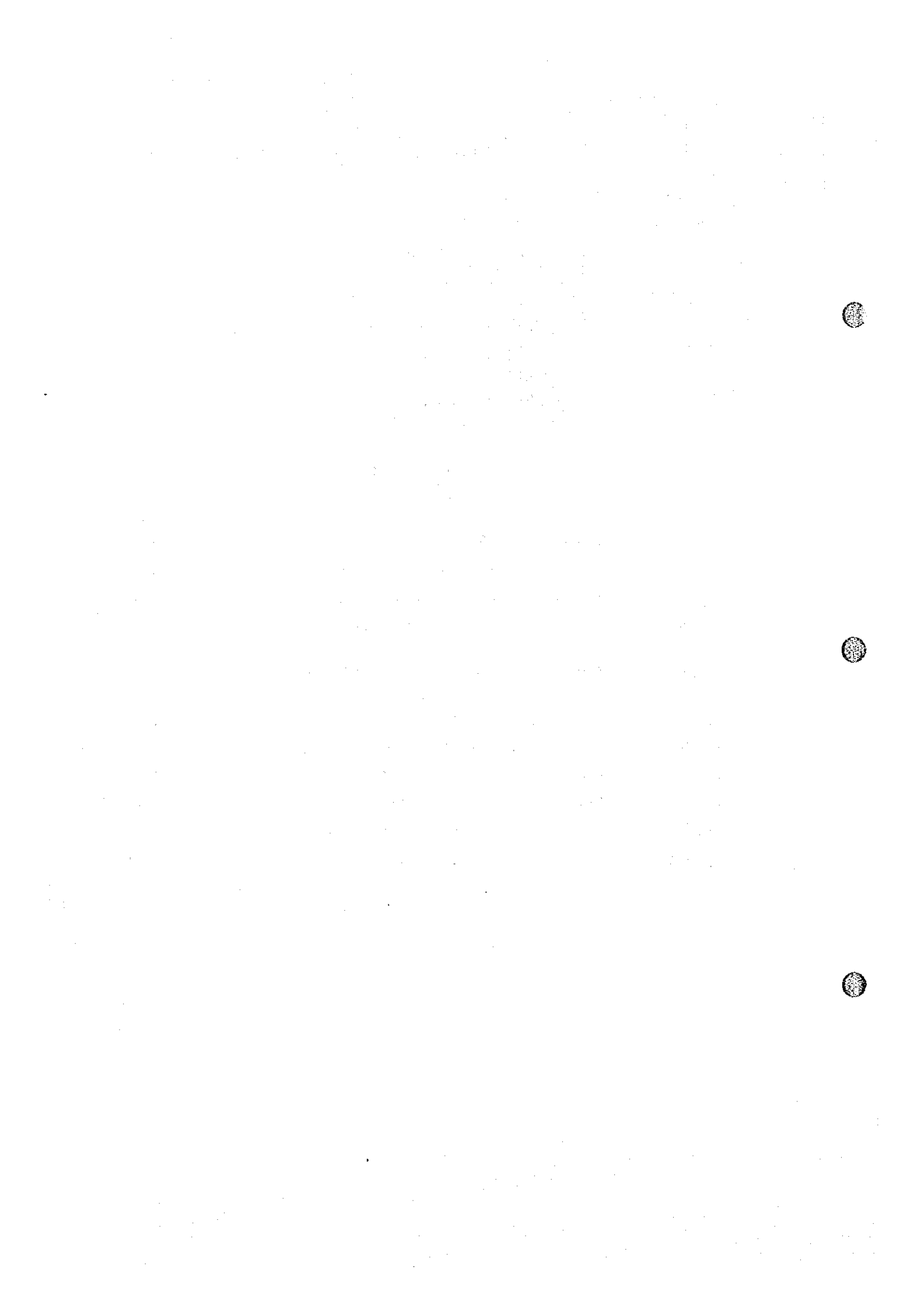
CARACTERISTICAS DE LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES DE LOS PROYECTOS PRIORITARIOS

LISTA DE TABLAS

Table S-1	Resumen de Aspectos Claves	T-1
Table S-2	Resumen del Plan Maestro	T-3
Table S-3	Plan de Gerenciamiento Ambiental (Planta de Tratamiento Cloacal)	T-5
Table S-4	Plan de Gerenciamiento Ambiental (Tanque Sedimentador de Arena)	T-6
Table S-5	Plan de Monitoreo Ambiental (Planta de Tratamiento Cloacal)	T-7
Table S-6	Plan de Monitoreo Ambiental (Tanque Sedimentador de Arena)	T-8

LISTA DE FIGURAS

Fig. S-1	Programa del Estudio.....	F-1
Fig. S-2	Ubicación de Medidas Estructurales	F-2
Fig. S-3	Programa de Implementación del Plan Maestro	F-3
Fig. S-4	Perfil del Tanque Sedimentador de Arena.....	F-4
Fig. S-5	Perfil de la Planta de Tratamiento Cloacal (Ocumare del Tuy)	F-5
Fig. S-6	Perfil de la Planta de Tratamiento Cloacal (Las Tejerías)	F-6
Fig. S-7	Sitio Objetivo de Reforestación	F-7
Fig. S-8	Organización para la Ejecución del Proyecto	F-8
Fig. S-9	Ubicación de la Estación de Monitoreo	F-9
Fig. S-10	Concepto General para la Utilización del Rio Ocumarito	F-11
Fig. S-11	Trazado del Plan de bombeo Ocumarito-Tuy III.....	F-12
Fig. S-12	Plan de la propuesta Represa Guare	F-13



1. Generalidades

Antecedentes del Estudio

La calidad de agua del Río Tuy, importante recurso hídrico para el suministro de agua al área Metropolitana de Caracas, se ha deteriorado debido a las aguas residuales provenientes de industrias, cochineras y áreas urbanas, mientras que la turbiedad es causada principalmente por la erosión de la cuenca. El sistema de abastecimiento de agua cuya operación data desde el año 1950 es anticuado y el abastecimiento de agua es seriamente afectado por el agua poluida. Para enfrentar esta situación, el Gobierno de Venezuela ha considerado mejorar la condición de abastecimiento de agua al área Metropolitana de Caracas mediante la: (1) rehabilitación del sistema actual de abastecimiento de agua y (2) mejoramiento de la calidad del agua del Río Tuy.

El Gobierno de Venezuela solicitó la asistencia técnica del Gobierno del Japón para el mejoramiento de la calidad del agua del Río Tuy, mientras que el Gobierno de Venezuela debe hacerse cargo del primer proyecto. En respuesta a la solicitud, el Gobierno del Japón decidió realizar el Estudio sobre el Programa de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del Río Tuy.

Objetivos del Estudio

Los objetivos del estudio son:

- Formular un plan maestro consistente de dos etapas: un programa a corto plazo y otro a mediano plazo para el mejoramiento ambiental de las cuencas alta y media del Río Tuy, teniendo como año meta el 2010, a fin de garantizar el suministro de agua potable de calidad aceptable y establecer un sistema permanente de control de polución.
- Realizar un estudio de factibilidad para los proyectos prioritarios identificados en el plan maestro.
- Transferir la tecnología sobre métodos de planificación y experiencias al personal contraparte.

Area de Estudio

El Area de Estudio cubre las cuencas alta y media del Río Tuy, principalmente la parte de la cuenca entre El Consejo y el sitio de captación de agua, Toma de Agua, cerca de San Antonio, con un área aproximado de 1,900 km².

Programa del Estudio

El estudio fue realizado por medio de investigaciones de campo en Venezuela y estudios de oficina en Japón conforme al programa mostrado en la Fig. S-1.

Summary

2. Proyección de la Línea Base de Calidad de Agua

La proyección de la DBO y de los SS para el año 2010 es la siguiente:

Patrón	Localización	DBO(mg/l)	SS (mg/l)
Patrón 1 (crecimiento standar)	Boca de Cagua	2,440	-
	Toma de Agua	14	1,080
Patrón 2 (alto crecimiento)	Boca de Cagua	2,776	-
	Toma de Agua	16	1,170
Patrón 3 (bajo crecimiento)	Boca de Cagua	1,794	-
	Toma de Agua	11	1,020

3. Identificación de Aspectos Claves y Problemas

3.1 Calidad de Agua

Mayores Grupos de Contaminantes

Existen tres grandes grupos de contaminantes en el Area de Estudio: materiales organicos, tóxicos, y materiales de turbiedad en el agua del rio.

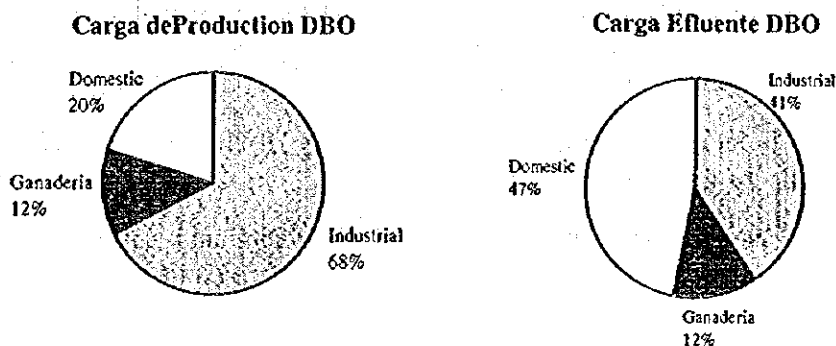
El nivel de la DBO proyectada en la Boca de Cagua del Rio Tuy para el año 2010 es de 2,440 mg/l, mientras que en el punto de captación, Toma de Agua, para el año 2010 es relativamente bajo de 14 mg/l. Esto causara problemas tales como la no existencia de la vida aquatica en el rio y la suspensión de captación de agua para el abastecimiento.

