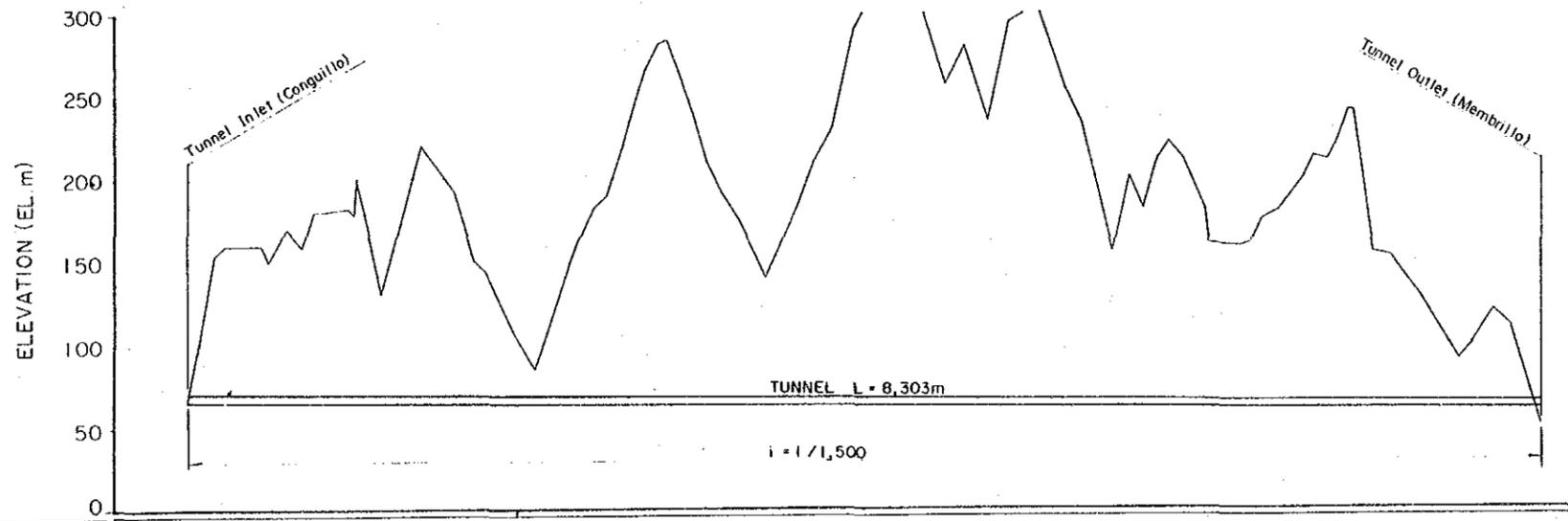
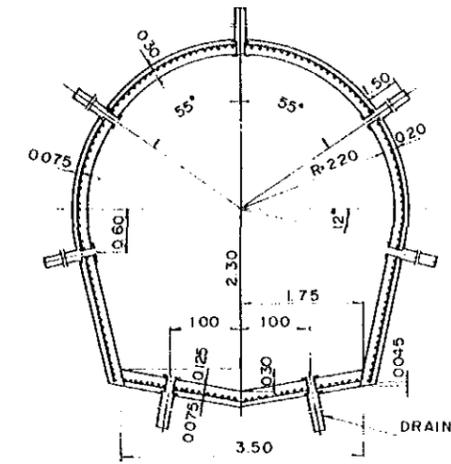


PLAN SCALE A

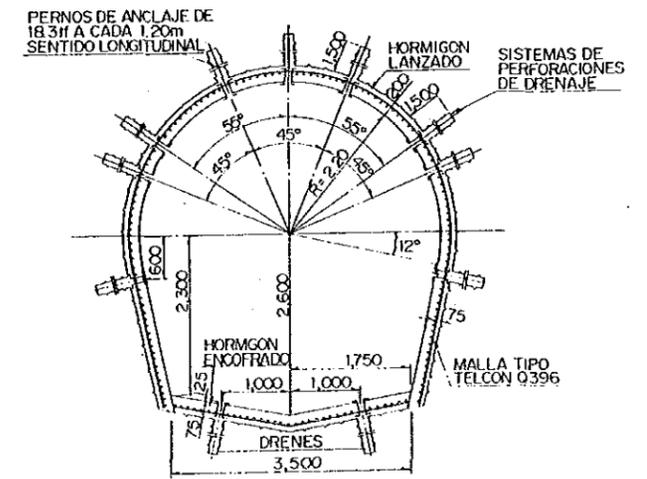


TYPE OF STRUCTURE	TUNNEL									
ELEVATION OF FORMATION (EL. m)	64.00	65.35	64.70	64.05	63.40	62.75	62.10	61.45	58.50	
ELEVATION OF GROUND (EL. m)	66.00	180.00	105.00	264.00	258.00	290.00	220.00	212.00	60.60	
ACCUMULATED DISTANCE (m)	0	1 000	2 000	3 000	4 000	5 000	6 000	7 000	8 303	
DISTANCE (m)	0	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 303	
STATION	0+000	1+000	2+000	3+000	4+000	5+000	6+000	7+000	8+303	

PROFILE H: SCALE A  
V: SCALE B



TYPE I



TYPE II

TYPICAL SECTION SCALE C

SOURCE: DETAILED DESIGN BY BRAZILIAN TEAM IN 1989

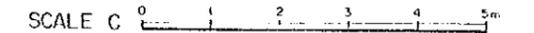
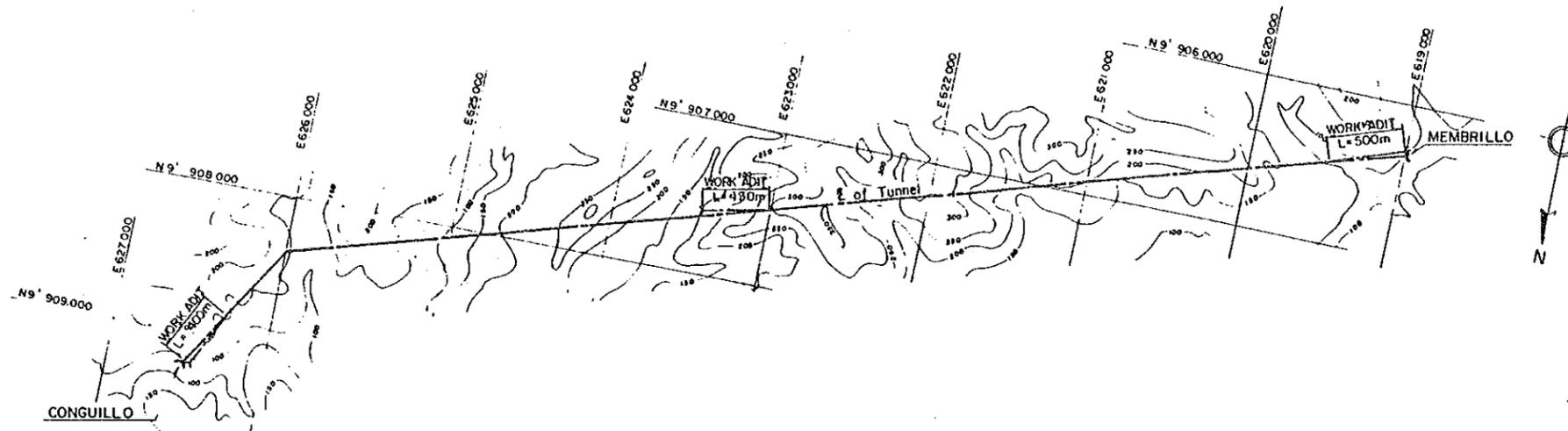
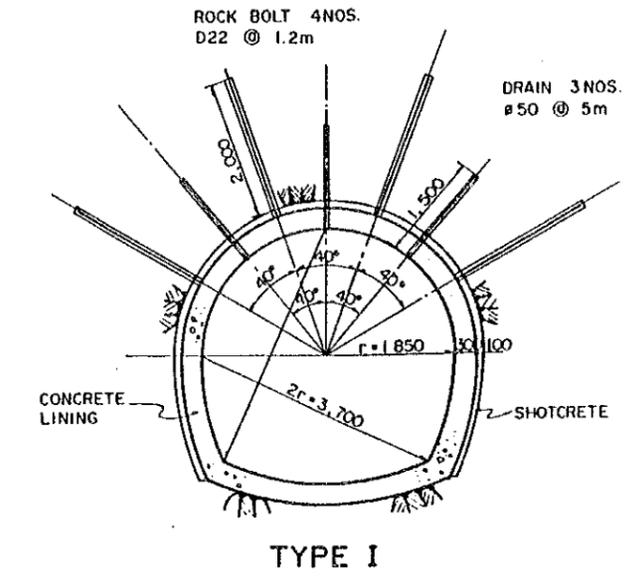


Fig. I.38 Diseño, por el Equipo de Estudios Brasileiro en 1989, del Esquema de Trasvase "Daule-Peripa - La Esperanza"

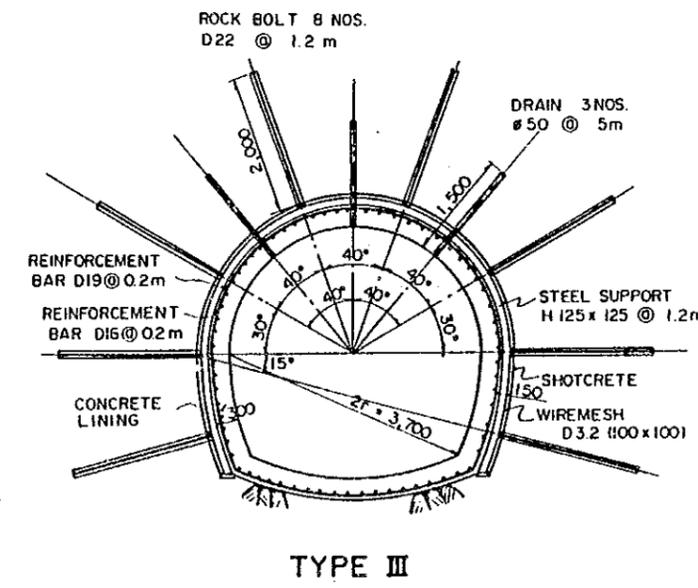
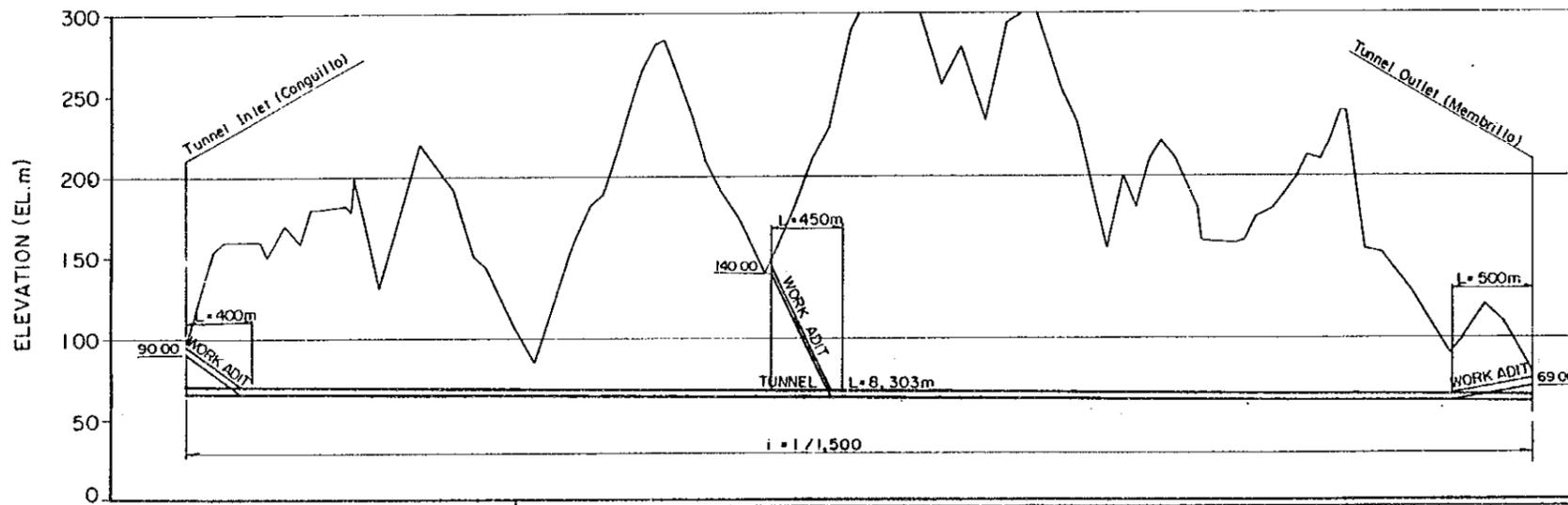
GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



PLAN SCALE A



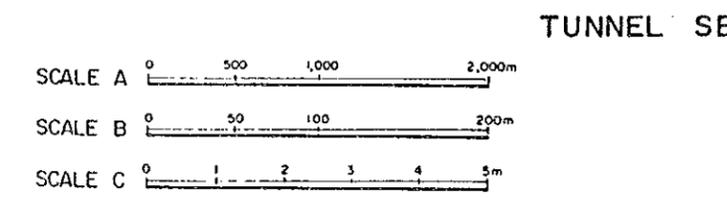
TYPE I



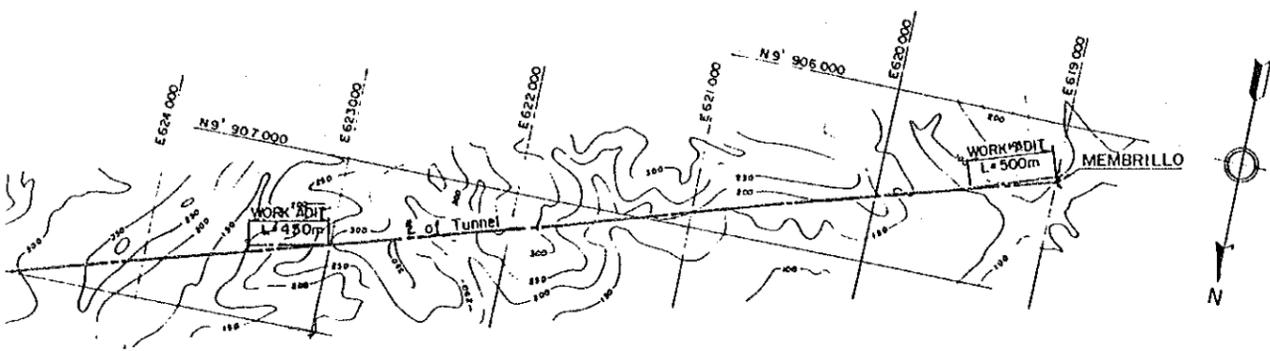
TYPE III

TYPE OF STRUCTURE	TUNNEL									
ELEVATION OF FORMATION (EL.m)	96.00	65.35	64.70	64.05	40.0	63.40	62.75	62.10	61.45	58.50
ELEVATION OF GROUND (EL.m)	95.00	180.00	105.00	264.00	150.00	258.00	290.00	220.00	212.00	80.00
ACCUMULATED DISTANCE (m)	0	1 000	2 000	3 000	3 580	4 000	5 000	6 000	7 000	8 303
DISTANCE (m)	0	1 000	1 000	1 000	580	420	1 000	1 000	1 000	1 303
STATION	0+000	1+000	2+000	3+000	3+580	4+000	5+000	6+000	7+000	8+303

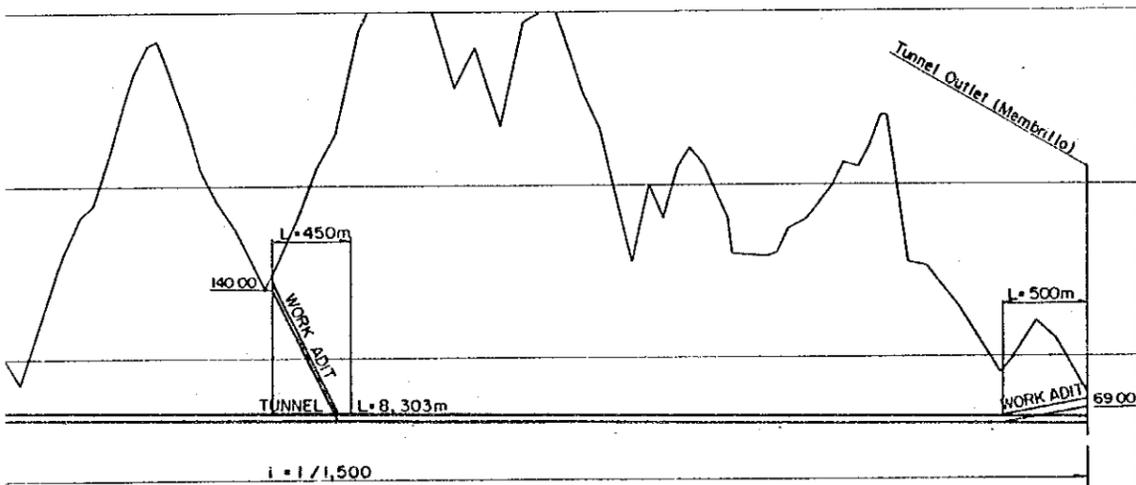
PROFILE H : SCALE A  
V : SCALE B



TUNNEL SE

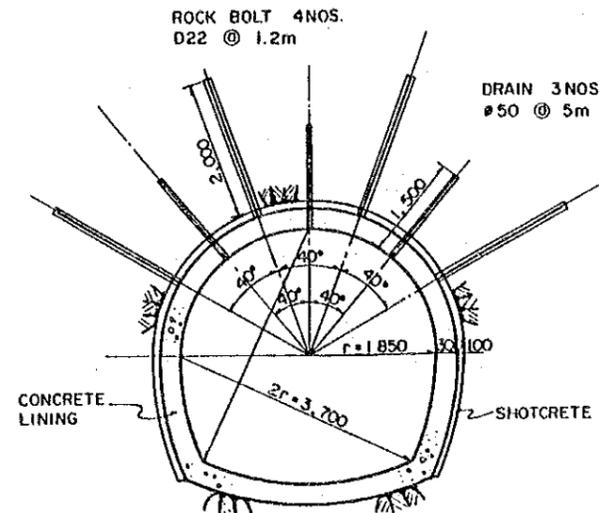


PLAN SCALE A

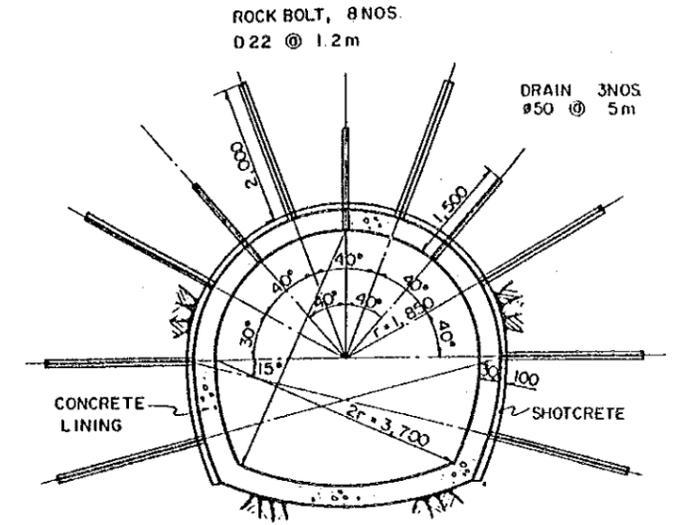


TUNNEL							
	64.05	140.0	63.40	62.75	62.10	61.45	58.50
	264.00	150.00	258.00	290.00	220.00	212.00	80.00
	3.000	3.580	4.000	5.000	6.000	7.000	8.303
	1.000	580	420	1.000	1.000	1.000	1.303
	3+000	3+580	4+000	5+000	6+000	7+000	8+303

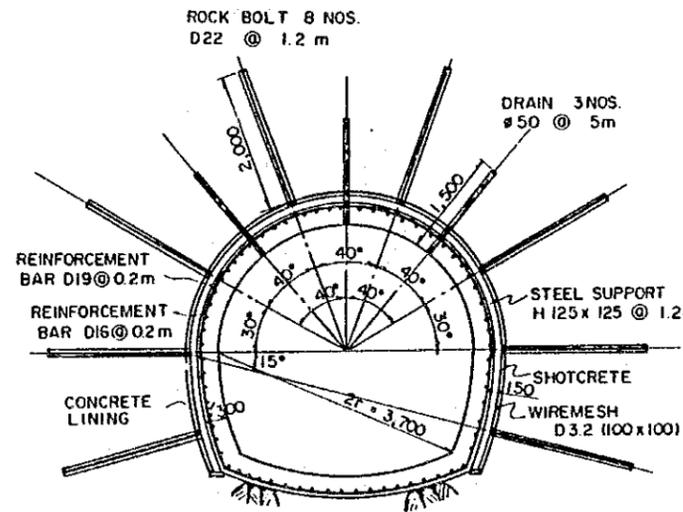
PROFILE H : SCALE A  
V : SCALE B



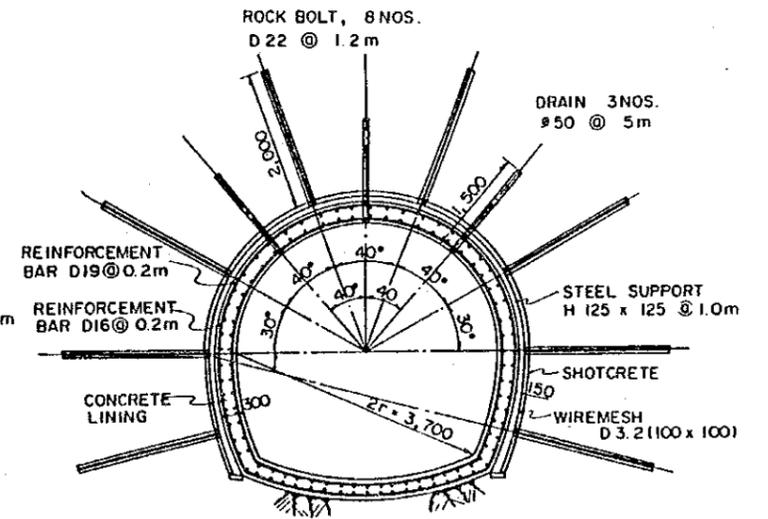
TYPE I



TYPE II



TYPE III



TYPE IV

TUNNEL SECTION SCALE C

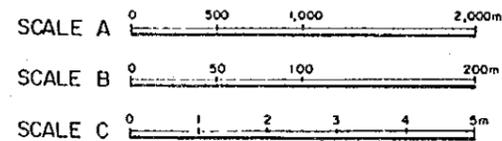
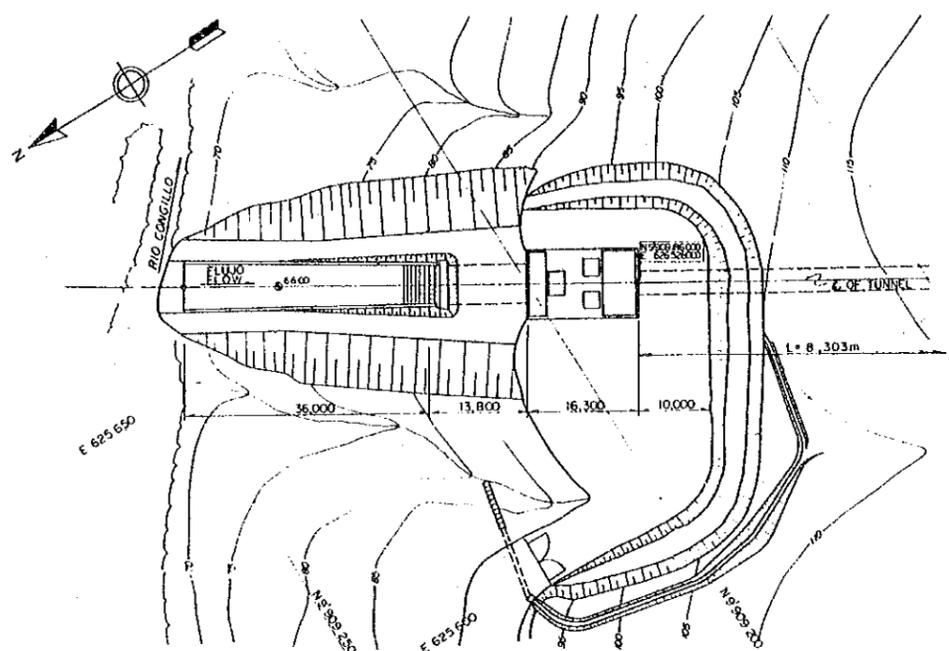
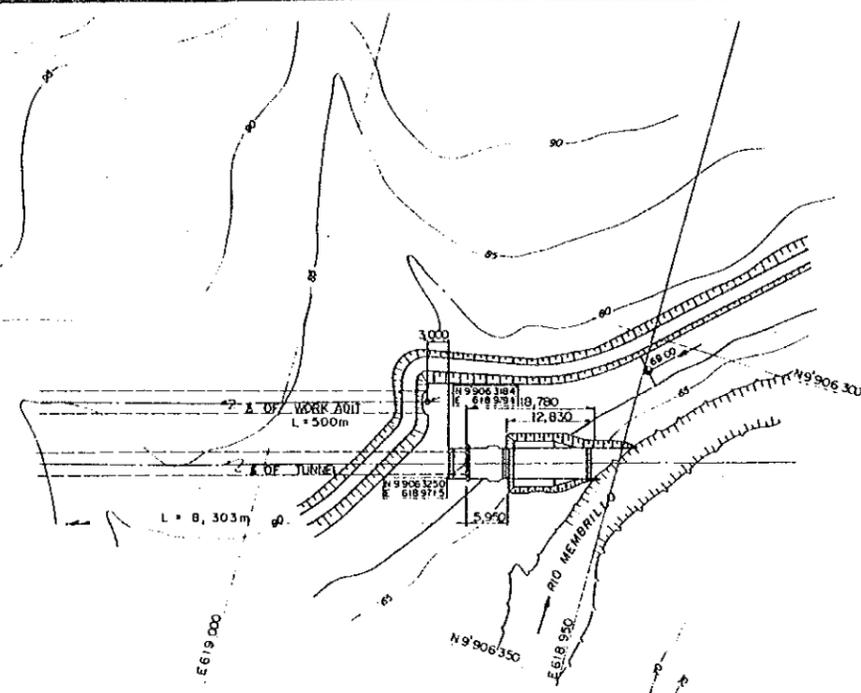


