

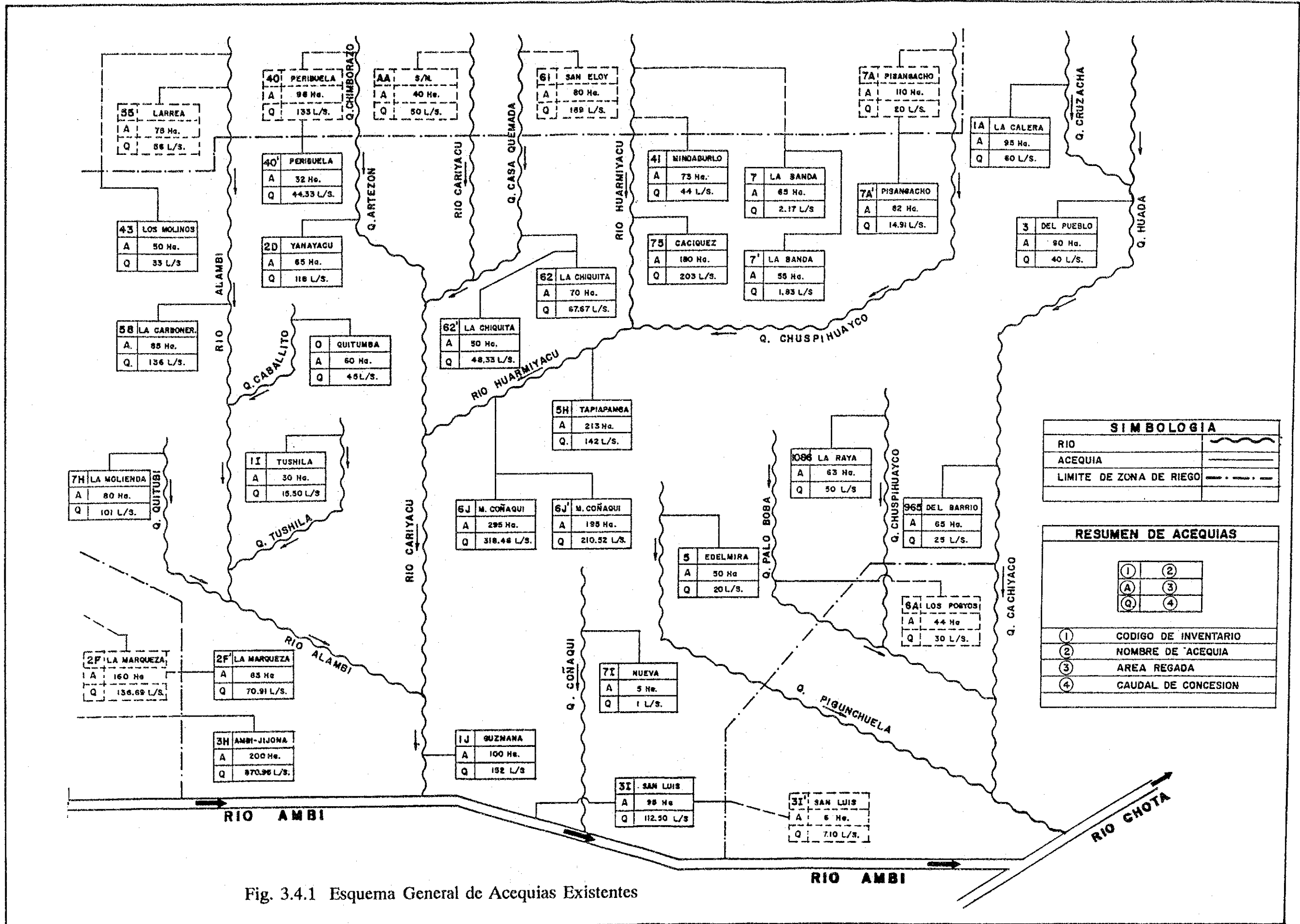
Una de las razones del mal mantenimiento de los canales es que mayormente el agua de los canales no puede ser utilizada por los agricultores que viven a lo largo de la sección aguas arriba a pesar de que dicho canal pase por sus tierras, porque los agricultores quienes poseen el derecho de agua tienen sus tierras en una sección aguas abajo del canal.

El INERHI ha establecido un cobro por concesión del servicio de riego en acequias, el mismo tiene un valor de 37.84 Sucres/l/s/año, tarifa vigente desde 1975.

Tabla 3.4.1 Lista de Acequias del Area del Estudio

Codigo	Nombre del Aprovechamiento	Fuente	Cota Captacion (msnm)	Caudal Concesion (L/seg.)	Area Regada (ha)	Usuarios (Num.)	Caudal Concesion Por ha (L/seg./has)
7A	Aceq. Pisangacho	Afl.Chuspihuayacu	2,820	14.91 (20.00)	82 (110)	20	0.18
7	Aceq. La Banda	Vte.La Banda	3,680	4.00	120	30	0.03
41	Aceq. Mindaburlo	R.Huaymiyacu	2,900	44.00	73	35	0.60
75	Aceq. Casiques	R.Huaymiyacu	2,670	203.00	180	60	1.13
5H	Aceq. Tapiapamba	R.Huarmiyacu	2,315	142.00	213	55	0.67
6J	Aceq. M. de Conaqui	R.Huarmiyacu	2,270	529.00	490	93	1.08
1J	Aceq. Guzmaná	R.Cariyacu	2,100	152.00	100	15	1.52
7I	Aceq. Nueva	Q.Conaqui	2,170	1.00	5	4	0.20
3I	Aceq. San Luis	R.Ambi	2,200	105.40 (112.50)	89 (95)	60	1.18
62	Aceq. La Chiquita	Q.C.Quemada	2,715	116.00	120	55	0.97
40	Aceq. Peribuela	Q.Chimborazo	2,920	44.33 (133.00)	32 (96)	84	1.38
2D	Aceq. Yanayacu	Q.Artezon	2,500	118.00	65	350	1.82
1I	Aceq. Tushila	Q.Tushila	2,240	15.50	30	15	0.52
0	Aceq. Quitumba	Q.Caballito	2,835	45.00	60	12	0.75
43	Aceq. Los Molinos	R.Alambi	2,900	33.00	50	50	0.66
58	Aceq. La Carboneria	R.Alambi	2,730	136.00	85	350	1.60
7H	Aceq. La Molienda	Q.Quitubi	2,290	101.00	80	10	1.26
2F	Aceq. La Marqueza	R.Tuctara	2,450	70.91 (136.96)	83 (160)	200	0.86
3H	Aceq. Ambi/Jijona	R.Pichavi	2,325	870.95	200	45	4.35
3	Aceq. Del Pueblo	Q.Huada	2,540	40.00	90	80	0.44
1A	Aceq. La Calera	Q.Cruzada	2,680	60.00	95	42	0.63
965	Aceq. Del Barrio	Q.Cachiyacu	1,870	25.00	65	15	0.38
1086	Aceq. La Raya	Q.Chuspihuayacu	2,040	50.00	63	15	0.79
5	Aceq. Edelmira	Q.Pingunchuela	2,110	20.00	50	35	0.40
Total				2,941.0	2,520	1,730	1.17

Nota: ( ) incluye el área externa del Proyecto, Febrero de 1992.



SIMBOLOGIA	
RIO	
ACEQUIA	
LIMITE DE ZONA DE RIEGO	

RESUMEN DE ACEQUIAS	
①	②
A	③
Q	④
①	CODIGO DE INVENTARIO
②	NOMBRE DE ACEQUIA
③	AREA REGADA
④	CAUDAL DE CONCESION

Fig. 3.4.1 Esquema General de Acequias Existentes

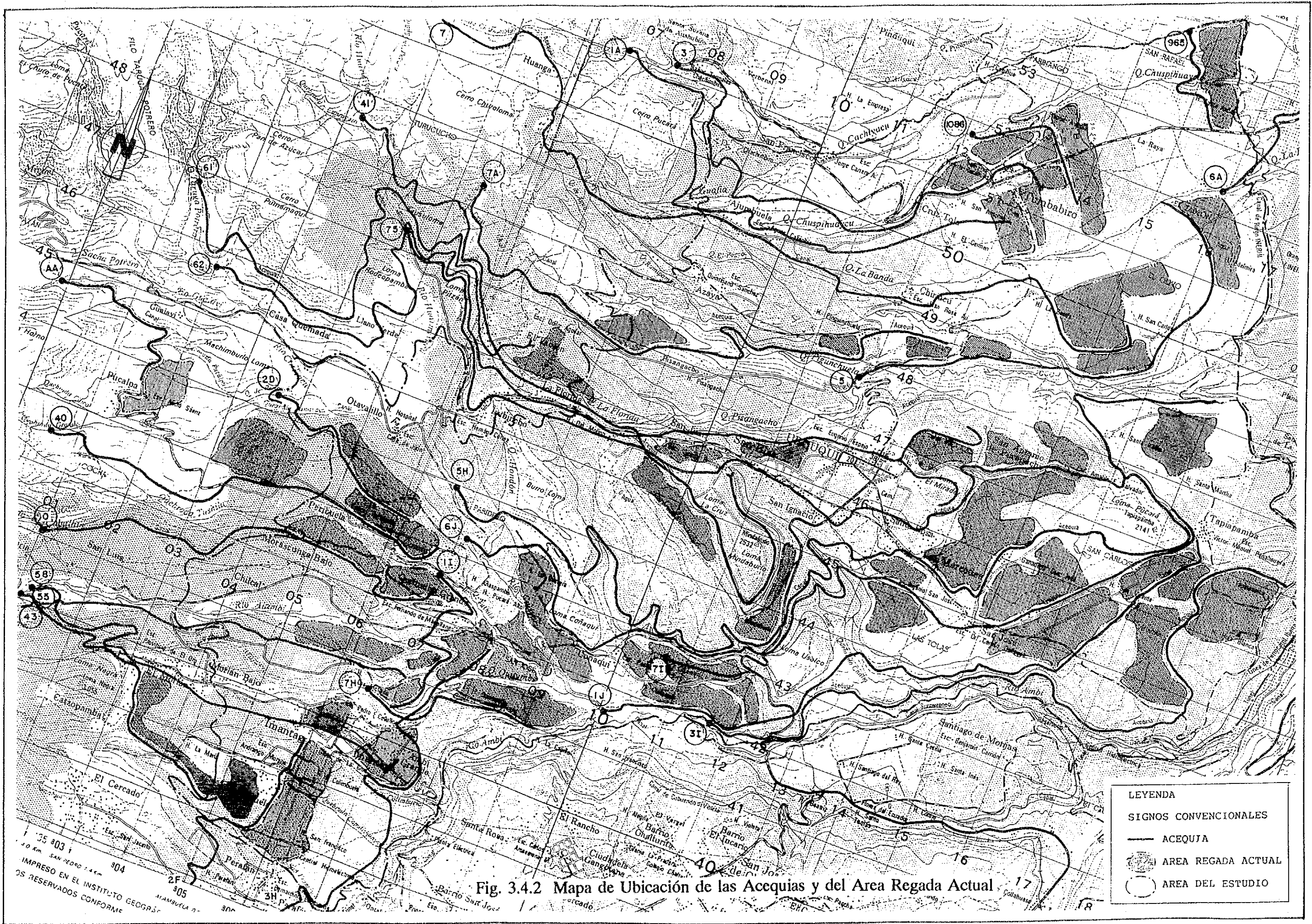


Fig. 3.4.2 Mapa de Ubicación de las Acequias y del Area Regada Actual

## ***CAPITULO 4***

# ***PLAN DE DESARROLLO***

## **CAPITULO 4      PLAN DE DESARROLLO**

### **4.1      FORMULACION DEL PROYECTO**

#### **4.1.1      Identificación de la Problemática Actual**

El Area del Estudio, como zona productora de cereales, cumple un papel muy importante. Sin embargo, debido a que en los últimos años la precipitación ha disminuído, la producción agrícola de las tierras de secano (sin riego) se ha visto afectada. Actualmente en el Area del Estudio, el area regable constituye el 26% del total de los terrenos agrícolas; sin embargo, el agua de riego es insuficiente. Por otra parte, en los alrededores no existen suficientes recursos hídricos disponibles, por lo que usando sólo esta fuente es difícil realizar la expansión del área de irrigación.

Las tierras agrícolas de los agricultores de gran escala en el Area del Estudio cuentan con facilidades de riego, sin embargo, generalmente no tienen suficiente agua para su regadío. Además pueden obtener fácilmente créditos agrícolas y su técnica agrícola es en general alta, algunos poseen instalaciones modernas y su productividad es alta.

Por otra parte, la mayoría de los pequeños y medianos agricultores no poseen infraestructuras de riego, los pocos que la poseen también sufren de escasez agua de riego. En consecuencia, la productividad de estos agricultores es muy baja. Bajo estas circunstancias, existe un estancamiento en la economía regional y muchos de los agricultores de pequeña y mediana escala se ven obligados a ausentarse de sus hogares para realizar trabajos temporales o abandonar definitivamente la agricultura. Una de las causas principales de su baja productividad es la poca utilización de semillas mejoradas, a pesar de que la aplicación de fertilizantes y plaguicidas es comparativamente aceptable. Además, es muy difícil que los pequeños y medianos agricultores reciban los servicios de soporte agrícola, tales como crédito agrícola y los servicios de extensión técnica.

Los agricultores de gran escala organizan cooperativas (centros agrícolas) a través de las cuales pueden comprar insumos a bajos precios. Sin embargo, los agricultores de pequeña y mediana escala se encuentran en desventaja con respecto a la adquisición de insumos, servicios de extensión técnica, comercialización, etc.

#### **4.1.2 Concepto Básico de Desarrollo**

Para desarrollar el Area del Estudio es necesario solucionar el problema de escasez del agua que es un factor restrictivo del desarrollo, con la introducción de nuevos recursos hídricos, mejoramiento de las facilidades de riego para un abastecimiento constante y equilibrar la economía regional mediante una producción estabilizada.

Con el aprovechamiento de los recursos de riego se resolverá el problema de la baja productividad de los pequeños y medianos agricultores. También es necesario fortalecer los servicios de asistencia técnica, la organización de los agricultores, el sistema de comercialización de los productos agrícolas y la producción y suministro de semillas mejoradas.

A través del mejoramiento de la base de la producción agrícola se fomentará la diversificación y racionalización de los cultivos y será posible introducir cultivos apropiados para los respectivos terrenos, lo que permitirá utilizar los recursos de tierra eficientemente y contribuirá a la conservación de los suelos.

Por medio de estas actividades aumentará el ingreso de la familia agrícola y su economía se estabilizará. Además se activará la economía regional.

El concepto básico de desarrollo agrícola mencionado arriba puede resumirse en la Fig. 4.1.1.

Concepto Básico de Desarrollo Agrícola

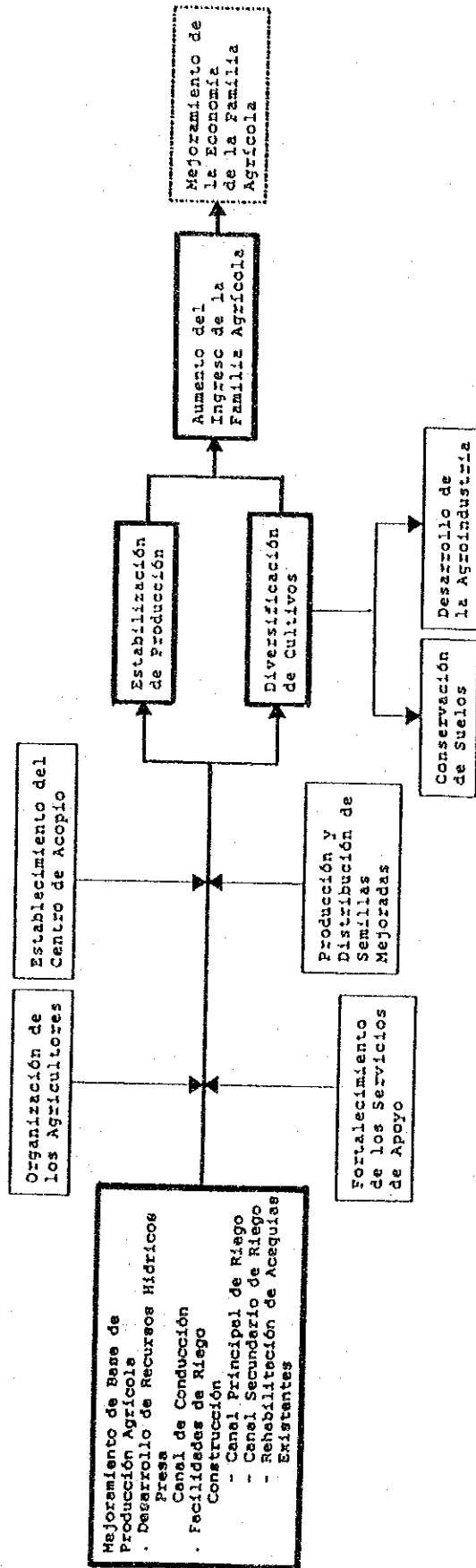


Fig. 4.1.1 Concepto Básico de Desarrollo Agrícola



### 4.1.3 Plan del Uso de la Tierra










En el Informe de Pre-factibilidad preparado por el INERHI, se recomienda el uso de los suelos de las clases 1 - 4 como tierra agrícola, clasificados en base al factor restrictivo de "Pendiente" de los suelos. Para la preparación del plan de uso de las tierras del Proyecto se consideró también que las tierras de clase 4 serán utilizadas como tierras agrícolas, en adición a las tierras de las clases 1 - 3.

La clasificación de tierras se realizó tomando en consideración las características de los suelos, obteniéndose 8 zonas. Las áreas de las respectivas zonas se muestran en la Tabla 4.1.1 y su distribución en la Fig. 4.1.2.

- Zona I : Area donde cultivos de tierras altas a gran escala son posibles mediante la introducción de maquinaria agrícola (Clase 2, Clase 3-s de la Clasificación de la Tierra).
- Zona II : Area donde cultivos de tierras altas son posibles a pesar de que el uso de maquinaria agrícola es imposible, dadas las condiciones topográficas del área (Clase 3-t).
- Zona III : Area que sólo puede ser utilizada como pastizales debido a la poca profundidad de la capa vegetal (Clase 4-p).
- Zona IV : Area que sólo puede ser utilizada para cultivo de frutales debido a que son suelos con alto contenido de gravas (Clase 4-k).
- Zona V : Areas utilizables como pastizales o para cultivo de frutales (Clase 4-t).
- Zona VI : Area con suelos favorables para el cultivo pero donde el suministro de agua de riego no es económico, debido a las condiciones topográficas (Clase 5).
- Zona VII : Area donde la irrigación es practicada en la actualidad a pesar de que la pendiente es muy fuerte (una parte de la Clase 6).
- Zona VIII: Area no utilizable para la agricultura y que requiere de reforestación para su mantenimiento y conservación (excluye desde la Zona I - VII y Tierras Misceláneas (TM)).



LEYENDA

ZONA	
	ZONA I
	ZONA II
	ZONA III
	ZONA IV
	ZONA V
	ZONA VI
	ZONA VII
	ZONA VIII
	ZONA URBANA

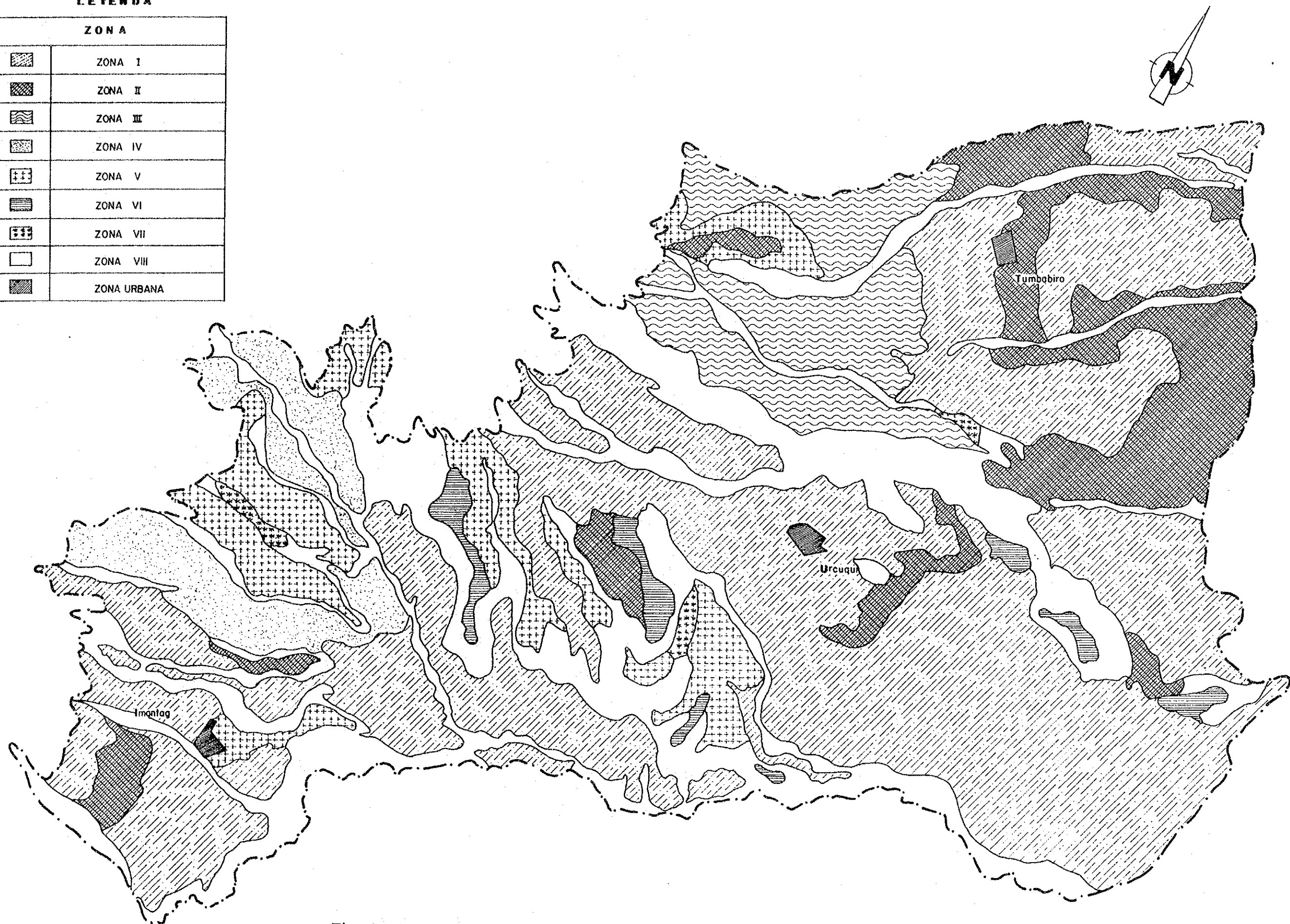


Fig. 4.1.2 Mapa de Clasificación del Uso de la Tierra Propuesto



Tabla 4.1.1 Superficie por Aptitud de la Tierra

Zona	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Urb.	Total
Superficie (ha)	5,976	1,281	714	630	841	206	85	3,032	35	12,800
Proporción (%)	46.7	10.0	5.6	4.9	6.6	1.6	0.6	23.7	0.3	100.0

El área propuesta para el desarrollo es de 9,527 ha, excluyendo las Zonas VI, VIII y el área urbana (3,273 ha en total) de la superficie total del proyecto de 12,800 ha. El área neta de irrigación (área total cultivada) es de 8,574 ha, que equivale al 90% del área de desarrollo.