Los tóxicos en el Area de Estudio estan compuestos principalmente de metales pesados. A través del analisis de calidad de agua realizado, fueron encontrados concentraciones de metales pesados que exceden el estandar Tipo 1B en 3 de los 11 lugares de muestreo a lo largo del Rio Tuy. Esta condición es estimado en aumentar en el futuro debido al incremento del numero de fabricas.

La alta turbiedad causa problemas en el punto de captación tales como suspensión en la captación y alto costo de mantenimiento para la remoción del sedimento en el pre-tratamiento, ademas la turbiedad ya esta creando una condición ambiental desfavorable en la Cuenca del Rio Tuy.

Fuentes de Polución

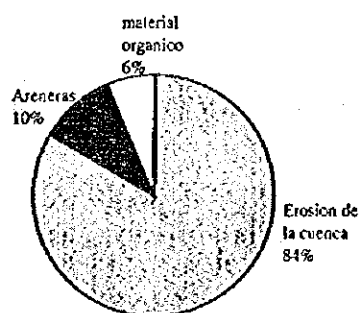
La carga de producción de polución y la carga de polución del efluente de toda la cuenca son presentada abajo. Como se presenta en esta figura, la carga del efluente de origen industrial y doméstico estan en niveles mayores, mientras que la carga de producción de las fabricas es mucho mayor que el del doméstico. Esto significa que la eficiencia de remoción en aguas residuales domísticas es muy bajo resultando en altas cargas en el efluente a pesar de la moderada carga de producción de polución.



Las fuentes de tóxicos en el Area de Estudio son las fabricas, particularmente, las que no son de alimentos. Metales pesados son encontrados en las descargas de las fabricas como ser de respuestos para automobiles, curtiembre, fabrica de grifo y textiles.

La turbiedad es discutido en términos de solidos suspendidos. Las fuentes de producción de solidos suspendidos (SS) son generalmente divididos en erosión de suelo, areneras, y contaminantes organicos de las fabricas. La composición proyectada en el año 2010 se muestra graficamente abajo.

Carga de Production SS



Esfuerzos en Marcha para el Control de Polución y Problemas Actuales

Los esfuerzos en marcha para el control de la polución y problemas actuales son resumidos por fuente de polución en la Tabla S-1, Resumen de Aspectos Claves para la Calidad de Agua.

3.2 Cantidad de Agua

Los sistemas de abastecimiento de agua Tuy I, II, y III son literalmente la linea de vida para los 3.6 millones de habitantes del area metropolitana de Caracas. Los sistemas Tuy I y II usan las aguas del Río Tuy en el punto de captación, Toma de Agua, como una parte de los recursos de agua.

Los siguientes problemas sobre cantidad de agua han sido identificados:

Summary

- Suspensión de la captación de agua en Toma de Agua debido a la pobre calidad de agua, incrementando el uso de agua que han sido almacenados en los reservorios en la época lluviosa.
- Dependencia incrementada del fragil sistema Tuy III en la época seca como resultado de los dos problemas de arriba.

En el presente la captación anual media para el abastecimiento de agua al area metropolitana de Caracas y areas vecinas es de 19 m³/s , fuera de los cuales 2.0 m³/s proviene del rio Tuy.

El volumen total de captación de 19.0 m³/s es suficiente para la demanda actual, sin embargo, esta cantidad en época seca algunas veces disminuye debido a la escasez de agua en el rio o agua almacenada en los reservorios ademas de las fallas mecanicas y electricas del sistema de abastecimiento de agua, el deterioro de la calidad de agua , y otras causas. Se ha reportado que el volumen de captación ha bajado a 11.1 m³/s en 1992.

El numero promedio anual de suspensiones en la captación de agua de 1993-95 fué de 36 veces y la duración de la suspensión diaria promedio fué de 8 horas. Las causas de suspensión son turbiedad, olor, color y otros.

3.3 Aspecto Institucional

Las medidas institucionales ya tomadas y los problemas presentes son resumidos en la Tabla S-1, Resumen de Aspectos Claves para la Calidad de Agua.

4. Selección de Metas

Las metas han sido seleccionados para los programas a corto y mediano plazo, y es como sigue:

Programa a Corto Plazo

(1) Calidad de Agua

El año meta para el Programa a Corto Plazo es fijado en 2003, con el objetivo de mejoramiento de calidad de agua. La meta de calidad de agua en el Programa a Corto Plazo es fijado como el mejoramiento de calidad de agua en Toma de Agua (ver tabla de abajo). Estos son metas intermedias que son seleccionadas para alcanzar los objetivos del Programa a Mediano Plazo.

Item	Descripción
Punto de referencia	San Antonio (Toma de Agua)
Polucion organica	DBO de 3.5 mg/l (propuesto en el Estudio)
Tóxicos	Tipo 1B en Decreto No. 883
Turbiedad	920 mg/l de SS(propuesto en el Estudio)

(2) Cantidad de Agua

Para el aseguramiento de un estable abastecimiento de agua en la captación para los sistemas Tuy I y Tuy II, dos aspectos deberían ser considerados a fin de definir la meta de cantidad de agua, principalmente los aspectos de estabilidad y demanda.

De estos aspectos para asegurar el suministro de agua, se propone como meta el desarrollo de una nueva fuente para otro incremento adicional de aproximadamente $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ para resolver los cortes de agua de corta duración.

Con los $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$ aproximados de agua adicional, se elimina la suspensión de 13 días/año en la captación de agua debido al color y olor, y la suspensión debido a la turbiedad es reducido de 10 a 5 días/año como se presenta en la tabla de abajo

Item	Valor
Promedio mensual de agua asegurada de la parte alta y media de la cuenca del Rio Tuy	Aprox. $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$
Captación en Toma de Agua	$2.0 \text{ m}^3/\text{s}$
Agua recientemente desarrollado	Aprox. $2.0 \text{ m}^3/\text{s}$
Reducción en suspensión de captación en Toma de Agua:	
Reducción en suspensión de captación de agua debido al color y olor	De 13 a 0 día/año
Reducción en suspensión de captación de agua debido a alta turbiedad	De 10 a 5 días/año

Programa a Mediano Plazo

El año meta para el Programa a Mediano Plazo esta fijado en 2010. La meta de calidad de agua para el Programa a Mediano Plazo esta fijado para la parte alta y media a fin de alcanzar un ambiente favorable del rio. (ver tabla de abajo)

Cuenca	Cuenca alta	Cuenca media
Punto de referencia	Boca de Cagua	San Antonio (Toma de Agua)
Polución Organica	DBO de $60 \text{ mg}/\ell$ (Criterio de descarga de agua residual al rio, en Decreto No. 883)	DBO de $3 \text{ mg}/\ell$ *1 (propuesto en el Estudio)
Tóxicos	Tipo 1B en Decreto No. 883	Tipo 1B en Decreto No. 883
Turbiedad	SS de $750 \text{ mg}/\ell$ Turbiedad de 250 NTU (Tipo 1B en Decreto No. 883)	SS of $750 \text{ mg}/\ell$ Turbiedad de 250 NTU (Tipo 1B en Decreto No. 883)

*1: DBO de $3 \text{ mg}/\ell$ es el limite para tratamiento convencional

La meta de la cantidad de agua para el Programa a Mediano Plazo es el aseguramiento de abastecimiento de agua estable para los sistemas Tuy I y II, contabilizando aproximadamente $4 \text{ m}^3/\text{s}$ consistente de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ de captación promedio en Toma de Agua y aproximadamente $2 \text{ m}^3/\text{s}$ de agua a ser desarrollada. Esta meta es fijada porque la captación de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ en Toma de Agua no sería mantenida si no fueran tomadas las medidas para el mejoramiento de la calidad de agua.

Summary

Efecto Esperado al Lograr la Meta

Se esperan los siguientes efectos al lograr la meta; la reducción del nivel de la BOD hasta 3 mg/l en Toma de Agua, tóxicos hasta el límite del estándar y SS hasta 750 mg/l, mientras que la cantidad de agua se proyecta 2 m³ /s por desarrollo de recursos hídricos.

La calidad del agua del Río Tuy es mejorado y el agua puede ser usado como fuente segura de suministro con menos coliforme y metales pesados para el abastecimiento de agua en el área metropolitana de Caracas. Además, su color actual marrón grisáceo de aspecto sucio y de mal olor cambiara a un agua de menos olor y de color natural y que permitira la recuperación de la vida acuática en el río.

Con el desarrollo de recursos hídricos y el mejoramiento de la calidad de agua, la cantidad de agua para el abastecimiento del área metropolitana de Caracas puede ser asegurada hasta el año 2003, sin embargo para abastecer a la población futura se deben ejecutar los proyectos de desarrollo de nuevos recursos hídricos incluyendo entre ellos al Sistema Tuy IV.

5. Formulación del Plan Maestro

5.1 Selección de Medidas Óptimas

5.1.1 Reducción de la Polución

Medida Aplicable

Para seleccionar las medidas óptimas para la reducción de la polución, se han examinado las siguientes medidas estructurales:

Polución	Fuente de polución	Medidas en la fuente de polución (sector privado)	Medidas en la fuente de polución (sector público)	Medidas en el río (sector público)
Orgánico	Fabrica	Planta de tratamiento	Sistema de alcantarillado público*	Cuenca de retardación
	Cochinera	Planta de tratamiento		
	Doméstico	Tanque séptico	Sistema de alcantarillado público	
Tóxicos	Fabrica	Planta de tratamiento	Sistema de alcantarillado público*	
Turbiedad	Fabrica	Planta de tratamiento	Sistema de alcantarillado público*	Tanque sedimentador de arena
	Erosión de Cuenca		Reforestación	

* Para fabricas cuyos efluentes entran a la red de alcantarillado público.