Fig. I.39 Diseño Básico del Esquema de Traspase "Daule-Peripa - Presa La Esperanza"

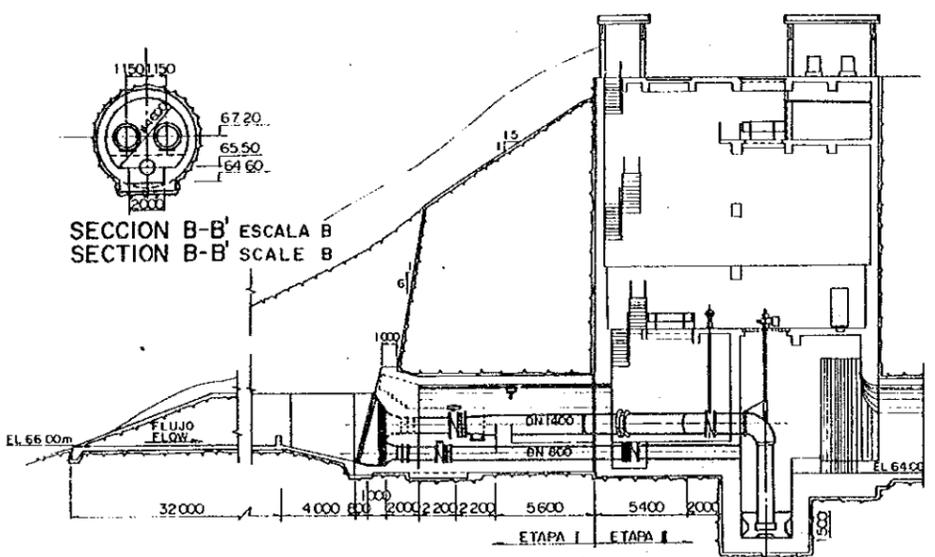
GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



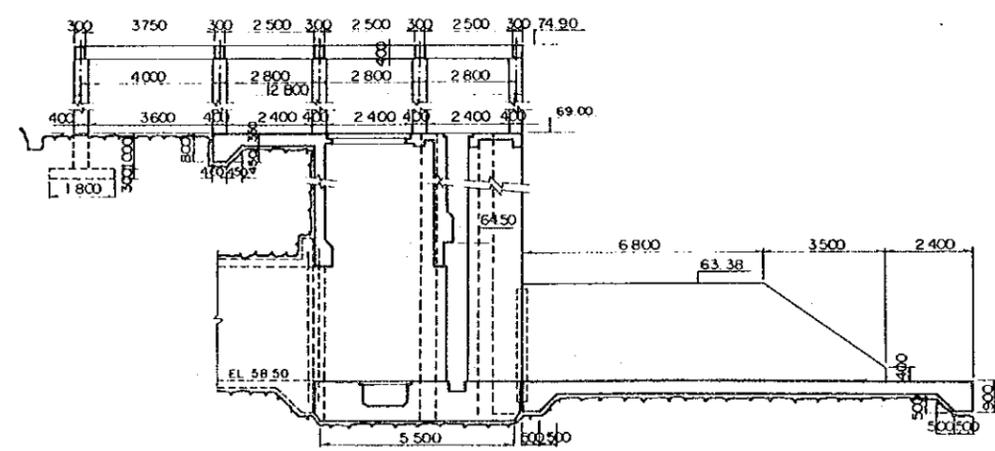
LAYOUT PLAN OF TUNNEL INLET SCALE A



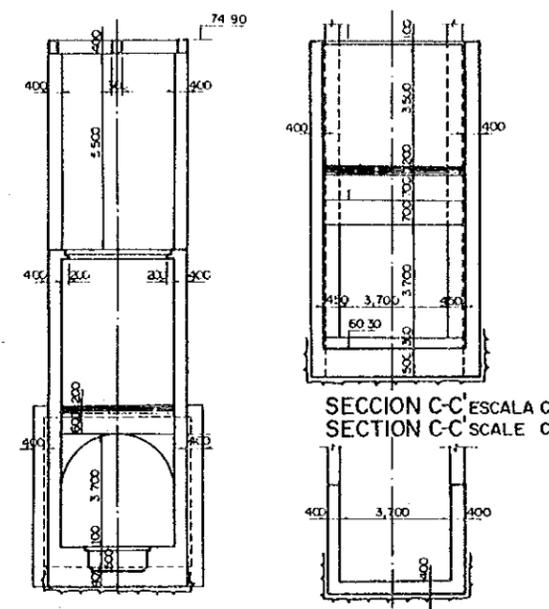
LAYOUT PLAN OF TUNNEL OUTLET SCALE A



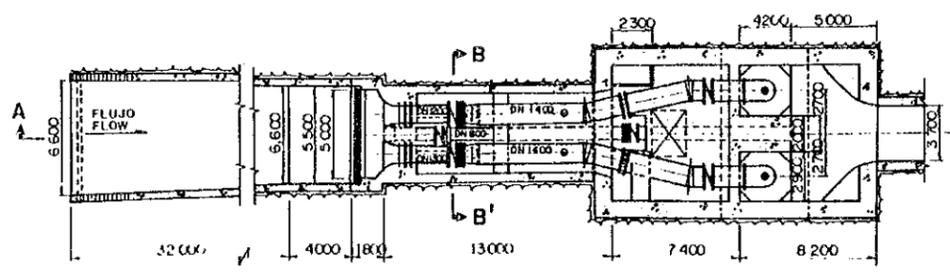
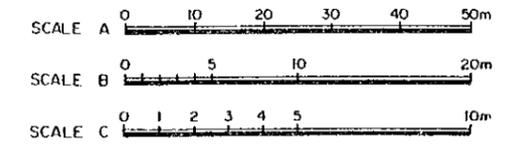
SECCION A-A' ESCALA B  
SECTION A-A' SCALE B



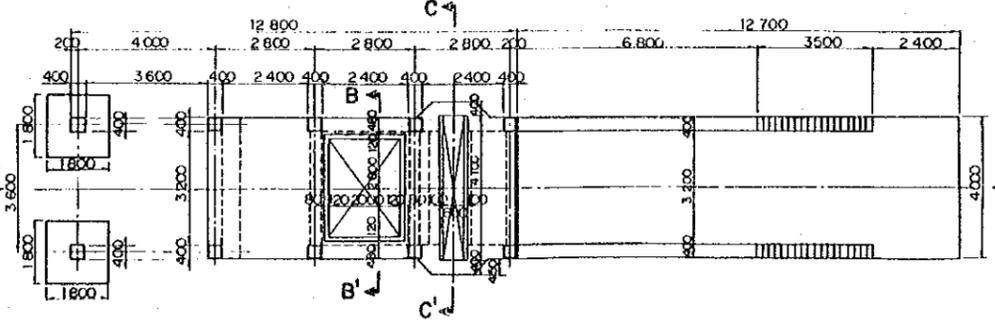
SECCION A-A' ESCALA C  
SECTION A-A' SCALE C



SECCION B-B' ESCALA C SECTION B-B' SCALE C  
SECCION D-D' ESCALA C SECTION D-D' SCALE C



PLANTA DE ENTRADA DE TUNEL ESCALA B  
PLAN OF TUNNEL INLET SCALE B



PLANTA DE SALIDA DE TUNEL A LA COTA 69.00 ESCALA C  
PLAN OF TUNNEL OUTLET AT EL. 69.00 SCALE C

Fig. I.40  
Diseño Básico de los Portales de Entrada y Salida para el Esquema de Trasvase "Daule-Peripa - Presa La Esperanza"

**Informe Sectorial J**

**Plan de Construcción y  
Estimación de Costos**





## ANEXO J PLAN DE CONSTRUCCION Y ESTIMACION DE COSTOS

### TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. PLAN Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION -----	J.1
1.1 Introducción -----	J.1
1.2 Plan de Construcción -----	J.2
1.2.1 Condiciones básicas -----	J.2
1.2.2 Obras preparatorias e infraestructura para la construcción -----	J.2
1.2.3 Principales obras de construcción -----	J.4
1.3 Programa de Construcción -----	J.11
1.3.1 Cronograma del proyecto -----	J.11
1.3.2 Cronograma de construcción -----	J.12
2. ESTIMACION DE COSTOS -----	J.14
2.1 Introducción -----	J.14
2.2 Costos Directos de Construcción -----	J.15
2.2.1 Trabajos preparatorios -----	J.15
2.2.2 Obras civiles -----	J.15
2.2.3 Trabajos hidromecánicos -----	J.17
2.2.4 Línea de transmisión y subestación eléctrica -----	J.17
2.2.5 Constitución del costo de construcción ---	J.18
2.3 Costos Indirectos -----	J.19
2.3.1 Adquisición y compensación de la tierra -----	J.19
2.3.2 Gastos de administración -----	J.19
2.3.3 Servicios de ingeniería -----	J.19
2.3.4 Contingencias -----	J.19
2.4 Costo de Construcción -----	J.20
2.5 Cronograma de Desembolso Anual -----	J.21

## LISTA DE TABLAS

Tabla J.1	Equipo Principal de Construcción
Tabla J.2	Costo de la Mano de Obra
Tabla J.3	Costo de los Materiales de Construcción
Tabla J.4	Costo del Equipamiento
Tabla J.5	Adquisición y Compensación de la Tierra
Tabla J.6	Costo de Construcción
Tabla J.7	Costo Detallado de Construcción
Tabla J.8	Cronograma de Desembolsos
Tabla J.9	Desglose del Costo de Construcción

## LISTA DE FIGURAS

Fig. J.1	Cronograma de Construcción
----------	----------------------------

## 1. PLAN Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION

### 1.1 Introducción

Se preparó un plan de construcción del Proyecto sobre la base del diseño preliminar discutido en el Anexo-I precedente, dando un perfil de posibles procedimientos, secuencias y métodos de construcción, tipos de instalaciones y equipos para llevar a cabo las obras de construcción. Las obras de construcción serán divididas en dos paquetes, los cuales se muestran abajo, y serán ejecutados por el contratista seleccionado a través de una licitación internacional para los respectivos paquetes incluyendo la precalificación. En lo que tiene que ver con los servicios de ingeniería, se requerirá de un consultor para la ejecución del proyecto en la etapa de diseño detallado y en la etapa de supervisión de la construcción, respectivamente.

#### (1) Obras de construcción del Lote I: Construcción del túnel La Esperanza-Poza Honda y Poza Honda - Río Mancha Grande

A. Las obras de construcción del túnel La Esperanza - Poza Honda incluyen la construcción de la estación de bombeo, tubería de acero y canal abierto, sifón, portales de entrada y salida del túnel, túnel y ventanas del túnel, vía de acceso, línea de transmisión y subestación eléctrica, así como también los trabajos preparatorios. La estación de bombeo incluye bombas y motores, válvulas, puente grúa y equipos de operación y control.

B. Las obras del túnel Poza Honda-Río Mancha Grande incluye la construcción de los portales, túnel y ventanas del túnel como también los trabajos preparatorios.

#### (2) Obras de construcción del Lote II: Construcción del túnel Daule Peripa - La Esperanza

Las obras de construcción del Lote II incluye los portales

de entrada y salida del túnel, túnel, socavones del túnel y vía de acceso, así como también las obras preparatorias.

## **1.2 Plan de Construcción**

### **1.2.1 Condiciones básicas**

El método y la secuencia de construcción están planificados sobre la base del modo de construcción y de la meta del cronograma de construcción. Además de las condiciones mencionadas arriba, también serán tomadas en cuenta la disponibilidad de las fuerzas de construcción, las condiciones del clima, las condiciones geológicas y topográficas en el sitio y el método mecanizado de construcción. Las mayores instalaciones y equipos utilizados para la construcción se detallan en la Tabla J-1.

El comienzo de la construcción está planificado para Septiembre de 1995, después de la adjudicación del contrato. El proyecto estará concluido hacia finales de febrero del 2000, dando un periodo de construcción de 4,5 años (54 meses).

Al respecto de los días laborables, se han asumido 275 días en el año para los trabajos de movimiento de tierra; mientras que los días laborables para las obras de concreto y el túnel están planificadas para 280 y 276 días al año, respectivamente. Al respecto de las horas laborables por día, se consideró un turno de 8 horas diarias para la parte correspondiente a las obras de tierra y concreto, y dos turnos de 10 horas por día para las obras de construcción del túnel.

### **1.2.2 Obras preparatorias e infraestructura para la construcción**

#### **(1) Vía de acceso**

El sitio de construcción del Lote I, compuesto del túnel La Esperanza-Poza Honda y el túnel Poza Honda-Río Mancha Grande, se encuentra conectado por dos vías existentes pavimentadas, la

carretera Manta - Quevedo y la carretera Santa Ana - Honorato Vásquez. Mientras que el sitio de construcción del Lote II se encuentra localizado distante del único camino de tierra existente, la vía Canuto - Buenaventura.

Se ha planificado una vía de acceso permanente de 7 km hacia el sitio de la estación de bombeo del Lote I. El camino actual que conduce desde el portal de salida del túnel La Esperanza - Poza Honda, hasta el portal de entrada del túnel Poza Honda - Mancha Grande, tendrá que ser ampliado y mejorado para convertirlo en una vía de acceso permanente.

Debido a que no existe una carretera que conecte el sitio del portal de entrada del túnel La Esperanza-Poza Honda (Lote II) con el sitio del portal de salida del mismo, se ha dispuesto la construcción de una vía de acceso permanente de 25 km, partiendo desde el sitio Buenaventura.

## (2) Edificaciones temporales

Las edificaciones temporales requeridas para las obras de construcción se disponen para tres sitios de túneles, esto es: túnel La Esperanza - Poza Honda, túnel Poza Honda - Río Mancha Grande y túnel La Esperanza - Daule Peripa.

Los tipos de edificios a construirse serán: oficinas para el contratista, oficinas generales, un taller de reparaciones, una bodega, dormitorios, etc. Estas áreas se disponen para el sitio de la estación de bombeo Severino, sitio Honorato Vásquez (Poza Honda), sitio San Plácido (Río Mancha Grande) y sitio Membrillo.

## (3) Suministro de agua

El agua necesaria para la construcción y para el campamento base será tomada de los principales ríos tributarios, tales como, el río Severino el río Pata de Pájaro, el embalse Poza Honda, el

rio Chamotete, el río Membrillo y el río Conguillo. Las instalaciones de dotación de agua se requerirán por separado para cada sitio del proyecto y para el sitio de las ventanas de acceso a los túneles.

#### (4) Suministro de energía eléctrica

La energía eléctrica requerida para los sitios de obra y para el campamento, será suministrada mediante grupos generadores independientes.

#### (5) Telecomunicaciones

Se ha dispuesto la utilización de un sistema de telecomunicación inalámbrico para que comunique cada sitio del proyecto, debido a que estos se encuentran distantes unos de otros. Sin embargo, se requerirá de líneas de conexiones telefónicas en cada sitio de construcción de túneles, incluyendo las ventanas en el interior de los mismos, en los sitios de construcción abiertos, etc.

### 1.2.3 Principales obras de construcción

#### (1) Estación de bombeo

Se ha planeado la ubicación de la estación de bombeo en Severino, aguas arriba del embalse La esperanza. El trabajo de construcción de la estación de bombeo se ve afectado por el llenado del embalse La Esperanza. La Presa La Esperanza está programada a terminarse para finales de mayo de 1996 y el llenado de la misma se completará en dos periodos de lluvias, en 1997 y 1998.

La operación del embalse de la presa La Esperanza es requisito para la construcción de la estación de bombeo y el nivel medio del agua, a una cota de 40 m, será mantenido durante las obras de excavación y de concreto. Más aún, se han planeado

las obras de encofrado y de retención de agua por medio de tableros que serán colocados al frente del sitio de toma de agua. El método de construcción y el diseño en relación con el embalse de la presa La Esperanza serán estudiados en la siguiente etapa de diseño detallado.

Como novedad, se ha planeado la construcción de una vía de acceso de 7 km hacia la estación de bombeo desde la carretera Manta - Quevedo. El camino temporal de acarreo hasta el sitio de descarga, se ha planificado localizarla a lo largo de la ruta del canal abierto. Los trabajos de excavación serán llevados a cabo mediante el uso de excavadoras de oruga de 10 m<sup>3</sup>/min, bulldozers de 32 ton con escarificador, pala mecánica de 2,3 m<sup>3</sup> y volquetes de 11 ton.

Los trabajos de concreto para la subestructura y superestructura serán ejecutados utilizando camiones mezcladores de hormigón de 3,2 m<sup>3</sup>, carros con bomba de concreto de 45 m<sup>3</sup>/h, cubos para concreto de 1 m<sup>3</sup> de capacidad con camión grúa de 30 ton. El concreto será producido en dos plantas de concreto de 0,75 m<sup>3</sup> cada una, localizada en el sitio del portal del túnel. Este concreto será utilizado para las obras del túnel, canal abierto, sifón, etc.

Las obras de instalaciones hidromecánicas, como bombas y motores, compuertas, tuberías y válvulas serán llevadas a cabo en 1998 y 1999; mientras que el puente grúa será instalado después de la terminación de la obra de superestructura de concreto.

## (2) Tubería de acero

Se han diseñado dos (2) líneas de tubería de acero de 2,1 m de diámetro para conducir el agua hasta el canal abierto, consistentes en una porción vertical de 27 m de largo y una porción al aire libre, inclinada, de 473 m de largo. Para la porción vertical, se colocará un relleno de concreto. Las excavaciones de la zanja serán realizadas por excavadoras de

oruga de 10 m<sup>3</sup>/min, bulldozers de 21 ton, bulldozers de 32 ton con escarificador, cargadores de 2,3 m<sup>3</sup> y volquetes de 11 ton. El vaciado del concreto en los anclajes, bloques y apoyos será efectuado utilizando cubos para vaciado de concreto de 1 m<sup>3</sup> con un camión grúa de 30 ton y carros con bomba de concreto 45 m<sup>3</sup>/h de capacidad.

Antes de iniciar los trabajos de las instalaciones hidromecánicas, se establece un periodo de 6 meses para las obras preparatorias. Las tuberías de acero de 6 metros de largo serán transportadas por camiones de 20 ton, desde el puerto de Guayaquil hasta el patio de materiales del campamento. Las tuberías de acero de 6 metros serán instaladas mediante camiones adaptados con un sistema de puente grúa de 30 ton de capacidad.

### (3) Canal abierto y sifón

Se ha diseñado un canal abierto revestido en concreto reforzado de sección trapezoidal, con un ancho en el fondo de 2,2 m y una longitud de 6,9 km. Las obras de excavación de la parte superior del canal serán efectuadas utilizando el mismo equipo que el de la excavación de la línea de tubería de acero. La excavación de la zanja del canal será efectuada con bulldozers de 11 ton, retroexcavadoras de 0,6 m<sup>3</sup> y volquetes de 11 ton. La etapa final de excavación, adyacente al talud final, será realizada con excavadores manuales de 2,7 m<sup>3</sup>/min y la nivelación de los taludes será hecha utilizando excavador de martillo para no disturbar la superficie expuesta.

El concreto será transportado mediante camiones mezcladores de 3,2 m<sup>3</sup> de capacidad, desde dos (2) plantas de concreto de 0,75 m<sup>3</sup>. La loza de concreto del fondo del canal será colocada en primer lugar, y luego se colocará el concreto de los taludes en tramos de 6 metros de longitud. El concreto será transportado en recipientes de 1,0 m<sup>3</sup> por grúas de oruga de 30 ton y en camiones con bomba de concreto de 45 m<sup>3</sup>/h de capacidad.

A lo largo de la ruta del canal abierto se ha planificado la construcción de un sistema de sifones de concreto reforzado, de 640 m de longitud total y 3,0 m de diámetro. El de tipo cajón de concreto es una estructura vaciada in situ con encofrados, y la colocación del concreto se hará con camiones con bomba de concreto de 45 m<sup>3</sup>/h de capacidad.

#### (4) Obras de entrada y salida

Las obras de entrada y salida serán realizadas tomando en consideración el respectivo nivel de agua de los ríos mencionados y los embalses de las presas existentes. Antes de iniciar los trabajos de excavación, una atagüa será prevista frente a los lugares de entrada y salida. Así, para la excavación del túnel, el trabajo de la excavación será principalmente hecho desde las ventanas de acceso al túnel hasta los portales de entrada y salida, y la roca será extraída y transportada a través de estas ventanas.

Las obras de excavación abierta serán realizadas utilizando el mismo equipo de la estación de bombeo. El método de ampliación de un pozo piloto o lumbrera se aplica para la excavación de la lumbrera de entrada. El pozo piloto de 2,0 m x 2,0 m será construido hacia arriba desde el fondo del túnel, utilizando perforadoras de 2,7 m<sup>3</sup>/min con plataformas portátiles. Las rocas extraídas serán acumuladas en el fondo del túnel y transportadas por una cargadora de escombros de 0,4 m<sup>3</sup>, los carros cargadores de escombros de 3,0 m<sup>3</sup> serán remolcados por una locomotora a baterías de 8 ton, a través de las ventanas. Después de terminar la excavación del pozo piloto, toda la sección será ampliada hacia abajo por medio de perforadoras de oruga de 7 m<sup>3</sup>/min y martinets perforadores manuales de 2,7 m<sup>3</sup>/min.

