



**ISA** Interconexión Eléctrica S.A.

# **EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO DEL CAUCA MEDIO**

## **ALTERNATIVAS PARA SU DESARROLLO**

**VOLUMEN IV - ANEXOS**

**HIDROLOGIA - USOS DE LA TIERRA - ESTIMATIVOS DE COSTO**

**NOVIEMBRE 1974**

**INTEGRAL LTDA.**

**Ingenieros Consultores - Medellín - Colombia.**

**ESTUDIO PARCIALMENTE FINANCIADO POR EL BIRF Y FONADE**





ISA Interconexión Eléctrica S.A.

# EVALUACION DEL POTENCIAL HIDROELECTRICO DEL CAUCA MEDIO

## ALTERNATIVAS PARA SU DESARROLLO

VOLUMEN **IV** - ANEXOS

HIDROLOGIA - USOS DE LA TIERRA - ESTIMATIVOS DE COSTO

NOVIEMBRE 1974

**INTEGRAL LTDA.**

Ingenieros Consultores - Medellín - Colombia.

ESTUDIO PARCIALMENTE FINANCIADO POR EL BIRF Y FONADE



## INDICE

	Página
ANEXO I ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA	I- 1
PARTE I DETERMINACION DE CAUDALES MENSUALES HISTORICOS PARA LOS ESTUDIOS DE ENERGIA	
I.1 Introducción	I- 2
I.2 Procesamiento inicial de la información básica	I- 2
I.3 Regionalización de la escorrentía promedia anual	I- 3
I.4 Análisis del ciclo anual de lluvias y de escorrentía	I- 8
I.5 Extensión y reconstrucción del registro hidrológico	I-12
I.6 Reconstrucción de caudales del río Nechí	I-12
I.7 Verificación de la exactitud obtenida en la extensión y reconstrucción del registro hidrológico	I-15
I.8 Modelo matemático para análisis probabilístico de los caudales del río Cauca	I-18
PARTE II DETERMINACION DE CRECIENTES PARA DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS	I-38
PARTE III SEDIMENTOS	I-45
ANEXO II FORMACIONES VEGETALES O ZONAS DE VIDA, BOSQUES, FAUNA, SUELOS Y USO DE LA TIERRA RURAL	II- 1
II.1 Formaciones vegetales	II- 1
II.2 Bosques	II-13
II.3 Fauna	II-14
II.4 Suelos	II-16
II.5 Uso de la tierra rural	II-21
ANEXO III PRESUPUESTOS DETALLADOS DE COSTOS	III- 1

## ANEXO I

### ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA

Como se indicó en el Capítulo II del informe, no existen suficientes medidas de caudales en los sitios de posibles desarrollos hidroeléctricos a lo largo del cauce medio del río Cauca, que permitan ajustar un modelo matemático que represente el proceso mensual de los mismos, ni reconstruir el registro histórico por medio de correlaciones directas. Ante esta situación, que no es rara en hidrología, se utilizaron técnicas para establecer relaciones regionales entre los parámetros estadísticos básicos del proceso hidrológico y las variables de tipo morfológico y meteorológico de la cuenca. En este anexo se presentan los procedimientos seguidos para los análisis hidrológicos y los resultados del mismo. En la primera parte se describen los estudios hechos para reconstruir los registros mensuales de caudales en los diferentes sitios de interés a lo largo del cauce medio del río Cauca, para fines de los estudios de energía. En la segunda, los procedimientos adoptados para la definición de crecientes para el dimensionamiento de vertederos y obras de desviación de los diferentes proyectos, y en la tercera se hacen algunas breves consideraciones sobre sedimentos.



## PARTE I

### DETERMINACION DE CAUDALES MENSUALES HISTORICOS PARA LOS ESTUDIOS DE ENERGIA

#### I.1 INTRODUCCION

En los siguientes párrafos se describe el trabajo realizado con el fin de establecer relaciones regionales entre los parámetros estadísticos más importantes del proceso hidrológico y las variables de tipo morfológico y meteorológico de la cuenca, y la manera como éstas fueron utilizadas para extender o reconstruir el registro hidrológico más probable en los sitios de interés durante el período 1946-73. También se incluye al final de la primera parte de este Anexo. la tabulación de los caudales del río (registrados y reconstruídos) en los varios sitios de interés durante el período indicado. Lo anterior se hizo mediante los pasos siguientes:

1. Procesamiento de los datos de precipitación y de los caudales existentes en la cuenca.
2. Regionalización del caudal promedio anual del río Cauca para el período 1946-73, mediante el uso de la información y relaciones obtenidas en el primer paso, y determinación del caudal promedio anual en los sitios que carecen de registros.
3. Regionalización de los caudales promedios mensuales para los doce meses del año, y
4. Extensión del registro de caudales mensuales en los sitios con estaciones de corta duración, y reconstrucción de caudales mensuales para sitios no medidos, para todos los meses del período 1946-73.

#### I.2 PROCESAMIENTO INICIAL DE LA INFORMACION BASICA

En primer término, se recolectaron los datos de precipitación en las diferentes estaciones existentes en la hoya y se sometieron a análisis preliminar de confiabilidad mediante procedimientos tales como curvas de doble masa, habiéndose descartado

aquellos registros que mostraban obvias inconsistencias. Se procedió luego a calcular los promedios anuales totales y a construir con estos valores curvas isopluviales sobre toda la cuenca, con el objeto de terminar la pluviosidad sobre el área total y sobre porciones de ella, como se muestra en el plano 573-G-07 y en las Tablas 1 y 2. Simultáneamente, se procesaron los registros disponibles de caudales con el objeto de obtener la información estadística y las necesarias correlaciones.

### I.3 REGIONALIZACION DE LA ESCORRENTIA PROMEDIA ANUAL

Para regionalizar el valor de la escorrentía promedia anual se utilizaron los registros de caudales de las siguientes estaciones hidrométricas:

<u>Nombre estación</u>	<u>Período registro utilizado</u>
Coconuco	1958-62
Suárez	1946-70
La Balsa	1945-70
Juanchito	1934-70
Anacaro	1962-70
La Virginia	1946-73
Puerto Valdivia	1961-67 1970-73

De las estaciones anteriores, sólo las dos últimas están localizadas en el cauce medio del río Cauca, la de La Virginia en su parte superior y la de Puerto Valdivia en su extremo de aguas abajo. Para la primera estación se cuenta con 28 años de registro, en tanto que para la segunda sólo se cuenta con 12 años, correspondientes a dos períodos diferentes, por lo que fue necesario extender los registros de esta última estación con base en correlación con la estación de La Virginia, mediante un análisis completo de las condiciones meteorológicas, fisiográficas e hidrológicas de la cuenca, como se describe más adelante. El siguiente cuadro muestra la correlación existente entre el caudal anual promedio obtenido de los registros de las estaciones de La Virginia y Puerto Valdivia para diferentes períodos.

ESTACION	Caudal promedio anual para varios períodos ( m <sup>3</sup> /s )			
	1961-67(a)	1961-73(b)	1970-73(c)	1946-73
La Virginia	520	572	646	555
Puerto Valdivia	1,130	1,261	1,306	1,218(d)
Relación de caudales	0,460	0,453	0,494	0,455

(a) Registro de 69 meses  
(b) Registro de 117 meses  
(c) Período de abundante precipitación

(d) Registro actual de 11 años ampliado por correlación con La Virginia

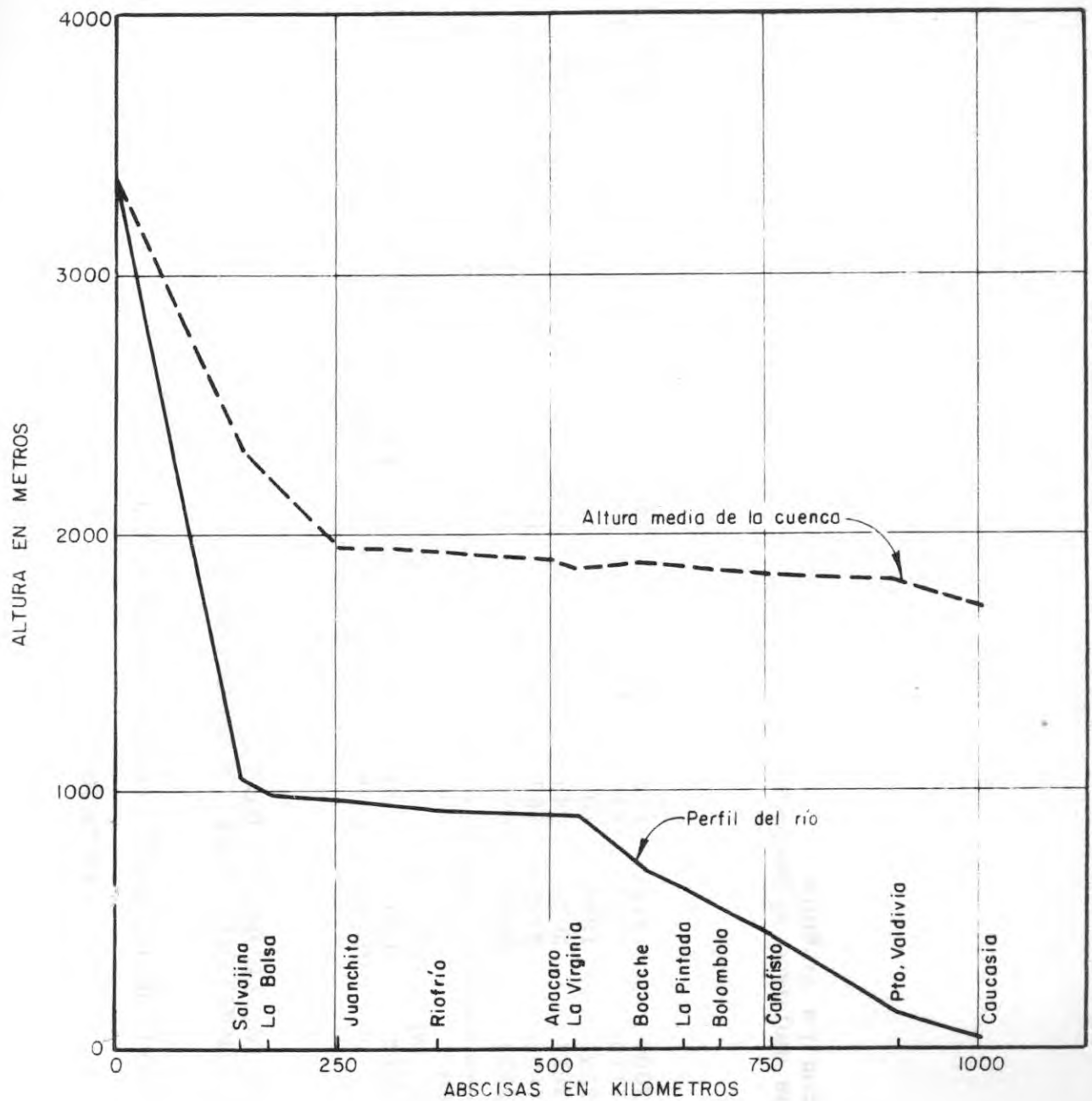
El caudal promedio anual de 1.218 m<sup>3</sup>/s para Puerto Valdivia durante el período 1946-73 se obtuvo mediante un análisis de los datos de precipitación y escurrimiento, considerando la precipitación sobre las hoyas parciales y la variación de las pérdidas con la elevación promedia de la cuenca, para lo cual se utilizó la Figura No1, página I-5, determinada por el SCM<sup>1</sup>/, que muestra el perfil del río y la elevación promedia de la cuenca en cada sitio, medida como ordenada media de la curva hipsográfica. La altura promedia de la cuenca ayuda en el análisis de regionalización de la esorrentía pues permite establecer una relación entre ésta y las pérdidas (precipitación promedia menos escurrimiento promedio).

Un resumen de los resultados del análisis se presenta en la Tabla No.1 en la que se puede apreciar que las pérdidas (evaporación, percolación profunda, etc.) aumentan a medida que la elevación promedia de la cuenca disminuye, conservándose más o menos constantes para el sector entre La Virginia y Puerto Valdivia. Si se estudia la curva de altura media de la cuenca en la Figura 1, puede observarse una conducta similar.

Dados los errores posibles en la medida y cómputo de la precipitación, puede considerarse que los resultados son razonables y que con esta base se puede reconstruir la curva de área tributaria vs. caudal anual promedio, y regionalizar así esta última variable. En la Tabla No.2, página I-7, se presentan los caudales

<sup>1</sup>/ SCM<sup>1</sup> "Proyecto de Organización de Redes Hidrométricas en la cuenca del río Cauca." Publicación Aperiódica No.14, 1970.





INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
 PERFIL DEL RIO Y ALTURA MEDIA DE LA CUENCA DEL  
 RIO CAUCA

TABLA No. 1

ESTUDIO HIDROELECTRICO DEL CAUCA MEDIO

REGIONALIZACION DE LA ESCORRENTIA ANUAL PROMEDIA DE LA CUENCA

SITIO	Area km <sup>2</sup>	Area parcial km <sup>2</sup>	Altura media cuenca m	Cota del salto m	Precip. media anual mm	Precip. Media anual sobre area parcial mm	Escuri- miento mm	Péridi- das mm	Caudal m <sup>3</sup> /s
Salvajina	3853	3853	2320	1029	1864	1864	1200	664	148
La Balsa	5451	1598	2230	986	1885	1935	1105	780	192
Juanchito	9069	3618	2030	949	1855	1810	950	905	269
La Virginia	22800	13731	1860	900	1600	1431	770	830	554
Cañafisto	33970	11170	1830	437	1850	2360	960	890	1035(*)
Puerto Valdivia	37970	4000	1810	125	1890	2400	990	895	1218(**)

(\*) Calculado

(\*\*) Registro actual de 11 años ampliado al período 1946-73 por correlación con La Virginia

TABLA No. 2

ESTUDIO HIDROELECTRICO DEL CAUCA MEDIO  
CAUDAL PROMEDIO ANUAL ESTIMADO

SITIO	Abscisa km	Area Tributaria		Caudal mm	Promedio m <sup>3</sup> /s	Precipitación media		Rendimiento	
		propia km <sup>2</sup>	acumulada km <sup>2</sup>			Hoya total mm	Hoya propia mm	Lts/ Hoya propia	seg/ Hoya acumulada
Xarrapa	568	23440	23440	780	580	1620	1620	24, 74	24, 74
Bocache	613	2590	26030	835	690	1685	2380	42, 47	26, 50
Farallones	658	1420	27450	870	755	1740	2460	45, 77	27, 50
Cañafisto	765	6520	33970	960	1035	1850	2320	42, 94	30, 46
Carquetá	815	1400	35370	980	1095	1865	2150	42, 85	30, 95
Ituango	865	1500	36870	985	1155	1870	1870	40, 00	31, 32
Bredunco	907	1090	37960	1000	1218	1890	2500	41, 28	31, 61
Apaví	938	930	38890	1010	1245	1920	3000	48, 38	32, 01



promedios anuales calculados para el período 1946-73 para los sitios de posible ubicación de presas en el Cauca Medio, obtenidos a partir de los registros de La Virginia, considerando la precipitación propia de cada parte de la hoya adicional y las correspondientes pérdidas, con los ajustes necesarios para lograr una buena correlación con el caudal promedio anual calculado para Puerto Valdivia, dado el alto grado de correlación entre esta estación y la de La Virginia.

Con base en los registros de caudales anuales promedios de las diferentes estaciones sobre el río Cauca, y los valores estimados en la forma indicada atrás para las estaciones con cortos registros o carentes de ellos, se dibujó una curva de caudal anual promedio vs. área de drenaje, que se muestra en la Figura 2 y que permite regionalizar el valor de la escorrentía promedia anual en los diferentes sitios. Sin embargo, para obtener los promedios mensuales es preciso hacer un completo estudio de los ciclos anuales, como se indica a continuación.

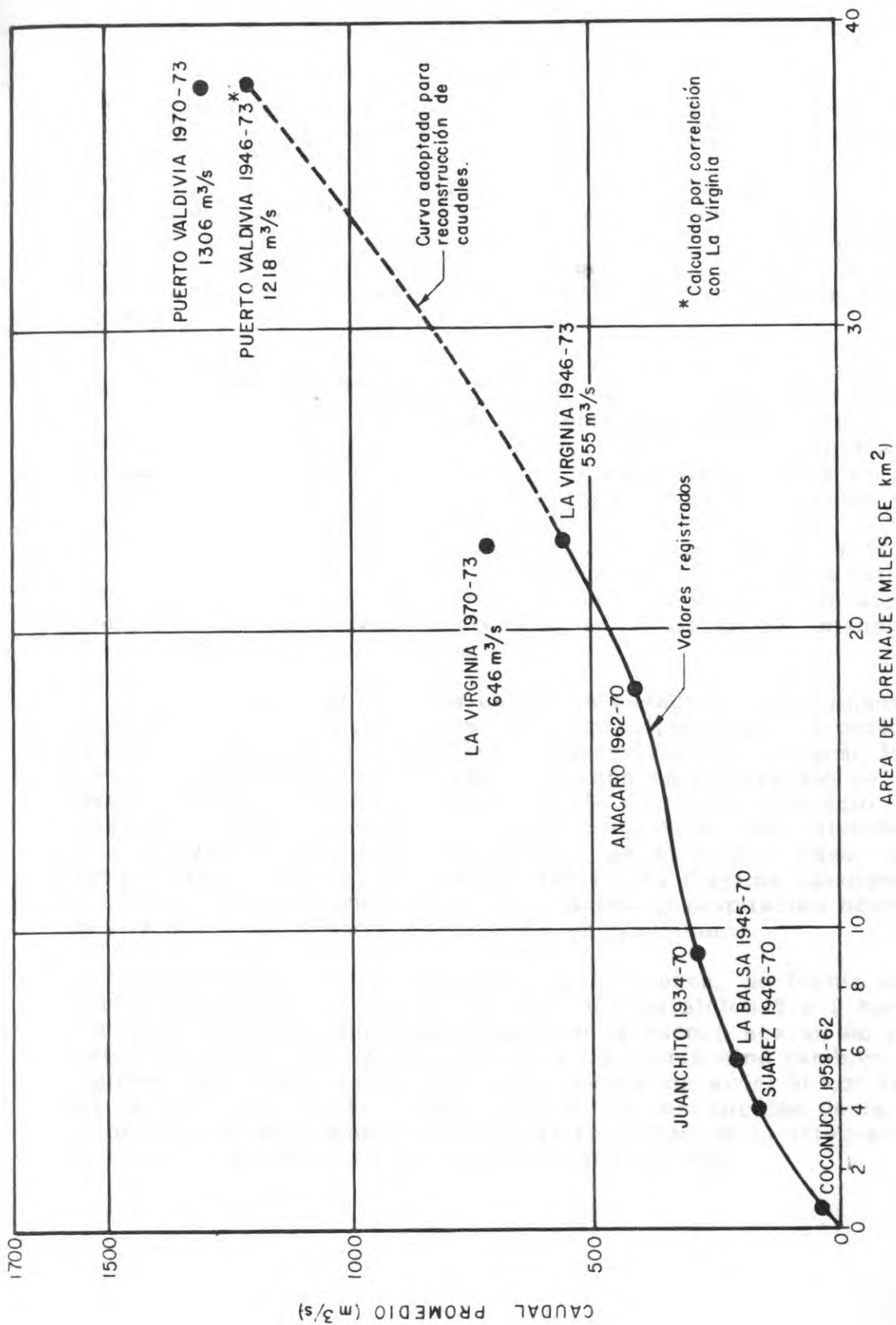
#### I.4 ANALISIS DEL CICLO ANUAL DE LLUVIAS Y DE ESCORRENTIA

a. Ciclo anual de la precipitación mensual. El fenómeno de los ciclos anuales de precipitación en Colombia depende en gran parte del movimiento de la faja ecuatorial de baja presión denominada Frente Intertropical de Convergencia (FIC), asociado con la convergencia de los vientos alisio norte y alisio sur. El FIC se desplaza con el sol hacia el norte (solsticio norte) hasta colocarse en Agosto en el paralelo  $16^{\circ}\text{N}$ , y hacia el sur alrededor del Ecuador en enero (solsticio sur). En realidad según Riehl <sup>2/</sup> hay un rezago entre el movimiento del sol y el movimiento del FIC, tal como se puede apreciar en la Figura 3, página I-11.

La zona de baja presión da lugar a un período de alta precipitación sobre la región que atraviesa, a medida que se va desplazando. Si se observa la Figura 3, a unos  $6^{\circ}$  de latitud norte, ubicación de la ciudad de Medellín, se nota que el paso del FIC corresponde a los meses de Noviembre y Mayo, los cuales efectivamente son los meses de mayor precipitación en Medellín (Latitud  $6^{\circ}15'\text{N}$ ). La Figura 4, página I-13 muestra una comparación de la periodicidad anual para las dos estaciones meteorológicas, con registros más largos en la cuenca del Cauca. Estas estaciones

---

<sup>2/</sup>Riehl Herbert, 1972, Introduction to the Atmosphere, McGraw Hill.



INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
 CAUDAL ANUAL PROMEDIO vs AREA DE DRENAJE

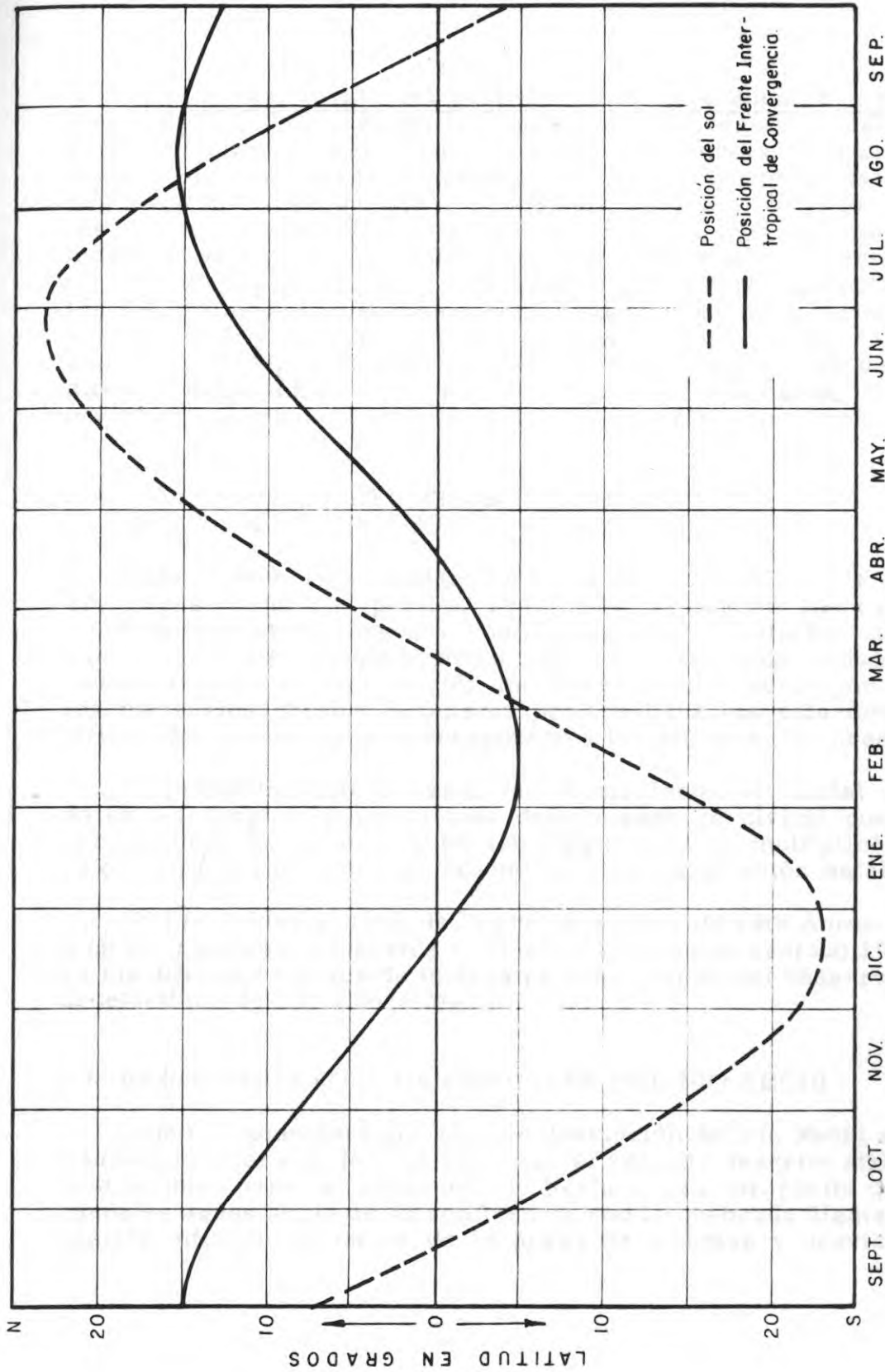
son la Manuelita, localizada en la latitud  $3^{\circ}35'N$  y de la cual se tienen registros desde 1900, y Medellín, situada en la latitud  $6^{\circ}15'N$ , en donde se cuenta con registros desde 1908. Si se observa detalladamente las Figuras 3 y 4, se puede apreciar claramente la translación del frente de baja presión (FIC), lo que permite establecer relaciones de periodicidad para la precipitación en la latitud de los sitios de interés. Como se verá más adelante, estas relaciones se hacen extensivas también a la escorrentía.

b. Ciclo anual de la escorrentía. Como consecuencia del régimen de precipitación, a medida que se avanza hacia el norte en la cuenca del río Cauca, se presenta una variación en el ciclo anual de la escorrentía. La Figura 5, página I-14, muestra los promedios adimensionales obtenidos en varias estaciones de registro a lo largo del río y de sus tributarios, y en ella puede apreciarse que las tendencias observadas en la precipitación se repiten en la escorrentía. El fuerte verano que ocurre a mediados del año en el Valle del Cauca se atenúa a medida que la latitud aumenta; lo mismo sucede con el verano que se presenta a principios del año al norte del país, el cual es de menos intensidad al sur, en el Valle del Cauca.

Es importante anotar que existe un rezago de aproximadamente un mes entre la periodicidad de la precipitación y la periodicidad de la escorrentía, como puede apreciarse al comparar las curvas correspondientes a la precipitación en la estación de la Manuelita (Figura 4) y el caudal del río Cauca en Juanchito (Figura 5). Igual cosa sucede si se compara la precipitación en Medellín con el caudal del Riogrande. En el primer caso, la máxima precipitación se presenta en Abril y la máxima escorrentía en Mayo. En el segundo caso, la máxima precipitación ocurre en Octubre y la máxima escorrentía en Noviembre.

En realidad, la gran extensión de la cuenca, su forma alargada y su orientación sur norte entre los paralelos 2 y 9 hace que la contribución de las diferentes zonas de la cuenca sea en un momento dado, no solo función del área tributaria sino también del régimen hidrológico propio de cada subárea de acuerdo con la latitud del sitio de interés. Por lo tanto, la periodicidad de la escorrentía en un sitio aguas abajo es el resultado de la integración de varios regímenes de periodicidad aguas arriba.





INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
**VARIACIONES EN LA POSICION CENTAL DEL SOL Y LA POSICION  
 DEL FRENTE INTERTROPICAL DE CONVERGENCIA A TRAVES DEL AÑO**

c. Regionalización del período hidrológico anual de caudales mensuales. Con base en el análisis de los registros existentes y en lo indicado anteriormente, es posible intentar una regionalización del período hidrológico anual con el objeto de extender registros de corta duración de algunos sitios, o de reconstruir los caudales mensuales promedios en lugares que carecen de medidas, a partir de los promedios anuales obtenidos anteriormente para dichas estaciones. Para ello y mediante interpolación entre los promedios mensuales normalizados de las estaciones La Virginia y Puerto Valdivia, que se muestran en la Figura 5, página I-14, es posible obtener curvas aplicables a cada uno de los sitios considerados, de acuerdo con su área tributaria, las cuales permiten distribuir mes a mes la escorrentía anual promedio.

#### I.5 EXTENSION Y RECONSTRUCCION DEL REGISTRO HIDROLOGICO

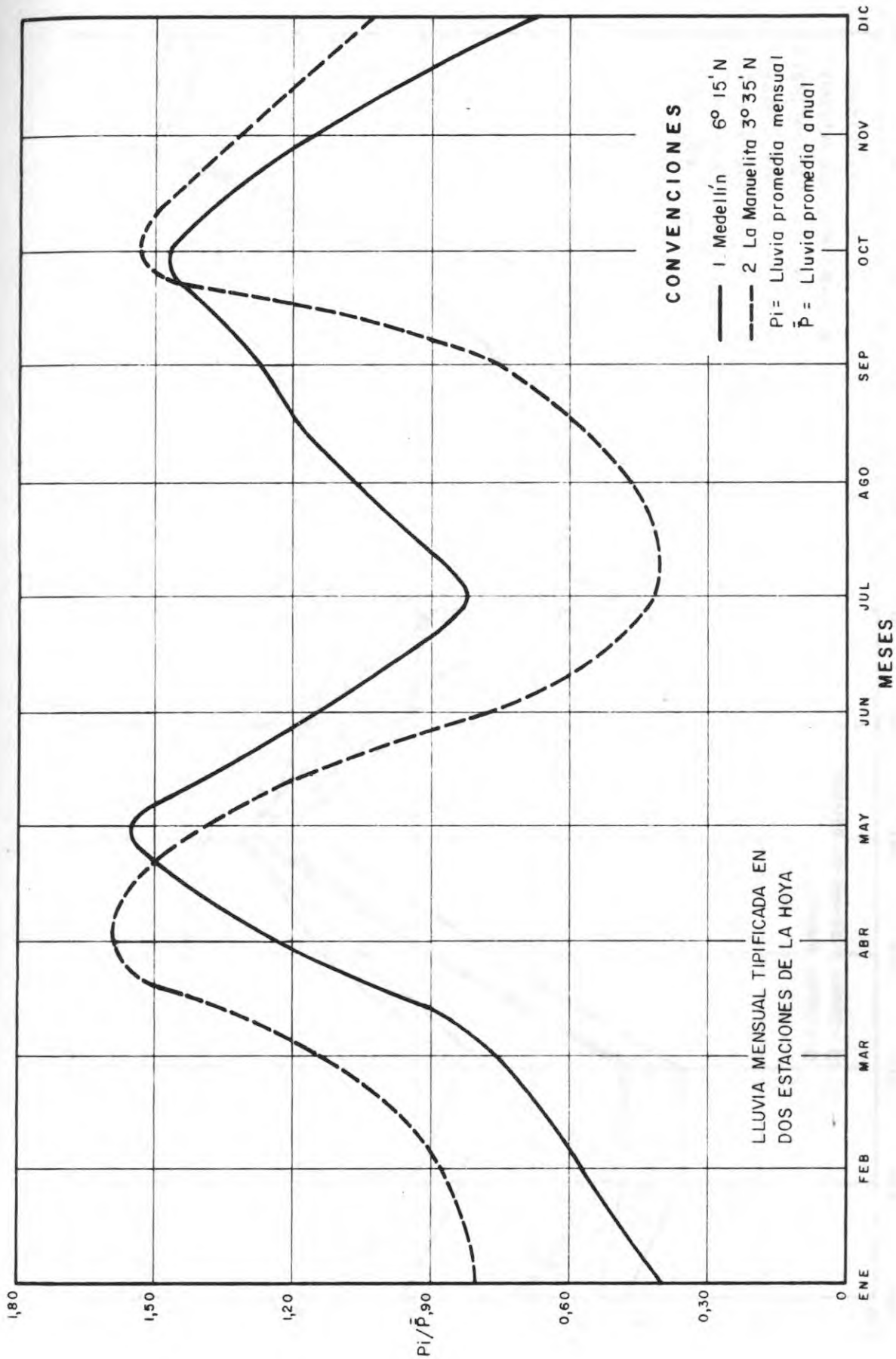
Para obtener los caudales mensuales en cada uno de los sitios de interés durante el período 1946-1973, se adoptó una estación piloto de registros largos y confiables, por correlación con la cual y mediante los parámetros obtenidos para regionalizar el caudal anual y su distribución mensual, se obtuvieron los caudales mensuales durante el mismo período para las estaciones satélites, que en este caso corresponden a los sitios de las presas en estudio.

El procedimiento utilizado fue el siguiente: el caudal observado en La Virginia para un mes determinado se dividió por el valor normalizado de dicho mes en La Virginia, y se multiplicó por el valor normalizado para el mismo mes en la estación satélite.

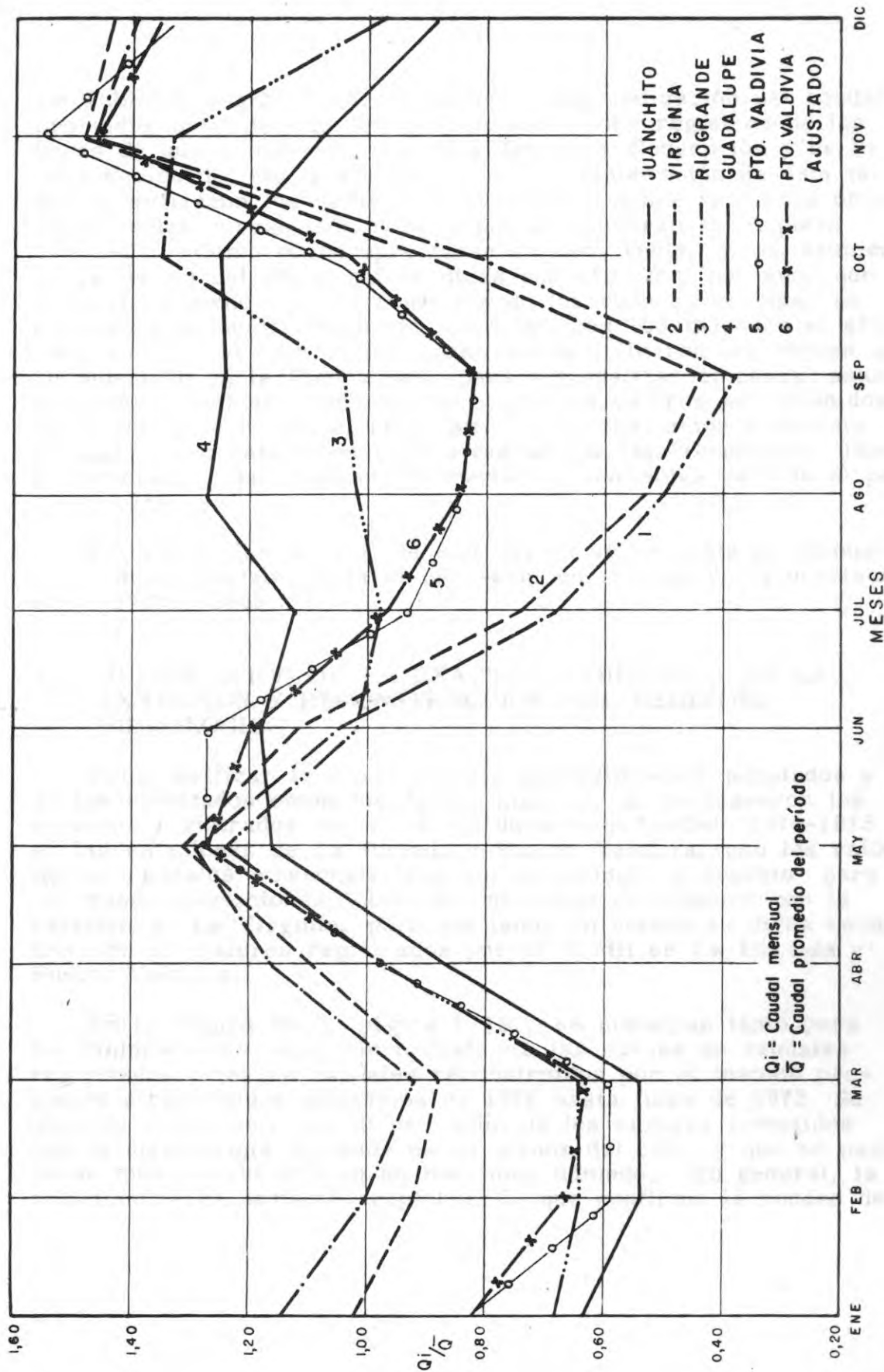
En las Tablas al final de la primera parte de este Anexo se muestran los caudales mensuales reconstruídos para el período 1946-1973 en los diferentes sitios de interés para el estudio del desarrollo hidroeléctrico del río Cauca Medio.

#### I.6 RECONSTRUCCION DE CAUDALES DEL RIO NECHI

Como se considera una posible desviación del río Nechi al río Cauca a la altura de Puerto Valdivia, el análisis descrito atrás se hizo también para la cuenca del río Nechí, con el propósito de estimar caudales aguas abajo de su confluencia con la quebrada Media Luna, posible sitio de ubicación de la presa de embalse y desviación.



INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
**COMPARACION DE LA PERIODICIDAD EN LA PRECIPITACION PARA DIVERSAS LATITUDES EN LA CUENCA**



INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
 CICLO EN LOS CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES



La Tabla 3, página I-16, presenta la regionalización del caudal promedio anual del río Nechí, obtenida de los registros de las hoyas de sus tributarios, los ríos Tenche y Concepción y de la hoya vecina del río Guadalupe. Para la elaboración de esta tabla se utilizaron los datos de precipitación sobre la cuenca obtenidos de las curvas isopluviales que se muestran en el plano 573-G-07. Como puede apreciarse en esta Tabla, si se asumen en la cuenca del río Nechí pérdidas por 1100 mm por año, que están de acuerdo con los registros de las cuencas vecinas, se encuentra un caudal promedio anual de unos 108 m<sup>3</sup>/s en el sitio considerado. A este caudal promedio se aplicaron las curvas que se muestran en la Figura No6, para regionalizar el caudal anual a caudales promedios mensuales. Con los valores así obtenidos se reconstruyó el caudal en el sitio de la desviación propuesta, tomando como estaciones pilotos las de los ríos Guadalupe, Tenche y Concepción, que cuentan con registros confiables durante el período 1938-1968.

En las Tablas al final de este Anexo se presenta la reconstrucción de caudales para el río Nechí en el sitio de la desviación entre 1938 y 1968.

#### I.7 VERIFICACION DE LA EXACTITUD OBTENIDA EN LA EXTENSION Y RECONSTRUCCION DEL REGISTRO HIDROLOGICO

Para verificar la bondad de los procedimientos adoptados y de los resultados obtenidos de los mismos, se compararon los caudales registrados por el SCMH durante el período 1970-1973 en las estaciones de La Pintada y Puerto Valdivia, con los valores de los caudales reconstruídos por el método propuesto para las mismas estaciones, obtenidos mediante correlación con la estación de La Virginia, pero sin tener en cuenta en dicha reconstrucción los valores registrados por el SCMH en La Pintada y Puerto Valdivia.

En la Figura No.7, página I-19, se muestran tanto para La Pintada como para Puerto Valdivia las curvas de caudales registrados y las de caudales reconstruídos por el método propuesto atrás, desde principios de 1970 hasta fines de 1973. Se observa claramente que el promedio de los errores cometidos con la metodología adoptada es de menos del 10%, y que no pasa de un máximo del 16% en un mes muy húmedo. En general, la coincidencia es bastante aceptable, lo que confirma la bondad de

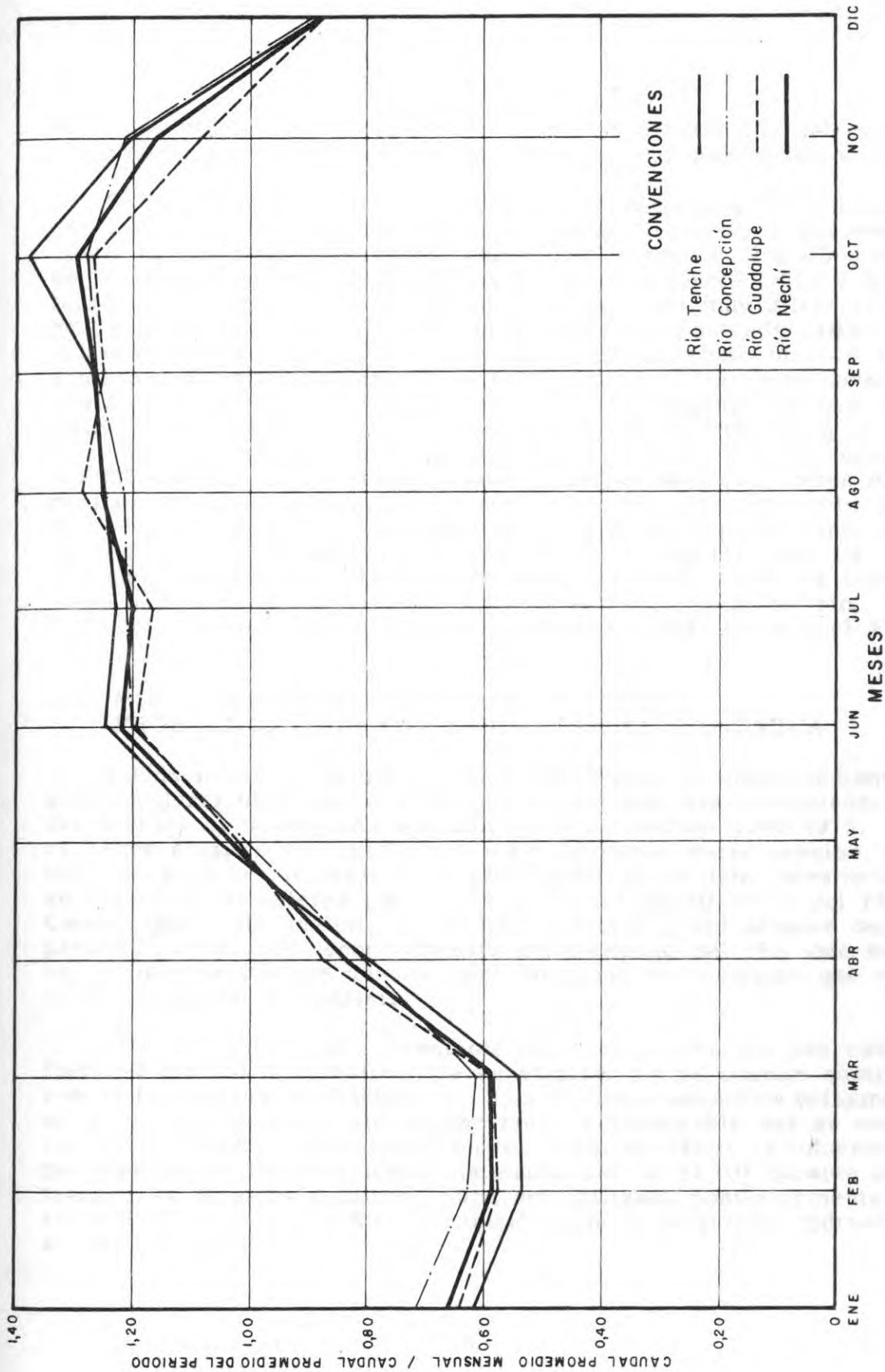
TABLA No. 3

ESTUDIO HIDROELECTRICO DEL CAUCA MEDIO

REGIONALIZACION DEL CAUDAL PROMEDIO ANUAL EN LA CUENCA DEL RIO NECHI PARA EL PERIODO 1938-1968

RIO	Area tributaria km <sup>2</sup>	Altura media cuenca m	Precip. promedio mm	Pérdidas mm	Esco- rrentía mm	Caudal medio m <sup>3</sup> /s
Guadalupe	400	2120	2700	900	1800	23,0
Tenche	91	2000	2600	900	1700	4,9
Concepción	135	2000	2300	1100	1200	5,2
Nechí-Media Luna	1700	1760	3100	1100*	2000*	108,0*

(\*) Estimados mediante el estudio de regionalización



INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
 CAUDALES PROMEDIOS MENSUALES PARA LA CUENCA DEL RIO NECHI

los datos obtenidos mediante reconstrucción o extensión del registro hidrológico por los procedimientos adoptados en este estudio.