Selección de Medidas Óptimas

Para la selección de medidas óptimas, varios casos han sido examinados, como es resumido abajo.

(1) Efluente de Fabrica y Cochineras

La polución de agua por efluentes industriales es causado principalmente por la presencia de contaminantes organicos, tóxicos y de turbiedad, mientras que la polución ocasionado por efluentes de cochineras es por la presencia de contaminantes organicos y de turbiedad. Para resolver este problema, es necesario la instalación de plantas de tratamiento, una responsabilidad de los dueños de fabricas y cochineras.

(2) Agua residual doméstico

Para las aguas residuales domésticas de los centros urbanos, es necesario la provisión de un sistema de tratamiento cloacal.

Las areas prioritarias para la instalación de las plantas de tratamiento cloacal han sido seleccionadas desde el punto de vista de su efectividad para reducir la polución en los puntos de captación de agua. La mas alta prioridad se ha dado a Ocumare del Tuy y Las Tejerias, seguido por San Francisco de Yare y El Consejo.

El metodo de filtro por contacto se ha elegido para la planta de tratamiento cloacal por su facil mantenimiento y menor costo.

(3) Erosión de la Cuenca

Para la erosión de la cuenca que da como resultado una alta turbiedad de agua del rio, las medidas óptimas han sido selectas desde los siguientes dos aspectos: (1) aseguramiento de la cantidad de agua y (2) mejoramiento de la calidad de agua.

Como resultado, se ha seleccionado para el primer aspecto un tanque sedimentador de arena en el punto de captación de Toma de Agua y para el segundo aspecto un tanque sedimentador de arena en los tributarios.

5.1.2 Aseguramiento de la Cantidad de Agua

Para alcanzar la meta de aseguramiento de cantidad de agua, se propone una nueva fuente de agua de abastecimiento. Las siguientes medidas han sido evaluadas: (1) desvio de la corriente, (2) interconexión Ocumarito-Lagartijo, (3) interconexión Ocumarito-Lagartijo con la represa El Peñon, (4) bombeo del sistema Ocumarito-Tuy III, y (5) represa de Guare.

Basado en las comparaciones, estación de bombeo en el sistema Ocumarito-Tuy III y la represa de Guare son seleccionadas como las medidas óptimas. (*referirse a Sección 9.3, Resultados del Estudio de Pre-factibilidad.*)

5.1.3 Estudio sobre Medidas Organizacionales y Regulatorias

Plan de Mejoramiento para Leyes y Reglamentos

En el presente, existen 35 leyes y reglamentos relativos a aspectos ambientales y los problemas ambientales actuales son cubiertos por el existente marco legal. Los siguientes items solamente son propuestos para promover el mejoramiento ambiental, especialmente, através de la instalación de plantas de tratamiento en las fabricas y cochineras: (1) aplicación de reducción de impuestos o incentivos de impuesto, (2) promulgación de una nueva legislación para crear el fondo ambiental e imponer cargos por polución a las fabricas y cochineras que no cumplen con el estandar de calidad de agua, y (3) modificación de los estandares de calidad de agua.

Organización

Para la realización del proyecto, participaran varias agencias incluyendo CORDIPLAN, MARNR, Agencia de la Cuenca del Rio Tuy (ACRT), Hidrocapital, gobiernos de estados, etc. Entre estas agencias, se asume que ACRT e Hidrocapital jugaran un rol de liderazgo en la ejecución del proyecto, en particular, en la construcción de interconexión e instalaciones de planta de tratamiento cloacal.

En relación a las medidas estructurales, Hidrocapital, no deberia tener dificultad en la ejecución del proyecto por su vasta experiencia en proyectos similares. Sinembargo, la ACRT tiene menos experiencia en la planificación, diseño, y supervisión de construcción. Por lo tanto, se propone el fortalecimiento de la organización de la ACRT, mediante la creación de nuevas secciones que incluyan planificación, diseño y construcción.

5.1.4 Sistema de Monitoreo

En el sistema de monitoreo, los siguientes trabajos seran principalmente hechos: monitoreo de la condición de polución del agua del rio y efluentes de industrias y cochineras.

Para fortalecer el sistema de monitoreo actual, se proponen 9 sitios de monitoreo, 6 sitios a lo largo del Rio tuy y 3 sitios en los tributarios. Ya que los efluentes de industrias y cochineras tienen un gran impacto en la calidad de agua del Rio Tuy, los mismos deben ser monitoreados regularmente para confirmar el cumplimiento con los estandares de calidad de agua.

La actual organización para el monitoreo deberia ser fortalecido para cubrir todos los trabajos requeridos. Deberian ser considerados la provisión de instalaciones adicionales y mejoramiento de equipamiento necesario, incluyendo equipo de laboratorio.

5.1.5 Estudio sobre Programa Educativo para Promover la Conciencia Publica

Para la efectiva implementación del Plan Maestro, un programa educativo para promover la conciencia publica en los aspectos ambientales incluiran todos los

sectores involucrados en la cuenca. El programa enfoca en los tres niveles: escuela, publico general, y los manufactureros.

5.2 Formulación del Proyecto

5.2.1 Programa a Corto Plazo

Para alcanzar la meta del Programa a Corto Plazo, las siguientes medidas son seleccionadas:

Medidas Estructurales

Localización de las medidas son presentadas en Fig. S-2.

- (1) Mejoramiento de la Calidad de Agua
 - (a) Polución Organica
 - Instalación de plantas de tratamiento en fabricas existentes que no cumplen con los estandares de calidad de agua.
 - Instalación de plantas de tratamiento en las nuevas fabricas.
 - Instalación de plantas de tratamiento cloacal en areas de Las Tejerías y Ocumare del Tuy.
 - (b) Tóxicos
 - Instalación de plantas de tratamiento en fabricas existentes que no cumplen con los estandares de calidad de agua.
 - Instalación de plantas de tratamiento en las nuevas fabricas.
 - (c) Turbiedad
 - Instalación de plantas de tratamiento en fabricas existentes que no cumplen con los estandares de calidad de agua.
 - Instalación de plantas de tratamiento en las nuevas fabricas.
 - Reforestación en areas de Qda. Maitana.
- (2) Aseguramiento de la Cantidad de Agua
 - (a) Desarrollar la cantidad de agua de aprox. 2.0 m³/s.
 - Construcción del sistema de bombeo Ocumarito-Tuy III.
 - Construcción de la represa de Guare.

Summary

- (b) Para reducir la frecuencia de suspensión en la captación debido al olor, color, y turbiedad
 - Instalación de plantas de tratamiento en las fabricas.
 - Construcción de tanque sedimentador de arena en el punto de captación de agua.

Medidas Institucionales

Para alcanzar las metas son consideradas las siguientes medidas institucionales

- Provisión de leyes y reglamentos.
- Fortalecimiento de funciones organizacionales.
- Establecimiento del sistema de monitoreo y aplicación de leyes y reglamentos.
- Establecimiento de un fondo ambiental y su uso para asistir a las fabricas y cochineras.
- Imposición del cargo por polución para fabricas y cochineras que no cumplen con el estandar de calidad de agua.
- Establecimiento de un programa educacional para promover la conciencia pública.

5.2.2 Programa a Mediano Plazo

Medidas Estructurales

Las medidas estructurales son principalmente relacionadas al mejoramiento de la calidad de agua, y que en su mayoría son propuestos en el Programa a Corto Plazo. Las medidas adicionales en el programa a Mediano Plazo son la construcción de tanques sedimentadores de arena en los tributarios. Las localizaciones de sistemas cloacales y area de reforestación son diferentes entre los dos programas. La aplicacion de medidas de control de polución en las fabricas en el Programa a Corto Plazo seran extendidas al Programa a Mediano Plazo. La localización de estas medidas son presentadas en Fig. S-2

- (1) **Pollución Organica**
 - Instalación de plantas de tratamiento en las nuevas industrias.
 - Instalación de plantas de tratamiento cloacal en areas de San Francisco de Yare y El Consejo y ampliacion de Ocumare del Tuy.
- (2) **Tóxicos**
 - Instalación de plantas de tratamiento en las nuevas industrias.

(3) Turbiedad

- Instalación de plantas de tratamiento en las nuevas industrias.
- Reforestación en las areas de Qda. Maitana, Qda. Guayas y Rio Cagua.
- Tanques sedimentadores de arena a lo largo de la parte alta del Rio Tuy, Qda. Guayas, Qda. Maitana y Rio Guare.

Medidas Institucionales

La mayoría de las medidas propuestas en el Programa a Corto Plazo son extendidas al Programa a Mediano Plazo. Las medidas institucionales aplicadas son como sigue:

- Aplicación de leyes y reglamentos en areas prioritarias.
- Operación permanente de sistema de monitoreo en las areas prioritarias.
- Uso permanente del fondo ambiental para asistir las fabricas en las areas prioritarias.
- Imposición permanente de cargo de polución.
- Establecimiento del programa educacional para promover la conciencia publica.

El programa de implementación del Plan Maestro es mostrado en Fig. S-2.

5.2.3 Proyectos Prioritarios para el Estudio de Factibilidad

Los proyectos prioritarios han sido seleccionados para realizar el estudio de factibilidad o estudio de pre-factibilidad. Estos proyectos prioritarios son incluidos en el Programa a Corto Plazo (1998-2003). El Programa a Mediano Plazo (2004-2010) ha de seguir despues del Programa a Corto Plazo.

El estudio de factibilidad cubre todas las medidas estructurales, para el mejoramiento de calidad de agua en el programa a corto plazo y tanque sedimentador de arena en la captación de agua para el aseguramiento de la cantidad de agua, y todas las medidas institucionales. Por otro lado, solo el estudio de pre-factibilidad es realizado para los proyectos de desarrollo de recursos hidricos consistente del sistema de bombeo Ocumarito-Tuy III y la represa de Guare.