Las obras de concreto de las estructuras de entrada y salida, serán ejecutadas utilizando un camión mezclador de hormigón de 3,2 m<sup>3</sup>, un camión grúa de 30 ton con cubos de concreto de 1,0 m<sup>3</sup> y un camión-bomba de hormigón de 45 m<sup>3</sup>/h.

(5) Túnel

Un túnel tipo herradura con revestimiento de concreto está planificado para todas las construcciones de túneles, tales como el túnel La Esperanza - Poza Honda (10.700 m de largo, 3,5 m de diámetro), túnel Poza Honda - río Mancha Grande (4.000 m de largo, 2,5 m de diámetro) y el túnel Daule Peripa - La Esperanza (8.300 m de largo, 3,7 m de diámetro). Los tres túneles están principalmente alineados sobre una limolita arenosa blanda y masiva con una resistencia a la compresión de cerca de 100 kgf/cm<sup>2</sup> y no se prevé encontrar fallas ni problemas de filtración de agua. La construcción del túnel será la ruta crítica de cada Lote de obras. A fin de minimizar el periodo de construcción, las siguientes ventanas de acceso a los túneles son requeridos para cada uno de éstos, tomando en cuenta las secuencias de construcción:

- (a) Túnel La Esperanza-Poza Honda: Ventana No1 (650 m) y No2 (500m)
- (b) Túnel Poza Honda-Río Mancha Grande: Ventana No1 (350 m)
- (c) Túnel Daule Peripa-La Esperanza: Ventana No1 (400 m), No2 (450 m) y Ventana No 3 (500)

La sección transversal típica del túnel está planeada de acuerdo a los tipos I, II, III, y IV en consideración a las condiciones geológicas y al sistema NATM de soporte del túnel. El método de acometer por todos los frentes se recomienda para aplicarlo en la excavación del túnel, mientras que el traslado de los escombros se lo realiza por el método de acarreo sobre rieles. Un avance promedio está planificado para 130 m de excavación por mes para cada frente del túnel. Tres frentes de túneles serán atacados simultáneamente para los túneles La Esperanza - Poza Honda y Daule Peripa - La Esperanza, utilizando tres juegos de equipos de perforación. Para el túnel Poza Honda-Río Mancha Grande, están previstos dos frente de trabajo.

Las obras de excavación del túnel serán efectuadas utilizando una máquina rozadora en consideración a las

condiciones geológicas y seguidamente se dispondrá de un sistema de soporte compuesto de pernos de anclaje y una aplicación de hormigón lanzado. Los escombros de roca serán cargados a un transporte de carros de 3 m<sup>3</sup> de capacidad que serán remolcados por una locomotora a batería de 8 ton. Estos escombros remolcados por dichos equipos hasta el patio de escombros, serán cargados a los volquetes de 8 ton por medio de retroexcavadoras de 1,3 m<sup>3</sup> de capacidad.

Justo después de terminar un ciclo de excavación, de 1,2 m de progreso, se aplicará el primer tratamiento de hormigón lanzado de 100 mm de espesor con una malla de alambre de 100 x 100 y pernos de anclaje de 2,0 m de longitud. Para las zonas de baja resistencia a la compresión y zonas de falla, se requerirán de vigas de acero tipo-H y una aplicación adicional de hormigón lanzado.

Se requerirá un revestimiento de concreto, diseñado para un espesor de 300 mm, excepto para el espesor del tratamiento de soporte con hormigón lanzado, ya mencionado. La aplicación del revestimiento de concreto se efectuará a medida que se vaya avanzando en la excavación del túnel, para los túneles La Esperanza - Poza Honda y Daule Peripa - La Esperanza. En cambio para el túnel Poza Honda - Río Mancha Grande, la aplicación del recubrimiento de concreto se efectuará después de la terminación de la excavación de todo el túnel, de acuerdo al espacio disponible para trabajar en el interior del túnel.

A lo largo de todo el túnel se aplicará un método de revestimiento de concreto, primero de la sección en arco y después la solera. La velocidad de avance de la aplicación del revestimiento de concreto se ha planeado en 138 m por mes, con tramos de revestimiento de 12 m de largo. La velocidad de avance de la aplicación del revestimiento de concreto para el túnel Poza Honda-Río Mancha Grande se ha planeado en 276 m por mes. El concreto será transportado por camiones mezcladores de 3,2 m<sup>3</sup>, desde la planta elaboradora de concreto hasta el sitio de la

ventana del túnel, y luego descargados en los receptáculos de concreto de 3 m<sup>3</sup>, para que sean remolcados hasta el sitio de descarga en el interior del túnel por locomotoras a batería de 6 ton. El concreto se aplicará mediante un chorro de aire comprimido, desde los receptáculos hacia la parte posterior del encofrado deslizante de 12 m de largo. La colocación del concreto en la solera se la hará utilizando los camiones mezcladores de 3 m<sup>3</sup> y los sistemas de encofrado deslizantes.

### Selección entre el método NATM y el método convencional

Para lograr un sistema seguro de soporte del terreno, una construcción económica y un periodo de construcción eficiente, se ha utilizado, esencialmente, el método NATM y revestimiento de concreto. Como resultado del estudio comparativo, el método NATM es más ventajoso que el método convencional con voladura. Las razones para emplear este método se dan a continuación:

	NATM (1.000 US\$)	Convencional con voladura (1.000 US\$)
	-----	-----
- Costo directo de construcción:		
* Túnel La Esperanza-Poza Honda	77.921	81.895
* Túnel Poza Honda-Río Mancha Grande	11.903	12.636
- Costo de construcción para el túnel excluyendo las ventanas de acceso:		
* Túnel La Esperanza-Poza Honda	25.949	29.682
* Túnel Poza Honda-Río Mancha Grande	7.682	8.348
- Periodo de construcción:		
* Túnel La Esperanza-Poza Honda	54 (meses)	59 (meses)
* Túnel Poza Honda-Río Mancha Grande	39    "	42    "

### 1.3 Programa de Construcción

#### 1.3.1 Cronograma del Proyecto

La fecha para el comienzo de la operación de la estación de bombeo está planificada para Marzo del año 2000. Las obras de construcción principales del Proyecto están planificadas para 4,5 años desde Septiembre de 1995 hasta Febrero del 2000, mientras tanto, se requerirán de 7 años para la conclusión del proyecto desde la terminación del estudio de factibilidad, tal como se muestra en la Fig. J.1. El arreglo del financiamiento requerido para la etapa de diseño y la etapa de construcción correrán a cargo del CRM.

El siguiente cronograma básico deberá ser respetado a fin de asegurar la puesta en servicio del Proyecto:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| (a) Arreglo del financiamiento para el diseño detallado y obras de construcción. | : | 10 meses, desde Enero de 1993 hasta Octubre de 1993.   |
| (b) Selección de la firma consultora   | : | 3 meses, desde Noviembre de 1993 hasta Enero de 1994.  |
| (c) Diseño detallado y preparación de las bases de licitación                    | : | 12 meses, desde Febrero de 1994 hasta Agosto de 1995.  |
| (d) Licitación internacional y contratos incluyendo la precalificación           | : | 10 meses desde Noviembre de 1994 hasta Agosto de 1995.   |
| (e) Principales obras de construcción  | : | 54 meses (4,5 años) desde comienzos de Septiembre de 1995 hasta finales de Febrero del año 2000. |
| (f) Operación de la estación de bombeo   | : | Primeros días de Marzo de 2000   |

### 1.3.2 Cronograma de construcción

La Fig. 1.1 muestra el cronograma de construcción del proyecto. La adquisición y compensación de la tierra deberá ser hecha por el CRM, previo a la iniciación de los trabajos de construcción. El cronograma de cada año para el desarrollo de las actividades más importantes se detalla a continuación.

#### 1995

- (a) Adjudicación de los contratos para el Lote I y Lote II
- (b) Movilización y construcción de las instalaciones en sitio
- (c) Construcción del campamento base y vías de acceso
- (d) Obras de excavación de la estación de bombeo (Lote I)

#### 1996

- (a) Construcción de las instalaciones en sitio
- (b) Construcción del campamento base y de las vías de acceso
- (c) Obras de excavación y de concreto de la estación de bombeo (Lote I)
- (d) Excavación de las ventanas de acceso (Lote I)
- (e) Obras de excavación y de concreto del túnel La Esperanza - Poza Honda (Lote I)
- (f) Obras de excavación y de concreto del túnel Poza Honda - Río Mancha Grande (Lote I)
- (g) Excavación de las ventanas de acceso (Lote I y Lote II)

#### 1997

- (a) Obras de edificación de la estación de bombeo (Lote I)
- (b) Instalación del puente grúa para la estación de bombeo (Lote I)
- (c) Obras de excavación y de concreto del canal abierto y sifón (Lote I)
- (d) Obras de excavación y de concreto de los tres túneles (Lote I y Lote II)

1998

- (a) Instalación del equipo de bombeo (Lote I)
- (b) Obras de excavación y de concreto de la tubería de acero (Lote I)
- (c) Instalación de la tubería de acero (Lote I)
- (d) Instalación del equipo de entrada y salida para el túnel Poza Honda - Río Mancha Grande (Lote I)
- (e) Obras de excavación y de concreto del canal abierto y sifón (Lote I)
- (f) Obras de excavación y de concreto de la entrada y salida del túnel La Esperanza - Poza Honda (Lote I) y del túnel Daule Peripa - La Esperanza (Lote II)
- (g) Obras de excavación y de concreto de los tres túneles (Lote I y Lote II)

1999

- (a) Instalación del equipo de bombeo y pruebas de funcionamiento (Lote I)
- (b) Obras de excavación y de concreto del túnel La Esperanza - Poza Honda (Lote I) y del túnel Daule Peripa - La Esperanza (Lote II)
- (c) Tendido de la línea de transmisión e instalación de la subestación eléctrica (Lote I)
- (d) Instalación del equipo de entrada y salida para el túnel Daule Peripa - La Esperanza (Lote II) y pruebas de funcionamiento.

2000

- (a) Pruebas de funcionamiento (Lote I y Lote II)
- (b) Desmovilización

## 2. ESTIMACION DE COSTOS

### 2.1 Introducción

Los costos de construcción para el Proyecto son estimados sobre la base del diseño preliminar. Los precios unitarios de cada tipo de obra han sido establecidos considerando las condiciones locales, el equipo de construcción y materiales disponibles, y la facilidad del método de construcción, basados también en proyectos internacionales similares.

Los costos del proyecto están estimados en moneda extranjera y en moneda local, sobre la base del dólar americano y el sucre ecuatoriano, respectivamente, y la parte en moneda extranjera, expresada en dólares, se convierte en sucres para fijar el costo total.

Las asunciones y condiciones aplicadas para la estimación de costos son las siguientes:

- (a) Nivel de precios : A julio de 1992
- (b) Tasa de cambios : US\$1,00 = S/.1.550(sucres) = 128 ¥ (Yenes)  
(o 1,00 Yen = S/.12,11)
- (c) Cantidades de obras : Las cantidades estimadas en el diseño preliminar para las obras descritas en la Tabla J.9
- (d) Los trabajos de construcción los deberá llevar a cabo un consultor seleccionado mediante concurso internacional de precios.
- (e) Los costos de construcción están divididos en costos directos de construcción y costos indirectos de construcción. Los costos directos de construcción (referidos como costos de contrato) son los costos correspondientes a las obras del

Lote I y a las obras del Lote II. Las obras de construcción del Lote I incluyen los equipos hidromecánicos de la estación de bombeo y la tubería de acero, y las líneas de transmisión y subestación eléctrica. Mientras que, los costos indirectos de construcción corresponden a aquellos que son necesarios para la adquisición y compensación de la tierra, gastos de administración, servicios de ingeniería y contingencias.

## **2.2 Costos Directos de Construcción**

### **2.2.1 Trabajos preparatorios**

Los costos para las obras preparatorias comprenden los costos para asegurar las obras, de los edificios temporales incluyendo oficinas de ingeniería, suministro de agua potable, suministro de energía eléctrica, sistemas de telecomunicaciones, provisión de dispensarios médicos, transportación terrestre, laboratorio de ensayos y vías de acceso temporales.

Los costos para las obras preparatorias del túnel La Esperanza-Poza Honda (Lote I) se han estimado en aproximadamente 6,5% de la suma de los costos directos de construcción (10% de la suma de los costos directos, excepto los costos del equipo de bombeo, línea de transmisión y subestación eléctrica).

Los costos para las obras preparatorias, tanto para el túnel Poza Honda - Río Mancha Grande como para el túnel Daule Peripa - La Esperanza se estiman en un 10% de la suma del costo directo de construcción.

### **2.2.2 Obras civiles**

Los costos de las obras civiles se estiman sobre la base de precios unitarios para la mano de obra, costo de materiales, costo de equipos y gastos y sueldos de administración de las obras por parte de los contratistas y ganancias.

(1) Costo de la mano de obra

Los salarios obtenidos en Portoviejo y Guayaquil (referirse a la Tabla J.2) se basan en los salarios diarios directos de una jornada laboral de 8 horas.

(2) Costo de materiales

La mayor parte de los materiales de construcción se obtienen de los mercados locales y, por lo tanto, los precios de los materiales locales se han examinado en Portoviejo, Guayaquil y Quito, tal como se muestra en la Tabla J.3. Los precios de los materiales locales incluyen el precio local neto, el transporte interno y los impuestos al valor agregado (I.V.A.), y el precio de compra en el sitio del Proyecto. Los materiales importados que no se encuentren disponibles en el mercado local se estiman exentos de los aranceles e impuestos de importación.

(3) Costo de Maquinaria y Equipo

El equipamiento y plantas para la construcción serán suministrados por el contratista. Los precios de los equipos serán los que prevalezcan en Japón a Julio de 1992. Los precios de la maquinaria propiamente dicha son estimados en base al valor CIF en el puerto de Guayaquil. Los aranceles e impuestos de importación están excluidos en esta estimación de costos.

El costo de la maquinaria se divide en la porción en moneda local y la porción en moneda extranjera. La porción en moneda extranjera incluye principalmente los costos de depreciación, repuestos e insumos consumibles, mientras que la porción en moneda local incluye el costo de la mano de obra para la operación de las máquinas, costos de reparación y mantenimiento y gastos de administración. Los costos de equipos para el Proyecto se listan en la Tabla J.4.

(4) Gastos indirectos asignados al contratista

Los gastos de administración y utilidades asignadas al contratista contribuyen al establecimiento de los costos unitarios de cada rubro de construcción. Estos gastos representan aproximadamente el 25% de los costos directos, incluyendo mano de obra, costo de materiales y costo de maquinaria y equipos.

(5) Precio unitario

Los precios unitarios para cada rubro de construcción son estimados en relación con las condiciones arriba mencionadas, y se detallan en la Tabla J.9.

### **2.2.3 Trabajos hidromecánicos**

Los precios de las obras hidromecánicas para cada Lote de obra se basan en los precios actuales internacionales de obras similares. Los costos de maquinaria, equipo y material importado se estiman sobre la base CIF del puerto de Guayaquil excluyendo los aranceles e impuestos de importación. Los costos de adquisición y entrega de los bienes importados, el flete y seguro están incluidos en la porción en moneda extranjera. Los costos de desembarque y otras tasas portuarias y para la transportación interna son estimados en la porción en moneda local. Los costos de instalación son proporcionalmente compartidos entre el componente monetario local y extranjero.

### **2.2.4 Línea de transmisión y subestación eléctrica**

Los precios de los materiales para las torres de transmisión, conductores y el equipo para la subestación están estimados al valor CIF en Guayaquil, excluyendo las tasas e impuestos de importación. Las obras civiles, tales como limpieza del sitio, movimiento de tierra y el tratamiento de la fundación están incluidos en el costo de la línea de transmisión. Otras asunciones para estimar los componentes en moneda extranjera y en

moneda local son iguales que aquéllas empleadas para los trabajos hidromecánicos.

### 2.2.5 Constitución del costo de construcción

- Obra de construcción del Lote I (túnel La Esperanza-Poza Honda y túnel Poza Honda - Río Mancha Grande)

a) Túnel La Esperanza - Poza Honda

- \* Obras preparatorias
- \* Estación de bombeo (incluyendo las obras electromecánicas)
- \* Tubería de acero
- \* Canal abierto y sifón
- \* Entrada y salida del túnel
- \* Túnel
- \* Ventanas de acceso al túnel
- \* Vía de acceso
- \* Línea de transmisión y subestación

b) Túnel Poza Honda - Río Mancha Grande

- \* Obras preparatorias
- \* Entrada y salida del túnel
- \* Túnel
- \* Ventanas de acceso al túnel

- Obras de construcción del Lote II (Túnel Daule Peripa - La Esperanza)

- \* Obras preparatorias
- \* Entrada y salida del túnel
- \* Túnel
- \* Ventanas de acceso al túnel
- \* Vía de acceso

## **2.3 Costos Indirectos**

### **2.3.1 Adquisición y compensación de la tierra**

Tanto la adquisición y compensación por la tierra como la implementación del cronograma del proyecto deberán ser llevados a cabo por el CRM. Estos costos son estimados en base a la información del valor de la tierra y de las viviendas, tal como se muestra en la Tabla J.5.

### **2.3.2 Gastos de administración**

Para la agencia ejecutora (el CRM) se ha previsto una cuota marginal del 2% del costo directo de construcción, la cual forma parte del componente en moneda local del costo de construcción.

### **2.3.3 Servicios de ingeniería**

Los costos por servicios de ingeniería para el diseño detallado incluyendo la preparación de las bases de licitación, están basados en el valor hombres/mes asumidos (extranjeros 127 h/m, nacional 70 h/m). Para la fiscalización del proyecto de construcción, el costo estimado de los servicios de ingeniería es cerca del 7,1% del costo directo de construcción, basado en el valor h/m asumido.

### **2.3.4 Contingencias**

Las contingencias están previstas para cubrir las condiciones físicas imprevistas (contingencia física) e inflación (incremento de precios). La tasa de contingencias físicas se asume en un 10 por ciento del monto requerido para el costo de construcción, adquisición y compensación de la tierra, gastos de administración y servicios de ingeniería.

El costo debido al incremento de precios se estima sobre un periodo de 7 años desde 1994 hasta el 2000 aplicando una tasa de

inflación del 3% anual para la porción en moneda extranjera. En cuanto a la tasa de incremento de precios en moneda local, ésta se la convierte a moneda extranjera aplicando la misma tasa de inflación anual, ya que la tasa de incremento de precios se asume en más del 40 por ciento por año, y además está relacionada con la tasa de devaluación del sucre frente al dólar. El costo de la escalada de precios viene estimado en moneda extranjera.

#### 2.4 Costo de Construcción

El costo de construcción del Proyecto, excluyendo el escalamiento de precios, se estima en un total equivalente de S/.257.956 millones (US\$ 166,42 millones), compuesto de S/.188.221 millones en moneda extranjera (US\$ 121,43 millones, 73%) y S/.69.735 millones en moneda local (27,0%).

El costo total de construcción del Proyecto, incluyendo el incremento de precios, se ha estimado en S/.300.195 millones (US\$193,67 millones), compuesto de S/.230.460 millones en moneda extranjera (US\$148,68 millones, 76,8%) y S/.69.735 millones en moneda local (23,2%). Las siguientes tablas muestran el resumen del costo total de construcción, y mayores detalles se refieren en las Tablas J.6 y J.7.

	Moneda extranjera (x 1.000 US\$)	Moneda local (x 1.000 S/.)	Equivalente total (x 1.000 S/.)
Costo Directo	98.983,67	55.260.949	208.685.638
Adquisición de la tierra	0	155.000	155.000
Gastos de administración	0	4.174.000	4.174.000
Servicios de ingeniería	11.410,00	3.805.000	21.490.500
Contingencia física	11.039,37	6.339.495	23.450.519
Subtotal	121.433,04	69.734.444	257.955.656
Incremento de Precios	27.251,78	0	42.240.259
Total	148.684,82	69.734.444	300.195.915

## 2.5 Cronograma de Desembolso Anual

El desembolso anual del costo de construcción, tanto en moneda local como en moneda extranjera, se ha estimado sobre la base del cronograma de construcción y se resume a continuación, y un cronograma más detallado de desembolsos se tabula en la Tabla J.8.