#### 4.1.4 Plan de Riego

##### (1) Area Objeto de Riego

El área objeto de riego se ha determinado en 8,574 ha del total del Area del Proyecto de 12,800 ha, tomando en consideración las condiciones presentes de suelos, clasificación de la tierra, etc.

El canal principal de riego se localiza a una altura de 2,540 m debido a la ubicación del canal de conducción y la obra de Toma del río Cariyacu. Por lo tanto, los terrenos cultivados superiores a esta cota dentro del Area del Proyecto no podrán ser regados por gravedad. Estas tierras altas serán excluidas del área objeto de riego, ya que son pocos los terrenos cultivados que se localizan sobre la altura antes indicada, según las investigaciones de campo realizadas y previas discusiones con el INERHI.

##### (2) Requerimiento de Agua para Riego

###### 1) Consumo de Agua para Cultivo (ETc)

###### a) Evapotranspiración (ETo)

La evapotranspiración (ETo) se calculó por el método de Penman, basándose en los datos meteorológicos (temperatura, humedad, velocidad del viento, horas de insolación) de la estación de Tumbabiro en el período de 1969 a 1991, en base al patrón de cultivo propuesto mencionado en el literal 4.2.1. La evapotranspiración mensual en el Area del Proyecto es mostrada en la Tabla 4.1.2.

Tabla 4.1.2 Evapotranspiración Mensual (ETo)

(Unidad: mm/mes)

Mes	ETo	Mes	ETo
Ene	109	Jul	121
Feb	106	Ago	132
Mzo	110	Sept	123
Abr	105	Oct	109
Mayo	101	Nov	110
Jun	105	Dic	111
112 mm/mes en promedio			

b) Consumo de Agua mensual por Cultivo (ETc)

El consumo de agua por cultivo (ETc) se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$ETc = Kc \times ETo$$

Donde: Kc : coeficientes de cultivo establecidos para las diferentes etapas de crecimiento de los cultivos.

ETo: Evapotranspiración

Los coeficientes de cultivo son estimados en consideración de la práctica y patrón de cultivos y están, basados en el "Technical Paper No. 24 Crop Water Requirements" de la FAO, como se muestra en la Tabla 4.1.3.

Tabla 4.1.3 Requerimiento de Agua para Riego (ETc)

(Unidad: mm/mes)

Mes	ETc	Mes	ETc
Ene	88.6	Jul	95.4
Feb	78.5	Ago	58.3
Mzo	69.7	Sept	58.2
Abr	68.4	Oct	72.1
Mayo	82.1	Nov	96.2
Jun	94.5	Dic	107.0
Promedio 80.8 mm/mes (2.7 mm/día)			

## 2) Método de Riego

El método de riego se determina generalmente considerando las condiciones naturales, las condiciones topográficas, características de suelos y condiciones de cultivo (tipo de cultivo, metodología aplicada, así como las condiciones en las que se va a realizar dicho cultivo, como tamaño de la parcela, infraestructura de riego, etc).

En el Area del Proyecto, el método de riego por surcos ha sido practicado por muchos años por los agricultores. A pesar de que la pendiente de sus tierras es comparativamente fuerte, los terrenos agrícolas están acondicionados y equipados para tales fines.

En el Proyecto también es adoptado el riego por surcos, tomando en consideración lo siguiente:

- La productividad esperada puede obtenerse por el método de riego por surcos propuesto.
- La irrigación por surcos ha sido practicada por los agricultores del Area del Proyecto.

Sin embargo, los frutales a ser introducidos serán cultivados en terrenos con pendientes donde el riego por surcos no puede ser practicable. En este caso, otros métodos de irrigación como el riego por goteo podrá ser considerado en el futuro

dependiendo de su rentabilidad.

### 3) Precipitación Efectiva

La precipitación efectiva se calculó por el método SCS, mencionado en el Technical Paper No.25 "Effective Rainfall" de la FAO, utilizando los datos observados en la estación Tumbabiro. La precipitación efectiva estimada, basada en la precipitación media mensual (1968 - 1984), es mostrada en la Tabla 4.1.4 como referencia.

Tabla 4.1.4 Precipitación Efectiva (promedio de 1968 - 1984)

Unidad: mm

	Precipitación	Precipitación Efectiva
Enero	65.8	43.2
Febrero	63.8	42.0
Marzo	68.9	47.1
Abril	85.3	55.2
Mayo	53.1	35.3
Junio	19.2	14.2
Julio	19.1	14.6
Agosto	23.2	17.5
Septiembre	29.7	21.4
Octubre	61.3	42.2
Noviembre	85.5	55.3
Diciembre	75.1	48.0
Total	650.0	436.0

### 4) Eficiencia de Riego

La eficiencia de riego propuesta se determinó mediante discusiones con el INERHI, basada en las orientaciones establecidas por la FAO, en consideración de la topografía del área, estructura de canales, sistema de distribución, método de riego, etc.



$$E_p = E_a \times E_b \times E_c = 0.50$$

$E_p$  : Eficiencia de riego

$E_a$  : Eficiencia de aplicación en campo (0.70)

$E_b$  : Eficiencia de distribución (0.80)

$E_c$  : Eficiencia de conducción (0.90)

#### 5) Requerimiento de Agua para Riego

El requerimiento de agua mensual para riego se calculó en base a los factores mencionados anteriormente y al plan de cultivo, tal como se muestra en Tabla 4.1.5. Basado en el resultado, el requerimiento máximo de agua (bruto) es de 6.851 m<sup>3</sup>/s \* (diciembre). Además la probabilidad de riego será de 4/5 (80%), probabilidad adoptada en Ecuador y otros países circundantes.

Tabla 4.1.5 Requerimiento de Agua para Riego Mensual (Rr)

(Unidad: mm/mes)

Mes	Rr	Mes	Rr
Ene	107.2	Jul	177.4
Feb	119.8	Ago	110.8
Mzo	49.2	Sept	46.4
Abr	11.6	Oct	34.0
Mayo	21.6	Nov	137.2
Jun	181.4	Dic	214.0
Promedio 100.9 mm/mes (3.4 mm/día)			

\*Nota:  $(214.0 \times 10^{-3} \times 8,574 \times 10^4) / (31 \times 86,400) = 6.851 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 6) Tiempo de Irrigación

El tiempo de irrigación para el abastecimiento del agua a las tierras del proyecto se establece en 24 horas, tomando en consideración los siguientes aspectos:

- a) La operación de riego sólo durante el día es preferible tanto para las entidades encargadas de la operación y mantenimiento como para los agricultores. Además, el control de agua es más fácil. Sin embargo, en este caso, sería necesaria la construcción de infraestructuras de control (lo más común serían los reservorios), pero esto además de incrementar el costo del proyecto, disminuirá el área de riego de las zonas altas, a pesar de que ésta no es grande.
- b) En el Área del Proyecto es muy difícil encontrar terrenos adecuados que presenten las condiciones topográficas requeridas para la construcción de reservorios. Además, dichas construcciones elevarían el costo del Proyecto, haciéndolo más costoso con relación a otros proyectos similares.
- c) En el caso del proyecto Salinas, adyacente al Proyecto, se está efectuando la operación de riego durante las 24 horas sin que se haya registrado ningún problema al respecto.
- d) Si la ejecución del proyecto es considerada de primera prioridad, la minimización del costo del proyecto se hace imprescindible. Para ello es necesaria la realización de la operación de riego las 24 horas y es fundamental la colaboración de las personas y organizaciones concernientes, especialmente de los agricultores.
- e) No se presentan problemas de orden técnico para el ajuste del tiempo de irrigación en el caso de los agricultores equipados con obras de control en su respectivo predio. Esta obra de regulación puede ser construída aún después de la finalización de la construcción de las facilidades del proyecto.

### (3) Plan de Distribución de Agua

#### 1) Concepto Básico del Plan

El agua de riego (caudal max. 5.171 m<sup>3</sup>/s) es conducida desde la presa Piñán y derivada a la cuenca del río Cariyacu mediante el canal de conducción y es descargada en el río Cariyacu a 2,900 m de altitud. Mediante la obra de toma Cariyacu (2,540 m de elevación) este caudal es nuevamente captado a 3.5 km del punto de descarga, conjuntamente con el caudal disponible de dicho río (temporada de lluvia: 0.960 m<sup>3</sup>/s y temporada seca: 0.640 m<sup>3</sup>/s), y distribuída a los respectivos campos de cultivo mediante los canales principal, secundarios y terciarios. El caudal máximo de agua captado en esta obra de toma es de 6.131 m<sup>3</sup>/s en la temporada de lluvia y de 5.811 m<sup>3</sup>/s en la temporada seca. La distribución del agua de riego se realiza por gravedad desde la presa hasta los terrenos a irrigar.

El canal principal de riego se localiza entre los 2,540 – 2,524 m de altitud, para aprovechar eficazmente las fuentes de agua, recibiendo las aguas de cinco ríos y quebradas que lo atraviesan. El caudal total de estos ríos es de 0.720 m<sup>3</sup>/s en la temporada de lluvia y 0.480 m<sup>3</sup>/s en la temporada seca.

El área objeto de riego es dividida en dos partes (norte y sur) por el río Cariyacu. Estas dos grandes partes se encuentran a su vez divididas en algunos bloques independientes de irrigación por pequeños ríos y quebradas que fluyen en el área, tal como se muestra en la Fig. 4.1.3. En general, cada bloque se amplía en las partes bajas formando áreas en forma de abanico (ancho del área: aprox. 500 m en la parte alta y aprox. 2.5 km en la parte baja).

Por lo tanto, la localización de los canales secundarios es determinada en consideración de la distribución racional de agua a estos bloques independientes. Los canales de riego existentes (acequias) serán utilizados como canales secundarios, con su debida reparación o mejoramiento en la medida de las posibilidades, en el caso que estén situados en lugares y altitudes convenientes.

El estándar del límite de construcción de los canales adoptados por INERHI es también aplicado en el Proyecto. Esto es; para agricultores grandes y medianos, hasta la entrada a sus respectivas parcelas y para los pequeños agricultores será hasta la parcela.

La definición de los respectivos canales es como sigue:

- a) Canal Principal : Canal desde la obra de toma Cariyacu hasta el canal secundario. Ruta que corre por la parte alta del Area del Proyecto (2,540 - 2,524 m) en dirección norte-sur.
- b) Canal Secundario : Canal que une al canal principal de riego con el canal terciario. En general, se ubicará un canal secundario por cada bloque independiente.
- c) Canal Terciario : En el caso de canales existentes (para agricultores de grande y mediana escala), se realizará la conexión del canal secundario con el canal existente. En el caso de que no existan canales (para los agricultores de pequeña escala) se construirá el canal terciario entre el canal secundario y la parcela (aprox. de 3 ha).

## 2) Sistema de Riego

El sistema planificado para la entrega de agua de riego se muestra en la Fig. 4.1.4. La red detallada de canales de riego, las áreas de entrega y el caudal de los respectivos canales se muestran en la Fig. 4.1.5.

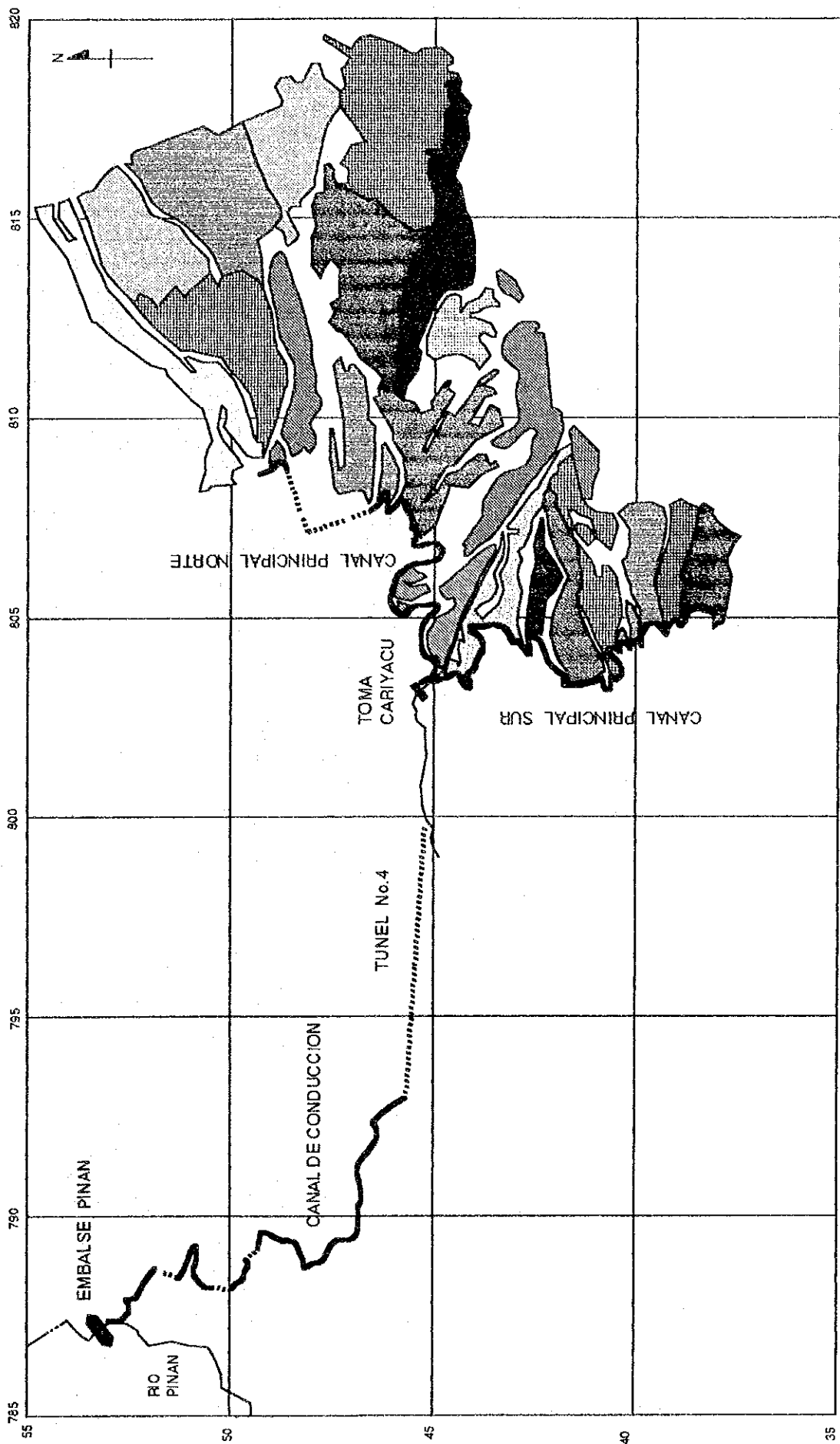
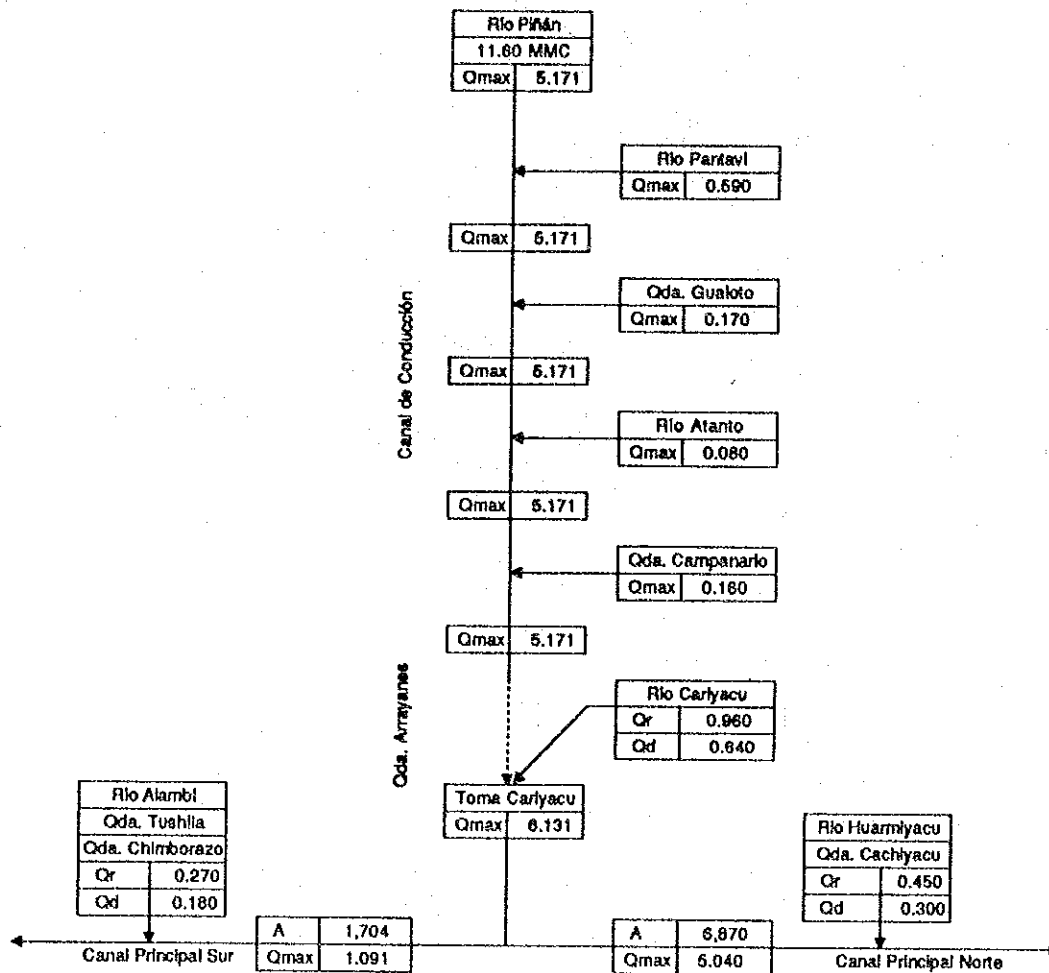


Fig. 4.1.3 Bloques de Irrigación



LEYENDA

- A : Area de Riego (Net), ha
- Qmax : Descarga (Max), m<sup>3</sup>/s
- Qr : Descarga (Temporada de lluvia), m<sup>3</sup>/s
- Qd : Descarga (Temporada seca), m<sup>3</sup>/s

Fig. 4.1.4 Sistema de Entrega de Agua de Riego



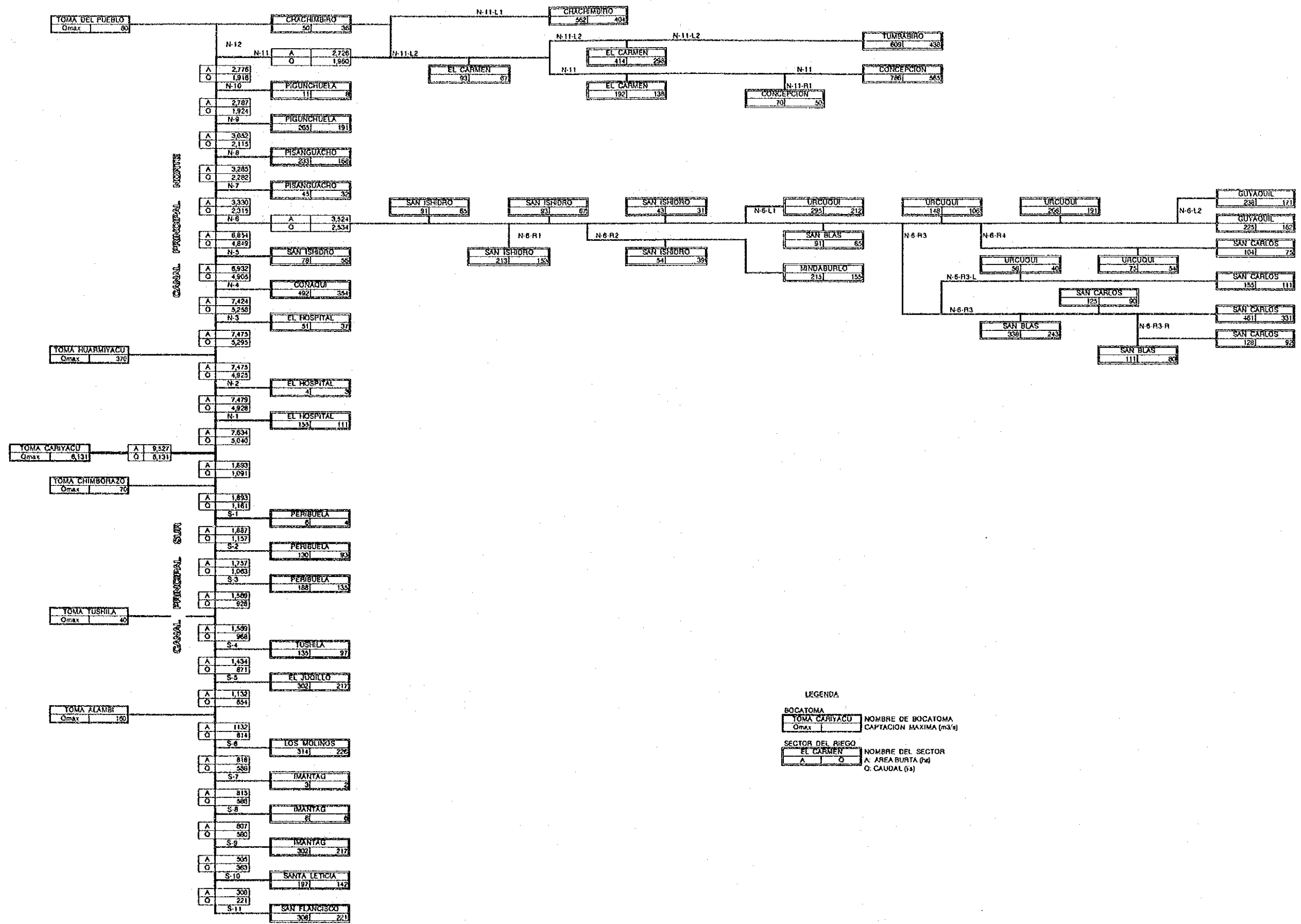


Fig. 4.1.5 Red de Distribución de Agua de Riego





#### **4.1.5 Plan de los Recursos Hídricos**

##### **(1) Plan Básico**

El Plan de Desarrollo de los Recursos Hídricos está determinado para un área de irrigación de 8,574 ha. Para establecer el Plan de Desarrollo de los Recursos Hídricos se analizaron las posibilidades y problemas de las fuentes existentes, estableciéndose el siguiente plan con la combinación de dos tipos de fuentes:

- a) Redistribución de los recursos hídricos disponibles en la actualidad (Fuentes en el Area del Estudio).
- b) Explotación de nuevas fuentes para cubrir la escasez de agua de riego.

