

### 2.11.3 Organizaciones No Gubernamentales Existentes (ONGs)

Existen cuatro ONGs reconocidos como importantes dentro del área de estudio:

Nombre de ONG	Ubicación
Sociedad Conservacionista del Tuy	Ocumare del Tuy, Estado de Miranda
Junta del Ambiente de los Teques	Los Teques, Estado de Miranda
Comisión de Ecología, Asamblea Legislativa	Los Teques, Estado de Miranda
Sociedad Conservacionista Sucre	Cagua, Estado de Aragua

Además de ellos, otros ONGs en total 199, están ubicados en algunas entidades como sigue:

ENTIDAD FEDERAL	NUMERO de ONG
Distrito Federal	167
Miranda	16
Aragua	16
<b>TOTAL:</b>	<b>199</b>

Fuente: *Balance Ambiental de Venezuela, 1994-95, MARNR*

En el presente la Agencia Tuy mantiene los contactos con algunos ONGs para coordinar las acciones ambientales en la cuenca.

## 2.12 Aspecto Ambiental

### 2.12.1 Áreas bajo el Régimen de Administración Especial (ABRAE)

En la Cuenca del Río Tuy, existen 12 zonas de administración especial, llamadas Áreas bajo el Régimen de Administración Especial (ABRAE) tales como 4 parques nacionales, 2 monumentos nacionales, 9 áreas protegidas, 1 área de desarrollo potencial agrícola, y 3 zonas de recreación turística. ABRAE fue fundado en 1983 bajo la ley de administración de la tierra para asegurar la conservación y protección de los recursos naturales así como también el mejoramiento ambiental.

Esta confirmado que en el Área de Estudio ABRA consiste de 2 parques nacionales, 1 zona protegida y 1 zona de recreación turística. Su área de cobertura total es 96.750 ha. de tierra, de la cual 67.000 ha. está en la Cuenca alta y 29.740 ha. en la Cuenca media del Río Tuy. El parque Nacional de Macarao está ubicado en la Cuenca alta cubriendo 2.530 ha. que cuentan con alrededor de 17% de su área del parque total, mientras el Parque Nacional Guatopo, ubicado en la Cuenca media tiene 29.740 ha. contando 24%. La zona protegida es predominante en el área de estudio. Se estima en 59.010 ha. de tierra lo cual está cubriendo cerca de 70% de toda la zona protegida del Área Metropolitana de Caracas. En cuanto a la zona de Recreación Turística, se puede identificar en el área más alta donde la Colonia Tovar está simbólicamente ubicada como un lugar de atracción turística. Los detalles están señalados así:

(Unidad: ha.)

Subcuenca	Parque Nacional	Zona protegida	Zona de recreación turística	Total
Corriente alta	2.530	59.010	5.470	67.010
Corriente media	29.740	-	-	29.740
Total	32.270	59.010	5.470	96.750

Fuente: MARNR, SARETUY Caracas 1989. Vese tambien Fig.2.12-1.

## 2.12.2 Condiciones Generales del Ambiente del Area de Estudio

### Fauna y Flora

En las presentes condiciones de la Cuenca del Rio Tuy, el hábitat de los animales o refugio son limitados a solamente áreas tales como parques nacionales o algunas zonas protegidas donde el ecosistema se mantiene favorables para ellos. Sin embargo, hay todavía un numero de especies de mamíferos, aves de rapiña y reptiles en aguas arriba y aguas medias de la Cuenca del Rio. Estos son mencionados como sigue:

Mamíferos:	Cunaguaro, tigrillo, nutria, ardilla, ratón, conejo, lapa, pereza, mono (Araguato), etc.
Ave de Rapiña:	Garza, halcón, tucusito, gavilán, periquito, zamuro, palometa, etc.
Reptiles:	Serpientes (coral, mapanare) iguana, lagartija, etc.

Entre estos, algunos animales son reconocidos como especies en peligro y protegidas bajo Convención de Washington, 1973 tales como cunaguaro, tigrillo, otter, venado ((venado camarero), lapa y halcón (halcón peregrino).

En cuanto a la fauna acuática, se entiende que la contaminación del agua causa situaciones difíciles para la sobrevivencia de los animales. Consecuentemente, solamente unas pocas especies de peces se pueden observar en la parte mas alta y media del Rio. Ello son identificados como bagre y corroncho, pero las especies de estos animales no son conocidas. No se observan animales entre el Consejo y Boca de Cagua porque el agua es extremadamente contaminada por los desperdicios industriales y cochineras.

La vegetación en el Area de Estudio consiste principalmente de maleza de menos de 5 m de alto. Las especies predominantes es el Guadañare creciendo como bosque regenerado después que la cubierta de vegetación natural ha sido intensamente eliminada por los herbáceos. La presencia de este tipo de vegetación esta estrechamente relacionada con la deforestacion causa por la intervención humana, y se puede ver en el sector de área montañosa baja entre El Consejo y Colonia Tovar o entre Cagua y Las Tejerias.

## 2.12.3 Reglamento y Procedimiento para el Estudio del Impacto Ambiental

En Venezuela el primer estudio del impacto ambiental se llevo a cabo in 1982 por LAGOVEN, a unidad de la compañía de petróleo del Estado Petróleos de Venezuela S.A., para el proyecto de suministro de gasolina al área metropolitana (Suministro Alterno de Combustible al Area Metropolitana: Proyecto SAAM), y fue debidamente

evaluado entonces aprobado por el comité para análisis de impacto ambiental bajo el MARN. Sin embargo no hubo orientación para el estudio de valoración ambiental (EIA), y el estudio no fue elaborado sistemáticamente para cumplir con ningún cambio de condiciones ambientales resultando del lapso entre el periodo de estudio y construcción. Es principalmente por la falta de gerencia apropiada y sistema de monitoreo para el impacto significativo. Bajo estas circunstancias, el MARNR enfatizo la necesidad de preparar una guía para EIA la cual puede ser aplicable a toda clase de proyectos en el país.

En junio de 1983 la guía EIA fue preparada en colaboración con la Oficina Patrones Técnicos en la Dirección Sectorial General de la Administración Ambiental la cual actualmente esta dividida en dos direcciones tales como la Dirección General de Calidad Ambiental y la Dirección General de Vigilancia y control.

La regulación en el EIA fue establecida en julio de 1991 bajo el decreto No. 1741 incluyendo la revisión de la guía mencionada. Esta regulación fue enmendada en abril de 1992, pero en efecto los contenidos y filosofía se mantienen invariables y constituye uno de los patrones técnicos de la ley penal del ambiente. Actualmente esta regulación ya no es efectiva porque fue revisada mas tarde y la aprobación final fue obtenida en el gabinete en marzo 13, 1996 bajo el decreto No.1257. La nueva regulación apareció in una gaceta oficial No. 31946 de fecha abril 25, 1996.

De acuerdo con la nueva regulación, hay dos acercamientos diferentes al estudio dependiendo del tipo de esquema de desarrollo o actividades tales como desarrollo de recursos naturales y otro esquema de desarrollo del sector. En ambos casos, el estudio debe ser concluido para identificar el impacto significativo y las fuentes de impacto por el proyecto incluyendo medidas a ser tomadas para mitigar la degradación ambiental.

Con respecto al desarrollo de fuentes naturales tales como el proyecto de minería o explotación petrolera EIA es requerido en niveles de explotación y escenario de operación, y la aprobación (Autorización de Afectación de Recursos: (AAR) debe ser obtenida del EIA comité de evaluación en cada escenario. Se entiende que un largo periodo se necesita para ser considerado para el desarrollo de recursos naturales. Además, el estudio del impacto ambiental debe ser en tal manera como el propuesto en la nueva regulación para tratar con los cambios ambientales que puedan ocurrir con el tiempo. Sin embargo, el procedimiento pare ser mas complicado y consume mas tiempo como resultado.

Para cualquier programa y actividad aparte del proyecto de desarrollo minero y petrolero, el EIA deberá ser conducido de acuerdo con el procedimiento señalado en la Fig. 2.12-3.

Para cualquier proyecto que se tome en la Cuenca del Rio Tuy, el comité del EIA de la Agencia de la Cuenca del Rio Tuy esta a cargo de la evaluación del estudio del impacto ambiental. Por otra parte, si la ubicación del proyecto esta fuera de la Cuenca, debe ser evaluado bajo los auspicios de la Dirección General de Calidad Ambiental del MARNR.

El comité del EIA tiene nueve miembros, que consiste de siete permanentes y dos miembros no permanentes. Todos los miembros son expertos de diferente

especialidad seleccionados de siete diferentes direcciones. La Gerencia de Administración y Protección y Resguardo) envía tres miembros al comité, y uno de ellos es designado como coordinador.

### 2.13 Proyectos Relacionados que están en marcha

Un esquema de proyectos relacionados y que están en marcha se describe en esta sección:

#### MARNR de Fortalecimiento del MARN del Proyecto de Gerencia Ambiental de Venezuela por el Banco Mundial

Propósito	Fortalecimiento del MARN y descentralización de algunas de las funciones del MARN a los Gobiernos estatales
Historia	1995 Petición del Gobierno Venezolano 1996 Comienzo de la preparación del Estudio
Agenda	Agosto 1996 Finaliza la preparación del Estudio Sept-Oct, 1996 Evaluación
Status	Conducción de la preparación del Estudio
Componentes	Siete componentes: Sistema de Información Monitoreo de la calidad ambiental Fortalecimiento del laboratorio Plan Nacional Ambiental Marco legal Reglamentación de los refuerzos de la ley Entrenamiento y educación ambiental
Costo	(Estimado) Préstamo del Banco: US\$30 millones Presupuesto del Gobierno local: US\$30 millones

#### Saneamiento del Río Tuy (Proyecto bajo la Asistencia de GTZ)

Propósito	Gerencia del Recurso del agua para la Cuenca Alta y Media del Río Tuy
Historia	Mayo 1989 Petición del Gobierno de Venezuela Dic. 1991 Convenio entre MARN y GTZ
Agenda	Fase I Agosto 1992 - Julio 1995 Fase II Agosto 1995 - Julio 1998
Status	Conducción de la fase II del Estudio
Componentes	Dos expertos a largo plazo de Alemania Curso de entrenamiento para el personal Venezolano Donación del Equipo de laboratorio
Costo Total	Total 1,600,000 DM (Subvención del Gobierno Alemán) Presupuesto del Gobierno Local: Discusiones anuales para determinar los fondos de la contraparte al proyecto

**Proyecto de Tratamiento de Aguas Residuales en la Cuenca del Lago de Valencia**

Propósito	Mejoramiento de la calidad del agua de la Cuenca del Lago de Valencia
Historia	Abril 1985 El Gobierno otorgo alta prioridad al proyecto Nov. 1988 IDB aprobó préstamo para el proyecto (US\$50,000,000) Julio 1990 Congreso Venezolano apoyo la inversión hasta US\$75,000,000 Sep. 1990 Acuerdo entre Venezuela y el BID
Agenda	Original: Julio 1990 - Septiembre 1994 Extensión hasta 1997 -1998 para el programa de higiene El programa de suministro de agua comienza en enero 1996 (Primera etapa acueducto)
Agencia	1988-1992 INOS/Hidrocentro para suministro de agua potable 1988 MARN ( Agencia de la Cuenca del Lago de Valencia) para las plantas de tratamiento de aguas residuales y Sistema de Alcantarillado  Asistencia Técnica Francia: Organización y Gerencia de la Agencia de la Cuenca Alemania: Estudio de los sedimentos en el Lago de Valencia Japón: Instalación y gerencia del Centro para la Investigación de la Calidad del Agua (CICA)
Status	Actualmente: La Mariposa ( avance del 60%), Taiguaiguay (avance del 90%) y Los Guayos (50%). Las plantas de tratamiento están siendo construidas. La construcción esta retrasada debido a falta de fondos locales.
Principales Características	Area de la Cuenca: 1,800 km <sup>2</sup> Area del Lago: 356 Km <sup>2</sup> Población: 2,500,000 Industria: 30% del total del País Contaminación: Industria (48%), Desechos Domésticos (36%), Granjas Porcinas (15%) Tratamiento: Industria: actualmente el 50% tienen sistema de tratamiento. Domestica: Actualmente no hay tratamiento pero hay sistema de cloacas en Maracay, Guacara y Valencia
Costo	(Estimado) Préstamo del BID: US\$50 millones Presupuesto del Gobierno local: US\$75 millones

**Mejoras en la Administración del Suministro de Agua**

Propósito	Mejora en el suministro de agua en toda Venezuela
Historia	Octubre 1995 Fase I de Evaluación
Agencia	Hidroven - BID - Banco Mundial
Componentes	Fase I General Mejora en el inventario del suministro de agua en Venezuela Mejora en la contabilidad Detalle Establecimiento de leyes y reglamentos para el suministro de agua Establecimiento de Sistema de recolección y tarifas  Fase II Aspectos de suministro de agua Aspectos de calidad del agua
Costo	Fase I BID: Aprox. US\$150 millones Banco Mundial: No mucho

## CAPITULO 3 PROYECCION DE LA CALIDAD DEL AGUA

### 3.1 General

De acuerdo a las condiciones actuales planteadas en el Capítulo 2, la proyección base está estimada para los cambios futuros condicionales de la calidad del agua debido a la contaminación sin tomar medidas. La calidad del agua está sujeta a los cambios condicionales de la contaminación de las fuentes. Como establecimos en el Capítulo 2, los mayores contaminantes son fábricas, criaderos de ganado porcino y fuentes domésticas, así como también la erosión y el transporte de sedimento en la Cuenca del Río Tuy. La magnitud de la contaminación está estrechamente relacionada con el tamaño de estos contaminantes. Las relaciones entre contaminación y contaminadores se sintetizan en la Fig. 2.5-3.

Como se discute más adelante en el Capítulo 4, los contaminantes principales del Río Tuy son identificados como tres, sustancias orgánicas, metales pesados y turbiedad, utilizándose el índice científico DBO para los contaminantes orgánicos y SS para la turbiedad como una referencia de la cantidad de sustancias en el río. Para los tóxicos (metales pesados), un estudio cualitativo fue realizado debido a insuficientes datos disponibles para el análisis de cantidad.

El proceso de cálculo para DBO y SS está resumido de la siguiente manera:

Item	Fuente	Parámetro de tasa de contaminación	Indicador económico relacionado
BOD	Fábrica	Número de empleado	Crecimiento industrial
	Cochinera	Cabeza de cerdo	Considerado constante*
	Residencia	Población	Crecimiento poblacional
SS	Fábrica	Número de empleado	Crecimiento industrial
	Cochinera	Cabeza de cerdo	Considerado constante*
	Residencia	Población	Crecimiento poblacional
	Arenera	Número de empleado	Crecimiento industrial
	Erosión de la Cuenca	Uso de la tierra	Crecimiento poblacional

\*: Refiérase a la sección 3.2.4

Para poder estimar y pronosticar la condición de DBO y SS en el futuro, se seleccionaron dos indicadores económicos, a saber, crecimiento industrial y crecimiento poblacional.

Primeramente, se consideraron tres patrones básicos para la proyección. En cada patrón, en este estudio, es práctico suponer que la tendencia de los indicadores es independiente. La tendencia futura de estos tópicos es estimada de acuerdo a tres escenarios socioeconómicos que son sostenidos por la superficial nacional, ejecuciones pasadas, y la relación de ambas. Estos han sido combinados en el patrón abajo señalado:

- (1) Patrón -1 Estandar : Combinación de estimados medios
- (2) Patrón -2 Alto : Combinación de los Estimados más altos
- (3) Patrón -3 Bajo : Combinación de los Estimados más bajos

## 3.2 Proyección de las Condiciones Socioeconómicas

### 3.2.1 Patrón Básico de Proyección Poblacional e Industrial

Los tres patrones son discutidos en más detalles tomando en cuenta los cambios en el crecimiento industrial y poblacional.

#### Patrón-1 (Estandar)

El Patrón 1 es la combinación del cálculo intermedio. El siguiente escenarios del crecimiento industrial y poblacional fue considerados por este patrón.

#### (1) Crecimiento Industrial

El crecimiento industrial se deriva de la estimación del crecimiento económica (GD). Se supone que la tasa de crecimiento de industrias en el Area de Estudio se corresponde con la situación económica nacional porque la economía de Caracas, al ritmo de la economía nacional, tiene un impacto directo en el desarrollo industrial en el Area de Estudio.

#### (2) Crecimiento Poblacional

En el Estudio sobre el crecimiento poblacional en la Cuenca del Rio, los "Escenarios de Ocupación de la Tierra en la Cuenca del Río Tuy" ("Escenarios") preparado por el Ministerio de Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables, en enero de 1990 fue utilizado para proyectar la población.

La proyección del Patrón-1 (Standard) es un pronostico de la tendencia; mientras los datos del Censo de la OCEI para 1961, 1971, 1981 y 1990 para los Municipios involucrados, son utilizados para un análisis de regresión de ciclos. La ecuación de regresión resultante, toma la forma de una formula ya sea natural o exponencial. La dependencia de cada ecuación es expresada y confirmada por la correlación del coeficiente y de un valor T. Respecto a la población de pueblos individuales dentro de las "parroquias", fueron proyectadas para que crecieran en la misma proporción de la parroquia.

#### Patrón-2 (Alto)

El Patrón es la combinación de la más alta combinación. Los siguientes escenarios de crecimiento industrial y poblacional han sido considerados por este patrón.

#### (1) Crecimiento Industrial

En la Proyección del Patrón-1, la relación entre la economía y las actividades económicas de los grupos industriales sigue un tendencia igual a la que ha tenido hasta la fecha. En la proyección del Patrón-2 (Alto), la relación corresponde a la que El Plan prevé.

En El Plan el sector industrial del país crecerá un promedio anual de 8.0% y 9.5% durante el periodo de 1999 al 2004 y en el 2010, respectivamente. En

este periodo se buscan nuevas relaciones entre la economía y la industria. Esta claro que el Gobierno desea colocar este sector a la cabeza del desarrollo económico. En esta proyección, el crecimiento de la industria en su totalidad, en el área de Estudio; tendrá los mismos porcentajes arriba mencionados. Con la una posición relativa de cada grupo manteniéndose en un porcentaje similar a la proyección anterior.

#### (2) Crecimiento de la Población

La proyección del Patron-2 (Alto), es igual escenario del Rio Tuy Medio en Escenarios. Este ha sido propuesto por CORDIPLAN ( Plan Regional de Ordenación del Territorio para la Región Capital ). El escenario establece la realidad de un movimiento de inmigración del Area Metropolitana de Caracas (AMC) hacia ciudades dormitorios que incluye a la área del Estudio; esto es el resultado debido a la cada vez crecientes restricciones de espacio, infraestructuras, económicas y ambientales de AMC; por lo cual proyecta una aceleración en la concentración de la población en la Cuenca Media del Rio Tuy.

#### Patron-3 (Bajo)

El Patrón es la combinación de la más baja estimación. Los siguientes escenarios de crecimiento industrial y poblacional han sido considerados por este Patrón.

#### (1) Crecimiento Industrial

En la proyección del Patron-3 (Bajo), se utilizo el GDP de 1986 al 1994 para formular la ecuación de regresión de la economía y así proyectar el crecimiento económico futuro. El porcentaje del crecimiento promedio fue de alrededor de un 3 % durante el periodo. Es decir, la meta de crecimiento nacional no se tomo en cuenta y solo los datos históricos es lo único que difiere del procedimiento empleado en el Patrón 1.

#### (2) Crecimiento de la Población

La proyección del Patron-3 (Bajo), sigue el mismo comportamiento del descrito para las ciudades intermedias en Escenarios. Es una interpretación del P.N.O.T. ( Plan Nacional de Ordenación Territorial ). El escenario busca fortalecer aquellas ciudades de primer y segundo orden con el fin de aliviar la concentración poblacional de la región centro-norte-costera, de esta forma se aceleraría la descentralización político-económica y alcanzaría una mayor protección ambiental.

### 3.2.2 Comparación de los Tres Patrones

La comparación de los tres patrones es resumido como sigue:

(1) Crecimiento Industrial

Patrón de Proyección	Descripción
Patrón 1 (Estandar)	La relación regresiva entre GDP (x) y GDP industrial (y) es establecido. Luego, x es sustituido por el futuro GDP proyectado por CORDIPLAN. Como resultado, se obtiene el futuro GDP industrial. Finalmente, el futuro GDP industrial es comparado con el GDP industrial de 1990.
Patrón 2 (Alto)	El futuro GDP industrial proyectado por CORDIPLAN es comparado con el GDP industrial de 1990
Patrón 3 (Bajo)	La relación regresiva entre GDP (x) y GDP industrial (y) es establecido. Luego, x es sustituido por el futuro GDP proyectado por una ecuación regresiva de series. Como resultado, se obtiene el futuro GDP industrial. Finalmente, el futuro GDP industrial es comparado con el GDP industrial de 1990.

(2) Crecimiento de la población

Proyección Patrón	Descripción
Patrón 1 (Estandar)	La ecuación regresiva de series fue preparada para proyectar la futura población. Luego, la población futura fue comparado con el del 1990. Esta proyección metodológicamente sigue el análisis hecho en "Escenarios de Ocupación de Tierra en la Cuenca del Río Tuy" (para simplificar "Escenarios")
Patrón 2 (Alto)	Se asume que la concentración mas alta de población en el área media del Tuy es debido al espacio, infraestructura y otras limitaciones en el AMC. Esta proyección esta basada sobre el Escenario Medio del Tuy en "escenarios"
Patrón 3 (Bajo)	La dispersión interna de la población en la costa central-norte se suma que es debido a la descentralización político-económico y protección ambiental. Esta proyección es basado sobre el Escenario de Ciudades Intermedias en "escenarios"

Para el cálculo del crecimiento industrial, se aplican los siguientes GDP.