	Moneda Extranjera (x 1.000 US\$)	Moneda local (x 1.000 S/.)	Equivalente Total (x 1.000 S/.)
1994	4.248,43	400.950	6.986.017
1995	20.683,46	10.584.583	42.643.946
1996	24.766,97	15.606.500	53.995.303
1997	28.087,95	16.228.644	59.764.967
1998	33.647,56	15.367.239	67.520.957
1999	35.911,41	11.013.341	66.676.026
2000	1.339,04	533.187	2.608.699
Total	148.684,82	69.734.444	300.195.915

## TABLAS





Tabla J.1 Equipo Principal de Construcción (1/2)

Description	Spec.	Required Number			Total
		Esperanza-Poza Honda	Poza Honda-Rio Mancha	Daule Peripa-Esperanza	
Bulldozer with ripper	32 ton	1	-	1	2
Bulldozer	21 ton	2	1	4	7
Bulldozer	11 ton	3	2	3	8
Tractor shovel	2.3 m <sup>3</sup>	3	1	8	12
Tractor shovel	1.2 m <sup>3</sup>	3	2	3	8
Backhoe	0.6 m <sup>3</sup>	2	-	2	4
Backhoe	0.3 m <sup>3</sup>	2	-	2	4
Dump truck	11 ton	10	4	34	48
Dump truck	8 ton	6	4	6	16
Crawler drill	7 m <sup>3</sup> /min	1	1	1	3
Crawler drill	10 m <sup>3</sup> /min	3	-	1	4
Air compressor	10 m <sup>3</sup> /min	1	1	1	3
Air compressor	13.5 m <sup>3</sup> /min	3	-	1	4
Vibrating roller	10 ton	2	-	2	4
Vibrating roller	4 ton	2	1	2	5
Vibrating roller	1 ton	2	2	2	6
Concrete plant	0.75 m <sup>3</sup> x 2	1	-	1	2
Concrete plant	1.0 m <sup>3</sup>	2	1	1	4
Agitator truck	3.2 m <sup>3</sup>	10	6	8	24
Concrete bucket	1.0 m <sup>3</sup>	4	1	1	6
Concrete pump car	45 m <sup>3</sup> /hr	1	1	1	3
Truck crane	30 ton	1	1	1	3
Truck crane	20 ton	2	1	1	4
Crawler crane	30 ton	2	-	-	2
Trailer	20 ton	2	1	1	4
Rammer	80 kg	10	5	10	25
Compactor	100 kg	10	5	10	25
Concrete vibrator	55 mm	20	10	10	40
Arm type tunneling machine	65 kw	3	2	3	8
Muck loader, inclined	0.3 m <sup>3</sup>	1	-	1	2
Muck car	3 m <sup>3</sup>	15	10	15	40

Tabla J.1 Equipo Principal de Construcción (2/2)

Description	Spec.	Required Number			Total
		Esperanza-Poza Honda	Poza Honda-Rio Mancha	Daule Peripa-Esperanza	
Battery locomotive	8 ton	3	2	3	8
Air compressor	16 m <sup>3</sup> /min	3	2	3	8
Vent fan	300 m <sup>3</sup> /min	40	15	32	87
Vent fan	100 m <sup>3</sup> /min	12	4	12	28
Winch	150 kw	1	1	2	4
Leg hammer	2.7 m <sup>3</sup> /min	9	6	9	24
Pick hammer	7 kg	15	10	15	40
Jack hammer	2.4 m <sup>3</sup> /min	5	3	5	13
Stopper drill	2.7 m <sup>3</sup> /min	5	5	5	15
Shotcrete spray gun	10 m <sup>3</sup> /hr	3	2	3	8
Concrete presscrete	3 m <sup>3</sup>	12	8	12	32
Battery locomotive	6 ton	6	4	6	16
Agitator car	3 m <sup>3</sup>	8	4	6	18
Concrete vibrator	55 mm	15	10	15	40
Form vibrator	0.2 kw	15	10	15	40
Sliding form, 3.7 m dia., 12 m long		-	-	3	3
Sliding form, 3.5 m dia., 12 m long		3	-	-	3
Sliding form, 2.5 m dia., 12 m long		-	2	-	2
Diesel generator	300 kw	6	2	6	14
Diesel generator	200 kw	6	2	6	14
Motor grader	3.7 m	1	-	2	3
Macadam roller	10 ton	1	-	1	2
Tire roller	20 ton	1	-	1	2
Asphalt distributor	4 kl	1	-	1	2
Emulsion sprayer	200 lit	1	-	1	2
Water sprinkler	5.5 klit	2	-	2	4

Tabla J.2 Costo de la Mano de Obra

Description	Unit	Foreign Currency (US\$)	Local Currency (S/.)
Foreman, foreign	M.D.	234	-
Technician, foreign	M.D.	156	-
Foreman, tunnel	M.D.		12,000
Foreman	M.D.	-	7,800
Mechanic	M.D.	-	10,200
Electrician	M.D.	-	10,200
Operator, heavy	M.D.	-	10,800
Operator, light	M.D.	-	9,000
Assistant operator	M.D.	-	7,800
Plant operator	M.D.	-	9,200
Driver, dump truck	M.D.	-	7,200
Driver, ordinary	M.D.	-	6,900
Rigger	M.D.	-	6,900
Carpenter	M.D.	-	6,900
Formworker	M.D.	-	6,900
Concrete worker	M.D.	-	6,900
Driller	M.D.	-	8,000
Tunnel worker	M.D.	-	8,000
Pipe fitter	M.D.	-	6,900
Brick worker	M.D.	-	6,900
Mason	M.D.	-	6,900
Plumber	M.D.	-	6,900
Painter	M.D.	-	6,900
Welder	M.D.	-	10,200
Plasterer	M.D.	-	6,900
Powderman	M.D.	-	10,200
Reinforcing worker	M.D.	-	6,900
Boring worker	M.D.	-	9,000
Grout worker	M.D.	-	9,000
Pavement worker	M.D.	-	6,900
Skilled worker	M.D.	-	8,000
Semi skilled worker	M.D.	-	6,900
Common labor	M.D.	-	6,600

Tabla J.3 Costo de los Materiales de Construcción (1/2)

Description	Unit	Foreign Currency (US\$)	Local Currency (S/.)
Gasoline	litre	0.02	149
Light oil	litre	0.02	144
Lubricant	litre	0.30	2,168
Grease	kg	0.41	2,962
Heavy oil	litre	0.02	144
Electric	kwh	0.00	54
Portland cement	ton	41.17	49,091
Bitumen 80/100	kg	0.01	85
Bitumen MC30	litre	0.01	85
Emulsion, K170	litre	0.01	85
Reinforcement, round	ton	259.23	309,091
Reinforcement, deformed	ton	263.04	313,637
Annealed iron wire	kg	0.55	653
Channel steel	ton	312.59	372,728
Steel plate	ton	423.52	505,000
Angle steel	ton	358.34	427,273
Nail	kg	0.42	501
Dynamite	kg	0.00	5,520
ANFO	kg	0.00	1,035
Detonator, delay, open	No	0.00	2,990
Detonator, relay, tunnel	No	0.00	2,990
Lead wire	m	0.00	489
Timber, square	m <sup>3</sup>	26.39	194,318
Timber, plank	m <sup>3</sup>	23.46	172,727
Timber, log	m <sup>3</sup>	23.46	172,727
Plywood	m <sup>3</sup>	175.95	354,546
Birbed wire	kg	0.46	551
Concrete aggregate	m <sup>3</sup>	14.45	12,800
Sand	m <sup>3</sup>	19.88	17,600
Base	m <sup>3</sup>	12.83	11,360
Subbase	m <sup>3</sup>	12.73	11,280
Chipping	m <sup>3</sup>	14.45	12,800
Rubble, cobble	m <sup>3</sup>	13.01	11,520
Gabion rock	m <sup>3</sup>	12.96	11,480
Stone pitching	m <sup>3</sup>	13.55	12,000
Lead wire	m	0.05	6
H-shape steel	ton	562.50	61,034
Fabric mesh	m <sup>2</sup>	3.61	392
Bit, 65 mm	No	221.29	24,011
Rod, 3 m	No	309.80	33,616
Sleeve	No	79.66	8,644
Shank rod	No	230.14	24,972
Bit, 36 mm	No	53.11	5,763
Taper rod, 2 m	No	79.66	8,644

Tabla J.3 Costo de los Materiales de Construcción (2/2)

Description	Unit	Foreign Currency (US\$)	Local Currency (S/.)
Bit 75 mm	No	283.25	30,734
Taper rod, 1.5 m	No	65.50	7,107
Insert bit, 36 mm, 1.7 m	No	115.95	12,582
Air entrain agent	kg	2.06	224
Water reduced agent	kg	3.01	326
Metal form, 300 x 1500	No	22.34	2,424
Bolt and nut	No	0.27	29
Clamp	No	2.66	288
Crip	No	0.31	34
Anchor bolt, 22 mm, 0.4 m	No	1.34	145
Metal form, 200 x 1500	No	22.34	2,424
Cone	No	0.17	19
Separator, 8-10 mm	m	0.70	76
Form oil	litre	2.15	233
Metal form 150 x 1500	No	16.76	1,818
Metal form 100 x 1500	No	15.47	1,678
Hunch form, 200 x 1500	No	31.37	3,404
Pipe support	m	24.06	2,611
Portal frame	No	33.60	3,646
Scaffolding pipe	m	2.57	280
Air bubble agent	kg	6.19	671
Gas pipe, 50 mm	m	4.21	457
PVC pipe, 40 mm	m	2.06	224
Lozenge shape net	m <sup>2</sup>	5.24	569
Gabion, 0.4 x 1.2 m, 3.2 mm	m	16.07	1,744
Waterstop, 200 mm	m	10.74	1,166
PVC pipe, 50 mm	m	2.84	308
Ventilation pipe, 600 mm	m	12.38	1,343
Water pipe, 100 mm	m	9.45	1,026
Water pipe, 150 mm	m	15.75	1,709
Rock bolt, 22 mm	m	5.24	569
Wire mesh, 3.2 mm, 100	m <sup>2</sup>	1.80	196

Tabla J.4 Costo del Equipamiento (1/2)

Description	Unit	Foreign Currency (US\$)	Local Currency (S/.)
Bulldozer, 21 ton	Hr	37.71	15,888
Bulldozer, 15 ton	Hr	23.41	9,864
Bulldozer, 11 ton	Hr	18.85	7,944
Bulldozer w/ripper 32 ton	Hr	59.60	25,917
Backhoe, 0.6 m <sup>3</sup>	Hr	22.16	9,334
Backhoe, 0.2 m <sup>3</sup>	Hr	11.36	4,621
Tractor shovel, 2.2 m <sup>3</sup>	Hr	28.13	11,850
Tractor shovel, 1.2 m <sup>3</sup>	Hr	15.09	6,140
Dump truck, 11 ton	Hr	12.88	5,237
Dump truck, 8 ton	Hr	9.05	3,684
Truck crane, 30 ton	Hr	46.32	16,893
Crawler drill, 10 m <sup>3</sup> /min	Hr	20.78	7,770
Jack hammer, 20 kg	Day	7.02	1,592
Leg hammer, 30 kg	Day	9.36	2,122
Pick hammer, 7 kg	Day	1.27	289
Motor grader, 3.7 m	Hr	20.23	8,227
Macadam roller 10-12 ton	Hr	11.85	4,322
Tire roller, 8-20 ton	Hr	13.10	4,779
Vibrating roller, 1 ton	Hr	4.81	1,661
Vibrating roller, 10 ton	Hr	29.56	11,800
Rammer, 60-100 kg	Day	7.05	2,200
Compactor, 90 kg	Day	5.58	1,742
Concrete plant, 0.75 x 2	Hr	84.48	31,587
Agitator truck, 3.2 m <sup>3</sup>	Hr	14.41	5,866
Concrete pump car, 45 m <sup>3</sup> /Hr	Hr	36.22	14,736
Air compressor, 10.5 m <sup>3</sup> /min	Day	94.43	34,441
Air compressor, 13.5 m <sup>3</sup> /min	Day	105.52	38,486
Diesel generator, 200 kVA	Day	56.94	19,046
Diesel generator, 300 kVA	Day	84.97	28,420
Concrete bucket, 1 m <sup>3</sup>	Day	16.85	5,814
Concrete vibrator, 60 mm	Day	5.32	1,451
Form vibrator	Day	1.41	385
Concrete spray gun	Hr	9.17	3,258
Sprinkler, 5.5 kl	Hr	8.54	3,475
Tunnel machine, arm type	Hr	238.20	73,631
Vent fan, 450 m <sup>3</sup> /min	Day	31.33	10,132
Vent fan, 100 m <sup>3</sup> /min	Day	2.73	884
Air compressor, 27 m <sup>3</sup> /min	Hr	12.38	4,274
Muck loader, rail, 0.4 m <sup>3</sup>	Hr	40.97	15,677
Muck car, 3 m <sup>3</sup>	Day	20.84	8,152
Battery locomotive, 6 ton	Hr	37.77	18,642
Battery locomotive, 8 ton	Hr	46.30	22,851
Rail, 22 kg/m	Day	1.02	278
Guide shell	Day	18.72	4,244
Winch, 200 kw	Day	567.35	263,397

Tabla J.4 Costo del Equipamiento (2/2)

Description	Unit	Foreign Currency (US\$)	Local Currency (S/.)
Air compressor, 16 m <sup>3</sup> /min	Hr	9.70	3,344
Vent fan, 300 m <sup>3</sup> /min	Day	34.18	11,053
Batcher plant, 25 m <sup>3</sup> /Hr	Hr	83.00	29,478
Spray machine, shotcrete	Hr	31.59	11,809
Concrete placer, 3 m <sup>3</sup>	Hr	29.48	10,173
Air compressor, 22 m <sup>3</sup> /min	Hr	12.38	4,274
Muck car, 4.5 m <sup>3</sup>	Day	23.93	9,358
Winch, 100 kw	Day	292.27	135,689
Agitator car, 3 m <sup>3</sup>	Hr	24.35	8,403
Muck loader, incline, 0.2 m <sup>3</sup>	Hr	37.33	14,288

Tabla J.5 Adquisición y Compensación de la Tierra

Description	Amount (1,000 S/.)
Lot I Construction work (150 ha)	90,000
Lot II Construction work (50 ha)	30,000
Housing (50 Nos.)	35,000
Total	155,000

Tabla J.6 Costo de Construcción

Description	Foreign Currency (1,000 US\$)	Local Currency (1,000 S/.)	Total Equivalent (1,000 S/.)
1. Lot I Construction work			
1.1 Esperanza – Poza Honda Tunnel	58,536.81	30,045,218	120,777,274
1.2 Poza Honda – Rio Mancha Tunnel	8,667.07	5,017,749	18,451,708
Sub total (1)	67,203.88	35,062,967	139,228,981
2. Lot II Construction work (Daule Peripa – Esperanza Tunnel)	31,779.79	20,197,982	69,456,657
Total (1 and 2)	98,983.67	55,260,949	208,685,638
3. Land acquisition and compensation	0	155,000	155,000
4. Administration expenses	0	4,174,000	4,174,000
5. Engineering services	11,410.00	3,805,000	21,490,500
Total (1 to 5)	110,393.67	63,394,949	234,505,138
6. Physical contingency	11,039.37	6,339,495	23,450,519
Total (1 to 6)	121,433.04	69,734,444	257,955,656
7. Price escalation	27,251.78	0	42,240,259
Grand total	148,684.82	69,734,444	300,195,915

Tabla J.7 Costo Detallado de Construcción (1/2)

Description		Foreign Currency (1,000 US\$)	Local Currency (1,000 S/.)	Total Equivalent (1,000 S/.)
1. Lot I	Esperanza – Poza Honda and Poza Honda – Rio Mancha Tunnel Construction			
1.1	Esperanza – Poza Honda Tunnel			
(1)	Preparatory works	3,230.37	2,320,512	7,327,586
(2)	Pumping Station	16,870.62	5,019,234	31,168,695
(3)	Steel pipeline	1,869.79	666,958	3,565,133
(4)	Open Channel and syphon	5,598.21	6,527,548	15,204,774
(5)	Inlet and outlet works	319.18	210,933	705,662
(6)	Tunnel	18,947.76	10,851,370	40,220,398
(7)	Work adits	1,880.88	1,051,663	3,967,027
(8)	Access road	1,720.00	1,444,000	4,110,000
(9)	Transmission line and substation	8,100.00	1,953,000	14,508,000
	Total (1.1)	58,536.81	30,045,218	120,777,274
1.2	Poza Honda – Rio Mancha Tunnel			
(1)	Preparatory works	787.92	456,159	1,677,435
(2)	Inlet and outlet works	1,769.92	896,360	3,639,736
(3)	Tunnel	5,529.25	3,337,441	11,907,779
(4)	Work adits	579.98	327,789	1,226,758
	Total (1.2)	8,667.07	5,017,749	18,451,708
	Total (1)	67,203.88	35,062,967	139,228,981
2. Lot II	Daule Peripa – Esperanza Tunnel Construction			
(1)	Preparatory works	2,889.07	1,836,180	6,314,239
(2)	Inlet and outlet works	1,953.86	819,691	3,848,174
(3)	Tunnel	16,452.67	9,516,766	35,018,405
(4)	Work adits	2,158.00	1,198,908	4,543,808
(5)	Access road	8,326.19	6,826,437	19,732,032
	Total (2)	31,779.79	20,197,982	69,456,657
	Total (1 to 2)	98,983.67	55,260,949	208,685,638

Tabla J.7 Costo Detallado de Construcción (2/2)

Description	Foreign Currency (1,000 US\$)	Local Currency (1,000 S/.)	Total Equivalent (1,000 S/.)
3. Land acquisition and compensation	0.00	155,000	155,000
4. Administration expenses	0.00	4,174,000	4,174,000
5. Engineering services			
5.1 Detailed design	4,030.00	405,000	6,651,500
5.1 Construction supervision	7,380.00	3,400,000	14,839,000
Total (5)	11,410.00	3,805,000	21,490,500
Total (1 to 5)	110,393.67	63,394,949	234,505,138
6. Physical contingency	11,039.37	6,339,495	23,450,519
Total (1 to 6)	121,433.04	69,734,444	257,955,656
7. Price escalation	27,251.78	0	42,240,259
Grand Total	148,684.82	69,734,444	300,195,915

Remarks: Escalation amount of LC portion is converted to FC(US\$), since the rate of LC is estimated at more than 40% per annum and related with devaluation rate of US\$.

Tabla J.8 Cronograma de Desembolsos

Unit: 1,000 US\$, 1,000 S/.

Description	1992		1993		1994		1995		1996		1997		1998		1999		2000		
	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	F.C.(US\$)	L.C.(S/)	
<b>1. Esperanza-Pozos Honda and Pozo Honda-Rio Maucha Tunnel Construction(Lot I)</b>																			
1.1 Esperanza-Pozos Honda Tunnel																			
1.1.1 Preparatory work	3,230.37	2,320,512	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,584.30	1,856,410	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	161.32	116,025	
1.1.2 Pumping station	16,870.62	5,019,234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,731.22	2,143,165	236.62	399,472	3,427.64	1,924,943	11,177.09	1,924,943	298.05	51,332	0	
1.1.3 Steel pipelines	1,869.79	656,938	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,856.46	13,702	13,702	0.00	0.00	0.00	0	
1.4 Open channel & siphon	5,598.21	6,527,548	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,801.56	2,028,677	2,755.99	3,179,733	1,040.66	1,319,138	1,040.66	1,319,138	0.00	0.00	0	
1.5 Inlet & outlet works	319.18	210,933	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	194.50	141,833	0.00	0.00	40.52	54,606	84.16	14,494	0.00	0.00	0	
1.6 Tunnel	18,947.76	10,851,370	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3,789.55	2,170,274	5,684.33	3,255,411	5,684.33	3,255,411	3,789.55	2,170,274	0.00	0.00	0	
1.7 Work adit	1,880.88	1,051,663	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,880.88	1,051,663	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
1.8 Access road	1,720.00	1,444,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,720.00	1,444,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	
1.9 Transmission line & substation	8,100.00	1,953,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,863.00	449,199	6,075.00	1,464,758	162.00	39,060	0	
<b>Total(1.1)</b>	<b>58,536.81</b>	<b>30,045,218</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>484.55</b>	<b>348,077</b>	<b>8,299.57</b>	<b>6,311,682</b>	<b>11,323.39</b>	<b>8,089,229</b>	<b>15,627.94</b>	<b>8,182,512</b>	<b>22,179.79</b>	<b>6,907,501</b>	<b>621.57</b>	<b>206,417</b>
1.2 Pozo Honda-Rio Maucha Tunnel																			
1.1 Preparatory work	787.92	456,159	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	630.34	364,927	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1.2 Inlet & outlet works	1,769.92	895,240	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	784.10	679,590	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1.3 Tunnel	5,529.24	3,357,441	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,939.91	1,055,925	2,431.13	1,424,002	1,827.21	858,514	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
1.4 Work adit	579.98	327,789	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	579.98	327,789	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
<b>Total(1.2)</b>	<b>8,667.07</b>	<b>5,017,749</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1,573.25</b>	<b>1,421,852</b>	<b>3,795.21</b>	<b>2,431,381</b>	<b>2,153.03</b>	<b>1,073,284</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0</b>
<b>Total(1)</b>	<b>67,203.88</b>	<b>35,062,967</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>642.13</b>	<b>439,509</b>	<b>10,860.82</b>	<b>7,733,534</b>	<b>15,118.60</b>	<b>10,529,610</b>	<b>17,780.97</b>	<b>9,255,796</b>	<b>22,179.79</b>	<b>6,907,501</b>	<b>621.57</b>	<b>206,417</b>
<b>2. Doble Perico-Esperanza Tunnel Construction(Lot II)</b>																			
2.1 Preparatory work	2,889.07	1,056,180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	453.36	275,427	2,311.26	1,468,944	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	144.45	91,809	
2.2 Inlet & outlet works	1,953.86	819,691	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.55	4,710	
2.3 Tunnel	16,482.67	9,516,766	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,113.17	2,279,191	8,238.33	4,758,583	4,113.17	2,379,192	2,379.192	2,379,192	0.00	0.00	0.00	
2.4 Work adit	2,138.00	1,198,908	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1,510.60	839,256	647.40	359,672	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
2.5 Access road	8,326.19	6,826,437	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5,823.33	4,778,506	2,697.86	2,047,931	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
<b>Total(2)</b>	<b>31,779.79</b>	<b>20,197,982</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>433.36</b>	<b>275,427</b>	<b>9,680.19</b>	<b>7,086,886</b>	<b>7,258.43</b>	<b>4,786,794</b>	<b>8,635.57</b>	<b>5,190,218</b>	<b>5,631.24</b>	<b>2,822,238</b>	<b>171.00</b>	<b>96,519</b>
<b>Total(1 and 2)</b>	<b>98,983.67</b>	<b>55,260,949</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1,075.49</b>	<b>714,736</b>	<b>20,511.01</b>	<b>14,820,229</b>	<b>22,377.03</b>	<b>15,307,404</b>	<b>26,416.54</b>	<b>14,386,114</b>	<b>27,811.03</b>	<b>9,729,539</b>	<b>792.57</b>	<b>302,936</b>
<b>3. Land Acquisition and Compensation</b>	<b>0.00</b>	<b>155,000</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>15,761.71</b>	<b>8,896,668</b>	<b>17,434.36</b>	<b>12,597,187</b>	<b>19,020.48</b>	<b>13,011,293</b>	<b>22,464.06</b>	<b>12,228,197</b>	<b>23,839.38</b>	<b>8,270,108</b>	<b>673.66</b>	<b>297,496</b>
<b>4. Administration Expenses</b>	<b>0.00</b>	<b>4,174,000</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>292,180</b>	<b>0.00</b>	<b>876,540</b>	<b>0.00</b>	<b>960,020</b>	<b>0.00</b>	<b>960,020</b>	<b>0.00</b>	<b>960,020</b>	<b>0.00</b>	<b>125,220</b>	
<b>5. Engineering Services</b>																			
5.1 Detailed Design	4,030.00	405,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	403.00	40,500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0
5.1 Supervision	7,380.00	3,400,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	516.60	238,000	1,549.80	714,000	1,697.40	782,000	1,697.40	782,000	1,697.40	782,000	221.40	102,000
<b>Total(5)</b>	<b>11,410.00</b>	<b>3,805,000</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>919.60</b>	<b>278,500</b>	<b>1,549.80</b>	<b>714,000</b>	<b>1,697.40</b>	<b>782,000</b>	<b>1,697.40</b>	<b>782,000</b>	<b>1,697.40</b>	<b>782,000</b>	<b>221.40</b>	<b>102,000</b>
<b>6. Physical Contingency</b>	<b>11,029.37</b>	<b>6,339,495</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1,668.13</b>	<b>962,233</b>	<b>3,898.42</b>	<b>1,418,773</b>	<b>2,071.79</b>	<b>1,472,331</b>	<b>2,415.15</b>	<b>1,397,022</b>	<b>2,373.68</b>	<b>1,001,213</b>	<b>89.50</b>	<b>48,471</b>
<b>Total(1 to 6)</b>	<b>121,433.04</b>	<b>69,754,444</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>18,349.44</b>	<b>10,584,583</b>	<b>20,862.38</b>	<b>15,606,500</b>	<b>22,789.67</b>	<b>16,228,644</b>	<b>26,566.61</b>	<b>15,567,229</b>	<b>27,870.46</b>	<b>11,013,341</b>	<b>984.58</b>	<b>533,187</b>
<b>7. Price Escalation</b>	<b>27,251.78</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>2,334.02</b>	<b>0</b>	<b>3,884.39</b>	<b>0</b>	<b>5,298.28</b>	<b>0</b>	<b>7,080.95</b>	<b>0</b>	<b>8,940.95</b>	<b>0</b>	<b>354.46</b>	<b>0</b>
<b>Grand Total</b>	<b>148,684.92</b>	<b>69,754,444</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>20,683.46</b>	<b>10,584,583</b>	<b>24,746.97</b>	<b>15,606,500</b>	<b>28,087.95</b>	<b>16,228,644</b>	<b>33,647.56</b>	<b>15,567,229</b>	<b>35,911.41</b>	<b>11,013,341</b>	<b>1,339.04</b>	<b>533,187</b>