5.3 Estimación de Costo

Estimación del costo preliminar del proyecto propuesto ha sido calculado con tasa de cambio de Julio, 1996 (US\$1 = ¥110 = Bs 470), como se muestra en las siguientes tablas:

Summary

(Unidad: US\$miles)

Fase	Categoría	Meta	Medidas	Costo Inicial	Costo O&M	Costo Anual
Corto plazo	Medida estructural	Calidad de agua	Tratamiento para fabricas existentes y cochineras ***	** (11,998)	** 562	(1,882)
			Tratamiento para fabricas recientemente construidas ***	(10,791)	(470)	(1,657)
			Tratamiento de agua residual doméstico (Ocumare del Tuy)	28,020	519	3,601
			Tratamiento de agua residual doméstico (Las Tejerías)	12,700	319	1,716
			Reforestación	2,520	17	319
			(Sub-total)	43,240	855	5,636
		Cantidad de agua	Bombos O-Tuy III y Represa Guare	85,980	2,623	12,579
			Disminución color/olor	(2,057)	(90)	(316)
			Disminución turbiedad (por medio del tanque sedimentador de arena)	2,610	61	348
			(Sub-total)	88,590	2,684	12,927
	Medida Institucional	Monitoreo	1,652	177	359	
		Educación pública	50	40	4.6	
		Fondo ambiental	24,846	177	2,853	
		(Sub-total)	26,548	394	3,258	
Total				158,378	3,933	21,821

- * Costo Anual = Costo Inicial x Factor de anualidad + Costo de O&M (Factor de anualidad es 0.11 para la estructura civil y 0.13 para equipamiento eléctrico)
- ** El costo excluye a fabricas relacionadas con color/olor
- *** El costo esta incluido en el Fondo Ambiental

Fase	Categoría	Meta	Medidas	Costo Inicial	Costo O&M	Costo Anual
Mediano Plazo	Medida estructural	Calidad de agua y cantidad	Tratamiento en fabricas a ser construidas	(18,606)**	(845)	(2,856)
			Tratamiento de agua residual doméstico (Ocumare del Tuy)	4,914	172	713
			Tratamiento de agua residual doméstico (S. F. de Yare)	14,100	343	1,892
			Tratamiento de agua residual doméstico (El Consejo)	13,100	300	1,741
			Disminución de turbiedad (reforestación)	5,130	33	597
			Disminución de turbiedad (tanque sedimentador de arena)	11,391	627	1880
			(Sub-total)	48,635	1,475	6,823
	Medida Institucional	Monitoreo	0	177	177	
		Educación pública	0	40	40	
		Fondo ambiental	18,606	120	2,167	
(Sub-total)				18,606	609	2,384
Total				67,241	2,284	9,207

- * Costo Anual = Costo Inicial x Factor de anualidad (0.11-0.13) + Costo de O&M
- ** El costo esta incluido en el Fondo Ambiental

5.4 Evaluación Financiera del Plan Maestro

Para el tratamiento de agua residual de industria y cochineras, suponiendo que las fabricas y cochineras se benefician del Fondo Ambiental, asignaran 0.5% de sus ventas anuales para el repago al fondo. Este monto esta dentro de sus capacidades.

El 1% a 2% de los ingresos mensuales de las residencias cubriran el costo de tratamiento de agua residual doméstico en los cuatro centros urbanos involucrados, porque el 2% es considerado ser el limite maximo que las residencias pueden disponer para el pago por los servicios de alcantarillado.

En relación a la turbiedad, básicamente, se propone el financiamiento público a través de la asignación anual de 0.3% de los presupuestos de MARNR, Estados de Miranda y Aragua para cubrir el costo de reducción de la turbiedad.

Para el aseguramiento de la cantidad de agua, las residencias en el AMC (Area Metropolitana de Caracas) deberían cargar con los costos porque ellos son los principales beneficiarios. Los cargos adicionales de agua propuestos corresponderán a alrededor del 0.17% del ingreso mensual, lo que cae dentro de sus posibilidades financieras de pago.

Todas las medidas propuestas bajo el proyecto son encontradas ser financieramente factibles, si se dan las condiciones de recuperación del costo mencionado arriba.

5.5 Resumen del Plan Maestro

Basado en los resultados del estudio, es preparado el perfil del Plan Maestro, como se presenta en la Tabla S-2

6. Estudio de Factibilidad de los Proyectos Prioritarios

El Estudio de Factibilidad es realizado para los proyectos prioritarios incluidos en el Programa a Corto Plazo como es mencionado en 5.2.3.

6.1 Medidas Estructurales

6.1.1 Instalación de Plantas de Tratamiento en las Fabricas y Cochineras

En el Plan Maestro, se ha concluido que las principales fuentes de la DBO, tóxicos y turbiedad son los efluentes de las fabricas y cochineras. A los fines de alcanzar las metas fijadas se ve la necesidad de instalar plantas de tratamiento en las fabricas y cochineras que no cumplen con el estadar de calidad de agua.

En el Estudio de Factibilidad, fueron examinadas las características de las plantas de tratamiento estandar. De este examen es posible estimar el costo para instalar las plantas de tratamiento de acuerdo a la categoría de industria, como se ve en la tabla de abajo. El costo total requerido para instalar las plantas de tratamiento en las fabricas existentes es de US\$13,852,000 y para las fabricas recientemente construidas hasta el 2003 es de US\$9,965,000.

Summary

Costo de Instalación de la Planta de Tratamiento Estandar

Procesos en la Planta de Tratamiento	Industria	Escala	Cantidad (m ³ /dia)	Costo de Instalacion (miles US\$)
Biológico	Alimentos	Pequeño	40	250
		Mediano	200	500
		Grande	500	651
Biológico mas Físico-químico	Textiles	Pequeño	30	149.7
		Mediano	100	280
		Grande	300	422.6
Físico-químico	Químico	Pequeño	20	90
		Mediano	40	170
		Grande	100	225.4
Físico-químico	Metal	Pequeño	10	75.5
		Mediano	30	188
		Grande	100	339
Físico-químico	Curtiembre	Pequeño	50	230
		Mediano	-	-
		Grande	-	-
Sedimentación	Canteras de arena	Pequeño	200	68
		Mediano	-	-
		Grande	-	-
Biológico	Cochinera	Pequeño	5	29.8
		Mediano	15	48
		Grande	40	90

6.1.2 Tanque Sedimentador de Arena en Toma de Agua

La polución de agua debido a la alta turbiedad causa suspensión en la captación de agua. Por otro lado, la alta turbiedad requiere mucho trabajo de O&M para remover el sedimento depositado en la planta de pre-tratamiento en Toma de Agua. Para reducir el tiempo de suspensiones como tambien los costos de O&M, se ha identificado en el Plan Maestro la necesidad de un tanque sedimentador de arena en Toma de Agua.

En el Estudio de Factibilidad, fue adicionalmente examinado la efectividad del tanque sedimentador de arena y las dimensiones de la propuesta estructura son referidos sobre un mapa topografico, de escala 1/1,000. Se ha calculado que en un año el tanque sedimentador de arena ha de remover 166,060 m³ de sedimentos que corresponde al 71% del sedimento influente dentro del tanque. El tanque sedimentador de arena esta planificado para descargar naturalmente en el Rio Tuy por medio de la operación de sus compuertas. De esta forma, la introducción de un tanque sedimentador de arena reducira el costo de mantenimiento de extracción del sedimento. La Fig. S-4 muestra el perfil del tanque sedimentador de arena.

6.1.3 Planta de Tratamiento Cloacal

Una de las mayores fuentes de polución organica constituye el agua residual domestico, ocupando el 47% de la carga total del efluente DBO que entra en el Rio Tuy. Para reducir la carga del efluente DBO, en el Plan Maestro se identificó la necesidad de plantas de tratamiento cloacal para las areas urbanas de Ocumare del Tuy y las Tejerias. Entre los diversos metodos examinados se ha elejido el metodo de filtro por contacto, principalmente por el bajo mantenimiento que requiere este tipo de tratamiento.

En el Estudio de Factibilidad, un estudio adicional fue realizado para determinar la cantidad del influente, metas de calidad y calidad de agua tratada para las plantas de tratamiento cloacal.

Las características de diseño de las plantas de tratamiento propuestas fueron examinadas y un diseño preliminar ha sido dibujado sobre un mapa topográfico de 1/1,000. El costo es estimado basado sobre este diseño preliminar. Los perfiles de las plantas de tratamiento cloacal de Ocumare del Tuy y Las Tejerías son mostradas en Fig. S-5 y S-6.

6.1.4 Reforestación

Para alcanzar la meta de turbiedad del Programa a Mediano Plazo ($SS=750 \text{ mg}/\ell$), un área de 10,200 hectáreas fue propuesto para la reforestación. En el Estudio de Factibilidad, las más efectivas áreas (3,400 ha) fueron seleccionadas para alcanzar la meta a corto plazo de $925 \text{ mg}/\ell$. (Referirse a Fig. S-7). El plan de reforestación incluye selección de especies de árboles adecuados, la construcción de un vivero de árboles, y un plan de plantación y mantenimiento. Finalmente, los costos necesarios son estimados y basados en este plan.

6.2 Estudio de Factibilidad para Medidas Institucionales

6.2.1 Provisión de Leyes y Reglamentos

En el Plan Maestro, fueron identificados los siguientes puntos en relación a la provisión de leyes y reglamentos:

- Los problemas ambientales actuales son cubiertos por un marco legal existente que consiste de aproximadamente 35 leyes y reglamentos.
- Leyes y reglamentos complementarios deberían ser promulgados para dar una cobertura más completa de estas leyes y reglamentos.
- Las medidas necesarias a ser tomadas para implementar un esquema de incentivo fiscal, la creación del fondo ambiental e imponer los cargos por contaminación, y la enmienda de los estándares de calidad de agua.