El plan de desarrollo de los recursos hídricos se determinó en base al flujograma mostrado en la Fig. 4.1.6.

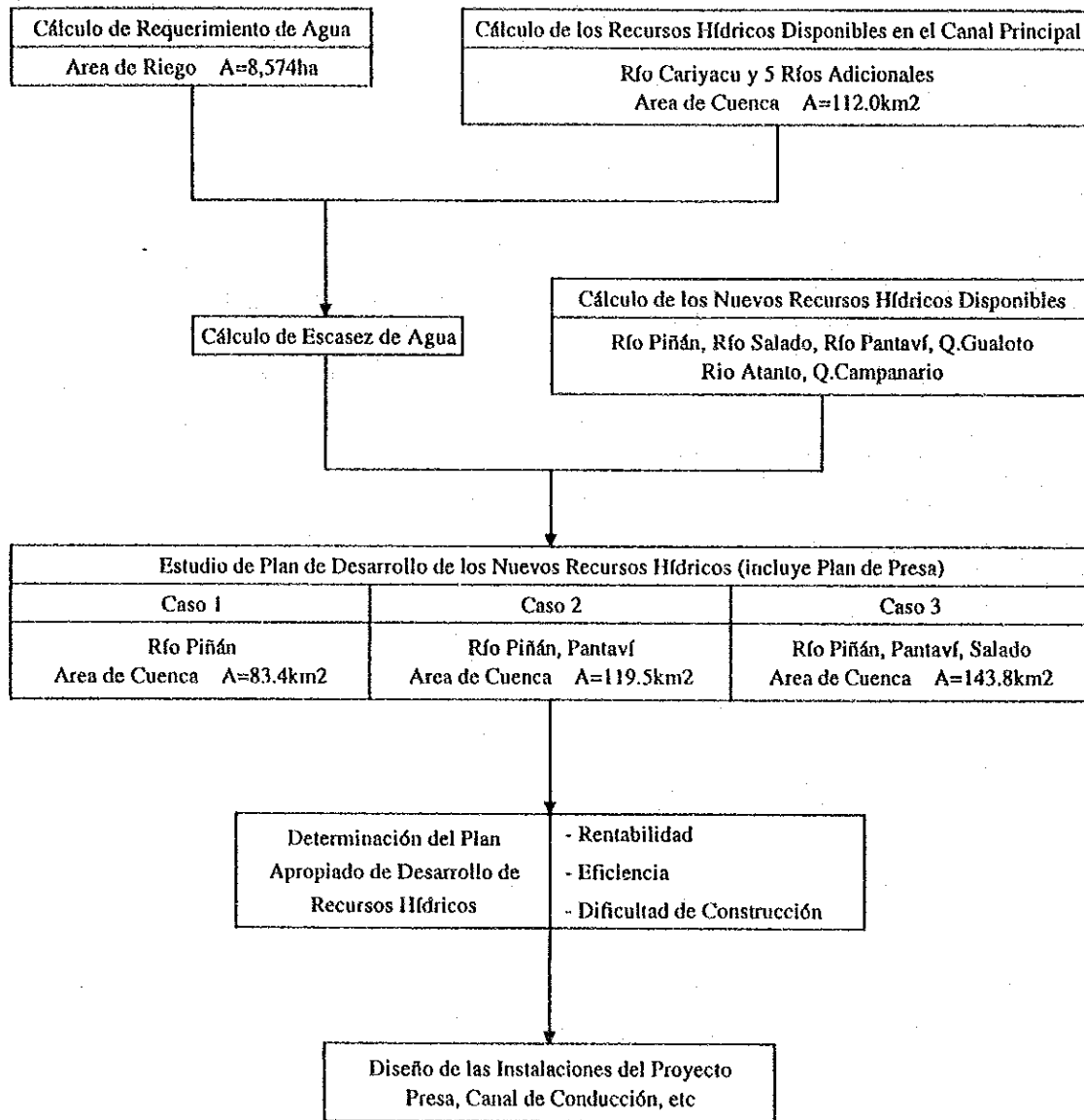


Fig. 4.1.6 Diagrama del Plan de Desarrollo de Recursos Hídricos

## (2) Fuente de Recursos Hídricos Actuales

Actualmente como fuentes de agua para irrigación sólo existen las quebradas que fluyen desde la parte alta del Area del Proyecto. Algunos de los agricultores del Area del Proyecto están practicando el riego con el caudal de estos ríos y quebradas, construyendo sus propios canales. En el Proyecto, los recursos hídricos de estas cuencas serán utilizados lo más posible a través del reordenamiento de los derechos de agua actuales, mayormente poseídos por los agricultores de gran escala. Anteriormente, no se han realizado aforos continuos de estas quebradas. En este estudio se efectuaron los aforos (1,991 - 93) y en base a estos datos se calcularon los caudales disponibles de las fuentes como se muestra a continuación:

Tabla 4.1.6 Descargas de las Fuentes de los Recursos Hídricos Existentes

Nombre	Area de Captación (km <sup>2</sup> )	Caudal en Temporada de Lluvia (m <sup>3</sup> /s)	Caudal en temporada Seca (m <sup>3</sup> /s)
Río Cariyacu	53.12	0.960	0.640
Qda. Cachiyacu	9.37	0.080	0.060
Río Huarmiyacu	20.34	0.370	0.240
Qda. Chimborazo	7.61	0.070	0.050
Qda. Tushila	4.20	0.040	0.030
Río Alambí	17.37	0.160	0.100
Total		1.680	1.120

El caudal disponible de las fuentes de recursos hídricos para el Area del Proyecto en las temporadas de lluvia y seca es de 1.680 m<sup>3</sup>/s y 1.120 m<sup>3</sup>/s, respectivamente.

Por otra parte, el requerimiento máximo de agua de riego es de 6.851 m<sup>3</sup>/s en la temporada de lluvia (diciembre) y de 5.807 m<sup>3</sup>/s en la temporada seca (junio). Por lo tanto, hay un déficit máximo de agua de riego de 5.171 m<sup>3</sup>/s en la temporada de lluvia y de 4.687 m<sup>3</sup>/s en la temporada seca.

Por lo explicado anteriormente, es necesaria la utilización de una nueva fuente de recursos hídricos, en adición a los ríos localizados en la parte alta del Area del Proyecto.

### (3) Nuevas Fuentes de Recursos Hídricos

#### 1) Fuentes de Agua

Como nuevas fuentes de agua para el Area del Proyecto pueden ser aprovechados los siguientes ríos localizados en áreas montañosas del lado del océano Pacífico, donde comparativamente llueve más.

- i) Los ríos Piñán y Pantaví localizados aproximadamente a 50 km NNO del Area del Proyecto.
- ii) Tres ríos (Gualoto, Atanto y Campanario), que atraviesan al canal de conducción serán captados, además de los ríos Piñán y Pantaví.
- iii) El río Salado del sistema del río Lita, el cual está localizado en la parte alta del río Piñán.

Los caudales de los ríos arriba mencionados se determinaron excluyendo el caudal de conservación del río (5% del caudal promedio), el cual se dejará circular por estos ríos para mantener la corriente del cauce del mismo.

Río Piñán	:	0.20 m <sup>3</sup> /s
Río Salado	:	0.10 m <sup>3</sup> /s
Total de Otros Ríos	:	0.10 m <sup>3</sup> /s

#### 2) Caudales de los Ríos

Los caudales disponibles de los ríos arriba mencionados son estimados usando los datos observados de los respectivos ríos o los datos de áreas circundantes en caso de no existir datos disponibles. Los caudales estimados se muestran en la Tabla 4.1.7.

Tabla 4.1.7 Descargas de las Nuevas Fuentes de Recursos Hídricos

Nombre	Area de Captación(km <sup>2</sup> )	Caudal en Temporada de Lluvia (m <sup>3</sup> /s)	Caudal en temporada Seca (m <sup>3</sup> /s)
Río Piñán	83.4	2.774	1.951
Río Pantaví	36.1	0.590	0.491
Qda. Gualoto	10.4	0.170	0.141
Río Atanto	4.9	0.080	0.066
Qda. Campanario	9.8	0.160	0.133
Río Salado	24.3	0.246	0.151
<b>Total</b>		<b>4.020</b>	<b>2.933</b>

De la tabla anterior se concluye que aún utilizando los caudales de estos ríos no se cubre el déficit de agua de riego. Por lo tanto, la infraestructura de almacenamiento (presa) es necesaria para asegurar el agua de riego requerida.

Los caudales mensuales calculados se presentan en el Anexo H.

### 3) Plan de Desarrollo de los Nuevos Recursos Hídricos

El concepto básico del Plan de Desarrollo de los Recursos Hídricos es construir una presa en el río Piñán, por ser la mayor fuente de recursos hídricos. Por ende, el estudio de la presa se hará considerando al río Piñán como fuente principal de agua.

En este caso, serán consideradas las siguientes tres alternativas:

Caso 1 : Una presa para almacenar el caudal del río Piñán y la toma directa del caudal del río Pantaví.

Caso 2 : Una presa para almacenar los caudales de los ríos Piñán y Pantaví.

Caso 3 : Una presa para almacenar los caudales de los ríos Piñán, Pantaví y Salado.

En todos los casos, los caudales de los ríos que atraviesan el canal de conducción, como los ríos Gualoto, Atanto y Campanario, serán captados directamente por el canal de conducción. No obstante, el 5% del caudal promedio anual se dejará circular para mantener la corriente del cauce del río.

El resumen de las tres alternativas planteadas se muestra en las Figs 4.1.7.(1), (2) y (3) y el resultado del análisis del balance de agua de la presa, en las Figs 4.1.8 - 10.

Como resultado del análisis del balance de agua de la presa, la capacidad de almacenamiento efectiva de la presa para las tres alternativas mencionadas, es como se muestra en la Tabla 4.1.8.

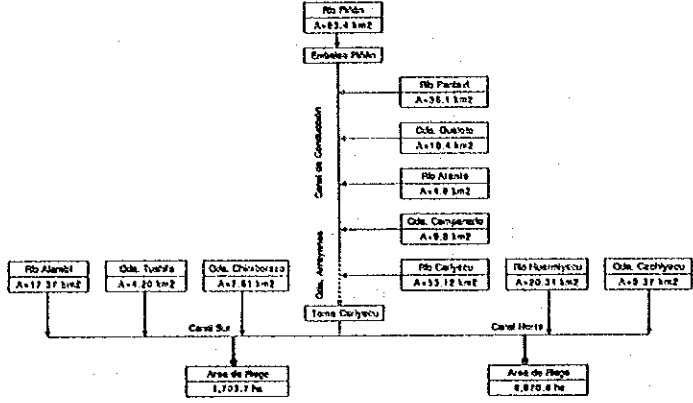
Plan de Alternativas	Resumen
<p data-bbox="209 353 300 387">Caso 1</p> 	<p data-bbox="927 349 1366 488">Una presa para almacenar el caudal del río Piñán, además de la toma directa de agua de 4 ríos al canal de conducción.</p> <p data-bbox="927 528 1193 562">Obras de Ingeniería/</p> <ul data-bbox="927 600 1366 846" style="list-style-type: none"> <li>- Presa</li> <li>- Canal de conducción: Desde la Presa Piñán hasta el Area Beneficiaria</li> <li>- Obra de toma: 10 sitios</li> </ul>

Fig. 4.1.7(1) Resumen de Alternativas de los Recursos Hídricos del Proyecto

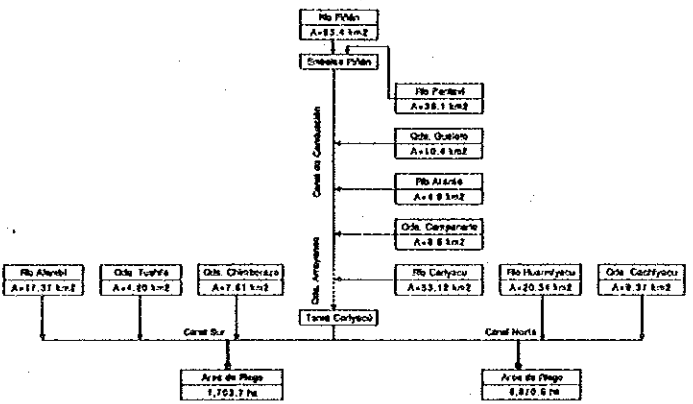
Plan de Alternativas	Resumen
<p data-bbox="209 1249 300 1283">Caso 2</p> 	<p data-bbox="927 1245 1366 1420">Una presa para almacenar los caudales de los ríos Piñán y Pantaví, además de la toma directa de agua de 3 ríos al canal de conducción</p> <p data-bbox="927 1460 1214 1494">Obras de Ingeniería</p> <ul data-bbox="927 1532 1366 1845" style="list-style-type: none"> <li>- Presa</li> <li>- Canal de conducción: Desde la Presa Piñán hasta el Area Beneficiaria Desde el Río Pantaví hasta la Presa Piñán</li> <li>- Obra de toma: 10 sitios</li> </ul>

Fig. 4.1.7(2) Resumen de Alternativas de los Recursos Hídricos del Proyecto



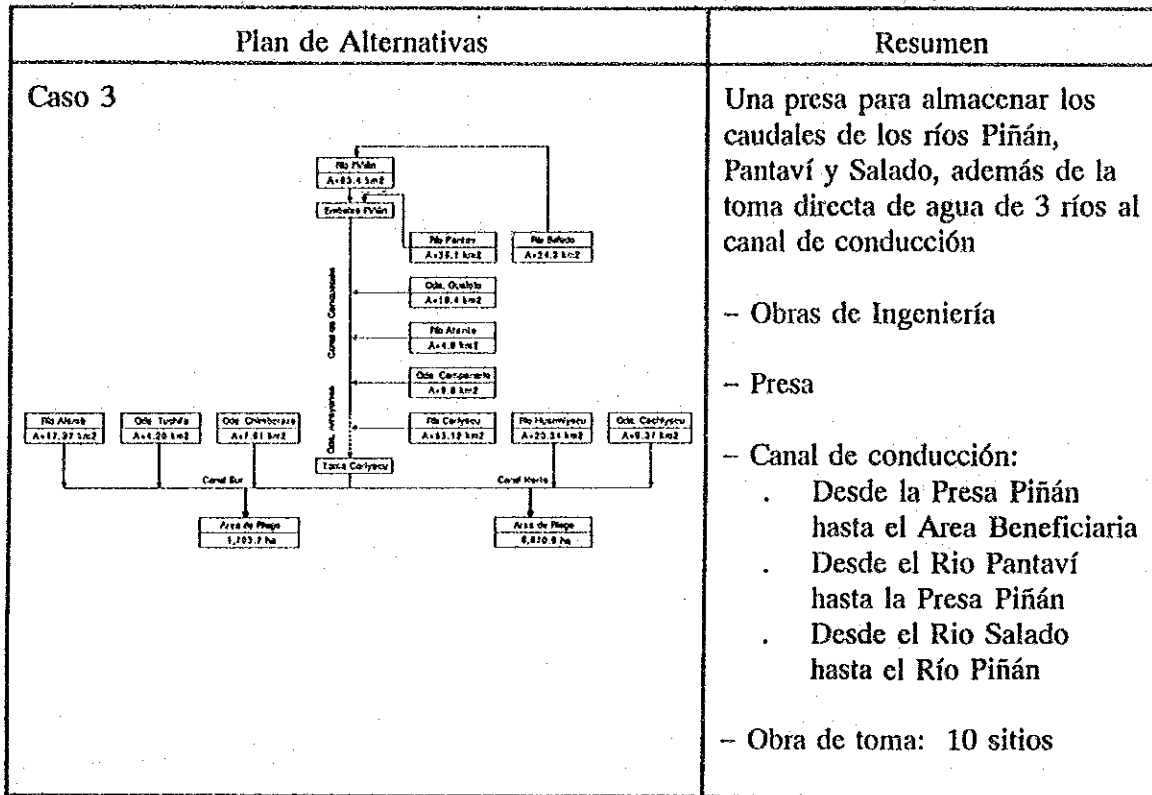
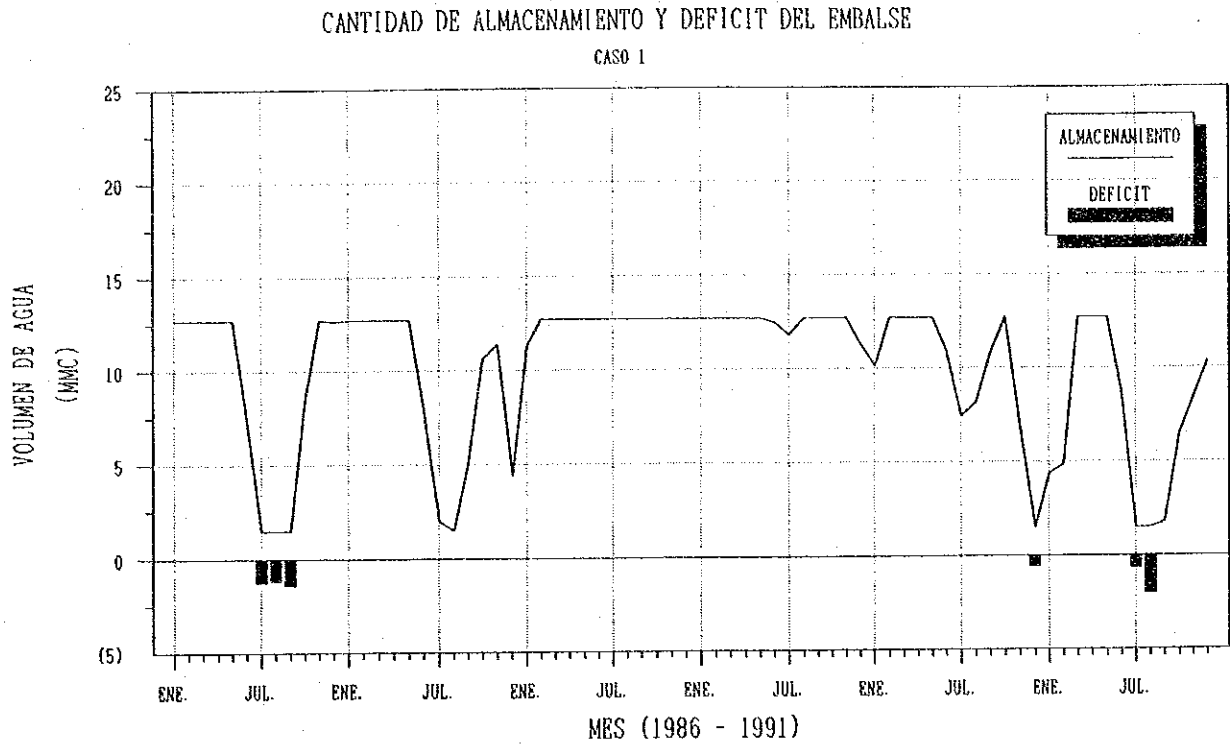
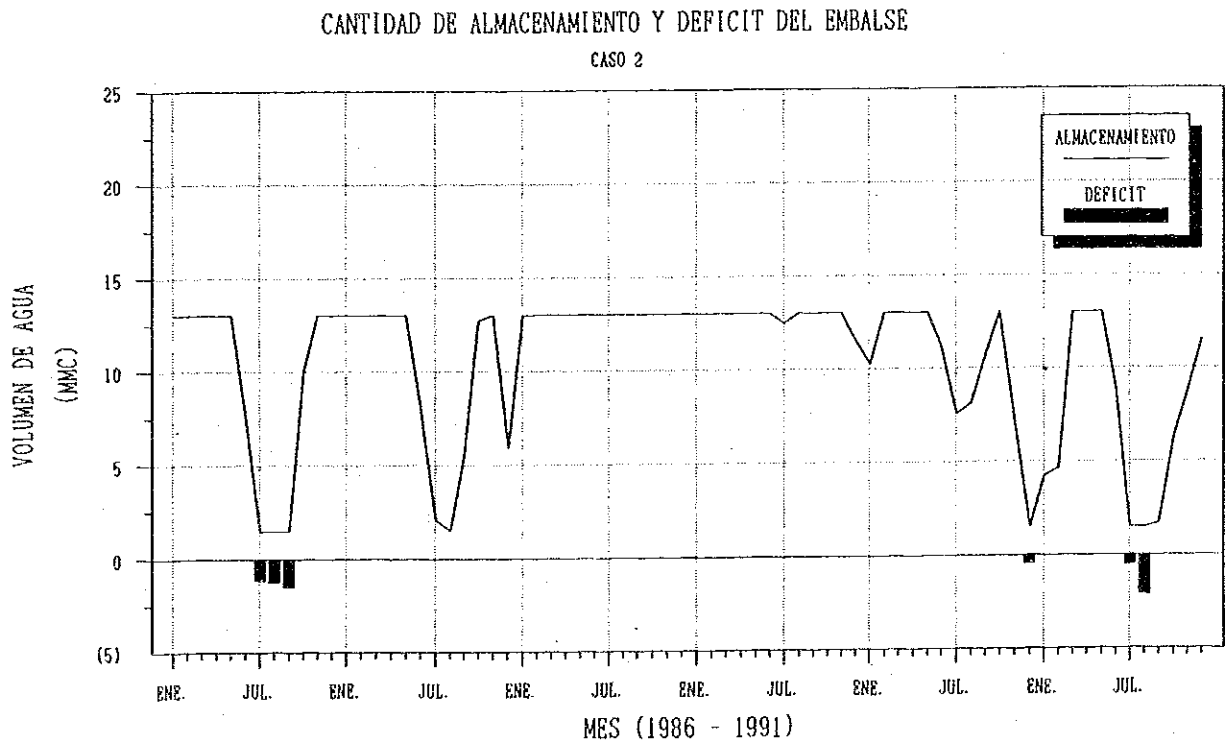