Tabla J. 9 Desglose del Costo de Construcción (1/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
Lot-I Esperanza-Poza Honda Tunnel and Poza Honda-Rio Mancha Tunnel Construction							
A. Esperanza-Poza Honda Tunnel							
1.	General (Preparatory works)	L.S.			3,230,366.34		2,320,511,572
2.	Pumping station						
2.1	Earthworks						
	Site clearance	ha	1.4	391.40	547.96	265900	372,260
	Excavation,common	m3	8,400	2.39	20,076.00	1765	14,826,000
	Excavation,rock	m3	32,000	6.44	206,080.00	4781	152,992,000
	Shotcrete,slope protection	m2	6,000	12.53	75,180.00	10387	62,322,000
	Anchor bar,slope protection	m	1,500	10.02	15,030.00	4539	6,808,500
	Drain hole	m	800	9.77	7,816.00	4776	3,820,800
	Wet rubble masonry	m2	500	22.22	11,110.00	25596	12,798,000
	Gravel bedding	m3	600	17.66	10,596.00	24095	14,457,000
	Others(5%)	L.S.			17,321.80		13,419,828
	Subtotal of item 2.1				363,757.76		281,816,388
2.2	Concrete work						
	Concrete,substructure	m3	11,300	53.38	603,194.00	49062	554,400,600
	Concrete,structure	m3	1,300	58.37	75,881.00	51749	67,273,700
	Concrete,around steel pipe	m3	2,000	52.37	104,740.00	47314	94,628,000
	Form,substructure	m2	13,000	2.86	37,180.00	12226	158,938,000
	Form,structure	m2	800	2.95	2,360.00	16015	12,812,000
	Reinforcement	ton	1,835.0	337.27	618,890.45	585878	1,075,086,130
	Others(5%)	L.S.			72,112.27		98,156,922
	Subtotal of item 2.2				1,514,357.72		2,061,295,352
2.3	Miscellaneous work						
	Base	m3	430	23.13	9,945.90	20662	8,884,660
	Bituminous surfacing	m2	2,900	0.87	2,523.00	1365	3,958,500
	Fence	m	380	20.00	7,600.00	7750	2,945,000
	Gate	No	2	240.00	480.00	93000	186,000
	Others(5%)	L.S.			1,027.45		798,708
	Subtotal of item 2.3				21,576.35		16,772,868
2.4	Building work	L.S.			45,430.73		61,838,861
2.5	Electrical work	L.S.			22,715.37		30,919,431

Tabla J. 9 Desglose del Costo de Construcción (2/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
<b>2.6 Mechanical work</b>							
	Pumps and motors	L.S.			6,929,307.00		1,193,380,650
	Valves and pipes	L.S.			2,379,375.00		409,781,250
	Overhead travelling crane	L.S.			436,671.00		75,204,450
	Operation, control and instrumentation panels	L.S.			5,157,432.00		888,224,400
	Subtotal of item 2.6				14,902,785.00		2,566,590,750
	Subtotal of item 2				16,870,622.93		5,019,233,650
<b>3. Steel pipeline</b>							
<b>3.1 Earthworks</b>							
	Site clearance	ha	0.6	391.40	234.84	265900	159,540
	Excavation, common	m3	23,100	2.39	55,209.00	1765	40,771,500
	Excavation, weathered rock	m3	8,300	3.38	28,054.00	2433	20,193,900
	Excavation, rock	m3	1,600	6.44	10,304.00	4781	7,649,600
	Shotcrete, slope protection	m2	800	12.53	10,024.00	10387	8,309,600
	Anchor bar, slope protection	m	400	10.02	4,008.00	4539	1,815,600
	Sod facing, slope protection	m2	2,600	0.20	520.00	745	1,937,000
	Gravel bedding	m3	400	17.66	7,064.00	24095	9,638,000
	Others(5%)	L.S.			5,770.89		4,523,737
	Subtotal of item 3.1				121,188.73		94,998,477
<b>3.2 Concrete work</b>							
	Concrete, base, anchor block	m3	500	52.37	26,185.00	47314	23,657,000
	Concrete, structure	m3	2,900	58.37	169,273.00	51749	150,072,100
	Form, structure	m2	3,700	2.95	10,915.00	16015	59,255,500
	Reinforcement	ton	140.0	337.27	47,217.80	585878	82,022,920
	Others(5%)	L.S.			12,679.54		15,750,376
	Subtotal of item 3.2				266,270.34		330,757,896
3.3	Steel pipe installation	m	500	2938.00	1,469,000.00	455000	227,500,000
	Subtotal of item 3.3				1,469,000.00		227,500,000
<b>3.4 Inspection road</b>							
	Base	m3	440	23.13	10,177.20	20662	9,091,280
	Bituminous surfacing	m2	2,900	0.87	2,523.00	1365	3,958,500
	Others(5%)	L.S.			635.01		652,489
	Subtotal of item 3.4				13,335.21		13,702,269
	Subtotal of item 3				1,869,794.28		666,958,642

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (3/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
4.	Open channel and syphon						
4.1	Earthworks						
	Site clearance	ha	20.1	391.40	7,867.14	265900	5,344,590
	Excavation, common	m3	571,500	2.20	1,257,300.00	1596	912,114,000
	Excavation, weathered rock	m3	100,000	3.19	319,000.00	2242	224,200,000
	Excavation, rock	m3	37,400	6.23	233,002.00	4578	171,217,200
	Fill and backfill, tunnel rock	m3	11,800	3.08	36,344.00	2360	27,848,000
	Selected sand & gravel fill	m3	18,400	17.66	324,944.00	24095	443,348,000
	Random backfill	m3	65,300	2.95	192,635.00	2111	137,848,300
	Excavation, structure, drain	m3	3,200	3.33	10,656.00	2551	8,163,200
	Shotcrete, slope protection	m2	15,000	12.53	187,950.00	10387	155,805,000
	Anchor bar, slope protection	m	3,800	10.02	38,076.00	4539	17,248,200
	Drain hole	m	1,900	9.77	18,563.00	4776	9,074,400
	Sod facing, slope protection	m2	60,000	0.20	12,000.00	745	44,700,000
	Gravel bedding	m3	4,300	17.66	75,938.00	24095	103,608,500
	Gabion	m3	540	58.16	31,406.40	24066	12,995,640
	Geotextile	m2	20,200	3.61	72,922.00	1394	28,158,800
	Others(5%)	L.S.			140,930.18		115,083,692
	Subtotal of item 4.1				2,959,533.72		2,416,757,522
4.2	Concrete work						
	Concrete, channel lining	m3	6,500	59.38	385,970.00	53065	344,922,500
	Concrete, syphon culvert	m3	6,600	55.48	366,168.00	49350	325,710,000
	Concrete, structure	m3	1,200	56.55	67,860.00	50538	60,645,600
	Concrete, bridge	m3	350	63.19	22,116.50	56776	19,871,600
	Concrete, drainage structure	m3	3,200	55.48	177,536.00	49350	157,920,000
	Backfill concrete	m3	3,800	50.55	192,090.00	46103	175,191,400
	Form, channel lining	m2	56,400	4.12	232,368.00	21322	1,202,560,800
	Form, syphon culvert	m2	20,000	3.43	68,600.00	17768	355,360,000
	Form, structure	m2	23,600	2.95	69,620.00	16015	377,954,000
	Reinforcement	ton	1,035.0	337.27	349,074.45	585878	606,383,730
	Fabric mesh	m2	65,000	5.11	332,150.00	1328	86,320,000
	Waterstop	m	12,100	13.83	167,343.00	3481	42,120,100
	Others(5%)	L.S.			121,544.80		187,747,987
	Subtotal of item 4.2				2,552,440.75		3,942,707,717
4.3	Inspection road						
	Base	m3	2,840	23.13	65,689.20	20662	58,680,080
	Bituminous surfacing	m2	18,900	0.87	16,443.00	1365	25,798,500
	Fence	m	10,800	0.00	0.00	7000	75,600,000
	Others(5%)	L.S.			4,106.61		8,003,929
	Subtotal of item 4.3				86,238.81		168,082,509
	Subtotal of item 4				5,598,213.27		6,527,547,747

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (4/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
<b>5. Inlet and outlet works</b>							
<b>5.1 Earthworks</b>							
	Site clearance	ha	0.6	391.40	234.84	265900	159,540
	Excavation,common	m3	18,600	2.39	44,454.00	1765	32,829,000
	Excavation,weathered rock	m3	12,000	3.38	40,560.00	2433	29,196,000
	Excavation,rock	m3	900	6.44	5,796.00	4781	4,302,900
	Fill and backfill	m3	200	2.74	548.00	3599	719,800
	Drain hole	m	680	9.77	6,643.60	4776	3,247,680
	Shotcrete,slope protection	m2	5,400	12.53	67,662.00	10387	56,089,800
	Anchor bar,slope protection	m	1,350	10.02	13,527.00	4539	6,127,650
	Gabion	m3	100	58.16	5,816.00	24066	2,406,600
	Others(5%)	L.S.			9,262.07		6,753,949
	Subtotal of item 5.1				194,503.51		141,832,919
<b>5.2 Concrete work</b>							
	Concrete,structure	m3	500	58.37	29,185.00	51749	25,874,500
	Form,structure	m2	900	2.95	2,655.00	16015	14,413,500
	Reinforcement	ton	20.0	337.27	6,745.40	585878	11,717,560
	Others(5%)	L.S.			1,929.27		2,600,278
	Subtotal of item 5.2				40,514.67		54,605,838
<b>5.3 Mechanical work and electrical equipment</b>							
	Inlet mechanical facilities	L.S.			0.00		0
	<b>Outlet mechanical facilities</b>						
	Outlet cscreen	L.S.			13,284.00		2,287,800
	Maintenance gate	L.S.			53,136.00		9,151,200
	Chain block/geared trolley	L.S.			9,477.00		1,632,150
	Accessories	L.S.			8,262.00		1,422,900
	Sub total(Outlet)				84,159.00		14,494,050
	Electrical equipment	L.S.			0.00		0
	Subtotal of item 5.3				84,159.00		14,494,050
	Subtotal of item 5				319,177.18		210,932,807

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (5/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
<b>6. Tunnel</b>							
	Excavation,tunnel	m3	180,100	38.86	6,998,686.00	21946	3,952,474,600
	Shotcrete for tunnel	m3	15,300	157.09	2,403,477.00	91553	1,400,760,900
	Steel wire mesh	m2	115,600	4.68	541,008.00	1547	178,833,200
	Rock bolt	m	112,000	19.06	2,134,720.00	9054	1,014,048,000
	Steel support	ton	345.0	1348.30	465,163.50	183036	63,147,420
	Concrete,tunnel	m3	48,200	70.69	3,407,258.00	61199	2,949,791,800
	Form,tunnel	m2	121,800	17.78	2,165,604.00	4626	563,446,800
	Form,structure	m2	4,000	2.95	11,800.00	16015	64,060,000
	Reinforcement	ton	470	371.00	174,370.00	644465	302,898,550
	Drain hole	m	9,600	9.77	93,792.00	4776	45,849,600
	Others(3%)	L.S.			551,876.36		316,059,326
	Subtotal of item 6				18,947,754.86		10,851,370,196
<b>7. Work adits</b>							
	Site clearance	ha	0.3	391.40	117.42	265900	79,770
	Excavation,common	m3	9,800	2.39	23,422.00	1765	17,297,000
	Excavation,weathered rock	m3	9,000	3.38	30,420.00	2433	21,897,000
	Shotcrete,slope protection	m2	1,800	12.53	22,554.00	10387	18,696,600
	Anchor bar,slope protection	m	900	10.02	9,018.00	4539	4,085,100
	Excavation,tunnel	m3	10,400	35.06	364,624.00	19557	203,392,800
	Excavation,inclined tunnel	m3	13,500	39.38	531,630.00	23505	317,317,500
	Shotcrete,tunnel	m3	1,740	157.09	273,336.60	91553	159,302,220
	Steel wire mesh	m2	22,350	4.68	104,598.00	1547	34,575,450
	Rock bolt	m	15,300	19.06	291,618.00	9054	138,526,200
	Steel support	ton	26.0	1348.30	35,055.80	183036	4,758,936
	Concrete,tunnel	m3	1,260	60.31	75,990.60	52158	65,719,080
	Form,tunnel	m2	3,280	15.53	50,938.40	7273	23,855,440
	Form,structure	m2	140	2.95	413.00	16015	2,242,100
	Reinforcement	ton	7.0	371.00	2,597.00	644465	4,511,255
	Drain hole	m	1,000	9.77	9,770.00	4776	4,776,000
	Others(3%)	L.S.			54,783.08		30,630,974
	Subtotal of item 7				1,880,885.90		1,051,663,425
<b>8. Access road</b>							
8.1	Access road to pumping station	m	7,000	160.00	1,120,000.00	136000	952,000,000
8.2	Improvement of existing road to outlet	m	12,000	50.00	600,000.00	41000	492,000,000
	Subtotal of item 8				1,720,000.00		1,444,000,000

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (6/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
9.	Transmission line and substation equipment						
	Transmission line,138kV,30km	L.S.			2,592,000.00		1,004,400,000
	Expansion of switchgear	L.S.			972,000.00		167,400,000
	Substation equipment	L.S.			4,536,000.00		781,200,000
	Subtotal of item 9				8,100,000.00		1,953,000,000
	Total (A)				58,536,814.76		30,045,218,038
B. Poza Honda-Rio Mancha Tunnel							
1.	General (Preparatory works)	L.S.			787,915.22		456,158,958
2.	Inlet and outlet works						
2.1	Earthworks						
	Site clearance	ha	1.1	391.40	430.54	265900	292,490
	Excavation,common	m3	43,500	2.39	103,965.00	1765	76,777,500
	Excavation,weathered rock	m3	27,000	3.38	91,260.00	2433	65,691,000
	Excavation,rock	m3	2,900	6.44	18,676.00	4781	13,864,900
	Fill and backfill	m3	200	2.74	548.00	3599	719,800
	Excavation,shaft	m3	4,200	37.87	159,054.00	41163	172,884,600
	Shotcrete,tunnel and shaft	m3	130	157.09	20,421.70	91553	11,901,890
	Wire mesh	m2	1,200	4.68	5,616.00	1547	1,856,400
	Rock bolt	m	300	19.06	5,718.00	9054	2,716,200
	Drain hole	m	1,300	9.77	12,701.00	4776	6,208,800
	Shotcrete,slope protection	m2	11,000	12.53	137,830.00	10387	114,257,000
	Anchor bar,slope protection	m	2,500	10.02	25,050.00	4539	11,347,500
	Sod facing,slope protection	m2	2,700	0.20	540.00	745	2,011,500
	Gabion	m3	50	58.16	2,908.00	24066	1,203,300
	Geotextile	m2	1,100	3.61	3,971.00	1394	1,533,400
	Others(5%)	L.S.			29,434.46		24,163,314
	Subtotal of item 2.1				618,123.70		507,429,594
2.2	Concrete work						
	Concrete,structure	m3	500	56.55	28,275.00	50538	25,269,000
	Concrete,shaft	m3	1,500	60.31	90,465.00	52158	78,237,000
	Form,structure	m2	900	2.95	2,655.00	16015	14,413,500
	Form,shaft	m2	2,300	15.53	35,719.00	7273	16,727,900
	Reinforcement	ton	120.0	337.27	40,472.40	585878	70,305,360
	Others(5%)	L.S.			9,879.32		10,247,638
	Subtotal of item 2.2				207,465.72		215,200,398

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (7/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
2.3	Miscellaneous work						
	Base	m3	160	23.13	3,700.80	20662	3,305,920
	Bituminous surfacing	m2	1,100	0.87	957.00	1365	1,501,500
	Others(5%)	L.S.			232.89		240,371
	Subtotal of item 2.3				4,890.69		5,047,791
2.4	Mechanical work and electrical equipment						
	Inlet mechanical facilities						
	Trashrack	L.S.			26,568.00		4,575,600
	Sleeve valve	L.S.			253,206.00		43,607,700
	Butterfly valve,0.8m	L.S.			215,136.00		37,051,200
	Butterfly valve,0.9m	L.S.			69,579.00		11,983,050
	Steel pipe	L.S.			126,522.00		21,789,900
	Ventilation/duct,generator/ compressor,drain pump/ pipe	L.S.			146,205.00		25,179,750
	Control equipment/panel	L.S.			63,261.00		10,894,950
	Accessories	L.S.			6,966.00		1,199,700
	Subtotal (Inlet)				907,443.00		156,281,850
	Outlet mechanical facilities	L.S.			0.00		0
	Electrical equipment	L.S.			32,000.00		12,400,000
	Subtotal of item 2.4				939,443.00		168,681,850
	Subtotal of item 2				1,769,923.11		896,359,633
3.	Tunnel						
	Excavation,tunnel	m3	39,600	50.73	2,008,908.00	31641	1,252,983,600
	Shotcrete for tunnel	m3	4,600	157.09	722,614.00	91553	421,143,800
	Steel wire mesh	m2	33,000	4.68	154,440.00	1547	51,051,000
	Rock bolt	m	26,100	19.06	497,466.00	9054	236,309,400
	Steel support	ton	210.0	1348.30	283,143.00	183036	38,437,560
	Concrete,tunnel	m3	13,300	73.70	980,210.00	62349	829,241,700
	Form,tunnel	m2	31,900	17.72	565,268.00	5345	170,505,500
	Form,structure	m2	1,100	2.95	3,245.00	16015	17,616,500
	Reinforcement	ton	320.0	371.00	118,720.00	644465	206,228,800
	Drain hole	m	3,500	9.77	34,195.00	4776	16,716,000
	Others(3%)	L.S.			161,046.27		97,207,016
	Subtotal of item 3				5,529,255.27		3,337,440,876

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (8/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
4.	Work adits						
	Site clearance	ha	0.1	391.40	39.14	265900	26,590
	Excavation,common	m3	2,300	2.39	5,497.00	1765	4,059,500
	Excavation,weathered rock	m3	1,300	3.38	4,394.00	2433	3,162,900
	Shotcrete,slope protection	m2	500	12.53	6,265.00	10387	5,193,500
	Anchor bar,slope protection	m	250	10.02	2,505.00	4539	1,134,750
	Excavation,inclined tunnel	m3	7,280	39.38	286,686.40	23505	171,116,400
	Shotcrete,tunnel	m3	530	157.09	83,257.70	91553	48,523,090
	Steel wire mesh	m2	6,800	4.68	31,824.00	1547	10,519,600
	Rock bolt	m	4,700	19.06	89,582.00	9054	42,553,800
	Steel support	ton	8.0	1348.30	10,786.40	183036	1,464,288
	Concrete,tunnel	m3	380	60.31	22,917.80	52158	19,820,040
	Form,tunnel	m2	1,000	15.53	15,530.00	7273	7,273,000
	Form,structure	m2	42	2.95	123.90	16015	672,630
	Reinforcement	ton	2.0	371.00	742.00	644465	1,288,930
	Drain hole	m	300	9.77	2,931.00	4776	1,432,800
	Others(3%)	L.S.			16,892.44		9,547,255
	Subtotal of item 4				579,973.78		327,789,073
	Total (B)				8,667,067.38		5,017,748,539
	Total (Lot I)				67,203,882.15		35,062,966,577

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (9/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
<b>Lot-II Daule.Peripa-Esperanza Tunnel Construction</b>							
1.	General (Preparatory works)	L.S.			2,889,071.27		1,836,180,194
2.	Inlet and outlet works						
2.1	Earthworks						
	Site clearance	ha	0.6	391.40	234.84	265900	159,540
	Excavation,common	m3	27,000	2.39	64,530.00	1765	47,655,000
	Excavation,shaft	m3	4,200	37.87	159,054.00	41163	172,884,600
	Shotcrete,tunnel and shaft	m3	140	157.09	21,992.60	91553	12,817,420
	Wire mesh	m2	1,330	4.68	6,224.40	1547	2,057,510
	Rock bolt	m	330	19.06	6,289.80	9054	2,987,820
	Drain hole	m	1,000	9.77	9,770.00	4776	4,776,000
	Shotcrete,slope protection	m2	2,000	12.53	25,060.00	10387	20,774,000
	Anchor bar,slope protection	m	500	10.02	5,010.00	4539	2,269,500
	Gabion	m3	50	58.16	2,908.00	24066	1,203,300
	Others(5%)	L.S.			15,053.68		13,379,235
	Subtotal of item 2.1				316,127.32		280,963,925
2.2	Concrete work						
	Concrete,structure	m3	800	56.55	45,240.00	50538	40,430,400
	Concrete,shaft	m3	2,300	60.31	138,713.00	52158	119,963,400
	Form,structure	m2	1,400	2.95	4,130.00	16015	22,421,000
	Form,shaft	m2	4,100	15.53	63,673.00	7273	29,819,300
	Reinforcement	ton	130.0	337.27	43,845.10	585878	76,164,140
	Others(5%)	L.S.			14,780.06		14,439,912
	Subtotal of item 2.2				310,381.16		303,238,152
2.3	Mechanical work and electrical equipment						
	Inlet mechanical facilities						
	Trashrack	L.S.			26,568.00		4,575,600
	Sleeve valve	L.S.			354,375.00		61,031,250
	Butterfly valve,1.0m	L.S.			341,739.00		58,855,050
	Butterfly valve,1.2m	L.S.			69,579.00		11,983,050
	Steel pipe	L.S.			142,317.00		24,510,150
	Ventilation/duct,generator/compressor,drain pump/pipe	L.S.			146,205.00		25,179,750
	Control equipment/panel	L.S.			82,296.00		14,173,200
	Accessories	L.S.			7,614.00		1,311,300
	Sub total (Inlet)				1,170,693.00		201,619,350

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (10/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
<b>Outlet mechanical facilities</b>							
	Outlet cscreen	L.S.			23,409.00		4,031,550
	Maintenance gate	L.S.			83,511.00		14,382,450
	Chain block/geared trolley	L.S.			9,477.00		1,632,150
	Accessories	L.S.			8,262.00		1,422,900
	<b>Subtotal (Outlet)</b>				<b>124,659.00</b>		<b>21,469,050</b>
	Electrical equipment	L.S.			32,000.00		12,400,000
	<b>Subtotal of item 2.3</b>				<b>1,327,352.00</b>		<b>235,488,400</b>
	<b>Subtotal of item 2</b>				<b>1,953,860.48</b>		<b>819,690,477</b>
<b>3. Tunnel</b>							
	Excavation,tunnel	m3	151,500	40.59	6,149,385.00	23524	3,563,886,000
	Shotcrete for tunnel	m3	13,000	157.09	2,042,170.00	91553	1,190,189,000
	Steel wire mesh	m2	94,400	4.68	441,792.00	1547	146,036,800
	Rock bolt	m	90,700	19.06	1,728,742.00	9054	821,197,800
	Steel support	ton	500.0	1348.30	674,150.00	183036	91,518,000
	Concrete,tunnel	m3	39,900	70.69	2,820,531.00	61199	2,441,840,100
	Form,tunnel	m2	100,400	17.78	1,785,112.00	4626	464,450,400
	Form,structure	m2	3,300	2.95	9,735.00	16015	52,849,500
	Reinforcement	ton	670.0	371.00	248,570.00	644465	431,791,550
	Drain hole	m	7,500	9.77	73,275.00	4776	35,820,000
	Others(3%)	L.S.			479,203.86		277,187,375
	<b>Subtotal of item 3</b>				<b>16,452,665.86</b>		<b>9,516,766,525</b>
<b>4. Work adits</b>							
	Site clearance	ha	0.2	391.40	78.28	265900	53,180
	Excavation,common	m3	7,000	2.39	16,730.00	1765	12,355,000
	Excavation,weathered rock	m3	3,000	3.38	10,140.00	2433	7,299,000
	Shotcrete,slope protection	m2	800	12.53	10,024.00	10387	8,309,600
	Anchor bar,slope protection	m	400	10.02	4,008.00	4539	1,815,600
	Excavation,tunnel	m3	10,400	35.06	364,624.00	19557	203,392,800
	Excavation,inclined tunnel	m3	17,700	39.38	697,026.00	23505	416,038,500
	Shotcrete,tunnel	m3	2,040	157.09	320,463.60	91553	186,768,120
	Steel wire mesh	m2	26,240	4.68	122,803.20	1547	40,593,280
	Rock bolt	m	18,000	19.06	343,080.00	9054	162,972,000
	Steel support	ton	31.0	1348.30	41,797.30	183036	5,674,116
	Concrete,tunnel	m3	1,480	60.31	89,258.80	52158	77,193,840
	Form,tunnel	m2	3,860	15.53	59,945.80	7273	28,073,780
	Form,structure	m2	160	2.95	472.00	16015	2,562,400
	Reinforcement	ton	8.0	371.00	2,968.00	644465	5,155,720
	Drain hole	m	1,200	9.77	11,724.00	4776	5,731,200
	Others(3%)	L.S.			62,854.29		34,919,644
	<b>Subtotal of item 4</b>				<b>2,157,997.27</b>		<b>1,198,907,780</b>