**Crecimiento de GDP basado en Rendimientos Anteriores y Proyección Futura hecha por CORDIPLAN**

Crecimiento GDP	1990-1997	1997-1998	1999-2004	2005-2010
Anual	0.9%	6%	5.2%	6.2%
Periodico	6.5%	6%	35.5%	43.5%
Total (1990=1)	1.06.5	1.126	1.526	2.190
Prom.(1990-2010)	4.0%/año			

**Resumen de los Resultados de Proyección**

Las siguientes proyecciones son obtenidos:

## (1) Proyección del Crecimiento Industrial

Proyección Patrón	Crecimiento de GDP 1990 a 2010	Crecimiento Industrial 1990 a 2010
Patrón 1 (Standard)	4.0%/año	4.3%/ año
Patrón-2 (Alto)	-	5.8%/ año
Patrón-3 (bajo)	3.0%/año	2.5%/ año

## (2) Proyección del Crecimiento de la población

Proyección Patrón	Crecimiento Poblacional 1990 a 2010
Patrón 1 (Standard)	4.7%/ año
Patrón-2 (Alto)	5.3%/ año
Patrón-3 (bajo)	3.0%/ año

## 3.2.3 Granjas Porcinas

Actualmente la política fiscal vigente, para el Área de la Cuenca del Río Tuy es la de no permitir el establecimiento de nuevas granjas porcinas, aquellas que no sigan el Patrón de Calidad de Aguas Residuales serán serradas, y solo aquellas que sigan el Patrón, podrán continuar sus actividades comerciales. Por esta razón se supone que el negocio de las granjas porcinas no aumentará, mantendrán su estructura actual en el futuro. Esta presunción fue aplicada para las tres proyecciones.

## 3.2.4 Uso de la Tierra

Uno de los principales contaminantes del Río Tuy es la turbiedad, y en este estudio los SS han sido seleccionados como parámetro para expresar el grado de turbiedad. Aproximadamente 85% de los SS provienen de la erosión de la Cuenca, por lo tanto, el volumen de producción de sedimento está estrechamente relacionado con el uso de la tierra. El futuro uso de la tierra ha sido estudiado por la proyección de base.

Situación Actual

La siguiente tabla es la situación del uso de la tierra por las cuencas altas y medias en el área de estudio en 1990.

Cuenca	Unidad	Patrón de uso de la Tierra						Total	Tasa
		Unidad	Bosque	Matorral	Grama	Agricultura	Urbana		
Alta	km <sup>2</sup>	201	404	110	136	110	35	996	53,7
	%	20,2	40,6	10,0	13,7	11,0	3,5	100	-
	%		71,8			28,2		100	-
Media	km <sup>2</sup>	85	338	43	51	294	49	860	46,3
	%	9,9	39,3	5,0	5,9	34,2	5,7	100	-
	%		54,2			45,8		100	-
Total	km <sup>2</sup>	286	742	187	153	404	84	1,856	100
	%	15,4	40,0	10,1	8,2	21,8	4,5	100	-
	%		65,5			34,5		100	-

La Cuenca del Alto Tuy (o Alto Tuy) se lleva 53.7% del área total y la Cuenca del Tuy Medio el resto (46.3%).

El área combinada de las tierras naturales (bosque, matorrales y sabana) hacen un 75.2% de la Cuenca del Alto Tuy y 54.2% del Tuy Medio, mientras que el área total de cultivo o tierra usada por la actividad humana (pasto, agricultura y áreas urbanas) hacen 24.8% y 45.8%, respectivamente.

### Observaciones sobre los Cambios en el uso de la Tierra

La carencia de datos pasados hace difícil hacer un análisis más detallado sobre los cambios en el uso de la tierra en el Área de Estudio. La comparación con la tendencia futura, y la observación, nos limitada a tratar con los últimos datos disponibles.

Los fenómenos como incendios de forestales, deterioración natural de los árboles y la deforestación pudo conducir a la actual degradación de la vegetación en el Área de Estudio. Desde el punto de vista del control de la erosión, los bosques son indispensables para preservar la Cuenca y se debe prestar cuidadosa consideración a no permitir la explotación comercial. Es obvio, que fundar un parque nacional, es una mejor opción para salvar las fuentes de agua.

Basado en datos esporádicos, en efecto, se estima que el área total de agricultura decrecerá cada año al rededor de 3%. El área se está utilizando como área urbana (incluyendo las áreas industriales) o está siendo utilizada para diques o carreteras.

La producción de cereales, granos, caña de azúcar, café y los sectores horticultores tienden a declinar, mientras el de los vegetales y frutas está aumentando.

El sector ganadero no está claramente definido pero la tendencia es la de ir incrementándose. El número de vacas, cerdos y aves de corral está aumentando. Sin embargo, el número de caballos, mulas y burros disminuye.

En contraste con el Alto Tuy, todo el sector agricultura aumenta, con la excepción de los pastizales.

### Futuras Tendencias en la Conversión en el Uso de la Tierra

Comparado con la población, la cual se estima se duplicará en Alto Tuy y triplicará en el Tuy Medio para el 2010, la expansión de las áreas urbanas debe coincidir con esta tendencia. Asumiendo que el aumento del área urbana es de dos tercios del crecimiento de su población, será de 58 km<sup>2</sup> y 114 km<sup>2</sup> en el Alto Tuy y el Tuy Medio (respectivamente) para un total de 172 km<sup>2</sup>. En otras palabras, el área urbana tendrá 5.8% del Alto Tuy, 13.3% del Tuy Medio y 9.3% del total del Área de Estudio.

Se estima que la producción industrial crecerá de dos a tres veces para el 2010 en el Área de Estudio. El área industrial ocupa ahora 1.6 km<sup>2</sup> y 2.8 km<sup>2</sup> del Alto Tuy y del Tuy Medio, (respectivamente), el cual es incorporado al área urbana y se extenderá a 3.2 km<sup>2</sup> y 5.6 km<sup>2</sup> en las dos cuencas.

En conclusión, el área de agricultura en el Tuy Medio está decreciendo gradualmente mientras el área urbana está creciendo junto con el crecimiento de la población y la industria. Por lo tanto, la erosión incrementará la producción de sedimentos en las cuencas. En el Alto Tuy, se pronostica que el pasto, la agricultura y las áreas urbanas

crecerán , reduciendo de esta manera otras áreas, lo que nos lleva al indeseable efecto de mayor producción de sedimentos . La condición del cambio del uso de la tierra lo podemos resumir de la manera siguiente:

Cuenca	Tasa de crecimiento de la	Conversión del uso de la tierra	
Alto Tuy	Basado en patrones de proyección básicos (Patrón 1 al 3)	Aumento de la tierra de agricultura	2/3 de la tasa de crecimiento de la población
	Basado en patrones de proyección básicos (Patrón 1 al 3)	Aumento en tierras de matorrales	2/3 de la tasa del crecimiento de la población
Tuy Medio	Basado en patrones de proyección básicos (Patrón 1 al 3)	Incremento de la tierra urbana	100% de la tasa del crecimiento de la población
	Basado en patrones de proyección básicos (Patrón 1 al 3)	Disminución de la tierra de agricultura	100% de la tasa del crecimiento de la poblacional

### 3.2.5 Resultados de la Proyección

Los resultados de las proyecciones del crecimiento socio-economico están resumidos en la siguiente Tabla.

Año	Patrón de Proyección			Población		
	1990	2000	2010	1990	2000	2010
Patrón-1 (Standard)	1,000	1,275	2,309	1,000	1,568	2,524
Patrón-2 (Alto)	1,000	1,311	3,075	1,000	1,634	2,819
Patrón-3 (Bajo)	1,000	1,193	1,634	1,000	1,381	1,815

Nota: Usando la ecuación de la Tabla, la Proyección de la población por Municipio, es la siguiente.

Con relación al crecimiento de la industria, el numero de empleados aumenta en 2.3 veces en el año objetivo de 2010 al compararlo al 1990 con una tasa de crecimiento anual de 4.2 % en el Patrón-1. En los Patrones 2 y 3 la cifra aumenta en 3.1 y 1.6 veces a la tasa anual de 5.8% y 2.5% respectivamente. El numero de empleados en el Patrón-1 es 35% mayor que en el Patrón-2 y 30% mas pequeño que en el Patrón-3 para el año 2010.

Con relación a la población, esta crecerá 2.5 veces de 1990 al 2010 a una tasa de crecimiento anual de 4.7 en el Patrón 2; en los Patrones 2 y 3 crece 2.8 y 1.8 veces a una tasa promedio anual de 5.3% y 3.0% respectivamente. El población en el Patrón 1 es 12% mayor que en Patrón 2 y 28% mas pequeño que en el Patrón 3.

Estas proyecciones estimadas de la población y la industria fueron aplicadas a la Proyección de la calidad del agua.

### 3.3 Proyección Base de la Contaminación

La Proyección Base ha sido conducida por medio de los indicadores: contaminación orgánica (DBO) y turbiedad (SS) de la forma siguiente:

### 3.3.1 Contaminación Orgánica

#### Método de Cálculo de la Producción de Carga Efluente

La BOD ha sido seleccionado como indicador para la contaminación orgánica. La aplicación de la tasa de flujo, es común, para calcular la tasa de producción de la BOD. Las tasas de corriente de la contaminación aplicadas en estudios anteriores en Venezuela, como se discutieron en la sección 2.5, se consideran apropiadas y estos valores son utilizados en el presente Estudio.

(1) Tasa de Flujo de la Contaminación en la fuente

Se calcula de la siguiente forma:

(a) Aguas Residuales Industriales

La tasa de producción de BOD por empleado y determinado por la categoría de la industria (código CIU) es aplicado. El valor aplicado se encuentra en la Sección 2.5.

(b) Aguas Residuales de las Granjas Porcinas

La tasa producción BOD de 162g/cochino/día es aplicada

(c) Aguas Residuales Domesticas

La tasa de producción del BOD de 54g/persona/day es aplicada

(2) Carga del Efluente

La descarga de contaminación se calcula al multiplicar la descarga de contaminación en cada fuente contaminante por la relación del tratamiento. La relación tratamiento es la que obtenemos a través de pruebas de calidad del agua antes y después que el tratamiento es aplicado. Los valores son los siguientes:

Sub-Cuenca	Porcentaje de Efluente (%)
El Consejo	17.4
Las Tejerías	55.6
Qda Guayas	46.8
Paracotos	94.7
Río Guare y Tazón	98.7
Río Tama	95.0
Charallave	83.7
Ocumare del Tuy	73.5

(3) Contaminación Descargada en el Río

Se aplicó la fórmula modificada de Streeter y Phelps. Esta fórmula es la utilizada en el Modelo Ríos ( ver la Sección 3.5 ). Se utilizó el factor de reducción "K" para reducir la BOD.

### **Proyección de la Líneas Base de la Contaminación**

La proyección de la producción de BOD y la carga efluente por Sub-Cuenca en los años 2000, 2005 y 2010 se presentan en la Tabla 3.3-1.

#### **3.3.2 Toxicos**

En cuanto a los toxicos, no hay metodo aplicable para realizar la proyeccion futura en forma cuantitativa. En vista de que los toxicos seran mas descargados en el rio en proporcion al incremento de las industrias, la posibilidad de que el agua sea contaminado aumentara naturalmente a menos que se implementen las medidas.

#### **3.3.3 Turbiedad**

##### **Método de Calculo**

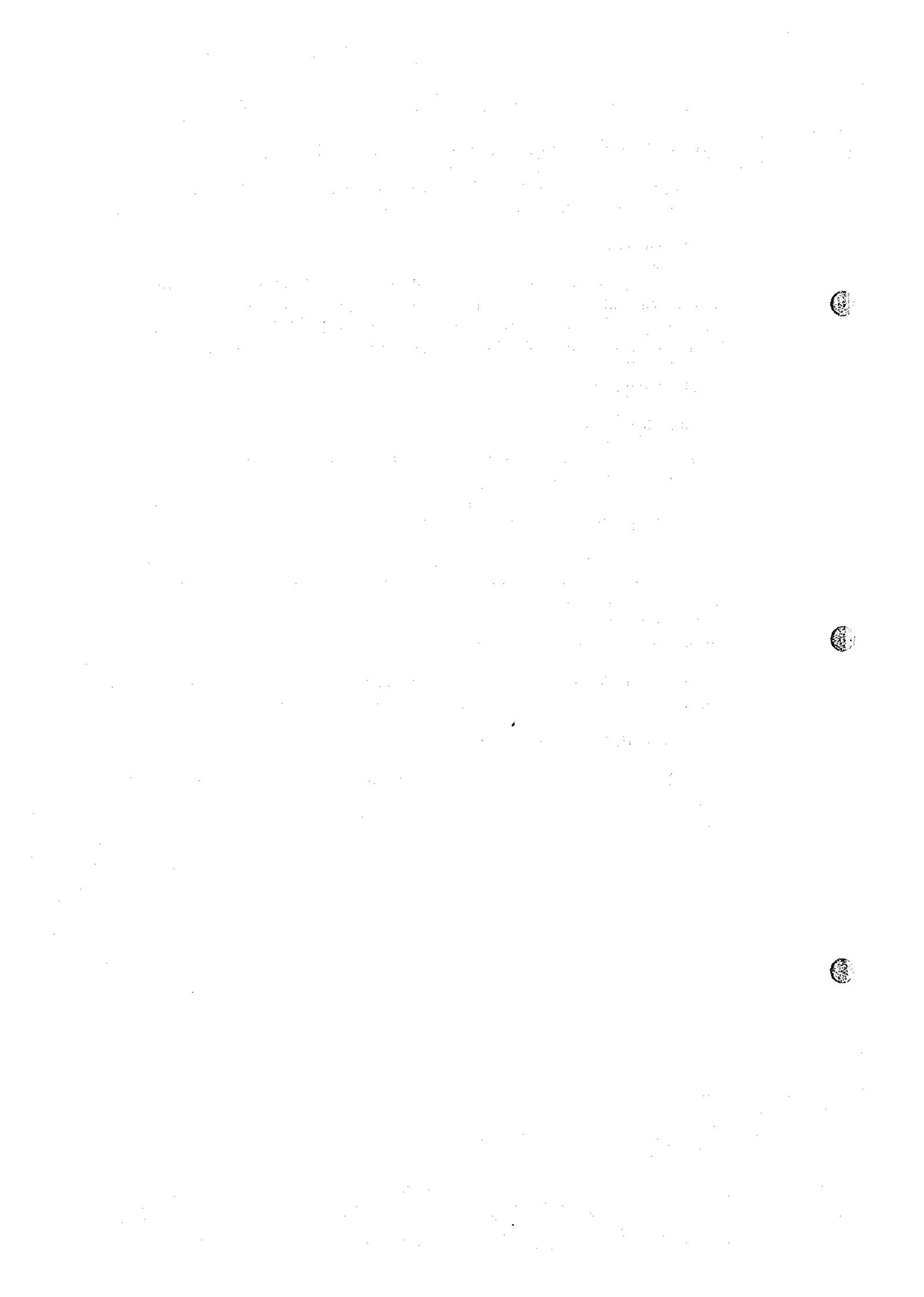
Se han utilizado los SS como el índice para la turbiedad. La producción de SS se ha dividido en tres causantes de la producción de sedimentaron: la erosión de la tierra, canteras de arena y sustancias orgánicas originadas en las fabricas, granjas y residencias localizadas en la Cuenca del Rio.

La producción de los SS como resultado de la erosión de la Cuenca es calculada por el método de USLE, como discutimos previamente en la Sección 2.4. En este método, la capa superior de la tierra es uno de los factores que afecta el volumen producido de sedimentaron. Para la proyección de la línea base, este factor se ha seleccionado como parámetro para expresar las condiciones futuras.

La proyección de los futuros SS provenientes de las canteras de arena y de sustancias orgánicas, esta basado en las proyecciones de la población y la industria.

##### **Proyeccion de la Línea base de la Contaminacion**

Los valores SS de los puntos principales a lo largo del Rio Tuy en los años 2000, 2005 y 2010 se encuentran en la Figura 3.3-1.



## **CAPITULO 4 IDENTIFICACION DE ASPECTOS CLAVES Y PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA GERENCIA AMBIENTAL**

### **4.1 Calidad del Agua**

Un resumen de los temas y problemas claves relacionados con la calidad del agua se encuentran en la Tabla 4.1-1, basados en las siguientes sub-secciones.

#### **4.1.1 Identificación de Aspectos Claves y Problemas**

##### **Parámetros para Estudio de Calidad del Agua**

Basados, en las condiciones actuales tal como se ha discutido en el Capítulo 2, se ha concluido que la calidad del agua en el área de estudio puede ser representado por los 3 siguientes factores:

- Contaminación Orgánica
- Tóxicos
- Turbiedad

##### **Contaminación Orgánica**

La polucion organica es muy serio en el Rio Tuy en la actualidad. Los valores de BOD, indicador de contaminacion organica, han sido observados en mas de 800 mg/l en la cuenca alta y mas que 10 mg/l en el punto de captacion del agua en la cuenca media.

El RioTuy no permite la existencia de vida acuática. Esta es una situación anormal desde punto de vista ambiental para un Rio.

En la proyección de línea base para el año 2010, el valor de BOD será de 2,440 mg/l en la cuenca alta y de 14 mg/l en el sitio de Toma de Agua. Esta contaminación orgánica producirá:

- Suspensión de toma de agua;
- Aumento del uso de cloro el cual tendrá efectos adversos en la salud humana;
- y
- Incremento de los costos de tratamiento del agua.

La toma de agua fue suspendida 36 veces por año en promedio entre 1993 y 1995. De estas, 18 (50%) de las veces como consecuencia de contaminación orgánica: olor, color y alta demanda de cloro.

##### **Tóxicos**

Los tóxico, como fuente de contaminación en el área de estudio son en su mayoría metales pesados. En los análisis de la calidad del agua realizados durante este Estudio, la concentración de metales pesados excedía el patrón Tipo 1B y fueron detectados en

tres de los once puntos de muestreo seleccionados a lo largo del Río; basados en esto conseguimos que la probabilidad de ocurrencia de contaminación tóxica esta estimada en un 27%. El control de los tóxicos es muy importante, ya que tienen el potencial de causar graves daños a la salud humana por varias generaciones. Adicionalmente a los daños que puedan ocasionar en la Cuenca Alta y Media del Río Tuy, existe la posibilidad de un amplio espectro de efectos como en el de la pesca costera que se realiza cerca a la Boca del Río Tuy.

El control de los tóxicos en el Río Tuy es sumamente importante cuando se toma en cuenta que el río suministra el agua para uso doméstico a Caracas. En la Toma de Agua, actualmente, no se están chequeando materia tóxica diariamente, por lo tanto no se incluyen como causa de las suspensiones. Los tóxicos, llegan al punto de la Toma de agua y de no tomarse las medidas pertinentes surgirá una situación muy seria, en términos del sector salud.

### Turbiedad

La turbiedad es igualmente un factor importante en la contaminación del Río Tuy. La turbiedad crea una serie de condiciones ambientales desfavorables. La alta turbiedad en el río ocurre mayormente en la época de lluvias cuando la carga de sólidos suspendidos (SS) es alta. En línea base se proyecta la carga de sólidos suspendidos para el año 2010 así:

SS Proyectados para el Año 2010 en Línea Base

Punto	SS (mg/l)
Toma de Agua	1,080

Nota: El valor de SS es aproximadamente tres veces más que el de NTU, de acuerdo a los resultados del análisis de agua de este Estudio. El SS es el valor de la descarga producida durante un periodo de 95 días.

La alta (turbiedad) causó la suspensión de la toma de agua once veces (31%) de las 36 producidas en el periodo de 1993-1995. En el numero de veces que la operación ha sido suspendida la causa mas alta es atribuible a la turbiedad; también es la causante de los altos costos anuales de la operación en las instalaciones de pre-tratamiento

#### 4.1.2 Fuente de Contaminación y Distribución Espacial

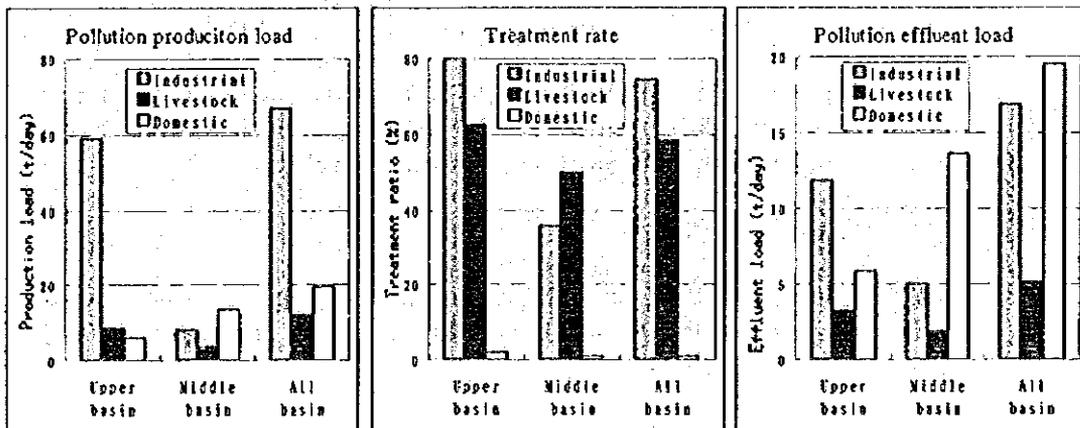
Las fuentes de contaminación y su distribución espacial han sido identificadas así:

#### Contaminación Orgánica

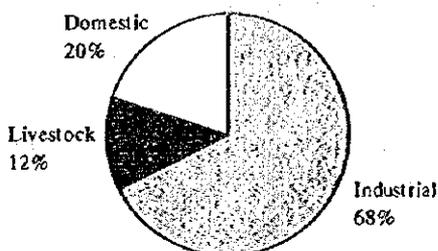
##### (1) Fuente de Contaminación

La fuente de contaminación en el área de estudio está dividida en una forma amplia en tres: aguas residuales industriales, aguas residuales de granjas porcinas y aguas residuales domésticas. La participación en la producción de BOD y la carga de Efluente de BOD de cada fuente de contaminación en el área de estudio es la siguiente (ver Tabla 4.1-2):

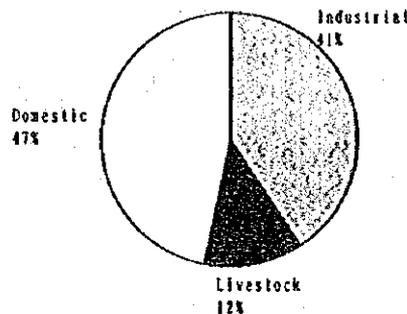
Producción de contaminación, tasas de tratamiento y cargas efluentes han sido trazadas para la Cuenca Alta, Medio y en general para toda la Cuenca. Es evidente al analizar los gráficos, a continuación, que las tasas de tratamiento de las aguas residuales domésticas son muy bajas y por lo tanto hay altas cargas de efluentes, apesar de que la producción de carga contaminada es moderada; como resultado tenemos que las cargas efluentes industriales y domésticas se encuentran en similares altos niveles. Adicional a la contaminación industrial, las aguas residuales domésticas requieren una atención especial.