En este contexto, un estudio adicional fue realizado:

- Para el esquema de incentivo fiscal, se han examinado las deducciones de impuestos para los costos de planta de tratamiento y finalmente se clarificó que la ley actual de reducción de impuesto sea aplicado para ese propósito.
- Para la creación de un fondo ambiental e imposición de cargos por contaminación, se propone introducir una nueva ley que incluya el objetivo y administración.
- Para la enmienda de los estándares de calidad de agua, se propone que el Tipo IB del Decreto 833, sea aplicado al Río Tuy, y que sea incluido nuevos estándares para la DBO y SS.

6.2.2 Organización Propuesta para la Implementación del Proyecto

El MARNR actualmente está en un proceso de fortalecer su organización incluyendo la descentralización de sus funciones a los gobiernos estatales bajo el Proyecto Venezolano de Manejo Ambiental el cual está siendo financiado por el Banco

Summary

Mundial por la que algunas instituciones que están bajo él pueden ser reorganizadas como ser la Agencia de la Cuenca del Río Tuy e Hidrocapital. En este estudio, sin embargo, se presume que será mantenida la presente organización de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy ó al menos su función básica de manejar los trabajos en la cuenca, debido a que tal función que cubre un gran área sería difícil manejar con la descentralización al gobierno estadual.

Con la presunción señalada más arriba, el MARNR actuará como institución contraparte y la Agencia de la Cuenca del Río Tuy e Hidrocapital coordinarán la ejecución a través de un Comité de Coordinación.

En vista de que la Agencia de la Cuenca del Río Tuy no tiene experiencia en la ejecución de proyectos de esta magnitud, se propone la creación de una nueva sección dentro de la Agencia, la Unidad de Ejecución del Proyecto (PEU), la cual ejecutará los trabajos que correspondan a la Agencia del Río Tuy. En el caso de Hidrocapital, los trabajos serán ejecutados por la oficina existente de Gerenciamiento de Proyectos, Trabajos y Contratos que pertenece a la Vice-presidencia de Conservación y Desarrollo.

Una vista general de la ejecución de los diversos componentes del proyecto es mostrado en la Fig. S-8.

6.2.3 Establecimiento del Sistema de Monitoreo

Para recolectar información sobre el estado de los ríos, se ha identificado en el Plan Maestro la necesidad de establecimiento de un sistema de monitoreo. En la fase de Estudio de Factibilidad estudios adicionales fueron realizados poniendo énfasis en los procedimientos de monitoreo incluyendo condiciones de río, frecuencia de monitoreo e ítems de monitoreo como también la provisión de equipamiento necesario y de personal. (Referirse a Fig.S-9). También fue realizado una estimación de costos incluyendo la O&M.

6.2.4 Establecimiento del Fondo Ambiental

Se ha identificado que una de las razones principales del porque no se promueve la instalación de plantas de tratamiento en las fabricas y cochineras era la falta de fondos especialmente para las fabricas y cochineras de mediana escala. Para alentar a los dueños de fabricas y cochineras a instalar las plantas de tratamiento, se propuso establecer un fondo ambiental en el estudio del Plan Maestro.

En la fase del Estudio de Factibilidad, un estudio ampliado es realizado sobre el marco del fondo ambiental en terminos de su función, financiamiento, organización, ect.

Se propone que la operación y gerenciamiento incluyendo la selección de aplicantes al préstamo y los servicios de préstamo del fondo ambiental sean realizados por una organización bancaria gubernamental existente tal como FONCREI, CORPO-INDUSTRIA y/o FCA. El tamaño del Fondo es de US\$ 23,817 mil para la construcción de las plantas de tratamiento. El desglose se presenta en la siguiente tabla:

Clasificación	Escala	Número	Costo de Instalación (US\$)	
			Total	Por Planta
Fábrica	Grande	17	6,200,000	364,700
	Mediano	32	9,374,000	292,900
	Pequeño	60	6,838,000	114,000
Cochinera	Grande	11	900,000	82,000
	Mediano	5	192,000	38,000
	Pequeño	12	312,900	26,000
Total		137	23,817,000	173,800

Las condiciones de préstamo son tentativamente propuestas como sigue; 6.8 % de tasa de interés anual (base de US\$), 3 años de periodo de gracia y 15 años de periodo para el reembolso.

6.2.5 Cargos por Polución (PC)

Con los reglamentos actuales sobre aspectos ambientales, no se ha podido obtener una respuesta rápida de los dueños de industrias y cochineras para cumplir con los reglamentos. Se juzga que medidas compulsivas adicionales son necesarias para empujarlos en cumplir con lo establecido por los estándares de calidad de agua. Para alcanzar esta meta, se considera fijar los cargos por polución (PC).

Basicamente los cargos por polución es fijado de la siguiente manera:

- Selección de principales parametros quienes producen la mayor parte de la polución, como: DBO, SS, Cd, Hg, tóxicos , etc.
- Estimación del costo de descontaminación de agua por unidad de volumen (por ejemplo un metro cúbico, o un litro), basado en los parametros seleccionados.
- El costo estimado para tratar el agua residual sera cargado a las industrias o cochineras de acuerdo al grado de polución que ellos generan. Esto sera el cargo por polución.
- El cargo por polución puede incrementarse periodicamente (por ej. cada año) en algun porcentaje (eje.100%), en una forma para forzar a los poluidores en cumplir con los reglamentos tan rapido como sea posible.

6.2.6 Establecimiento de un Programa de Educacion Ambiental

Para la efectiva implementación del proyecto de mejoramiento ambiental, se ha confirmado la necesidad del establecimiento de un programa de educación en los siguientes niveles: (1) escuelas, (2) público en general, y (3) operadores de fabricas y cochineras. Para clarificar el marco del sistema de educación, el Estudio de Factibilidad pone énfasis en el programa de educación para crear la conciencia ambiental, organización y entrenamiento del personal, equipamiento necesario y materiales, y el costo para mantener el sistema.

Summary

7. Evaluación del Proyecto

7.1 Efecto de la Implementación de Proyectos Prioritarios

Efectos similares al Plan Maestro son esperados con la implementación de los proyectos prioritarios, aunque la realización permaneciera dentro de la meta a corto plazo. La calidad del agua del Rio Tuy mejorara y su actual condición de aspecto sucio coloreado y de mal olor cambiara a un agua de menos olor y de color natural, aunque la condición de recuperación de la vida acuatica puede ser no alcanzado en la parte de la cuenca alta. Adicionalmente, como impacto sutancial sobre la salud de la gente, el agua del rio puede ser usado como fuente segura de suministro con menos coliformes y metales pesados para el abastecimiento del area metropolitana de Caracas.

7.2 Costo y Beneficio

7.2.1 Costo Financiero

Basado en el diseño preliminar y las características de diseño de los proyectos prioritarios, el costo financiero fué estimado cuyo resumen esta en la siguiente tabla:

Costo Financiero (US\$miles0)		
Proyecto	Costo Inicial	Costo O&M
Instalación de Plantas de Tratamiento en Fabricas	(23,817)*	(1,903)
Construcción del Tanque sedimentador en la captación	6,245	17
Construcción de Planta de Tratamiento Cloacal en Ocumare del Tuy	26,763	341
Construcción de Planta de Tratamiento Cloacal en Las Tejerias	11,368	194
Reforestación en Areas Prioritarias	3,347	-
Fondo Ambiental	24,017	120
Sistema de Educación y Monitoreo	658	116
Total	72,398	788

* El costo esta incluido en el costo del Fondo Ambiental

7.2.2 Beneficio

En general, algunos de los beneficios esenciales que derivan de la implementación de proyectos de mejoramiento ambiental son dificiles de evaluar en términos monetarios. (El beneficio es examinado en términos monetarios solo para obtener una figura indicativa obteniéndose un valor de 17.6 % para el EIRR. Ver pagina I-55 del Sector I en el Volumen V).

Aqui es presentado el beneficio de una manera descriptiva:

Beneficio Directo

Como beneficio directo, los siguientes son considerados:

- El mejoramiento de la calidad de agua trae como consecuencia una mejor calidad ambiental del río Tuy: la calidad actual del agua de color intenso y de mal olor será cambiado a un agua con menos color y olor.
- La remoción de sustancias productoras de BOD y turbiedad ayudara a decrecer el número de suspensiones en la captación debido al color, olor y turbiedad. Además ayudara a reducir los costos de operación y mantenimiento para el tratamiento del agua.
- El agua del Río Tuy puede ser usado como fuente de suministro seguro con menos coliformes, cloro y metales pesados para el abastecimiento de agua del Área Metropolitana de Caracas.

Beneficio Indirecto

Se espera los siguientes beneficios indirectos:

- Como resultado del mejoramiento de la calidad ambiental, serán apreciados los valores del estado a lo largo del curso del río.
- Las enfermedades de origen hídrico serán reducidas.
- La cuenca del Río Tuy será apreciado desde el punto de vista turístico.
- Los valores existentes de la Cuenca del Río Tuy serán apreciados.