Tabla J.9 Desglose del Costo de Construcción (11/11)

Item No.	Work	Unit	Quantity	Foreign Currency (US\$)		Local Currency (s/.)	
				Unit Price	Amount	Unit Price	Amount
5.	Access road						
5.1	Earthworks						
	Site clearance	ha	26.0	391.40	10,176.40	265900	6,913,400
	Excavation,common	m3	1,768,000	1.82	3,217,760.00	1304	2,305,472,000
	Excavation,rock	m3	100	5.70	570.00	4187	418,700
	Removal of sliding material	m3	37,000	1.72	63,640.00	1094	40,478,000
	Excavation,structure & drain	m3	21,000	2.52	52,920.00	1810	38,010,000
	Excavation,drain channel	m3	20,000	1.26	25,200.00	905	18,100,000
	Embankment	m3	855,000	2.05	1,752,750.00	1463	1,250,865,000
	Backfill of structure	m3	3,500	2.05	7,175.00	1463	5,120,500
	Subgrade finishing	m3	1,617,000	0.44	711,480.00	295	477,015,000
	Improved subbase	m3	23,500	8.66	203,510.00	6537	153,619,500
	Improved subgrade material	m3	63,500	3.73	236,855.00	2776	176,276,000
	Selected subbase	m3,km	9,000,000	0.13	1,170,000.00	114	1,026,000,000
	Slope,grassing	m2	10,000	0.20	2,000.00	745	7,450,000
	Stone stairway	m3	200	0.00	0.00	34000	6,800,000
	Gabion	m3	2,500	58.16	145,400.00	24066	60,165,000
	Others(0%)	L.S.			0.00		0
	Subtotal of item 5.1				7,599,436.40		5,572,703,100
5.2	Pavement work						
	Bituminous surfacing	m2	150,000	0.87	130,500.00	1365	204,750,000
	Others(0%)				0.00		0
	Subtotal of item 5.2				130,500.00		204,750,000
5.3	Drainage work						
	Concrete,side drain	m3	2,000	57.30	114,600.00	50561	101,122,000
	Subdrain,perforated conc.pipe	m	15,000	0.00	0.00	11920	178,800,000
	Filter,subdrain	m3	17,700	17.66	312,582.00	24095	426,481,500
	Concrete pipe,dia.1.0m	m	600	4.63	2,778.00	162097	97,258,200
	Concrete pipe,dia.1.2m	m	280	5.91	1,654.80	197981	55,434,680
	Concrete,structure,culvert	m3	2,700	56.55	152,685.00	50538	136,452,600
	Form,structure	m2	3,000	2.95	8,850.00	16015	48,045,000
	Reinforcement	ton	9.2	337.27	3,102.88	585878	5,390,078
	Others(0%)	L.S.			0.00		0
	Subtotal of item 5.3				596,252.68		1,048,984,058
	Subtotal of item 5				8,326,189.08		6,826,437,158
	Total (Lot II)				31,779,783.96		20,197,982,133

## FIGURAS



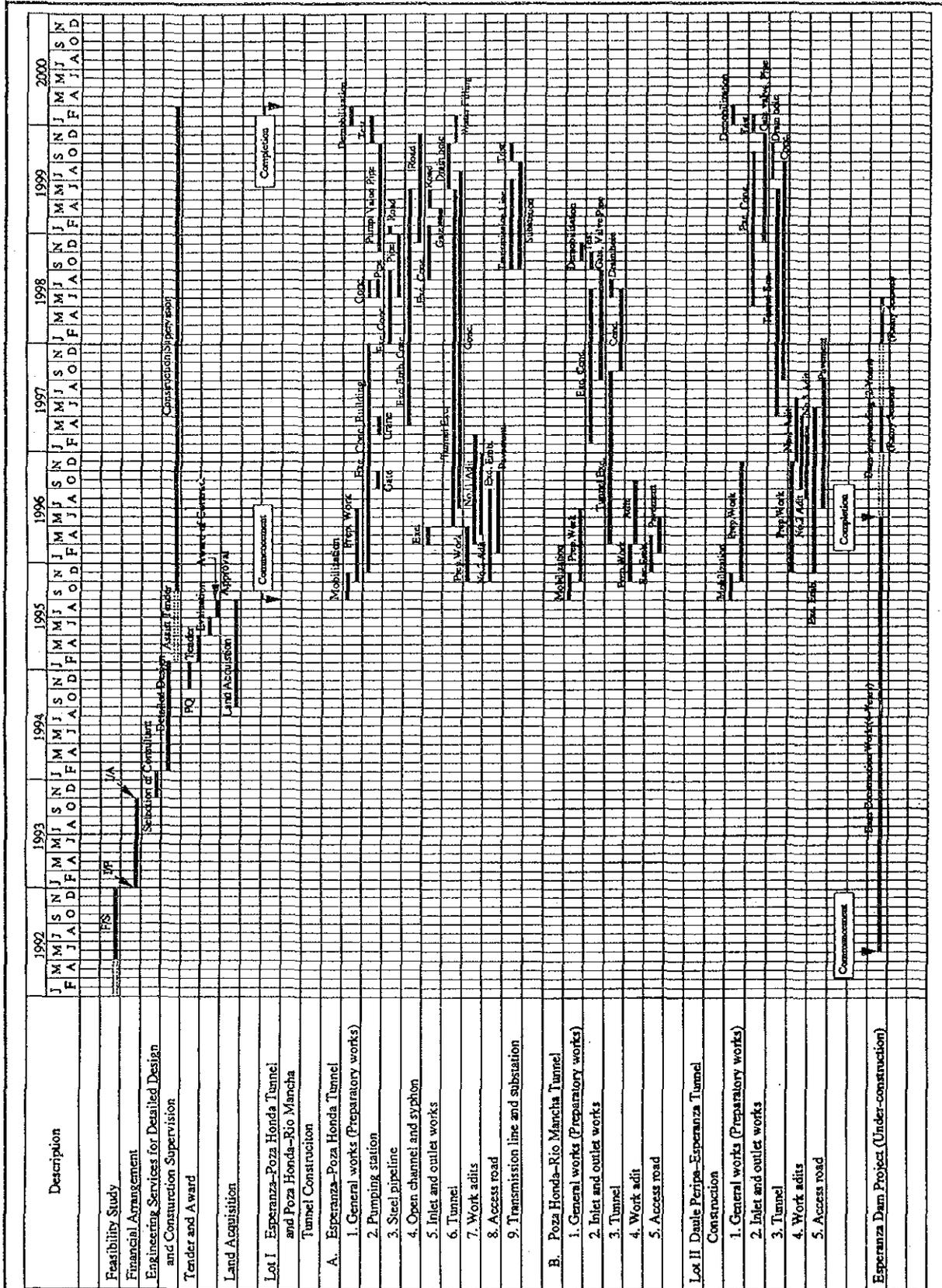


Fig. J.1 Cronograma de Construcción

GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF ECUADOR  
 CENTRO DE REHABILITACION DE MANABI (CRM)  
 THE FEASIBILITY STUDY ON THE WATER  
 RESOURCES DEVELOPMENT FOR  
 CHONE-PORTOVIEJO RIVER BASINS

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



**Informe Sectorial K**

**Estudio Ambiental**





## ANEXO K ESTUDIO AMBIENTAL

### TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION -----	K.1
1.1 Objetivos del Estudio Ambiental -----	K.1
1.2 Tratamiento del Estudio -----	K.2
2. EXAMEN AMBIENTAL INICIAL (EAI) -----	K.2
2.1 Generalidades -----	K.2
2.1.1 Metodología -----	K.2
2.1.2 Selección de los aspectos medioambientales.	K.3
2.2 Resultados del Examen Ambiental Inicial -----	K.5
2.2.1 Resumen del EAI -----	K.5
2.2.2 Conclusión del EAI -----	K.7
3. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA) -----	K.8
3.1 Aspectos Ambientales a ser Evaluados -----	K.8
3.2 Impactos sobre la Calidad del Agua en los Embalses La Esperanza y Poza Honda -----	K.9
3.2.1 Cambio de la calidad del agua debido al trasvase -----	K.9
3.2.2 Posibilidad de eutrofización del embalse.	K.11
3.3 Impactos Sobre el Régimen de Caudales de los Ríos	K.12
3.3.1 Puntos de predicción -----	K.12
3.3.2 Resultado del cambio de caudal del río ---	K.13
3.4 Impactos Sobre la Calidad del Agua en Ríos y Estuarios -----	K.14
3.4.1 Concepto de predicción de calidad del agua -----	K.14
3.4.2 Estimación de la carga de polución -----	K.15
3.4.3 Volumen de aguas servidas -----	K.17
3.4.4 Estimación del cambio de la carga de polución -----	K.18
3.4.5 Predicción del cambio de la calidad del agua -----	K.19
3.4.6 Evaluación -----	K.21
3.4.7 Acciones necesarias a ser tomadas -----	K.24
3.5 Impactos Sobre el Ecosistema y la Pesca -----	K.26
3.5.1 Posibles impactos sobre el ecosistema y la pesca -----	K.26
3.5.2 Impactos causados por el cambio de caudal en los ríos -----	K.27

Pág.

3.5.3	Impactos causados por el cambio de la calidad del agua -----	K.27
3.5.4	Impactos causados por la expansión de las camarónicas -----	K.28
3.5.5	Impactos sobre especies autóctonas -----	K.29
4.	PLAN DE MANEJO Y MONITOREO AMBIENTAL (PMMA) -----	K.31
4.1	Objetivos -----	K.31
4.2	Aspectos Institucionales -----	K.32
4.2.1	Estructura organizacional -----	K.32
4.2.2	Insumos necesarios -----	K.33
4.3	Aspectos Técnicos -----	K.34
4.3.1	Calidad del agua -----	K.35
4.3.2	Conservación del área circundante al embalse -----	K.37
4.3.3	Protección del ecosistema y de la pesca --	K.38
4.4	Estimación Indicativa de Costos -----	K.39
4.4.1	Costo para administración y operación ----	K.39
4.4.2	Costo para proyectos y programas -----	K.40
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	K.42
5.1	Resumen y Conclusión -----	K.42
5.2	Recomendaciones -----	K.46

## LISTA DE TABLAS

- |              |   |
|--------------|---|
| Tabla K.2.1  | Comparación relativa de las alternativas  |
| Tabla K.3.1  | Condiciones de calidad de agua del área de estudio  |
| Tabla K.3.2  | Estimación de la calidad del agua de los embalses Poza Honda y La Esperanza                 |
| Tabla K.3.3  | Posibilidad de eutrofización en los embalses La Esperanza y Poza Honda                      |
| Tabla K.3.4  | Condiciones actuales y futuras del caudal de los ríos en el área de estudio                 |
| Tabla K.3.5  | Carga unitaria de polución per cápita y calidad de las aguas servidas                       |
| Tabla K.3.6  | Estimación del volumen de aguas servidas a partir del abastecimiento de agua potable        |
| Tabla K.3.7  | Carga de polución debido al agua potable (aguas servidas sin tratamiento)                   |
| Tabla K.3.8  | Carga de polución a partir de la planta de tratamiento de aguas servidas                    |
| Tabla K.3.9  | Carga incremental a partir del servicio de agua potable                                     |
| Tabla K.3.10 | Carga de polución debido al agua de riego   |
| Tabla K.3.11 | Carga incremental de polución debido al cambio en el uso de la tierra                       |
| Tabla K.3.12 | Decremento de la carga de polución debido al cambio en las cabezas de ganado                |
| Tabla K.3.13 | Carga incremental de polución debido al área de riego                                       |
| Tabla K.3.14 | Cambio de carga debido al aporte de agua para acuicultura                                   |
| Tabla K.3.15 | Estimación de la carga incremental de polución debido al proyecto                           |
| Tabla K.3.16 | Predicción del caudal del río y de la calidad del agua en el 2020 (P-1, Simbocal)           |
| Tabla K.3.17 | Predicción del caudal del río y de la calidad del agua en el 2020 (P-2, estuario del Chone) |

### LISTA DE TABLAS (cont.)

- Tabla K.3.18 Predicción del caudal del río y de la calidad del agua en el 2020 (P-3, Guayaba)
- Tabla K.3.19 Predicción del caudal del río y de la calidad del agua en el 2020 (P-4, Portoviejo)
- Tabla K.3.20 Caudal adicional del río y su calidad y carga de polución

### LISTA DE FIGURAS

- Fig. K.3.1 Posibilidad de eutrofización
- Fig. K.3.2 Localización de las estaciones de muestreo de calidad de agua
- Fig. K.3.3 Diagrama esquemático del análisis de la carga de polución
- Fig. K.3.4 Area ecológica a ser protegida
- Fig. K.3.5 Estructura organizacional de la unidad del Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental (PMMA)

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Objetivos del Estudio Ambiental

El Estudio de Factibilidad para el Desarrollo de los Recursos Hidráulicos de las Cuencas de los Rios Chone y Portoviejo (el Proyecto) es el estudio posterior derivado de la recomendación del informe final del PHIMA en el año 1990, enfocado específicamente en el esquema de trasvase desde la actual presa Daule-Peripa hacia las cuencas de los rios Chone y Portoviejo. Este informe sectorial se ha preparado para mostrar el resultado de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) del Proyecto.

En las cuencas de los rios Chone y Portoviejo se han estudiado algunos proyectos para el desarrollo de los recursos hidricos; algunos de los cuales fueron construidos, otros están en construcción, y el resto se encuentra esperando por estudios posteriores para su implementación. Debido a que la EIA para cada proyecto se ha llevado a cabo, entonces, específicamente este estudio ambiental (el estudio) está conducido enfocando principalmente el esquema de trasvase. Por consiguiente, los objetivos del estudio son los siguientes:

- 1) Identificar los impactos esperados que causen efectos al ambiente debido al Proyecto,
- 2) Describir y cuantificar los impactos y evaluar la magnitud y/o significado de ellos,
- 3) Proveer los insumos o datos de entrada necesarios relativos al ambiente, para la formulación de un plan ambiental mente sólido y alternativo para el proyecto de trasvase,
- 4) Proponer contramedidas para la mitigación de los impactos significativos,
- 5) Preparar el marco organizacional para un manejo y monitoreo ambiental del proyecto, y
- 6) Evaluar la aceptabilidad del proyecto desde el punto de vista ambiental.

## **1.2 Tratamiento del Estudio**

Para el estudio se ha tomado en cuenta un proceso de tamizaje y aproximaciones sucesivas, debido a que éste asegura un ahorro de tiempo y costos para la implementación de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), y también porque es un tratamiento o método común de la EIA en los países en vías de desarrollo. Basado en este tratamiento, el estudio ha sido dividido en dos etapas: i) Etapa-1, Examen Ambiental Inicial (EAI) para evaluar las seis(6) alternativas propuestas del proyecto, ii) Etapa-2, una EIA detallada para determinar la aceptabilidad del plan alternativo seleccionado, tomando en consideración la magnitud de los impactos y específicamente para la proposición de posibles contramedidas.

En este contexto, para la etapa-1, el estudio cubre todas las áreas sujetas a recibir los efectos medioambientales causados por el Proyecto. En la etapa-2, el área de Estudio estará constituida por aquélla que va a ser seriamente afectada por la implementación del plan de desarrollo de los recursos hídricos seleccionado.

## **2. EXAMEN MEDIOAMBIENTAL INICIAL (EAI)**

### **2.1 Generalidades**

#### **2.1.1 Metodología**

El EAI está considerado como el método apropiado para lograr los objetivos durante la Etapa-1. El EAI es esencialmente un examen inicial de los efectos potenciales ambientales de las alternativas propuestas basado más que nada en la información preliminar que pueda ser obtenida fácilmente. El resultado del EAI, de esta manera, se convertirá en una de las herramientas más útiles para la selección de la alternativa más recomendable desde el punto de vista ambiental. Por otro lado, el EAI es la primera

aproximación de la EIA por medio de las aproximaciones sucesivas y la cual debe llevarse a cabo en este nivel de estudios para determinar si es necesario o no una EIA detallada en la Etapa-2.

El método de la lista de comprobación es aplicado como la herramienta básica del EAI en este estudio, debido a que se lo considera como un método inicial útil para la identificación de los impactos y la evaluación y significado de ellos. La lista de comprobación se la prepara utilizando los aspectos principales de los efectos ambientales como filas y los componentes más importantes del proyecto como columnas. Y los efectos esperados se evalúan desde la A hasta la C para cada alternativa, clasificándolos como positivos o negativos. Los aspectos de la lista de comprobación son seleccionados mediante el proceso de la discusión con la contraparte ecuatoriana, tomando en cuenta las características del Proyecto y las observaciones de JICA.

#### 2.1.2 Selección de los aspectos ambientales

Considerando los componentes más importantes del proyecto, los aspectos ambientales para el EAI fueron seleccionados de las acciones o aspectos concernientes a las presas, abastecimiento de agua, riego y proyectos de desarrollo pesquero. Los aspectos seleccionados deberían también reflejar las siguientes características del ambiente en el área de estudio, las cuales han surgido de la revisión de los datos existentes y de un reconocimiento de campo:

- a) Los impactos socioeconómicos causados por la presa Chirijos podrían traer efectos negativos con magnitud relativa alta.
- b) El proyecto mejoraría el caudal de los ríos, pero podría causar deterioro de la calidad del agua debido al incremento de aguas servidas.
- c) El proyecto mejoraría la calidad del agua de la presa Poza Honda mediante el trasvase desde la presa Daule-Peripa.

- d) La vegetación de la cuenca se la ha considerado bastante escasa, y no existen áreas de reserva, tales como parques nacionales, reservas silvestres y refugios de caza. De este modo, los impactos sobre ecosistemas terrestres de interés tendrían una magnitud relativamente baja.
- e) Los bosques de manglar, localizados en la desembocadura del río Chone, han sido sobreexplotados por tantos años que en la actualidad apenas existen.
- f) La navegación interna no es común en los ríos, pues, un cambio en los caudales de aquéllos no causaría impacto alguno en la navegación.

De acuerdo al informe más reciente del EAI para el proyecto, denominado "PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO DE LOS RECURSOS HIDRICOS DE LA PROVINCIA DE MANABI, ANEXOS II, AMBIENTAL (1990) JICA". Aún cuando este informe concluyó que el proyecto causaría más impactos positivos que negativos, el mismo recomendó una profundización posterior y estudios cuantitativos relativos al deterioro de la calidad de las aguas de los ríos y a los impactos socioeconómicos causados por los proyectos de presa propuestos. Los siguientes aspectos fueron seleccionados para la evaluación de los impactos causados por el proyecto.

- Regulación de los caudales de los ríos,
- Modificación del patrón de uso de la tierra,
- Impactos debidos al control de inundaciones,
- Eutrofización de los embalses,
- Deterioro de la calidad del agua,
- Erosión y arrastre de sedimentos,
- Pérdida de patrimonios culturales y naturales,
- Impactos socioeconómicos, y
- Enfermedades parasitarias inducidas por el medio acuático.

En base a la información mencionada arriba, se seleccionaron diecinueve(19) aspectos ambientales para una evaluación comparativa de las alternativas. Los aspectos seleccionados se muestran en la Tabla K.2.1.

## 2.2 Resultados del EAI

### 2.2.1 Resumen del EAI

Debido a que el estudio ambiental previo concluyó explícitamente en la justificación del Proyecto, este estudio se lo lleva a cabo enfocándolo desde el punto de vista del ambiente, para la evaluación de las seis(6) alternativas propuestas así como para la determinación de los impactos ambientales causados por el Proyecto. La consideración detallada del EAI se describe en el informe intermedio del Proyecto entregado por el Equipo de Estudio de JICA en Marzo de 1992. Al respecto, debe notarse que pueden existir algunas discrepancias en los valores preestablecidos, tales como caudal del río y calidad del agua entre el EAI y la EIA. Pero esto no es inusual debido a que es una consecuencia de las diferencias en la profundización del estudio. El resultado del EAI se muestra en la Tabla K.2.1 y su resumen se lo da a continuación:

#### (1) Aspectos relativos a la localización del Proyecto

Los efectos negativos más importantes sobre el ambiente son los relacionados con la construcción de la presa, especialmente en términos de reasentamiento de la población desplazada y la pérdida de tierras agrícolas en la zona propuesta del embalse. Un estudio de campo preliminar revela que cerca de 1.870 personas, que viven bajo la cota 130 m, necesitan ser desplazadas y que aproximadamente 861 ha de área cultivable, incluyendo pastizales, estarían sumergidas debido a la construcción de la Presa Chirijos. Por otro lado, proveer agua potable a las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, es uno de los objetivos del Proyecto, de tal manera que es inevitable el crecimiento del volumen de aguas servidas en todas las alternativas. Por lo tanto, las alternativas que incluyen un esquema de presa provocarían una mayor magnitud de impactos sobre el ambiente.

## (2) Aspectos durante la etapa de construcción

Durante la etapa de construcción, no se esperan impactos ambientales serios, debido a que alrededor del área del Proyecto no existen ecosistemas preciosos ni áreas estéticamente atractivas. Aunque se podría considerar algo de erosión y arrastre de sedimentos, la magnitud de este impacto podría reducirse aplicando métodos de construcción apropiados tales como una laguna de sedimentación, revestimiento con especies vegetales de zonas de préstamo y taludes de carreteras. En esta forma, no se encontraría diferencias entre las alternativas.

## (3) Aspectos resultantes de la operación del Proyecto

Durante la fase de operación se podrían esperar varios tipos de efectos positivos y negativos, causados por las alternativas de trasvase. Los tres aspectos ambientales mayores que podrían tener una alta magnitud de impactos, son: un cambio en el caudal del río, un cambio de la calidad del agua y un impacto sobre la eutrofización de los embalses existentes y propuestos.

Debido a que el Proyecto definitivamente aumenta la carga de polución a causa del abastecimiento de agua con fines domésticos, agrícola y de acuacultura, el deterioro de la calidad del agua es considerado inevitable en los ríos Chone y Portoviejo. El resultado de la evaluación de la calidad del agua muestra que el nivel de deterioro podría ser serio en la mayoría de las alternativas, si es que la tasa de dilución del sistema de aguas servidas no se mejora durante el periodo de 1990 al 2020, y que las alternativas que podrían causar una magnitud relativamente alta de impactos son las alternativas 1, 2 y 4.

Por otro lado las alternativas 1, 2, 5 y 6 tienen un plan para trasvasar agua desde la presa Daule-Peripa hacia la presa Poza Honda a través de la presa La Esperanza o directamente desde el río Daule, aguas abajo de la presa Daule-Peripa. Este plan

mejorarla la calidad del agua en la presa Poza Honda, y contribuir a prevenir la eutrofización del embalse por medio de la dilución de la concentración de nutrientes y acortando el periodo de retención del embalse.

Aunque la posibilidad de eutrofización en la presa Chirijos no se puede evaluar precisamente debido a la no disponibilidad de datos sobre calidad de agua, ésta podría ser algo grande si consideramos su largo periodo de retención (menor de una vez al año) y las condiciones actuales de la presa Poza Honda.

Una de las especies piscícolas de gran valor económico, Dormitator latifrons, conocida localmente como "Chame", existe en el área aguas abajo del río Chone. Aunque se esperaría algún impacto debido al proyecto sobre el hábitat de dicho pez y sobre la población que lo pesca, la magnitud de tales impactos no es tan seria, debido a que el chame tiene una alta capacidad de tolerar el deterioro de la calidad del agua, y el proyecto asegura un caudal del río para satisfacer ecológicamente el caudal necesario de mantenimiento y la demanda de agua para acuicultura, es decir, las camaroneras, en el área de la desembocadura del río.