BOD Production Load



BOD Effluent Load



En el área de estudio, el 68% del total de la producción de BOD es originada por la industria. El de origen doméstico y el de las granjas porcinas comparativamente menor en un 20% y 12% respectivamente.

Cuando se comparan las cargas de efluentes de BOD, la participación de las aguas residuales domésticas incrementa a un 47% y la del área industrial decrece a un 41%. Esto como resultado que actualmente la tasa de tratamiento en la zona industrial es relativamente alto a 75% comparado con el sector doméstico que representa solo un 1%.

La contaminación orgánica, proviene principalmente de industrias de comestibles y algo de las no-alimenticias i.e: productores de químicos y textiles. De acuerdo a las encuestas realizadas, el 67% de las industrias de alimentos tienen plantas de tratamiento. De estas el porcentaje de plantas utilizando tratamientos biológicos (el cual es efectivo de acuerdo a los análisis

de calidad del agua realizados) es de 63%. Los restantes sólo tienen plantas de tratamiento físico-químicas.

La carga efluente y la producción de BOD de las aguas residuales de las granjas porcinas, representan un 12% de la carga total. Las granjas descargan aguas residuales en una variedad de formas. Algunos criaderos tienen plantas de tratamiento adecuadas y no descargan aguas residuales. Mientras otras, especialmente las localizadas cerca al Río, descargan aguas altamente contaminadas en algunos casos de más de 10,000 mg/l de BOD en el Río. El efecto de los criaderos en la calidad del agua del Río Tuy es por lo tanto alta, aunque su tasa de participación sea comparativamente baja.

La carga de efluente de BOD de origen doméstico es alta en 47%. Existe una red de alcantarillado en los centros urbanos importantes, sin embargo no se realiza ningún tratamiento antes de ser vertidos en el Río.

(2) Distribución Espacial

La distribución espacial de la contaminación orgánica en el área de estudio está ilustrada en la Fig. 4.1-1 a través de BOD por sub-cuenca y por contaminante (ver Tabla 4.1-3).

De la Fig. 4.1-1 se podrá deducir lo siguiente:

- BOD de las fábricas y granjas porcinas es relativamente alto en la Cuenca alta, como El Consejo y Las Tejerías;
- Aguas domésticas residuales es la mayor fuente de contaminación en la Cuenca de Qda. Maitana y la Cuenca media.
- BOD de carga efluente es alto en las áreas de El Consejo, Las Tejerías, Charallave y Ocumare del Tuy.

Tóxicos

(1) Fuente de Contaminación

En el área de estudio los tóxicos son metales pesados provenientes de fábricas en especial de las industrias No-Alimenticios. Los contaminadores potenciales son: productores de químicos y textiles, fabricantes de partes mecánicas, curtiembres, etc. Estos metales se encuentran en las aguas residuales de las siguientes industrias:

Metal Pesado	Tipo de Fábrica
Pb	Auto-partes
Cr	Curtiembres, fábricas de grifos, Auto-partes
Cu	Fábricas de Grifos, Auto-partes
Zn	Textiles

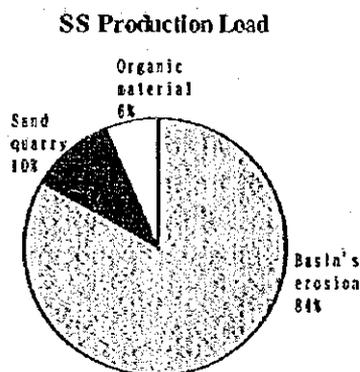
(2) Distribución Espacial

La distribución proyectada para las industrias de no-alimenticias está ilustrada en la Fig.4.1-2. Muchas de ellas están localizadas en la Cuenca media, Charallave y Ocumare del Tuy; unas pocas están localizadas en Las Tejerías y Paracotos en la Cuenca alta.

**Turbiedad**

(1) Fuente de Producción

La turbiedad en el Río Tuy la generan las areneras, la erosión de la capa terrestre en toda la zona de la Cuenca, erosión de las orillas de ríos y la ocasionadas por actividades humanas, i.e., reclamación de tierras, construcción de carreteras, como también por contaminación orgánica. La turbiedad es discutida, usando como parámetro sólidos suspendidos (SS). La fuente de producción de SS es dividida de una manera amplia en tres: erosión, areneras y contaminación orgánica. La composición de SS proyectada para el año 2000 es la siguiente:



Del monto total anual de sólidos suspendidos, aquellos ocasionados por la erosión de la Cuenca es del 84%; las areneras contribuyen en un 10% y la participación de material orgánico es relativamente bajo en un 6%.

(2) Distribución Espacial

El volumen de producción de sedimentación es calculado por una red de 1x1-km como está presentado en la Fig.4.1-3. Como se ve en la ilustración, la producción es comparativamente baja en las áreas moderadamente onduladas de Charallave, Cua, San Francisco de Yare y la Cuenca del Río Guare. En otras áreas montañosas no se identifican diferencias marcadas. La producción ocurre a lo largo de la Cuenca.

**4.1.3 Medidas Técnicas ya Implementadas y su Status**

Para las fuentes de contaminación previamente identificadas ya se han tomado contramedidas. En esta sección, identificaremos contramedidas técnicas que ya han

sido adoptadas y el estado de estas medidas es confirmado para la planeación. Las Tablas 4.1-4 y 5 muestran el resumen los resultados del estudio.

### Contaminación Orgánica

Las mayores fuentes de contaminación orgánica son las fábricas, las granjas porcinas y las aguas residuales domésticas. El Status de las contramedidas se describe a continuación:

#### (1) Fábricas

Una destilería de alcohol, localizada en la Cuenca alta, es la que tiene mayor impacto en las aguas del Río Tuy. Se ha introducido un tratamiento biológico y la tasa actual de tratamiento de DBO es de alrededor del 95%; COD y SS están en un 89% y 83% respectivamente (ver Tabla 4.1-4). Debe prestarse especial atención al hecho que apesar de haberse aplicado una tasa alta de tratamiento biológico la COD excede los 2,000 mg/l. Esta cantidad continua estando muy por encima de los limites aceptables para aguas residuales que serán vertidas en el Río.

En general, la eficiencia de remoción de BOD por las fábricas que tienen planta de tratamiento biológico esta por encima del 95% en el caso de fábricas alimenticias, ej. procesadores de carne de pollo, molinos de harina, procesadores de productos lácteos. La tasa de tratamiento de otros parámetros tienen un alto rango, 10 a 90 % para SS. Mas del 50% de fábricas existentes no tiene ninguna forma de tratamiento. El bajo nivel de instalacion de plantas de tratamiento es debido a dificultades financieras, falta de conocimiento de aspectos ambientales, falta de conocimiento tecnico para la planta de tratamiento, ect.

#### (2) Granjas Porcinas

En el presente, 3 cochineras de 33 tienen plantas de tratamiento.

La influencia de los criaderos en la contaminación de agua del río difiere de acuerdo a cada caso, aquellos con laguna de oxidación y aquellos sin ningún tipo de tratamiento. Por ejemplo en el caso de un criadero localizado a lo largo de la Qda. Morocopo, se realiza pre-tratamiento para remover y abonar sólidos residuales y el agua es tratada en tres lagunas de oxigenación. Otro ejemplo es el de utilizar el agua de las lagunas de oxigenación para riego. En este caso el 90% de la contaminación puede eliminarse. Sin embargo, en los criaderos sin ningún tratamiento como en el caso de aquellos localizados a lo largo del Río Tuy, 100% de los residuales son descargados en el río. La Agencia del Río Tuy esta dispuesta a ordenar el cierre de aquellas instalaciones que no hayan implementado plantas de tratamiento.

#### (3) Aguas Residuales Domésticas

La tasa de tratamiento de aguas residuales domésticas es actualmente muy bajo en el área de estudio. A pesar que se han desarrollado la red de cloacas en la

mayoría de los centros urbanos, no se han instalado plantas de tratamiento. En la Cuenca alta en tres localidades se han construido tres lagunas de oxidación, pero, estas no son utilizadas debido a un inapropiado mantenimiento de las instalaciones.

### Tóxicos

De acuerdo a los resultados de las encuestas realizadas, el 54% de las fabricas no alimenticias tiene planta de tratamiento, de las cuales un 53% está equipado con sistema físico-químico, un 13% tiene separador (incluyendo aquellos para la remoción de partículas sólidas), un 7% tiene tratamiento biológico y el 27% restante usa otro tipo de tratamiento incluyendo almacenamiento en tanques.

A continuación, presentamos los resultados de los exámenes de calidad de agua antes y después de ser tratados para materiales pesados (ver Tabla 4.1-6).

Con relación a Pb, una fábrica alcanzó una tasa de tratamiento del 47%. Otras fábricas menos del límite medible. La descarga de la fábrica con la tasa de tratamiento del 47% está aun por encima del standard permitido en el río, y deja entrever que hay un problema con la fábrica misma o en su mantenimiento. Las aguas residuales de esta fábrica son vertidas a un tributario del Río Tuy; las concentraciones de Cr y Cu igualmente exceden el standard.

La tasa de tratamiento de Cr tiene un espectro muy amplio del 28 al 80%. En dos fabricas la concentración después del tratamiento es aun mas alta que antes, indicando la posibilidad de una inadecuada operación o mantenimiento.

Para el Zn, la tasa de tratamiento va de 5 a un 80%. En tres fábricas, alta concentración fue encontrada después de tratamiento. Las tasas de tratamiento para Hg y Ni son igualmente amplias y altas en concentraciones fueron encontradas aun en la muestra luego de ser aplicado el tratamiento.

### Agua Turbia

Como discutimos anteriormente, el agua turbia se origina, mayormente, de la erosión en toda la Cuenca y de las areneras. De estas se considera a las areneras como aguas residuales industriales y la otra como una condición natural (aunque la devastación de la Cuenca es el resultado de actividades humanas).

#### (1) Areneras

Las aguas residuales de las areneras es el resultado de descarga de aguas servidas para lavar arena. En el caso de las areneras localizadas a lo largo de la Qda. Maitana, se utilizan de 20 a 25 l/seg. Dos localizaciones están equipadas con dos tanques de sedimentación, los cuales son utilizados alternativamente. El agua que se desborda de estos tanques va al río. En el otro caso, no hay lagunas de sedimentación y una alta concentración de sólidos suspendidos fluye al Río Tuy.

(2) Erosión en la Cuenca

Para la erosión de la Cuenca no se han tomado a la fecha ninguna medida. Algunas obras para proteger las orillas del río se han realizado a lo largo del Río Tuy, pero son básicamente para la protección de los puentes y no para la protección de orillas del río contra la erosión.

(3) Contramedidas en el Lugar de Utilización

Como contramedida en la toma de agua de Hidrocapital, se ha instalado una planta de pre-tratamiento y ahora se encuentra en operación.

## 4.2 Cantidad de Agua

### 4.2.1 Identificación de Aspectos Claves y Problemas

Los sistemas de abastecimiento de agua Tuy I, II y III son literalmente la línea de vida de 3.6 millones de personas del AMC. En el presente, Hidrocapital tiene varios problemas para operar el sistema actual de abastecimiento de agua entre los cuales podemos citar las fuentes de agua, la operación y mantenimiento de las instalaciones incluyendo captación, pre-tratamiento, transmisión, instalaciones del tratamiento y distribución y problemas institucionales incluyendo sistema de recolección de tarifa.

Entre estos problemas, en esta sección solo son discutidos los referentes a (1) suspensión de abastecimiento de agua, (2) suspensión en la captación desde el río Tuy, y (3) fallas en el sistema de abastecimiento.

#### Suspensión del Abastecimiento del Agua

Como se discute en la sub-sección 2.8.1, la total capacidad de abastecimiento de agua de toda el AMC en 1994 fue de 19.5 m<sup>3</sup>/s para una población de 3.5 millones, correspondiendo a 480 litros por persona por día, que parece ser más que adecuado. La cantidad diaria de alrededor de 360 litros por persona es la demanda proyectada por MARNR para el abastecimiento de agua, lo cual es razonable para una ciudad como Caracas.

Sin embargo, cuando las pérdidas por distribución y tratamiento son incluidos en la ecuación (según Hidrocapital la eficiencia del sistema es alrededor del 80%), el actual abastecimiento cae a 384 l/persona/día. Los siguientes problemas surgen de esta cantidad:

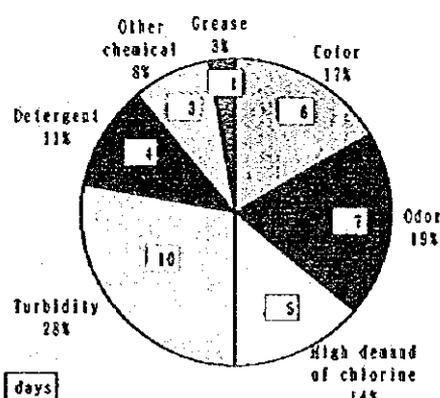
- En la época seca la cantidad de agua actualmente suministrada decrece. En 1992, cuando Caracas ha sufrido una crítica situación de agua, la cantidad de agua por persona cayó a 274 l/persona/día (11.1 m<sup>3</sup>/s). Esto ocurrió debido a la insuficiente capacidad de los reservorios en todo el sistema.
- Durante la época lluviosa, existen periodos en que no se puede captar agua del Río Tuy debido al deterioro de la calidad de agua incluyendo alta turbiedad. En tales casos el agua debe ser tomado de otras fuentes.

Se pronostica que la situación ha de empeorar en el futuro cercano considerando el incremento de la población a un ritmo del 2% correspondiendo a un incremento en la demanda de agua de 0.4m<sup>3</sup>/s por año

**Suspensión de la Captación de Agua**

(1) Causa y Frecuencia

La suspensión del abastecimiento del agua es analizado, basado en los datos de 1993-95. El número promedio anual de suspensión es de 36 con una duración promedio diaria de 8 horas. Las causas de suspensión por su correspondiente causa es como sigue



La contaminación orgánica, principalmente, olor, color y alta demanda de cloro, es la mayor causa de suspensión en la captación con una relación del 50% del total de suspensiones. La turbiedad causó 28% del total.

(2) Efecto de la Suspensión en el Sistema

De acuerdo al registro de la planta de pre-tratamiento en 1995, la condición de suspensión es como se muestra abajo:

Item	Registro
Numero de suspensiones	25 veces
Total de horas de suspension	191 horas
Horas promedio de suspension por vez	8 horas/veces
Volume de agua no transmitida	2,725,000 m <sup>3</sup>
Volumen promedio no transmitido por vez	109,000 m <sup>3</sup> /veces (=3.8 m <sup>3</sup> /s)

Como se muestra en esta tabla, el AMC es afectado debido a la suspensión en la captación en un volumen de 109,000 m<sup>3</sup> por vez (=3.8 m<sup>3</sup>/s). Este volumen corresponde a alrededor del 20% del volumen total de abastecimiento de 19 m<sup>3</sup>/s al AMC. Como se ha mencionado anteriormente, 36 suspensiones ocurren al año, con una frecuencia correspondiente a 10 días. La suspensión en la captación causa problemas desde el aspecto del aseguramiento de la cantidad de agua.

**Fallas en la Operación del Sistema**

Abajo se muestra las fallas en la operación de trasmisión de los sistemas Tuy en 1995.

Sistema	Tuy I	Tuy II	Tuy III
Item			
Frecuencia de falla	22	26	30
Duración de Falla(total)	166 horas	155 horas	202 horas
Tiempo prom. de falla	452 min.	404 min.	404 min.
Volumen no transmitida por falla	73,365 m3	138,040 m3	174,138 m3
Volumen total no transmitida	1.6mcm	3.6 mcm	5.2 mcm

Las fallas en la transmisión son atribuidas a las siguientes causas:

Sistema	Tuy I	Tuy II	Tuy III
Item			
Falla electrica	14	14	13
Falla mecanica	5	9	10
Otros	3	3	7
Total	22	26	30

Con respecto a la tabla de arriba, las siguientes condiciones son considerando:

- Entre los 3 sistemas, no hay gran diferencia en las frecuencias, duracion y periodo de fallas.
- Sinembargo, el volumen de agua no transportado es grande en el caso de fallas del sistema Tuy III. De esta forma, la influencia de la falla del sistema Tuy III se hace grande para el abastecimiento de agua.
- En cuanto a las causas de las fallas, los problemas electricos son dominantes para todos los sistemas, mientras que el numero de fallas mecanicas es tambien grande para el Sistema Tuy III. Esto es atribuido principalmente atribuido a problemas de mantenimiento de la bomba y valvula.

**4.2.2 Medidas Adoptadas**

Para resolver los problemas de cantidad de agua, Hidrocapital ha estado tomando las siguientes medidas:

**Suspension del Abastecimiento de Agua**

Hidrocapital ha formulado un plan caro y alta envergadura que consiste del sistema Tuy IV, para solucionar los problemas presentes y futuras de cortes en el suministro de agua. Los trabajos realizados sobre el sistema Tuy IV ha bajado su ritmo debido a problemas financieros. Para otener la cantidad de agua deseada por los sistemas Tuy, se esta realizando la interconexion Taguaza-Taguacita con el fin de transmitir el agua del reservorio de Taguaza al sistema Tuy II a traves del reservorio Taguacita.

### **Suspension en la Captacion**

En principio, para solucionar los problemas de suspension en la captacion, Hidrocapital espera que la Agencia Tuy tome las medidas para mejorar la calidad de agua del rio Tuy.

Hidrocapital en su esfuerzo, esta considerando varios programas para mejorar las instalaciones de captacion y el sistema de pretratamiento, que se enfatizan en la utilizacion del reservorio ubicado en Qda.Seca como sedimentador de arena y tanque de oxidacion. La idea es transmitir agua cruda tomada del rio tuy al reservorio de Qda.seca para que los solidos sedimentos y para que se oxiden las sustancias organcias antes de que se transmita a la planta de tratamiento. El proyecto es siendo estudiado y se espera que se hagan los disenos detallados en 1997.

### **Mitigacion de Fallas**

Para reducir las fallas, Hidrocapital ha estado tomando varias medidas de mejoramiento, que incluye reparaciones en la estacion de bombeo del sistema Tuy I en Diciembre, 1996. Se espera que cuando terminen las reparaciones decrezcan las fallas del sistema Tuy I. La rehabilitacion del sistema Tuy II dentro del ano 1997 esta tambien planificado para luego mejorar el sistema Tuy III.

## **4.3 Medidas Institucionales ya Adoptadas y su Status**

Las medidas institucionales no están siendo discutidas como causante directo de la contaminación, por ejemplo, contaminación orgánica, tóxicos y turbiedad. En esta sección está compuesta por el tema de los aspectos institucionales.

### **4.3.1 Leyes y Reglamentos**

La condición actual de las leyes y regulaciones fue discutida en la Sección 2.11. En esta sección temas claves y los problemas del marco legal y su condición de fortalecimiento de estas leyes se discutirán, con el fin de identificar las mejoras necesarias.

#### **Marco Legal**

La condicion actual de las leyes y reglamentos fue discutido en la Sección 2.11.

El marco legal existente que consiste de 35 leyes y reglamentos aproximadamente relacionados a los problemas ambientales parecen cubrir los problemas ambientales actuales. Principalmente, se tiene el estandar de calidad de agua para preservar el medio ambiente del rio tuy. Bajo este estandar, las actividades que generan polucion son estrictamente reguladas como ser actividades de fabricas, canteras de arenas y cochineras y desarrollo de tierra. Para fortalecer la aplicacion del marco legal, se tiene la ley penal ambiental, mientras que la ley de reduccion de impuesto es promulgado para permitir un ambiente mejor.

En este sentido, para dar una cobertura mas completa al marco legal existente es aconsejable acompañarlos con leyes y regulaciones complementarios con los siguientes objetivos:

- Para complementar los items necesarios de calidad de agua al estandar de calidad de agua.
- Para complementar la ley actual de impuesto para facilitar su aplicacion por los beneficiarios.
- Para introducir una nueva ley de creacion de un fondo para la implementacion de un esquema de incentivo fiscal y fortalecer la aplicacion por medio de la introduccion de los cargos por polucion.

### Cumplimiento de la Ley

El estado de la condición del cumplimiento de la ley se discute a continuación para fines del sistema de monitoreo y castigos.

#### (1) Sistema de Monitoreo

El monitoreo de la calidad del agua para la Cuenca alta y media del Río Tuy, ha sido propuesto por GTZ e implementado por la Agencia del Río Tuy. Una restricción en este sistema de monitoreo son las deficiencias del laboratorio, que pueden no permitir realizar los análisis en serie para tener un sistema de monitoreo completo.