Fig. 4.1.7(3) Resumen de Alternativas de los Recursos Hídricos del Proyecto



**Fig. 4.1.8 (1) Variación del Volumen de Almacenamiento de la Presa (caso 1)**



**Fig. 4.1.8 (2) Variación del Volumen de Almacenamiento de la Presa (caso 2)**

### CANTIDAD DE ALMACENAMIENTO Y DEFICIT DEL EMBALSE

CASO 3

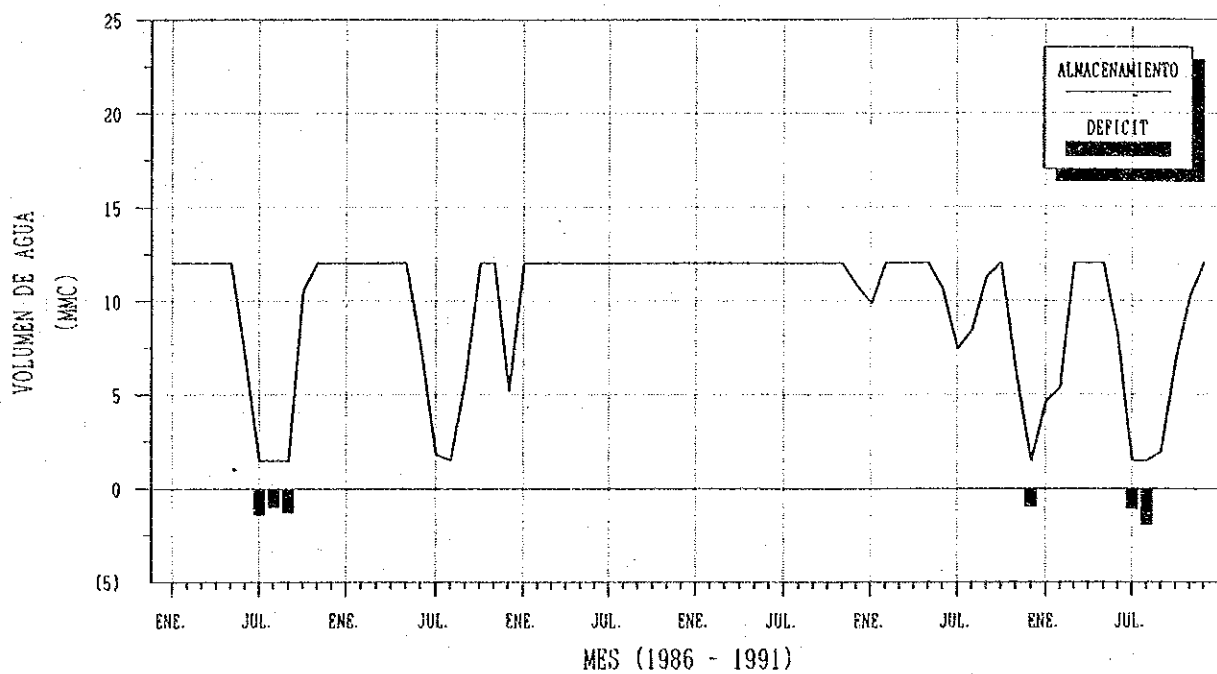


Fig. 4.1.8 (3) Variación del Volumen de Almacenamiento de la Presa (caso 3)

Tabla 4.1.8 Capacidad del Embalse para los Diferentes Casos Planteados

Unidad :  $10^6 \text{ m}^3$

Caso	Volumen Efectivo	Volumen de Sedimentación	Volumen Total
1	11.22	1.5	12.72
2	11.54	1.5	13.04
3	10.55	1.5	12.05

Las dimensiones de la presa para cada caso se presentan en la Tabla 4.1.9.

Tabla 4.1.9 Dimensiones de la Presa para los Diferentes Casos Planteados

Caso	Altura de presa (muro)	Longitud (m)	Volúmen ( $10^3 \text{ m}^3$ )
1	48.0	220.0	350.0
2	48.0	220.0	350.0
3	47.5	220.0	343.0

Las obras adicionales contempladas para cada caso son las siguientes:

<u>Obras adicionales</u>	<u>Caso 1</u>	<u>Caso 2</u>	<u>Caso 3</u>
<b>Canal de Conducción</b>			
. Presa – Area Beneficiaria	Existe	Existe	Existe
. Río Pantaví – Presa	–	Existe	Existe
. Río Salado – Río Piñán	–	–	Existe

En base a los datos expuestos anteriormente se juzga que no es efectivo almacenar las aguas del río Pantaví (caso 2). Por otro lado la capacidad de almacenamiento puede ser reducida  $0.67 \times 10^6 \text{m}^3$  si se almacenan las aguas del río Salado (caso 3) comparada con el caso 1.

Sin embargo, en el caso 3, la construcción del canal de conducción de 12 km de longitud (incluye túnel de 2 km) es requerida para conducir las aguas del río Salado al río Piñán. El costo de construcción del canal de conducción es mucho mayor en comparación con el reducido costo de construcción de la presa debido a la reducción de la capacidad de almacenamiento.

Por lo tanto, el "caso 1", una presa para almacenar las aguas del río Piñán y captar directamente las aguas de los ríos Pantaví, Gualoto, Atanto y Campanario, es considerado como la alternativa más conveniente.

#### **(4) Plan de Desarrollo de los Recursos Hídricos**

Según el resultado de los estudios realizados para el desarrollo de los nuevos recursos hídricos para este proyecto, se considerará como alternativa más conveniente al caso 1, es decir, una presa para almacenar el caudal del río Piñán y la toma directa del caudal de 4 ríos que atraviesan el canal de conducción.

El plan de los recursos hídricos de este proyecto se muestra en el Fig. 4.1.9.

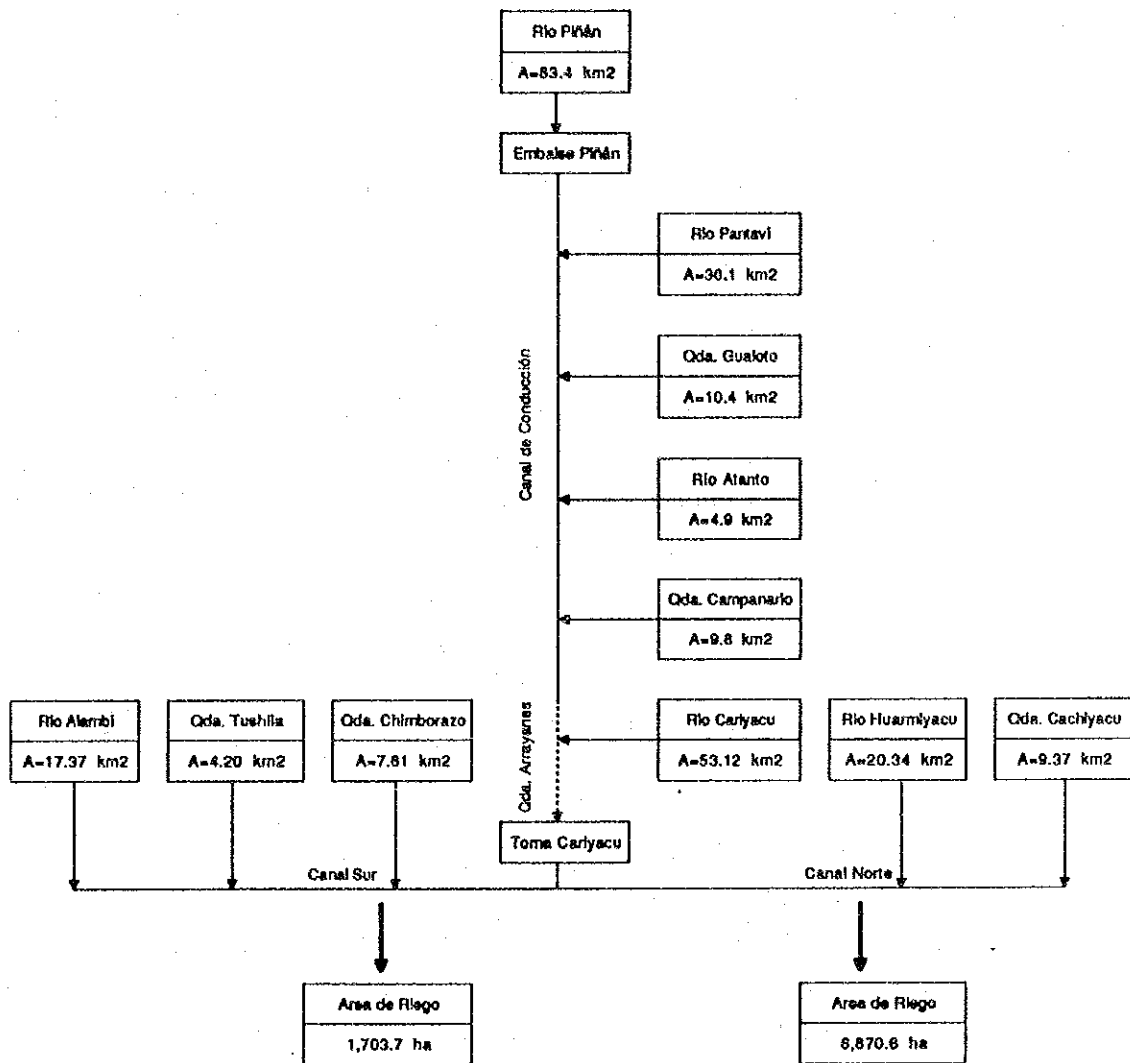


Fig. 4.1.9 Plan de Recursos Hídricos

## 4.2 PLAN DE DESARROLLO AGRICOLA

### 4.2.1 Producción Agrícola

#### (1) Selección de los Cultivos que Serán Introducidos

Esta área desempeña un papel importante para la producción de cultivos básicos tales como el maíz, fréjol, papa, trigo y cebada, que son ampliamente cultivados en el área. El Proyecto tiene por objetivo fortalecer el sistema, además de la diversificación de cultivos con la expansión del área cultivada.

Los cultivos, que serán introducidos con la terminación de la infraestructura de riego se seleccionaron tomando en consideración los siguientes puntos:

##### a. Cultivos de acuerdo con las condiciones naturales.

El Area del Proyecto se encuentra ubicada entre los 1,700 m y los 2,540 m de altitud. Por lo tanto, se considerará como un factor importante para la selección de los cultivos a su adaptabilidad a las condiciones naturales existentes. En la Fig. 4.2.1 se muestra la selección de los cultivos por altitud.

##### b. Cultivos de alta rentabilidad.

##### c. Sistema de cultivos considerando la conservación de la tierra en áreas con pendientes.

El Area del Proyecto incluye muchas tierras con pendientes fuertes y altas posibilidades de erosión. Para proteger estos suelos contra la erosión se propone la siembra de cultivos mixtos (reducir el período en que la tierra está al descubierto, mediante la siembra de árboles frutales y pasto), ya que la conservación de la tierra es un factor importante para el éxito del proyecto.

##### d. Situación del mercado nacional e internacional.

Para la selección de cultivos de exportación se dará una especial importancia al mercado andino.

##### e. Cultivos que sustituyan a los productos de importación.

f. Nivel técnico de los agricultores de la zona y asistencia técnica en el futuro.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente se seleccionaron los cultivos a que serán introducidos en el Proyecto, tal como se muestra en la Tabla 4.2.1.

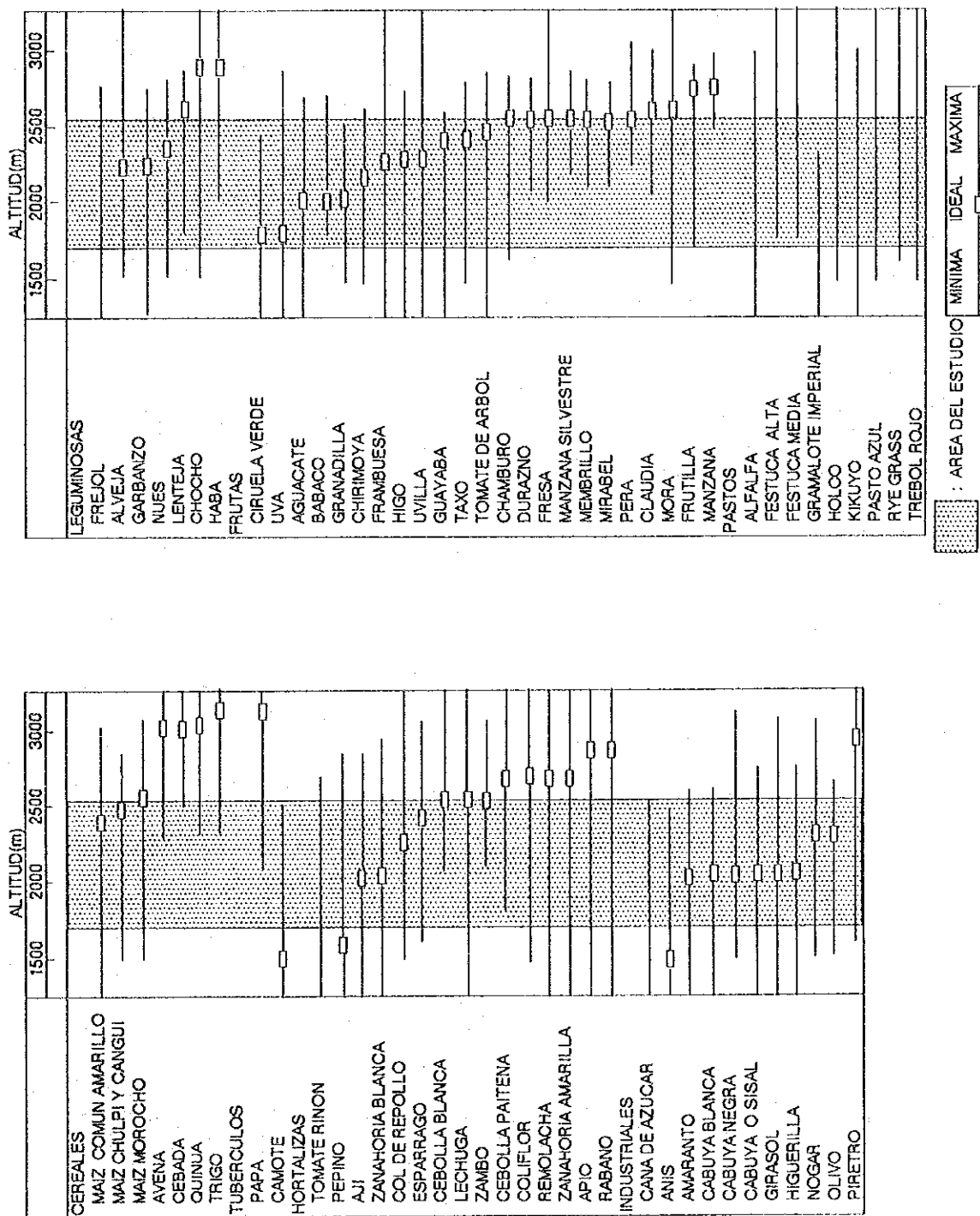


Fig. 4.2.1 Selección de Cultivos por Altitud



Tabla 4.2.1 Evaluación de Cultivos que Serán Introducidos en el Proyecto

Cultivo	Demanda Interna	Posibilidad para Exportacion	Substitucion de Importacion	Posibilidad Agro-industrial	Beneficio	Experiencia de cultivo*
Maíz (Seco)	⊙					A
Maíz (Choclo)	⊙				○	A
Papa	⊙				○	A
Frejol	○	⊙			○	A
Arveja	○			○		A
Trigo	⊙		⊙			A
Cebada	⊙		⊙			A
Azucar	⊙	○	○	⊙	○	A
<b>Hortalizas</b>						
Tomate	⊙	○		⊙	⊙	A
Aji	○			⊙		A
Zanahoria	○			○		A
Col	○				○	A
Esparrago	○	○		⊙		B
Cebolla	⊙				○	A
Pepinillo	○	○		○	○	B
Coliflor	○			○	○	B
Remolacha	○				○	A
Rabano	○				⊙	A
Cebolla Paitena	⊙				○	A
<b>Frutas</b>						
Uva	⊙		○	⊙		B
Aguacate	⊙	○			○	A
Babaco	○			○	⊙	A
Higo	○			○		A
Chirimoya	○				○	A
Tomate de Arbol	⊙			○	⊙	A
Durazno	⊙		○	⊙	⊙	B
Mora	○			⊙		A
Manzana	⊙		○	⊙	⊙	B
<b>Pastos</b>						
Alfalfa	⊙			⊙	⊙	A

Potencial : ⊙ > ○

\* : A = Generalmente es cultivado B = Es cultivado por algunos agricultores como prueba

## (2) Patrón de Cultivo

El patrón de cultivo que será introducido fue formulado tomando en cuenta el uso efectivo de la lluvia en el área, como se muestra en la Fig. 4.2.2.

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Mes / Superficie
	Fréjol				Hortalizas					Maíz +		142 ha
					Hortalizas					Papas		142 ha
					Fréjol (Arveja)					Maíz (Seco)		1,091 ha
	Fréjol (Arveja)									Maíz (Choclo)		545 ha
					Fréjol (Arveja)					Papas		1,636 ha
					Trigo (Cebada)					Fréjol		1,498 ha
					Hortalizas					Hortalizas		723 ha
					Frutales + Pastos							428 ha
					Frutales							1,018 ha
					Pastos							1,201 ha
					Caña de Azúcar							150 ha
												Total 8,574 ha

Fig.4.2.2 Patrón de Cultivo Propuesto

## (3) Área por Cultivo

El área propuesta por cultivos se estableció tomando en consideración el tamaño de la parcela en el área, tal como se menciona más abajo.

El patrón de cultivos y su respectiva área de siembra se presenta en la Fig. 4.2.2 y la Tabla 4.2.2, respectivamente.

### 1) Agricultores de Pequeña Escala (finca con menos de 3 ha)

Fincas con menos de 1 ha.

Los agricultores propietarios de menos de 1 ha cultivan varios productos para autoconsumo en el primer semestre y hortalizas para la venta en el segundo.

Fincas entre 1.1 y 3.0 ha

Considerando la superficie media de cultivo como 1.7 ha más o menos, se destinan 0.25 ha a hortalizas, 0.5 ha a frutales y la superficie restante a la producción de alimentos básicos. El cultivo de árboles frutales se realizará asociado con el cultivo pastos, tanto para aumentar la rentabilidad de la tierra como para prevenir la erosión del suelo.

2) Agricultores de Mediana Escala (Fincas entre 3.1 y 10 ha)

Considerando la superficie media de cultivo como 4.9 ha, se destinan 0.5 ha a hortalizas, 1.0 ha a frutales y la superficie restante de 3.4 ha al cultivo de alimentos básicos.

3) Agricultores de Gran Escala (Fincas entre 10.1 y 20 ha) y Grandes Plantaciones (más de 20.1 ha)

La superficie media de cultivo es de unas 70 ha, siendo la superficie cultivada total de 6,440 ha. Para la caña de azúcar se mantiene casi la misma superficie de cultivo actual pero el área de pasto se reducirá al 50% del área actual en consideración del incremento de productividad con la introducción del sistema de riego en el área.

La superficie restante será dividida en las siguientes tres categorías según la proporción de la superficie actual cultivada en la Provincia de Imbabura:

Hortalizas	:	10%
Frutales	:	20%
Alimentos Básicos	:	70%

En el Proyecto, el maíz y la papa, que han sido seleccionados como los cultivos básicos por excelencia en el área, son cultivados en cotas inferiores a los 2,200 msnm y superiores a los 2,200 msnm, respectivamente. La proporción de superficie cultivada es de 50% para cada cultivo.

Tabla 4.2.2 Area Propuesta por Cultivo

Cultivo	Area (ha)	Cultivo	Area (ha)
Maíz + Fréjol	142	Trigo	749
Maíz Seco	1,091	Cebada	749
Maíz Choclo	545	Hortalizas	1,730
Papa	1,778	Frutales + Pastos	428
Fréjol	3,180	Frutales	1,018
Arveja	1,590	Pastos	1,201
		Caña de Azúcar	150
		Total	14,354

Dentro del programa de producción, la producción de los alimentos básicos y hortalizas está estimada por el rendimiento del terreno agrícola del Area del Estudio, el cual fue calculado con los datos de DPA-Imbabura. La producción de frutales fue estimado con los datos de rendimiento del laboratorio de fruticultura, INIAP. El programa de producción se muestra en la Tabla 4.2.3.

Tabla 4.2.3 Programa de Producción

	Area (ha)	Produccion(Ton)							
		1 er	2 do	3 er	4 to	5 to	6 to	7 mo	8 vo
Maiz Seco	1,162	2,562	3,111	3,660	3,660	3,660	3,660	3,660	3,660
Maiz Choclo	545	5,073	6,160	7,247	7,247	7,247	7,247	7,247	7,247
Papa	1,778	22,403	27,203	32,004	32,004	32,004	32,004	32,004	32,004
Frejol	4,841	6,100	7,407	8,714	8,714	8,714	8,714	8,714	8,714
Trigo	1,498	3,303	4,011	4,719	4,719	4,719	4,719	4,719	4,719
Cana	150	15,750	19,125	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500	22,500
Tomate	865	30,880	37,498	44,115	44,115	44,115	44,115	44,115	44,115
Cebolla Paitena	865	12,715	15,440	18,165	18,165	18,165	18,165	18,165	18,165
Alfalfa	1,417	133,906	162,601	191,295	191,295	191,295	191,295	191,295	191,295
Durazno	411	0	0	3,286	5,750	6,571	8,214	10,268	12,321
Aguacate	411	0	0	0	2,136	3,559	5,339	8,543	10,678
Manzano	411	0	0	3,696	4,928	6,982	8,214	11,500	14,374
Total	14,354								

#### (4) Evaluación de Demanda Alimenticia

La proporción de auto-abastecimiento alimenticio (producción / consumo) del Ecuador en el 1991 es expuesta en la Tabla 4.2.4.