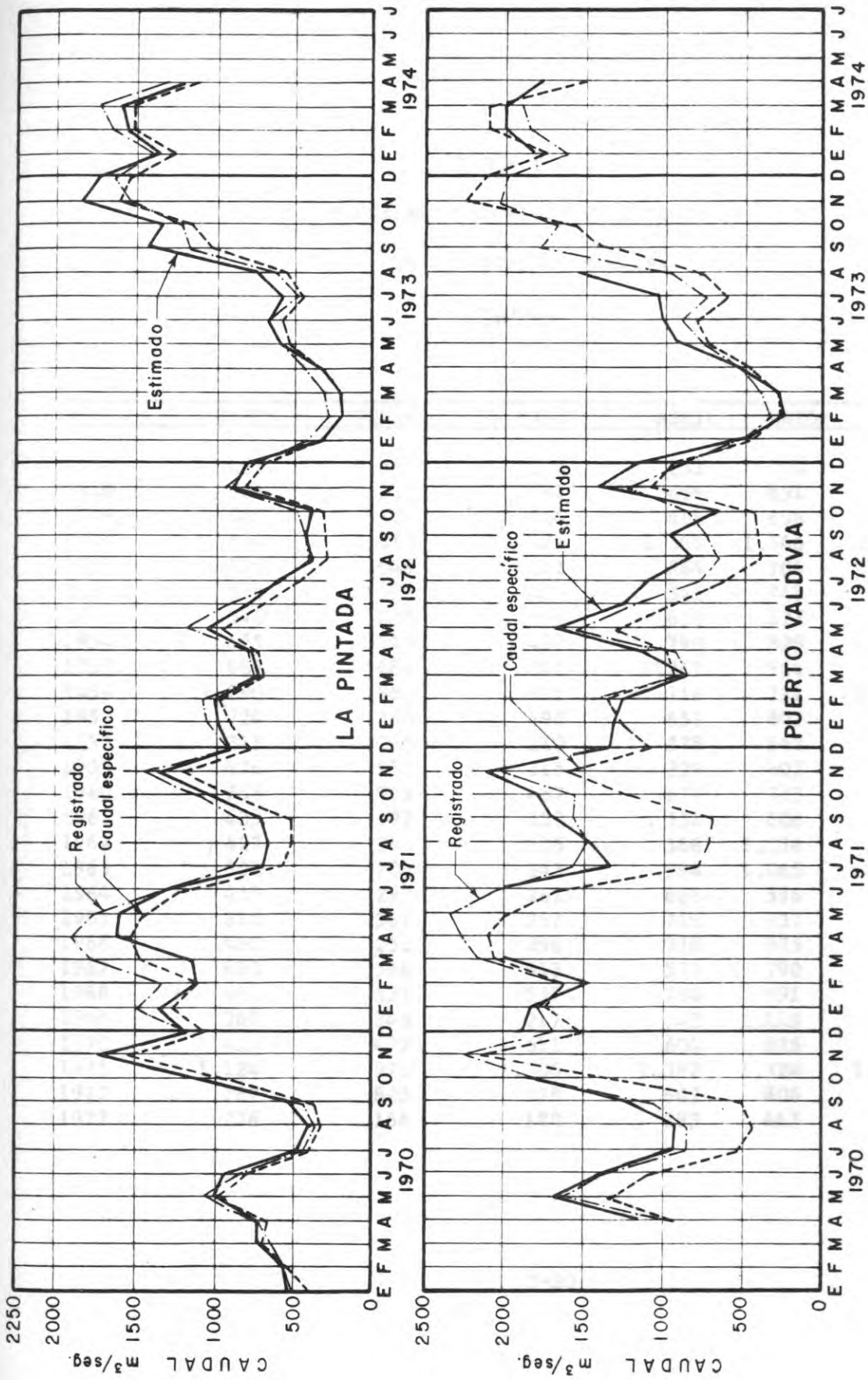
Si los caudales mensuales se hubiesen reconstruido mediante una simple correlación directa con la estación piloto, ó sea mediante la utilización del caudal específico, ignorando los efectos de traslación del frente intertropical de convergencia (FIC) a lo largo de la cuenca, los resultados hubiesen sido muy diferentes. En la misma Figura No7 se muestra con línea punteada cuales hubieran sido los caudales reconstruidos en las estaciones de La Pintada y Puerto Valdivia, si se hubiese aplicado a estas hoyas el caudal específico de la estación piloto de La Virginia, lo que sería equivalente a haber aplicado a toda la cuenca del río Cauca el ciclo anual reinante en La Virginia. En este caso, todo el curso del río mostraría caudales exageradamente bajos para los meses de mediados del año, cuando precisamente debido a la influencia del FIC, en esta época no se presentan sequías en la parte norte de la cuenca. La comparación de los valores obtenidos para La Pintada y Puerto Valdivia muestra además que el error va aumentando a medida que se avanza hacia el extremo norte del río, lo que confirma lo mencionado anteriormente en relación con el FIC.

#### I.8 MODELO MATEMATICO PARA ANALISIS PROBABILISTICO DE LOS CAUDALES DEL RIO CAUCA

Indudablemente, la información hidrológica obtenida mediante el análisis descrito atrás, constituye simplemente una reconstrucción del período histórico más probable para el período 1946-1973. Para hacer análisis probabilísticos más completos sería preciso utilizar un modelo que permita la generación de caudales aleatorios en los sitios de interés para el desarrollo hidroeléctrico del río Cauca, pero este análisis no se justifica dentro del alcance del presente estudio de reconocimiento del potencial del río, que se basa en información que aún no tiene un grado de precisión que requiere este tipo de análisis.

Por otra parte, es conveniente tener en cuenta que sea cual fuere el modelo matemático que se emplee, no es posible sustituir con él la información histórica. Los modelos permiten únicamente un mejor uso de ésta, siendo por tanto indispensable que se continúe recolectando y procesando en los años venideros la información de caudales en las estaciones instaladas por el SCMH durante el transcurso de estos estudios, para ser utilizada posteriormente para análisis más avanzados en relación con el desarrollo hidroeléctrico del Cauca.





INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
 COMPARACION DE METODOS DE ESTIMACION DE CAUDALES

TABLA No. 4  
 CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS  
 EN EL SITIO DE XARRAPA  
 (m<sup>3</sup>/s)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1947	461	351	248	253	374	481
1948	304	213	391	699	631	595
1949	440	521	464	485	698	640
1950	754	1.418	1.481	1.309	1.566	1.660
1951	775	949	681	564	704	567
1952	596	572	425	542	942	691
1953	546	450	356	658	877	600
1954	625	520	437	790	828	651
1955	986	486	761	1.267	964	929
1956	1.290	880	811	716	731	1.039
1957	724	350	498	657	807	796
1958	345	265	210	378	542	384
1959	476	251	215	329	607	684
1960	958	946	487	676	785	509
1961	439	397	330	738	606	639
1962	427	397	505	566	1.036	897
1963	501	704	643	994	1.065	641
1964	437	298	261	669	596	954
1965	612	367	287	718	937	453
1966	450	251	266	336	575	577
1967	690	566	613	573	790	808
1968	441	531	537	784	591	717
1969	368	345	217	743	1.115	724
1970	423	472	611	604	885	761
1971	1.124	970	1.306	1.382	1.324	1.145
1972	767	823	578	602	806	606
1973	276	166	180	283	447	489

TABLA No. 4

## CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS

EN EL SITIO DE XARRAPA

 $(m^3/s)$ 

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1947	465	379	408	779	858	623
1948	312	255	192	391	587	445
1949	562	376	336	628	1.158	985
1950	925	554	354	604	1.173	1.347
1951	547	324	306	446	989	870
1952	474	355	238	265	688	942
1953	381	266	276	846	1.209	1.318
1954	676	583	310	738	1.063	1.312
1955	744	501	534	956	1.253	1.508
1956	575	406	396	873	800	785
1957	399	238	205	299	444	696
1958	230	280	187	208	497	522
1959	490	290	247	453	579	638
1960	469	342	324	423	1.128	1.117
1961	528	288	224	256	955	552
1962	527	379	274	554	677	761
1963	446	401	235	282	989	542
1964	657	514	498	554	824	845
1965	290	223	230	502	979	883
1966	388	284	259	436	953	1.378
1967	483	346	224	389	1.036	766
1968	560	360	427	807	957	818
1969	386	274	244	890	961	657
1970	392	317	393	859	1.437	1.013
1971	565	521	555	845	1.152	754
1972	404	240	249	273	675	576
1973	379	478	863	971	1.392	1.315

TABLA No. 5

## CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS

EN EL SITIO DE BOCACHE

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1947	515	392	277	283	418	537
1948	339	238	438	781	706	666
1949	492	582	518	543	781	716
1950	843	1.587	1.657	1.464	1.753	1.857
1951	867	1.061	762	631	787	635
1952	666	639	475	607	1.053	773
1953	610	504	398	736	981	671
1954	700	581	489	884	926	728
1955	1.103	543	852	1.418	1.078	1.039
1956	1.443	985	907	801	817	1.162
1957	810	392	557	735	903	890
1958	385	296	235	422	606	429
1959	532	280	240	368	679	765
1960	1.071	1.059	544	756	878	570
1961	491	444	369	825	677	715
1962	477	444	565	633	1.159	1.003
1963	560	788	719	1.112	1.191	717
1964	489	334	291	748	666	1.067
1965	685	410	321	803	1.048	506
1966	503	280	297	376	643	646
1967	771	633	685	641	884	904
1968	493	594	600	876	661	802
1969	411	386	243	831	1.248	810
1970	472	528	683	676	990	851
1971	1.257	1.085	1.461	1.546	1.481	1.281
1972	900	931	653	709	967	760
1973	323	187	203	333	537	613



TABLA No. 5

CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS

EN EL SITIO DE BOCACHE

(m<sup>3</sup>/s)

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1947	520	423	457	871	960	697
1948	349	285	215	437	657	498
1949	629	420	375	702	1.295	1.102
1950	1.035	619	395	676	1.312	1.507
1951	612	362	342	499	1.107	974
1952	530	397	266	296	770	1.053
1953	426	297	308	947	1.353	1.475
1954	756	652	347	825	1.189	1.468
1955	832	561	597	1.071	1.402	1.687
1956	643	454	442	977	895	878
1957	446	266	229	335	496	779
1958	257	313	209	232	556	583
1959	547	325	276	507	647	713
1960	524	383	362	473	1.262	1.250
1961	590	321	250	286	1.068	644
1962	589	424	306	620	757	851
1963	499	448	263	315	1.106	606
1964	735	574	557	620	922	945
1965	324	249	258	561	1.095	988
1966	434	317	290	488	1.066	1.541
1967	540	386	250	435	1.159	857
1968	626	402	477	903	1.071	916
1969	432	306	272	996	1.075	735
1970	438	354	439	961	1.607	1.133
1971	632	583	620	945	1.289	843
1972	528	329	356	345	828	697
1973	496	654	1.232	1.226	1.706	1.590

TABLA No. 6

## CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS E HISTORICOS

## EN EL SITIO DE FARALLONES

 $(m^3/s)$ 

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1947	547	416	294	304	449	583
1948	360	252	464	839	757	722
1949	522	618	550	582	638	776
1950	895	1.683	1.758	1.571	1.801	2.014
1951	920	1.126	808	677	845	688
1952	707	678	504	651	1.131	838
1953	648	534	422	790	1.053	728
1954	743	617	519	948	894	790
1955	1.171	576	904	1.521	1.157	1.127
1956	1.531	1.045	963	859	877	1.260
1957	859	415	591	789	969	966
1958	409	314	249	453	650	465
1959	565	297	255	395	829	830
1960	1.137	1.123	578	812	948	618
1961	521	471	392	885	727	776
1962	507	471	599	679	1.244	1.088
1963	595	836	763	1.194	1.278	777
1964	519	354	309	802	715	1.158
1965	727	435	341	862	1.125	549
1966	534	297	316	403	691	700
1967	819	671	727	688	949	981
1968	524	630	637	940	709	870
1969	436	409	257	892	1.339	878
1970	497	548	620	704	1.106	840
1971	1.472	1.342	1.799	1.900	1.767	1.365
1972	1.046	1.064	758	783	1.200	929
1973	405		318	433	589	653

TABLA No. 6

CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS E HISTORICOS

EN EL SITIO DE FARALLONES

(m<sup>3</sup>/s)

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1947	569	480	529	944	1.041	756
1948	382	323	249	474	712	540
1949	688	476	435	761	1.405	1.195
1950	1.133	703	458	733	1.423	1.635
1951	670	410	397	541	1.200	1.056
1952	580	450	309	322	835	1.142
1953	466	337	357	1.027	1.467	1.600
1954	828	740	402	895	1.290	1.592
1955	911	636	692	1.161	1.520	1.830
1956	704	515	513	1.059	971	952
1957	488	302	266	363	538	845
1958	282	355	242	252	603	633
1959	599	368	320	549	702	773
1960	574	434	420	513	1.369	1.355
1961	646	365	290	311	1.159	699
1962	645	481	355	672	821	923
1963	546	509	305	342	1.199	657
1964	805	651	646	672	1.000	1.025
1965	355	282	299	608	1.188	1.072
1966	475	359	336	529	1.157	1.672
1967	591	438	290	472	1.257	929
1968	685	456	553	979	1.162	993
1969	473	347	316	1.080	1.166	797
1970	428	354	436	1.037	1.724	1.223
1971	890	795	819	1.083	1.454	915
1972	592	406	423	475	923	750
1973	481	611	1.162	1.201	1.540	1.649

TABLA No. 7

CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS

EN EL SITIO DE CAÑAFISTO

(m<sup>3</sup>/s)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1947	679	494	360	401	608	824
1948	448	300	569	1.109	1.026	1.021
1949	648	734	674	770	1.136	1.098
1950	1.112	1.999	2.153	2.078	2.547	2.849
1951	1.144	1.337	990	895	1.145	974
1952	879	805	617	861	1.531	1.185
1953	805	634	517	1.045	1.426	1.030
1954	922	733	635	1.254	1.346	1.117
1955	1.454	684	1.107	2.012	1.567	1.594
1956	1.903	1.241	1.179	1.136	1.188	1.783
1957	1.068	493	724	1.043	1.313	1.366
1958	508	373	305	599	881	658
1959	702	353	312	522	988	1.173
1960	1.413	1.334	707	1.073	1.277	874
1961	647	560	480	1.171	985	1.097
1962	630	560	734	898	1.685	1.539
1963	739	993	935	1.579	1.731	1.099
1964	645	420	379	1.061	969	1.637
1965	903	517	418	1.140	1.524	776
1966	663	353	387	533	935	991
1967	1.017	797	891	909	1.285	1.387
1968	651	748	780	1.244	961	1.230
1969	542	486	315	1.179	1.814	1.242
1970	623	665	888	959	1.440	1.305
1971	1.657	1.367	1.899	2.193	2.153	1.966
1972	1.200	1.169	869	1.013	1.417	1.159
1973	431	235	271	476	786	935



TABLA No. 7  
CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS  
EN EL SITIO DE CAÑAFISTO  
(m<sup>3</sup>/s)

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1947	890	795	940	1.390	1.426	1.002
1948	598	535	442	697	976	716
1949	1.076	788	772	1.120	1.925	1.584
1950	1.771	1.163	814	1.079	1.951	2.167
1951	1.048	679	704	797	1.645	1.400
1952	907	744	548	473	1.144	1.514
1953	729	558	634	1.511	2.010	2.121
1954	1.294	1.224	714	1.317	1.768	2.110
1955	1.424	1.052	1.228	1.708	2.084	2.426
1956	1.100	853	910	1.558	1.331	1.262
1957	763	500	472	534	737	1.120
1958	441	588	429	370	826	839
1959	937	609	569	808	963	1.025
1960	898	718	745	755	1.876	1.796
1961	1.010	604	515	457	1.588	926
1962	1.008	796	630	989	1.125	1.224
1963	854	842	542	503	1.644	871
1964	1.259	1.078	1.146	989	1.370	1.358
1965	555	467	530	895	1.628	1.421
1966	742	595	597	778	1.585	2.216
1967	925	725	514	695	1.722	1.232
1968	1.071	755	982	1.441	1.592	1.316
1969	739	574	561	1.589	1.598	1.056
1970	751	664	904	1.533	2.389	1.629
1971	1.081	1.094	1.276	1.508	1.915	1.212
1972	911	601	749	556	1.233	1.017
1973	856	1.194	2.596	1.975	2.542	2.318

TABLA No. 8

## CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS

EN EL SITIO DE CARQUETA

 $(m^3/s)$ 

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1947	702	505	369	419	642	876
1948	463	307	583	1.156	1.083	1.085
1949	670	751	691	803	1.199	1.167
1950	1.148	2.044	2.206	2.166	2.690	3.027
1951	1.181	1.367	1.015	933	1.209	1.035
1952	908	824	633	898	1.617	1.260
1953	832	649	530	1.089	1.506	1.095
1954	953	749	651	1.307	1.422	1.187
1955	1.502	700	1.134	2.097	1.655	1.694
1956	1.965	1.269	1.209	1.184	1.255	1.895
1957	1.103	505	742	1.088	1.386	1.452
1958	525	382	313	625	930	700
1959	725	361	320	545	1.043	1.247
1960	1.459	1.364	725	1.119	1.348	929
1961	669	572	492	1.221	1.040	1.166
1962	651	573	752	937	1.779	1.636
1963	788	1.015	958	1.646	1.828	1.169
1964	666	430	388	1.106	1.023	1.740
1965	933	528	428	1.189	1.609	825
1966	686	362	396	556	988	1.053
1967	1.051	815	913	948	1.357	1.474
1968	673	765	800	1.296	1.015	1.307
1969	560	498	323	1.229	1.915	1.320
1970	644	680	910	1.000	1.520	1.387
1971	1.712	1.398	1.946	2.286	2.273	2.089
1972	1.232	1.201	887	1.056	1.500	1.238
1973	443	242	276	496	832	1.444

TABLA No. 8

CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS

EN EL SITIO DE CARQUETA

(m<sup>3</sup>/s)

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1947	964	877	1.049	1.492	1.516	1.058
1948	648	590	494	749	1.038	756
1949	1.166	870	862	1.203	2.045	1.673
1950	1.918	1.282	909	1.159	2.072	2.288
1951	1.135	749	787	856	1.748	1.478
1952	982	821	613	509	1.216	1.599
1953	790	616	753	1.622	2.136	2.239
1954	1.402	1.351	798	1.414	1.878	2.228
1955	1.543	1.161	1.371	1.834	2.214	2.561
1956	1.192	941	1.016	1.674	1.414	1.332
1957	827	551	527	574	784	1.183
1958	478	648	480	398	878	886
1959	1.016	672	635	868	1.023	1.083
1960	973	793	832	811	1.993	1.897
1961	1.094	666	575	491	1.688	978
1962	1.092	878	703	1.062	1.195	1.293
1963	926	929	605	540	1.746	920
1964	1.364	1.189	1.280	1.062	1.456	1.434
1965	601	515	592	962	1.729	1.500
1966	804	656	667	836	1.684	2.339
1967	1.002	800	574	746	1.830	1.301
1968	1.161	833	1.097	1.548	1.691	1.390
1969	801	633	626	1.706	1.698	1.115
1970	813	733	1.010	1.647	2.538	1.720
1971	1.171	1.207	1.425	1.620	2.035	1.280
1972	986	664	827	595	1.310	1.068
1973	926	1.939	2.866	2.112	2.699	2.434

TABLA No. 9  
 CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS  
 EN EL SITIO DE ITUANGO  
 (m<sup>3</sup>/s)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1947	724	516	378	435	675	927
1948	477	313	597	1.202	1.140	1.149
1949	691	766	707	835	1.262	1.235
1950	1.184	2.087	2.258	2.253	2.831	3.205
1951	1.218	1.396	1.039	971	1.272	1.095
1952	936	841	648	933	1.702	1.334
1953	858	663	542	1.133	1.585	1.159
1954	983	765	666	1.360	1.496	1.256
1955	1.549	714	1.161	2.181	1.742	1.794
1956	2.027	1.296	1.237	1.232	1.321	2.005
1957	1.137	515	760	1.131	1.459	1.536
1958	541	390	320	649	979	740
1959	748	368	327	566	1.098	1.320
1960	1.505	1.393	742	1.164	1.419	983
1961	690	584	504	1.269	1.094	1.234
1962	671	585	770	974	1.872	1.731
1963	787	1.037	981	1.711	1.924	1.237
1964	687	439	397	1.150	1.077	1.842
1965	962	539	438	1.236	1.693	873
1966	707	369	405	578	1.040	1.115
1967	1.084	833	934	986	1.428	1.560
1968	693	782	819	1.348	1.068	1.384
1969	577	508	331	1.279	2.016	1.397
1970	664	694	932	1.040	1.600	1.468
1971	1.766	1.427	1.992	2.378	2.392	2.211
1972	1.263	1.232	904	1.098	1.582	1.316
1973	454	248	281	515	878	1.953

TABLA No. 9  
 CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS  
 EN EL SITIO DE ITUANGO  
 (m<sup>3</sup>/s)

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1947	1.037	958	1.158	1.594	1.604	1.113
1948	697	644	545	800	1.098	796
1949	1.255	950	951	1.285	2.165	1.760
1950	2.065	1.401	1.003	1.238	2.193	2.408
1951	1.222	819	868	914	1.849	1.555
1952	1.057	897	676	543	1.286	1.683
1953	850	673	781	1.733	2.260	2.356
1954	1.509	1.476	880	1.511	1.987	2.345
1955	1.660	1.268	1.513	1.960	2.343	2.695
1956	1.283	1.028	1.122	1.788	1.496	1.402
1957	890	602	582	613	829	1.244
1958	514	708	529	425	929	932
1959	1.093	735	701	927	1.082	1.139
1960	1.047	866	918	866	2.109	1.996
1961	1.178	728	634	525	1.785	1.029
1962	1.175	960	776	1.135	1.264	1.360
1963	996	1.015	668	577	1.848	968
1964	1.468	1.299	1.412	1.135	1.540	1.509
1965	647	563	653	1.027	1.830	1.579
1966	866	717	736	893	1.782	2.462
1967	1.078	874	634	797	1.936	1.369
1968	1.249	910	1.210	1.653	1.790	1.463
1969	862	692	691	1.823	1.796	1.173
1970	875	801	1.114	1.759	2.686	1.810
1971	1.261	1.318	1.573	1.730	2.153	1.347
1972	1.061	726	904	633	1.386	1.119
1973	996	2.683	3.135	2.248	2.856	2.550