Con el fin de evitar paralelismo en las actividades ya planeadas, el estudio actual puede considerar la posibilidad de reforzar el laboratorio actual o instalar otro para el uso exclusivo de la Agencia del Río Tuy, como ha sido previamente propuesto por algunas autoridades. Otra contribución sería la de instalar nuevas estaciones o rehabilitar estaciones hidrológicas existentes, para así realizar mediciones permanentes y precisas de caudales y niveles de agua.

#### (2) Castigos en Caso de Violaciones a la Ley

Tomando en consideración que se han establecido muchas leyes y regulaciones (más de 30) relacionadas con todos los aspectos ambientales conocidos y específicamente los relacionados con la Cuenca del Río Tuy, es casi seguro que el marco legal ya está establecido. Lo que es importante es la implementación de acciones

Por ejemplo en Ley Penal del Ambiente se establecen acciones contra aquellas personas que inicien fuegos forestales. El castigo correspondiente es de 1 a 5 años en prisión y multas de 1,000 a 5,000 SMD (Salario Mínimo Diario). De acuerdo a la información recopilada, estos castigos no son implementados, porque es muy difícil encontrar los culpables.

En la ley de Suelos y Aguas, se establece que en caso de otorgar permiso para la quema de residuos de talas de arboles, se deben realizar cortes contra incendios alrededor de la parcela con un ancho de alrededor 5 metros, que la quema debe realizarse en porciones de terreno pequeñas, en días de poco

viento, etc. Estas condiciones son difíciles de chequear y finalmente no se obedece la regulación.

### 4.3.2 Gestión Organizacional y Operacional

#### Organización

Aun cuando la Agencia fue creada por medio del Decreto No. 2,307, de fecha Junio 7, 1992 y publicada en Abril 12, 1993, la instalación de la estructura superior de la institución está todavía pendiente. De acuerdo al Decreto, la Junta Superior debe estar compuesta por cuatro miembros, la Junta Consultora por 97 miembros y el Directorio Ejecutivo por 9 miembros. Sin embargo, a la fecha, en el último grupo sólo está el Gerente General; el cual es nombrado por el Ministro del MARNR, los otros miembros no han sido nombrados, luego de tres años de ser creada la Agencia.

En un sentido el completar el organigrama, pudiera producir una institución más fuerte, capaz de generar suficientes recursos económicos, para cumplir con el propósito por la cual fue creada.

La intención de tener suficientes representantes de la autoridades y sociedad civil, es buena. Sin embargo, ya que se ha tardado tanto tiempo en crearla y no se han terminado de establecer las otras autoridades legales, apesar de varios intentos en 1994, demuestra lo difícil que sería la operación de la Agencia con una estructura tan complicada. Ya que se ha trabajado a la fecha sin esta estructura, es probable que la Agencia puede trabajar bien en la misma forma que lo ha hecho hasta ahora.

#### Aspectos del Personal

Aunque el personal está preparado académicamente, es aconsejable completar este entrenamiento en los aspectos ambientales, como el monitoreo, inspecciones ambientales, procedimientos, etc. Igualmente en lo relacionado con las reglamentación legal, es necesario un constante entrenamiento, en especial aquel personal que está relacionado directamente con las actividades de inspección.

#### Aspectos Financieros

De la distribución del presupuesto de la Agencia, se puede observar que los gastos de personal (salarios) toman más de 2/3 del presupuesto total, US\$483,351 de 702,624, lo que significa es reducción del trabajo de operaciones a una porción mínima.

Considerando la magnitud del trabajo encomendado a la Agencia, el presupuesto parece no ser adecuado. Conociendo que el presupuesto total del MARNR es de Bs. 97,873,000,000 (aprox. US\$211 millones) y el presupuesto de la Agencia solo representa un 0.3% del presupuesto total del MARNR y considerando que la población beneficiaria en la Cuenca del Río Tuy está cercana a los 5 millones (25% del total de la población); como también que cubre la zona industrial más importante del país (alrededor del 50%). La Agencia debe ser fortalecida en su aspecto financiero.

### **Instalaciones y Equipos de la Agencia del Río Tuy**

Además del problema de no tener edificio propio, actualmente la Agencia carece de equipos y materiales, por ejemplo, fotocopiadora, impresoras, equipos audiovisuales, vehículos, etc. Igualmente, pequeñas compras de papel, suministros de oficinas, no pueden obtenerse fácilmente; por carecer de un sistema de compras rápido como también la falta de fondos que es tan extrema que los fondos se acaban antes del periodo para el cual fueron presupuestados.

En el campo, las unidades operativas tienen limitaciones de recursos (vehículos, viáticos diarios) para realizar inspecciones específicas y para hacer un seguimiento en las actividades de vigilancia en las áreas designadas en relación a lo permitido o aquellas prohibidas en el área de la Cuenca.

#### **4.3.3 Concientización Pública sobre el Ambiente**

Se está llevando a cabo una educación ambiental a través de la Manejo Programático de la Agencia del Río Tuy, ellos realizan reuniones periódicas con las asociaciones residentes de los municipios, con los alcaldes y otros representantes de la sociedad civil. También se han promovido algunos seminarios por GTZ, estos han sido organizados concentrándose por ejemplo en los fabricantes: "Los fabricantes y su participación en la gestión del ambiente," el cual se realizó el año pasado con el fin de intercambiar experiencias en los aspectos relacionados con los sistemas de tratamiento por parte del sector industrial, tuvo una concurrencia de 33 fabricantes de la Cuenca del Río Tuy.

Otra de las actividades son publicaciones de aspectos ambientales en periódicos locales, como también la participación en eventos nacionales e internacionales.

Uno de los aspectos que carece de concientización pública en relación con el ambiente, es la recolección de residuos sólidos domésticos, los cuales usualmente la gente tira en las laderas cercanas al río, con la intención que sea llevada por el río; sin embargo esta se acumula, contaminando las aguas.

A pesar de que hay suficientes regulaciones legales para la prevención de fuegos forestales, las medidas obligatorias no son adecuadas, igualmente las contramedidas deben ser reforzadas para la pronta extinción de los mismos.

## CAPITULO 5 POLITICAS PARA LA FORMULACION DEL PLAN MAESTRO

### 5.1 Selección de los Objetivos

En base a los objetivos del estudio, expuestos en el Capítulo 1 y tomando en cuenta los temas y problemas claves, expuestos en el capítulo anterior, identificaremos a continuación las metas del presente programa.

Las metas han sido seleccionadas para los programas a corto plazo y mediano plazo como se indica a continuación.

#### 5.1.1 Programa a Corto Plazo

##### Año Objetivo

En el programa a corto plazo se designo como año objetivo el 2003.

##### Meta Objetivo para la Calidad del Agua Suministrada

La meta, en el programa a corto plazo, en cuanto a la calidad del agua, se concentra en mejorar la calidad en el punto de la Toma (Ver el recuadro a continuación). Estas son las metas Interinas seleccionadas con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos en el Programa a Mediano Plazo.

Item	Descripción
Punto de Referencia	San Antonio (Toma de Agua)
Tóxicos	Tipo 1B en el Decreto No. 883
Contaminación Orgánica	BOD de 3.5 mg/l (Propuesta en El Estudio)
Turbiedad	SS de 1000 mg/l (Propuesta en El Estudio)

##### Meta Objetivo para la Cantidad de Agua

La meta para el aseguramiento de la cantidad de agua ha sido definido como sigue:

- Abastecimiento estable de agua al AMC
- Aseguramiento de agua para la demanda incrementada en el AMC

Para alcanzar un abastecimiento estable al AMC hay que maximizar el uso del agua en la cuenca alta y media del río Tuy. Esto se conseguira utilizando el agua que de otra forma podria ser perdido en Toma de Agua. Con esto se reduciria la dependencia del sistema Tuy III que tiene un alto potencial de fallas debido a la gran distancia de canerías y el gran numero de bombas.

Para asegurar la cantidad de agua y satisfacer el incremento de la demanda en el AMC, la concreta meta ha sido obtenido como sigue: Hidrocapital actualmente esta implementando el proyecto de interconexion de Taguaza-Taguacita. Esto aumentara la

## Capítulo 5

presente cantidad de 19 m<sup>3</sup>/s que es provisto al AMC en 1.5 m<sup>3</sup>/s (8%). El incremento del 8% cubrirá el incremento de la población por aproximadamente 4 años ya que la tasa del incremento de la población en el área está en el orden del 2.2%. Consecuentemente, una escasez de agua es pronosticada en el futuro a menos que nuevos recursos de agua sean asegurados, porque tomará todavía un tiempo para completar el sistema Tuy IV.

Por ello, la meta concreta para el aseguramiento de la cantidad de agua es: desarrollar para el año 2003 aproximadamente 2,0 m<sup>3</sup>/s de agua que de otra forma sería mal gastado en la cuenca alta y media del río Tuy. La suficiencia de esta cantidad, sin embargo, debería ser confirmada a través de un estudio sobre la disponibilidad de recursos hídricos en el área de estudio.

Con la adición de recurso de agua recientemente desarrollada, deberían ser eliminados la suspensión en la captación de agua debido al color y olor.

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

### 5.1.2 Programa a Mediano Plazo

#### Año Objetivo

En el Programa a Mediano Plazo se designa como año objetivo el 2010.

#### Meta Objetivo para la Calidad del Agua

Se ha definido como una de las metas en el Programa a Mediano Plazo el restablecer un Medio Ambiente Favorable para las Cuencas Alta y Media del Río Tuy; de la forma siguiente:

En la Cuenca Alta la prioridad es la de rescatarla de su condición actual: un alcantarillado de aguas negras. En la Cuenca Media, el énfasis está en asegurar el suministro de agua, de una calidad aceptable en el punto de Toma de Agua.

La meta objetivo para las Cuencas Alta y Media para el año 2010, es :

Item	Cuenca Alta	Cuenca Media
Punto de Referencia	Boca de Cagua	San Antonio (Toma de Agua)
Tóxicos	Tipo 1B, Decreto No. 883	Tipo 1B, Decreto No. 883
Contaminación Orgánica	BOD de 60 mg/l (Criterio del Decreto No. 883 sobre descarga de aguas residuales en el Río)	BOD de 3mg/l *1 (Propuesto por el Estudio)
Turbiedad	SS de 750 mg/l Turbiedad de 250 NTU (Tipo 1B, Decreto No. 883)	SS de 750 mg/l Turbiedad de 250 mg/l (Tipo 1B, Decreto No. 883)

\*1 BOD de 3 mg/l es el límite para el tratamiento convencional.

### Meta Objetivo para la Cantidad de Agua

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 m<sup>3</sup>/s consistente de 2 m<sup>3</sup>/s de captación promedio en Toma de Agua y aproximadamente 2 m<sup>3</sup>/s de agua recientemente desarrollada. Esta meta es fijada porque la captación de 2 m<sup>3</sup>/s en Toma de Agua no sería mantenida si no fueran tomadas las medidas para el mejoramiento de la calidad de agua.

### 5.2 Estrategia para la Aplicación de las Contramedidas

Las contramedidas serán estudiadas y seleccionadas, con el fin de alcanzar el objetivo del Programa de acuerdo a lo discutido en el Capítulo anterior. Las estrategias para la aplicación se encuentran en Fig. 5.2-1.

- (1) Promover el establecimiento de tasas de tratamiento mas altas para la industria y fortalecimiento del sistema jurídico de soporte.
- (2) Mejorar el porcentaje del tratamiento de aguas residuales domesticas.
- (3) Introducir en el Río medidas para mejorar la calidad del agua
- (4) Reducir la turbiedad
- (5) Asegurar las fuentes de suministro de agua
- (6) Fortalecimiento de las medidas institucionales.

#### 5.2.1 Promoción de una Mayor Eficiencia de Remoción en las Industrias con Fortalecimiento del Sistema Jurídico

Con el fin de mejorar la calidad del agua del Río Tuy y reducir las suspensiones de toma de agua en San Antonio, la reducción en las descargas contaminadas en cada una de sus fuentes es muy importante y la base de este programa. Las descargas contaminadas de cada uno de los contaminantes: fabricas, granjas porcinas, canteras de arena deben estar por debajo de los límites establecidos por la ley. El Principio : el que contamina paga (PCP) debe ser aplicado a los residuos industriales. Los tóxicos contaminación orgánica y turbiedad de estas empresas comerciales deben ser controlados por medio de esta medida.

Sin embargo, si somos realistas, la introducción de contramedidas apropiadas no siempre es fácil, en especial en aquellas industrias de pequeña a mediana escala. Esto como consecuencia de bajos recursos, falta de conocimientos técnicos, como también falta de incentivos, etc.

Como consecuencia, para lograr un mejor tratamiento en cada una de las fabricas, se considera indispensable proveer e implementar un sistema de provisión y soporte. Con este fin se propone un Fondo Ambiental el cual tendrá las siguientes funciones:

- Suministrar créditos blandos para instalar o mejorar plantas de tratamiento y para la introducción de técnicas avanzadas en el proceso productivo, con una baja producción de contaminación.
- Suministrar apoyo técnico para la planificación y diseño de plantas de tratamiento y para la introducción de técnicas avanzadas en el proceso productivo con baja producción de contaminación.
- Entrenamiento de superintendentes técnicos.
- Un sistema de excepción de impuestos y/o introducción de un subsidio.

Para la introducción de mejoras en las instalaciones de tratamiento, se debe dar se debe dar prioridad ha aquellas directamente relacionadas al deterioro de la calidad del agua en cuanto al "color" y el "olor".

### **5.2.2 Mejoramiento de la Eficiencia de Remocion en Aguas Residuales Domesticas**

Identificado como uno de los temas claves en el capítulo previo, el desarrollo de un sistema de alcantarillado para incrementar la tasa de tratamiento de las aguas residuales domesticas y por consiguiente reducir las descargas contaminantes en el área objetivo. El porcentaje actual del nivel de tratamiento es del 1%, el cual es demasiado bajo. Aunque, hay un sistema de tuberías, no se ha construido ninguna planta de tratamiento.

El tratamiento de aguas residuales está dividido en tres categorías: tanques sépticos individuales o combinados, sistema de alcantarillado público de mediana escala y un sistema de alcantarillado público de gran escala. El sistema optimo de alcantarillado es examinado por medio de distintas alternativas.

El efecto del tratamiento sobre el río será confirmado aplicando del modelo sobre decargas contaminantes, e.g., Modelo RIOS.

Un apropiada inversion anual hasta el año 2010 debería ser tomado en consideracion para decidir el numero de areas objetivo para el tratamiento a ser incluido en el programa a mediano plazo.

### **5.2.3 Introducción de Medidas en el Río para Mejorar la Calidad del Agua**

Todas las medidas anteriores son para reducir el flujo contaminado que es descargado en el río. Las medidas de tratamiento que se mencionan son para mejorar la calidad del agua. Entre las medidas que debemos considerar para reducir la contaminación en el Río esta la construccion de embalses reguladores.

Se hará un estudio combinado con las medidas para lograr reducir las descargas contaminantes en el río, para alcanzar la meta y a la vez enfrentar urgentemente la situación antes de obtener el objetivo.

#### **5.2.4 Reducción de la Turbiedad**

La turbiedad es uno de los factores más importantes en la contaminación del Río Tuy. La fuente más importante es la erosión de la Cuenca asociada a las actividades humanas y a la industrial como las canteras de arena.

La Gerencia de la Cuenca es indispensable para reducir la producción de la erosión, aunque debemos considerarlo un programa a largo plazo. Se consideraran estanques de sedimentación de arena para reducir la turbiedad proveniente de los tributarios. Los estanques de sedimentación deben considerarse con el propósito de tratamiento antes del pre-tratamiento como una medida para enfrentar el alto nivel de turbiedad en el agua en el punto de Toma de Agua. Las siguientes son las medidas que deben considerarse:

- Reforestación
- Estanque de Sedimentación en los Tributarios
- Estanque de sedimentación antes de la planta de Pre-tratamiento en la Toma de Agua

#### **5.2.5 Aseguramiento de la Cantidad de Agua**

La cantidad de agua con la suficiente calidad se incrementará cuando sea alcanzada la meta de calidad en la toma de agua de San Antonio. Las siguientes medidas deberán tomarse en consideración para asegurar la fuente de suministro de agua:

Aprovechamiento de la corriente para el por el desarrollo de aguas de tributario.

- Utilización de el agua que actualmente se desborda en la Toma de Agua por medio de desviar la corriente.
- Utilización del agua que se desborda en la Toma de Agua por medio de desvíos en la corriente e integración en la operación de los embalses.
- Construcción de una nueva represa.

#### **5.2.6 Fortalecimiento de las Medidas Institucionales**

El fortalecimiento de las medidas institucionales incluirán aquellas identificadas en el capítulo anterior. Aunque se necesita un mayor estudio, las siguientes se tomarán en consideración.

#### **Leyes y Regulaciones**

Las leyes y regulaciones existentes son suficientes en mayor parte. Las siguientes serán necesarias para fomentar la Implementación del programa.

- Introducción del BOD como indicador orgánico de contaminación en el Río Tuy.

- Establecimiento del marco jurídico correspondiente para la creación del Fondo del Ambiente.
- Provisión de incentivos, como la reducción de impuesto de renta, para las inversionistas en la instalación de planta de tratamiento.

### Aplicación de las Leyes

Muchos de los problemas actuales relacionados con la mejora del medio ambiente del área objetivo tienen como causa la aplicación de leyes y regulaciones. Las siguientes acciones serán necesarias para la ejecución del programa.

#### (1) Sistema de Monitoreo

- Instalación de nuevas estaciones o rehabilitar las estaciones hidrológicas existentes con el fin de tener información más precisa y permanente de las descargas y los niveles de agua.
- Provisión de equipos necesarios e instalaciones.
- Refuerzo de la organización existente para el monitoreo.
- Refuerzo del actual laboratorio o crear uno exclusivamente para la Agencia del Río Tuy.

#### (2) Castigos

Se considera necesaria la aplicación de castigos, lo cual debe combinarse con el sistema de soporte. La aplicación de castigos debe fomentarse en particular el sistema de Monitoreo con el fin de lograr la concientización del público sobre el ambiente.

### Gestión Operativa y Organización

Medidas organizacionales, de personal y financieras serán propuestas basadas en los problemas actuales y asuntos claves presentados en el capítulo anterior.

### Concientización Ambiental del Público

Como discutimos en el capítulo anterior, algunas actividades fueron conducidas bajo la asistencia de GTZ. En el actual programa, puntos necesarios para lograr la concientización pública serán identificadas y seleccionadas tomando en consideración paralelismos con el trabajo bajo GTZ.

### 5.3 Análisis de Sensibilidad

Como se ha discutido en el Capítulo 3, los tres patrones, el estándar, el alto y el bajo, son examinados en relación a la proyección de la futura carga de producción de la contaminación. Las medidas para resolver el futuro incremento de la producción de contaminación, en principio, son estudiados para el patrón estándar. Para los otros patrones, el análisis de sensibilidad será hecho para alcanzar la meta.

## CAPITULO 6 FORMULACION DEL PLAN MAESTRO

### 6.1 Estudio y Selección de Medidas Aplicables y Óptimas

#### 6.1.1 Medidas Estructurales para el Mejoramiento de la Calidad de Agua

Para facilitar la formulación del plan maestro, se examinan los siguientes puntos dirigidos a la reducción de contaminación causada por sustancias orgánicas, tóxicos y turbiedad

#### Medidas Estructurales Aplicables

En conformidad con la estrategia de medidas aplicables que se muestra en la Fig. 5.2-1, se examinan las siguientes medidas estructurales para reducción de contaminación:

Tipo de Contaminación	Fuente de Contaminación	Medidas en la Fuente de Contaminación (Sector Privado)	Medidas en la Fuente de Contaminación (Sector Público)	Medidas en el Río (Sector Público)
Orgánica	Fábrica	Planta de Tratamiento	Sistema público de cloacas*	Embalse retardador
	Cochineras	Planta de tratamiento		
	Aguas residuales domésticas	Tanque séptico	Sistema público de cloacas	
Tóxico	Fábrica	Planta de Tratamiento	Sistema público de cloacas*	
Turbidez	Fábrica	Planta de Tratamiento	Sistema público de cloacas*	Laguna de sedimentación
	Erosión de la cuenca		Manejo de la cuenca colectora	de arena

\* Para fábricas cuyo efluente es recibido por el sistema público de cloacas.

#### Medidas para Reducir la Contaminación Orgánica de Fábricas y Cochineras

##### (1) Procedimiento del estudio para Fabricas y Cochineras

Para resolver el problema de contaminación ocasionadas por las fabricas y cochineras, la medida estructural aplicable para ellas es la instalacion de plantas de tratamiento. En principio, la seleccion de la adecuada planta de tratamiento y su instalacion para cumplir con el estandar de calidad de agua es responsabilidad de los duenos de estos establecimientos. En este estudio de Plan Maestro, son examinados la planta de tratamiento adecuado y el costo necesario para su instalacion mediante el siguiente procedimiento:

- Preparacion de un inventario de fabricas y cochineras
- Identificacion de las condiciones de instalacion y tratamiento de la planta.

- Estudio sobre el costo unitario para tratar las aguas residuales de las fabricas y cochineras.
- Division del area de estudio en bloques para la estimacion del costo de tratamiento para fabricas y cochineras.
- Estimacion del costo de la planta de tratamiento para ser instaladas en fabricas y cochineras existentes.
- Estimacion del costo de la planta de tratamiento para ser instaladas en fabricas recientemente construidas.