Tabla 4.2.4 Producción y Consumo de Alimentos

	Proporción*		Producción	Consumo	Consumo	Per Cápita
	1985	1991	1985-1991	1985-1991	1991	1985-1991
	%	%	%/Anual	% Anual	Kg/Año	%/Anual
Total	144	123	4.3	7.1	447	-0.5
Cereales	108	77	13.9	20.6	81	-3.6
Tubérculos	114	100	-5.7	-3.7	35	-9.3
Leguminosas	168	90	-18.5	-9.5	4	-10.7
Hortalizas	112	100	-0.8	1.2	17	-2.7
Frutas	237	228	5.3	6.0	106	-6.7
Carne	106	100	-15.1	-14.2	134	7.5
Aceite	94	94	12.8	12.8	27	7.2
Azúcar	119	100	5.2	8.4	33	1.4
Otros	1,412	178	-0.7	40.3	10	4.9

\* : (producción / consumo)x 100

Fuente: MAG

La proporción de auto-abastecimiento alimenticio fue de 123 % en 1991 y mantiene una tendencia decreciente. Sin embargo, más del 90% de los productos con una producción interna mayor que la demanda, como el banano y otros, son de exportación. En caso de que los productos de exportación se excluyan del cálculo, la proporción de auto-abastecimiento alimenticio sería de 94%, por lo que puede decirse que el país no ha logrado producir lo suficiente para su autoconsumo.

La producción anual de cada cultivo varía grandemente y se ve afectada por la tendencia del consumo de alimentos. La situación actual de los cultivos se detalla a continuación:

##### 1) Cereales

La proporción de auto-abastecimiento de cereales en 1991 fue de 77% con tendencia a disminuir. El mayor déficit se presenta en el trigo y la cebada, y su importación muestra una tendencia creciente cada año. El 100% de la producción

de maíz es consumida internamente; más aún, se estimó que los aumentos en la producción debido al Proyecto serán totalmente absorbidos por la demanda interna

## 2) Tubérculos

La producción total y el consumo de tubérculos por persona tuvieron una tendencia decreciente. Esto fue debido a que la producción de yuca bajó a la mitad durante el período 1985 - 1991. Por otra parte, la producción de papa aumentó en una proporción de 1.3% anual durante dicho período. Consecuentemente el 100% de la producción de 1991 fue consumida. Por lo tanto, en consideración al incremento poblacional en el futuro se estima que el aumento en la producción de tubérculos debido al Proyecto será demandada en su totalidad.

## 3) Leguminosas

La producción de leguminosas presentó recientemente un serio decrecimiento y la proporción de auto-abastecimiento en 1991 decreció al 90%. La mayor parte de fréjol producido en los alrededores del Area del Proyecto se exporta a Colombia. La posibilidad de exportación de fréjol en el futuro es alta. Por lo tanto, se considera que el incremento en la producción debido al Proyecto será demandada.

## 4) Hortalizas

A pesar de que la producción de hortalizas ha disminuído, el consumo ha ido en aumento. La proporción de auto-abastecimiento ha decrecido fue de 100% en 1991. En consideración al crecimiento poblacional en el futuro, la demanda de hortalizas irá en aumento. Por lo tanto, el aumento de la producción de hortalizas debido al Proyecto será absorbido por la demanda.

## 5) Frutales

Las frutas más producidas son banana y piña. La proporción de auto-abastecimiento es alta, al igual que su exportación. La proporción de auto-abastecimiento, excluyendo las exportaciones fue de 94%. La uva, durazno y manzana, que serán introducidas por el Proyecto, están siendo en la actualidad importadas, por lo tanto, la producción de frutas debido al Proyecto abastecerá la demanda existente, sustituyendo las importaciones.

#### 4.2.2 Plan de Comercialización

Como se ha mencionado en los párrafos anteriores, se espera que con la implementación del Proyecto se lleve a cabo la agricultura de riego en el Area del Proyecto. Debido al uso del patrón de cultivo propuesto y al incremento del rendimiento unitario de los cultivos, se dará un notable incremento de la producción comparada con la situación actual.

Los cultivos tradicionales como el maíz, fréjol, papa etc. serán incrementados a 50,288 tons; como nuevos cultivos, los cultivos de hortalizas y frutas serán incrementados a 62,280 ton y 37,374 ton, respectivamente, mientras que los cultivos de alfalfa serán incrementados a 191,295 ton.

Tabla 4.2.5 Producción de Productos Agrícolas

Cultivo	Unidad : ton		
	Actual	Propuesto	Incremento
Maíz (seco)	1,458	3,660	2,202
Maíz (choclo)	-	7,247	7,247
Papa	2,164	32,004	29,840
Fréjol	677	8,714	8,037
Trigo	1,757	4,719	2,962
Tomate	-	44,115	44,115
Cebada	-	18,165	18,165
Arveja	-	12,321	12,321
Hortalizas	-	10,678	10,678
Fruta	-	14,375	14,375
Pastos	-	191,295	191,295
Caña de azúcar	4,802	22,500	17,698

Para asegurar el ingreso de los agricultores de pequeña y mediana escala a través de la eliminación del intermediario del actual sistema de distribución, se propone el sistema mostrado en la Fig. 4.2.3 y explicado a continuación.

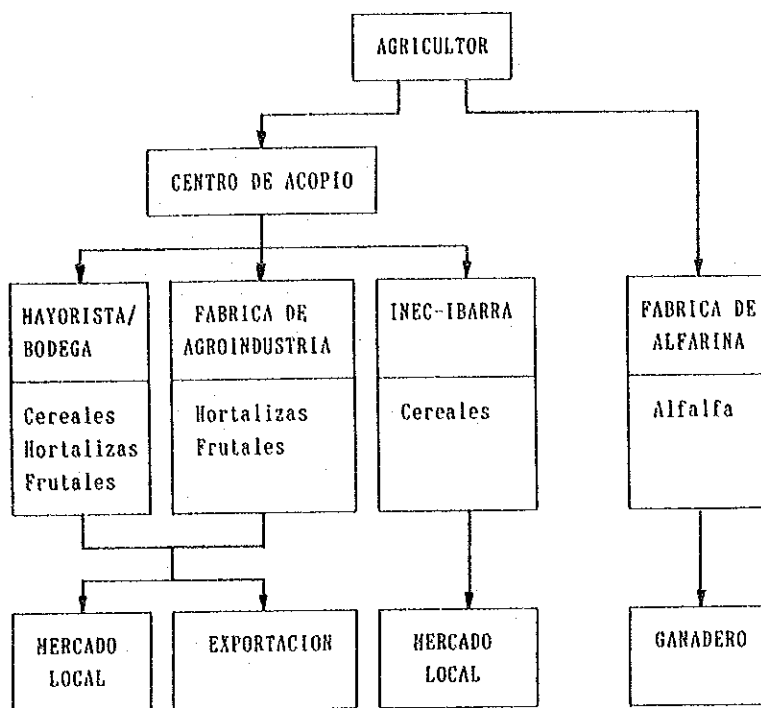


Fig. 4.2.3 Canal de Distribución de Productos Propuesto

- a. Instalar tres centros de acopio y almacenaje manejados por las asociaciones de los agricultores de pequeña y mediana escala de Tumbabiro, Urcuquí e Imantag (ver Literal 4.2.5).
- b. Negociar con cereales tales como maíz y fréjol directamente con la Empresa Nacional Agrícola de Almacenaje y Comercialización (ENAC-Ibarra) y los centros de acopio mencionados anteriormente, mediante el reforzamiento de fondos y la expansión de las facilidades de la empresa (actualmente la capacidad de almacenaje es de 20,000 quintales (900 ton)).
- c. Negociar con hortalizas como nuevos cultivos, en términos favorables para los agricultores con las agroindustrias y/o mayoristas a través de los centros mencionados anteriormente. (ver Literal 4.2.3).
- d. Negociar con frutas con el mismo sistema propuesto para las hortalizas debido a la gran demanda en los mercados de fruta fresca. El MAG orienta el mejoramiento de tecnología y la simplificación del sistema de distribución a través de la formación de grupos de fruticultores con el objeto de asegurar un mercado estable en la agroindustria y los mercados locales (ver Literal 4.2.3).



### 4.2.3 Plan Agroindustrial

Los productos agrícolas destinados a la agroindustria entre los cultivos propuestos por el Proyecto son los siguientes:

#### a. Hortalizas

Espárrago :	Embotellado para exportación
Pepinillo :	Embotellado y encurtido para exportación
Tomate :	Salsa y pasta de tomate para consumo local
Ají :	Salsa de ají para consumo local

#### b. Frutas

Manzana :	Jugo, salsa o ensalada, concentrado y mermelada para consumo local y exportación
Durazno :	Jugo embotellado para consumo local y exportación
Mora :	Jugo y mermelada para consumo local y exportación
Uva :	Jugo, vino y concentrado para consumo local y exportación

#### c. Pastos

Alfalfa :	Pastillas secas para consumo local
-----------	------------------------------------

Con la implementación del Proyecto, las plantas agroindustriales de la ciudad de Ibarra serán expandidas y revitalizadas; igualmente se espera que la agroindustria se expanda a las áreas frutícolas en la región de la sierra (provincias de Tungurahua y Pichincha). Más aún, se espera que se lleve a cabo una auto-renovación hacia una agroindustria integral, planeada por una empresa líder (IANCEM) en la provincia de Imbabura y que ésta contribuya al desarrollo de la economía regional en el futuro. Adicionalmente, teniendo en cuenta que la ciudad de Ibarra cuenta con algunas plantas agroindustriales y que es un importante centro de comercio y transporte en la parte norte del Ecuador, cerca de la frontera con Colombia, se espera un mayor desarrollo en términos cualitativos a través de la revitalización de la agroindustria.

Bajo estas circunstancias, la mayoría de los productos agrícolas producidos en el Área del Proyecto serán posiblemente destinados a plantas agroindustriales. Consecuentemente se hará posible la estabilización de los mercados y la nivelación

de los precios al productor. Con el objeto de lograr lo anterior, se propone el cultivo a contrato entre los agricultores y las plantas agroindustriales como un sistema aplicable.

En los pueblos de la Parroquia Imantag dentro del Área del Proyecto, los agricultores tienen la intención de instalar industrias rurales de pequeña escala para producir queso en el futuro. Con el Proyecto, la realización de este plan será acelerada.

Considerando lo anterior, no se contemplan en este Proyecto nuevas infraestructuras agroindustriales.

#### **4.2.4 Plan de Apoyo Agrícola**

Con el objeto de alcanzar la meta del Proyecto, es importante que el apoyo agrícola a los agricultores de pequeña y mediana escala a través de las instituciones relacionadas sea realizada de manera suficiente. Por lo tanto, se propone el sistema de apoyo mostrado en la Fig 4.2.4 y explicado a continuación.

##### **1) Granja Experimental "La Pradera" del INIAP y la Finca de Producción de Semillas de Urcuquí**

###### **a. Granja Experimental "La Pradera" del INIAP**

###### **Producción de Semillas y Plantas**

En las provincias de Imbabura y Carchi se ejecutarán los siguientes servicios conforme al Programa de Fruticultura:

- Producción de frutales
- Distribución de frutales
- Organización de fruticultores
- Asistencia técnica a los grupos de fruticultores mediante fincas demostrativas
- Difusión de la fruticultura mediante la huerta demostrativa de Urcuquí
- Cursos de manejo de fincas para los fruticultores
- Apoyo de comercialización para los fruticultores

### Servicios de Extensión Técnica

Capacitación para trabajos de extensión, efectuado por DPA, con el objetivo de mejorar la tecnología y capacidad de los agricultores. En el futuro se mejorarán las fincas demostrativas en el Area del Estudio.

b. Fincas de producción de semillas de Urcuquí

Con la implementación del Proyecto, se ha planeado la introducción de varios cultivos. Sin embargo, la producción de semillas mejoradas es actualmente insuficiente. Por lo tanto, la finca de producción de semillas de vegetales de Urcuquí será rehabilitado, por ser un lugar favorable para el transporte a toda el Area del Proyecto, y será convertido en el centro de multiplicación de semillas.

2) Dirección Provincial Agrícola y Ganadera de Imbabura (DPA – Imbabura)

A través de la expansión de las funciones de ASA y PROTECA se realizará la transferencia de tecnología a los grupos de agricultores con la cooperación de INIAP.

3) Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INERHI)

El INERHI orientará a las asociaciones de usuarios, formadas por los beneficiarios del Area del Proyecto, sobre el manejo de agua.

4) Banco Nacional de Fomento (BNF)

El BNF fortalecerá el financiamiento agrícola para los agricultores del Area del Proyecto.

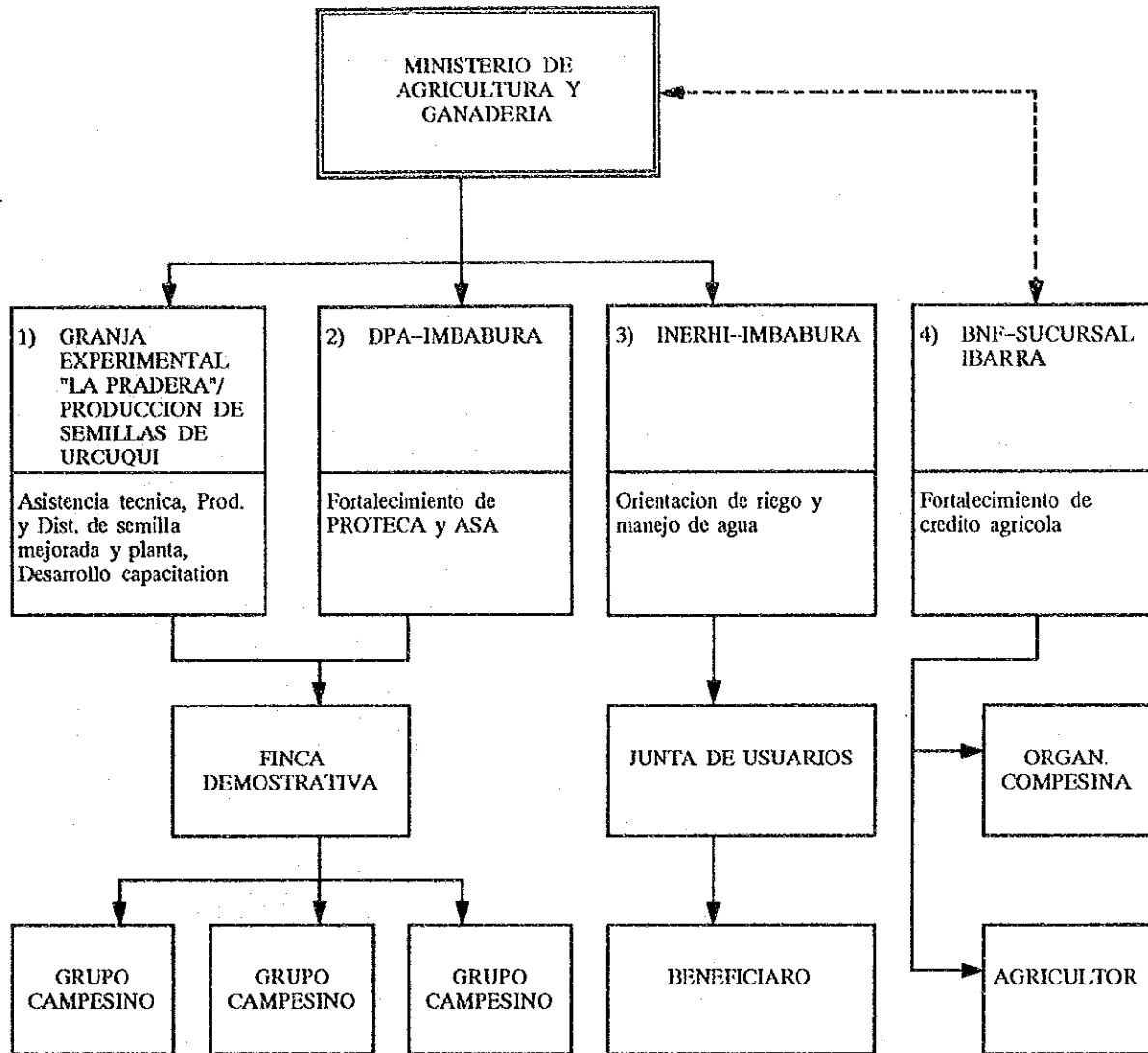


Fig. 4.2.4 Sistema de Apoyo Agrícola Propuesto

#### **4.2.5 Plan de Organizaciones Campesinas**

El Proyecto tiene por objeto incrementar la productividad agrícola mediante la introducción del sistema de riego. Con el fin de lograr la producción agrícola esperada del Proyecto, es indispensable la existencia de las organizaciones campesinas. Además, es importante establecer las juntas de usuarios de agua formadas por los beneficiarios para la realización de la operación y mantenimiento de las facilidades de riego.

##### **(1) Organizaciones Campesinas**

Para poder obtener los servicios de apoyo agrícola de las instituciones públicas es una condición esencial que los agricultores estén organizados. Por consiguiente, se propone el establecimiento de asociaciones y/o cooperativas formadas por los pequeños agricultores de cada pueblo que en la actualidad no cuenten con ningún tipo de asociación u organización.

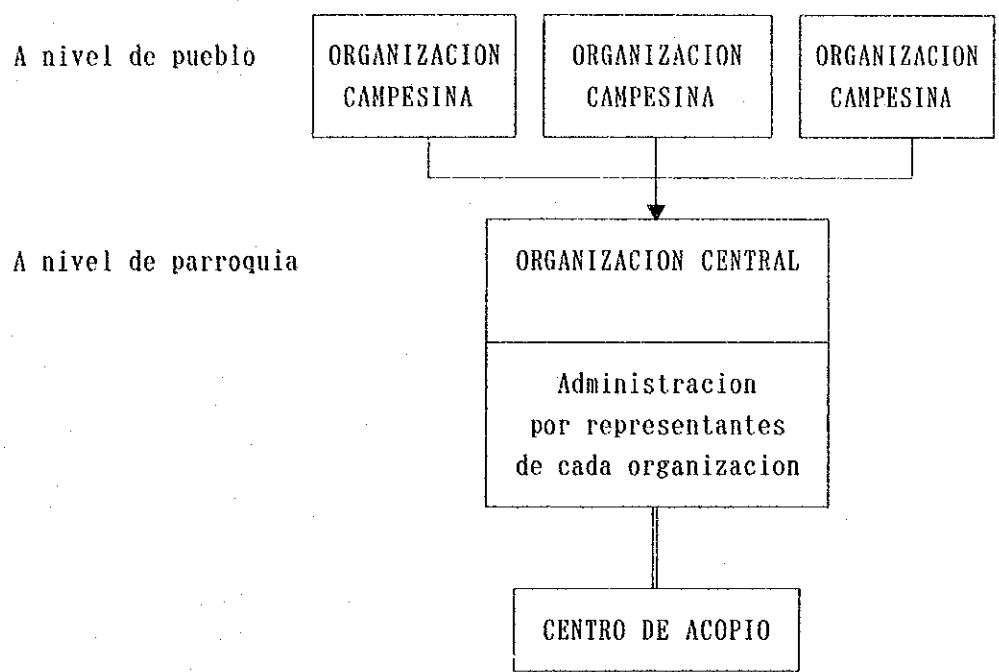
Dentro de estas organizaciones se establecerán tres organizaciones centrales de cobertura parroquial en Tumbabiro, Urcuquí e Imantag, cuyas funciones serán obtener el apoyo agrícola (crédito agrícola, orientación de manejo agrícola, comercialización, etc.) de las instituciones públicas y asegurar los beneficios del agricultor-productor.

Para facilitar la distribución de los productos agrícolas se instalará un centro de acopio perteneciente a la organización central, el cual contará con un taller de selección y un frigorífico.

La organización campesina mostrada es propuesta en conexión con lo siguiente:

##### **(2) Junta de Usuarios de Agua**

Para llevar a cabo la operación y mantenimiento de los canales (secundarios y terciarios) construídos en el Proyecto, se formarán las Juntas de Usuarios con los beneficiarios de cada canal secundario. Estas Juntas de Usuarios ejecutarán la distribución de agua así como la operación y el mantenimiento de los canales. Las organizaciones existentes actualmente con similar finalidad, deberán reestructurarse en función a la cobertura de los diferentes tramos de canales. (ver Literal 5.4)



- Organización Central: Tumbabiro - Parroquia Tumbabiro
- Urcuquí - Parroquia Urcuquí
- Parroquia San Blas
- Imantag - Parroquia Imantag

Fig. 4.2.5 Organización Campesina Propuesta

## 4.3 PLAN DE FACILIDADES DE INFRAESTRUCTURA

### 4.3.1 Resumen

Las principales facilidades que contempla el Proyecto son las siguientes:

#### (1) Presa Piñán

##### 1) Presa

Tipo de presa	:	Presa de escollera revestida de asfalto
Altura de presa	:	48.0 m
Longitud de la presa	:	220.0 m
Elevación de la presa	:	El 3,005.5 m
Ancho de la cresta	:	10.0 m
Pendiente	:	Aguas arriba 1 : 2.0 Aguas abajo 1 : 1.8
Volumen de la presa	:	$350 \times 10^3 \text{ m}^3$
Caudal de diseño de avenida	:	$200 \text{ m}^3/\text{s}$

##### 2) Embalse

Nombre del río	:	Río Piñán
Area de cuenca	:	$83.4 \text{ km}^2$
Nivel máximo de agua de diseño	:	El 3,001.5 m
Nivel bajo de agua	:	El 2,982.0 m
Volumen total	:	$13.1 \times 10^6 \text{ m}^3$
Volumen efectivo	:	$11.6 \times 10^6 \text{ m}^3$
Volumen de sedimentos de diseño	:	$1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$
Area del embalse	:	$870 \times 10^3 \text{ m}^2$
Caudal de captación máximo	:	$5.171 \text{ m}^3/\text{s}$

#### (2) Obra de Toma Cariyacu

Ubicación	:	Río Cariyacu
Ancho del río	:	75 m
Caudal de avenida de diseño	:	$65.0 \text{ m}^3/\text{s}$

Altura de la presa fija	:	6.5 m
Longitud total de presa	:	56.5 m
Altura de cresta	:	El 2,547.7 m
Longitud delantera	:	14.1 m
Compuerta de toma	:	3.50 m x 3 unidades
Caudal máximo de toma	:	6.131 m <sup>3</sup> /s
Compuerta del desarenador	:	3.00 m x 2 unidades
Desarenador	:	38.00 m x 3.00 m x 2 líneas

### (3) Canales

#### 1) Canal de Conducción

Longitud total	:	23.31 km, incluyendo los 8.89 km de túneles
Caudal máximo	:	5.171 m <sup>3</sup> /s
Tipo de canal	:	Flume de concreto
Camino de acceso	:	4.00 m de ancho, pavimento en grava
Estructuras relacionadas	:	Sifón, alcantarilla de cajón, obra de toma de ríos, canal de descarga, etc.