TABLA No. 10

CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS E HISTORICOS

EN EL SITIO DE BREDUNCO

(m<sup>3</sup>/s)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1947	743	529	387	447	702	965
1948	489	321	612	1.235	1.186	1.195
1949	709	785	725	858	1.313	1.285
1950	1.215	2.139	2.316	2.314	2.945	3.333
1951	1.250	1.431	1.065	997	1.323	1.139
1952	961	862	664	959	1.770	1.387
1953	880	679	556	1.164	1.648	1.205
1954	1.008	784	683	1.397	1.556	1.307
1955	1.590	732	1.191	2.241	1.811	1.865
1956	2.080	1.328	1.269	1.265	1.373	2.086
1957	1.167	528	779	1.162	1.518	1.598
1958	555	399	329	667	1.018	770
1959	767	378	336	582	1.142	1.373
1960	1.545	1.427	761	1.196	1.476	1.023
1961	708	599	516	1.304	1.138	1.284
1962	688	599	789	1.001	1.947	1.800
1963	808	1.062	1.006	1.758	2.001	1.286
1964	705	450	407	1.182	1.120	1.916
1965	987	553	449	1.270	1.761	908
1966	725	378	416	594	1.081	1.159
1967	1.112	853	958	1.013	1.485	1.623
1968	711	801	839	1.385	1.110	1.439
1969	593	520	339	1.314	2.096	1.453
1970	681	712	955	944	1.645	1.374
1971	1.795	1.623	2.130	2.251	2.349	2.060
1972		1.548	835	920	1.561	1.220
1973	477	323	387	519	733	881

TABLA No. 10

CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS E HISTORICOS

EN EL SITIO DE BREDUNCO

(m<sup>3</sup>/s)

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1947	1.097	1.017	1.241	1.658	1.650	1.145
1948	737	685	584	832	1.129	818
1949	1.327	1.009	1.019	1.337	2.227	1.810
1950	2.184	1.489	1.074	1.287	2.256	2.476
1951	1.292	870	930	951	1.903	1.599
1952	1.118	953	724	565	1.324	1.730
1953	899	715	837	1.802	2.326	2.423
1954	1.596	1.568	943	1.571	2.045	2.411
1955	1.756	1.347	1.621	2.038	2.410	2.771
1956	1.356	1.092	1.201	1.859	1.539	1.442
1957	941	640	623	638	853	1.279
1958	543	752	567	442	955	958
1959	1.156	780	751	965	1.113	1.171
1960	1.107	920	983	900	2.170	2.052
1961	1.245	773	679	546	1.837	1.058
1962	1.243	1.020	831	1.180	1.301	1.398
1963	1.053	1.078	715	600	1.901	995
1964	1.552	1.380	1.513	1.180	1.585	1.552
1965	684	598	700	1.068	1.883	1.623
1966	915	762	788	929	1.833	2.531
1967	1.140	929	679	829	1.992	1.407
1968	1.321	966	1.296	1.719	1.841	1.504
1969	911	735	740	1.896	1.848	1.207
1970	862	844	1.065	1.733	2.224	1.698
1971	1.588	1.482	1.558	1.550	1.990	-
1972	774	666	723	849	1.224	879
1973	745	954	1.798	1.680	2.040	2.000

TABLA No. 11  
 CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS  
 EN EL SITIO DE APAVI  
 (m<sup>3</sup>/s)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1947	761	541	396	459	721	1.002
1948	501	328	626	1.267	1.217	1.241
1949	726	803	742	880	1.348	1.334
1950	1.245	2.188	2.371	2.374	3.023	3.461
1951	1.281	1.464	1.090	1.023	1.359	1.183
1952	984	882	680	984	1.817	1.440
1953	901	695	570	1.194	1.692	1.252
1954	1.033	802	700	1.433	1.598	1.357
1955	1.629	749	1.219	2.299	1.860	1.937
1956	2.131	1.358	1.299	1.298	1.410	2.166
1957	1.196	540	798	1.192	1.558	1.659
1958	569	409	336	685	1.045	800
1959	786	386	344	597	1.172	1.426
1960	1.582	1.460	779	1.226	1.515	1.062
1961	725	613	529	1.338	1.169	1.333
1962	705	613	808	1.027	1.999	1.870
1963	827	1.087	1.030	1.804	2.055	1.336
1964	722	460	417	1.212	1.150	1.989
1965	1.011	565	460	1.303	1.808	943
1966	743	387	426	609	1.110	1.204
1967	1.139	873	981	1.039	1.125	1.685
1968	729	819	860	1.421	1.140	1.495
1969	607	532	347	1.348	2.153	1.509
1970	698	728	978	1.096	1.709	1.586
1971	1.856	1.496	2.091	2.506	2.555	2.388
1972	1.313	1.289	946	1.159	1.678	1.418
1973	472	259	294	544	931	1.144

TABLA No. 11

## CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS

EN EL SITIO DE APAVI

 $(m^3/s)$ 

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1947	1.139	1.071	1.311	1.755	1.714	1.175
1948	766	721	617	880	1.173	840
1949	1.378	1.063	1.077	1.415	2.313	1.858
1950	2.268	1.568	1.135	1.362	2.343	2.541
1951	1.342	916	982	1.006	1.976	1.642
1952	1.161	1.004	765	598	1.374	1.776
1953	934	753	884	1.907	2.415	2.487
1954	1.657	1.651	996	1.663	2.123	2.475
1955	1.823	1.419	1.712	2.157	2.503	2.845
1956	1.408	1.150	1.269	1.968	1.599	1.480
1957	977	674	658	675	886	1.313
1958	564	792	599	468	992	984
1959	1.200	822	793	1.021	1.156	1.202
1960	1.150	969	1.039	953	2.254	2.107
1961	1.293	814	718	577	1.907	1.086
1962	1.291	1.074	878	1.249	1.351	1.436
1963	1.094	1.135	756	635	1.974	1.021
1964	1.612	1.453	1.598	1.249	1.646	1.593
1965	710	630	739	1.131	1.955	1.666
1966	951	802	833	983	1.904	2.599
1967	1.184	978	717	877	2.069	1.445
1968	1.372	1.017	1.370	1.820	1.912	1.544
1969	946	774	782	2.006	1.919	1.239
1970	961	896	1.261	1.936	2.870	1.910
1971	1.384	1.475	1.780	1.905	2.300	1.421
1972	1.156	832	1.049	702	1.474	1.179
1973	1.085	1.653	3.636	2.493	3.037	2.689

TABLA No. 12  
 CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS  
 EN EL SITIO DE NECHI  
 (m<sup>3</sup>/s)

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
1938	60	50	57	122	123	174
1939	69	49	53	98	85	118
1940	61	62	55	55	65	102
1941	47	48	41	73	69	73
1942	59	67	70	112	195	112
1943	65	61	62	116	148	132
1944	54	51	51	50	118	134
1945	65	56	73	85	121	106
1946	84	65	83	141	116	115
1947	93	71	60	89	101	142
1948	80	55	56	99	99	138
1949	56	46	56	71	102	127
1950	76	74	68	59	100	164
1951	86	111	78	117	108	130
1952	60	52	43	66	92	115
1953	83	65	61	84	124	116
1954	61	48	48	100	104	138
1955	72	59	73	91	108	116
1956	69	69	70	90	138	183
1957	61	71	50	62	84	102
1958	48	41	43	40	76	57
1959	40	32	40	52	70	104
1960	65	53	41	70	81	114
1961	62	57	54	88	77	113
1962	65	56	60	70	133	118
1963	64	68	70	112	126	118
1964	59	57	58	87	93	123
1965	66	56	53	81	102	90
1966	71	54	57	76	88	121
1967	72	61	55	106	86	185
1968	50	51	55	75	97	142
1969	68	45	41	99	105	95
1970	72	57	55	72	151	124
1971	102	94	107	122	192	194
1972	90	79	68	122	182	155
1973	63	53	49	72	104	100



TABLA No. 12

## CAUDALES MENSUALES RECONSTRUIDOS

EN EL SITIO DE NECHI

 $(\text{m}^3/\text{s})$ 

AÑO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1938	159	186	146	138	137	101
1939	117	125	139	134	118	114
1940	58	78	111	87	88	75
1941	135	180	147	129	100	110
1942	130	140	124	136	128	88
1943	92	93	111	147	101	64
1944	84	85	130	142	136	81
1945	153	207	118	169	132	106
1946	108	123	147	120	110	84
1947	130	102	147	138	106	80
1948	92	101	110	110	106	75
1949	151	148	126	124	113	91
1950	151	186	129	146	142	112
1951	147	127	167	114	108	89
1952	148	158	151	144	128	94
1953	117	68	86	81	101	68
1954	149	107	127	165	127	80
1955	133	118	124	161	136	79
1956	116	144	125	144	142	87
1957	102	106	103	113	94	68
1958	53	90	57	74	59	55
1959	133	98	140	149	144	85
1960	114	107	133	125	114	115
1961	115	97	124	112	136	86
1962	117	137	125	126	130	81
1963	161	122	118	139	123	87
1964	132	136	130	121	111	84
1965	86	113	138	118	112	77
1966	105	137	139	133	126	101
1967	200	143	125	119	95	72
1968	116	149	152	139	116	86
1969	54	125	125	163	119	79
1970	136	116	137	188	193	118
1971	243	282	215	157	114	90
1972	126	144	128	165	102	94
1973	107	115	145	135	144	121

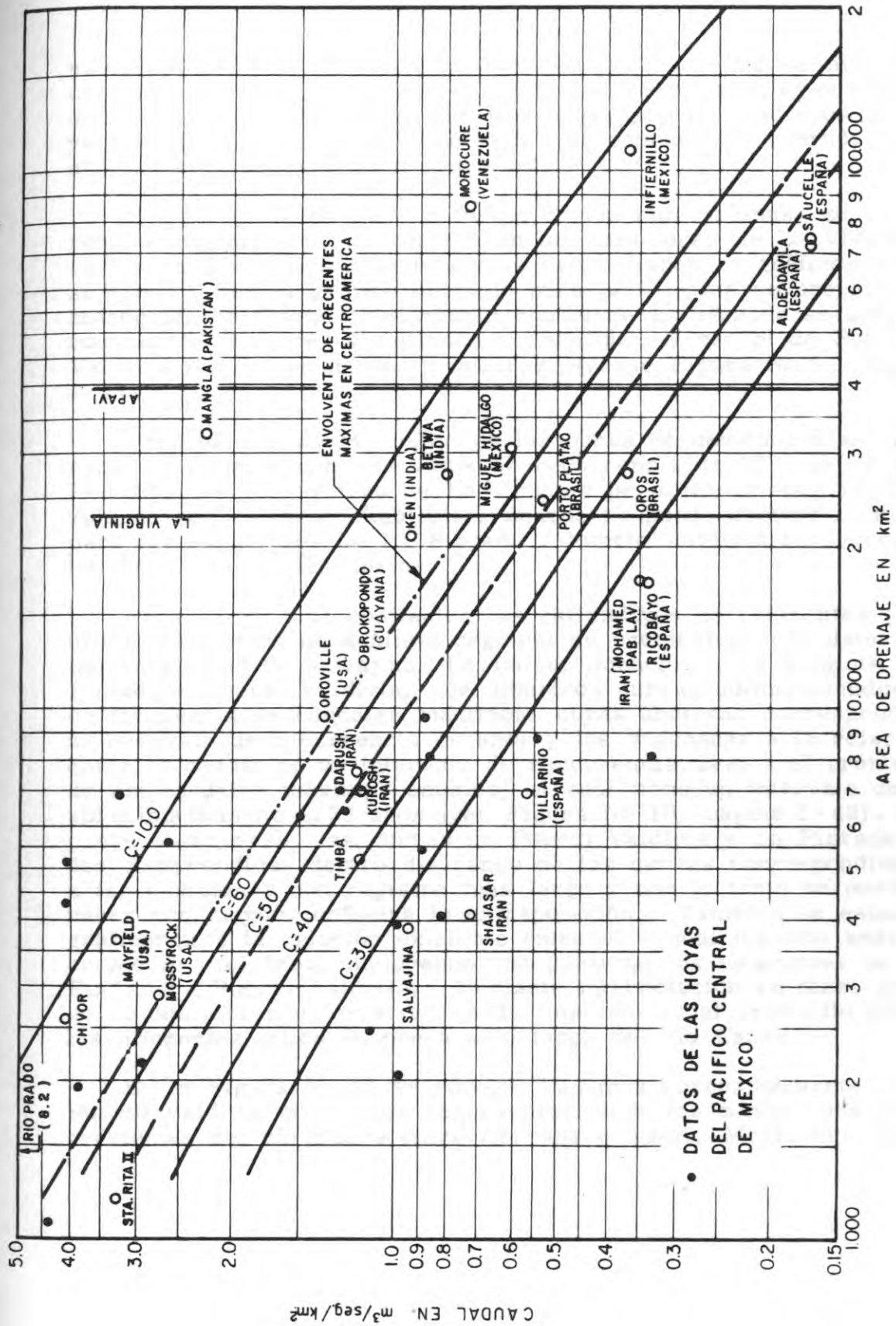
## PARTE II

### DETERMINACION DE CRECIENTES PARA DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS

Puesto que en la zona del Cauca Medio los registros de crecientes del río son muy cortos y limitados, y en algunos casos de dudosa precisión, no es posible hacer extrapolaciones confiables mediante las cuales se obtengan crecientes de diseño para intervalos largos de recurrencia. Tampoco se cuenta con suficientes datos de lluvias e información sobre las características hidráulicas del río para hacer un análisis que permita obtener hidrógrafas confiables de diseño en los sitios de interés, para la aplicación de lluvias a hidrógrafas unitarias y de traslación de dichas hidrógrafas a lo largo del río.

Por otra parte y teniendo en cuenta el alcance limitado de este informe, no se consideró necesario efectuar un análisis del tipo de Creciente Máxima Probable, ya que tampoco se cuenta con datos meteorológicos suficientes para un estudio adecuado. En su defecto, se hizo un análisis aproximado de crecientes basado en comparación con otras hoyas hidrográficas del país y del exterior, para las cuales se han hecho determinaciones cuidadosas de las crecientes de diseño. Se reunieron datos de 152 hoyas hidrográficas de características y extensiones diferentes, con áreas entre 10 y 108.000 kilómetros cuadrados y con una distribución geográfica bastante amplia. En efecto, se contaba con abundantes datos de Méjico, América Central, Irán, La India, España, Colombia e Irak a mas de valores para hoyas de Estados Unidos, Brasil y Venezuela.

Los puntos correspondientes a las crecientes para diseño de vertederos se dibujaron sobre un gráfico de crecientes de Creager, que relaciona el área de drenaje con el caudal máximo por unidad de área, para varios valores del parámetro C (ver Figura No8, página I-39). Sobre este gráfico se analizaron los puntos correspondientes a hoyas comparables a la del río Cauca en cuanto a su hidrología y meteorología y se eligió en forma conservativa un valor C de 50, el cual se utilizó en el cálculo de los picos de las crecientes para el dimensionamiento preliminar de los vertederos de los diferentes proyectos de desarrollo hidroeléctrico. Conviene anotar que los valores adoptados son bastante conservativos si se considera la forma tan alargada de la hoya, su gran longitud y su poco ancho, que hacen que de una tormenta centrada sobre toda la hoya sólo se precipite sobre el Cauca una parte limitada de la misma, en contraste con otros ríos con hoyas tributarias de la misma



INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA.)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
**PICOS DE CRECIENTES PARA DISEÑO PRELIMINAR  
 DE LOS VERTEDEROS**

extensión y de forma más redondeada, que recibirían un alto porcentaje de una tormenta que se centre sobre ellos. No obstante, dado el alcance preliminar que tienen en este momento los proyectos del río Cauca, se consideró más aconsejable y prudente utilizar esta aproximación conservativa.

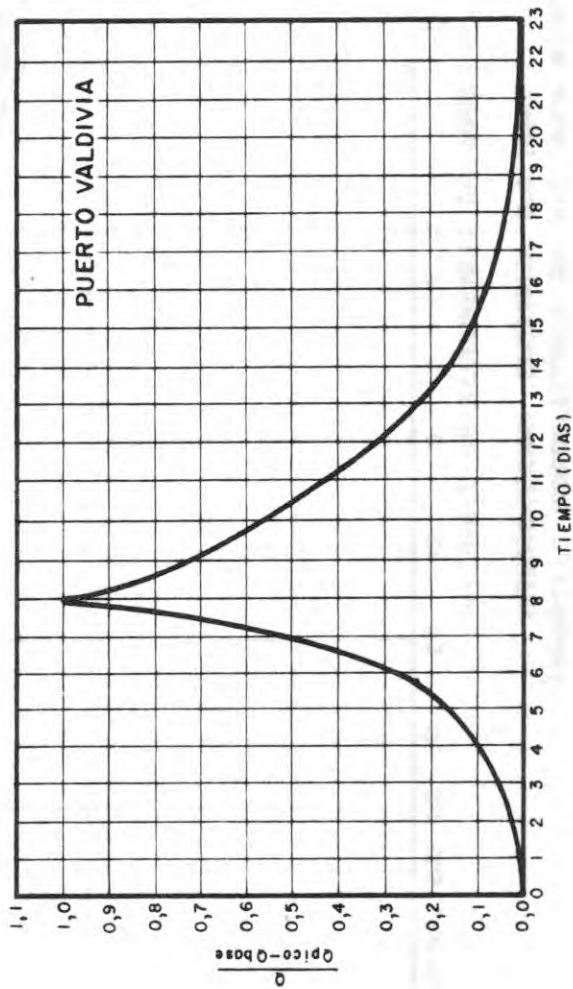
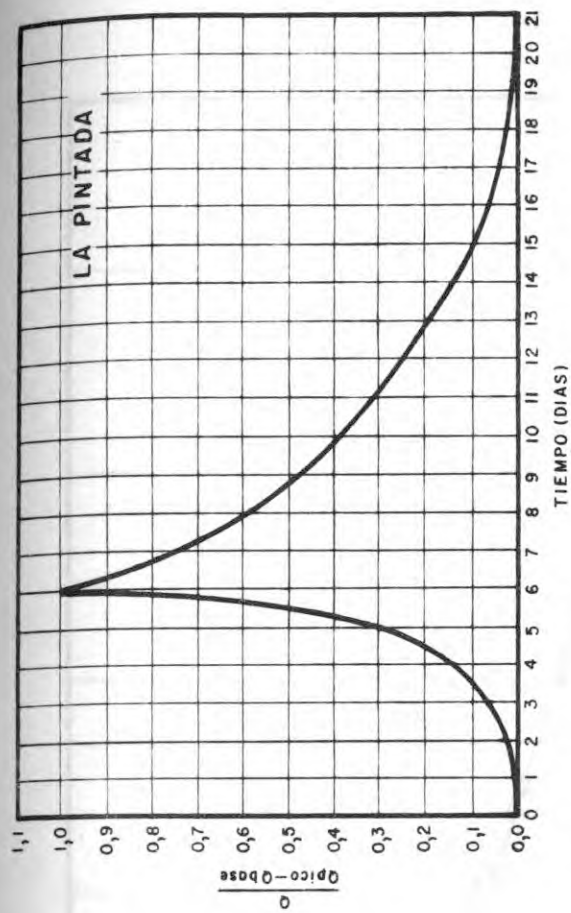
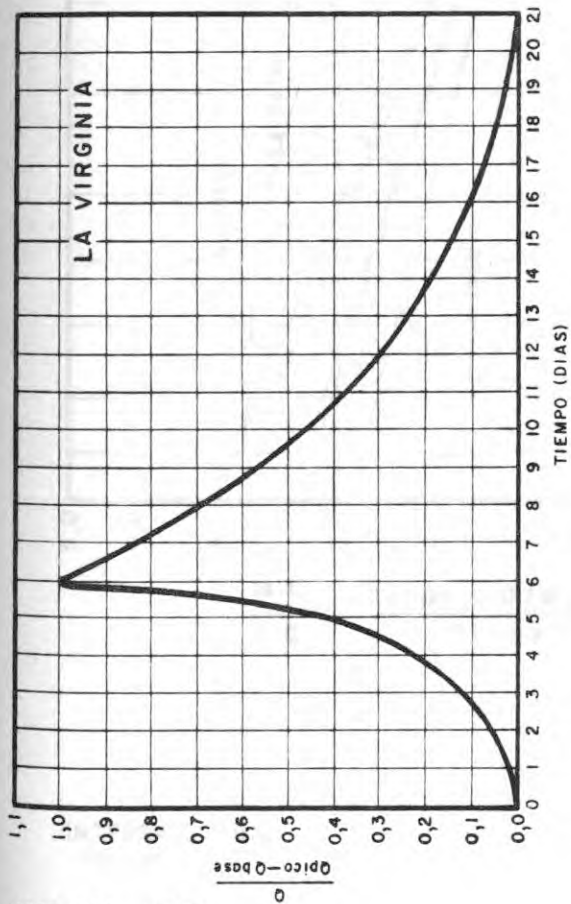
Con el fin de obtener la forma de los hidrogramas, se estudiaron los registros de crecientes en las estaciones de La Virginia, La Pintada y Puerto Valdivia y se promediaron en gráficos adimensionales. Con el gráfico obtenido para la Virginia se preparó la hidrógrafa de diseño de Xarrapa; con el de La Pintada se prepararon las de Bocache, Farallones y Cañafisto, y con el de Puerto Valdivia las de los demás proyectos. (véase Figura No. 9, página I-41).

Para el dimensionamiento de las obras de desviación se utilizaron crecientes con intervalos de recurrencia de 10 y de 25 años. Los 28 años de registro de La Virginia permitieron adoptar dichos valores con cierta confiabilidad, aunque no puede decirse lo mismo para las estaciones de La Pintada y Puerto Valdivia cuyos registros son mucho más cortos.