#### 2.2.2 Conclusión del EAI

1) Entre las alternativas, las más recomendables son: la Alternativa-3, la 5 y la 6, y por otro lado la menos recomendable es la Alternativa-4.

2) El deterioro de la calidad del agua podría ser, de algún modo, serio en las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, debido principalmente a la carga de polución originada por el uso doméstico y agrícola del agua. Esto significa que el desarrollo de los sistemas de tratamiento de aguas servidas deben ser imprescindibles para prevenir el deterioro de la calidad del agua de los ríos.

3) El incremento del caudal promedio del río podría ocurrir principalmente en el río Portoviejo, pero éste se vería mermado en el río Carrizal y en la desembocadura del río Chone. Sin embargo, el caudal proyectado podría ser mejorado en la estación seca, esto debe ser reevaluado en base a los datos de caudales mensuales en la siguiente fase de estudio de la EIA.

4) Los aspectos ambientales a ser analizados más detalladamente en la siguiente fase (EIA), durante la etapa del estudio, se detallan a continuación:

- i) Impactos socioeconómicos en términos de reasentamiento,
- ii) Cambios del caudal de los ríos, y
- iii) Deterioro de la calidad del agua en los ríos.

### **3. EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)**

#### **3.1 Aspectos ambientales a ser evaluados**

##### **(1) Selección del Plan Alternativo**

En base a los resultados del estudio amplio desarrollado en la fase-1, la alternativa-5 (Alt-5), habiendo recibido la evaluación como de alta prioridad desde el punto de vista ambiental, fue seleccionada como el plan más óptimo de esquema de trasvase en el informe intermedio suministrado al Gobierno del Ecuador (GOE) en Marzo de 1992. La Alt-5 es un plan para trasvasar agua desde la presa Daule-Peripa hasta la presa La Esperanza, desde La Esperanza hacia la presa Poza Honda, y desde la presa Poza Honda hasta el río Chico, en lugar de la construcción de la Presa Chirijos. De esta manera, los impactos socioeconómicos relativos al reasentamiento son omitidos en esta EIA.

## (2) Aspectos ambientales a ser evaluados

Tomando en cuenta la forma del Proyecto de la Alt.-5 y los resultados del EAI en la fase-1, los siguientes aspectos son seleccionados como los más relevantes para sobre ellos conducir una EIA muy cuidadosamente:

- a) Impactos sobre calidad del agua en la presa La Esperanza y en la presa Poza Honda, causados por efecto del trasvase de agua desde la presa Daule-Peripa,
- b) Impactos sobre el actual régimen de caudales de los ríos Chone y Portoviejo,
- c) Impactos sobre la calidad del agua en los ríos Chone y Portoviejo y sus estuarios, e
- d) Impactos sobre la pesca y ecosistemas de los ríos y estuarios causados por un cambio de la calidad del agua y por un cambio del caudal de los ríos.

### **3.2 Impactos Sobre la Calidad del Agua en los Embalses La Esperanza y Poza Honda**

#### **3.2.1 Cambio de la calidad del agua debido al trasvase**

En el caso de la Alt-5, la presa La Esperanza recibe agua derivada de la presa Daule-Peripa, y provee agua a la parte baja de los ríos Chone y Carrizal para abastecer agua potable, para riego y para fines de acuacultura. Más aún, el agua de la presa La Esperanza es trasvasada hacia la presa Poza Honda para proveer agua suficiente a los ríos Portoviejo y Chico con los mismos propósitos. Así, la predicción de la calidad del agua en las presas La Esperanza y Poza Honda es muy importante para aclarar los impactos no solamente en los propios embalses sino también en las áreas localizadas aguas abajo de éstos.

(1) Concepto de predicción de la calidad del agua

La calidad del agua de la presa La Esperanza está determinada principalmente por la calidad y cantidad del agua derivada desde la presa Daule-Peripa, y aquéllas correspondientes a la escorrentía de su cuenca aportante. De esta forma, la calidad del agua de la presa La Esperanza (C2) podría estimarse mediante la siguiente ecuación:

$$C2 = (L0 + L1) / (Q0 + Q1) = (Q0 \times C0 + Q1 \times C1) / (Q0 + Q1)$$

donde:

L0, Q0: carga y volumen proveniente de la presa Daule-Peripa

C0 : calidad del agua derivada,

L1, Q1: carga y escorrentía anual hacia la presa La Esperanza, y

C1 : calidad del agua de la cuenca aportante.

También la calidad del agua de la presa Poza Honda es calculada con el mismo método. En este caso, L0, Q0 y C0 deberán ser los correspondientes a la presa La Esperanza.

(2) Predicción de la calidad del agua

Las condiciones actuales de calidad del agua en las presas Daule-Peripa, La Esperanza y Poza Honda, se muestran en la Tabla K.3.1. En base a esos datos, la calidad de agua en el futuro es prevista utilizando la ecuación mencionada arriba, y el resultado se muestra en la Tabla K.3.2.

La calidad del agua, en el futuro, en la presa La Esperanza sería mejor que aquélla de la Presa Daule-Peripa en términos de BOD y COD, pero peor en términos de T-N y T-P. En la presa Poza Honda, la calidad del agua podría ser mejorada excepto, solamente, por el T-N. De estos resultados, no se esperaría la ocurrencia de impactos significativos, aunque se espera que

podría ocurrir alguna eutrofización en la presa La Esperanza.

### 3.2.2 Posibilidad de eutrofización del embalse

El potencial de eutrofización depende normalmente de la aportación de nutrientes y de las características del embalse. Basado en la calidad de agua prevista, en valores T-P, la posibilidad de eutrofización del embalse es analizada utilizando el concepto del modelo de Vollenweider descrito a continuación. El resultado se muestra en la Tabla K.3.3 y Fig. K.3.1

$$L_p = [P] \times (Z \times r + Z \times V_p)$$

donde:

$L_p$ (g/m <sup>2</sup> /y)	: Carga superficial anual de fósforo, expresado como L/A
$L$ (t/y)	: Carga aportante anual de fósforo, expresado como $Q \times C$
$Q$ (MCM/y), $P$ (mg/l)	: Volumen aportante anual y concentración de fósforo del agua aportante
$A$ (km <sup>2</sup> )	: Area superficial del embalse
$Z$ (m)	: Profundidad promedio del embalse, dado por $V/A$
$V$ (MCM)	: Volumen de almacenamiento total del embalse
$r$ (times/y)	: Tiempo de retención, dado por $Q/V$ , y
$V_p$ (m)	: Coeficiente de velocidad de sedimentación

Las posibilidades de eutrofización de las presas La Esperanza y Poza Honda son en alto grado probables, aún si el proyecto de trasvase pudiera mejorar el periodo de retención de los embalses. Tanto la presa Daule-Peripa (construida en 1987) como la presa Poza Honda (construida en 1971) presentan condiciones eutróficas, basándose en los datos de calidad del agua y la alta producción potencial de fitoplancton, especialmente en la estación seca. Por lo tanto, la presa La Esperanza podría presentar similares condiciones eutróficas como aquellas otras.

Debido, principalmente, a dificultades de orden práctico, desafortunadamente no se pueden considerar contramedidas efectivas y eficientes para evitar la eutrofización, entonces, un manejo a largo plazo del embalse, para resolver los problemas causados por la eutrofización, serían necesarios bajo un buen Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental (PMMA) para el Proyecto.

### 3.3 Impacto Sobre el Régimen de Caudales de los Ríos

El Proyecto definitivamente trae consigo un cambio en los caudales de los ríos Chone y Portoviejo, debido principalmente al trasvase de aguas desde la presa Daule-Peripa y al uso del agua para varios tipos de propósitos. Así, es necesario calcular los cambios de caudales de los ríos, cualitativamente, en las condiciones con y sin el Proyecto para la evaluación de los impactos causados por el Proyecto. En el caso de la Alt-5, se ha planificado trasvasar 500 millones de metros cúbicos de agua desde la presa Daule-Peripa hacia la presa La Esperanza, y finalmente 400 MMC de agua desde esta última hacia la Presa Poza Honda. Esto significa que el río Portoviejo recibirá más cantidad de agua que la presa La Esperanza, y las condiciones del caudal del río Portoviejo se mejorarían considerablemente.

#### 3.3.1 Puntos de predicción

Debido a que un cambio en el régimen de caudal de los ríos tiene una relación estrecha con las condiciones de calidad de agua en el futuro en los ríos Chone y Portoviejo, las siguientes 6 estaciones son seleccionadas como puntos de predicción de un cambio de caudal del río en el caso de la Alt-5. La localización de éstos se muestra en la Fig. K.3.2.

- a) Desembocadura del río Chone (St.12 Simbocal)
- b) Aguas arriba del río Chone (St. 13 H. Saida)
- c) Río Carrizal (St. 14 Bachillero)
- d) Aguas abajo del río Portoviejo (St.1 Darío Guevara)
- e) Aguas arriba del río Portoviejo (St. 3 Portoviejo)
- f) Río Chico (St. 6 Río Chico)

### 3.3.2 Resultado del cambio de caudal del río

La Tabla K.3.4 muestra los caudales actuales y futuros calculados mediante el modelo matemático hidrológico, utilizado en el Estudio de Balance Hidráulico en este Proyecto.

En la estación lluviosa, el caudal del río Chone se reduciría en un 20% en el área de la desembocadura, y para el caso del río Carrizal su caudal se reduciría en un 40% debido principalmente al control de inundaciones operado por la presa La Esperanza. Ya que el río Chone tiene abundante escorrentía durante la estación lluviosa, el grado de cambio de su caudal no se esperaría que origine impactos ambientales significativos. Incluso en el caso del río Carrizal, el caudal medio durante la estación lluviosa podría reducirse desde 94 m<sup>3</sup>/s hasta 53 m<sup>3</sup>/s solamente. Mientras que en la estación seca, un mejoramiento extraordinario de los caudales se esperaría tanto en el río Chone como en el río Carrizal. Consecuentemente, los impactos causados por la variación de caudales en los ríos no causarían efectos de consideración sobre el ambiente, tanto en los ríos como en los estuarios.

Periodo	Cambio de Caudal en los Ríos					
	(1) Desemb.	Río Chone		Río Portoviejo		
		(2) AA.Arr.	(3) R. Carriz.	(4) AA.Ab.	(5) AA.Arr.	(6) R. Chico
a) Lluvioso (%)	-23	+1	-44	+8	-4	+14
b) Seco (%)	+143	+23	+312	+139	+83	+194
c) Anual (%)	-12	+2	-20	+19	+4	+26

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

### 3.4 Impactos Sobre la Calidad del Agua en Ríos y Estuarios

#### 3.4.1 Concepto de predicción de la calidad del agua

El proyecto contempla el abastecimiento de agua para fines domésticos, de riego y acuicultura, mediante el trasvase de aguas desde la Presa Daule Peripa. Así, los impactos sobre la calidad del agua que se pueden prever son aquéllos causados principalmente a la carga de polución adicional provocada por dichos usos. Para aclarar los impactos sobre la calidad del agua en los ríos, se ha aplicado un enfoque cualitativo para descubrir el grado de deterioro de la calidad del agua en los ríos Chone y Portoviejo utilizando un concepto de análisis de la carga de polución.

El río Chone puede ser dividido en dos sectores desde el punto de vista del cambio de la calidad del agua, llámense éstos: 1) Tramo medio del río Chone (por el punto de confluencia de los ríos Chone y Carrizal), y 2) Área estuarina del río Chone. Mientras que al río Portoviejo también se lo divide en dos sectores, que son: 3) Tramo medio del río Portoviejo (por el punto de confluencia con el río Chico), y 4) Tramo inferior del río Portoviejo. Tomando la ubicación de los cuerpos de agua mencionados arriba, los siguientes 4 puntos se han seleccionado como puntos de predicción de calidad de agua. La Fig. K.3.3 muestra la ubicación de los cuatro puntos de predicción y el diagrama esquemático del análisis de la calidad del agua.

- P-1: Simbocal (aguas abajo del punto de confluencia entre el río Chone y el río Carrizal),
- P-2: Punta Prieta (tramo medio del área estuarina del río Chone),
- P-3: Guayaba (aguas abajo del punto de confluencia entre el río Chico y el río Portoviejo), y
- P-4: Darío Guevara (tramo inferior del río Portoviejo).

### 3.4.2 Estimación de la carga de polución

#### (1) Unidad de carga de polución

Se han seleccionado cuatro parámetros de calidad, llámense éstos BOD, COD, T-N y T-P, como los índices para la evaluación del cambio de la calidad del agua causado por el Proyecto, debido a que éstos son los aspectos más comunes, desde el punto de vista de la disponibilidad de datos básicos para la EIA, y a que no existen grandes industrias que puedan causar contaminación del agua debido a sustancias peligrosas dentro del área de estudio.

#### a) Aporte de las aguas servidas

La unidad de carga de polución per-cápita y la calidad de las aguas servidas en términos de BOD, COD, T-N y T-P se muestran en la Tabla K.3.5 basado en los datos obtenidos del IEOS y de "A GUIDELINE FOR INTEGRATED BASIN-WIDE SEWERAGE SYSTEM DEVELOPMENT, 1983, MINISTRY OF CONSTRUCTION IN JAPAN". Ya que esta unidad de carga depende del estándar de vida de la población local, la misma ha sido ajustada por el Equipo de Estudio de JICA considerando la actual tasa de abastecimiento de agua potable y la tasa de consumo unitario de agua.

La calidad de las aguas servidas se la calcula dividiendo la unidad de carga per-cápita para el volumen per-cápita de aguas servidas. El volumen per-cápita de aguas servidas se asume en un 40% y 65% de la demanda per-cápita de agua potable en 1990 y en el 2020 en este estudio.

Solamente en Portoviejo existe una planta de tratamiento de aguas servidas con una capacidad de 6.500 m<sup>3</sup>/d. Esta cubre aproximadamente el 18% de la población urbana de Portoviejo. De esta manera, la carga de la planta de tratamiento va a ser calculada multiplicando la calidad y el volumen de las aguas servidas tratadas. Las aguas servidas se tratan en una laguna y luego se descargan hacia los cuerpos de agua públicos. Así, una

tasa de reducción de la carga de polución se ha estimado en un 50% en BOD, 40% en COD, y 30% en T-N y T-P basado en los datos e información obtenidos del IEOS.

b) Aporte del riego

Debido a que un cambio en la carga de polución provocado por el desarrollo de la agricultura es usualmente manifestado por el cambio en el uso de la tierra en el área del Proyecto, el ajuste de la unidad de carga de polución por uso de la tierra es necesario para calcular el cambio de la carga de polución debido al Proyecto. Por cuanto en el Ecuador no se tienen datos relativos a la unidad de carga de polución por la agricultura, las siguientes unidades de carga, usadas comúnmente en el Japón, son aplicadas en este estudio:

Uso de la Tierra	Unidad de carga (kg/ha/año)			
	BOD	COD	T-N	T-P
1) Arrozal	82	102	32	3,2
2) Pastizal	59	106	14	1,6
3) Cultivo perenne	14	18	73	0,7
4) Cultivos de ciclo corto	20	26	28	0,9
5) Otros (bosques, etc.)	12	15	2	0,4

Fuente: INTEGRATED WATER QUALITY CONTROL IN LAKES,  
MINISTRY OF CONSTRUCTION JAPAN, 1987

En la actualidad, un tipo de finca común es la hacienda ganadera y gran cantidad de ganado es criado en el área de riego propuesta. El pasto existente en el área del Proyecto se ha planificado para ser convertido en tierras aptas para riego, de tal manera que la carga de polución, debido al ganado, disminuirá por el Proyecto. Así, la carga producida por el ganado se ha estimado utilizando las siguientes unidades de carga usadas comúnmente en el Japón.

Tipo	Unidad de carga de polución (kg/cabeza/año)			
	BOD	COD	T-N	T-P
- Ganado	234	193	138	20

Fuente: GUIDELINES FOR INTEGRATED BASIN-WIDEN SEWERAGE SYSTEM,  
MINISTRY OF CONSTRUCTION JAPAN, 1986

#### c) Aporte del agua de camaroneras

Los cultivos semi-extensivos y semi-intensivos de camarones se vienen desarrollando en los estuarios de los ríos Chone y Portoviejo. De acuerdo con el informe intermedio del Proyecto, existe un área potencial de expansión de estas actividades de 450 ha en el río Chone, aunque ningún potencial en el río Portoviejo. Entonces, se necesita de una unidad de polución por camaronera para estimar las cargas actuales y futuras de polución provenientes de las piscinas camaroneras. Debido a que no se tiene en el Ecuador ningún dato disponible referente a la unidad de carga de polución de una camaronera, actualmente, los datos de un muestreo de calidad del agua, que se dan en la Tabla K.3.1, son aplicados para el cálculo de las cargas de polución en este estudio.

### 3.4.3 Volumen de aguas residuales

#### a) Aguas servidas

Basado en los datos relativos a la población servida y a la proyección de la población descrita en el informe intermedio, el volumen de aguas servidas es calculado multiplicando el aporte unitario de aguas servidas y la población cubierta por el servicio tanto en 1990 como en el 2020. Los resultados se muestran en la Tabla K.3.6.

b) Agua descargada desde el área de riego

Si consideramos la evapotranspiración y la permeabilidad del suelo en el área de estudio, el volumen del agua drenada desde el área de riego (flujo de retorno), se asume en un 20% del requerimiento de agua de cada área de riego.

c) Agua descargada desde las camaroneras

Basado en los datos de una forma común de camaronera y de su tasa de renovación de agua (10%), el volumen de agua drenada desde las camaroneras se estima y se muestra en la Tabla K.3.14.

### 3.4.4 Estimación del cambio de la carga de polución

a) Cambio de carga debido al abastecimiento de agua

Dos fuentes principales tienen que ser consideradas para la estimación de la carga de polución debido al abastecimiento de agua, denominados una carga por aguas servidas no tratada y una carga por aguas servidas tratada. Debido a que no existe ningún plan concreto de mejoramiento del sistema de tratamiento de las aguas servidas en el área del proyecto, la carga se la estima bajo las mismas condiciones de los sistemas actuales de tratamiento. Los resultados se muestran en las Tablas K.3.7 y K.3.8. Más aún, la mayoría de las ciudades no tienen suficientes canales y drenajes para la conducción de las aguas servidas. Así, solamente el 70% de la carga proveniente de las aguas servidas no tratadas se asumen que son descargadas hacia los cuerpos de agua públicos. El resultado de la carga incremental de polución, proveniente del abastecimiento de agua desde 1990 hasta el 2020, se muestra en la Tabla K.3.9.

b) Cambio de carga debido al agua de riego utilizada para la Agricultura.

Al respecto de la carga proveniente del agua del riego, tres

fuentes de polución, denominadas carga del agua para riego, carga por el cambio en el uso de la tierra, y carga debido al ganado, tienen que ser consideradas para el cálculo de la carga incremental de polución. La carga del agua para riego depende de la calidad de agua de las fuentes, tales como las presas La Esperanza y Poza Honda. De tal manera que para este estudio estos datos previsibles de calidad del agua son utilizados para la estimación de la carga debido al riego. Los resultados se muestran en las Tablas K.3.10 a K.3.12. La carga incremental por el área del riego se muestra en la Tabla K.3.13.

c) Cambio de carga por abastecimiento de agua a las camaroneras

Aunque gran cantidad de agua fresca, provista por el Proyecto, será utilizada en las actuales camaroneras, la carga total proveniente de éstas se espera sea la misma debido a que la cantidad total de nutrientes aplicada ahora no cambiará, incluso después de recibir agua fresca del Proyecto. Por consiguiente, solamente la carga proveniente de las áreas potenciales de camaroneras es considerada la fuente que causará una carga adicional de polución debido al Proyecto. Así, la carga de 450 ha de áreas potenciales de camaroneras en la zona del estuario del río Chone es calculada en este Estudio. El resultado se muestra en la Tabla K.3.14.

d) Carga incremental total causada por el Proyecto

La carga incremental de polución total, causada por el proyecto, es estimada al sumar los resultados mencionados arriba y resumidos en la Tabla K.3.15.

### 3.4.5 Predicción del cambio de la calidad del agua

(1) Simbocal (P-1)

La calidad del agua en el futuro para el sitio Simbocal

(P-1) en el tramo medio del río Chone (C3') en el 2020 puede estimarse por la siguiente ecuación, y el resultado se muestra en la Tabla K.3.16.

$$C3' = (L3 + L3')/Q3' = (L3 + L1 + L2)/Q3'$$

donde:

- L1, L2: carga incremental proveniente del abastecimiento de agua de riego y municipal,
- L3: carga existente del caudal del río,
- L3' : carga futura adicional del caudal del río (L1 + L2),
- Q3' : volumen futuro del río

### (2) Punta Prieta (P-2)

La calidad futura del agua en el punto P-2 (C5') puede ser predicha por la siguiente ecuación, y el resultado se muestra en la Tabla K.3.17.

$$C5' = (L3' + L4 + Ls)/(Q3' + Q4 + Qs)$$

donde:

- L3' : carga futura del caudal del río
- L4 : carga de las camaroneras potenciales
- Ls, Qs: carga y volumen por la acción de la marea

### (3) Guayaba (P-3)

La calidad del agua en el sitio Guayaba (P-3) en el tramo medio del río Portoviejo (C8') en el 2020 puede ser estimada por la siguiente ecuación, y el resultado se muestra en la Tabla K.3.18.

$$C8' = (L8 + L8')/Q8' = (L8 + L6 + L7)/Q8'$$

donde:

- L6, L7: carga incremental del riego y del abastecimiento municipal de agua
- L8 : carga existente debido al caudal del río
- L8' : carga futura adicional debido al caudal del río (L6 + L7)
- Q8' : volumen futuro del río

#### (4) Dario Guevara (P-4)

La calidad futura del agua en el punto Dario Guevara (P-4), en el tramo inferior del río Portoviejo (C11'), puede ser predicha por la siguiente ecuación, y el resultado se muestra en la Tabla K.3.19.

$$C11' = (L8 + L8' + L9 + L10)/(Q8' + Q9 + Q10)$$

donde:

- L9, L10: carga incremental debido al abastecimiento de agua para el riego y doméstico
- Q9, Q10 : descarga incremental del riego y del consumo doméstico
- L8 : carga actual proveniente del caudal del río
- L8' : carga futura adicional proveniente del caudal del río (L9 + L10)
- Q8' : volumen futuro del río.

#### 3.4.6 Evaluación

Los resultados de la predicción de la calidad del agua se resumen de aquí en adelante.

Resultado de la predicción de la calidad del agua (unidad: mg/l)

Punto de predicción	BOD		COD		T-N		T-P	
	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.
I. P-1								
a) E.Lluviosa	2,50	6,29	6,60	12,19	0,80	1,34	0,08	0,23
b) E.Seca	8,00	13,32	16,00	13,90	2,00	2,98	0,21	0,42
c) Promedio	5,25	7,59	11,30	12,51	1,40	1,64	0,15	0,27
II. P-2								
a) E.Lluviosa	2,50	5,09	6,60	9,26	0,80	1,10	0,08	0,18
b) E.Seca	8,00	5,59	16,00	7,74	2,00	1,24	0,21	0,18
c) Promedio	5,25	5,28	11,30	8,68	1,40	1,16	0,15	0,18
III. P-3								
a) E.Lluviosa	3,00	7,43	6,50	9,43	0,50	1,77	0,09	0,20
b) E.Seca	6,40	22,42	12,00	15,12	1,00	4,65	0,18	0,65
c) Promedio	4,70	10,09	9,25	10,44	0,75	2,28	0,14	0,28
IV. P-4								
a) E.Lluviosa	3,00	8,02	6,50	9,94	0,50	1,89	0,09	0,22
b) E.Seca	6,40	23,67	12,00	16,86	1,00	4,89	0,18	0,69
c) Promedio	4,70	10,96	9,25	11,24	0,75	2,45	0,14	0,30

Fuente : Equipo de Estudio de JICA

En el punto P-1 del tramo inferior del río Chone, la calidad futura del agua sería ligeramente inferior a aquélla de la condición actual, incluso con el extraordinario incremento del caudal del río en la época seca. Pero el impacto sobre el ambiente no sería grave debido a que los valores sobre la calidad futura del agua se consideran como aceptables para la actividad de acuacultura.