7.3 Evaluación Financiera

El costo total para los seis proyectos de E/F viene a ser de US\$72 millones. El desglose por proyecto y por fuente financiera es presentado abajo:

(Unit: US\$miles)

Proyecto	Fuente externa	Presupuesto del Gobierno	Total
Construcción del Tanque Sedimentador de arena en la captación	6,245	-	6,245
Construcción de Planta de Tratamiento Cloacal en Ocumare del Tuy	9,367	17,397	26,764
Construcción de Planta de Tratamiento Cloacal en Las Tejerías	2,274	9,094	11,368
Reforestación en Áreas Prioritarias	3,347	-	3,347
Fondo Ambiental	24,017	-	24,017
Medidas Institucionales (Exc. Fondo Ambiental)	658	-	658
Total	45,908	26,490	72,398

La tabla de arriba muestra, que las fuentes externas son de US\$46 millones contabilizando el 63.0% del costo total y las fuentes locales son de US\$ 26 millones contabilizando el 37%.

Summary

Se recomienda que el gobierno venezolano comience las negociaciones con agencias internacionales como el Banco Mundial, BID y OECF para el financiamiento de los componentes a ser cubierto con fuentes externas.

Proyecto	Pagador del Costo	Pago en Porcentaje	Pago (US\$)
Construcción del Tanque Sedimentador de arena en la captación	Residencias en AMC	0.0145% del ingreso	0.072 /mes /residencia
Construcción de Planta de Tratamiento Cloacal en Ocumare del Tuy	Residencias (H) y Fabricas (F)/Cochineras (P) en Ocumare del Tuy	0.9 % del ingreso (H), 0.17% de las ventas (F/P)	4.56/mes/(H), 9,625/año/(F), 398/año/(P)
Construcción de Planta de Tratamiento Cloacal en Las Tejerías	Residencias (H) y Fabricas (F)/Cochineras (P) en Las Tejerías	0.9 % del ingreso (H), 0.22% de las ventas (F/P)	4.45/mes/(H), 12,456/año/(F), 515/año/(P)
Reforestación en Areas Prioritarias	MARNR, Estados de Miranda y Aragua	0.048% de presupuesto	234,000/año
Fondo Ambiental	Fabricas, cochineras	0.59 % de las ventas	33,406/ año /fabrica 1,381/año/ cochinera
Medidas Institucionales (Exc. Fondo Ambiental)	MARNR	0.070% de presupuesto	147,000/ año

La tabla de arriba es el resumen de la disponibilidad de pago de los que van a pagar el costo de los seis proyectos.

El repago, costos de O&M y de reposición para la "construcción del tanque sedimentador de arena en la captación" vendran de los ingresos residenciales del AMC. Tanto la *relación* a ingreso y el monto del cargo por residencia sera muy pequeño.

El costo de "construcción de la planta de tratamiento cloacal en Ocumare del Tuy" sera pagado por las residencias y fabricas/cochineras de esa localidad. Tanto la *relación* a ingreso y el monto del cargo por residencia aparecen ser razonables. Tambien, la *relación* a ventas y el monto del cargo por fabrica/cochinera aparecen ser razonables.

El costo de "construcción de la planta de tratamiento cloacal en Las Tejerías" sera pagado por las residencias y fabricas/cochineras de esa localidad. Tanto la *relación* a ingreso y el monto del cargo por residencia aparecen ser razonables. Tambien, la *relación* a ventas y el monto del cargo por fabrica/cochinera aparecen ser razonables.

El MARNR y los Estados de Miranda y Aragua en forma combinada cargaran el costo para la reforestacion en areas prioritarias. La *relación* de pago a presupuesto sera de 0.048%, y el pago anual viene a ser de US\$234 mil. Esto parece no ser una obligación pesada

Cada fabrica y cochinera desembolsara 0.75% de sus ventas como repago al Fondo Ambiental. Esto significa que cada fabrica y cochinera pagara anualmente US\$42,465 y US\$1,755 respectivamente. Esto no es una carga pesada.

El MARNR cargara con el costo de las medidas institucionales que no sean la del Fondo Ambiental. La *relación* del pago a presupuesto sera de 0.07%, y el pago anual viene a ser US\$147 miles. Esto parece no ser una obligación pesada.

Como conclusión se puede decir que serán financieramente factibles todos los seis proyectos desarrollados en este estudio como programa a corto plazo.

8. Evaluación del Impacto Ambiental

Proyectos que Requieren EIA

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA) es requerido como parte del estudio de factibilidad para describir características del proyecto y los impactos potenciales que resulten de la implementación del proyecto. También ha de proponer un adecuado método para identificar impacto significativo y fuentes de impacto, y la sugerencia de medidas apropiadas para mitigar los efectos adversos de este proyecto.

Entre los componentes de proyecto del Estudio de Factibilidad, los siguientes estudios son requeridos:

Proyecto	Veredicto dado por ACRT
Planta de Tratamiento Cloacal en Ocumare del Tuy	Se requiere EIA
Planta de Tratamiento Cloacal en Las Tejerías	Se requiere EIA
Tanque Sedimentador de Arena en la Captación de Arena	No se requiere EIA, pero se requiere evaluación de aspectos específicos ambientales
Reforestación en Áreas Prioritarias	No se requiere EIA

Item de Impacto Predecible

La predicción de impacto es basado sobre todas las actividades relacionadas a la implementación del proyecto. Considerando las características del proyecto, las mismas deben permitir de manera positiva el mejoramiento ambiental de la cuenca del Río Tuy. A pesar de todo, impactos adversos pueden ser también predecidos en el proceso de implementación, y deberían ser tomadas las medidas adecuadas para proteger o minimizar los efectos negativos. En paralelo, el impacto significativo es evaluado sobre cada ítem de impacto predecible, que es tomado del estudio sobre las condiciones ambientales como se muestra abajo:

Condición Ambiental	Ítems de Impactos Predecibles
Condiciones Naturales	Calidad de agua del Río Tuy, Sedimento, Biología acuática
Condiciones Sociales	Generación de hedor e insectos, uso ilegal de tierra, congestión del tráfico, ruido, polvo

Plan de Gerenciamiento Ambiental

Impactos predecibles y medidas apropiadas para la construcción de las plantas de tratamiento cloacal y tanque sedimentador de arena pueden usarse para la preparación del plan de gerenciamiento ambiental.

El ítem de gerenciamiento para la construcción de estas estructuras es especificado en cada fase de implementación del proyecto describiendo la fuente de impacto, estándar de medida y método estratégico. El lugar de gerenciamiento y la organización

Summary

responsable deberían ser también mencionados en este sentido. Una vista general del plan de gerenciamiento ambiental es mostrado en la Tabla S-3 (Plan de Tratamiento de alcantarillado) y en la Tabla S-4 (Tanque Sedimentador de Arena).

Plan de Monitoreo Ambiental

Basado en la identificación de impactos ambientales sociales y naturales, el monitoreo debería ser realizado como una acción de seguimiento luego de la construcción de la instalación.

En general, la Agencia Tuy o Hidrocapital debería establecer sistema de monitoreo en la más temprana fase posible y ser responsables de la inspección regular del sitio, medición de campo y análisis de muestra. Además de estas actividades fundamentales, la localización del monitoreo, frecuencia y duración deberían ser determinadas tomando en cuenta la significancia y efectividad de cada ítem monitoreado. Una matriz del plan de monitoreo ambiental es presentado en la Tabla S-5 (Planta de Tratamiento de Alcantarillado) y en Tabla S-6 (Tanque Sedimentador de Arena).

9. Estudio de Pre-factibilidad para el aseguramiento de la Cantidad de Agua

9.1 Planes Sujetos a Estudio de Pre-Factibilidad

Los planes sujetos a Estudio de Pre-Factibilidad son como sigue:

(1) Utilización efectiva de Reservorios Existentes

El reservorio Ocumarito está lleno en su capacidad total durante 4.3 meses al año en promedio. Durante este período el agua se derrama del Embalse Ocumarito y se escurre hacia abajo sin que sea utilizada en Toma de Agua. De acuerdo a esto, un plan de utilización del Río Ocumarito es estudiado para minimizar derrames de agua en Toma de Agua en la época de lluvia. (Referirse a Fig. S-10 y S-11)

(2) Desarrollo de Nuevas Represas

Se considera la construcción de represas en tributarios para minimizar derrames en Toma de Agua durante la época de lluvias. Las represas Guare el Peñon son los posibles. (Referirse a Fig.S-12). El plan de la Represa El Peñon ha sido considerado en combinación con la efectiva utilización de los reservorios existentes.

9.2 Beneficio Unitario para el Aseguramiento de la Cantidad de Agua

El beneficio unitario ha sido determinado para el cálculo de beneficio del plan de desarrollo de recursos hídricos. Dos clases de valores son considerados aplicables para el beneficio unitario en este estudio. Ellos son, el costo unitario de construcción del sistema Tuy IV-Taguaza-Cuira y el costo de producción anual del sistema Tuy usado por Hidrocapital para la evaluación de nuevos proyectos.

La siguiente tabla presenta el resumen de los valores obtenidos en el análisis de arriba (para más detalle ver Sector F).

Sistema	Construcción unitaria/Costo marginal (US\$/m ³)
Interconexión Taguaza-Taguacita	0.262
Tuy IV-Taguaza (como un todo)	0.143
Tuy IV-Cuira	0.109
Costo de producción anual del sistema tuy	0.327

En el beneficio unitario, ha sido aplicado el costo anual de producción del sistema Tuy considerando la efectividad de la implementación del proyecto en comparación con el sistema actual.

9.3 Resultados del Estudio de Pre-Factibilidad

En el estudio de pre-factibilidad, fue seleccionado primeramente el tamaño óptimo para cada plan. Luego, se ha hecho estudio de comparación entre los planes con los tamaños óptimos. La siguiente tabla compara la eficiencia del óptimo caso al Valor actual neto anual (B-C), Relación Beneficio-Costo (B/C), y al costo unitario por metro cúbico de agua.