Para hacer más confiables los estimativos de crecientes, se utilizó el método de análisis regional de crecientes, con datos de las estaciones de Salvajina, La Balsa, Juanchito, La Virginia, La Pintada y Puerto Valdivia. Se dibujaron curvas adimensionales de frecuencia de caudales máximos, cuyas abscisas corresponden al intervalo de recurrencia en años y las ordenadas a la relación entre el caudal de un intervalo de recurrencia dado y el promedio de los caudales máximos anuales, el cual tiene un intervalo de aproximadamente 2,33 años (ver Figura No 10, página I-42). Como puede observarse, las curvas de Puerto Valdivia y La Pintada quedan comprendidas dentro del rango de las curvas correspondientes a las estaciones con registro más largo y por lo tanto se puede hacer con mayor confianza la extrapolación. También se estudió gráficamente la relación existente entre el caudal máximo anual promedio y el área, incluyendo los datos de las estaciones de La Pintada y Puerto Valdivia. Mediante interpolación en dicho gráfico se obtuvieron valores del caudal máximo anual promedio para los diferentes sitios de presa a lo largo del río Cauca.

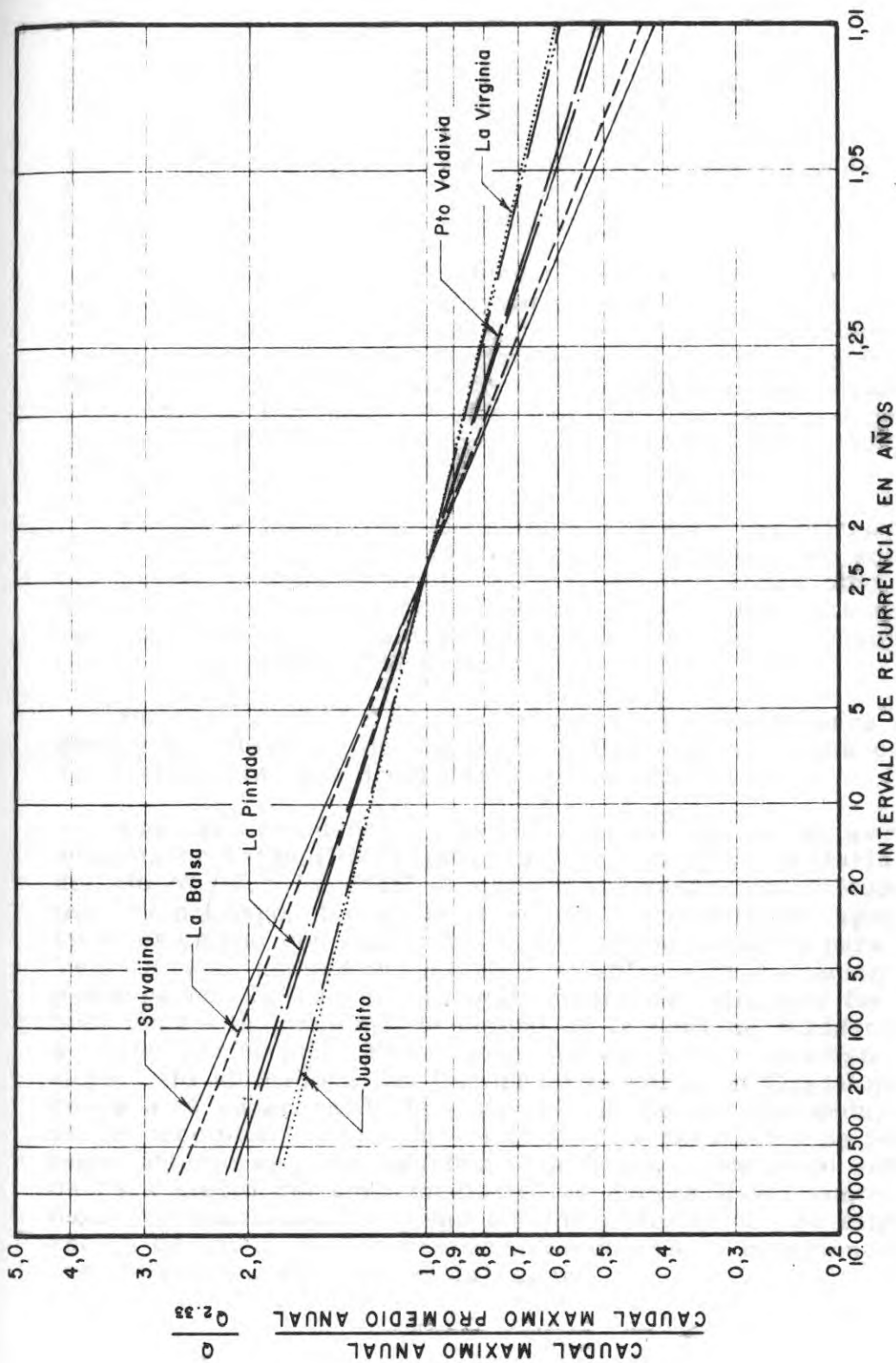
En la Figura No.10 se escogió la curva correspondiente a Puerto Valdivia como más representativa de las condiciones de crecientes del río Cauca entre Xarrapa y Apaví. Mediante la





INTERCONEXION ELECTRICA S.A.(ISA)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
 HIDROGRAFAS DE DISEÑO PARA  
 DIMENSIONAMIENTO DE VERTEDEROS





INTERCONEXION ELECTRICA S.A. (ISA.)  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO CAUCA MEDIO  
 CURVAS ADIMENSIONALES DE FRECUENCIA  
 PARA CAUDALES MAXIMOS

utilización de dicha curva y los valores escogidos para los caudales máximos anuales promedios de cada uno de los sitios, se calcularon los picos de crecientes con intervalo de recurrencia de 10 o de 25 años para los diferentes proyectos del desarrollo del Cauca. Los hidrogramas se elaboraron en forma análoga a lo hecho para las crecientes de diseño de los vertederos.

Los picos de las crecientes para el dimensionamiento preliminar de los vertederos de los varios proyectos varían entre 12.500 y 14.800 m<sup>3</sup>/s, y los de las crecientes para dimensionamiento preliminar de las obras de desviación entre 2.300 y 4.500 m<sup>3</sup>/s. Es interesante indicar que las crecientes máximas registradas en La Virginia, La Pintada y Puerto Valdivia, con períodos de registro de 28, 9 y 12 años respectivamente, han sido de 2.250, 3.010 y 3.800 m<sup>3</sup>/s.

Conviene anotar que los anteproyectos de las diferentes estructuras se elaboraron sin considerar la atenuación que sobre los picos de las crecientes produciría un proyecto sobre otro, especialmente en lo relativo a obras de desviación. En otras palabras, cada obra se diseñó como si fuese la única que se construiría en el río, o la primera de todas.

En el caso de Nechí, las crecientes de diseño para el vertedero y las obras de desviación se calcularon con base en aplicación de lluvias netas a hidrógrafas unitarias sintéticas.

Para el vertedero se consideró el método de la precipitación máxima probable (PMP) aplicada a la hidrógrafa unitaria sintética del río Nechí. La PMP se estimó utilizando tres métodos diferentes. El primero, fue el de la relación precipitación-agua precipitable calculado con base en datos de dicha relación para los Andes Venezolanos, asumiendo una rata adiabática de variación de la temperatura con la altura. El segundo método utilizado fue la transposición de la tormenta de diseño de la hoya de Madden en Panamá a la del río Nechí. El tercero, fué el método estadístico de Hershfield aplicado a las lluvias de la estación Guadalupe localizada cerca a la cabecera de la hoya del río Nechí. Se dedujo una curva de precipitación vs. duración con los resultados de los tres métodos anteriores y se aplicó a toda la hoya, habiendo sido corregida para efecto del área mediante las curvas lluvia contra área, para precipitaciones intensas de tipo convectivo. Se eligió una duración de lluvia de 9 horas de acuerdo con la experiencia para precipitaciones intensas en la región.

Para los ríos de la zona central de Antioquia se han estudiado hidrógrafas unitarias adimensionales por el método desarrollado por R. A. Clark, basadas en un parámetro de la hoya que es el tiempo de retraso (lag). Además se han analizado correlaciones entre dicho tiempo de retraso y las características físicas de la hoya, tales como la longitud de la corriente de agua, la distancia a lo largo de dicha corriente hasta el centro de gravedad de la hoya y la pendiente promedio del río. Mediante los resultados de los estudios anteriores fue posible calcular la hidrógrafa unitaria del río Nechí.

Una vez calculada la PMP, se supusieron pérdidas promedias de 6 mm/hora durante la lluvia, comparables a las de hoyas similares, y se calculó la hidrógrafa de diseño del vertedero, considerando un caudal base de 250 m<sup>3</sup>/s. Así se obtuvo una hidrógrafa de diseño con pico de 9.700 m<sup>3</sup>/s.

Para el dimensionamiento de las obras de desviación se consideró una creciente producida por una lluvia con 25 años de intervalo de recurrencias, disminuída en las pérdidas normales durante la tormenta. La lluvia se estimó con base en los datos de frecuencia de precipitación de la estación Guadalupe, mejorada por medio de curvas adimensionales regionales de frecuencia de lluvias en diferentes estaciones de Antioquia. Se consideró una duración de precipitación de 6 horas. La reducción con el área de la lluvia puntual y la distribución de la precipitación en el tiempo se seleccionaron con base en curvas promedias para diferentes estaciones en Antioquia. Una vez aplicada la lluvia a la hidrógrafa unitaria, y después de agregarle un flujo base de 150 m<sup>3</sup>/s, se obtuvo la hidrógrafa de diseño para obras de desviación con un pico de 1140 m<sup>3</sup>/s.

## PARTE III

### SEDIMENTOS

Dentro del programa de investigaciones hidrometeorológicas iniciadas mediante subcontrato con el SCMH como parte de este estudio, se han estado tomando datos de concentración y granulometría de los sedimentos suspendidos en todas las estaciones de registro de caudales del río Cauca y en algunos de sus tributarios. Hasta el momento se ha reunido una información amplia, pero no lo suficientemente extensa como para determinar con razonable precisión la carga de sedimento del río en diferentes sitios. En un futuro próximo será posible obtener correlaciones confiables entre la carga de sedimento y el caudal en las diferentes estaciones, que permitan calcular el influjo probable de sedimentos a los diferentes embalses durante la operación de los proyectos.

Por otra parte, los datos sobre granulometría del sedimento suspendido podrán ser utilizados en forma complementaria con datos sobre características del material del lecho y la hidráulica de las secciones de aforo, para estimar la carga de sedimento de fondo arrastrado por el río en las diferentes estaciones.

En esta etapa del estudio se han previsto embalses muertos de capacidad relativamente alta en los diferentes proyectos, que permitan una operación segura del sistema durante la vida útil de las centrales. Sin embargo, esto último solamente podrá definirse con alguna precisión en etapas posteriores del estudio.

Dentro del proyecto de estudio de los cauces de los ríos Magdalena y Cauca y sus afluentes, que lleva a cabo el Ministerio de Obras Públicas en colaboración con el Gobierno Holandés, se han obtenido y se siguen obteniendo datos muy extensos sobre sedimentos, que podrían utilizarse para mejorar los registros correspondientes a la zona de los proyectos.

## ANEXO II

### FORMACIONES VEGETALES O ZONAS DE VIDA, BOSQUES, FAUNA, SUELOS Y USO DE LA TIERRA RURAL

#### II.1 FORMACIONES VEGETALES

La clasificación y delimitación cartográfica de las diversas formaciones vegetales que se presentan en el país fue hecha por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi <sup>1/</sup> utilizando el sistema de clasificación de las zonas de vida, según Holdridge <sup>2/</sup>. Este sistema permite clasificar la vegetación natural con base en los promedios anuales de biotemperatura y precipitación y en la interacción de estos dos factores o sea la relación de evapotranspiración potencial.

Ciertos límites de biotemperatura, precipitación y relación de evapotranspiración potencial delimitan las diferentes formaciones vegetales del mundo, llamadas también y en una forma más amplia zonas de vida, porque no solo incluyen divisiones bioclimáticas de la vegetación, sino que también incluyen los animales y los suelos y hacen relación con las actividades del hombre, como es el uso de la tierra. Estas zonas de vida están distribuidas en distintas regiones latitudinales y en cada una de éstas, en diferentes posibles pisos altitudinales. Las regiones, lo mismo que los pisos, están separados entre sí por determinados límites de biotemperatura. La separación de las zonas de vida en cada región o piso está dada por ciertos límites de precipitación. La interacción de la biotemperatura y la precipitación determina la relación de evapotranspiración potencial o sea la relación entre la evapotranspiración potencial y la precipitación (ETP/P) y agrupa las zonas de vida en diferentes provincias de humedad. Si se conocen dichos datos básicos de biotemperatura, precipitación y elevación sobre el nivel del mar, se puede determinar fácilmente la zona de vida correspondiente en un diagrama elaborado por Holdridge. Figura 1. pag. II.2.

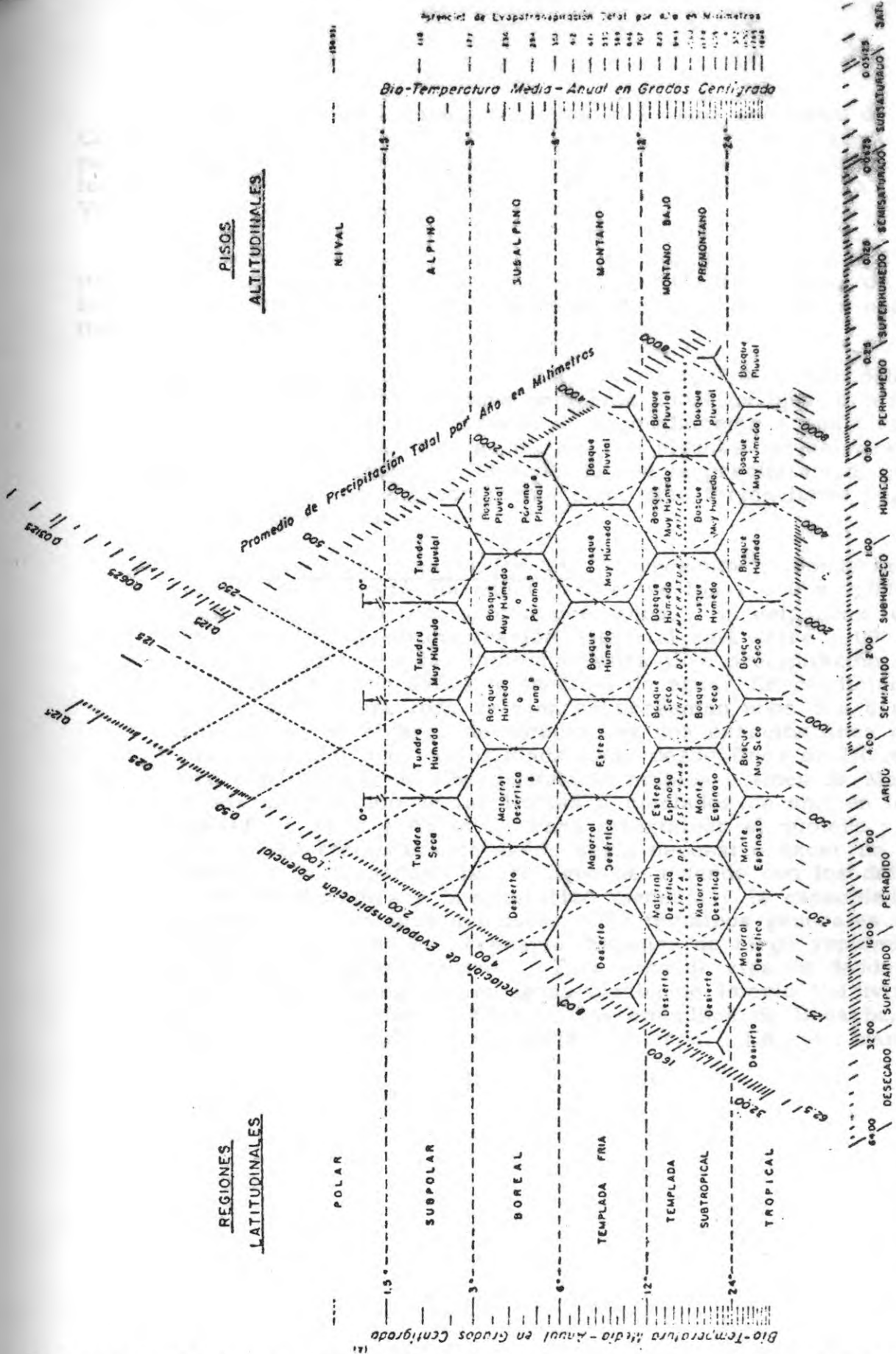
<sup>1/</sup> Formaciones Vegetales de Colombia y Mapa Ecológico (Escala 1:1.000.000) IGAC L. Sigifredo Espinal y Elmo Montenegro.

<sup>2/</sup> Life Zone Ecology. (Edición Revisada) Tropical Science Center. San José Costa Rica. L.R. Holdridge 1967.



DIAGRAMA PARA LA CLASIFICACION DE ZONAS DE VIDA O FORMACIONES VEGETALES DEL MUNDO

POR : L. R. HOLDRIDGE



(A) = Promedio de temperaturas de unidad periódo con substitución de cero para todos los valores de temperatura bujo 0°C y sobre 30°C, respectivamente (El límite cálido de 30°C es provisional, pendiente a mas investigación) —

(B) = En la región tropical solamente

PROVINCIAS DE HUMEDAD

NOTA :  
 Información publicada por el CENTRO CIENTIFICO TROPICAL  
 San José, Costa Rica 1966

En el plano 573-G-03 que fue tomado del mapa ecológico de Colombia preparado por el IGAC en el año de 1962 y actualizado por Integral Ltda., se muestran las diversas formaciones vegetales que se presentan en la cuenca del Cauca Medio, desde La Virginia hasta un poco al norte de Tarazá.

Estas formaciones vegetales o zonas de vida se encuentran distribuidas en la cuenca mencionada en tres pisos altitudinales, de los cuales, lo mismo que de dichas zonas de vida, se hace a continuación una breve descripción.

a. Piso basal tropical. Se presenta a lo largo del cañón del río en donde la biotemperatura promedia anual es igual o mayor de 24°C, lo que corresponde aproximadamente a una elevación igual o menor a la cota 900 m, con algunas variaciones debido a efectos locales. De acuerdo con la precipitación, dentro de este piso se encuentran las siguientes formaciones vegetales o zonas de vida:

1. Bosque seco tropical. (bs-T). Se presenta en donde la precipitación promedia anual está entre los 1.000 y 2.000 mm, de acuerdo con la biotemperatura. En esta zona la relación de evapotranspiración potencial está entre 1,00 y 2,00 según sea la biotemperatura y la precipitación, lo que indica un déficit estacional de agua. En condiciones normales en esta zona de vida se presentan unos 5 a 6 meses secos; en el área de estudio hay una estación seca a principios del año, aproximadamente desde fines de Diciembre o principios de Enero hasta principios o fines de Marzo, y una disminución de las lluvias a mediados de año, en los meses de Julio y Agosto. Para determinar el número y los meses efectivamente secos sería necesario hacer un balance de la disponibilidad de agua de acuerdo con los datos de biotemperatura y precipitación mensual y la capacidad de retención de agua del suelo. En términos generales en esta zona de vida es necesario disponer de riego suplementario para muchos cultivos. Esta zona de vida va desde Arauca hasta unos 30 km aguas arriba de Puerto Valdivia y en ella quedarían localizados los embalses de Bocache, Farallones, Cañafisto, Carquetá e Ituango. En este tramo

el río corre por un cañón estrecho que solo se abre en tres sectores; el primero de ellos entre Arauca e Irra y es un pequeño valle localizado por encima del cañón del río principalmente sobre la vertiente derecha; el segundo entre La Pintada y Bolombolo, en donde existen áreas onduladas y algunas vegas; y el tercero localizado cerca de Santa Fe de Antioquia en donde se presentan algunas ondulaciones. El resto del cañón del río es de laderas empinadas.

Puesto que la zona de vida, bosque seco tropical, presenta condiciones climáticas adecuadas para la agricultura y la ganadería, en el área comprendida por esta zona de vida, han desaparecido casi totalmente los bosques naturales y la tierra se ha dedicado preferentemente a la ganadería y a algunos cultivos. La ganadería se ha desarrollado principalmente en el área comprendida entre La Pintada y Bolombolo, en los valles bajos de los ríos Arma y Cartama, y en las áreas de Arauca y Santa Fe de Antioquia.

En las proximidades de Santa Fe de Antioquia se presenta un área de vegetación escasa, en terrenos pedregosos, denudados, degradados por la erosión y de difícil recuperación; la vegetación aparece formada por agrupaciones de catos y arbustos espinosos que dan la apariencia de condiciones climáticas más secas que las correspondientes a la zona de vida bosque seco tropical, o sea las que corresponden a la zona de vida bosque muy seco tropical o a una transición entre las dos; o pueden indicar unas condiciones más secas debido a las características especiales de suelos; esta última interpretación parece ser la más acertada si se analizan los registros de lluvia del área; aunque estos no son muy completos parece que la precipitación es mayor de 1.000 mm, o sea que la zona de vida es bs-T. En la terraza de Santa Fe de Antioquia, en las vegas del río Tonusco, se encuentran terrenos agrícolas bien aprovechados, (en donde se usa maquinaria agrícola y riego). En esta zona de vida se encuentran localizados varios núcleos de

población, entre los cuales los más importantes son los de Santa Fe de Antioquia, Sopetrán, San Jerónimo y Liborina, que fueron el centro de la colonización antioqueña. Entre Bolombolo y Arauca se encuentran pequeños núcleos que se formaron alrededor de las estaciones del ferrocarril.