(2) Investigacion de la Instalacion y Condiciones de Tratamiento de las Plantas

Del inventario de fabricas y cochineras existentes (103 y 33), se han seleccionado 40 fabricas y 10 cochineras (ver Tabla 2.1-2 y 2.1-3) para investigar la instalacion y la condicion de tratamiento como tambien para examinar el costo unitario para tratar los efluentes de estos establecimientos a fin de cumplir con el estandar de calidad de agua. Entre ellos, 18 fabricas y 2 cochineras cumplen con el estandar asi como se muestra abajo:

Grupo	No.de Fabricas	No.de Cochineras
(1) Fabricas y cochineras que cumplen con el estandar de calidad de agua	18	2
(2) Fabricas y cochineras que no cumplen con el estandar a pesar de tener instalado la planta	9	5
(3) Fabricas y cochineras que no tienen planta	13	3
Total	40	10

Como resultado de la investigacion del grupo (1), se han identificado las plantas de tratamiento adecuado. Tambien, se han examinado sus costos tal como se muestra en la Fig.6.1-1.

(3) Costo unitario para tratar aguas residuales de las fabricas y cochineras

Se ha examinado el costo unitario de remocion de la carga de contaminacion en los grupos de fabricas y cochineras que cumplen con el estandar. Como resultado, el costo unitario es obtenido como se muestra abajo:

Categoria (Fabrica/Cochinera)	Volumen promedio de agua residual descargado (ton/dia)	Costo promedio de construccion de la planta de tratamiento (US\$)	Costo Unitario (US\$/ton/dia)
De alimentos	317	404,924	1,277
No- alimentos	106	208,724	1,963
Cochineras	11.5	20,000	1,739

- (4) División del área de estudio en bloques para la estimación del costo de tratamiento para fabricas y cochineras

En conexión con el estudio sobre planta de tratamiento cloacal, el área de estudio es dividido en varios bloques para luego calcular el costo de tratamiento de las fabricas y cochineras en cada bloque. El costo de tratamiento para las fabricas y cochineras existentes es de US\$ 14,055,000 en total como se muestra en la Tabla 6.1-1.

- (5) Costo de las plantas de tratamiento para las Fabricas construidas hasta 2003

En el futuro, se espera la construcción de nuevas fabricas tal como se ha discutido en la proyección de la línea base. El número a ser construidos es de 44. El costo para instalar las plantas de tratamiento en estas fabricas serán de US\$ 10,791,000 como se muestra en Tabla 6.1-2.

- (6) Costo de las plantas de tratamiento para las Fabricas construidas hasta 2010.

Se estima el costo necesario para las fabricas a ser construidas luego del 2003 hasta 2010. El número a ser construidos es de 120. El costo para instalar las plantas de tratamiento en estas fabricas serán de US\$ 18,606,000 como se muestra en la Tabla 6.1-3.

- (7) Costo de Instalación de plantas de tratamiento para reducción del Olor y Color

Como se ha discutido en aspectos claves, 13 suspensiones al año ocurre en la captación de agua debido al olor y color. Por lo tanto, puede ser posible la reducción de la suspensión en la captación por medio de la instalación de planta de tratamiento en las fabricas que descargan sustancias con olor y color. En este sentido, son calculados los costos de instalación de plantas de tratamiento para esas fabricas. De acuerdo a las entrevistas, se le consideran a las fabricas de bebidas y productos plasticos como las que descargan las sustancias que tienen olor y color. El número de estas fabricas es de 6 en la actualidad. El costo de la planta de tratamiento es de US\$ 1,692,000 como se muestra en la Tabla 6.1-4.

#### Medidas para reducir la contaminación orgánica en aguas residuales domésticas

Los problemas de contaminación del agua debido al agua residual domestico puede ser atendidos por medio del mejoramiento de la eficiencia de remoción de la cloaca. Para tratar el agua residual domestico, los dos sistemas en principio son aplicables: (1) el sistema publico de alcantarillado para el centro urbano y (2) el sistema privado de alcantarillado para una casa individual usando tanque septico. Entre estos dos sistemas, en el presente es examinado el sistema publico de alcantarillado que cubrirá el 76% de la producción total de contaminación domestica. El estudio del sistema privado no es realizado ya que es difícil cuantificar la introducción de este sistema por personas individuales y evaluar el efecto, en la practica, la cobertura de carga de

producción de la contaminación por un sistema individual no es grande comparado con el sistema público.

En este estudio, la formulación de un sistema público de alcantarillado es principalmente examinado en el siguiente procedimiento.

- Áreas cubiertas por el sistema público de cloacas.
- Selección de métodos de tratamiento óptimo para el sistema de alcantarillado público
- Sistema Independiente vs. Sistema integrado de alcantarillado para varios centros urbanos
- Selección de áreas prioritarias para el sistema público de alcantarillado

Se ha hecho el estudio para cada ítem como sigue:

(1) Áreas cubiertas por el sistema público de cloacas

En 1970 el INOS estudió en la cuenca del Río Tuy un plan para suministrar sistemas públicos de cloacas a las principales áreas urbanas, donde el sistema de cloacas se debe proporcionar a áreas con una densidad de población superior a 40 personas/hectárea. En este estudio se proponen las mismas áreas a ser cubiertas por el sistema de cloacas (ver Figura 6.1-2):

Centro Urbano	Área (Hectáreas)	Población (2010)	Densidad (Habitante/Hectárea)
El Consejo	710	39.000	54,8
Las Tejerías	619	31.000	49,8
Cúa	3.978	159.000	40,0
Charallave	4.736	199.000	42,1
Ocumare del Tuy	3.738	152.000	40,7
S.F de Yare	680	30.000	44,4

(2) Selección de Planta Óptima de Tratamiento

(a) Planta de tratamiento de aguas cloacales

Cuatro de los tipos más comunes de plantas de tratamiento en Venezuela son (1) Laguna de estabilización, (2) Proceso con Lodos Activados Simplificado (Sistema Aireado), (3) Proceso de filtro por contacto (Trickling Filter Process), y (4) Proceso convencional de Lodos Activados. La siguiente tabla muestra la comparación de varios factores para decidir el tipo a ser introducido en este proyecto:

Factores	Laguna de estabilización	Sistema Alreado	Filtro por contacto	Barro Activado
Remoción BOD	*	**	**	**
Estabilidad del sistema	-	**	**	**
O&M	**	-	**	-
Adquisición de tierras	-	**	**	**
Remoción de lodos	**	**	**	-
Costo	**	*	*	-

\*\* Bueno      \* Regular      - Malo

A juzgar por la tabla anterior, el tercer tipo se selecciona preliminarmente como la planta óptima de tratamiento cloacal en este estudio, aunque se requieren mayores análisis en la etapa de Estudio de Factibilidad. En la Figura 6.1-3 se muestran los diagramas de flujo de estas plantas de tratamiento cloacal.

(3) Sistema Independiente vs. Sistema integrado de alcantarillado para varios centros urbanos

Aunque hay distancias variables entre los centros urbanos para la aplicación de un sistema público de cloacas, es necesario examinar las ventajas y desventajas de las siguientes combinaciones de sistemas cloacales integrados para centros urbanos.

Caso 1	Un sistema cloacal integrado (combinación de todos los centros urbanos en el área de estudio).
Caso 2	Dos sistemas cloacales integrados (una combinación de todos los centros urbanos en la corriente arriba y otra para todos los centros urbanos en la corriente media).
Caso 3	Varios sistemas cloacales integrados (Combinación de varios centros urbanos en aguas arriba y medias).
Caso 4	Sistema cloacal independiente para cada centro urbano

Para la comparación económica se consideran los costos de adquisición de tierras, la planta de tratamiento cloacal y la tubería de transmisión entre centros urbanos, mientras que se elimina el costo de la instalación de las tuberías de cloacas en centros urbanos, lo cual es necesario en todos los casos. Los resultados de comparación son mostrados en la Tabla 6.1-5. La comparación de costo muestra que el Caso 4 tiene una ventaja económica, por lo tanto, se lo aplica para formular el plan del sistema cloacal.

(4) Selección de Area Prioritaria para Sistemas Públicos de Cloacas

El área prioritaria para instalar una planta de tratamiento de aguas cloacales se selecciona desde el punto de vista de la efectividad para reducir la contaminación hasta el punto meta. En el caso de la reducción de contaminación de fábricas y cochineras, la efectividad para reducir la contaminación hasta el punto meta se examina de la manera siguiente:

- Se usa el modelo RIOS para identificar la efectividad.

- Para la carga de contaminación se adopta la del año 2010.
- La carga de contaminación después del tratamiento incluyendo las aguas residuales domésticas y el efluente de fábricas es de 350 mg/l.
- Como diseño de agua residual se adoptan los siguientes valores: diseño de agua residual diaria máxima de 388 litros y diseño de agua residual diaria promedio de 272 litros (70% del diseño de agua residual diaria máxima), que están basados en el informe "Saneamiento del Río Tuy Venezuela PN 90.2241.9-01.100".
- El área para la construcción de la planta de tratamiento de aguas cloacales se calcula suponiendo que el área necesaria es 4 hectáreas for 10.000 m<sup>3</sup>/día de diseño de volumen de agua residual.
- El costo de construcción se calcula aplicando el costo unitario de US\$98/m<sup>3</sup> para aguas residuales basado en los resultados de las encuestas.

Basándose en las condiciones anteriores se ha evaluado la efectividad de la planta por el efecto de reducción de la contaminación.

Los resultados del estudio se muestran en la Tabla 6.1-6 y Fig. 6.1-4. A juzgar por la tabla, la efectividad de la planta de tratamiento es más alta en Ocumare del Tuy, seguida por S.F. de Yare. Aunque la efectividad en El Consejo y Las Tejerías no es tan alta, estas áreas son efectivas para mejorar la calidad del agua en Boca de Cagua, que es también un punto de referencia para alcanzar la meta.

La relación entre efectividad y costo se muestra en la Figura 6.1-5.

### Medidas para Reducir la Contaminación Orgánica en el Río (por Laguna de Almacenamiento)

Los contaminantes orgánicos de un río se pueden reducir además de con la planta de tratamiento de aguas cloacales para fábricas y cochineras, con un laguna de almacenamiento actuando como laguna de oxigenación.

La efectividad de la laguna de almacenamiento se examina bajo las siguientes condiciones:

- Sitio propuesto de laguna de almacenamiento: Las Tejerías y Cúa considerando las condiciones geográficas y de contaminación.
- Area y tamaño de la laguna de almacenamiento (suponiendo un día de tiempo de retención y la tasa de carga de BOD de 80 kg/hectárea):

Sitio	Area de laguna (Ha)	Capacidad (m <sup>3</sup> )	Profundidad (m)	Carga de BOD por Ha. (kg/ha/m)
Las Tejerías	70,0	1.050.000	1,5	5.600
Cúa	9,5	142.500	1,5	760

El costo de construcción de la laguna de almacenamiento se calcula de la manera siguiente:

(Unidad: Bs. millones)

Item	Las Tejerías	Cúa
Excavación	1.050	142,5
Adquisición de tierras	700	95
Facilidades de toma	40	20
Total	1.790	252,5

La efectividad de la laguna de almacenamiento se señala abajo:

(BOD mg/l: Año 2010)

Punto Meta	Sin laguna de almacenamiento	Con laguna de almacenamiento	
		Las Tejerías	Cúa
Boca de Cagua	205	152	-
Toma de Agua	9,5	9,5	9,4

A juzgar por la tabla, la efectividad de la laguna de almacenamiento para reducir la carga de contaminación en Toma de Agua es baja en comparación con el costo. Por lo tanto no se recomienda la construcción de una laguna de almacenamiento.

### Estudio sobre reducción de Tóxicos

El estudio sobre la reducción de tóxicos se lleva a cabo como se indica a continuación:

#### (1) Medidas Aplicables

La fuente de tóxicos parece ser el efluente de fábricas no productoras de alimentos, y la medida aplicable para controlar los tóxicos es la instalación de plantas de tratamiento en fábricas.

La planta de tratamiento para controlar tóxicos ha sido examinada por dueños de fábricas para cumplir con los requerimientos del organismo competente. De acuerdo con los resultados de la encuesta hecha a dueños de fábricas, hay dos métodos aplicables de tratamiento de tóxicos: (1) método de sedimentación química, y (2) método de oxígeno disuelto.

#### (2) Medidas propuestas

En lo que respecta al control de tóxicos de fábricas podría ser posible identificar fábricas que descargan tóxicos ya que su número es limitado. Por lo tanto se propone que todas las fábricas que descarguen tóxicos en el Área de Estudio, deben instalar una planta de tratamiento, independientemente del área prioritaria antes mencionada para contaminación orgánica por las siguientes razones:

### (3) Costo para la Instalación de Planta de Tratamiento

Las fábricas que descargan tóxicos son 12 en el presente. Ya que ellas no tienen plantas de tratamiento para cumplir con el estándar, se considera necesario su instalación. Eventualmente, el costo de la planta de tratamiento es de US\$365,000 que se obtiene multiplicando el costo unitario de la planta de tratamiento de US\$1,963/tn/día por el número de fábricas.

En cuanto a las fábricas a ser construidas en el futuro, se asume que las mismas han de instalar sus plantas de tratamiento antes de la operación.

### Estudio sobre la Reducción de Turbidez

Como se discute en la fijación de la meta, la necesidad de reducir la turbidez causada principalmente por sólidos en suspensión (SS) se debe a las dos razones siguientes: (1) asegurar la cantidad de suministro de agua y (2) mejorar la calidad del agua desde el punto de vista ambiental. En este contexto, la medida óptima se examina en dos casos: Caso 1, asegurar la cantidad de agua y Caso 2, mejorar la calidad del agua. En el primer caso la meta es disminuir la frecuencia de suspensión de toma en el punto de toma de agua por medio de la reducción de la alta turbidez que se produce en épocas de crecida, mientras que en el segundo caso la meta es reducir la turbidez bajo condiciones normales de flujo en toda la cuenca.

#### (1) Caso 1: Asegurar la cantidad de agua

##### (a) Medidas aplicables

A juzgar por las condiciones del río, se propone tomar las siguientes medidas en contra de alta turbidez para asegurar la cantidad de agua:

Para SS por erosión de cuenca:

- Reforestación para reducir la erosión de áreas expuestas.
- Laguna de sedimentación de arena para reducir los sólidos en suspensión en aguas turbias de tributarios.
- Laguna de sedimentación de arena para reducir sólidos suspendidos en el punto de toma de agua.

Para SS de fábricas:

- Plantas de tratamiento de fábricas.

Entre estas medidas aplicables, el estudio de mediciones óptimas pone énfasis sobre la erosión del suelo, ya que el problema de turbidez es ocasionado principalmente por dicha erosión. Examina también las plantas de tratamiento de fábricas para controlar otros efluentes junto con la turbidez.

(b) Esbozo de Medidas y Efectividad

(i) Reforestación

Se ha determinado que la erosión del suelo de la cuenca se debe a operaciones de registros y a desarrollos de construcción en tierras, y una de las medidas efectivas para controlar la erosión del suelo es la reforestación.

Para examinar la efectividad de esta medida se calcula la producción de sólidos en suspensión en cada tributario, para cada una de las áreas de tributarios a ser reforestada, excluyendo las áreas que en el momento están forestadas, con arbustos y las urbanas. El cálculo se hace utilizando la "Ecuación Universal de Pérdida de Suelo" discutida en la Subsección 2.4.3, y los resultados se muestran en la Tabla 6.1-7.

En los resultados se seleccionan los tres tributarios más eficientes. El volumen de reducción de SS por área unitaria de reforestación en cada tributario y la tasa de reducción de volumen total real de SS en el punto de toma de agua, se muestran en la siguiente Tabla (ver Figura 6.1-5):

Tributario	Área de reforestación (km <sup>2</sup> )	Volumen de reducción de SS (m <sup>3</sup> /año/km <sup>2</sup> )	Tasa de reducción (%)
Qda. Maitana	40	642	4,6
Qda. Guayas	16	616	1,8
Río Cagua	46	579	4,7

La efectividad de la reforestación se considera en tres casos, combinando acumulativamente las áreas de los tributarios anteriores para mayor eficiencia.

(ii) Laguna de Sedimentación de Arena en Tributarios

La función de las lagunas de sedimentación de arena es permitir la precipitación y así reducir los sólidos en suspensión en el agua desviada y devolver agua menos turbia al río. Estas lagunas se proponen para cuatro tributarios que son grandes contribuyentes de sedimentos aguas arriba, a saber el Río Tuy Alto, Qda. Guayas, Qda. Maitana y Río Guare (Ver Figura 6.1-6).

Para evaluar la efectividad, se prepara el caudal por la curva de duración anual en la subsección 2.4.3 y el tamaño de la laguna se examina en los siguientes tres casos (Ver Figura 6.1-7):

Caso 1	70% del volumen de caudal se desvía de los tributarios a la laguna.
Caso 2	60% del volumen de caudal se desvía de los tributarios a la laguna.
Caso 3	50% del volumen de caudal se desvía de los tributarios a la laguna.

La efectividad de la laguna de sedimentación de arena es la que se muestra en la Tabla 6.1-8.

(iii) Laguna de Decantación de Sedimentos en el Punto de toma de Agua y Qda.Seca

Para reducir la turbidez en el punto de toma de agua, las dos medidas siguientes son consideradas: (1) construcción de una laguna de sedimentación de arena cerca del punto de toma de agua (2) utilización del reservorio existente en Qda.Seca. La primera medida está diseñada para arrastrar los sedimentos fuera de la laguna usando la fuerza de arrastre del flujo por operación de la compuerta de la laguna (Ver Figura 6.1-7). La otra medida utiliza parte del reservorio existente en Qda.Seca.

Para evaluar la efectividad se toman en consideración los siguientes casos de tamaño de laguna:

Caso	Tamaño de Laguna de Sedimentación (m)			Tasa de reducción de SS (%)
	Largo	Ancho	Profundo	
1	130	40	3,1	47,4
2	100	40	3,3	45,5
3	70	40	3,6	42,9

En estos casos, se fijan 40 metros de ancho y 1 metro de profundidad efectiva para mantener la velocidad de flujo por debajo de 0,2 m/s. La profundidad en la tabla anterior incluye la profundidad de sedimentos depositados y la profundidad efectiva.

Por otro lado, Hidrocapital está planificando en usar una parte del reservorio de Qda.Seca como laguna de sedimentación y de oxidación por medio de un dique a ser construido dentro del reservorio. Esto es para contrarrestar la alta turbiedad y polución del agua del Río Tuy como se muestra en la Fig.6.1-8.

En este sentido, es necesario confirmar las ventajas del tanque sedimentador de arena propuesta antes de la captación.

Caso	Tamaño del Tanque Sedimentador (m <sup>3</sup> )	Tasa de reducción de SS (%)
1	3,000	48
2	5,000	71
3	7,000	79

Considerando el nivel máximo de agua y la limpieza del tanque sedimentador de arena, la profundidad es fijado a 6.5-7 m con el fondo inclinado.

El volumen de sedimento a ser dragado es calculado aplicando datos de descarga mensual desde 1978 a 1993 considerando diferentes tamaños de tanques: 3,000 m<sup>2</sup>, 5,000 m<sup>2</sup> o 7,000 m<sup>2</sup>.

La Tabla 6.1-9 muestra los volúmenes de sedimentos y SS depositados en los tres casos de tanques. La entrada anual de sedimento dentro del tanque es estimado en 235,140 m<sup>3</sup>, mientras que los volúmenes de sedimentos depositados para los tres tamaños de tanques son estimados en 113,420 m<sup>3</sup>, 166,060 m<sup>3</sup> y 185,930 m<sup>3</sup>.

(c) Comparación de alternativas

La Tabla 6.1-10 muestra la comparación económica de alternativas en la forma de relación costo/beneficio (B/C) y valor neto presente (B-C). En esta tabla se consideran el costo y el beneficio de la manera siguiente:

(i) Beneficio

- Reducción del costo de mantenimiento necesario para reducir la turbidez del suministro de agua en la instalación de pretratamiento existente.
- Aumentar el volumen de suministro de agua resultante de la disminución de la frecuencia de la suspensión de toma de agua debido a alta turbidez.

(ii) Costo

- El costo requerido incluye el costo inicial y el costo de operación y mantenimiento para cada caso.

Basándose en la tabla, la medida óptima es la construcción de una laguna de sedimentación de arena en el punto de toma de agua.

(2) Caso 2: Mejorar la calidad del agua desde el punto de vista ambiental.

(a) Medidas aplicables

Las medidas para reducir la turbidez desde el punto de vista ambiental son los siguientes dos casos que se redujeron de las medidas

consideradas en el caso 1. La laguna de sedimentación de arena y el punto de toma de agua quedan eliminados, ya que es sólo efectivo para asegurar la cantidad de agua pero no los impactos ambientales.

- Reforestación para reducir la erosión del suelo en el área de desecho.
- Laguna de sedimentación de arena para reducir los sólidos en suspensión en agua turbia en tributarios.

(b) Medida Optima

El esbozo de las dos medidas y sus costos es igual al Caso 1, pero los beneficios se evalúan desde el punto de vista ambiental.

Sin embargo, desde el aspecto ambiental es difícil calcular el beneficio de mejorar la turbidez en términos monetarios. Por lo tanto, la medida óptima se selecciona por comparación de costos para reducir el volumen de turbidez.

La Figura 6.1-9 muestra la relación entre el costo unitario y el volumen de reducción de las dos medidas. De acuerdo con la cifra, existe un punto de giro en la ventaja y desventaja del costo unitario entre las dos medidas. La reforestación es económicamente ventajosa cuando el volumen de reducción de SS está por debajo de  $60.000 \text{ m}^3$ , mientras que la laguna de sedimentación de arena es ventajosa cuando el volumen de reducción es  $60.000 \text{ m}^3$  y más.

Actualmente la turbidez se estima en menos de  $900 \text{ mg/l}$  para un caudal diario del 25% en una curva de duración anual, y este valor aumentará a  $1.080 \text{ mg/l}$  en el año 2010 debido a los futuros desarrollos de tierras. Sin embargo, la meta para el año 2010 está fijada en  $750 \text{ mg/l}$ .