Mientras tanto, en el área estuarina del río Chone, en el punto P-2, la calidad futura del agua sería casi similar a la calidad de las actuales condiciones, debido principalmente al mejoramiento del caudal del río en la estación seca. Más aún, la calidad del agua en términos de BOD debería ser mejor que aquélla

estimada, ya que la capacidad de auto-purificación no se tomó en cuenta en esta predicción. Cuando se asume un coeficiente de autopurificación de 0,1, la calidad futura del agua, en términos de BOD, en el punto P-2 podría ser solamente 50% del valor predicho si utilizamos la siguiente ecuación de Streeter-Phelph. Así, ningún impacto significativo podría ocurrir sobre el ambiente por el cambio en la calidad del agua en el río Chone.

$$C3'' = C3' \times \exp(-kt)$$

donde:

C3'' : calidad futura con capacidad de autopurificación,

C3' : calidad futura del agua que se había previsto,

K : coeficiente de autopurificación  
(se ha utilizado  $k=0,1$  en este estudio),

t : tiempo (hora) para alcanzar P-2 desde P-1  
( $t = 5\text{km}/0,2(\text{m/s})/3.600 = 7$  horas)

En el río Portoviejo, el deterioro de la calidad del agua podría ser serio debido principalmente a la descarga de aguas servidas desde la ciudad de Portoviejo. Por ejemplo, el valor de BOD en la estación seca podría ser de casi 4 veces a aquel que se observa actualmente, y también los valores predichos podrían ser considerablemente mayores, más que 22 mg/l. En otras palabras, el río Portoviejo podría tornarse un canal de aguas servidas en el 2020, especialmente en la estación seca. Así, los impactos sobre el ambiente podrían ser significativos, y ello puede causar efectos negativos sobre el plan de construcción de la planta de tratamiento de agua potable en El Ceibal. Consecuentemente, se recomienda, enfáticamente, mejorar el actual sistema de alcantarillado en la ciudad de Portoviejo.

En la desembocadura del río Portoviejo, en el punto P-4 Darío Guevara, las condiciones de calidad futura del agua serían las mismas del punto P-3. Sin embargo, el valor del BOD podría

ser cerca del 60% de aquél predicho cuando sea considerada una capacidad de autopurificación en tal predicción. Pero de todas formas, el impacto causado por el deterioro de la calidad del agua sería significativo en el río Portoviejo, incluso con el extraordinario mejoramiento del caudal del río debido al Proyecto.

#### 3.4.7 Acciones necesarias a ser tomadas

Como se mencionó en la sección previa, el deterioro de la calidad del agua en la parte baja del río Portoviejo podría ser grave. Las siguientes acciones son enfáticamente recomendadas para mitigar la magnitud del impacto y para evitar futuros problemas con respecto a la utilización del agua del río.

- (1) Cambiar el sitio de toma de agua de la planta de tratamiento El Ceibal.

El CRM en la actualidad procede a construir una nueva planta de tratamiento de agua, la cual tiene una capacidad de producción de 90.000 m<sup>3</sup>/día, que se denomina planta de tratamiento El Ceibal, perteneciente al sistema de Poza Honda. Se ha planeado tomar el agua cruda para esta planta del río Portoviejo cerca de Rocafuerte. Sin embargo, problemas concernientes al tratamiento del agua potable podrían esperarse debido al serio deterioro de la calidad del agua del río portoviejo. De esta manera, podría ser necesario cambiar el sitio de toma de agua planificado desde el río Portoviejo hacia otras áreas, permitiéndose tomar agua cruda de mejor calidad.

El río Chico puede ser una de las opciones de fuente de agua cruda. La calidad futura del agua en el río Chico, en la parte aguas arriba de su confluencia con el río Portoviejo, se ha estimado mediante el mismo método aplicado para los demás puntos de predicción, y se muestra de aquí en adelante. La calidad futura del agua puede ser un poco mejor que aquélla del río Portoviejo. Más aún, el río Chico tiene menos posibilidad de

deterioro de calidad de agua en su cuenca. Por lo tanto, es recomendable utilizar al río Chico como una mejor fuente de agua cruda para la Planta de Tratamiento El Ceibal.

Resultado de la predicción de la calidad del agua (unidad: mg/l)

Río Chico	BOD		COD		T-N		T-P	
	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.	Exist.	Futur.
a) E.Lluviosa	4,00	5,07	8,50	8,46	0,60	0,83	0,08	0,10
b) E.Seca	9,00	11,02	12,00	8,99	1,00	1,88	0,14	0,21
c) Promedio	6,55	6,03	10,25	8,55	0,80	1,00	0,11	0,12

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

## (2) Mejorar el sistema de alcantarillado

El grado de deterioro de la calidad del agua de los ríos depende del progreso de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, llámense éstos sistemas de alcantarillado, en las ciudades que se han planificado suministrarles agua potable con el Proyecto. Por lo tanto, es necesario aclarar la relación entre la calidad futura del agua de los ríos y la tasa de cobertura de los sistemas de alcantarillado, en orden a evaluar la efectividad del sistema de aguas servidas como una contra medida para la conservación de la calidad del agua en los ríos.

La calidad futura del agua en el punto P-3 se predice en 4 casos, así: ningún mejoramiento del actual sistema de alcantarillado, 30%, 50%, y 70% de tasas de cobertura del sistema. El resultado se muestra a continuación. La concentración de BOD y COD podrían considerablemente empezar a ser mejores por el mejoramiento de la tasa de cobertura del sistema de alcantarillado. Con respecto a los valores de T-N y T-P, éstos irán empeorando gradualmente debido a que el agua residual proveniente del riego no es posible ser tratada. Este resultado, sin embargo, reveló la efectividad del sistema de alcantarillado

para la conservación de la calidad del agua del río. Así, el mejoramiento del sistema de alcantarillado debería ser promovido en el futuro.

Resultado de la predicción de la calidad del agua (unidad: mg/l)

P-3	BOD	COD	T-N	T-P
<b>I. Sin mejoramiento</b>				
a) E.Lluviosa	7,43	9,43	1,77	0,20
b) E.Seca	22,42	15,12	4,65	0,65
c) Promedio	10,09	10,44	2,28	0,28
<b>II. 30% de Alcantarillado</b>				
a) E.Lluviosa	6,38	9,00	1,72	0,19
b) E.Seca	17,52	13,12	4,38	0,60
c) Promedio	8,35	9,73	2,19	0,26
<b>III. 50% de Alcantarillado</b>				
a) E.Lluviosa	5,58	8,67	1,67	0,18
b) E.Seca	13,83	11,61	4,19	0,57
c) Promedio	7,05	9,19	2,12	0,25
<b>IV. 70% de Alcantarillado</b>				
a) E.Lluviosa	4,79	8,35	1,63	0,17
b) E.Seca	10,14	10,10	3,99	0,53
c) Promedio	5,74	8,66	2,05	0,24

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

### 3.5 Impactos Sobre el Ecosistema y la Pesca

#### 3.5.1 Posibles impactos sobre el ecosistema y la pesca

Los posibles impactos que traerá el Proyecto sobre el ecosistema y la pesca son: i) cambio del caudal actual de los ríos Chone y Portoviejo lo cual puede causar la pérdida de hábitats de la fauna y flora, ii) deterioro de la calidad de agua en los ríos lo cual puede ocasionar algunos efectos, iii) la expansión de las camarónicas, que puede causar la destrucción de

ecosistemas, tales como el manglar, y los efectos perjudiciales sobre las actuales y futuras tierras agrícolas.

Actualmente no existe ningún parque nacional, áreas de conservación natural ni refugios de caza en las cuencas de los ríos Chone y Portoviejo, y la existencia de alguna especie en peligro no ha sido reportada debido a que el área está totalmente cubierta por cultivos y pastizales. De esta forma, el ecosistema a ser protegido en las cuencas son principalmente el estuario del río Chone, el cual provee hábitats altamente productivos para la fauna y flora, y las especies autóctonas que contribuyen a la economía local, por ejemplo el chame, un tipo de góbido. El área ecológica a ser protegida se muestra en la Fig. K.3.4.

### 3.5.2 Impactos causados por el cambio de caudal en los ríos

Como se describió en el numeral 3.3, los impactos, ocasionados por el Proyecto, sobre el caudal actual del río no sería significativo, debido a la reducción del caudal en la estación lluviosa y el mayor incremento del caudal en la estación seca. Consecuentemente, los impactos causados por la variación de caudal del río no traerá consigo efectos serios sobre el ecosistema en los ríos y estuarios.

### 3.5.3 Impactos causados por el cambio de la calidad del agua

En la zona estuarina y aguas abajo del río Chone, el deterioro de la calidad del agua no es tan serio debido principalmente a la cantidad relativamente pequeña de carga de polución aportada hacia el río y al incremento del caudal del mismo en la estación seca. Sin embargo, la calidad del agua en el río Portoviejo podría ser deteriorada drásticamente debido principalmente a la descarga de aguas residuales desde la ciudad de Portoviejo, a pesar del mejoramiento del caudal del río producido por el Proyecto. Así, se podrían originar efectos negativos sobre el ecosistema debido al Proyecto en la parte baja del río Portoviejo aunque no se hayan reportado especies de

interés hasta el momento. Por lo tanto, el mejoramiento del sistema de alcantarillado en la ciudad de Portoviejo es considerado esencial para mitigar la magnitud de los impactos relativos al deterioro de la calidad del agua.

### 3.5.4 Impactos causados por la expansión de las camaroneras

#### (1) Area de manglar

El estuario del río Chone, el cual tuvo alguna vez un bosque de manglar rico y extenso, ha sido destruido debido principalmente a la construcción de piscinas camaroneras. En 1988, el CLIRSEN documentó la conservación del manglar usando datos de 1987. El promedio anual de pérdida de manglar entre 1969-1984 y 1984-1987 fue de 153 y 211 ha/año, respectivamente, en el estuario del río Chone. En la actualidad, existen solamente 170 ha de manglar, de acuerdo a un informe de PMRC. El cambio de las áreas de manglar se muestra a continuación.

Cambio de áreas de manglar en el estuario del río Chone  
(Area del estuario del Chone)

Tipo	1969	1984	1987
a. Manglar (ha)	3.973	1.674	1.040
b. Salinas (ha)	584	0	0
c. Camaroneras (ha)	nd	4.189	4.826

Fuente: "ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LOS MANGLARES, CAMARONERAS Y AREAS SALINAS DE LA COSTA ECUATORIANA, MEDIANTE INFORMACION DE SENSORES REMOTOS, 1990, CLIRSEN".

Es ampliamente conocido que las áreas estuarinas de manglares cobijan ecosistemas de interés y sitios mayores de pesca, tales como los juveniles provenientes de migración de peces de importancia comercial y la congregación de éstos en áreas poco profundas para alimentarse y protegerse de los depredadores. El camarón, en particular, aprovecha los hábitats de aguas poco profundas durante su etapa del periodo de vida crítico. Varios estudios han revelado que las postlarvas de los

camarones están presentes virtualmente todo el año en las aguas de manglares, aunque su número fluctúa de acuerdo a la estacionalidad.

## (2) Impactos causados por la expansión de las camaroneras

De acuerdo al ANEXO E. ACUACULTURA, en el Informe Intermedio del Proyecto no existe más área para expansión de camaroneras en la zona estuarina del río Portoviejo, pero cerca de 450 ha de área potencial todavía quedan en el río Chone. Ya que el área potencial de camaroneras no incluye las áreas existentes de manglar, cualquiera de los impactos directos no serían considerados hacia el ecosistema del manglar.

Sin embargo, la expansión incontrolada de las camaroneras, especialmente en las llanuras aluviales del río Chone, podrían causar serios problemas no solamente sobre el ecosistema sino también sobre las actuales y futuras áreas de riego, debido a la descarga de agua salina desde las camaroneras. Así, se recomienda una estricta regulación y control referente al uso de la tierra en la parte baja del río Chone para proteger las tierras y ecosistemas del abuso por la sobreexplotación de las mismas.

### 3.5.5 Impactos sobre especies autóctonas

#### (1) Especies autóctonas

En el área del Proyecto, el Dormitator latifrons, un góbido conocido localmente como "Chame", puede ser mencionado como una de las especies de peces locales, especialmente en el río Chone. Este pez es considerado como un residente de la zona estuarina y se conoce que penetra en el río para desovar en las riberas cenagosas en la parte alta del río. La temporada pico de desove es durante la estación lluviosa, en la época de inundaciones en el río Chone, pero también muestra una crianza continua durante la estación seca. El cultivo del chame en piscinas es común en el río Chone. El chame salvaje juvenil (5 - 15 cm) es sembrado

en dichas piscinas y crece a través de toda la estación seca. El chame es el pez más comúnmente capturado en los ríos y en las ciénagas adyacentes. De acuerdo a una investigación de campo desarrollada por el CRM en 1986, existían 773 ha y 33 cultivadores en la provincia de Manabí. El rendimiento de la producción es de 329 kg/ha y en 1986 la producción total alcanzó 254 t.

El CRM inició un programa de chame en su Departamento de Desarrollo Rural en el año de 1980 con el objeto de producir una fuente primordial de proteínas en el área rural. En 1985, esta institución llevó a cabo exitosamente la reproducción mediante hormonas. Sin embargo, uno de los problemas de la actividad chamera es la disponibilidad de juveniles para el cultivo. En la actualidad el cultivo se practica sembrando juveniles capturados del medio natural. En el futuro, es necesario producir post-larvas o juveniles en laboratorio.

## (2) Impactos sobre el hábitat del chame

La parte baja del río Chone, siendo propensa a las inundaciones en la estación lluviosa, es considerada el hábitat más importante del chame. Sin embargo, aunque la función de control de inundaciones de la presa La Esperanza reduce definitivamente el caudal del río en la estación lluviosa, éste será de solamente el 20% del flujo total del río durante la estación lluviosa en la zona de la desembocadura del mismo. Esto significa que el río tendría 135 m<sup>3</sup>/s de descarga en la estación lluviosa, incluso en las condiciones del Proyecto. Más aún, la presa La Esperanza cubre menos del 20% del área total de la cuenca del río Chone. Por lo tanto, no se esperarían impactos serios sobre el hábitat del chame debido al Proyecto.

Por otro lado, la expansión descontrolada de las áreas de camaroneras y agrícolas podrían amenazar el hábitat del chame debido a la construcción de barreras adicionales artificiales en los canales del río, al aumento de la salinidad y al drenaje de agua de las ciénagas. Así, se recomienda fuertemente la conser

vacación de las ciénagas que se muestran en la Fig. K.3.4, ante el abuso de las actividades camaroneras y agrícolas.

(3) Operación de la compuerta de control de marea de Simbocal

La compuerta de control de la marea en el sitio Simbocal, ubicada en el tramo inferior del río Chone, está considerada como el punto focal para los beneficiarios, tales como el cultivo de camarón, cultivadores de chame y el riego. Aunque el CRM opera la compuerta en la actualidad, esta operación aparenta algunas veces afrontar dificultades sobre todo debido a la falta de información técnica y científica, y de la capacidad de manejo de la coordinación entre los beneficiarios. Más aún, el buen manejo de la compuerta es esencial para conservar el hábitat del chame y las postlarvas del camarón. Así, se recomiendan los siguientes puntos:

- a) Operar la compuerta estratégicamente, por ejemplo cerrar la compuerta al final de la estación lluviosa.
- b) Coordinar el manejo de la compuerta entre el CRM, dueños de camaroneras y cultivadores de chame.

#### 4. PLAN DE MANEJO Y MONITOREO AMBIENTAL (PMMA)

##### 4.1 Objetivos

Normalmente, la predicción de impactos y la evaluación de sus magnitudes se llevan a cabo en una EIA. Incluso si los resultados de la EIA concluyen que los proyectos propuestos fueren aceptables, desde el punto de vista ambiental, no es posible eliminar todas las incertidumbres relativas a los impactos causados por los proyectos. Por otro lado, problemas ambientales no esperados pueden ocurrir después de la implementación de los proyectos. Más aún, es muy importante monitorear la efectividad y eficiencia de las medidas de

mitigación propuestas. Así, un Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental (PMMA) es necesario para cooperar con estos aspectos en una forma integral. En otras palabras, el PMMA será una de las herramientas para asegurar el sostenimiento de los proyectos que reflejen condiciones ambientales sólidas.

Consecuentemente, los principales objetivos del PMMA en este estudio son clarificar los aspectos ambientales a ser manejados y monitoreados, y delinear un marco para el PMMA desde los puntos de vista técnicos, institucionales y financieros.

## **4.2 Aspectos Institucionales**

### **4.2.1 Estructura organizacional**

Básicamente, la unidad del PMMA estará compuesta de tres unidades, denominadas, "Unidad de Manejo Ambiental" (UMA), Unidad de Monitoreo Ambiental (UMO) y Laboratorio (LAB). La UMA tiene las funciones del manejo global del PMMA, incluyendo las coordinaciones inter e intra-institucionales y las decisiones fundamentales para una efectiva implementación de cada plan y programa. Mientras que la UMO tiene las funciones de planificación y ejecución de varios tipos de estudio y del plan de monitoreo y/o programas de acuerdo con las políticas definidas por la UMA. El LAB tiene el rol de conducir los análisis físicos y químicos, o los análisis de agua y suelos, y de la investigación y estudios de desarrollo para el establecimiento de un apropiado PMMA del Proyecto. Las principales funciones de cada unidad se describen de aquí en adelante. La estructura organizacional propuesta se muestra en la Fig. K.3.5.

#### **(1) UMA**

- Manejar todos los aspectos medioambientales del proyecto,
- Organizar la implementación del plan de manejo y monitoreo,

- Preparar un plan concreto de manejo y monitoreo tanto para corto como para largo plazo,
- Coordinar aspectos inter e intra-institucionales relativos al plan de manejo y monitoreo ambiental,
- Enlazar los aspectos medioambientales, esperados y no esperados,
- Conducir y supervisar programas actuales de manejo, y
- Establecer normas medioambientales y criterios como un fin y meta del PMMA.

(2) UMO

- Preparar un plan concreto de monitoreo,
- Llevar a cabo y supervisar los programas actuales de monitoreo,
- Analizar los datos obtenidos por el plan de monitoreo,
- Evaluar la efectividad y eficiencia de las medidas de mitigación, y
- Proponer medidas de mitigación concretas.

(3) Laboratorio

- Analizar muestras de agua y suelo,
- Desarrollar métodos efectivos de análisis para estudios específicos, tales como eutrofización, ocurrencia de H<sub>2</sub>S, control de la maleza acuática, control de agroquímicos, ensayos biológicos, etc.,
- Conducir estudios básicos para el establecimiento de normas y criterios ambientales, e
- Investigar y desarrollar una tecnología apropiada para los métodos de manejo y monitoreo relacionados con aspectos ambientales.

#### 4.2.2 Insumos necesarios

Tomando en cuenta las lecciones que ha dejado la presa Daule-Peripa, para alcanzar los objetivos de la Unidad del PMMA más efectiva y eficazmente, los siguientes datos de entrada e información deberían ser obtenidos previamente:

#### 1) Análisis del Costo-Beneficio del PMMA

Sin necesidad de mencionarlo, el PMMA debería tener un costo. En orden a justificar las actividades del PMMA, un estudio de análisis Costo-Beneficio se debería conducir tomando en cuenta todos los aspectos ambientales. El estudio también deberá aclarar el necesario poder, cooperación y presupuesto del PMMA.

#### (2) Ejecución de Sistemas de Proyectos y Programas del PMMA

El PMMA deberá convertirse en el cuartel general relacionado con los aspectos ambientales del Proyecto, pero esto no significa mantener todas las fuerzas de tarea sobre él. Considerando los escasos y apretados presupuestos y los escasos sofisticados recursos humanos en el Ecuador, un sistema apropiado de responsabilidades sería esencial para una ejecución continua y eficiente de los actuales proyectos y programas.

#### (3) Autorización de actividades del PMMA

Las actividades de la unidad del PMMA podría incluir aspectos interinstitucionales. Así, el poder o derecho necesario, autorizado mediante leyes y ordenanzas de la nación, deben ser dados al PMMA para establecer no solamente la ejecución efectiva de las actividades sino también sistemas de colaboración apropiados con las respectivas oficinas relacionadas.

### 4.3 Aspectos Técnicos

En base a los resultados de la EIA del proyecto, los siguientes aspectos medioambientales deben ser manejados y monitoreados:

- (a) Calidad de agua
- (b) Conservación de las áreas vecinas al embalse,

(c) Protección de Ecosistemas y de la Pesca.

#### 4.3.1 Calidad de agua

Los proyectos de desarrollo de los recursos hídricos bien manejados deben garantizar no solamente la cantidad sino también la calidad de los recursos desarrollados. Así, el manejo de la calidad del agua es esencial para obtener la sustentabilidad del Proyecto. Al respecto, algunos elementos claves, a ser manejados y monitoreados referentes a la calidad del agua, son descritos de aquí en adelante.

##### (1) Aspectos a ser manejados

- a) Protección contra el deterioro de la calidad de agua que va a ser usada como agua potable, riego y acuacultura,
- b) Solución a los problemas causados por la eutrofización de las aguas de los embalses La Esperanza y Poza Honda,
- c) Conservación de la calidad del agua en el área estuarina, y
- d) Establecimiento de criterios de calidad de agua y normas como una meta y objetivo del manejo.

##### (2) Índices a ser monitoreados.

- a) Sustancias físico-químicas, (pH, SS, EC)
- b) Sustancias orgánico-químicas, (DO, BOD, COD, NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>2</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N, T-N, T-P),
- c) Carga de sedimento (levantamientos de secciones transversales), y
- d) Sustancias tóxicas, (agroquímicos, metales pesados).

(esto debe ser conducido en una base ad-hoc)

(3) Estaciones de monitoreo

- a) Puntos regulares, (P-1 a P-6),
  - Río Chone: al menos 6 estaciones  
(área estuarina, Simbocal, H. Saida, Bachillero, Presa La Esperanza, y aguas arriba de la Presa).
  - Río Portoviejo: al menos 6 estaciones  
(Darío Guevara, Guayaba, Portoviejo, Río Chico, presa Poza Honda, y aguas arriba de la presa).
- b) Puntos irregulares
  - Estos puntos deberían ser determinados de acuerdo con los objetivos de los programas específicos.

(4) Período y frecuencia de monitoreo

- a) Primeros 5 años después de la terminación,
  - El monitoreo regular debería ser conducido al menos una vez al mes,
- b) Después de los primeros 5 años
  - El monitoreo regular debería ser conducido al menos seis veces al año, (sin embargo, ello depende de las condiciones futuras de la calidad del agua).

(5) Proyectos y programas a desarrollar

Los siguientes Proyectos/Programas van a ser desarrollados bajo el PMMA del Proyecto.

- a) Programa para el establecimiento de las normas de calidad (PMMA-WQ1),
- b) Estudio básico para el Proyecto Integrado de Conservación de las Aguas de los Ríos (PMMA-WQ2),
- c) Programa para la prevención del deterioro de la calidad del agua en los embalses (PMMA-WQ3), y
- d) Programa para la prevención de los efectos perjudi