Una revisión de campo más detallada y un análisis de nueva información climatológica, permitiría probablemente modificar en parte la actual distribución de esta zona de vida como aparece en el mapa ecológico del IGAC. Parece que parte de lo clasificado como bosque seco tropical, especialmente en la parte sur y central, corresponde a una transición al bosque húmedo tropical o aún a esta última zona de vida. Cuando la precipitación está entre los 1.500 y los 2.000 mm y la biotemperatura es de unos 25°C se encuentra la transición bosque húmedo premontano transición a cálido (bh-P▽), o sea condiciones entre bs-T, bh-T y bh-P, que son muy favorables para la agricultura y la ganadería por tener una mayor disponibilidad de lluvia. Como ya se mencionó, es también posible el cambio de parte de la región de Santa Fe de Antioquia a una zona de vida más seca. El símbolo que aparece a continuación de las iniciales correspondientes a la transición antes mencionada, indica el área comprendida en el triángulo del vértice inferior del exágono correspondiente a la zona de vida, a la cual pertenece dicha transición, u otra más húmeda o más seca que se encuentre en una posición similar. Figura 1, página II.2.

2. Bosque húmedo tropical (bh-T). Se presenta en donde el promedio de lluvias anuales está entre 2.000 y 4.000 mm, de acuerdo con la biotemperatura.

Esta zona de vida se presenta aguas abajo del río San Andrés. Sin embargo, hasta Cáceres se encuentra una transición con la formación bosque muy húmedo tropical (bh/bmh-T), transición que se presenta donde el promedio anual de lluvias está entre 3.000 y 4.000 mm y que

se denomina bosque muy húmedo premontano, transición a cálido (bmh-P▽), y que presenta características especiales transicionales entre las zonas de vida mencionadas. La precipitación en esta transición es muy elevada lo cual caracteriza una vegetación natural primaria boscosa de gran desarrollo, en la mayoría de las condiciones de suelos, así como suelos muy pobres, bastante lixiviados e inapropiados para la mayoría de los cultivos y la ganadería. La erosión es acelerada especialmente en las áreas quebradas, que constituyen gran parte de los terrenos en donde se encuentra esta transición.

Aguas abajo de Cáceres se presenta en forma definida la formación bh-T, y de ahí en adelante se abre el valle formando la región del Bajo Cauca. El embalse de Bredunco quedaría localizado en la formación bh-T y el de Apaví en la transición bh/bmh-T. (bmh-P▽).

En las áreas en donde se presenta esta zona de vida y la transición se encuentran aún bosques naturales primarios en proceso de tala y potreros para ganadería, así como bosques secundarios y rastrojo. El uso inadecuado que se hace de la tierra ha llevado al deterioro de los suelos los cuales muestran características de grave erosión especialmente en las áreas pendientes. Las vegas y otras áreas relativamente planas de la zona de vida bh-T han permitido un desarrollo aceptable de los pastos y la posibilidad de establecer algunos cultivos permanentes. En ellas están localizadas las poblaciones de Puerto Valdivia, Tarazá, Cáceres y Caucasia.

b. Piso premontano. Este piso altitudinal aparece en el mapa ecológico del IGAC con el nombre de subtropical, el cual fue cambiado posteriormente 1/ para evitar confusión con la

1/ Holdridge. Obra citada.



región subtropical. Se presenta a todo lo largo del cañón a ambos lados del río y está limitado por las cotas 900 y 1.900 metros, con algunas variaciones debido a efectos locales. A una elevación de aproximadamente 900 m se tiene una biotemperatura de 24°C que es el límite superior de este piso; el límite inferior está dado por la línea de escarcha o temperatura crítica, o sea la presencia en las zonas secas de una temperatura mínima absoluta de 0°C al menos en el transcurso de unos 3 ó 4 años, o de una temperatura mínima absoluta de unos 5 -6°C, en las zonas húmedas, en el transcurso del mismo tiempo. La ocurrencia de estas temperaturas bajas separa la vegetación susceptible a las mismas, propia de las regiones tropicales y subtropicales y del piso premontano, del resto de la vegetación que, a través de la evolución, ha adquirido resistencia a esas bajas temperaturas. Esta susceptibilidad es posible observarla muy bien en ciertos cultivos como el café. La línea de temperatura crítica corresponde en Colombia a una biotemperatura promedio anual de unos 17 ó 17,5°C, que se puede tomar como límite inferior del piso premontano. En este piso se presentan varias formaciones vegetales o zonas de vida de acuerdo con la cantidad de lluvia, así:

1. Bosque húmedo premontano. (bh-P) Esta zona de vida aparece en el mapa ecológico del IGAC como bosque húmedo subtropical (bh-ST). Corresponde a un promedio anual de lluvias entre 1.000 y 2.000 mm, de acuerdo con la biotemperatura y en el área en estudio va desde la cota 900 metros hasta la 1.500 aproximadamente, en donde comienza la zona de vida bnh-P, (bnh-ST). En algunas áreas y debido a los regímenes de lluvias el bh-P, (bh-ST) llega hasta la cota 1.900 metros y en otros casos el bnh-P baja hasta la cota 900 metros.

En el mapa ecológico citado la zona de vida bh-P se presenta en forma continua desde La Virginia hasta Arauca en ambos lados del río, ya que la faja de bs-T a orillas del mismo es tan angosta que no es posible indicarla en un mapa a escala tan grande. De ahí hacia abajo se presenta a ambos lados en dos franjas separadas por la zona de vida bs-T; estas franjas llegan hasta

Sabanalarga. El embalse de Xarrapa quedaría localizado en esta zona de vida y en la pequeña faja de bs-T que queda por debajo de la cota 900 m. La relación de evapotranspiración potencial, está entre 0,5 y 1,0, por lo tanto hay un sobrante de agua durante el año, aunque se presentan normalmente unos 3 ó 4 meses secos o de poca precipitación pluvial. En el área de estudio ocurre una pequeña estación seca a principios del año y una disminución de la precipitación a mediados del mismo.

La situación geográfica en la que se encuentra esta zona de vida explica bien su topografía. Las pendientes son suaves a las orillas del río y pasan a medianas y fuertes a medida que se sube por las laderas. Estos terrenos se encuentran explotados desde hace mucho tiempo y los bosques originales han desaparecido. El área Ituango-Bredunco, se encuentra en zonas abruptas por lo cual los suelos son fácilmente erodables. Debido a estas condiciones topográficas los suelos son en su mayoría superficiales, de baja fertilidad y no aprovechables desde el punto de vista económico para la agricultura o la ganadería. La zona de vida bosque húmedo premontano reúne condiciones climáticas altamente favorables para el establecimiento del hombre. La lluvia regularmente distribuida y la agradable temperatura son factores esenciales para el asentamiento y las actividades humanas; por este motivo y porque las condiciones climáticas también son favorables para el cultivo de café, se han formado amplios núcleos de población en esta zona de vida, cuando las condiciones topográficas no lo han impedido. Los cultivos más importantes que se tienen en esta zona son el café y los pastos para ganadería; además se cultiva caña de azúcar, maíz, yuca, plátano y frutales.

2. Bosque muy húmedo premontano. (bmh-P). Aparece en el mapa ecológico del IGAC como bosque muy húmedo subtropical, (bmh-ST). La precipitación media

anual está entre 2.000 y 4.000 mm de acuerdo con la biotemperatura; en el área de estudio se presenta en dos franjas paralelas a lo largo del río por encima de la zona de vida bh-P como ya se mencionó anteriormente. La presencia de esta zona de vida en las vertientes de las cordilleras Central y Occidental se explica por la gran precipitación propia de esta área, ocasionada por la condensación de los aires cargados con gran cantidad de humedad procedentes del Pacífico en la región de las calmas ecuatoriales, al ascender por las vertientes de dichas cordilleras. En esta zona de vida la relación de evapotranspiración potencial está entre 0,25 y 0,50, por lo tanto se presenta un sobrante considerable de agua en forma de escorrentía o de infiltración profunda. La precipitación está distribuida durante todo el año aunque hay una disminución en algunos meses y hasta puede ocurrir una corta estación seca que en el área de estudio se suele presentar en los primeros meses del año. Los terrenos que cubre esta zona de vida son montañosos, accidentados o de pendientes suaves, abundan los cañones profundos y estrechos de ríos caudalosos.

En su estado original, el bosque muy húmedo premontano que corresponde a la asociación climática alcanza una altura de unos 35 m en su estrato superior y está formado por unos cuatro estratos, constituidos por un gran número de especies, varias de ellas de alta calidad en cuando a su madera. Restos de este bosque o de los correspondientes a las distintas asociaciones edáficas se encuentra aún en el área aunque la mayoría han sido destruidos, especialmente en las áreas de buenos suelos y topografía adecuada, para reemplazarlos por cultivos y pastos.

El cultivo predominante es el café; las principales regiones cafeteras de los departamentos del Valle, Quindío, Risaralda, Caldas y Antioquia se encuentran en esta zona de vida. El cultivo del café ha sido posible en esta zona de vida tan húmeda para dicho cultivo, debido a la

presencia de cenizas volcánicas relativamente recientes, que han dado origen a suelos con buenas características físicas y regular fertilidad. Además de café se cultiva caña de azúcar, maíz, frutales y otros. Los cafetales representan en forma artificial las condiciones del bosque original, pero desafortunadamente con el incremento en el cultivo del café caturro, que se cultiva sin sombra, esa protección del bosque ha desaparecido con grave peligro para la conservación de los suelos y las aguas. La erosión en varios lugares presenta características de extrema gravedad.

3. Bosque pluvial premontano. (bp-P). Esta zona de vida aparece en el mapa ecológico del IGAC como bosque pluvial subtropical (bp-ST), tiene un promedio de lluvia anual superior a los 4.000 mm y unos límites de relación de evapotranspiración potencial de 0,125 y 0,25, por lo tanto existe un alto sobrante de agua, en forma casi permanente, que se traduce en escorrentía. Debido a estas altas características pluviales los suelos de esta zona de vida son excesivamente lixiviados y por lo tanto muy ácidos y muy pobres en nutrientes. Esta zona de vida se presenta en terrenos pendientes en la margen derecha de la cuenca, entre Yarumal y Valdivia, en donde la asociación vegetal es atmosférica, ya que corresponde a un bosque nublado, debido a la niebla constante que cubre dicha área. Esta característica nublada aumenta las condiciones de alta humedad de esta región que carece de toda potencialidad para la agricultura y la ganadería, y que debe permanecer únicamente con la cubierta vegetal natural protectora, como zona productora de agua. Desafortunadamente el bosque natural que hasta hace poco se encontraba en el área correspondiente a esta zona de vida, ha sido en gran parte destruído para reemplazarlo por pastos sin valor para la ganadería y con gravísimos problemas de erosión. Las difíciles condiciones climáticas que hacen casi imposible el mantenimiento de los potreros han favorecido el restablecimiento de la vegetación secundaria o "rastrojo". Este restablecimiento del rastrojo ha ocurrido, sin embargo, después de haber ocasionado la

destrucción de la vegetación primaria, gravísimos problemas en los suelos y en el régimen hidrológico. El embalse del río Nechí quedaría localizado en esta formación.

c. Piso montano bajo. Este piso tiene como límites de biotemperatura 12°C y 17°C, valor este último que corresponde aproximadamente a la línea de escarcha o de temperatura crítica, como se mencionó anteriormente. Estas biotemperaturas se presentan a la altura de las cotas 1.800 ó 1.900 y 2.800 m respectivamente. Sobre los 2.800 m se encuentra el piso montano que no aparece demarcado en el plano adjunto a este estudio. El piso montano ocupa una extensión relativamente pequeña en la cuenca del Cauca Medio y las zonas de vida que en él se encuentran son las correspondientes al bosque muy húmedo montano (bmh-M) y al bosque pluvial montano (bp-M). En el piso montano bajo se encuentran las siguientes zonas de vida, de acuerdo con la precipitación.

1. Bosque húmedo montano bajo. (bh-MB). Tiene un promedio anual de lluvias entre 1.000 y 2.000 mm, de acuerdo con la biotemperatura. En el área de estudio la precipitación posiblemente es superior a los 1.300 mm. La relación de evapotranspiración potencial está entre 0,50 y 1,00, por lo tanto existe un sobrante de agua a lo largo del año. Esta forma de vida se presenta en algunas pequeñas áreas cerca de Manizales, Salamina y Abejorral en donde el bosque primario ha sido destruido y en donde predominan los pastos para ganado de leche, cultivos como papa y maíz, y bosques secundarios o rastrojos. Los suelos son por lo general ácidos, pobres en nutrientes, pero con buenas características, especialmente los derivados de cenizas volcánicas, los cuales para su aprovechamiento agrícola necesitan fertilizantes. En las áreas marginales para la agricultura y la ganadería se podría recomendar la reforestación con ciertas coníferas

2. Bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB). Tiene un promedio anual de lluvias entre 2.000 y



4 000 mm, de acuerdo con la biotemperatura. Es una zona en donde existe un exceso de agua ya que su relación de evapotranspiración potencial es de 0,25 a 0,50. Se presenta en ambas laderas y a todo lo largo del río. Debido a la alta precipitación, los suelos son muy pobres, lixiviados, ácidos, bajos en nutrientes y sólo en aquellos provenientes de cenizas volcánicas es posible tener cultivos como papa y maíz, aunque con la aplicación de fertilizantes. Los bosques naturales han desaparecido de gran parte del área que ocupa esta zona de vida, aunque quedan algunos bosques residuales, degradados, y hay muchas extensiones con bosque secundario y rastrojo, especialmente de helecho y chusque; la especie dominante en esta zona de vida es el roble que llega a formar robledales puros, también queda a veces, como especie residual vistosa, la palma de cera o del Quindío. Esta zona de vida debe permanecer con vegetación protectora de las aguas y los suelos; la reforestación con ciertas coníferas puede ser recomendable en algunas partes, de acuerdo con los suelos. La erosión en las áreas quebradas es bastante severa y en algunos sitios se presentan deslizamientos.

3. Bosque pluvial montano bajo. (bp-MB). Tiene un promedio de lluvia anual superior a los 4.000 mm. Se presenta en una pequeña área cerca de Yarumal, en donde la asociación vegetal es atmosférica, ya que corresponde a un bosque nublado. En esta zona de vida existe un exceso permanente de agua, pues la relación de evapotranspiración potencial es de 0,125 a 0,250. Esta zona de vida debe permanecer cubierta por vegetación natural, por ser una zona exclusivamente productora de agua. Desgraciadamente el bosque primario ha sido destruido, en parte, pero a pesar de los daños causados no es difícil el restablecimiento de la vegetación secundaria.

## II.2 BOSQUES

Como se ha mencionado en la breve descripción de cada zona de vida, en la mayoría de ellas se ha talado el bosque primario para dedicar las tierras a la agricultura o la ganadería y en menor proporción para aprovechar las maderas para diferentes fines. Sin embargo, quedan algunas manchas de bosque primario en su estado natural, o bastante degradado, especialmente en las zonas de vida más húmedas. En estas zonas y debido al abandono de los cultivos o de los pastos, por la dificultad de mantenerlos, se vuelve a establecer la vegetación arbustiva y arbórea, la cual se encuentra en diferentes estados de sucesión, desde el rastrojo bajo hasta el bosque secundario.

En los mapas de bosques elaborados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi <sup>3/</sup>, <sup>4/</sup>, se puede observar que la mayor parte de la cuenca del Cauca Medio se encuentra como área sin bosque, pues la gran mayoría de las tierras está dedicada a la agricultura y a la ganadería, o corresponde a zonas erodadas. Se observan pequeñas zonas con bosques secundarios y zonas de bosques primarios en proceso de tala en la parte alta de la Cordillera Occidental. Solamente entre Puerto Valdivia y Caucasia existen grandes extensiones de bosques primarios, pero en proceso de tala. (ver plano 573-G-04)

Dados los factores climáticos, topográficos y edáficos, la cuenca del Cauca Medio es, en su mayor extensión, de vocación forestal y muchísimas áreas debieran regresar al estado de bosques. Debido a la tala, la cuenca en general presenta graves problemas de erosión, especialmente la zona localizada entre Anzá y Peque,

---

<sup>3/</sup> Estudio General de los Bosques del Departamento de Antioquia. Alberto Villegas, Gerardo Lozano, IGAC, 1966

<sup>4/</sup> Mapa General de Bosques de Colombia (escala 1:1.000.000) 1966, y Mapa de Bosques del Departamento de Antioquia (escala 1:400.000) IGAC, 1967.

la cual cubre parte de los municipios de San Jerónimo, Sopetrán, Antioquia, Giraldo, Liborina y Buriticá, y sufre de erosión severa en cárcavas; según el IGAC esta zona tiene una extensión de 100.000 hectáreas. La erosión es un fenómeno que merece especial consideración en la zona de Caldas y en el sur de Antioquia en donde se manifiesta por deslizamientos. El embalse de Carquetá o el de Ituango Alto, quedaría localizado en la zona erodada, por lo tanto el problema de los sedimentos será más grave en este embalse y en los que están aguas abajo de él. Todos los embalses quedarían localizados en áreas desprovistas de bosques, excepto el del río Nechí que quedaría en una zona cubierta por bosque primario.

## II.3 FAUNA

Son muy pocos los estudios sistemáticos que se tienen sobre la fauna silvestre de la cuenca del Cauca Medio. La información existente se encuentra dispersa en documentos oficiales o publicaciones muy específicas.

II.3.1 Fauna terrestre. La fauna terrestre se ubica de acuerdo con las zonas de vida o formaciones ecológicas que se encuentran en la región.

La población de las distintas especies es más abundante en la zona de vida de los pisos Tropical y Premontano y disminuye en el Montano Bajo. Dentro de estos pisos, las zonas de vida con mayor número de especies son las siguientes: bosque húmedo tropical (bh-T), la transición bosque húmedo tropical a bosque muy húmedo tropical (bh-T/bmh-T o sea bmh-P▽) y bosque seco tropical (bs-T).

La mayoría de las especies pertenece a las aves, las cuales constituyen, en algunas de las zonas de vida, un elevado porcentaje de la fauna silvestre terrestre correspondiente a los vertebrados, el resto de esta fauna la constituyen mamíferos y dentro de estos roedores y carnívoros. Es conveniente hacer notar la presencia de reptiles y ofidios, algunos de estos últimos de alta peligrosidad. También se encuentran algunos anfibios,

principalmente batracios y gran variedad de insectos, los que muchas veces constituyen plagas para el hombre, los animales y los cultivos.

En las distintas formaciones del piso montano-bajo la fauna es más pobre que en las zonas de vida de los pisos antes mencionados, tanto en especies como en poblaciones de animales. Hay algunas especies de aves y mamíferos, representados estos últimos, principalmente por algunos roedores y carnívoros pequeños. Dadas las condiciones de humedad abundan los anfibios y reptiles, especialmente ofidios que no ofrecen peligrosidad. Los insectos son también poco abundantes en número de especies y población.

II.3.2 Fauna acuática. Dentro de la fauna acuática la más importante en la cuenca del Cauca Medio es la ictiofauna (peces).

En la zona del Cauca Medio, las especies son "Lóticas" es decir de aguas turbulentas, (Sabaleta, Dorada, Capaz, Blanquillo), son menores en población y su pesca se efectúa principalmente con fines de subsistencia y deportivos.

En la región del Bajo Cauca las especies son "Lénticas", o sea especies que viven en aguas poco turbulentas, remansos, lagunas, o ciénagas; la población es mucho más abundante debido a la mayor cantidad de alimento (fitoplancton y zooplancton). En esta región, la pesca constituye una industria, durante la época de migración de los peces en cardúmenes, llamada en nuestro medio la "subienda", la cual se presenta en los meses de Diciembre a Marzo cuando se permite la pesca comercial. Los peces más comunes que remontan el río durante el período de subienda son: el Bocachico (Prochilodus reticulatus), el Bagre (Pseudoplatystoma fasciatum), la Dorada (Brycon moorei), el Barbudo (Pimelodus sp.), la Sabaleta (Brycon henni), el Capaz (Pimelodus grosskopfi), el Blanquillo (Sorubim lima), la Mojarra (Petenia krausii), etc.

Estos peces abandonan las ciénagas cuando disminuye el agua en ellas, durante la época seca del año, y emigran río arriba, inclusive por los tributarios. Durante este recorrido quedan grasas y aparentemente desarrollan el aparato reproductor y deshovan en el río. Los distintos aspectos biológicos de esta migración no han sido todavía bien estudiados.

Aunque en el Bajo Cauca la pesca es una actividad socioeconómica importante, pues existen aproximadamente 7.000 personas que viven de ella, con una producción anual de \$7.000.000 (informe del Inderena 1970), se espera, de acuerdo con la información actualmente existente, que la construcción de represas sobre el cauce del Cauca Medio no traiga consecuencias adversas para la pesca, ni que se requieran estructuras o sistemas para dar paso a los peces, aunque en realidad no se conoce exactamente la incidencia que la construcción de estas estructuras pueda tener sobre los hábitos migratorios de los mismos, estos últimos en vía de estudio. La creación de grandes lagos sobre el cauce, permitiría, si se llevan a cabo las investigaciones especiales que el caso requiere, fomentar la pesca deportiva y aún la pesca a nivel industrial, para lo cual deben iniciarse estudios relacionados con el desarrollo de la ictiofauna y con el alimento de esta, que permitan definir las variedades más adecuadas, los sistemas de siembras, crecimiento y reproducción, y las limitaciones que pueda tener este tipo de desarrollo piscícola.

## II.4 SUELOS

Con base en investigaciones de suelos del área en estudio, se presenta un resumen de las principales características físicas, químicas y morfológicas de los suelos que se encuentran en las vertientes de las cordilleras que enmarcan al río Cauca desde La Virginia hasta Caucasia. Dado el carácter general o de reconocimiento de dichas investigaciones, los rangos en las características de los suelos son muy amplios, por lo tanto cualquier generalización que se intente hacer al respecto está sujeta a tal limitación.

El paisaje fisiográfico dominante de la región comprendida entre Arauca y los límites con Antioquia a lo largo del río Cauca es de colinas altas, más de 2.000 m y colinas intermedias entre 500 y 2.000 m, con pequeños valles aluviales en las márgenes del río Supía y otros ríos menos caudalosos. En cada paisaje los suelos se agrupan con base en el material de origen.<sup>5/</sup>

II.4.1 Suelos de las colinas altas. Ocupan casi la mitad del área que abarca las estribaciones de las cordilleras Central y Occidental cortadas por el río Cauca y los sitios antes mencionados

---

<sup>5/</sup> Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1969. Estudio general de suelos para fines agrícolas, de los municipios de Filadelfia, Riosucio, Supía, Marmato, Pácora, Pensilvania, Marquetalia y Marulanda. Vol. V No. 12.