Plan	Capacidad	Prom. Anual de agua interconectada		Costo Const. *3 \$/mil	B-C *4 \$/mil/año	B/C	Costo Unitario \$/m ³
		10 ⁶ m ³ /año	m ³ /s				
Desv. Torrente de Sucuta	Q=1.34	5.84	0.19	16.4	-0.05	0.97	0.337
Int.O-L *1	Q=2.0 m ³ /s	10.2	0.32	19.4	1.01	1.43	0.228
Int.O-L con El Represa Peñón	Q=2.0 m ³ /s	13.9	0.44	41.0	-0.61	0.88	0.371
Bombeo O-Tuy III	Q=5.0 m ³ /s	20.3	0.64	9.88	4.00	2.52	0.130
Represa Guare	Ef.40×10 ⁶ m ³ *2 Altura represa: 61m	55.4	1.76	76.1	8.19	1.82	0.179

Note: *1: Int. O-L: Interconexión Ocumarito-Lagartijo
 *2: Capacidad Efectiva de almacenamiento
 *3: Costo de construcción
 *4: Beneficio Unitario es de \$0.327

Basado en estas comparaciones, las siguientes conclusiones son obtenidas:

- Como planes óptimos, es recomendado el uso del Río Ocumarito con estación de bombeo y la represa de Guare para desarrollar aproximadamente 2.0 m³/s de agua.
- Para usar el río Ocumarito, se recomienda un plan de bombeo de capacidad de 5 m³/s. Con la capacidad de esta bomba, es posible bombear 0.64 m³/s de agua en promedio al sistema Tuy III.
- En cuanto a la construcción de la Represa Guare, el tamaño óptimo es decidido en 40×10⁶m³ de capacidad bruta de almacenamiento con una altura de represa de 60 m. Con esta capacidad, puede ser desarrollado un promedio de 1.76 m³/s.

En vista de que estos resultados aún están en el nivel de pre-factibilidad, se necesita realizar un estudio más detallado para identificar la factibilidad.

10. Conclusión y Recomendación

10.1 Conclusión

En este Estudio, el Plan Maestro para asegurar un abastecimiento de agua potable con aceptable calidad de agua y establecer un sistema sustentable de control de polución fue formulado consistiendo de dos fases, el programa a corto plazo y el programa a mediano plazo teniendo como meta el año 2010.

Para facilitar la realización del Plan Maestro, fueron seleccionados proyectos prioritarios en el programa a corto plazo con el año meta de 2003 y los estudios de factibilidad de los mismos fueron examinados.

Como conclusión se ha identificado que los proyectos prioritarios son técnicamente factibles y económicamente y financieramente viables como un todo.

10.2 Recomendación

Preparativos para la Implementación del Proyecto

(1) Justificación del Plan Maestro

Considerando que el mejoramiento del Río Tuy es crucial, el Plan Maestro formulado para dicho propósito debería ser considerado como una parte del Plan Nacional de Desarrollo Venezolano.

(2) Implementación de Proyectos Prioritarios

Como se ha concluido que los proyectos prioritarios son técnicamente factibles y financieramente viables como un todo, se recomienda que los mismos sean promocionados para la fase siguiente de implementación en la mayor brevedad posible.

(3) Preparativos para el Préstamo de Fuentes Financieras Disponibles

Para la implementación de los proyectos, se necesita obtener un préstamo de una agencia financiera internacional. En este sentido, se recomienda que sea tomada la apropiada acción para el arreglo de un préstamo de una fuente financiera disponible.

(4) Promoción de Medidas Institucionales

Los proyectos prioritarios son compuestos de medidas estructurales e institucionales. Para una buena implementación de las medidas estructurales, son necesarias las medidas institucionales a ser formalizadas antes de la ejecución de las medidas estructurales.

En vista de que la mayoría de las medidas institucionales, excepto el fondo ambiental, pueden ser aplicados con menos carga financiera, se recomienda promocionar los arreglos para las medidas institucionales como también los arreglos para el préstamo. Para el establecimiento del fondo ambiental, se

debe prever primero la parte legal antes de los arreglos para el fondo. Por lo tanto, se recomienda también tomar las acciones para preparar la parte legal como también la parte institucional para manejar el fondo

(5) Promoción del aspecto legal

En este estudio se propone promulgar nuevas leyes para establecer un fondo ambiental y para imponer cargos por polución en el contexto de promoción de instalación de plantas de tratamiento en fabricas y cochineras. En el estudio, son descritos solamente el perfil de estas leyes. Sin embargo, para promulgar nuevas leyes, adicional estudio es necesario para clarificar la definición en detalle como ser el alcance, condición, validez, funciones de las autoridades, ect. En este sentido, se recomienda que se forme un grupo de estudio en la Agencia del Tuy en la brevedad posible para examinar los contenidos de las leyes.

(6) Consideración de Re-estructuración y Decentralización

El MARNR actualmente esta en un proceso de fortalecer su organización incluyendo la descentralización de sus funciones a los gobiernos locales bajo el Proyecto Venezolano de Manejo Ambiental el cual esta siendo financiado por el Banco Mundial por la que algunas instituciones que estan bajo el pueden ser reorganizadas como ser la Agencia de la Cuenca del Rio Tuy e Hidrocapital. En este estudio, sin embargo, se presume que sera mantenida la presente organización de la Agencia de la Cuenca del Rio Tuy ó al menos su función basica de manejar los trabajos en la cuenca. Si la presente organización es reorganizada, se recomienda que su función para realizar los componentes del proyecto sea mantenida considerando la significancia del proyecto y la extensión del area cubierta por este estudio.

(7) Preparativos de Adquisición de Terreno para las Medidas Estructurales

Es necesario adquirir el terreno para la implementación de las medidas estructurales como ser para la planta de tratamiento cloacal y el tanque sedimentador de arena. En este sentido se recomienda tomar las acciones para adquirir los terrenos tan pronto como sea posible.

(8) Promoción para la Cooperación y Comprensión de la Gente Local

Para la ejecución de las medidas estructurales, que incluyen la instalación de plantas de tratamiento en las industrias y cochineras, construcción de sistema cloacal y reforestación, es indispensable fortalecer la cooperación y profundizar la comprensión de la gente local. Consecuentemente, el proyecto debería tener propaganda de vez en cuando para obtener la deseada cooperación y comprensión.

(9) Consideración sobre la Evaluación del Impacto Ambiental

En el estudio de evaluación del impacto ambiental, varios impactos predecibles son identificados. Aunque estos impactos no son serios para

implementar los proyectos, se proponen medidas de mitigación junto con los planes de gerenciamiento del impacto y de monitoreo. Para la implementación del proyecto, estas medidas y planes deberían ser tomados en cuenta.

Estudio Adicional en la Siguiete Fase de Estudio

(1) Estudio sobre Planta de Tratamiento Cloacal y Red de Alcantarillado

El metodo de filtro por contacto es seleccionado en el presente como el apropiado para la planta de tratamiento cloacal considerando su ventaja tecnica y económica, aunque requiera terreno mas grande comparado con otros sistemas como el del método de lodos activados. En vista de que la adecuabilidad del sistema depende de la disponibilidad de espacio y volumen de cloaca a ser recibido, el mejoramiento del sistema debería ser examinado en el futuro de acuerdo al futuro incremento de la población. Tambien la red del alcantarillado cloacal debería ser examinado en el futuro de acuerdo al area del desarrollo urbano.

(2) Estudio para Establecer el Sistema de Cargo por uso de Cloaca

Para el establecimiento del sistema de cargo por uso de cloaca es necesario primeramente designar a los que van a pagar el costo. Luego ha de fijarse el cargo por uso de cloaca lo que ha de ser impuesto a los poluidores (y beneficiarios) dependiendo del volumen de agua residual que descargan (y cantidad de agua consumida). En este Estudio de Factibilidad, solo fueron examinadas en la evaluación financiera las alternativas de los pagadores del costo para la construcción y O&M del sistema cloacal. En este sentido, el sistema de cargo por uso de cloaca como la designación de los pagadores del costo deberían ser examinados en forma adicional luego de la confirmación del costo en el diseño detallado.

(3) Utilización del Lodo y Agua Residual Tratada

La planta de tratamiento cloacal producira lodo y agua residual tratada en el proceso de tratamiento, los cuales estan llenos de nutrientes organicos. Ya que estos pueden usarse como fertilizante para la agricultura, se debería considerar su utilización en las areas vecinas dedicadas a la agricultura.

(4) Construcción de Tanque Sedimentador de Arena

Se propone construir un tanque sedimentador de arena en Toma de Agua como una medida para asegurar la cantidad de agua. La efectividad de esta medida, la cual depende de los sedimentos transportados en el rio, fue confirmado basado en datos limitados observados en el la parte del estudio de factibilidad. En el estudio adicional se necesita recolectar mas información sobre los sedimentos del rio.