Bajo estas circunstancias es necesario introducir las medidas de reforestación y las lagunas de sedimentación de arena para reducir la turbidez de  $1.080 \text{ mg/l}$  a  $750 \text{ mg/l}$ . El volumen de reducción de  $330 \text{ mg/l}$  se comparte entre la reforestación y las lagunas de sedimentación de arena, es decir,  $110 \text{ mg/l}$  por reforestación y  $220 \text{ mg/l}$  por la laguna de sedimentación de arena en cuatro tributarios.

### 6.1.2 Aseguramiento de la Cantidad de Agua

El estudio del plan maestro y los estudios de pre-factibilidad fueron realizados para el aseguramiento la cantidad de agua. Esta sección resume los resultados de estos estudios (para detalles, ver Sector F e informe principal del estudio de factibilidad y pre-factibilidad)

#### Medidas Aplicables

Las medidas aplicables para el aseguramiento de la cantidad de agua en la parte alta y media de la cuenca del Río Tuy son como sigue:

(1) Desviación del Torrente

Los tributarios de agua se toman y se desvían a embalses existentes o a lagunas de regulación para reducir a un mínimo los derrames en Toma de Agua en la época de lluvias..

(2) 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 finalmente se dirige hacia 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.

(3) 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 y el Peñon son los posibles.

Un plan optimo para cada medida alternativa es estudiado y determinado. Un plan maestro ha sido realizado para el plan de desviacion del torrente. Se han realizado los estudios de pre-factibilidad para el plan de utilización del Río Ocumarito, de la Represa de Guare y El Peñon.

Resumen de los Resultados del Estudio

La siguiente tabla compara la eficiencia del caso óptimo de cada plan, Valor Anual Neto Actual (B-C), relación Beneficio-Costo (B/C), y costo unitario por metro cúbico de agua.

Plan	Capacidad	Prom. anual de agua desviada		Costo de const. *3 \$mil	B-C *4 \$mil/yr	B/C	Costo unitario \$/m <sup>3</sup>
		10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /s				
Desv. Torrente de Sícuta	Q=1.34	5.84	0.19	16.4	-0.06	0.97	0.337
Desv. O-L *1	Q=2.0 m <sup>3</sup> /s	10.2	0.32	19.4	1.01	1.43	0.228
Desv. O-L con represa El Peñón	Q=2.0 m <sup>3</sup> /s	13.9	0.44	41.0	-0.61	0.88	0.371
Bombeo O-Tuy III	Q=5.0 m <sup>3</sup> /s	20.3	0.64	9.88	4.00	2.52	0.130
Represa Guare	Efect. 40x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> *2 Altura de represa: 61m	55.4	1.76	76.1	8.19	1.82	0.179

Nota \*1: Desv. O-L: Desviación Ocumarito-Lagartijo  
 \*2: Capacidad Efectiva de almacenamiento  
 \*3: Costo de Construcción  
 \*4: Beneficio Unitario es \$0.327

(1) Desviación del torrente

La desviacion del torrente no ha sido seleccionado para la implementacion porque B/C es menor que 1.0.

## (2) Plan de Utilización del Río Ocumarito

En el caso del plan de desvío Ocumarito-Lagartijo sin la represa de El Peñón, la escala de desarrollo óptimo es la de capacidad de  $2 \text{ m}^3/\text{s}$ . En este caso, una cantidad de  $10.20 \times 10^6 \text{ m}^3$  (promedio anual de  $0.32 \text{ m}^3/\text{s}$ ) de agua será desarrollado con el costo de construcción unitario de  $\text{US}\$0.228/\text{m}^3$ .

Si la construcción de la represa El Peñón Dam es considerada, un adicional de  $3.66 \times 10^6 \text{ m}^3$  (en un promedio de  $0.12 \text{ m}^3/\text{s}$ ) es obtenido, con un costo de construcción anual de  $\text{US}\$2.81$  millones. Esto significa que el costo para la construcción de la represa El Peñón es de  $\text{US}\$0.768/\text{m}^3$ .

Por otro lado, el costo unitario de construcción del plan de bombeo Ocumarito-Tuy III es relativamente bajo y es de  $\text{US}\$0.130/\text{m}^3$ . En este caso, el agua desarrollado anual es de  $20.3 \times 10^6 \text{ m}^3$  (anual promedio de  $0.64 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

En conclusión, para usar el Río Ocumarito, se recomienda el plan de bombeo con una capacidad de  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Si embargo, se debería notar que en el caso del desvío Ocumarito-Lagartijo, se lo podría usar como una vía de emergencia, ej. el agua de Camatagua podría ser enviado a través de este desvío si la cañería Tuy III tuviese un problema. Esta función de emergencia no podría ser obtenida para el caso del plan de bombeo a la cañería de Tuy III.

Se recomienda que las siguientes observaciones hidrológicas sean realizadas para el estudio detallado en el futuro:

- Registro diario de influente y salida de la Represa de Ocumarito.
- Registro diario del agua liberada en Caicita.

## (3) Plan de la Represa de Guare

La escala óptima de la Represa Guare propuesta ha sido determinada en  $40 \times 10^6 \text{ m}^3$  de capacidad bruta de almacenamiento con una altura de represa de 67 m. El agua anual desarrollado es de  $55.4 \times 10^6 \text{ m}^3$  (equivalente a un flujo promedio de  $1.76 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

La construcción unitaria es estimado en  $\text{US}\$0.179/\text{m}^3$ . Esto es competitivo al presente trabajo de interconexión Taguaza-Taguacita de  $\text{US}\$0.262/\text{m}^3$ .

Se recomienda realizar un estudio para examinar la factibilidad en sentido más detallado. El estudio debería incluir la posible opción de desviación de agua desde la represa propuesta. Las siguientes observaciones hidrológicas deberían ser iniciadas.

- Registro diario del nivel de agua en el sitio propuesto para la represa de Guare
- Medición periódica de descarga para desarrollar la curva H-Q

### 6.1.3 Estudio sobre Medidas Institucionales

#### Plan de Mejoramiento de Leyes y Reglamentos

Como se mencionó en la Sección 2.10, correspondiente a la parte Institucional, hay aproximadamente 35 leyes y regulaciones, incluyendo decretos, concernientes a los aspectos ambientales, los cuales comprenden materias tales como: minería, forestal, erosión y sedimentación, calidad de agua, descarga de efluentes líquidos, ordenación del territorio, ordenación urbana, granjas porcinas, guardia de seguridad ambiental, manejo de residuos sólidos, etc.

Así, parece que los problemas ambientales de actualidad están siendo cubiertos por este marco legal.

No obstante, hay algunos arreglos que sería apropiado llevarlos a cabo a efecto de tener una mejor cobertura de las regulaciones, respecto a algunos incentivos como ser reducción de impuestos, creación de un fondo ambiental y modificación de las normas de calidad de agua.

#### (1) Reducción de Impuestos

El Decreto No. 1,302 del 8 de Octubre de 1986 publicado el 10 de Octubre de 1986, tenía el objetivo de establecer incentivos para las personas que hicieran inversiones en equipos, obras civiles o instalaciones para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente.

En Art. 3 de dicho decreto se definió un límite de 10% de reducción de impuesto sobre la renta para equipo no local y 15% para equipo local.

La ley actual de Impuesto al ingreso publicado el 25 de Mayo de 1994 y el 18 de Diciembre de 1995 (revisado) también incluye el sentido ambiental y puede ser aplicado para la reducción del impuesto, aunque su aplicación no ha sido aun practicado. Sin embargo, el contenido del reglamento no es claro y es ambiguo. También la falta de información legal a los beneficiarios resulta en la pérdida del chance para aplicar la ley de reducción del impuesto.

En este sentido, se necesita hacer que los beneficiarios notifiquen la aplicación de la ley actual por medio de un programa educacional.

#### (2) Fondo Ambiental (FA)

Se propone un fondo ambiental para la implementación de una parte del programa contenido en este Plan Maestro.

Los recursos del FA serán usados para financiar en condiciones de préstamo blando las instalaciones de tratamiento de aguas residuales en fábricas o areneras y granjas porcinas que no puedan absorber tales costos de inversión o que por sus condiciones contaminantes sean de alta prioridad para el Gobierno.

La Agencia de Cuenca del Río Tuy debería establecer las prioridades para el financiamiento de los estudios de pre-inversión y la realización de las obras,

dependiendo de la ubicación, volumen de agua usada, carga de contaminación, tipo de proceso de producción, actividad económica, tratamiento propuesto, etc.

En la etapa de pre-inversión el FA permitirá la elaboración de estudios de pre-factibilidad, factibilidad y diseños de instalaciones de tratamiento.

Para la inclusión dentro del programa deberán tener prioridad los proyectos de plantas de tratamiento de efluentes para un grupo de fábricas pequeñas o medianas o de granjas porcinas.

El FA también permitirá y promoverá el entrenamiento de personal técnico.

Se deberá coordinar con la Corporación Andina de Fomento (CAF) para la creación de este fondo a través de su programa de Reconversión Industrial el cual comenzó a operar desde 1995 en varios países de la Región Andina en Sur América, como ser Colombia, Perú y Venezuela, estando la sede en Caracas.

Los aspectos financieros de este fondo serán considerados en la sección correspondiente.

### (3) Clasificación y Estandares de Calidad de Agua

El Decreto 883, publicado en Diciembre de 1995, en su artículo 5 dice que la clasificación de cada cuerpo de agua será hecho por el ejecutivo nacional, y los estandares específicos sobre efluentes también serán clasificados.

Considerando el hecho que el agua del Río Tuy aun no fue específicamente clasificado y que el mencionado Decreto 883 no considera el estandar para DBO en el caso de agua Sub-tipo 1B ni el estandar para SS, se considera necesario la elaboración de estandares específicos para el Río Tuy.

### (4) Cargo por polucion

Se propone la introducción de cargos por polucion para las fabricas y cochineras en el contexto de la aplicacion. El principal proposito es cargar a los contaminadores de acuerdo a la carga de polucion que ellos descargan. También el cargo ha de incrementar periodicamente de acuerdo al atraso en el cumplimiento con los reglamentos y el dano ambiental producido.

## Organización

Para la implementación del Plan Maestro el MARNR actuará como el organismo de contraparte, y las oficinas de la Agencia de Cuenca del Río Tuy e HIDROCAPITAL coordinarán directamente la ejecución del proyecto.

Considerando los objetivos específicos para los cuales la Agencia de Cuenca del Río Tuy fue creada, tiene la responsabilidad para ejecutar planes, programas y proyectos de manejo ambiental y la ejecución de las obras dirigidas al saneamiento ambiental así

como a promover y coordinar el financiamiento necesario para la ejecución de las obras de conservación ambiental ya sea para el sector público o privado.

En el caso de HIDROCAPITAL tiene la obligación de garantizar la potabilidad del agua y por lo tanto deberá asumir esa responsabilidad.

Por lo tanto en la etapa de ejecución del proyecto la Agencia de Cuenca del Río Tuy participará a través de la Gerencia Programática de Estudios, Planificación y Proyectos para la ejecución física y a través de la Oficina de Administración y Presupuesto para la ejecución financiera.

Considerando que en la Agencia de Cuenca del Río Tuy no hay experiencia con proyectos de esta magnitud deberán crearse secciones de diseño y construcción, y contratar algún personal técnico tales como ingenieros (sanitarios, civiles, eléctricos) y arquitectos. En vista de la experiencia obtenida por el personal trabajando actualmente en la etapa final del Proyecto del Lago de Valencia, algunos de ellos pueden ser transferidos a la Agencia de Cuenca del Río Tuy, para trabajar en los obras de instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

Además será necesario algún equipo para la implementación de las obras tales como vehículos, copiadoras, computadoras, etc.

En el caso de HIDROCAPITAL, una institución con larga experiencia en el desarrollo de proyectos de diferente magnitud, no será necesario la apertura de nuevas secciones, pero si puede ser necesario la contratación de algún personal y la adquisición de equipo.

### Sistema de Monitoreo

#### (1) Necesidad de Monitoreo

Para enfrentar el problema ambiental, es necesario recabar información básica que muestre las condiciones ambientales que acompañan a las medidas.

Para recabar información básica es esencial estudiar los factores que muestran la condición de (1) desarrollo urbanístico y utilización de la tierras, incluyendo quemas forestales, (2) actividades industriales) y (3) actividades cotidianas de los habitantes.

Bajo estas circunstancias, se plantea el sistema de monitoreo requerido, colocando el énfasis en el monitoreo de la contaminación de agua causada por actividades industriales y humanas.

#### (2) Objetivo del Monitoreo

El objetivo principal del monitoreo es recabar información básica para la prevención o deterioro de la calidad del agua en el Río Tuy visto desde dos aspectos: (1) aspecto ambiental, para preservar el agua del Río Tuy cumpliendo con las normas de calidad de agua, y (2) aspecto de fuente de suministro de agua, para impedir que el agua de calidad desfavorable sea utilizada como agua doméstica.

(3) Operación de Monitoreo

A continuación se discuten los dos tipos de monitoreo:

(a) Monitoreo Fijo en el Sitio

(i) Sitio de Monitoreo

En los otros proyectos, nueve estaciones de monitoreo (6 en el Río Tuy y 3 en tributarios) han sido seleccionados para observar la condición ambiental de la calidad del agua del Río Tuy. Como estas estaciones de monitoreo cubren puntos importantes, pueden ser suficientes para establecer el sistema de monitoreo en este estudio desde el punto de vista ambiental.

Además, es deseable designar por lo menos dos sitios para monitorear la calidad del agua desde el aspecto de la fuente de suministro, ya que puede haber diferencias en aspectos de monitoreo y en las frecuencias, dependiendo de los objetivos

Por lo tanto se proponen dos casos de sitios de monitoreo:

Caso 1	Nueve sitios de monitoreo (desde el aspecto ambiental)
Caso 2	Dos sitios de monitoreo designados entre los diez sitios de monitoreo antes mencionados (desde el punto de vista de fuente de suministro de agua)

Los sitios de monitoreo son los indicados abajo (ver Fig. 6.1-14).

(ii) Frecuencia de Monitoreo

La frecuencia de monitoreo de sólo una vez al mes, que actualmente se practica, es suficiente para detectar las condiciones de la calidad del agua desde el aspecto ambiental. Sin embargo, desde el aspecto del suministro de agua, es necesario monitorear continuamente las condiciones de la calidad del agua en distintos puntos para identificar cualquier cambio repentino en la calidad del agua y así prevenir la transmisión de una calidad desfavorable de agua al sistema de abastecimiento y también para detectar contaminantes.

En relación con esto se proponen dos casos de monitoreo de frecuencia:

Caso 1	Una vez al mes (desde el punto de vista ambiental)
Caso 2	Monitoreo continuo (desde el punto de vista de fuente de suministro de agua)

(iii) Aspectos de monitoreo

Básicamente, los aspectos del monitoreo dependen del objetivo y la frecuencia. Desde el punto de vista ambiental es necesario cubrir todos los aspectos estipulados en las normas de calidad de agua para confirmar la condición ambiental del Río Tuy, aunque el monitoreo de todos los aspectos todas las veces y en cada uno de los puntos tal vez no se requiera.

En el caso del monitoreo desde el punto de vista de suministro de agua, puede ser difícil monitorear continuamente muchos aspectos de calidad de agua, física y económicamente, mientras que es deseable cubrir los aspectos que muestran un cambio repentino de la condición de contaminación del agua por sustancias orgánicas, tóxicas y turbias. En la práctica, estos aspectos actualmente observados para monitoreo continuo, incluyen principalmente pH, turbidez y DO que se pueden observar con equipos de monitoreo automático, y generalmente se puede observar el cambio repentino de la condición de contaminación del agua monitoreando estos aspectos.

Bajo estas condiciones, se propone el monitoreo de los siguientes aspectos:

Caso 1	Monitoreo de todos los aspectos estipulados en las normas de calidad de agua en nueve sitios de monitoreo, aunque no todas las veces y en todos los sitios (desde el punto de vista ambiental)
Caso 2	Monitoreo continuo de pH, EC, turbidez y DO más nivel de agua y temperatura en dos sitios de monitoreo (desde el punto de vista de fuente de suministro de agua)

(b) Monitoreo No Fijo en el Sitio

(i) Sitio de Monitoreo

Como sitios objetivo de monitoreo, las fábricas y cochineras, cuyos efluentes tienen un gran impacto sobre la calidad del agua del Río Tuy, en principio se proponen como Sitios No Fijos de Monitoreo. Además, los sitios de monitoreo de efluentes de centros urbanos también se proponen.

(ii) Frecuencia de Monitoreo

En la Cuenca del Río Tuy hay 103 fábricas y 33 cochineras que descargan una gran cantidad de efluentes, y es recomendable monitorear estos contaminantes dos veces al año. Para ese fin se requiere monitorear 18 fábricas y 6 cochineras una vez al mes.

(iii) Aspectos de Monitoreo

Como aspectos de monitoreo se deben cubrir los aspectos principales estipulados en las normas de calidad de agua, considerando el alcance de las actividades de fábricas, cochineras y centros urbanos.

(4) Organización

En principio, el trabajo de monitoreo será emprendido por la Agencia de la Cuenca del Río Tuy, (ACRT) que tiene la responsabilidad absoluta de monitorear las condiciones ambientales de la Cuenca del Río Tuy. Aunque la Agencia está actualmente operando el sistema de monitoreo, el número de personal, equipos e instalaciones es insuficiente, considerando el volumen de trabajo de monitoreo a ser cubierto. Por lo tanto, es necesario fortalecer el actual establecimiento organizacional.

(5) Instalaciones y Equipos Necesarios

Para operar el sistema de monitoreo se necesitan las siguientes instalaciones:

- Estación de monitoreo para tomar muestras de agua e instalar los equipos.
- Espacio de oficinas para personal de archivo de datos e instalaciones.
- Instalaciones de laboratorio para hacer los análisis de calidad de agua.
- Instalaciones de almacenamiento para las muestras tomadas.
- Instalaciones de almacenamiento para equipos.
- Instalaciones de transporte para hacer trabajos de monitoreo.

Los equipos necesarios deberán incluir los requeridos para pruebas de laboratorio, investigaciones de campo y monitoreo continuo. Los principales equipos requeridos se indican a continuación:

Equipos de Laboratorio	Refrigerador, Incubadora, Autoclave, medidor de DO, etc.
Equipos de mediciones en Campo	Medidor de corriente, medidor EC, Turbidímetro, etc.
Equipos para Monitoreo Continuo en Sitio	Sensor, Medidor nivel de agua, Registrador, Accesorios, etc.

(5) Costo requerido

El costo requerido para establecer el sistema de monitoreo incluye instalaciones, equipos para estación de monitoreo, monitoreo continuo, equipos de laboratorio y equipos de transporte. Los costos de operación y mantenimiento requeridos incluyen los gastos de operación de las instalaciones y de personal. El costo inicial de establecimiento suma US\$ 1.651.999 y

además US\$ 177.000 para costos de operación y mantenimiento (Ver Tabla 6.1-13).

### Estudio sobre el Programa de Educación para Promover la Conciencia Pública

#### (1) Necesidad del Programa

Para una efectiva implementación del Plan Maestro relativo al Programa de Educación para Promover la Conciencia Pública sobre los aspectos ambientales, se considera deberá incluir todos los sectores que están involucrados dentro de la cuenca. Por lo tanto el programa está enfocado bajo 3 puntos de vista: el sistema educativo, el público y los industriales.

##### (a) A Nivel del Sistema de Educación

La Agencia deberá darle seguimiento al acuerdo de cooperación entre el Ministerio de Educación y MARNR, firmado en Marzo de 1996.

La Agencia, basada en el mencionado acuerdo deberá promover que todas las instituciones educativas dentro de la cuenca desde nivel de jardín de niños hasta el superior, tengan guía continua en los aspectos ambientales.

Esta promoción deberá ser coordinada con la asociación de residentes y las ONGs existentes.

##### (b) A Nivel del Público en General

- Se recomienda enfáticamente la publicación periódica del Boletín Informativo de la Agencia. A este boletín debería tener acceso los residentes de la cuenca y especialmente las personas que tienen una actividad prominente dentro de ella, tales como las autoridades municipales, y el personal relacionado con las ONG. El contenido deberá incluir siempre los principales temas ambientales en boga, y las leyes y regulaciones (decretos) tales como calidad del agua, deforestación, incendios, extracción de arena, disposición de desechos, etc.
- Se recomienda la publicación de artículos de periódicos relacionados con la protección ambiental de la cuenca del Río Tuy. El impacto de los periódicos en la sociedad es más directo y generalizado en comparación con los boletines. Así también la reproducción parcial del contenido de los boletines puede ser incluida, especialmente aquellos temas relacionados con calidad de agua, incendios forestales, extracción de arena, y disposición de desechos. Se deberán mencionar también las leyes existentes y las sanciones aplicables cuando se violen.

##### (c) A Nivel de los Industriales

- La Agencia deberá preparar seminarios periódicos dirigidos a los industriales para la implementación del proyecto. Este solo hecho

producirá una conciencia permanente en la gente que está a cargo de industrias muy contaminantes.

- Se recomienda la publicación del folleto "Normas de Control de Calidad Ambiental, una Guía para los Industriales" por lo menos una vez al año. El último número fue publicado en 1993 y contenía las Normas de Calidad de Agua viejas, así que es necesario actualizarlas a las nuevas normas.

Se estima que el programa necesitará un presupuesto anual adicional de unos US\$40,000 para gastos de operación en el desarrollo de estas actividades.

(2) Personal

El personal para ejecutar estas actividades será el mismo de la Gerencia de Participación, Educación, y Relaciones con los Usuarios, en la Agencia de Cuenca del Río Tuy.

Básicamente el personal existente es suficiente en número y está bien entrenado, sin embargo algunos cursos de actualización y/o entrenamiento serán necesarios para los técnicos. Se recomienda también entrenamiento del personal existente o a nombrar en aspectos de publicidad.