#### 2) Canal Principal

Longitud total	:	29.37 km, incluye túnel de 3.13 km.
Caudal máximo	:	5.295 m <sup>3</sup> /s
Tipo de canal	:	Flume de concreto
Estructuras relacionadas	:	Sifón, obra de toma de ríos, obras de derivación

#### 3) Canal Secundario

Longitud total	:	110.58 km, incluye 10.22 km de tuberías.
Caudal máximo	:	2.534 m <sup>3</sup> /s
Tipo de canal	:	Flume de concreto
Estructuras relacionadas	:	Obras de derivación



## 4.3.2 Presa

### (1) Localización de la Presa

El sitio requerido para la presa debe de estar sobre los 2,700 msnm, considerando que el área a beneficiarse se encuentra entre los 1,700–2,540 msnm y que el canal de conducción propuesto tiene una longitud aproximada de 23 km.

Considerando lo anteriormente expuesto, se seleccionó un área de la cuenca del río Pitura, localizada a 25 km al noroeste del Area del Proyecto, atravesando una zona montañosa de 4,000 m de altura. Dentro de esta cuenca, las secciones de los siguientes dos valles del río Piñán, uno de los afluentes del río Pitura, se seleccionaron como sitios factibles de ubicación de la presa para el estudio futuro:

- a) Un estrecho valle, a 2 km aguas abajo de la aldea Piñán (Valle 2 km).
- b) Estrecho valle a 5 km aguas abajo de la aldea Piñán (Valle 5 km).

Ambos valles son bruscos y angostos, con terrenos planos de suave pendiente en su sección aguas arriba. Por lo tanto, ambos tienen una capacidad de almacenamiento efectiva y adecuada como sitio para la presa propuesta. Sin embargo, el "Valle 2 km" será omitido para el estudio futuro en consideración a la probable inundación de la aldea cercana y supuestos problemas sociales que se suscitarían por la inundación.

En el "Valle 5 km", los siguientes dos sitios pueden ser seleccionados como sitio de presa en consideración:

- Sitio A: Sección 300 m aguas abajo de la desembocadura del valle
- Sitio B: Sección inmediatamente aguas abajo de la desembocadura del valle

La gradiente del río en la sección aguas abajo del Sitio A es de pendiente escarpada (1/30) por lo cual Sitio A limita en aguas abajo al sitio de la presa (Fig. 4.3.1).

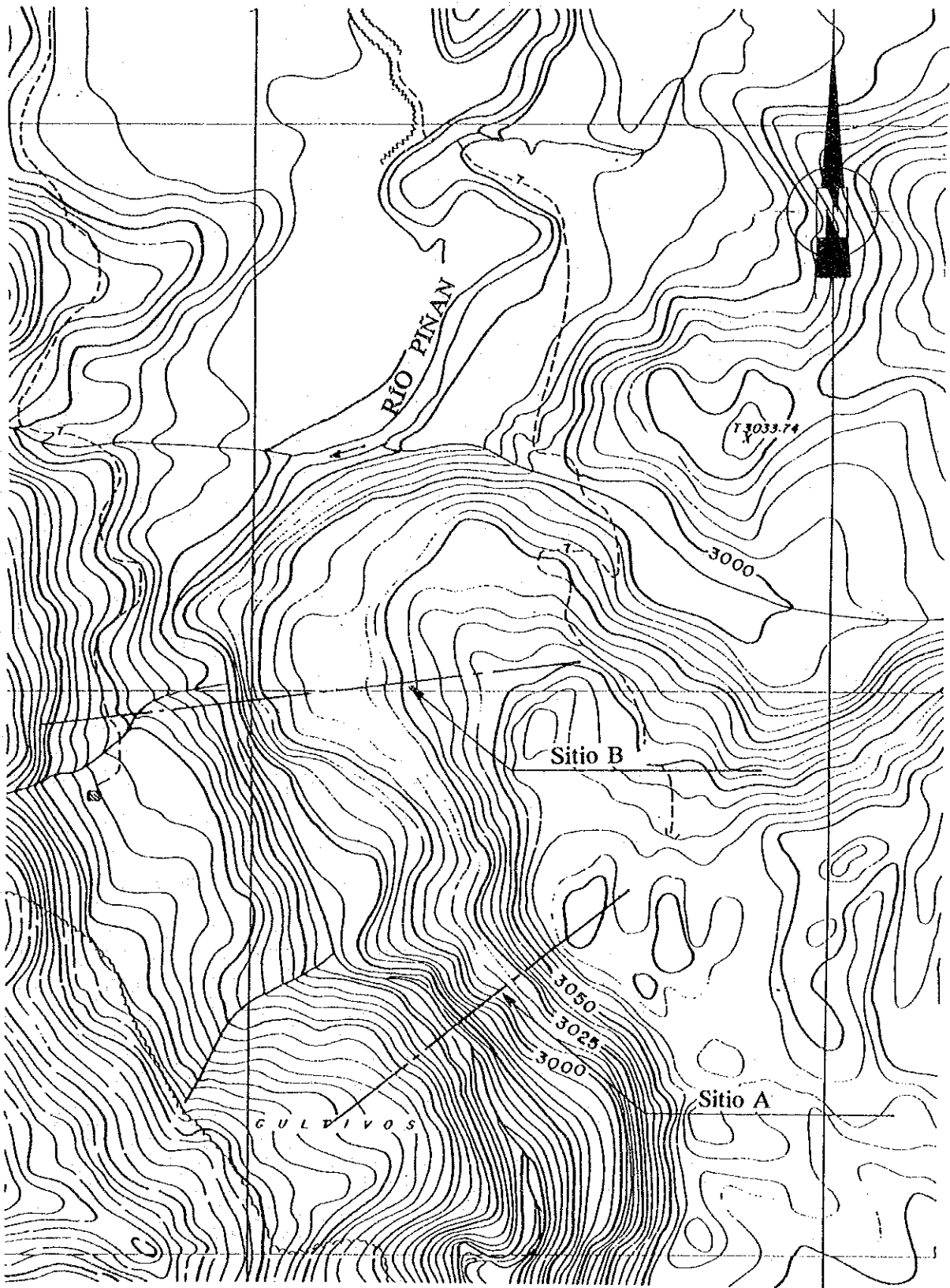


Fig. 4.3.1 Ubicación de los Sitios Propuestos para la Presa

El Sitio A tiene algunas desventajas en comparación con el Sitio B, por lo tanto, la alternativa elegida para la ubicación de la presa es el sitio B. Las razones son las siguientes:

- a) El sitio A es desventajoso desde el punto de vista de la relación de la capacidad de almacenamiento de la presa y la altura o tamaño de la presa, ya que el área abierta que servirá como embalse se extiende inmediatamente aguas arriba del Sitio B.
- b) El volumen de excavación en el Sitio A es mayor que en el Sitio B debido a la fuerte pendiente del río (1/30) que se inicia aguas abajo del sitio A y también debido a la pendiente escarpada del valle en ambos lados. Por consiguiente los trabajos de construcción en el Sitio A serán difíciles.
- c) En el caso del Sitio A, la construcción del camino de acceso es más largo y la explanada de construcción es insuficiente.

## **(2) Tipo de Presa**

Como tipo de presa propuesta se seleccionó la presa de escollera tomado en consideración lo siguiente:

- a) En el caso de la presa de gravedad de hormigón se requiere de una gran capacidad de resistencia de la roca de fundación para soportar el peso de la presa, la presión hidráulica, etc. Sin embargo, las rocas del sitio de la presa pueden estar intemperizadas en la sección profunda (10 – 15 m de ambos taludes).

Una sección intemperizada en el límite entre la granodiorita y la lava andesítica puede existir entre los estratos de rocas de la margen izquierda del río. Por lo tanto, es necesario realizar un estudio detallado y análisis de rocas en caso de adoptar la presa de gravedad de hormigón.

- b) Por otra parte, en el caso de la presa de escollera no se necesita de una roca de fundación tan resistente en comparación con la presa de gravedad de hormigón. El grado de intemperización de las rocas en el sitio no presenta problemas para la presa de escollera. Una remoción superficial de las secciones intemperizadas será suficiente para la fundación de la presa, excepto en las secciones del núcleo impermeable y la galería. A juzgar por el estudio de reconocimiento, el material de relleno será obtenido en los alrededores del sitio de presa, por lo que la

construcción de una presa de escollera será más económica.

Como material de relleno se usará la granodiorita distribuida en la margen derecha del río, debido a su calidad, resistencia y uniformidad. Sin embargo, a pesar de que el material con las características apropiadas (impermeabilidad y trabajabilidad) puede encontrarse en el lugar, no se encuentra en cantidad suficiente. Otro factor restrictivo a considerar durante la construcción del núcleo es la cantidad y frecuencia de las lluvias. Por lo tanto, el tipo de presa de escollera con núcleo impermeable no se juzga práctico. Una presa revestida de asfalto se juzga más apropiada como presa propuesta. A pesar de que el sitio de presa se encuentra justo en el ecuador, una presa de este tipo no será afectada debido a que la altitud del lugar es de 3,000m, por lo que la temperatura promedio anual es de 12° y la calidad del agua del río es buena.

Más aún, el canal de desfogue será construido en la margen izquierda de la presa debido a consideraciones de trabajabilidad, estabilidad de la pendiente excavada, volumen de excavación, etc. obtenidos en un estudio comparativo de ambas márgenes.

### (3) Dimensiones de la presa

Las dimensiones de la presa propuesta son las siguientes:

-Tipo de presa	:	Presa de escollera revestida de asfalto
-Elevación de la cresta	:	3,005.5 m
-Nivel máximo de agua de diseño	:	3,001.5 m
-Nivel bajo de agua	:	2,982.0 m
-Altura de la presa	:	48.0 m
-Longitud de la presa	:	220.0 m
-Pendiente	:	Aguas arriba 1 : 2.0 Aguas abajo 1 : 1.8
-Volumen total	:	13.1 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
-Volumen efectivo	:	11.6 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
-Volumen de sedimentos de diseño	:	1.5 x 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### (4) Condiciones de diseño

#### 1) Caudal de diseño de avenida

El caudal de diseño de avenida (de la cuenca del embalse) ha sido estimado usando la fórmula utilizada en el INERHI. En la estimación, el factor de seguridad

en el caso de una presa de escollera de 1.2 y un período de retorno de 200 años han sido considerados. Más aún, un factor de 20% ha sido añadido considerando que las características de caudal del río en el área no han sido aclaradas.

$$Q = \{1.2 \times (25 \times A \times k)/(A + 57)^{1/2}\} \times 120\%$$

Donde: Q : Caudal de diseño de avenida (m<sup>3</sup>/s)  
A : Area de la cuenca (74.1\* km<sup>2</sup>)  
k : Coeficiente (en caso de 1/200 : 0.84)

Por lo tanto,

$$Q = \{1.2 \times (25 \times 74.1* \times 0.84)/(74.1* + 57)^{1/2}\} \times 120\% = 200 \text{ m}^3/\text{s}$$

En cuanto al drenaje temporal, la descarga durante la construcción deberá ser drenada a través del canal de desvío (tunel y canal abierto) a ser construido en el lado izquierdo de la presa. Este canal será usado como canal de toma de riego y conducción de niveles bajos de agua.

El caudal de diseño del drenaje temporal ha sido estimado tomando en consideración un período de retorno de 10 años y un factor de seguridad de 30%, de la manera siguiente:

$$Q_1 = 0.8 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2 \times 74.1* \text{ km}^2 \times 130\% = 80 \text{ m}^3/\text{s}$$

---

\* En la estimación del caudal de diseño de avenida y de sedimentos, la cuenca objetivo está establecida en 74.1 km<sup>2</sup> excluyendo el área cerrada de la laguna Donoso de 9.3 km<sup>2</sup> (83.4-9.3=74.1). El caudal de diseño de avenida será drenado totalmente por el canal de desfogue.

## 2) Sedimentación

En el área de la cuenca hidrográfica no han ocurrido derrumbes notables, a excepción de algunos deslizamientos en áreas pequeñas, debido a la estable topografía, incluyendo el área a ser sumergida. El área tiene una pendiente suavemente ondulada y está cubierta densamente de pastos (páramo), resultando con una gran capacidad de infiltración superficial. De acuerdo con lo mencionado anteriormente se puede concluir que la sedimentación del embalse será pequeña.

El volumen de sedimentación de diseño se estimó tomando en consideración el volumen de arrastre y movilización de las arenas del río Piñán, de unos 110 m<sup>3</sup>/año/km<sup>2</sup>, tal como sigue:

$$200 \text{ m}^3/\text{año}/\text{km}^2 \times 74.1 \text{ km}^2 \times 100 \text{ años} = 1.5 \times 10^6 \text{ m}^3$$

## 3) Terremotos

No ha ocurrido ningún terremoto notable en Ecuador, a pesar de que está situado en el límite exterior del Cinturón Sísmico del Océano Pacífico y han ocurrido algunos terremotos notables en Perú y Colombia, que colindan con Ecuador. Normalmente los terremotos han ocurrido en la zona costera cerca de Perú y Colombia y en la región a lo largo de los cinturones volcánicos como el de Cotopaxi

El factor para los terremotos en este diseño se ha establecido en 0.18 (probabilidad de ocurrencia: 1/100), el cual ha sido estimado en base a los valores observados entre 1951 y 1990.

## 4) Equipos de construcción, etc.

El equipo de construcción temporal tal como la planta de concreto se instalará en el área abierta en los alrededores del sitio de la presa. Se construirá un camino provisional hasta la presa para la transportación de los materiales de excavación y/o de relleno. El valle localizado en la margen izquierda inmediatamente aguas arriba de la presa será el área de bote de los materiales excavados. Las maquinarias de construcción utilizarán diesel como combustible. Se proveerá de un nuevo equipo de comunicación. La carretera de acceso de 57 km, desde la ciudad de Ibarra hasta el sitio de la presa, de grava, fue terminada en noviembre de 1992, aunque es necesario realizar un mejoramiento parcial y reubicación de

material para la transportación de las maquinarias pesadas.

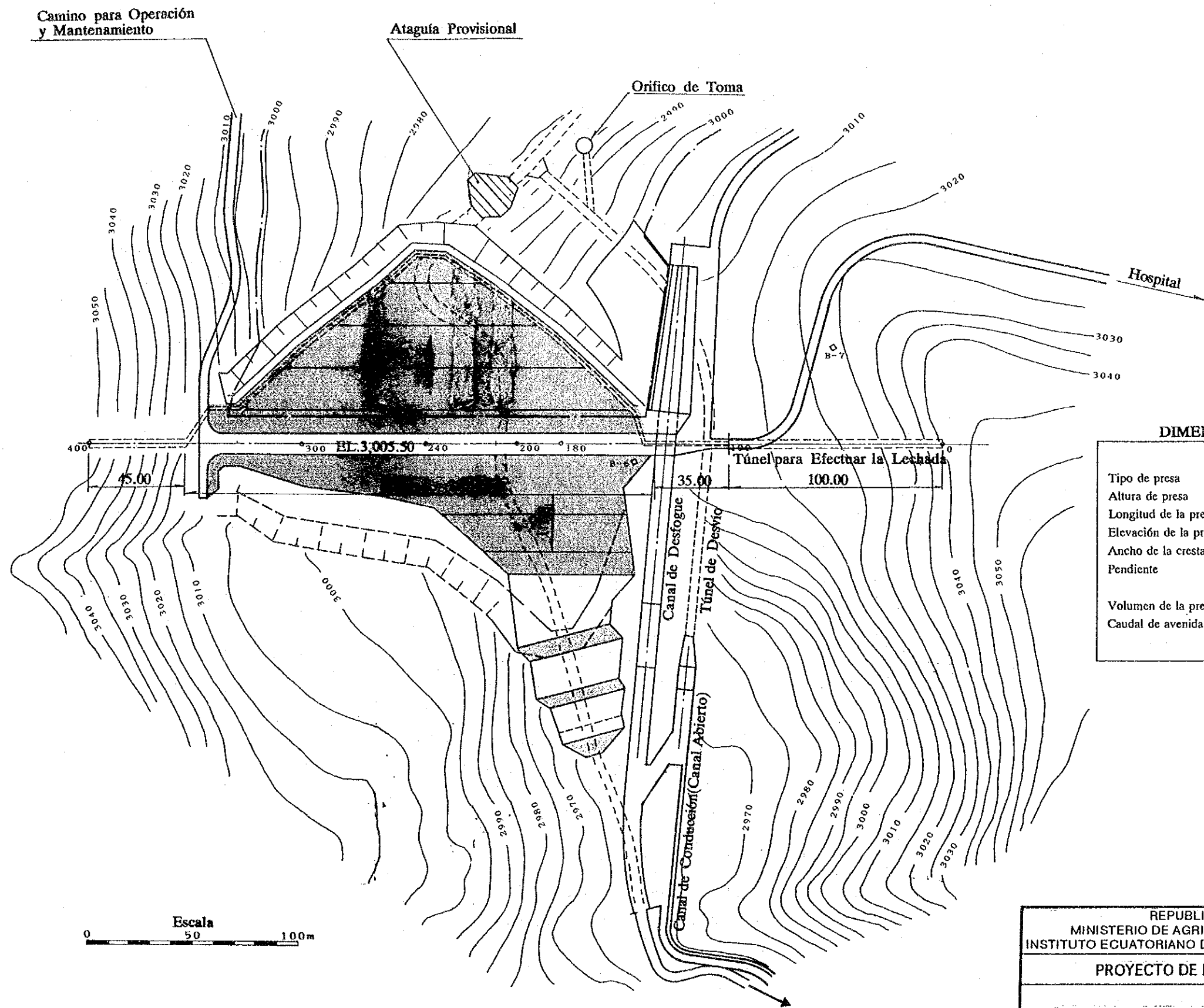
5) Otros

Las siguientes tierras sumergidas en relación con la construcción de la presa son propiedad de una finca, Hacienda El Hospital, y no se requiere de ninguna compensación financiera

Area de embalse	:	Aprox. 90 ha (Pasto en su mayoría)
Casetas inundadas	:	2 casetas
Caminos inundados	:	3 km







**DIMENSIONES DE PRESA**

Tipo de presa	:	Presa de escollera
Altura de presa	:	48.0 m
Longitud de la presa	:	220.0 m
Elevación de la presa	:	El 3,005.5 m
Ancho de la cresta	:	10.0 m
Pendiente	:	Aguas arriba 1 : 2.0 Aguas abajo 1 : 1.8
Volumen de la presa	:	350 x 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
Caudal de avenida de diseño	:	200 m <sup>3</sup> /s

REPUBLICA DEL ECUADOR  
 MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG)  
 INSTITUTO ECUATORIANO DE RECURSOS HIDRAULICOS (INERHI)