Son suelos de relieve quebrado a fuertemente quebrado con pendientes entre 25 y 50% y aun mayores, aunque hay algunos sectores con pendientes más suaves y de relieve ondulado.

II.4.2 Suelos derivados de cenizas volcánicas. Se presentan bajo un relieve ondulado a quebrado con pendientes dominantes que varían entre 12 y 50%, son suelos bien drenados, profundos, con ninguna a ligera erosión, de texturas medias y finas, color negro a pardo grisáceo muy oscuro; moderada a fuertemente ácidos, muy alto contenido de materia orgánica, alta capacidad de intercambio catiónico (CIC), muy baja saturación con bases y muy pobres en fósforo disponible.

II.4.3 Suelos de las colinas intermedias. Presentan un relieve ondulado a fuertemente quebrado; en algunas zonas se presenta erosión por cárcavas. Se presenta en:

- a. Suelos derivados de cenizas volcánicas.
- b. Suelos derivados de rocas metamórficas; el material parenta consiste en esquistos sericíticos y cloríticos; se encuentran normalmente bajo un relieve quebrado con pendientes entre 12 y 50%, dominando estas últimas. Son suelos bien drenados, moderadamente profundos, de texturas media y color pardo grisáceo a gris muy oscuro, ligera a moderadamente ácidos mediante CIC, muy alto porcentaje de saturación con bases, bajo a medio contenido de materia orgánica, pobres en fósforo disponible. De fertilidad moderada a baja, erosión moderada a severa en algunos lugares.
- c. Suelos derivados de rocas sedimentarias. Son suelos derivados de areniscas y arcillolitas, relieve ondulado a quebrado y pendiente que van del 7% al 50%; superficiales a moderadamente profundos, texturas medias a finas predominando estas últimas; bien drenados con erosión moderada y color pardo grisáceo a pardo grisáceo muy oscuro. Acidez moderada a fuerte mediante CIC, de alto a muy alto porcentaje de saturación con cationes, bajo contenido de materia orgánica; bajos en fósforo disponible y fertilidad media a baja.

II.4.4 Región cafetera central de Antioquia. Los suelos al sur del Departamento de Antioquia y siguiendo el curso del río Cauca hacia el norte, forman parte del mismo paisaje fisiográfico que se continúa desde el Departamento de Caldas, o sea el paisaje de colinas (intermedias a altas) 6/. El relieve en el suroeste de Antioquia es predominantemente quebrado y escarpado.

Los suelos derivados de rocas ígneas tienen pendientes de más del 60%, con perfiles pedregosos y gravillosos, moderada a severamente erosionados. La profundidad efectiva es moderada a superficial, las texturas son gruesas a medias, colores pardo a pardo grisáceo oscuro, de moderada a fuertemente ácidos, alto contenido de materia orgánica, bajos en fósforos disponibles, de media a baja CIC y bajo porcentaje de saturación con bases.

En los suelos derivados de rocas metamórficas y sedimentarias la pendiente está entre 15 y 60%, la profundidad efectiva es de superficial a moderada, las texturas son medias; el contenido de materia orgánica es alto generalmente, fuertemente ácidos, la CIC es media, el porcentaje de saturación con bases y el fósforo disponible es muy bajo. Con frecuencia el perfil es cascajoso y/o gravilloso y la erosión es moderada a severa. 7/

También se encuentran en esta región suelos derivados de cenizas volcánicas con características similares a las de los suelos descritos en el Departamento de Caldas.

6/ Polo H. Miguel. 1959. Levantamiento Agrológico de la región cafetera central (Departamento de Antioquia). Instituto Agustín Codazzi. Publicación No. LS-1, 1959.

7/ Secretaría de Agricultura de Antioquia. Federación Nacional de Cafeteros, 1972. Estudio de suelos del suroeste de Antioquia.

II.4.5 Suelos de Santa Fe de Antioquia. A la altura del Municipio de Santa Fe de Antioquia los suelos adquieren una fisonomía distinta a la descrita en los suelos anteriores 8/. En el área de las colinas intermedias, por la margen izquierda del Cauca, se encuentran suelos denominados "en pendiente, superficiales" caracterizados por un primer horizonte de unos 30 cms de color pardo rojizo oscuro, de textura media, abundante gravilla tanto en la superficie como en el interior del horizonte, pobre en materia orgánica, bien provisto de bases y reacción neutra a alcalina. Es un suelo superficial, bien drenado, con pendientes mayores del 60% y con una severa erosión.

Hacia el occidente de la anterior unidad están las colinas altas, de relieve muy quebrado, con pendientes mayores del 50% y erosión moderada que comprende los suelos denominados "en pendiente, profundos". Estos suelos se han derivado de rocas sedimentarias (litas) y son de color pardo amarillento oscuro, de textura media, bajo contenido de materia orgánica, reacción moderadamente ácida; muy baja saturación con bases, y muy pobres en fósforo disponible.

II.4.6 Clases agrológicas. Los estudios de suelos se complementan con las recomendaciones sobre su uso y manejo adecuados. La delimitación de la capacidad de uso recomendable se denomina comunmente clasificación agrológica. Para este fin se ha utilizado en el país, con ciertas modificaciones, el sistema de clasificación agrológica del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. 9/

Este sistema incluye ocho clases agrológicas, las cuales están determinadas principalmente por la pendiente y en parte por la consideración de otros factores edáficos, tales como el estado de erosión, la profundidad, la pedregosidad y el drenaje. Al clima no se le asigna en esta clasificación importancia preponderante.

Las clases I, II y III son las apropiadas para cultivos que suponen laboreo constante del suelo por lo cual requieren de cuidados más o menos intensivos, con el fin de evitar las pérdidas de suelo por erosión; la clase IV es la apropiada para cultivos

8/ Del Valle, A.F. Fernández y N. Santa (sin fecha) Estudio general de suelos y formaciones vegetales del Municipio de Santa Fe de Antioquia. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Publicación EE-5.

9/ Manual de conservación de suelos. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Washington D. C. 1970.

sólo en forma ocasional o limitada y con el empleo de métodos intensivos de conservación; las clases V, VI y VII son apropiadas únicamente para vegetación permanente, bien sea sin ninguna restricción en el caso de la V, o con moderadas o severas restricciones en el caso de la VI y VII respectivamente; en la clase VIII se incluyen las tierras demasiado escarpadas, arenosas, húmedas o áridas no apropiadas para cultivos, pastoreo o utilización forestal, sino para la protección de la flora y la vida silvestre.

El INCORA publicó en 1966, 10/ un mapa preliminar de aptitudes de explotación de los suelos de la parte occidental del país, basado en el sistema de las ocho clases agrológicas, con algunas modificaciones en cuanto a su definición. De acuerdo con este mapa, se encuentran en la cuenca del Cauca Medio las clases II, IV, V y VI, tal como se muestra en el plano 573-G-05.

La clase II está representada por un área pequeña cerca de La Virginia y de Irra. Los embalses de Xarrapa, Bocache y Farallones inundarían una mínima extensión de dichas áreas. Según las definiciones que se encuentran en el mapa del INCORA, a esta clase pertenecen los suelos planos (pendientes menores del 3%), que no son susceptibles de erosión, sujetos a inundaciones pasajeras irregulares o periódicas; presentan drenaje natural imperfecto que ocasiona encharcamientos rápidos y pueden estar afectados por sales nocivas; estos suelos se consideran aptos para agricultura y ganadería intensiva, pero en forma estacional; para un uso permanente deben adecuarse mediante obras especiales. La clase IV se presenta cerca de Arauca, en la margen izquierda del río, entre La Pintada y Bolombolo y en los alrededores de Sopetrán y Tarazá. Con excepción del embalse de Apaví que inundaría una faja angosta de la margen derecha del río, la cual está incluida en esta clase agrológica, los otros embalses estarían localizados fuera de la misma. Los suelos de esta clase presentan un relieve plano a quebrado, con pendientes que oscilan entre 1 y 25%, son susceptibles a la erosión la cual ocurre en grado ligero a moderado, en ellos se encuentran piedras o fragmentos de rocas que impiden o dificultan ciertas labores agrícolas, y por estos motivos sólo se pueden usar para pastoreo, o en las áreas menos pendientes para cultivos permanentes o semipermanentes siempre que se utilicen métodos especiales de conservación de suelos, previa remoción de las piedras y rocas.

---

10/ INCORA. Aptitud de Explotación de los Suelos. Mapa Preliminar, Escala 1:1.000.000, 1966



La clase V se presenta a lo largo de casi toda la cuenca en terrenos con pendiente entre 25 y 50%, o con pendientes menores en áreas erosionadas o fáciles de erosionar. Estos terrenos pueden presentar también abundante cantidad de piedras o fragmentos de rocas; son aptos para bosques o para ganadería extensiva y cultivos permanentes, si se emplean prácticas adecuadas de conservación de los mismos. La clase VI se presenta a lo largo de todo el cañón en pendientes superiores al 50% que precisamente caracterizan al mismo, o en pendientes menores en lugares erosionados; se puede caracterizar también esta clase por la abundante cantidad de piedras o fragmentos de rocas y por la susceptibilidad del suelo a la erosión; su único uso recomendable es el bosque.

Después de haberse elaborado el plano 573-G-05, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi publicó en 18 planchas a escala 1:500.000 una clasificación más detallada de las tierras del país en donde se han hecho estudios de suelos. Esta clasificación, la cual debe tenerse en cuenta para análisis posteriores, se basa también en las ocho clases agrológicas antes citadas, pero incluye ciertas modificaciones al considerar varios factores edáficos.

## II.5 USO DE LA TIERRA RURAL

II.5.1 Generalidades El uso de la tierra rural está íntimamente relacionada con las condiciones climáticas, topográficas y edáficas de la cuenca del Cauca Medio, descritas en los numerales anteriores.

Aunque al hablar de las formaciones vegetales o formas de vida, bosques, fauna, suelos, etc., se da una idea clara de la utilización teórica que se puede esperar en todas y cada una de las zonas en estudio, no siempre los resultados ocasionados por el continuo trabajo del hombre corresponden a aquellos esperados, por lo cual se describirán en una forma breve algunos usos de la tierra de las zonas más importantes de la cuenca del Cauca Medio y los efectos que los embalses y las obras principales de los proyectos producirían en cada una de estas áreas.



## II. 5.2 Zona central de Caldas

La zona incluye las regiones adyacentes al río Cauca que hacen parte de los municipios de Manizales, Chinchiná, Belalcázar, Risaralda, Filadelfia y Neira. Geomorfológicamente se considera como una región ondulada con partes escarpadas y valles aluviales cuyo clima predominante es el cálido.

La mayoría de los suelos son de origen volcánico y el material parental de éstos está constituido por cenizas volcánicas o material aluvial con influencia coluvial, en muchas áreas presentan en la superficie piedras o fragmentos de rocas que demeritan su importancia y limitan su explotación. De acuerdo con el plano 573-G-05 las clases agrológicas predominantes en la zona son: V, VI y algunas áreas menores con clases IV y II. 11/

II. 5.2.1 Ganadería. Esta es, después del cultivo del café, la industria más importante en la zona; las áreas cultivadas con pastos son, en la mayoría de los municipios citados, sensiblemente iguales a las que se cultivan con café.

La principal modalidad de explotación es la ganadería extensiva con pastoreo permanente o rotación y se practica en praderas homogéneas con pastos naturales o artificiales (yaraguá, peluda, india, pará). Los tipos de ganadería son: mixta, con predominio de la cría, y la ceba mixta. El primero comprende un 72% de las explotaciones ganaderas y el segundo un 28%. Las principales razas de vacunos son, entre las criollas, el blanco-orejinegro y entre las importadas, holstein, ayrshire, cebú y mezclas de éstas con diferentes grados de mestizaje. Casi todas las fincas ganaderas son de particulares, quienes las dirigen personalmente o por medio de administradores o mayordomos.

Otras explotaciones pecuarias que se consideran de importancia menor en la zona son la porcina y la caballar.

11/ Levantamiento Agrológico de la zona central de Caldas  
IGAC. 1962

II.5.2.2 Agricultura. El principal producto es el café cuya explotación en esta zona es una de las más importantes de cuantas se realizan en el país. Excepción hecha de este producto, la agricultura se practica en el área en forma rudimentaria y se estima que se explota a escala familiar a niveles muy bajos, considerándose como coadyudante de los cultivos mayores, café y pastos. La producción se destina en su mayoría al auto-consumo y a los mercados locales. La mayoría de las fincas las cultivan propietarios minifundistas y también arrendatarios aparceros y colonos sin título. Los arrendatarios pagan en efectivo, en especie o en servicios.

Además del café, los principales productos agrícolas que se cultivan en la zona son, en su orden: caña de azúcar (panela), cacao, maíz, plátano, yuca, y frutales.

II.5.2.3 Asistencia técnica. En la zona existen centros de investigación agrícola muy importantes, como el Centro Nacional de Investigaciones del Café, (CENICAFE) en Chinchiná y otros auspiciados por la Federación Nacional de Cafeteros y la Universidad de Caldas, los cuales han organizado campañas técnicas dentro del "Programa de Desarrollo y Diversificación de Zonas Cafeteras" que contribuyen al mejoramiento agropecuario de la zona.

II.5.2.4 Efectos del proyecto de Xarrapa. La construcción de la presa de Xarrapa en el extremo sur de la zona central de Caldas, crea un embalse cuya cota máxima es la 887 y se extiende desde las inmediaciones del río San Francisco hasta las vecindades de La Virginia. Dadas las características topográficas del cañón en este tramo, el embalse sólo inunda las vegas aledañas al río presentando un ancho no mayor de 1 km en toda su extensión, como se muestra en el plano 573-G-08. En este tramo no existen asentamientos de importancia que representen una movilización apreciable de población, ni cultivos de alguna extensión. La modificación más importante que es necesario efectuar por motivo de la construcción de este proyecto es la relocalización de la vía del ferrocarril en toda la extensión del embalse.

La zona central de Caldas, en su parte norte, está afectada también por la construcción de Bocache o Farallones Alto, pero los detalles correspondientes se describen en el siguiente numeral al hablar de los proyectos mencionados.

### II. 5.3 Area Irra-La Pintada

El área está incluida dentro de las zonas económicas Central y Sur de Antioquia y comprende áreas aledañas al río Cauca de los siguientes municipios: Palestina, Risaralda, Manizales, Neira, Anserma, Filadelfia, Quinchía, Salamina, Aguadas y Marmato en el Departamento de Caldas y Caramanta y Valparaiso en el Departamento de Antioquia. Desde el punto de vista fisiográfico la zona está catalogada como abrupta, con temperatura promedio de 24°C, precipitación anual de 1500 mm y comprendida entre las cotas 800 y 1000 metros sobre el nivel del mar.

Las zonas más bajas y vecinas al río Cauca sufren inundaciones periódicas por éste o por sus afluentes. El material parental de los suelos del área está constituido por cenizas volcánicas, rocas ígneas y rocas metamórficas y material sedimentario y complejo de los materiales citados. Son suelos en proceso de formación sin perfil definido que permita su clasificación pedogenética y susceptibles a la erosión. 12/

II. 5.3.1 Ganadería. La ganadería extensiva, con algunas excepciones, constituye la principal explotación económica del área y se practica bajo las siguientes modalidades: mixta con predominio de la cría y también de la ceba; esta última se ha desarrollado en las zonas cuya topografía es más suave y presenta los mejores suelos; se estima que la cabida es de una cabeza por hectárea. Las explotaciones ganaderas se efectúan en fincas de 20 a 500 hectáreas, correspondiendo el 58% a la primera modalidad y el 42% a la segunda.

Las razas predominantes en el área son: holstein, cebú, blanco-orejinegro y mestizo.

12/ Estudio de Zonificación y uso potencial del suelo en la zona cafetera del suroeste de Antioquia. Secretaría de Agricultura de Antioquia y Federación Nacional de Cafeteros, 1972.

II. 5. 3. 2 Otras industrias pecuarias. En la región de Irra se ha desarrollado la industria avícola y la piscicultura.

II. 5. 3. 3 Agricultura. En el área la agricultura se practica en forma rudimentaria en parcelas cuya modalidad de tenencia es el minifundio, (62%).

Los principales cultivos son, en orden de importancia: plátano, maíz, caña de azúcar (panela), yuca y cacao. Ninguno de los cultivos anteriores está técnicamente mecanizado y los rendimientos son bajos, la producción es generalmente para autoconsumo y los excedentes abastecen los mercados locales.

II. 5. 3. 4 Posibilidades de riego. No se conoce información sobre irrigación en la zona.

II. 5. 3. 5 Efectos del proyecto Farallones. La construcción de las centrales de Bocache y Farallones Bajo, o de la central de Farallones Alto, tiene gran influencia en la zona Irra-La Pintada.

El embalse creado por la construcción de la presa en Bocache a la cota 823 se extendería hasta las cercanías de la central de San Francisco cuya descarga está localizada aproximadamente en la cota 828, inunda toda la línea del ferrocarril y sus instalaciones de El Retiro, Puerto Colombia, Irra y El Pintado, localizadas en este tramo; cubre además los puentes de Arauca e Irra y los colgantes de Puerto Colombia y El Pintado; la carretera El Pintado-La Felisa, que está en construcción, quedaría totalmente inundada por el embalse. Lo anterior haría necesario relocalizar, además de los pequeños núcleos de población que existen en las estaciones del ferrocarril, parte de Arauca y una buena longitud de vías de comunicación. Sería necesario restablecer el paso de la carretera de una margen a la otra por medio de un puente o pasar sobre la presa de Bocache.

Si se construyera la presa baja de Farallones, se inundaría la línea del ferrocarril desde la curva de Cuba prácticamente hasta la presa de Bocache, además las poblaciones de las estaciones de Aguadas, La María y La Felisa. Uno de los efectos más importantes de este

proyecto, sería la inundación de la carretera troncal, desde el sitio de la presa de Farallones hasta La Felisa.

En caso de construir la presa alta en Farallones, ocurriría algo similar a lo sucedido con la construcción de los dos proyectos anteriormente mencionados. La cota máxima del embalse sería la 806, un poco más baja que la de Bocache, y evitaría la inundación del puente de Arauca. Por otra parte, en las cercanías de la presa se inundarían algunas vegas importantes por la utilización que se les da en ganadería en la actualidad.

#### II. 5. 4 Area Pintada-Bolombolo

Esta zona es, sin lugar a dudas, la región más importante del cañón del Cauca Medio, y está limitada en la parte superior por la cota 1.000 m que corresponde a clima cálido con temperatura media de 24°C y precipitación promedia anual de 1.000 mm.

Los suelos del área son residuales, en su mayoría de textura fina, muchos de ellos son pedregosos y susceptibles a la erosión. Son aptos para explotación agrícola con cultivos de clima cálido, con la tecnología y prácticas adecuadas de conservación suelos.

Las zonas bajas o vegas sufren inundaciones en las crecientes fuertes del río Cauca pero con la construcción de las obras, al quedar el río parcialmente controlado, se disminuirían esas inundaciones. El embalse de Cañafisto inundaría algunas de estas áreas. En este estudio se ha considerado la construcción de una presa cuyo embalse llegaría hasta un poco aguas abajo de La Pintada, inundando unas 8450 hectáreas.

El precio de las tierras en la zona es bastante variable de acuerdo con la localización y calidad de los suelos. En general, las tierras localizadas en zona ondulada cerca del río, pero no en la orilla, tienen un valor entre 6.000 y 10.000 pesos por hectárea. Los terrenos localizados en las vegas a la orilla del río pueden llegar hasta 25.000 pesos por hectárea.

II 5.4.1 Ganadería. Es la principal actividad económica de la región, especialmente la de ceba (más del 65%). La cabida por hectárea es de 1½ a 2 cabezas; se consigue un peso promedio por animal adulto de 450 a 500 kilos en 10 ó 12 meses de ceba.



La región se divide en cuatro zonas ganaderas con características diferentes:

1. Zona Pintada-Palermo. No presenta ninguna limitación para explotación de ganadería intensiva, es apta para ganado de ceba, existen suelos pedregosos y se presenta escasez de agua para abrevaderos. Las fincas son de superficie relativamente grande y los potreros tienen 10 hectáreas en promedio.

2. Zona Palermo-Puente Iglesias. Las praderas son susceptibles a la sequía y se clasifican como regulares. Se presenta pedregosidad en los suelos y erosión laminar con el sobrepastoreo; el tamaño de los potreros está entre 30 y 50 hectáreas.

3. Zona Puente Iglesias-Bolombolo. Tiene buena provisión de aguas, poca pedregosidad, resistencia a la erosión y al pastoreo; el área de los potreros está entre 40 y 60 hectáreas y el de las fincas entre 200 y 1000 hectáreas.

4. Zona Pintada-Bolombolo-Margen Derecha. Las praderas se clasifican como buenas, son manejadas con buen equilibrio; el área de los potreros está entre 15 y 35 hectáreas.

En las cuatro zonas predominan los pastos India o Guinea, Uribe o Puntero, Yaraguá, Peluda y Pará.

Las fincas se dividen en potreros que varían en tamaño de acuerdo con la disponibilidad de agua, la mayoría de las veces el pasto se desperdicia al no lograr un equilibrio entre la cabida y la cantidad de pasto disponible.

La raza predominante en la zona de ceba es la Cebú con diferentes grados de mestizaje. En la zona de cría predominan las razas criollas con heterogeneidad de los cruces.

Las fincas dedicadas a la ceba reciben asistencia técnica, especialmente en el aspecto sanitario. Hasta el presente los programas de fomento de la ganadería están orientados hacia la mejora de los pastos con logros en la cabida hasta de cuatro animales por hectárea en la zona de ceba.