(5) Aseguramiento de la Cantidad de Agua

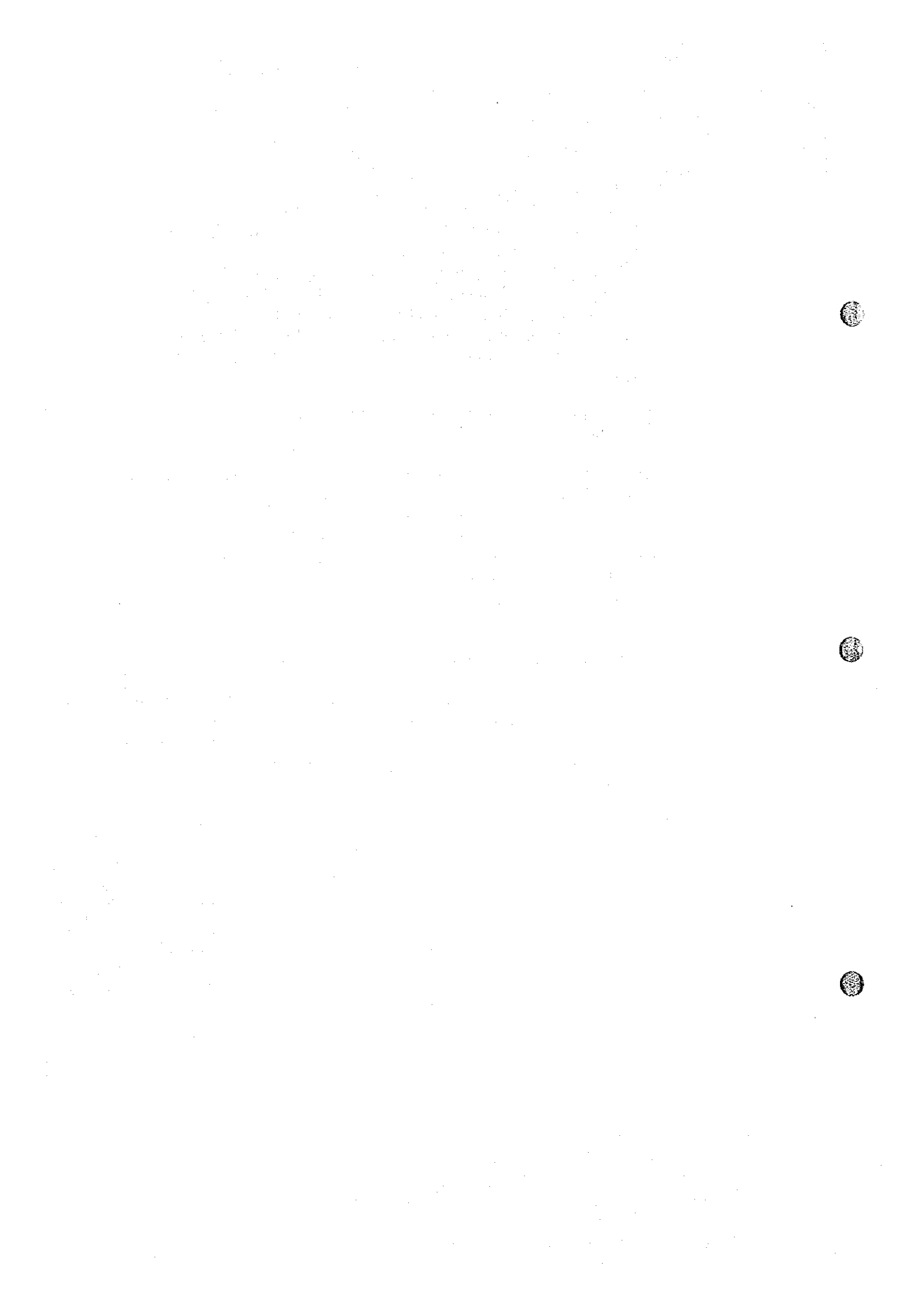
Para el aseguramiento de la cantidad de agua, en la parte del estudio de pre-factibilidad varias medidas fueron examinadas para seleccionar a la mas óptima. Las medidas incluyen (1) desvío de la corriente, (2) Interconexión Ocumarito-Lagartijo, (3) Interconexión Ocumarito-Lagartijo con la Represa El Peñon, (4) Bombeo del sistema Ocumarito-Tuy III, y (5) Represa de Guare. Como conclusión, el bombeo del sistema Ocumarito-Tuy III y la represa de Guare fueron seleccionados como las medidas para el programa a corto plazo por su ventaja economica. En vista de que estas medidas solo tienen estudio de pre-factibilidad, se necesita realizar en la brevedad posible el estudio de factibilidad.

(6) Items a Ser Examinados para el Establecimiento de los Cargos por Polución

Los siguientes son considerados como los items a ser estudiados en forma adicional para el establecimiento de los cargos por polución: poluidores y parametros de calidad de agua a ser aplicados para los cargos por polución, tasa de cargo, sistema de cobranza de los cargos, forma de monitoreo de los poluidores, etc. Estos items deberían ser estudiados por un equipo de estudio a ser conformado en la Agencia de Tuy. Para ese propósito, se propone recoger referencias sobre legislaciones aplicadas en Francia, España, Alemania y otros países.

(7) Recolección de mas Información para el Estudio Adicional

El estudio fue realizado basado en limitada información recolectada. Ya que la información sobre calidad y cantidad de agua es esencial para analizar la condicion ambiental en forma precisa, se debería producir datos en mas detalle para el estudio adicional mediante el establecimiento del sistema de monitoreo.



CARACTERISTICAS DE LAS MEDIDAS ESTRUCTURALES DE LOS PROYECTOS PRIORITARIOS

1. Installation of Treatment Plant for Factories and Piggeries

Condition	Number of Factories and Piggeries with Treatment				Cost(US\$1,000)	
	Fulfill Standard	Partly equipped but not fulfill Standard	No Treatment	Total	Installation	O&M
Existing	41	12	80	133	13,852	1,107
Built by 2003	-	-	-	44	9,965	796
Total	-	-	-	177	23,817	1,903

2. Sand Settling Pond at Toma de Agua

- Location: Right bank of the Tuy River near Toma de Agua
- Water Intake Point: 650 m upstream from the existing weir of intake at Toma de Agua
- Discharge Point: Immediately downstream of the existing weir of intake at Toma de Agua
- Pond Size: Length × Width × Depth = 100 m × 50 m × 3 m
- Reduction of Sediment Volume: 166,060 m³/year (71% of total sediment 19,595 m³/year flowing into the pond)
- Initial Cost: US\$6,245,000
- O&M Cost: US\$17,000
- Implementation: From 2000 to 2002

3. Sewage System in Ocumare Del Tuy

Design Condition

- Objective Area: 3,636 ha. (Urban area of Ocumare del Tuy, Piloncito and Santa Barbara)
- Population of the Objective Area: 114,135 in 2003 and 155,277 in 2010
- Water Quality of Inflow to Treatment Plant: (See table below)

Category	Target year 2010					Target year 2003				
	Daily Mean (m ³ /day)	LOAD (kg/day)		CONC (mg/l)		Daily Mean (m ³ /day)	LOAD (kg/day)		CONC (mg/l)	
		BOD	SS	BOD	SS		BOD	SS	BOD	SS
Domestic Wastewater	51,241	8,385	8,540	164	167	32,764	6,163	6,277	188	192
Industrial Wastewater	2,352	823	941	350	400	1,583	554	633	350	400
Total	53,594	9,208	9,481	172	177	34,347	6,717	6,910	196	201

* Concentration of industrial wastewater, Standard value of discharging to sewer

- Target Water Quality discharged from Treatment Plant: BOD 15 mg/l

Outline of Sewage Treatment Plant

- Method of Sewage Treatment Plant: Trickling filter method until 2003 and gradually transfer to activated sludge process method after 2003
- Area for Sewage Treatment Plant: about 40 has.
- Major Facilities: Pumping Station, Settling Tank, Trickling Filter, Sludge Thickeners, Sludge Digester, Gas Storage Tank, Sludge Drying Bed and Regulation Pond

Drainage Network

- Trunk drainage pipeline: 10.1 km in total
- Secondary drainage pipeline: 52.65 km in total

Cost and Schedule

- Construction Cost: US\$26,763,000
- O&M Cost: US\$341,000
- Implementation Period: 1998 to 2003 (First Stage) then continues according to urban expansion

4. Sewage System in Las Tejerías

Design Condition

- Objective Area: 495 has. (Urban area of Las Tejerías)
- Population of the Objective Area: 20,246 in 1990, 26,898 in 2003 and 30,825 in 2010
- Water Quality of Inflow to Treatment Plant

Category	Target year 2010					Target year 2003				
	Daily Mean (m ³ /day)	LOAD (kg/day)		CONC (mg/l)		Daily Mean (m ³ /day)	LOAD (kg/day)		CONC (mg/l)	
		BOD	SS	BOD	SS		BOD	SS	BOD	SS
Domestic Wastewater	8,785	1,581	1,611	180	183	6,550	1,380	1,405	211	215
Industrial Wastewater	6,860	2,401	2,744	350	400	4,826	1,689	1,931	350	400
Total	15,645	3,982	4,354	255	278	11,376	3,069	3,336	270	293

*Concentration of industrial wastewater, standard value of discharging to sewer

- Target Water Quality discharged from Treatment Plant: BOD 25 mg/l

Outline of Sewage Treatment Plant

- Method of Sewage Treatment Plant: Trickling filter method
- Area for sewage Treatment Plant: about 20 has.
- Major Facilities: Pumping Station, Settling Tank, Trickling Filter, Sludge Thickeners, Sludge Digester, Gas Storage Tank, Sludge Drying Bed and Regulation Pond

Drainage Network

- Trunk drainage pipeline: 12.68 km in total
- Secondary drainage pipeline: 4.3 km in total

Cost and Schedule

- Construction Cost: US\$ 11,368,000
- O&M Cost: US\$ 194,000
- Implementation Period: 2000 to 2003

5. Reforestation in Priority Areas

- Location of reforestation area: 3,400 ha in Maitana River Basin
- Reduction of Suspended Solid Volume: 22,080 m³
- Tree Type Adopted: Cuji for the fire resistance belt and Cliriscidia sp. and Bauhinia for the mixed plantation
- Planting Density: 1,344 trees/ha
- Blocking of Reforestation Area: 5 blocks, which is further divided into compartments from 100 ha to 300 ha.
- Nursery Plan: Utilization of Existing nursery station of MARNR of 0.28 ha and new nursery of 1.3 ha is built inside of the proposed sewage treatment plant at Las Tejerías.
- Construction Cost: US\$ 3,347,000 (O&M Cost: Negligible)
- Implementation Period: from 1998 to 2003