---

PROYECTO DE IRRIGACION TUMBABIRO

---

**PLANO GENERAL DE LA PRESA**

---

FEBRERO DE 1994

---

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

Fig.4.3.2 Plano General de la Presa

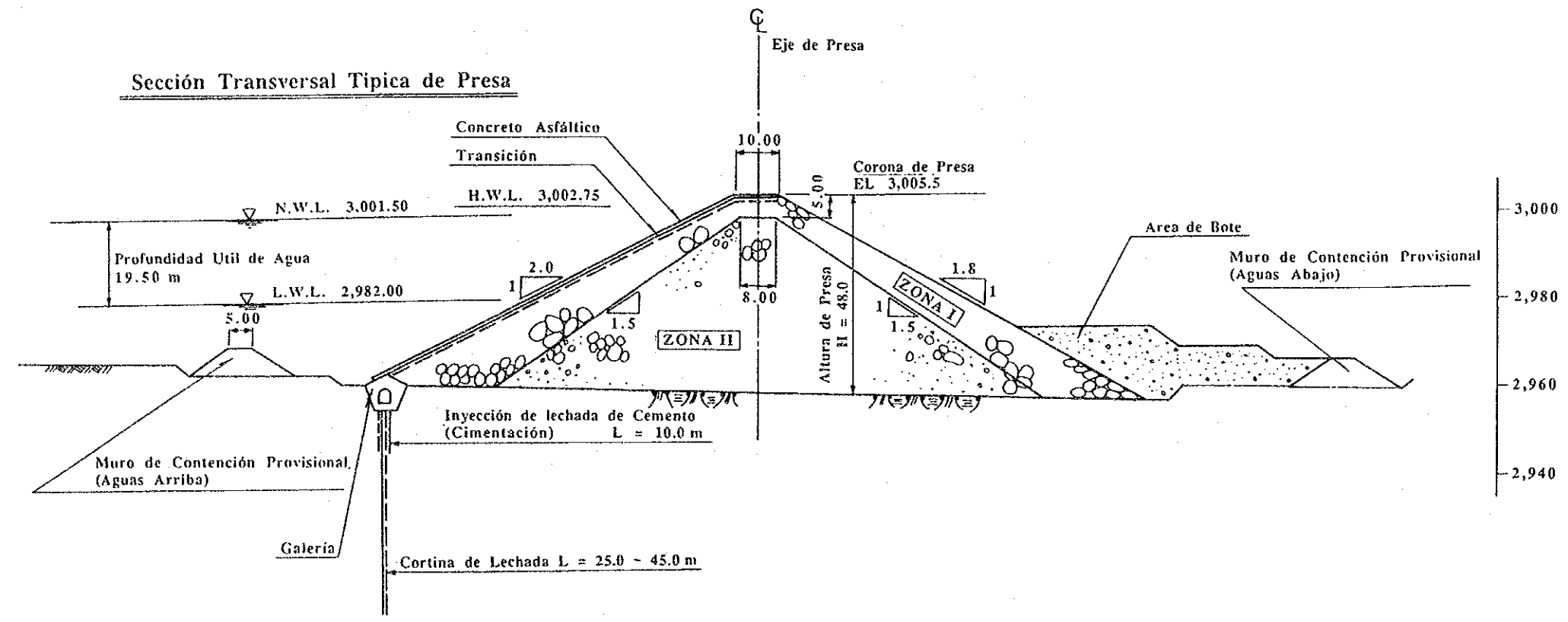
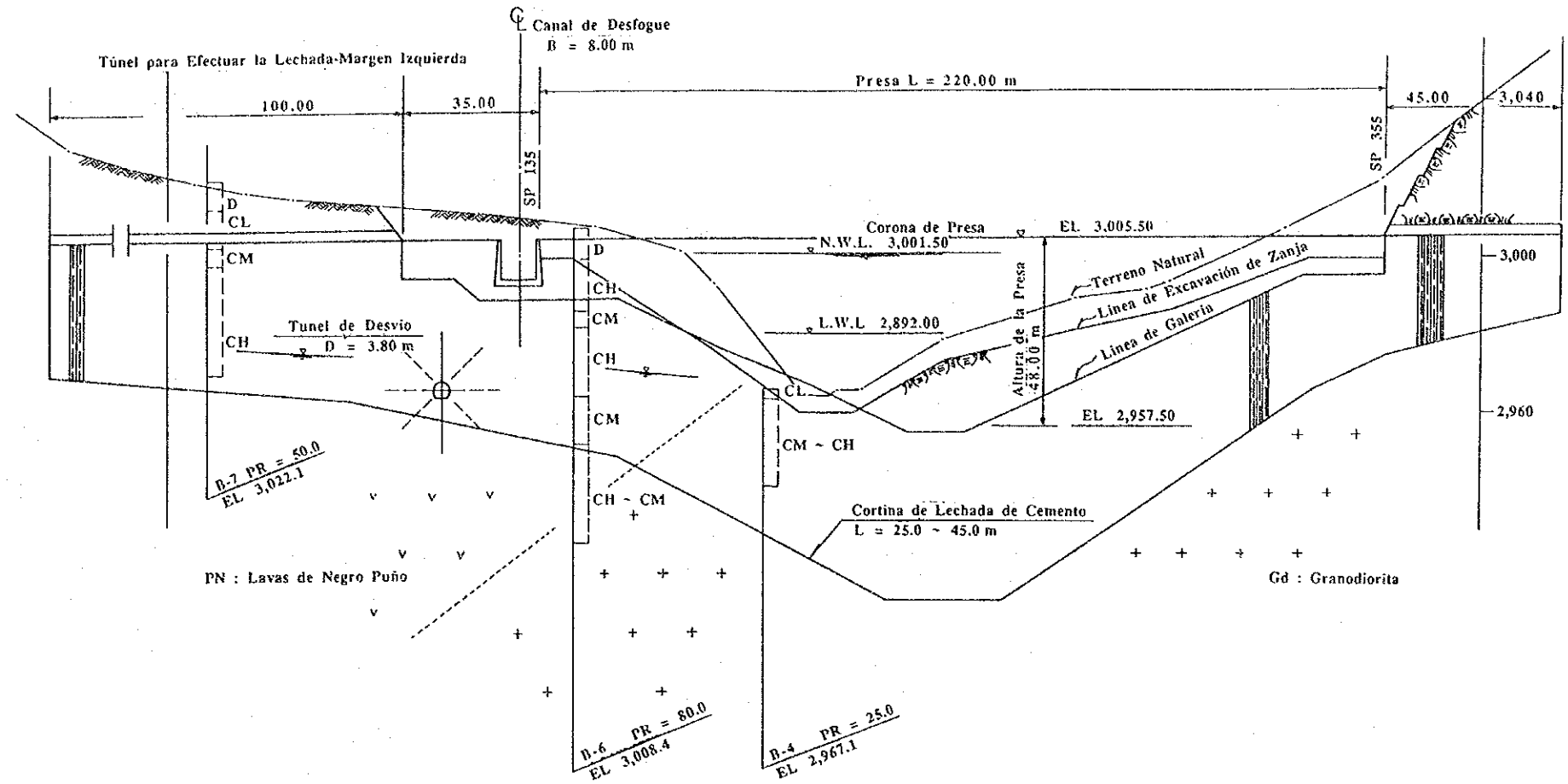


Fig. 4.3.3 Sección Longitudinal y Transversal de la Presa Propuesta



### 4.3.3 Canal de Conducción

El canal de conducción se construirá a lo largo de las pendientes escarpadas, cerca de los 2,900 m en el área montañosa de la presa Piñán hasta el río Cariyacu. La longitud total de este canal es de 23.31 km, incluidos cinco sifones y cuatro túneles, debido a las severas condiciones topográficas.

#### (1) Canal Abierto

El caudal de diseño del canal de conducción varía mensualmente, siendo el caudal máximo de diseño de  $5.171 \text{ m}^3/\text{s}$ . Tomando en consideración la reducción del posible alto costo del canal debido a la fuerte pendiente (max.  $40^\circ$ ) del área de construcción, la diseño del canal se ha establecido en 80% del caudal máximo máxima descarga de diseño ( $4.137 \text{ m}^3/\text{s}$ ), el cual ha sido determinado basado en la variación del caudal de 6 años de diseño. El caudal de descarga de diseño máximo puede ser conducido a través del canal de una manera segura con el uso del borde libre del canal. De acuerdo con el análisis del balance hídrico, los caudales de diseño mensuales que excedan el caudal de diseño del canal han ocurrido 11 veces (11 meses) en 6 años (72 meses)

Como resultado de la comparación de los tipos de canales: canal tipo flume de concreto, trapezoidal revestido de hormigón y de mampostería de piedra, se ha seleccionado el de tipo flume de concreto para el canal abierto del canal de conducción debido a su economía, trabajabilidad y volumen de tierra excavada en relación con la construcción del canal. Al determinar la sección y gradiente del canal se han considerado las ventajas hidráulicas, estructurales y de trabajos de construcción. La sección propuesta del canal se muestra en la Fig. 4.3.4 y su pendiente se ha establecido en 1/1,500. Además, debido a las condiciones topográficas del sitio, es indispensable la construcción del camino de acceso antes de la construcción del canal mismo. Este camino de acceso será utilizado para la operación y mantenimiento del canal.

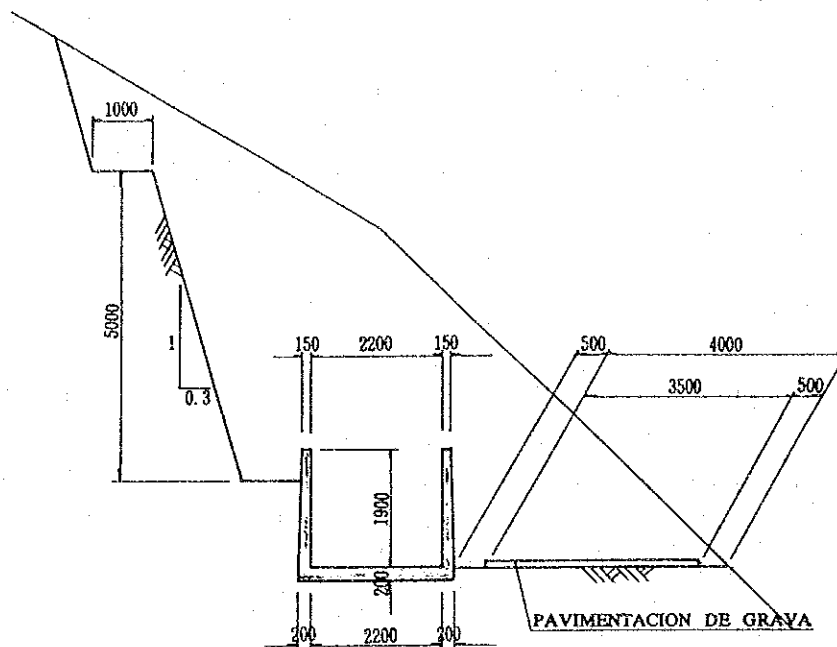


Fig. 4.3.4 Sección Típica de Canal Abierto (Canal de conducción)

## (2) Túnel

A lo largo de la ruta del canal de conducción, los siguientes 4 canales están planeados en consideración a la topografía de la ruta. Entre estos túneles, el túnel No. 4 es el más largo (7.37 km) y cruza la cordillera de los Andes (aproximadamente a una elevación de 4,000 m.

Túnel No. 1	:	880 m
Túnel No. 2	:	320 m
Túnel No. 3	:	320 m
Túnel No. 4	:	7,370 m

Las secciones de los túneles están determinadas considerando los puntos de vista económicos, hidráulicos, estructurales y de construcción, de la manera siguiente:

- Túneles No. 1, 2 y 3 : Tipo herradura ( $2r = 2.10$  m)
- Túnel No. 4 : Tipo circular ( $2r = 2.30$  m)

En el caso del Túnel No. 4 se adoptó el método de excavación con maquinarias tomando en consideración el largo período de construcción y con respecto al Túnel No. 1 se determinó realizar la excavación por ambos frentes, considerando su longitud. La pendiente de los túneles se determinó tomando en consideración la pendiente de los canales y las facilidades de trabajo, en 1/800. En adición, es necesaria la construcción de una obra de descarga en el Túnel No. 4.

Se necesita de caminos de acceso a los respectivos túneles durante los trabajos de construcción. Luego de la terminación de la construcción, estos caminos serán utilizados como caminos de mantenimiento del canal de conducción. Por otra parte, en caso de ocurrir desbarramientos de agua y/o derrumbes durante el período de construcción, se necesitará tomar en cada ocasión las contramedidas adecuadas.

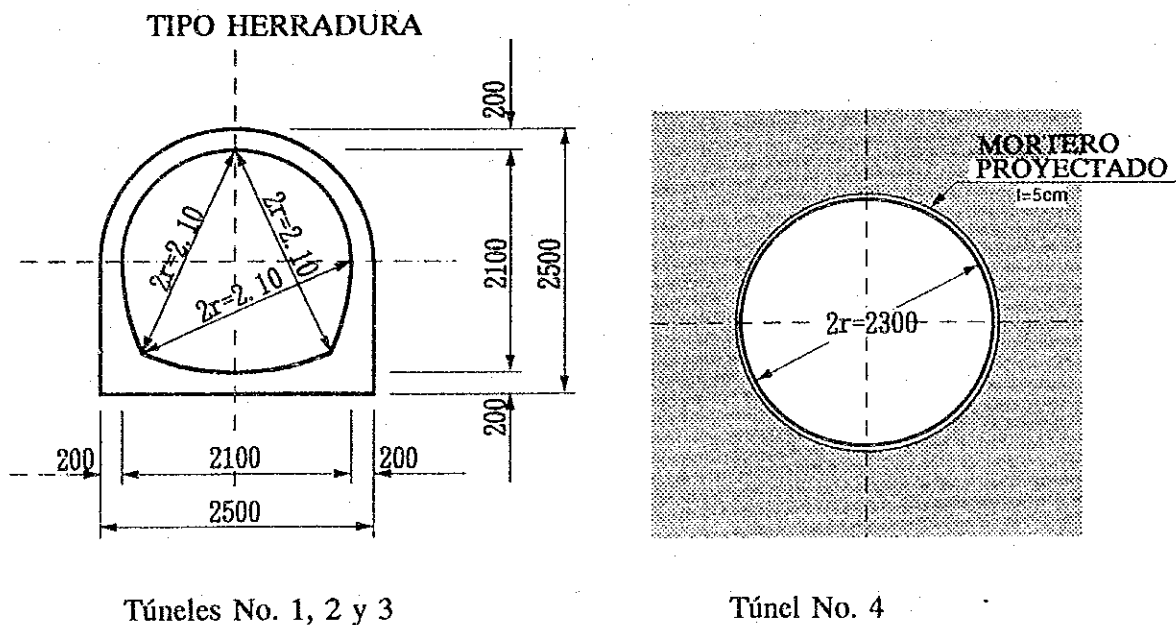


Fig. 4.3.5 Sección Típica de Túnel del Canal de Conducción

### (3) Sifón

El Canal de conducción atraviesa por muchos valles. Al planear el perfil del canal de conducción los sifones han sido excluidos en consideración a la economía de los trabajos, a excepción de 5 sitios. La longitud total de estos sifones varía entre 23 m

y 73 m.

Considerando el caudal de diseño máximo, pérdida de carga hidráulica y trabajabilidad de los trabajos de construcción, se adoptará tubería de acero de 1,900 mm de diámetro o alcantarilla de cajón de concreto vacado en el sitio.

**(4) Conductos Cerrados**

Las alcantarillas de cajón de concreto (2.30 m x 2.00 m) han sido planeadas en las secciones de intersección con ríos pequeños. La cubierta de tierra mínima en la sección del lecho del río está establecida en 2.0 m.

**(5) Toma de Agua de los Ríos**

En adición al agua de irrigación proveniente de la presa, los flujos de los ríos que cruzan el canal de conducción (Pantaví, Gualoto, Atanto y Campanario) serán utilizadas como una parte del agua de irrigación necesaria. En la parte aguas arriba de la sección de cruce con el canal de conducción, las obras de toma se construirán cruzando los ríos para recibir la cantidad necesaria de agua.

**(6) Obra de Descarga**

En la boca de descarga del túnel No.4, que se ubica en el extremo final del canal de conducción, se construirá una obra de descarga al río Arrayanes, un afluente del río Cariyacu.

**(7) Camino de Mantenimiento**

El camino de acceso, el cual será construido a la largo del canal de conducción, será usado como camino de mantenimiento de dicho canal después de finalizados los trabajos de construcción. El ancho total del camino es de 4.0 m para permitir el paso del vehículo de mantenimiento y equipo pesado en caso necesario. El camino será pavimentado con grava.

#### **4.3.4 Obra de Toma Principal**

El agua de riego descargada en el río Arrayanes, afluente del río Cariyacu, es tomada nuevamente en la obra de toma Cariyacu a ser construída en el río Cariyacu, conjuntamente con las aguas disponibles de este río para ser conducidas al canal principal de riego.

##### **(1) Topografía y Geología**

Las pendientes de ambos márgenes del río Cariyacu en el sitio propuesto para la obra de toma son muy fuertes y forman un profundo valle. El lecho de río consiste en estratos de sedimentos de grava y no tiene problemas para la fundación de dicha obra de toma.

##### **(2) Ubicación**

Al seleccionar la ubicación de la obra de toma propuesta se han considerado los siguientes puntos:

- . Facilidad de construcción de la obra de toma y obras relacionadas
- . Facilidad de operación y mantenimiento de las facilidades después de su terminación
- . La altura del sitio debe ser la mayor posible

El sitio seleccionado está ubicado a 150 m aguas arriba del puente de concreto existente que cruza el río Cariyacu. Su altitud es de 2,545 m en el lecho del río y el ancho del río es de aproximadamente 60 m.

##### **(3) Tipo**

La obra de toma propuesta (ancho total: 56.5 m) consiste de una presa fija (48.5 m) y de un vertedero regulador (8.0 m), con un desarenador y una boca de toma en la margen izquierda. Por no disponer de un lugar adecuado en la toma para la construcción del desarenador, éste se ubicará a 100 m aguas abajo de dicha toma. La obra de derivación será construída inmediatamente aguas abajo del desarenador, donde el agua de riego es distribuída al canal principal norte y sur. La fundación de la obra de toma es del tipo flotante (fundación sobre material permeable debido a que la roca base se encuentra a grandes profundidades). El caudal de diseño de avenida se ha establecido en 65.0 m<sup>3</sup>/s para poder soportar el caudal de un período de retorno de 25 años.



#### (4) Perfil Estructural

La sección típica de la obra de toma propuesta se muestra en la Fig. 4.3.6.

##### 1) Presa Fija

La elevación de la cresta de la presa se ha establecido en 2,547.7 m en consideración a la altitud del Area del Proyecto y la pérdida de carga hidráulica de la obra de toma al Area del Proyecto. Además, aguas abajo de la presa se construirán un dissipador de energía y obras de protección del lecho del río.

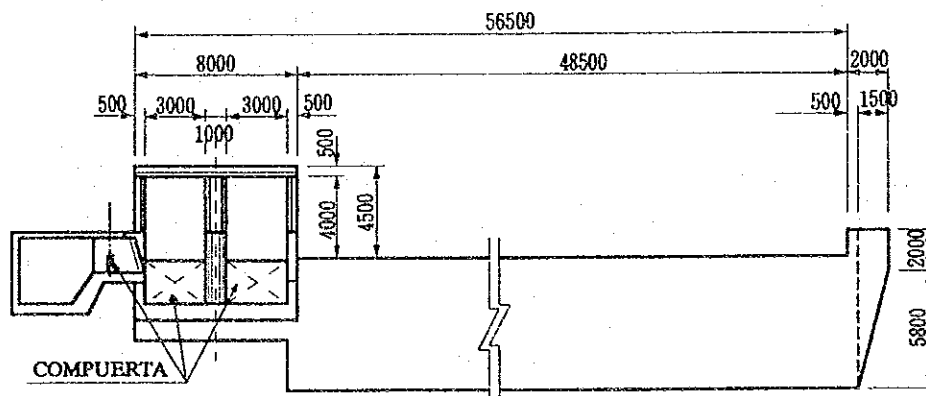


Fig. 4.3.6 Sección Típica de la Obra de Toma Cariyacu

##### 2) Boca de Toma de Agua

La altura de fondo de la boca de toma se ha establecido en 1.50 m más alta que la del lecho del río para prevenir la intrusión de la arena de río, la cual aumentará debido al aumento del caudal del río Cariyacu a causa de la descarga de la presa Piñán. La velocidad del flujo en la boca de toma de agua está calculada para un valor menor a 1.0 m/s en caso de que el volumen de diseño de la toma de agua sea de 6.131 m<sup>3</sup>/s. La compuerta es de un ancho de 3.5 m x 3 unidades.

### 3) Canal de Desfogue

El canal de desfogue ha sido diseñada para eliminar partículas de un diámetro máximo de 30 mm considerando el tamaño de los sedimentos de río. La compuerta es de un ancho de 3.0 m x 2 unidades.

### 4) Desarenador

El tamaño de diseño de la arena ha sido calculado en 0.3 mm y la velocidad de diseño de fluido en el desarenador se ha calculado en 0.2 m/s. La sección del desarenador será simétrica y está dividida en dos compartimentos por una pared divisoria. El ancho y la pendiente de cada compartimento son 3.0 m y 1/50, respectivamente. La arena asentada se descarga directamente al río Cariyacu a través de una compuerta de descarga.

### 5) Derivación al Canal principal

El agua de riego tratada en el desarenador se deriva hacia los canales principales norte y sur a través de las obras de derivación localizadas aguas abajo del desarenador. En las obras de derivación, el volumen derivado es controlado mensualmente. El canal principal sur cruza el río Cariyacu mediante un sifón inmediatamente después de la derivación.

#### **4.3.5 Canal Principal de Riego**

El objetivo del canal principal es el de derivar el agua de riego a los respectivos canales secundarios a través de los canales principales norte y sur. El canal principal está localizado a lo largo de las curvas de nivel, cuya elevación oscila entre los 2,540 y 2,520 m. Su longitud total es de 29.37 km (Canal principal sur: 14.82 km y Canal principal norte: 14.55 km). Los caudales de diseño son 1.091 – 0.221 m<sup>3</sup>/s para el canal principal sur y 5.295 – 1.916 m<sup>3</sup>/s para el canal principal norte. El canal principal incluye algunos sifones, alcantarillas de cajón y un túnel por las condiciones topográficas.

## (I) Canal Abierto

El concepto de diseño adoptado en el diseño del canal abierto para el canal principal, tales como, capacidad, sección, gradiente y camino de acceso es básicamente el mismo que el adoptado para el canal de conducción. En los trabajos de construcción, el acceso a la obra será más fácilmente asegurado que en el caso del canal de conducción debido a la topografía y a la red vial existente en los alrededores.

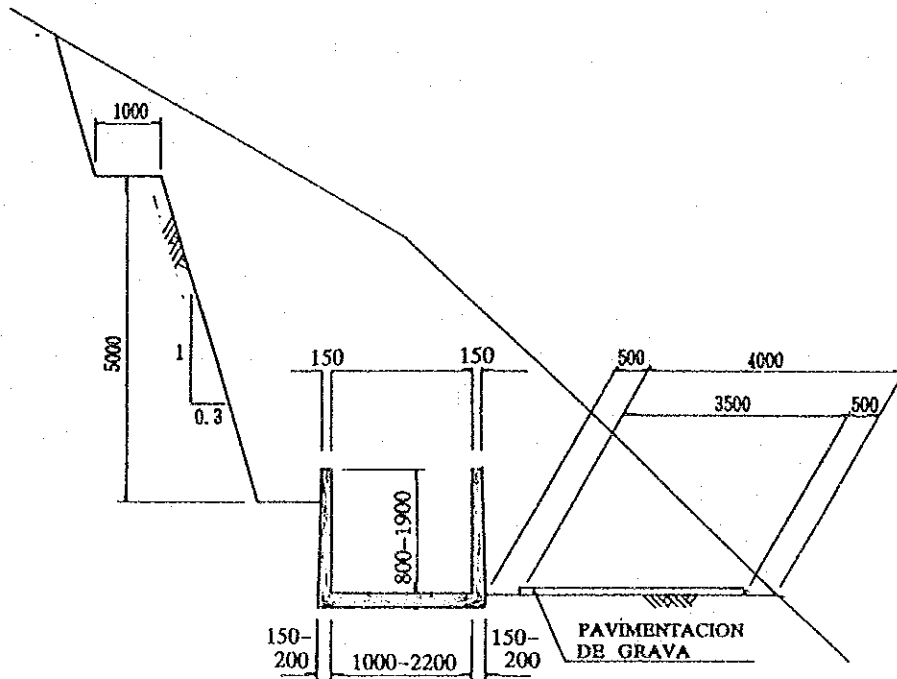


Fig. 4.3.7 Sección Típica de Canal Abierto (Canal Principal)

## (2) Túnel

El túnel No.5 será construido cerca del extremo del canal principal norte. La sección del túnel será de tipo baúl (3r-V-H), mostrado en la Fig. 4.3.8, considerando los puntos de vista económico, de caudal de diseño ( $2.115 \text{ m}^3/\text{s}$ ), y trabajabilidad. El túnel tendrá una pendiente de  $1/800$ .

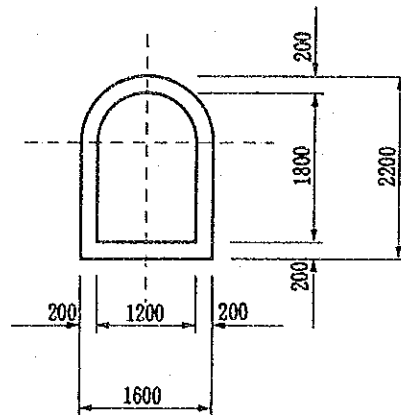


Fig. 4.3.8 Sección Típica del Túnel No.5 (Canal Principal)

## (3) Obras de Derivación

Algunas obras de derivación serán instaladas en el canal principal para derivar el agua de riego a los canales secundarios.