(3) Equipo y Materiales

Para la ejecución de las actividades mencionadas se considera necesario suministro de algún equipo y materiales básicos. Esto se usará para el reforzamiento de la Gerencia Programática de Participación, Educación y Relaciones con los Usuarios.

El equipamiento necesario así como los costos estimados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro: Equipamiento para el Reforzamiento de Educación Ambiental

Equipamiento	Numero	Costo (US\$)
Vehículo	1	30,000
Set de Computadora/Impresora	2	7,000
Set de Computadora/Impresora Portátil	1	4,000
Copiadora	1	4,000
Proyector de Transparencias	1	1,000
Proyector de Diapositivas	1	800
VHS	1	700
Televisor a Color	1	700
Cámara de Televisión	1	1,500
Cámara Fotográfica	1	300
Total		50,000

## 6.2 Formulación del Proyecto

### 6.2.1 Priorización

#### Consideraciones sobre Prioridad

En la formulación del programa a corto y mediano plazo, son examinados las prioridades para los componentes del proyecto.

Entre los componentes del proyecto, las medidas institucionales requieren menos carga financiera y necesita ser implementada lo mas pronto que se pueda para facilitar la implementación de las medidas estructurales, de esta forma debería ser dado una alta prioridad para todo el conjunto.

Por otro lado, la priorización para las medidas estructurales es considerada como sigue:

Como los componentes del proyecto tienen diferentes metas, la priorización es hecho agrupandolos en la siguiente manera:

- Los componentes del proyecto son clasificados primeramente en dos grupos basados en la meta de mejoramiento de la calidad de agua y aseguramiento de la cantidad de agua
- El grupo de componentes de proyecto de mejoramiento de calidad de agua, es clasificado nuevamente en dos grupos basados en la meta de mejoramiento de la condición de polución por sustancias orgánicas y turbiedad.

Para los componentes del proyecto de cada grupo, la priorización es hecho considerando el costo-efectividad, el costo total de inversión y diferencia entre inversores del sector público y privado.

La Tabla 6.3-1 muestra los grupos de los componentes del proyecto y su costo-efectividad. Basado en esta tabla, la prioridad es dada como sigue:

#### (1) Componentes del Proyecto para el Mejoramiento de la Calidad de Agua

##### (a) Remoción de la Carga de polución BOD del efluente

Para esto se da alta prioridad a la instalación de plantas de tratamiento en las fabricas y cochineras para alcanzar la meta, porque los dueños de fabricas y cochineras tienen la responsabilidad de cumplir con los estandares en forma inmediata.

En cuanto a la instalación de planta de tratamiento cloacal para los centros urbanos la cual es realizado por el sector público, la prioridad es dada basado en el costo-efectividad.

##### (b) Remoción de turbiedad

La prioridad es dada basado en el costo-efectividad.

(2) Componentes del Proyecto para el Aseguramiento de la Cantidad de Agua

Entre los componentes se da alta prioridad al tanque sedimentador de arena en Toma de Agua y bombeo en el Reservorio de Ocumarito, esto puede ser ejecutado por el sector publico con costo de inversion menor.

Aunque no hay mucha diferencia en el costo-efectividad comparado con la instalacion de bomba en el reservorio Ocumarito, la construccion de la represa Guare sera puesto en el menor rango de prioridad debido al alto costo de inversion.

Para la disminucion del color/olor, se propone instalar planta de tratamiento en las fabricas que descargan estas sustancias.

El resultado de priorizacion es tambien mostrado en la Tabla 6.3-1

6.2.2 Programa a Corto Plazo

Objetivo y Meta

(1) Objetivos

El programa a corto plazo está formulado para asegurar suministro de agua potable de calidad aceptable y para establecer un sistema sostenible de control de contaminación.

(2) Metas de Cantidad y Calidad de Agua

Como se plantea en el Capítulo 5, la siguiente meta debe ser alcanzada para el mejoramiento de calidad de agua.

(a) Calidad de Agua

La meta de calidad de agua en el Programa a Corto Plazo es fijada como el mejoramiento de la calidad de agua en Toma de Agua (ver tabla de abajo). Estas son metas intermedias que son seleccionadas para alcanzar los objetivos del Programa a Mediano Plazo.

Item	Descripcion
Punto de referencia	San Antonio (Toma de Agua)
Polucion organica	BOD de 3.5 mg/l (propuesto en el Estudio)
Toxico	Tipo 1B en Decreto No. 883
Turbiedad	SS de 925 mg/l (propuesto en el Estudio)

(b) Cantidad de Agua

La meta para el aseguramiento de la cantidad de agua es como sigue:

Item	Valor
Promedio mensual de agua asegurada desde la cuenca alta y baja del Río Tuy	4.0 m <sup>3</sup> /s
Captacion en Toma de Agua	2.0 m <sup>3</sup> /s
Agua recientemente desarrollada	aprox. 2.0 m <sup>3</sup> /s
Reduccion en suspension de toma en Toma de Agua	
Eliminacion de suspension en la captacion debido al color y olor (403,200 m <sup>3</sup> /ano(0.013m <sup>3</sup> /s))	13 dias/ano
Reduccion de suspension en la captacion debido a la alta turbiedad (345,600 m <sup>3</sup> /ano (0.011m <sup>3</sup> /s))	5 dias/ano

### Selección de la Medida Óptima para el Programa a Corto Plazo

En la Sección 6.2 se seleccionan para el Programa a Corto Plazo las medidas óptimas cuya aplicabilidad está confirmada desde los puntos de vista técnico, financiero, social e institucional. En la Sección 6.3 se selecciona la medida óptima, entre las medidas óptimas, para alcanzar la meta.

#### (1) Medidas Estructurales

##### (a) Mejoramiento de calidad de Agua

Para alcanzar la meta de calidad de agua se adoptan las siguientes medidas:

##### (i) Contaminación Orgánica

- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas existentes que no cumplen con las normas de calidad de agua.
- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas nuevas.
- Instalación de plantas de tratamiento de aguas cloacales en las áreas de Las Tejerías y Ocumare del Tuy.

La instalación de planta de tratamiento cloacal en las Tejerías es necesario para alcanzar la meta en Boca de Cagua, mientras lo del Ocumare del Tuy es para Toma de Agua.

##### (ii) Tóxicos

- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas existentes que no cumplen con las normas de calidad de agua.
- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas nuevas.

##### (iii) Turbidez

- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas existentes que no cumplen con las normas de calidad de agua.
- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas nuevas.
- Reforestacion en area de Qda.Maitana

(b) Aseguramiento de Cantidad de Agua

A juzgar por la función de las medidas, las que deben aplicarse al Programa a Corto Plazo para asegurar la cantidad de agua son las siguientes:

(i) Asegurar la cantidad de agua de 2,0 m<sup>3</sup>/s

Para asegurar la cantidad de 2,0 m<sup>3</sup>/s, es necesario aplicar dos medidas como es examinado en Sección 6.1.2: instalación de bomba y construcción de la represa de Guare como sigue:

- Instalación de bomba en el reservorio de Ocumarito para bombear el agua almacenada al sistema Tuy III.
- Construcción de la represa Guare.

(ii) Reducir la frecuencia de suspensión del suministro de agua debido a olor, color y turbidez

- Instalación de planta de tratamiento para fábricas que descargan efluentes de contaminación relacionados con olor y color sin tratamiento.
- Construcción del tanque de sedimentación de arena en el punto de toma de agua.

(2) Medidas Institucionales

En general, las siguientes medidas institucionales son esenciales para alcanzar los objetivos del Programa a Corto Plazo:

- Estipulación de leyes y regulaciones.
- Fortalecimiento de las funciones organizacionales.
- Establecimiento de sistema de monitoreo y hacer cumplir las leyes y regulaciones en las áreas prioritarias.
- Establecimiento de un fondo del medio ambiente para ayudar a las fábricas en áreas prioritarias.

### 6.2.3 Programa a Mediano Plazo

#### Objetivo y Meta

(1) Objetivos

Al igual que el Programa a Corto Plazo, el Programa a Mediano Plazo está formulado con los objetivos de asegurar el suministro de agua de una calidad aceptable y de establecer un sistema sostenible de control de contaminación.

(2) Metas de Cantidad y Calidad de Agua

(a) Calidad de Agua

La meta de calidad de agua a ser alcanzada por el año 2010 esta fijada para la cuenca alta y media respectivamente como sigue:

Cuenca	Cuenca alta	Cuenca media
Punto de referencia	Boca de Cagua	San Antonio (Toma de Agua)
Polucion organica	BOD de 60 mg/l ( Decreto No. 883)	BOD de 3 mg/l *1 (propuesto en el Estudio)
Toxicos	Type 1B in Decree 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 de 750 mg/l Turbiedad de 250 NTU (Tipo 1B en Decreto No. 883)

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

(a) Meta de Cantidad de Agua

La meta de cantidad de agua para el Programa a Mediano Plazo es el aseguramiento de un abastecimiento estable de agua para los sistemas Tuy I y II, que consiste de aprox. 4 m<sup>3</sup>/s y compuesto por 2 m<sup>3</sup>/s en promedio en la captacion en Toma de Agua y 2 m<sup>3</sup>/s de agua recientemente desarrollada. Esta meta es fijada porque la captacion de 2 m<sup>3</sup>/s en Toma de Agua no sería mantenida si no fueran tomadas las medidas para el mejoramiento de la calidad de agua.

**Selección de Medidas Optimas**

Las medidas óptimas para alcanzar los objetivos del Programa a Mediano Plazo se seleccionan entre las que se han confirmado como aplicables en la Sección 6.2.

(1) Medidas Estructurales

Las medidas estructurales que deben instrumentarse para alcanzar los objetivos del programa a Mediano Plazo están principalmente relacionadas con el mejoramiento de la calidad del agua, y la mayoría de las medidas para el mejoramiento de la calidad del agua se emplean en el Programa a Corto Plazo. La diferencia entre los programas a Corto Plazo y Mediano plazo es sólo en el área en la que se tienen que instrumentar medidas estructurales para residuos domésticos, pero la aplicación de medidas de control de contaminación a efluentes de fábricas, que se emplean en el Programa a Corto Plazo, se extienden al Programa a Mediano Plazo.

(a) Contaminación Orgánica

- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas nuevas
- Instalación de plantas de tratamiento de aguas cloacales en las áreas de El Consejo y Yare.

(b) Tóxicos

- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas nuevas.

(c) Turbidez

- Instalación de plantas de tratamiento en fábricas nuevas.
- Reforestación en las áreas de Qda. Maitana, Qda. Guayas y Río Cagua.
- Laguna de sedimentación de arena en la parte alta del Río Tuy, Qda. Guayas, Qda. Maitana y Río Guare.

(2) Medidas Institucionales

Las medidas institucionales, la mayoría de las cuales se emplea en el Programa a Corto Plazo, se extienden al Programa a Mediano Plazo. Las medidas institucionales aplicadas al Programa a Mediano Plazo son las siguientes:

- Aplicación sostenible de la ley y reglamentos
- Operación sostenible de sistema de monitoreo en áreas prioritarias
- Práctica sostenible del programa educativo.
- Uso sostenible del fondo del medio ambiente para ayudar a las fábricas en áreas prioritarias.

6.2.4 Proyectos Prioritarios

Los proyectos prioritarios se seleccionan para llevar a cabo el estudio de factibilidad. Como conclusión, todas las medidas empleadas para el Programa a Corto Plazo se seleccionan para los proyectos prioritarios con la siguiente consideración:

Promover el mejoramiento ambiental de la Cuenca del Río Tuy como primer paso es esencial alcanzar las metas del programa a Corto Plazo, y está luego seguido del Programa a Mediano Plazo. Para alcanzar las metas es necesario ejecutar todas las medidas del Programa a Corto Plazo. Por consiguiente, se propone que los proyectos prioritarios empleen todas las medidas incluidas en el Programa a Corto Plazo tal como es discutido en la subsección 6.2.1

6.3 Plan de Implementación en Fases y estimación de Costos

Plan de Implementación en Fases

Basándose en la priorización hecha en sección 6.2.1 y discusión del programa a corto y mediano plazo, se plantea un plan de implementación en fases y se prepara el cronograma como se muestra en la Figura 6.3-1. En este plan de implementación, se hace el estimado del tiempo de construcción de cada medida considerando proyectos similares en Venezuela y otros países, así como la escala de diseño de las medidas propuestas.

Para la construcción de la represa Guare en este plan de implementación, se programa comenzar la construcción desde el comienzo del programa a corto plazo, sin embargo la prioridad es menor que la instalación de la bomba en el reservorio de Ocumarito. Esto es porque la represa de Guare necesita de 5 años para su construcción, mientras que esta medida debería ser completada por el año 2003 para alcanzar la meta.

**Estimación del Costo Preliminar**

De acuerdo con el plan de implementación, el costo del proyecto se estima de modo preliminar sobre los niveles de precios de julio de 1996, a la tasa de cambio de US\$1,00 = ¥100 = Bs 470. El estimado de costos para cada medida se resume de la manera siguiente:

(1) Laguna o Tanque de Sedimentación de Arena en Toma de Agua

El costo de la laguna de sedimentación de arena en Toma de Agua se estima de la manera siguiente:

(Unidad: US\$)

Trabajos	Costo unitario	Cantidad	Costo
Adquisición de tierra	12.8/m <sup>2</sup>	4,000	51,200
Trabajo temporario	Suma global	-	233,409
Excavación	8.6/m <sup>3</sup>	24,385	209,711
Trabajo de concreto	428.6/m <sup>3</sup>	3,702	1,586,677
Alcantarilla	1,688.2/m	150	253,230
Cimentación con pilotes	75.6/poste	1,200	90,720
Terraplen	45.6/m <sup>3</sup>	1,880	85,728
Compuerta	20,000/unid	5	100,000
Costo Total			!Unexpected End of Formula

(2) Planta de Tratamiento para Fábricas y Cochineras

El costo de una planta de tratamiento para fábricas y cochineras se estima sobre la base del costo unitario por volumen de efluente de cada fábrica o cochinera, como se obtuvo de la encuesta que se muestra a continuación:

Categoría (Fabrica/ Cochinera)	Volumen promedio descargado (tn/día)	Costo de construcción promedio de planta de tratamiento (US\$)	Costo Unitario (US\$/tn/día)	Costo de O&M (US\$/ton)
De alimentos	317	404,924	1,277	5.4
No alimentos	106	208,724	1,963	33.6
Cochineras	11.5	20,000	1,739	1.0

El procedimiento para el estimado de costo es el siguiente:

Capítulo 6

- El total y el promedio de efluentes de fábricas y cochineras en áreas bloqueadas se calcula basándose en los datos observados de efluente de agua y número de empleados.
- El costo unitario de la planta de tratamiento de las fábricas y cochineras en el área bloqueada se obtiene basándose en el efluente promedio y el costo unitario indicado en la tabla anterior.
- El costo total en las áreas bloqueadas se estima multiplicando el costo unitario por el número de fábricas y cochineras.

(3) Planta de Tratamiento de Aguas Cloacales

El costo de la planta de tratamiento de aguas cloacales está compuesto principalmente por (1) adquisición de tierras, (2) construcción de instalaciones de tratamiento, y (3) instalación de tuberías de cloacas. El área de adquisición de tierra se calcula multiplicando el área unitaria por volumen de diseño de cloacas de 4 Ha/m<sup>3</sup>, y el costo de construcción de las instalaciones de tratamiento se calcula multiplicando el costo unitario de construcción por el volumen de diseño de cloacas. Los costos unitarios son los siguientes:

(Unidad: Miles US\$)

Artículo	Costo Unitario
Adquisición de tierra	US\$2,2/m <sup>2</sup>
Construcción de Instalaciones de Tratamiento	US\$98/m <sup>3</sup>
Instalación de Tubería de Cloacas	US\$260/m
Operación y Mantenimiento	US\$8/m <sup>3</sup>

(4) Laguna o Tanque de Sedimentación de Arena en Tributarios

El costo de la laguna de sedimentación de arena está constituido por (1) adquisición de tierra, (2) excavación de la laguna, (3) revestimiento del canal con concreto y (4) trabajos de toma.

Las cantidades de trabajos y los costos unitarios se muestran en la siguiente tabla:

(Unidad: Miles US\$)

Trabajos	Costo Unit.	Qda. Barrios		Cagua		Maitana		Guare	
		Cantid.	Costo	Cantid.	Costo	Cantid.	Costo	Cantid.	Costo
Adquisición tierras	12,8/m <sup>3</sup>	40.000	512.000	28.000	358.400	40.000	512.000	40.000	512.000
Excavación y acarreo	8,6/m <sup>3</sup>	114.000	980.400	77.700	668.220	114.000	980.400	95.400	820.440
Concreto	428,6/m <sup>3</sup>	2.500	1.071.500	2.500	1.071.500	2.500	1.071.500	2.500	1.071.500
Trabajos de toma	Unidad	1	456.900	1	441.000	1	456.900	1	456.900
Total			2.979.520		2.593.120		3.020.800		2.860.840

(5) Reforestación

El costo de reforestación está aproximadamente estimado con base en la construcción de carreteras en zonas boscosas y siembra de árboles. Los costos unitarios son los siguientes:

(Unidad: US\$)

Trabajos	Cantidad	Costo Unitario	Total
Carreteras	10.200	240/Ha	2,448.000
Siembra de árboles	10.200	510/Ha	5,202.000
Total			7,650.000

Los costos preliminares para el proyecto propuesto son como se muestra en la siguiente tabla:

(Unidad: Miles US\$)

Etapa	Categoría	Meta	Medidas	Costo Inicial	O&M	Costo Anual *
Corto Plazo	Medida Estructural	Cantidad de Agua	Desviación Ocumarito Lagartijo	41,000	820	5,330
			Disminución Color/olor	1,000	60	170
			Disminución Turbidez	2,610	61	348
			(Subtotal)	44,610	941	5,848
		Calidad de Agua	Tratamiento en fábricas existentes	22,956	689	3,214
			Tratamiento en fábricas recién construidas	16,201	486	2,268
			Tratamiento Aguas Residuales Domésticas (Ocumare del Tuy)	12,814	723	2,133
			Tratamiento Aguas Residuales Domésticas (Las Tejerías)	4,249	285	752
			Instalación de Tanque Séptico	3,474	69	451
			(Subtotal)	59,694	2,252	8,818
	Medida Institucional	Monitoreo		1,652	177	359
		Educación Público		50	40	4.6
		Fondo Medio Ambiente		200	15	37
		(Subtotal)		1,902	232	442
			Total	106,206	3,425	15,108

\* Costo Anual = Costo Inicial x 0,11 + Costo O&M (0,11 es la tasa de conversión para estimar el costo anual aplicando la vida de proyecto de 50 años y tasa de descuento de 12%)

(Unidad: Miles US\$)

Etapa	Categoría	Meta	Medidas	Costo Inicial	O&M	Costo Anual	
Mediano Plazo	Medida Estructural	Cantidad y Calidad de Agua	Tratamiento en fábricas recién construídas	28,171	845	3,944	
			Tratamiento Aguas Residuales Domésticas (S.F. Yare)	2,706	185	483	
			Tratamiento Aguas Residuales Domésticas (El Consejo)	3,182	215	565	
			Instalación Tanque Séptico	1,118	19	142	
			Disminución Turbidez (reforestación)	7,650	50	892	
			Disminución Turbidez (laguna sedimentación arena)	11,391	609	1,862	
			(Subtotal)	54,218	1923	7,888	
	Medida Institucional			Monitoreo	0	177	177
				Educación Público	0	400	400
				Fondo Medio Ambiente	0	15	15
				(Subtotal)	0	592	592
				Total	54,218	3,107	8,480

\* Costo Anual = Costo Inicial x 0,11 + Costo O&M (0,11 es la tasa de conversión para estimar el costo anual aplicando la vida de proyecto de 50 años y tasa de descuento de 12%)

### Agencia Responsable y Compartimiento de los Costos

Basándose en dicho plan de implementación en fases, es necesario confirmar la agencia u organismo responsable y compartir el costo entre la agencia en cuestión y los beneficiarios.

#### (1) Medidas Estructurales

- (a) Mejoramiento de la calidad del agua por eliminación de contaminación de efluentes de fábricas y cochineras.

La reducción de contaminación por los efluentes de fábricas y cochineras, incluyendo sustancias orgánicas, tóxicas y turbias, es responsabilidad de los propietarios de fábricas y cochineras, y la instalación de la planta de tratamiento deberá ser hecha por los propietarios de las mismas.

Para los efluentes de fábricas y cochineras, el costo incluye el inicial de instalar una planta de tratamiento y luego el costo de operación y mantenimiento. Además, los efluentes de fábricas fluyen por el sistema público de cloacas cuando cumplen con las normas de calidad de agua, de manera que debe compartirse el costo de operación y mantenimiento del sistema público de cloacas.

En principio, el costo inicial y los costos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento deben ser cubiertos por los propietarios de fábricas y cochineras. La agencia gubernamental ayudará financieramente con el costo inicial a través del Fondo del Medio Ambiente. Además se considera la reducción de impuestos para incentivar a los propietarios de fábricas y cochineras a instalar las plantas de tratamiento.

Como agencia relacionada, ACRT tiene la responsabilidad de promover la instalación de plantas de tratamiento por parte de los propietarios de fábricas y cochineras aplicando medidas institucionales tales como asistencia técnica, suministro de fondos, inspección y monitoreo.

Para asegurar la cantidad de agua del Río Tuy, se propone la construcción de un canal de desviación que conecte los embalses Ocumarito y Lagartijo. A juzgar por el contenido del proyecto, se considera que Hidrocapital, que tiene la responsabilidad de asegurar la cantidad de agua para el suministro, es la agencia responsable de instrumentar el proyecto y de responder por los costos iniciales y de operación y mantenimiento.