Para ajustar y medir la cantidad de agua de riego distribuída a los canales secundarios, se colocarán una compuerta de regulación de acero y un flume Parshall (dispositivo de medición) en el lado del canal secundario, y una compuerta deslizante en el canal principal para controlar el nivel de agua.

## (4) Obra de Toma de los Ríos

Como en el caso del canal de conducción, las obras de toma se construirán en 5 ríos (Cachiyacu, Huarmiyacu, Chimborazo, Tushila y Alambí). Las obras de toma cruzan el canal principal para conducir la corriente de agua como agua de riego adicional. El sistema y la estructura de las obras de toma para el canal principal son los mismos que aquellos para el canal de conducción.

#### **4.3.6 Canal Secundario**

El objetivo de los canales secundarios es derivar el agua de riego a los canales terciarios de cada parcela.

El área de control de un canal secundario es determinado en consideración de las condiciones y topografía del terreno y abarca más de 50 ha. Existen algunos canales de irrigación (acequias) en el Area del Proyecto. Por lo tanto, en el Proyecto, estos canales ya existentes serán mejorados para ser usados como canales secundarios en la medida de lo posible. El largo total de estos canales secundarios rehabilitados es de 54 km, de la longitud total de los canales secundarios (150 km).

##### **(1) Tipos de Canal**

Casi todos los canales secundarios se localizan perpendicularmente a las curvas de nivel. Debido a que la pendiente promedio del terreno es de 1/20, la pendiente del canal secundario es fuerte y la velocidad del agua es alta. Por consiguiente, como estructura de canal abierto ha sido adoptado el flume de concreto para poder resistir la alta velocidad de fluido por las condiciones topográficas del área. Sin embargo, en la sección en donde la gradiente es mayor a 1/10 se utilizará una tubería de conducción en vez de un canal abierto para una segura derivación del agua. Las tuberías tendrán un diámetro de 100 - 600 mm. Se usará tubería de fibrocemento y tubería de PVC para secciones de 450 mm o más de diámetro y para secciones de menos de 450 mm de diámetro, respectivamente, debido a los precios y la disponibilidad de las tuberías.

##### **(2) Obras de Derivación**

La ubicación de las obras de derivación en los canales secundarios se determinó de acuerdo con la topografía y forma de las parcelas del área y en consideración al metodo de riego y la disposición de los canales terciarios la cada 500m aproximadamente. Las obras de derivación estarán equipadas con disipadores de energía en consideración al flujo super-crítico esperado a través de los canales secundarios, debido a la topografía del área donde están ubicados. En las obras de derivación se colocarán compuertas de control de descarga tanto en la boca de entrada como en la boca de salida. Las compuertas serán operadas y mantenidas por los respectivos agricultores o cooperativas.

#### **4.3.7 Canal Terciario**

Se han planeado canales terciarios para conectar los canales secundarios con los canales de irrigación existentes o con las parcelas. El tipo de los canales terciarios es de canal en tierra y su densidad ha sido calculada en aproximadamente 40 m/ha.

#### **4.3.8 Facilidades de Seguridad**

Las siguientes medidas de protección y seguridad han sido planeadas para el Canal de Conducción, Canal Principal y Canal Secundario.

##### **(1) Cubierta de Canal**

Una losa de concreto ha sido planeada para proteger al canal en secciones donde se espera que tierra u otros materiales que puedan obstruir el canal se deslicen sobre éstos.

##### **(2) Obras de Drenaje**

Las aguas pluviales provenientes de las pendientes laterales a lo largo de los canales será recogida por las cunetas laterales de los canales y será drenada a través de alcantarillas transversales instaladas cada 250 m.

##### **(3) Puentes**

Para la realización de los trabajos de mantenimiento de los canales, y para poder atravesar el canal se construirán puentes cada 500 m, al lado contrario del camino de acceso.

***CAPITULO 5***

***IMPLEMENTACION Y  
OPERACION & MANTENIMIENTO  
DEL PROYECTO***

## **CAPITULO 5      IMPLEMENTACION Y OPERACION & MANTENIMIENTO DEL PROYECTO**

### **5.1      PROGRAMA DE CONSTRUCCION**

El período de implementación de los trabajos de construcción del Proyecto es de 90 meses en total, consistiendo en la fase de diseño detallado de 18 meses y la fase de construcción de 72 meses. Durante el período del diseño detallado, los estudios topográficos y las investigaciones geológicas en los sitios propuestos para las principales estructuras, trabajos de diseño detallado, la preparación de los documentos de licitación, etc. serán ejecutados.

Durante el período de construcción se realizará la adquisición de las tierras para las estructuras propuestas, licitaciones, trabajos de construcción de las infraestructuras del Proyecto, obtención de los equipos para la operación y mantenimiento, etc. (Fig. 5.1.1).

#### **5.1.1      Diseño Detallado**

##### **(1)      Estudios Previos**

Antes de realizar el diseño detallado, levantamientos topográficos detallados y estudios geológicos de los sitios de las obras principales deberán ser realizados.

##### **a.      Levantamiento topográfico**

Los levantamientos topográficos deberán ser realizados en el sitio propuesto para la presa, entrada-salida de los túneles, obras de toma, obras de derivación. El área total de levantamiento topográfico será de aproximadamente 50 ha. El perfil longitudinal, secciones transversales y vista en planta de los canales de conducción, principal de riego, secundarios y caminos de acceso se deberán realizar. La longitud total a ser estudiada es de aproximadamente 200 km.



b. Estudios geológicos

Los estudios geológicos de los sitios propuestos para la presa, túneles, cantera y obras de toma, etc. necesarios para ejecutar el diseño detallado deberán ser llevados a cabo.

**(2) Diseño detallado y Preparación de los Documentos de Licitación**

En base a los estudios previos mencionados anteriormente, se realizará el diseño detallado de las infraestructuras requeridas por el proyecto. Al mismo tiempo de la ejecución del diseño detallado se prepararán los siguientes documentos necesarios para la licitación de los trabajos de construcción. El período requerido para el diseño detallado es de 18 meses.

- Especificaciones Generales
- Especificaciones Especiales
- Especificaciones Técnicas
- Planos para la Licitación
- Cantidad de Obras
- Estimación de costos
- Cronograma de Construcción
- Otros

**5.1.2 Trabajos de Construcción**

**(1) Adquisición de Tierras**

Antes de la iniciación de los trabajos de construcción, el Gobierno de la República del Ecuador, a través del INERHI, deberá adquirir las tierras necesarias para los trabajos de construcción del Proyecto tales como, una presa, canal de conducción, obra de toma y canales principal/secundarios.

**(2) Licitación y Contratación**

Después de la finalización del diseño detallado de las infraestructuras requeridas, se realizará la pre-calificación y el listado de los contratistas interesados. En base a los contratistas de la pre-calificación se seleccionará al contratista para los trabajos de construcción. La licitación será en base a la oferta internacional competitiva y

procedimientos del contrato. El período requerido para la licitación, evaluación de la licitación y la firma del contrato será de 12 meses.

### **(3) Implementación de los Trabajos de Construcción**

Con el objeto de conseguir los efectos esperados del proyecto lo más pronto posible, se deberá reducir el período de construcción a través de la construcción simultánea de las obras que sean posibles. Los trabajos de construcción de la presa, sección abierta del canal de conducción y túnel No. 4, son el factor decisivo del período total de construcción. Por ello, es importante la construcción simultánea de estos trabajos para acortar el período total de construcción. El cronograma de implementación del proyecto propuesto es tal como se muestra en la Fig. 5.1.1.

## **5.2 SISTEMA DE IMPLEMENTACION DEL PROYECTO**

### **5.2.1 Método de Implementación del Proyecto**

Para la implementación del Proyecto, la Agencia de Implementación del proyecto deberá ejecutar el diseño detallado de las infraestructuras del proyecto, licitación y evaluación de la licitación, selección del contratista, firma del contrato y supervisión de la construcción, con la asistencia del consultor, contratado antes del inicio del proyecto. El consultor deberá ayudar a la Agencia de Implementación, principalmente en los aspectos técnicos incluidos en los deberes de la Agencia de Implementación.

Los trabajos de construcción se realizarán en base al contrato con el contratista ganador. Las maquinarias de construcción correrán por cuenta del contratista. Los materiales necesarios para los trabajos de construcción serán obtenidos en el mercado interno y/o internacional, bajo la responsabilidad del contratista.

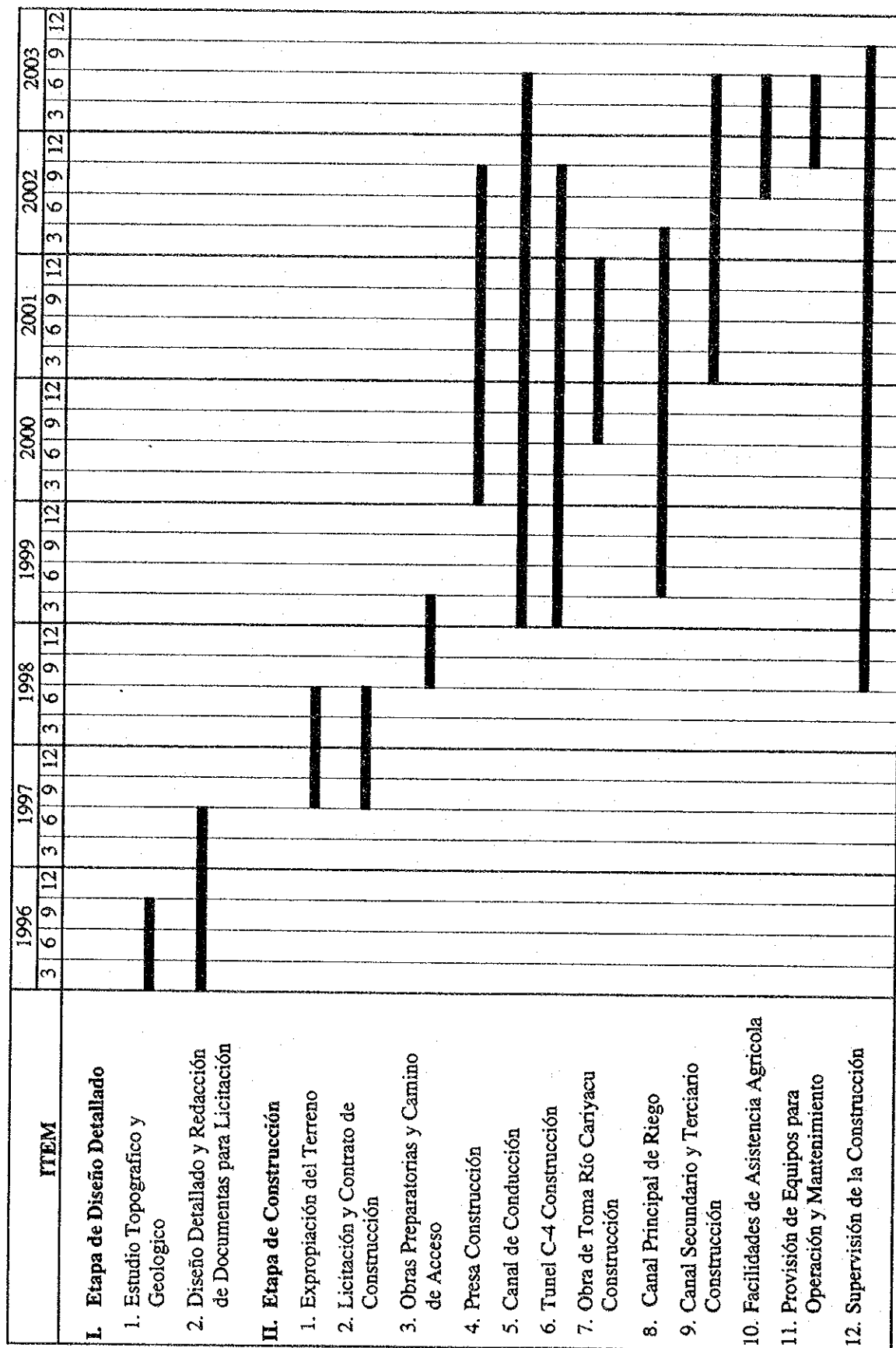


Fig. 5.1.1 Cronograma de Implementación del Proyecto

## 5.2.2 Agencia de Implementación del Proyecto

### (1) **General**

La Agencia de Implementación del proyecto será el INERHI. El INERHI es la agencia responsable para la implementación de los proyectos de riego y drenaje en el país, y tiene mucha experiencia en la implementación y operación/mantenimiento de proyectos similares.

La Oficina Provincial del INERHI de la provincia Imbabura tendrá la responsabilidad general para la implementación del Proyecto, en consideración de su ubicación en dicha provincia. No obstante, se establecerá una oficina independiente del Proyecto en la Oficina Provincial para asegurar la implementación del proyecto, considerando la gran cantidad de trabajos que implica.

### (2) **Oficina del Proyecto**

Los miembros del personal propuesto para la Oficina del Proyecto se muestra en la Tabla 5.2.1.

La Oficina del Proyecto será utilizada como Oficina de Operación y Mantenimiento luego de la finalización de la construcción de las infraestructuras requeridas en el proyecto.

Tabla 5.2.1 Personal Propuesto para la Oficina del Proyecto

Personal	Cantidad
Oficial a Cargo	1
Ingeniero Civil	2
Asistente de Ingeniería	2
Secretaria	1
Chofer	3

### (3) El Consultor

El Consultor brindará los servicios técnicos a la Agencia de Implementación del Proyecto sobre las bases del contrato. Los servicios de consultoría abarcan el diseño detallado en la fase de diseño detallado y la evaluación de la licitación, además de la supervisión de la construcción, tal como la fiel ejecución de las obras, programación y un control de seguridad durante la fase de construcción. El consultor estará compuesto por ingenieros de altamente calificados y expertos especializados en la planificación de proyectos, diseño detallado, construcción, hidrología, geología, etc. El consultor también se encargará de la transferencia de tecnología a los ingenieros locales de la Agencia de implementación. Además de lo expuesto anteriormente, un seminario sobre control de calidad de las obras y sobre administración de irrigaciones serán incluidos entre los servicios de consultoría. Los hombre-mes estimados para los servicios de consultoría son 342 hombre/mes y 275 hombre/mes para los componentes extranjero y local, respectivamente, totalizando 617 hombre/mes (Tabla 5.2.2).

Tabla 5.2.2 Estimación de Hombre-mes Requeridas para los Servicios de Consultoría

Unidad: millones de Suces

Fase de Diseño Detallado			Fase de Construcción			Total		
Moneda Extranjera	Moneda Local	Total	Moneda Extranjera	Moneda Local	Total	Moneda Extranjera	Moneda Local	Total
126	59	185	216	216	432	342	275	617

### 5.3 COSTO DEL PROYECTO

Los costos del proyecto consisten en los costos de construcción, costos de expropiación de terrenos, adquisición de equipos de operación y mantenimiento, costos de administración, costos de protección del medio ambiente, costos de estudios previos, costos de servicios de consultoría e imprevistos físicos y económicos.

### 5.3.1 Condiciones para la Estimación de Costos

La estimación de los costos del Proyecto se determinaron en base a las siguientes condiciones:

- a. Los precios básicos, tales como, mano de obra, materiales y equipos serán fijados en base a los costos unitarios publicados en el documento "Precios Unitarios Referenciales para la Construcción de Obras Hidráulicas y Complementarias", editado por INERHI en marzo de 1993; pero los rubros no contemplados se fijarán en base a los precios del mercado prevalecientes en julio de 1993.
- b. El requerimiento por unidad de trabajo será fijado en base a las normas del INERHI.
- c. Los precios de los materiales de construcción de producción nacional, incluye la transportación hasta el sitio de obra. los precios de los materiales importados se estimarán a partir del precio CIF Guayaquil más costos de transporte e impuesto a las importaciones.
- d. Los costos de construcción fueron estimados con componentes nacionales y extranjeros. En los costos unitarios de los respectivos rubros de construcción, se incluyen los costos indirectos. Los costos indirectos se estiman en un 39% de los costos directos, en concordancia con lo estipulado en INERHI.
- e. El tipo de cambio es de US\$ 1.00 = S/1,883, promedio de la tasa de cambio de julio de 1993.
- f. Los imprevistos físicos se estiman en un 10% del costo de construcción y otros costos adicionales. Los imprevistos económicos estarán sujeto a la tasa de interés anual de 3.8% para moneda extranjera (El promedio de índices de precios al consumidor registrados en cinco países desarrollados durante los últimos 3 años), y del 43.8% para moneda local (El promedio de índices de precios al consumidor del area urbana del Ecuador durante los últimos 10 años).

## 5.3.2 Costo del Proyecto

### (1) Costo de Construcción

El costo total de construcción es de S/214 x 10<sup>9</sup>, de los cuales S/167.4 x 10<sup>9</sup> equivalen a la porción extranjera (78.2%) y S/46.6 x 10<sup>9</sup> de local (21.8%) (Tabla 5.3.1).

Tabla 5.3.1 Costo de Construcción

Unidad: Miles de Suces

ITEM	Componente de Monedas Locales	Componente de Divisas	Total
1. Obras Preparatorias	902,847	3,271,000	4,173,847
2. Camino de Acceso	814,743	5,000,323	5,815,066
3. Presa			
(1) Canal de Desvío	945,772	2,221,474	3,167,246
(2) Cuerpo de Muro	7,493,482	36,993,083	44,486,565
(3) Obra de Cantera	878,350	5,133,900	6,012,250
(4) Tratamiento de Cimiento	937,841	15,433,907	16,371,748
(5) Canal de Desfogue	1,998,380	4,486,102	6,484,482
(6) Instalacion de Toma	86,269	2,860,362	2,946,631
(7) Transporte de Equipo	340,695	7,762,580	8,103,275
(8) Obras Provisionales	822,830	4,144,780	4,967,610
Sub-total	13,503,619	79,036,188	92,539,807
4. Canal de Conduccion	7,528,299	13,797,381	21,325,680
5. Tunel No. 4	3,673,917	48,214,358	51,888,275
6. Boca Toma	1,030,180	517,834	1,548,014
7. Canal Principal de Riego			
(1) Canal Principal Sur	2,819,658	3,290,497	6,110,155
(2) Canal Principal Norte	6,584,150	7,203,233	13,787,383
Sub-total	9,403,808	10,493,730	19,897,538
8. Canal Secundario			
(1) Canal Secundario Sur	774,614	581,692	1,356,306
(2) Canal Secundario Norte	8,193,180	5,908,483	14,101,663
(3) Canal Terciario	220,000		220,000
Sub-total	9,187,794	6,490,175	15,677,969
9. Facilidades de Asistencia Agricola	550,500	550,500	1,101,000
Total	46,595,707	167,371,489	213,967,196

## (2) Costo de Adquisición de Terrenos

Los terrenos de las áreas de construcción de la presa, canal de conducción y obras de toma pertenecen a la Hacienda El Hospital (finca privada), pero no se incurren en costos para la adquisición de estas tierras. Sin embargo, los costos de adquisición de tierras se hace necesario para la construcción de los canales principal y secundarios y sus respectivas facilidades relacionadas. El monto requerido es de S/100 x 10<sup>6</sup> en total, y corresponden a la porción local.

## (3) Costos de Adquisición de Equipo de Operación y Mantenimiento

Después de la finalización de los trabajos de construcción, los equipos necesarios para la operación y mantenimiento de la presa, canal de conducción, obra de toma y canal principal se muestran en la Tabla 5.3.2.

Los equipos de operación y mantenimiento del proyecto serán adquiridos por la Agencia de Implementación del Proyecto en el último año del período de construcción y deberá ser renovado cuando expire su período de vida útil. El costo de adquisición de los equipos de operación y mantenimiento es de S/1.1 x 10<sup>9</sup> y serán desembolsados por la parte extranjera.

Tabla 5.3.2 Equipos de Operación y Mantenimiento (O/M)

Rubro	Espec.	Unidad	Principal Propósito
Buldozer	11 ton	1	Obras de toma, camino
Retroexcavadora	0.6 m <sup>3</sup>	1	Obras de toma, camino, canal
Camión Volquete	6 ton	1	Canal, camino
Motoniveladora	2.2 m	1	Camino
Rodillo Aplanador	8 ton	1	Camino
Camioneta 4WD	2 ton	4	Presa, obras de toma, canal y oficina
Motocicleta	125 cc	2	Canal
Hormigonera	0.5 m <sup>3</sup>	1	Canal
Bote de Motor	100 HP	1	Presa
Equipo de Radiocomunicación		3	Presa, obras de toma y oficina



#### (4) Costos de Protección del Medio Ambiente

Los costos contemplados para la protección del medio ambiente son aquellos utilizados para la protección de los lugares de construcción y sus alrededores, que serán alterados y/o demolidos con la construcción de las obras del Proyecto. Estos costos serán desembolsados localmente.

#### (5) Costos de Administración

Los costos de administración necesarios para la operación de la Oficina de Implementación del Proyecto comprenden los gastos de oficina, pago del personal, gastos misceláneos, etc. Los costos de administración anuales suman S/110 x 10<sup>6</sup> y serán desembolsados localmente.

#### (6) Costo de los Estudios Previos

Los costos de los estudios previos involucran los costos de los levantamientos topográficos y de los estudios geológicos, necesarios para el diseño detallado de las obras requeridas. Estos costos suman S/2.59 x 10<sup>9</sup>, de los cuales S/0.49 x 10<sup>9</sup> corresponden a los costos de los levantamientos topográficos y S/2.10 x 10<sup>9</sup> a los estudios geológicos. Estos costos corresponden a la parte local.

#### (7) Costo de los Servicios de Consultoría

Los costos de los servicios de consultoría son de S/23.25 x 10<sup>9</sup>, correspondiendo S/7.83 x 10<sup>9</sup> para la fase de diseño detallado y S/15.42 x 10<sup>9</sup> para la fase de construcción. La proporción en desembolsada por la parte extranjera es de 69.7% y la desembolsada por la contraparte local 30.3% (Tabla 5.3.3).

Tabla 5.3.3 Costo Estimado para los Servicios de consultoría

Unidad: millones de Suces

Fase de Diseño Detallado			Fase de Construcción			Total		
Moneda Extranjera	Moneda Local	Total	Moneda Extranjera	Moneda Local	Total	Moneda Extranjera	Moneda Local	Total
1,982	5,849	7,831	5,056	10,366	15,422	7,038	16,215	23,253