(b) Mejoramiento de la calidad del agua por medio del tratamiento de los residuos domésticos

La instalación y la O&M de los sistemas públicos de cloacas, así como también la recolección de los cargos por uso de cloaca, son considerados ser responsabilidad de ACRT. Por lo tanto, el costo inicial y el de operación y mantenimiento deben ser cubiertos por ACRT. (Con respecto a la recolección de los cargos por uso de cloaca, se asume que los cargos serán recolectados junto con el cargo por uso de agua doméstica, por la que el trabajo de recolección será confiado a Hidrocapital.)

Como agencias relacionadas, los gobiernos locales involucrados deben promover el sistema de cloacas por medio de la provisión de planes locales de desarrollo urbano y la creación de conciencia en el público.

(c) Mejoramiento de calidad del agua tratando la turbidez debido a la erosión de suelos

Para mejorar la calidad del agua degradada por la turbidez originada en la erosión de suelos, se proponen dos medidas: (1) reforestación y (2) lagunas de sedimentación de arena en los tributarios. A juzgar por el contenido del proyecto, se propone que los costos inicial y de operación y mantenimiento sean cubiertos por el MARNR.

(d) Aseguramiento de la cantidad de agua con la estructura de desviación Ocumarito-Lagartijo

Para asegurar la cantidad de agua del Río Tuy, se propone la construcción de un canal de desviación que conecte los embalses Ocumarito y Lagartijo. A juzgar por el contenido del proyecto, se considera que Hidrocapital, que tiene la responsabilidad de asegurar la cantidad de agua para el suministro, es la agencia responsable de instrumentar el proyecto y de responder por los costos iniciales y de operación y mantenimiento.

(e) Aseguramiento de cantidad de agua con laguna de sedimentación de arena

Para asegurar la cantidad de agua por medio de la reducción de turbidez, se propone la instalación de una laguna de sedimentación de arena en el punto de toma de agua. A juzgar por el contenido del proyecto, se propone que Hidrocapital sea la agencia responsable de instrumentarlo y que responda por los costos iniciales y de operación y mantenimiento.

(2) Medidas Institucionales

En lo que respecta a las medidas institucionales, el MARNR debe ser la agencia responsable de la disposición de leyes y regulaciones, mientras que ACRT será responsable de las disposiciones institucionales en lo que respecta al fortalecimiento de las funciones de las organizaciones, el establecimiento de un sistema de monitoreo, el Fondo del medio Ambiente, el Cargo por Polución y el sistema educativo.

Como agencias relacionadas, CORDIPLAN y los gobiernos estatales se encargarán de hacer cumplir las medidas institucionales.

En lo que respecta al costo de instrumentación de las medidas institucionales, ACRT que tiene la principal responsabilidad de los trabajos, debe cubrir los costos bajo la asignación presupuestaria del MARNR.

Categoría	Medidas	Responsabilidad	Financiera	Observaciones
		Costo Inicial	Costo O&M	
Estructural	Estructura de desviación Ocumanto-Lagartijo	HIDROCAPITAL	HIDROCAPITAL	
	Laguna de Sedimentación de arena en toma de agua	HIDROCAPITAL	HIDROCAPITAL	
	Planta de tratamiento para fábricas y cochineras	Propietarios de las mismas	Propietarios de las mismas	Asistencia del Fondo Ambiental
	Sistema de alcantarillado para residuos domésticos	ACRT	ACRT	
	Reforestación	MARNR	MARNR	
	Laguna de sedimentación de arena en tributarios	ACRT	ACRT	
Institucional	Monitoreo	ACRT	ACRT	
	Educación Pública	ACRT	ACRT	

6.4 Evaluación de Medidas Óptimas

6.4.1 Solidez Técnica

Lo adecuado de las medidas óptimas seleccionadas en la Sección 6.1 se confirma desde el punto de vista técnico considerando la tecnología que se está empleando en Venezuela actualmente. Las medidas óptimas, que incluyen estructuras mayores tales como las estructuras de desviación, plantas de tratamiento en fábricas, lagunas de sedimentación de arena y planta de tratamiento de aguas cloacales, parecen no ofrecer dificultad desde el punto de vista técnico, como se discute a continuación.

**Mejoramiento de la Calidad del Agua**

Las medidas óptimas seleccionadas para el mejoramiento de la calidad del agua son la instalación de plantas de tratamiento en fábricas, sistemas de cloacas en centros urbanos y reforestación como es practicada en Venezuela. Por lo tanto, desde el punto de vista técnico no hay dificultad para realizar la medida óptima.

Plantas de tratamiento son propuestas ser instalados en fábricas para asegurar la cantidad de agua por medio del mejoramiento de la calidad de agua. Las plantas de tratamiento para reducir contaminación orgánica, tóxicos y turbiedad han sido instaladas en varias fábricas de Venezuela, y los dueños de fábrica y cochineras están planificando introducir nuevas plantas de tratamiento basadas en sus propios estudios.

La reducción de turbiedad por medio del tanque sedimentador de arena es también un método tradicional y los trabajos civiles incluyendo excavación de tierra y construcción de la presa son basados en métodos comúnmente utilizados.

**Aseguramiento de la Cantidad de Agua**

Para asegurar la cantidad de agua se propone la construcción de una estación de bombeo en el reservorio de Ocumarito y la represa de Guare es propuesta como el plan óptimo, y su ventaja es confirmada por medio de comparación económica. La estación de bombeo y represa son comúnmente adoptados para desarrollo de los recursos hídricos y existen algunos ejemplos de construcción en el sistema de abastecimiento de agua de Hidrocapital.

**6.4.2 Evaluación Financiera del plan Maestro**

**Fuentes de Recuperación de Costos**

Se propone que el costo de O&M, el costo de repago y de reposición de un particular proyecto este conforme con la tabla de abajo.

Fuentes de recuperación de costos	Proyectos
Ingreso de residencias del AMC	Aseguramiento de cantidad de agua, construcción de sedimentador de arena para captación
Ingresos por cobro a fábricas y cochineras	Fondo ambiental
Ingreso de residencias de la localidad	Construcción de planta de tratamiento cloacal en la localidad
Presupuesto de MARNR, Estados de Miranda y Aragua	Construcción de tanques sedimentadores en los Tributarios, Reforestación, Medidas institucional (Exc. Fondo Ambiental)

Las fuentes financieras del costo inicial serán enteramente externas excepto los que se refieren a la construcción de plantas de tratamiento cloacal que serán cubiertos con el presupuesto central y local en consideración de la capacidad de repago de los contaminadores.

En este estudio, se propone que la siguiente porción del costo sea cubierto por préstamo externo, considerando la capacidad de repago de los contaminadores, y la cantidad remanente por el gobierno.

Construcción de planta de tratamiento en Ocumare del Tuy	35%
Construcción de planta de tratamiento en Las Tejerías	20%
Construcción de planta de tratamiento en San Francisco de Yare	25%
Construcción de planta de tratamiento en El Consejo	7%

### Evaluación Financiera

En la realización del análisis financiero, las siguientes precondiciones son establecidas:

- Terminos del préstamo externo: tasa de interés anual: 6%; periodo de gracia: 3 años; periodo de repago: 40 años.
- Eficiencia en la recolección de cargos por alcantarillado desde las residencias y los repagos desde las fabricas/cochineras: 95%
- Vida útil: equipo electro-mecánico: 15 años; estructura de ingeniería civil y otras instalaciones: 40 años.
- Periodo de Implementación:

Proyecto	Programa a corto plazo	Programa a mediano plazo
Aseguramiento de cantidad de agua-Plan de bombeo Ocumare-Tuy III	1998-2000	-
Aseguramiento de cantidad de agua-Plan de la Represa de Guare	1998-2003	-
Construcción de tanque sedimentador de arena en la captación	2000-2003	-
Fondo ambiental	2000-2003	2004-2010
Construcción de planta de tratamiento cloacal en Ocumare del Tuy	1998-2001	2004-2006
Construcción de planta de tratamiento cloacal en Las Tejerías	2000-2003	-
Construcción de planta de tratamiento cloacal en San Francisco de Yare	-	2004-2007
Construcción de planta de tratamiento cloacal en El Consejo	-	2007-2010
Construcción de tanque sedimentador de arena en tributarios	-	2004-2006
Reforestación	1998-2003	2004-2010
Medidas Institucionales (Exc. Fondo ambiental)	1998-1999	-

- Periodo de análisis financiero: 20 desde el comienzo de la implementación del proyecto

#### (1) Costo Requerido

Once proyectos son propuestos en el plan maestro. El costo inicial de ellos son estimados y presentados abajo:

(Unit: US\$ miles)

Proyecto	Programa a corto plazo	Programa a mediano plazo	Total
Instalacion de Plantas de Tratamiento en fabricas y cochineras (aplicando el Fondo Ambiental)	24,846	18,606	43,452
Construccion de planta de tratamiento cloacal en Ocumare del Tuy	28,020	4,914	32,934
Construccion de planta de tratamiento cloacal en Las Tejerías	12,700	-	12,700
Construccion de planta de tratamiento cloacal en San Francisco de Yare	-	14,100	14,100
Construccion de planta de tratamiento cloacal en El Consejo	-	13,100	13,100
Construccion de tanque sedimentador de arena en tributarios	-	11,391	11,391
Reforestacion	2,520	5,130	7,650
Medidas Institucionales (Exc. Fondo ambiental)	1,702	-	1,702
Aseguramiento de cantidad de agua- Plan de bombeo Ocumare-Tuy III	9,880	-	9,880
Aseguramiento de cantidad de agua-Plan de la Represa de Guare	76,100	-	76,100
Construccion de tanque sedimentador de arena en la captacion	2,610	-	2,610
<b>Total</b>	<b>158,378</b>	<b>67,241</b>	<b>225,619</b>

Como muestra la tabla, el costo total es estimado en US\$226 millones. US\$159 millones o 70% corresponde al programa a corto plazo, y US\$67 millones o 30% al programa a mediano plazo.

En terminos de fuentes financieras, los componentes externos sera de US\$173 millones o 77%, y los componentes locales sera de US\$53 millones o 23% como muestra la tabla de abajo:

(Unit: US\$ miles)

Componentes externos	Componentes locales	Total
172,768	52,851	225,619

## (2) Disponibilidad de pago de los Clientes en el AMC

Los desembolsos anuales de los tres proyectos, "aseguramiento de cantidad de agua- Plan de bombeo Ocumare-Tuy III", "aseguramiento de cantidad de agua- Plan de represa de Guare", y "construccion del tanque sedimentador de arena en la captacion" y como seran establecidos por el periodo de 20 anos son mostrados en las Tablas 2.2.1 a 2.2.3. La tabla de abajo da en resumen las fuentes de ingresos.

Project	Ingreso/Mes/ Residencia (US\$)	Pago en Porcentaje	Pago/Mes/Residencia (US\$)
Aseguramiento de cantidad de agua- Plan de bombeo Ocumare-Tuy III	496	0.038%	0.188
Aseguramiento de cantidad de agua-Plan de la Represa de Guare	496	0.131%	0.650
Construcción de tanque sedimentador de arena en la captación	496	0.005%	0.025
Total	-	0.174%	0.863

Los clientes en el AMC son representados por las residencias, El cargo mensual a las residencias sera del 0.174% de su ingreso que viene a ser US\$0.863 o Bs.406. Esto no es una carga pesada.

### (3) Disponibilidad de Pago de la Fabricas y Cochineras

Los desembolsos anuales del Fondo Ambiental por 20 años de duración y como será establecido para el programa a corto y mediano plazo son mostrados en las Tablas 2.2.4 y 2.2.5 respectivamente. La tabla de abajo da en resumen las fuentes de ingresos.

Proyecto	Ingreso por cobro/año/ Fabrica/Cochinera (US\$miles)	Pago en Porcentaje	Pago/año/ Fabrica/Cochinera (US\$)
Fondo Ambiental (a corto plazo)	5,662 (fabrica), 234 (cochinera)	0.53%	30,009 (fabrica), 1,240 (cochinera)
Fondo Ambiental (a mediano plazo)	5,662 (fabrica)	0.48%	27,178 (fabrica)

Cada fabrica anualmente pagara 0.48% a 0.53% de sus ventas, o US\$27,178 a US\$30,009 en promedio al Fondo Ambiental. Cada cochinera pagara anualmente 0.53% de sus ventas o US\$1,240 en promedio. Esto parece no ser una excesiva cantidad

### (4) Disponibilidad de Pago de las Residencias

Los desembolsos anuales de cada una de las 4 plantas de tratamiento cloacal para 20 años de duración y ellos serán establecidos son mostrados en las Tablas 2.2.6 a 2.2.10. La tabla de abajo da en resumen las fuentes de ingresos para los proyectos.

Una casa en las cuatro localidades pagara 1% a 2% aprox. de su ingreso mensual como cargo por alcantarillado, siendo el valor de US\$ 5 a US\$10 en promedio en 1997. Esto es considerado de rango razonable. El Banco Mundial recomienda que el pago por servicio de alcantarillado este dentro del 2% del ingreso residencial.

Project	Ingreso/Mes/ Residencia (US\$)	Pago en Porcentaje	Pago/Mes/Residencia (US\$)
Construcción de planta de tratamiento cloacal en Ocumare del Tuy (programa a corto y mediano plazo)	507	0.93%+0.21%	5.780
Construcción de planta de tratamiento cloacal en Las Tejerías	494	1.67%	8.250
Construcción de planta de tratamiento cloacal en San Francisco de Yare	507	1.96%	9.937
Construcción de planta de tratamiento cloacal en El Consejo	494	1.98%	9.781

### (5) Disponibilidad de Pago del Gobierno

Los desembolsos anuales de los tres proyectos, y como ellos serán establecidos por el periodo de 20 años son mostrados en las Tablas 2.2.11, 2.2.13 y 2.2.14. La tabla de abajo dan en resumen las fuentes de ingresos.

Proyecto	Presupuesto anual de MARNR, Estado de Miranda\Aragua (US\$ miles)	Pago en Porcentaje	Pago/año (US\$ miles)
Construcción de sedimentador de arena en los tributarios	486,800	0.219%	1,066
Reforestación (programa a corto y mediano plazo)	486,800	0.041%+0.060%	492
Medidas Institucionales (Exc. Fondo ambiental)	210,000*	0.155%	326
Total			1,884

\* Presupuesto anual de MARNR

El presupuesto anual de MARNR y de los estados Miranda y Aragua para el año 1996 fue de US\$210,000 miles, US\$133,300 miles y US\$143,500 miles respectivamente, totalizando US\$486,800 miles.

Los estados de Miranda y Aragua anualmente fijaran 0.320% de sus presupuestos, que viene a ser de US\$887 miles en 1996, para el repago y otros costos. MARNR prevera 0.475% de su presupuesto, que viene a ser de US\$997 miles. Esto no parece ser una extraordinaria obligación.

### Análisis de Sensibilidad

Los de arriba son estimados sobre la condición de que la población y la industria en el área de industria sigue la proyección del Patron1 (estandar). Como ellos cambiarán bajo las proyecciones de Patron 2 (alto) o Patron 3 (bajo).

## Capítulo 6

En el caso de Patron 2 los costos iniciales de O&M de un proyecto sera mas grande que en el caso del Patron 1, mientras en el caso del Patron 3 ellos seran menos que en el caso de Patron 1.

La tabla de abajo muestra los resultados de la estimacion del costo inicial en los casos Patron 1 y Patron 2

### (1) Caso Patron 2

(Unit: US\$ miles)

Proyecto	Programa a corto plazo	Programa a mediano plazo	Total
Total	165,491	88,917	254,408

Como muestra la tabla de arriba, el costo inicial total es estimado en US\$254 millones, la cual es por US\$29 millones o 13% mas grande que la cantidad del caso del Patron 1

### (2) Caso Patron 3

(Unit: US\$ miles)

Proyecto	Programa a corto plazo	Programa a mediano plazo	Total
Total	147,974	43,349	191,323

Como muestra la tabla de arriba, el costo inicial total es estimado en US\$191 millones, la cual es por US\$34 millones o 15% menos que la cantidad del caso del Patron 1

Los resultados del analisis de sensibilidad muestra que el costo estimado en el caso del Patron 1 es posible que flutue entre +13% to -15%.

## Conclusiones

- (1) El costo total inicial de los proyectos del plan maestro es estimado en US\$226 millones. Dependiendo de las condiciones economicas y del crecimiento poblacional, esta cantidad cambiara entre +13% to -15%.
- (2) De US\$226 millones, US\$173 millones o 77% es propuesto que sea provisto por agencias externas tales como el Banco Mundial, BID y OECF, y la parte remanente de US\$53 millones o 23% por el gobierno central de Venezuela.

Usualmente los proyectos que han sido asistido con prestamos de fuentes financieras externas mantienen la proporcion de 50% externo y 50% domestico. En relacion a los proyectos del plan maestro, sinembargo, el analisis de disponibilidad de pago muestra que los pagadores del costo (beneficiarios y poluidores) pueden disponer para repagar el 77% del costo inicial total. Por lo tanto, se recomienda que el gobierno venezolano y las

agencias externas acuerden sobre la parte externa mencionada arriba versus la parte doméstica.

- (3) El repago del préstamo externo es propuesto que sea íntegramente cubierto por los beneficiarios y contaminadores.
- (4) Menos del 0.2% del ingreso de las residencias del AMC serán regularmente recolectados como cargo adicional al agua por Hidrocapital para cubrir el costo de O&M, de repago y de reposición del Plan de bombeo Ocumare-Tuy III, del Plan de la represa de Guare y la construcción del tanque sedimentador de arena en la captación.
- (5) Cerca del 0.5% del ingreso de las fabricas y cochineras serán anualmente recolectadas por el Fondo Ambiental para cubrir el costo de O&M, repago y reposición del Fondo.
- (6) Cerca del 1% a 2% del ingreso residencial será regularmente recolectado como cargo de alcantarillado por la Agencia del Tuy para cubrir el costo de O&M, de repago y reposición de la construcción de las plantas de tratamiento cloacal en Ocumare del Tuy, Las Tejerías, San Francisco de Yare y El Consejo.
- (7) Cerca del 0.3% de los presupuestos de los Estados de Miranda y Aragua serán anualmente previstos para cubrir el costo de O&M, de repago y reposición de la construcción de sedimentadores de arena en los tributarios y reforestación. También, el 0.5% del presupuesto del MARNR será previsto anualmente para cubrir el costo de O&M, de repago y reposición de la construcción del tanque sedimentador de arena en la captación, reforestación y medidas institucionales con exclusión del Fondo Ambiental.
- (8) Los Items (4) a (7) atestiguan que la capacidad adecuada de los beneficiarios y contaminadores para cargar con los costos de todos los proyectos del plan maestro.

### 6.4.3 Aceptabilidad Institucional y Social

#### Aceptabilidad Institucional

Las siguientes instituciones son las principales que tienen que ver con la realización del proyecto: (1) Agencia de la Cuenca del Río Tuy, (2) Hidrocapital, (3) MARNR, (4) Gobierno Local, (5) cámara de comercio, (6) instituto educacional, y (7) otras organizaciones no gubernamentales.

En principio, la mayoría de las instituciones tienen entusiasmo para mejorar la calidad del agua y asegurar la cantidad de agua, y así se espera que haya una aceptabilidad institucional plena, aunque ellas tengan que hacer los esfuerzos.

Considerando los grandes esfuerzos que la Agencia de Cuenca del Río Tuy ha estado haciendo desde su creación, la institución tiene fuerte determinación en la implementación del Plan Maestro.

### **Aceptabilidad Social**

Durante el desarrollo del estudio se ha podido observar una gran cooperación de la gente común así como de las personas directamente involucradas en las actividades que degradan el medio ambiente dentro de la cuenca, especialmente los dueños de fábricas y de granjas porcinas.

La gente común desea tener agua limpia en los ríos y quebradas, así como la protección general del ambiente, así que ellos quieren y aceptan la implementación de obras de tratamiento de aguas residuales, aún cuando eso significaría algún incremento en los precios del suministro del agua como está establecido ya por ley.

Los dueños de fábricas y de granjas porcinas desean mejorar los procesos de producción y/o ejecutar tratamiento de aguas residuales para evitar la contaminación de las aguas de los ríos.

Ellos están enterados de su responsabilidad al ambiente, y desean cumplir con las leyes existentes debido a las sanciones que se les pueden aplicar en caso de violación de las normas. Sin embargo, ellos tienen que hacer balances entre los beneficios del mejoramiento de instalaciones y los costos involucrados. Esto es verdad especialmente acerca de los dueños de fábricas de pequeña y mediana magnitud que no pueden absorber los costos de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales.

Sin embargo, cuando ellos han conocido que el Plan Maestro está considerando incentivos y condiciones de préstamo blando para algunas de las obras que ellos deben ejecutar, la aceptabilidad del plan es completa.

Además, la implementación del Plan Maestro en los aspectos organizativos e institucionales producirá su mejoramiento. No hay efectos adversos, solamente efectos positivos.

### **6.5 Resumen del Plan Maestro**

En este Plan Maestro, los aspectos de la condición ambiental actual y futura son identificados basados en la investigación de la presente condición y proyección para las condiciones futuras. Para mejorar la condicional ambiental actual y atender el deterioro de la condición ambiental futura, la meta es fijada en dos etapas: para programa a corto plazo y programa a mediano plazo.

Para alcanzar la meta, varias medidas consistentes en medidas estructurales e institucionales son examinadas y las que son optimas son seleccionadas. Para la formulación del Plan Maestro, los componentes del proyecto compuesto de las medidas optimas son consideradas para el programa a corto y mediano plazo de acuerdo a sus prioridades. Así el Plan Maestro es formulado para alcanzar la meta.

Finalmente, la evaluación del plan maestro es realizado considerando la solidez técnica y disponibilidad financiera.

El perfil del Plan Maestro así formulado es presentado en la Tabla 6.5-1 y la localización de las medidas se muestra en la Fig. 6.5-1.