II. 5. 4. 2 Agricultura Fuera de los pastos para ganadería existen algunos cultivos de cacao, frutales (especialmente cítricos) y caña. Los frutales están disgregados en pequeños lotes y su explotación se hace en forma rudimentaria. El único cultivo que recibe asistencia técnica es el cacao; se obtienen rendimientos de 300 a 380 kg por hectárea. En toda la zona existen 1.400 hectáreas que presentan condiciones excelentes para este cultivo.

II. 5. 4. 3 Posibilidades de riego. En la zona La Pintada-Bolombolo no existe todavía ningún sistema de riego. Sin embargo, en forma preliminar se ha considerado que se podrían irrigar alrededor de 50.000 hectáreas con riego suplementario y por aspersión para el cultivo de pastos. Con este riego se podría lograr una cabida hasta de 6 o más reses por hectárea; este riego es posible en las inmediaciones de los ríos Cauca y Cartama.

II. 5. 4. 4 Efectos del proyecto de Cañafisto. La construcción de la presa de Cañafisto tiene un efecto importante sobre el tramo de aguas arriba. El embalse tiene como cota máxima la 573 y como se muestra en el plano 573-G-09 se extiende hasta la desembocadura del río Cartama en una longitud aproximada de 75 kilómetros, inunda el puente y el corregimiento de Bolombolo, Puente Iglesias y las vegas del Cauca entre la primera de estas localidades y las vecindades de La Pintada, una de las más importantes zonas ganaderas de la región. Es necesario relocalizar la vía férrea desde el río Cartama hasta Bolombolo y la carretera Bolombolo-Anzá.

#### II. 5. 5 Area Santa Fe de Antioquia

El área está localizada en el sector occidental del Departamento de Antioquia, cerca de Medellín; está limitada en la parte superior por la cota 1.000 m que corresponde a clima cálido con temperatura media de 27°C, las lluvias son escasas (menos de 1.000 mm al año) y mal repartidas.

La mayoría de los suelos están degradados, son de textura fina, tienen mala retención de la humedad y son susceptibles a la erosión, la cual se presenta en forma severa y está agravada por las malas prácticas de explotación.

Las pocas vegas o tierras planas, localizadas cerca de la desembocadura del río Tonusco, sufren inundaciones durante las crecientes del río.

El precio de las tierras es bastante variable dependiendo de la localización, del tipo de suelo y de la explotación; las tierras onduladas dedicadas a ganadería tienen un costo entre 4.000 y 8.000 pesos por hectárea; las fincas pequeñas dedicadas a cultivo de frutales pueden tener precios superiores a los 30.000 pesos por hectárea; las partes planas o vegas en la orilla del río tienen precios entre 10.000 y 30.000 pesos por hectárea dependiendo del cultivo, del riego y de la localización; en algunos casos de fincas pequeñas a borde de carretera se ha llegado hasta 50.000 pesos por hectárea.

Las dos actividades económicas de la región son la ganadería y la agricultura.

II.5.5.1 Ganadería. En la zona se explota la ganadería de ceba y también la de cría y levante; la explotación se hace en forma extensiva y las principales razas son el criollo, diferentes cruces de cebú y bon. Los pastos son gramíneas naturales en 2/3 del área; en el resto, son pastos India o Guínea, Yaraguá, Uribe y Pangola.

La cabida para ceba es de  $1\frac{1}{2}$  reses por hectárea y en 10 ó 12 meses de ceba se alcanza un peso para un animal adulto de 450 a 500 kilos. En general la explotación ganadera no está técnicamente organizada; el ICA está prestando alguna asistencia técnica especialmente para la ganadería de ceba para exportación.

Debido a las condiciones de lluvia en las áreas no irrigadas se secan los pastos durante el verano.

II.5.5.2 Agricultura. En la región existen varios cultivos, que en general tienen bajos rendimientos debido a la explotación inadecuada de ellos; los más importantes son: frutales, cacao, tabaco, maíz y tomate. La mayoría de los cultivos están localizados en pequeñas parcelas con riego rudimentario.

En las áreas planas sobre la orilla del río (350 hectáreas aproximadamente) existen cultivos bien explotados y con riego. El más importante es uno de tabaco rubio de 100 hectáreas.

Todos los cultivos podrían ser mejorados, y obtener así mayores rendimientos, con la aplicación de las técnicas adecuadas y de riego. En el área existen unas 300 hectáreas aptas para el cultivo de tabaco rubio y aproximadamente 1.200 de óptimas condiciones para el cultivo del cacao.

En el área se presenta un grave problema con el mercadeo de los productos agrícolas; entre el productor y el consumidor en Medellín existen 5 y a veces hasta 7 intermediarios.

II.5.5.3 Posibilidades de riego. En el área se ha practicado la irrigación desde hace muchos años, y algunos de los canales tienen 250 años de antigüedad. No obstante, no existe un control adecuado de riego, se pierde mucha agua y los sobrantes corren a la deriva por caños y por las cunetas de las carreteras causando erosión. Desafortunadamente no existe ninguna inquietud ni campaña para mejorar las condiciones de los sistemas de riego.

En el Municipio de Santa Fe de Antioquia están bajo riego 800 hectáreas y existen otras 2.200 que podrían ser puestas bajo riego para cultivos o para pastos. También en los municipios de San Jerónimo y Sopetrán se irrigan algunas áreas para el sostenimiento de cultivo de frutas, cacao, tomate, maíz y pastos.

II.5.5.4 Efectos del proyecto de Carquetá. Como cota máxima del embalse de Carquetá ha sido considerada la 456; esta altura es unos cinco metros más baja que la cota del puente del Paso Real el cual comunica las ciudades de Medellín y Santa Fe de Antioquia. El embalse se extendería un poco aguas arriba de la desembocadura del Tonusco en el Cauca, pero no inundaría las vegas aledañas a estos ríos cultivadas con tabaco rubio ni aquellos cultivos localizados en las terrazas ubicadas en la margen derecha del Cauca en las cercanías del puente.

Las áreas que se mencionan anteriormente como aptas para el cultivo del cacao y del tabaco rubio están localizadas principalmente entre la margen izquierda del río, en las cercanías del Puente de Occidente, y la ciudad de Antioquia a una cota por encima de la 460, por lo cual no serían inundadas por el embalse de Carquetá. La carretera a Anzá tampoco sufriría ningún daño por causa

de este desarrollo hidroeléctrico. No sucede lo mismo con el Puente de Occidente cuya elevación es la 454, el cual quedaría totalmente inundado por el embalse.

Si se observa el plano 573-G-10, se puede ver que en toda la extensión del embalse no existen poblaciones que queden afectadas por éste.

#### II. 5. 6. Area Santa Fe de Antioquia-Puerto Valdivia.

El área está localizada en la zona suroriental del Departamento, influenciada por las regiones económicas Occidental y Norte. Incluye las zonas aledañas al río Cauca de los siguientes municipios: Santa Fe de Antioquia, Buriticá, Peque, Ituango, Sopetrán, Olaya, Liborina, Sabanalarga, Toledo y Puerto Valdivia.

La mayoría de los suelos son de clase VI con relieve escarpado, muy susceptibles a la erosión y cuando se presenta es del tipo severa o muy severa de acuerdo con la pendiente, la cual es mayor del 50%; en la superficie del suelo se presentan fragmentos gruesos y muchos de estos suelos ya están erosionados.

II. 5. 6. 1. Ganadería. Esta se practica en forma extensiva y muy rudimentaria; en las zonas menos pendientes se explotan fincas con ganaderías de cría y en las riberas del río Cauca existen algunas con ganado de ceba para exportación. Se ha considerado que la zona comprendida entre Liborina e Ituango no ofrece posibilidades para el desarrollo de la ganadería de tipo mixto y también se estima que en el Municipio de Liborina termina la zona ganadera importante del Cañón del Cauca. Las principales razas ganaderas son el Cebú criollo y diferentes cruces con Cebú.

II. 5. 6. 2. Agricultura. Esta se practica en el área en forma muy rudimentaria bajo la modalidad de minifundio o arrendatarios. Los cultivos de alguna importancia son el cacao, plátano, maíz, tomate y frutales. Las explotaciones agrícolas de alguna consideración están localizadas en los municipios de Antioquia, Olaya y Liborina.

La producción abastece el mercado de Medellín y el consumo local.



II. 5. 6. 3 Irrigación. Existe irrigación en el área especialmente en los municipios de Sopetrán, Olaya, Antioquia y Liborina. La falta de ella es limitante en la producción agrícola y para los pastos; no obstante lo anterior, algunos agricultores corren el riesgo y siembran maíz de secano con rendimientos muy bajos y casi siempre con pérdida total de las cosechas. Las prácticas de riego usadas son inadecuadas y lesivas para los suelos.

II. 5. 6. 4 Efectos producidos por los proyectos de Carquetá, Ituango Alto y Bredunco. En el aparte II.5.5 se describen, en forma breve, los efectos que el proyecto de Carquetá tendría sobre la zona vecina a la ciudad de Santa Fe de Antioquia.

En caso de construir el proyecto denominado Ituango Alto, los efectos producidos por el embalse creado por la presa que lleva el mismo nombre y cuya cota máxima sería la 447 serían aún menores que en el caso de Carquetá. El embalse se extendería hasta las vecindades del Puente de Occidente al nivel de aguas normales del río. Entre este sitio y la presa considerada se afectaría solamente una obra de importancia, el puente de Pescadero, que sirve de acceso a la población de Ituango. El embalse inundaría este puente y unos pocos kilómetros de carretera la cual sería necesario relocalizar por encima de la cota 447; el cruce del río podría hacerse sobre la presa. En el área afectada por este proyecto no existen poblaciones ni cultivos de importancia.

El proyecto de Bredunco, el cual estaría localizado entre el río San Andrés y Puerto Valdivia, crea un embalse a la cota 209 que se extiende hasta los portales de los túneles de descarga de la central de Ituango. Como puede apreciarse en el plano 573-G-11, no existen en el área ni carreteras, ni poblaciones o asentamientos, ni áreas cultivadas que puedan ser afectadas por la construcción de esta obra.

#### II. 5. 7 Area Puerto Valdivia-Tarazá.

El área comprende la región aledaña al río Cauca de los municipios de Puerto Valdivia y Cáceres. Es una zona de transición entre el Cañón del Cauca y el Bajo Cauca con gran precipitación (2000 a 4000 mm) y temperatura alta. Está incluida dentro de la zona económica septentrional.

Los suelos del área son de origen aluvial y de materiales sedimentarios, con relieve plano u ondulado y tienen en la superficie materiales gruesos (piedra, rocas) que dificultan el laboreo. Son susceptibles a la erosión y en algunas zonas se presenta ya como ligera o moderada. De acuerdo con la clasificación de aptitudes de explotación de los suelos, los del área pertenecen a las clases IV y V.

II.5.7.1 Ganadería. El área tiene buen potencial para la ganadería de ceba, la cual se ha ubicado en las zonas bajas, donde se destruye el bosque y se instalan praderas con pasto artificial; la modalidad de explotación es la ganadería extensiva.

II.5.7.2 Agricultura. Desde el punto de vista agrícola el área está en la etapa de colonización. Los colonos destruyen el bosque y siembran maíz como cultivo intermedio para la siembra de pastos; el resto de cultivos (plátano, caña, maíz, frutales) se explotan a escala familiar y para abastecer los mercados locales.

II.5.7.3 Efectos del proyecto de Apaví. Para la construcción de la presa de Apaví, se han considerado dos posibilidades. La primera de ellas, Apaví Bajo, hace parte de las alternativas 1, 2 y 3. Consiste en una presa de 65 metros de altura y su embalse se extiende hasta las cercanías del puente de Puerto Valdivia cuya cota es la 156. La elevación máxima considerada para este embalse es la 148, inundando en la margen izquierda del río un tramo apreciable de la carretera troncal, además aquellos poblados que existen a lo largo de esta vía y los cultivos de pequeñas parcelas que sirven de sustento a las familias que habitan la región. El proyecto hace necesaria la relocalización de la troncal central en un tramo de 21 kilómetros aproximadamente.

La segunda posibilidad, Apaví Alto, que hace parte de las alternativas 4 y 5, consiste en una presa de 120 metros de altura, creando un embalse a la cota 200 el cual se extiende hasta las cercanías de las obras de

descarga de la central de Ituango. Esta solución inunda el puente y la población de Puerto Valdivia y todos los poblados y cultivos localizados en la margen izquierda del río. Plano 573-G-11. El proyecto hace necesaria la construcción de un nuevo puente, la relocalización de 44.5 kilómetros de la carretera troncal y la movilización de la población. Aguas arriba del puente, los efectos de la construcción de Apaví Alto son similares a los causados por la construcción de la presa de Bredunco.

## ANEXO III

### PRESUPUESTOS DETALLADOS DE COSTOS

En esta sección se incluyen los presupuestos detallados de costos de los proyectos hidroeléctricos estudiados a lo largo del Cauca Medio, los cuales se presentaron en forma resumida en el Capítulo XI del Volumen I.

El presupuesto para cada proyecto se ha dividido en dos partes, obras civiles y equipos, a cada una de las cuales se le han adicionado los valores correspondientes a imprevistos y costos de ingeniería y administración. Dentro del grupo de obras civiles se han considerado las siguientes obras: presa; obras civiles de la central; vías; tierras e indemnizaciones; y relocalizaciones. Dentro del grupo de equipos se han considerado separadamente los equipos mecánicos, los equipos eléctricos, y los patios de conexión.

Los principios generales sobre los cuales se basan los estimativos en lo referente a precios unitarios para las obras civiles y equipos, a porcentajes para cubrir trabajos y equipos menores, a costos de montaje e instalación, y a márgenes para cubrir imprevistos y costos de ingeniería y administración se presentaron en el Capítulo XI. Sin embargo, es conveniente advertir que para el caso de las obras civiles del proyecto de Cañafisto se adoptó un margen de imprevistos de 27%, mayor que el de 25% utilizado para los demás proyectos, con el fin de cubrir las mayores contingencias que puede tener la presa y túneles en comparación con otros proyectos.

En las Tablas No. 1 al 12 se presentan los presupuestos de costos para las centrales de Xarrapa, Bocache, Farallones Alto, Farallones Bajo, Cañafisto, Carquetá, Ituango Alto, Ituango Bajo, Bredunco, Apaví Alto, Apaví Bajo y Nechí I. En el caso de Xarrapa, Bocache, Farallones Alto, Farallones Bajo, Carquetá, Bredunco, Apaví Alto, Apaví Bajo y Nechí I, los presupuestos son aplicables a cualquiera de las alternativas para desarrollo del

Cauca Medio en donde ellos aparecen. En el caso de Ituango Bajo se presentan los costos correspondientes a la Alternativa 2 y en los casos de Cañafisto e Ituango Alto los correspondientes a la Alternativa 4. No se presentan los presupuestos detallados de los proyectos correspondientes a otras alternativas del desarrollo para evitar la inclusión de un número excesivo de tablas.

Los costos de obras civiles y equipos pueden considerarse representativos de las condiciones reales para el nivel de precios vigente a mediados de 1974.

Los presupuestos detallados están expresados en pesos colombianos y se ha utilizado una tasa de cambio de 25,50 pesos colombianos por dolar de los Estados Unidos para las conversiones necesarias.



TABLA No. 1  
CENTRAL HIDROELECTRICA DE XARRAPA  
ESTIMATIVO DE COSTOS  
A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos)
I. PRESA					
1-	Movilización		S.G.		190.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		20.000
3-	Excavación en corte abierto:				
	a) Tierra y descapote	4'650.000	m <sup>3</sup>	50	232.500
	b) Brechas cortaflujo	100.000	m <sup>3</sup>	65	6.500
	c) Roca	7'200.000	m <sup>3</sup>	85	612.000
	d) Estructurales	40.000	m <sup>3</sup>	180	7.200
4-	Excavación en túnel	200.000	m <sup>3</sup>	900	180.000
5-	Colocación y compactación de llenos :				
	a) Tierra	600.000	m <sup>3</sup>	12	7.200
	b) Roca	850.000	m <sup>3</sup>	20	17.000
6-	Filtros	420.000	m <sup>3</sup>	170	71.400
7-	Concretos:				
	a) Túnel horizontal	60.000	m <sup>3</sup>	1.600	96.000
	b) Vertedero	56.000	m <sup>3</sup>	1.500	84.000
	c) Tapones	7.000	m <sup>3</sup>	2.500	17.500
	d) Estructuras	10.000	m <sup>3</sup>	2.000	20.000
8-	Acero de refuerzo	6.300	ton	18.000	113.400
9-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.600	ton	25.000	40.000
10-	Varios		S.G.		190.000
	TOTAL PRESA				1'904.700

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>II. CENTRAL</b>					
1-	Movilización		S.G.		75.000
2-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra	40.000	m <sup>3</sup>	50	2.000
	b) Roca	30.000	m <sup>3</sup>	85	2.550
	c) Estructurales	130.000	m <sup>3</sup>	180	23.400
3-	Excavación en túnel :				
	a) Horizontal	32.000	m <sup>3</sup>	900	28.800
	b) Inclinado	10.000	m <sup>3</sup>	1.000	10.000
4-	Concretos :				
	a) Subestructura	50.000	m <sup>3</sup>	1.500	75.000
	b) Superestructura	30.000	m <sup>3</sup>	2.500	75.000
	c) Túnel horizontal	8.000	m <sup>3</sup>	1.600	12.800
	d) Túnel inclinado	3.000	m <sup>3</sup>	1.700	5.100
	e) Estructuras	50.000	m <sup>3</sup>	2.000	100.000
5-	Acero de refuerzo	9.200	ton	18.000	165.600
6-	Suministro e instalación de blindaje metálico	530	ton	30.000	15.900
7-	Suministro e instalación de soportes metálicos	300	ton	25.000	7.500
8-	Varios		S.G.		150.000
	<b>TOTAL CENTRAL</b>				<b>748.650</b>

### III. VIAS

1-	Carretera troncal	44	km	6'500.000	286.000
2-	Ferrocarril	43	km	4'500.000	193.500
3-	Carretera secundaria	45	km	2'500.000	112.500

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
4-	Puentes para carreteras		S.G.		15.140
5-	Puentes para ferrocarril		S.G.		16.000
	TOTAL VIAS				623.140

#### IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES

1-	Tierras e indemnizaciones	930	ha	25.000	23.250
	TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES				23.250
	TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES				3'299.740
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo)				329.974
	IMPREVISTOS (25% del Costo Directo)				824.935
	COSTO TOTAL OBRAS CIVILES				4'454.649

#### B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
I. EQUIPOS MECANICOS					
1-	Turbinas y reguladores	4	Unid.	49.980	199.920
2-	Válvulas mariposa	8	Unid.	10.360	82.880
3-	Puentes grúa	2	Unid.	10.965	21.930
4-	Compuertas y operadores		S.G.		153.742
5-	Equipos misceláneos		S.G.		19.380

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
6-	Transporte		S.G.		48.766
7-	Montaje		S.G.		100.444
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				627.062

## II. EQUIPOS ELECTRICOS

1-	Generadores, interruptores y tableros	4	Unid.	51.663	206.652
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		48.521
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		5.052
4-	Equipos misceláneos		S.G.		26.427
5-	Transporte		S.G.		42.307
6-	Montaje		S.G.		42.998
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				371.957

## III. PATIO DE CONEXIONES

1-	Equipos		S.G.		18.949
2-	Transporte		S.G.		2.526
3-	Montaje		S.G.		2.834
	TOTAL PATIO DE CONEXIONES				24.309
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				1'023.328
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION (8% del Costo Directo)				81.866

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
	IMPREVISTOS (15% del Costo Directo)				153.499
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				1'258.693
	COSTO TOTAL DE XARRAPA :	5.713'342.000	pesos		
	Equivalente a:	US \$	224'053.000		



TABLA No 2  
CENTRAL HIDROELECTRICA DE BOCACHE  
ESTIMATIVO DE COSTOS  
A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos)
<b>I. PRESA</b>					
1-	Movilización		S.G.		195.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		25.000
3-	Excavación en corte abierto:				
	a) Tierra	850.000	m <sup>3</sup>	30	25.500
	b) Fundaciones en la presa	350.000	m <sup>3</sup>	180	63.000
	c) Roca	1'800.000	m <sup>3</sup>	65	117.000
	d) Estructurales	40.000	m <sup>3</sup>	180	7.200
4-	Excavación en túnel horizontal	150.000	m <sup>3</sup>	800	120.000
5-	Colocación y compactación de llenos	65.000	m <sup>3</sup>	70	4.550
6-	Concretos:				
	a) Presa	1'000.000	m <sup>3</sup>	900	900.000
	b) Túnel horizontal	36.000	m <sup>3</sup>	1.600	57.600
	c) Estructuras	12.600	m <sup>3</sup>	2.000	25.200
	d) Vertedero	47.000	m <sup>3</sup>	1.500	70.500
	e) Tapones	7.000	m <sup>3</sup>	2.500	17.500
7-	Acero de refuerzo	4.700	ton	18.000	84.600

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
8-	Suministro e instalación de soportes metálicos	700	ton	25.000	17.500
9-	Suministro e instalación de pernos inyectables	2.100	ml.	700	1.470
10-	Varios		S.G.		195.000
	TOTAL PRESA				1'926.620
II. CENTRAL					
1-	Movilización		S.G.		80.000
2-	Excavación en corte abierto:				
	a) Tierra	135.000	m <sup>3</sup>	30	4.050
	b) Roca	260.000	m <sup>3</sup>	65	16.900
	c) Estructurales	130.000	m <sup>3</sup>	180	23.400
3-	Excavación en túnel:				
	a) Horizontal	17.000	m <sup>3</sup>	800	13.600
	b) Inclinado	17.000	m <sup>3</sup>	1.000	17.000
4-	Concretos:				
	a) Subestructura	58.000	m <sup>3</sup>	1.500	87.000
	b) Superestructura	35.000	m <sup>3</sup>	2.500	87.500
	c) Túnel horizontal	5.000	m <sup>3</sup>	1.600	8.000
	d) Túnel inclinado	4.600	m <sup>3</sup>	1.700	7.820
	e) Estructuras	25.000	m <sup>3</sup>	2.000	50.000
5-	Acero de refuerzo	9.000	ton	18.000	162.000
6-	Suministro e instalación de soportes metálicos	300	ton	25.000	7.500
7-	Suministro e instalación de blindaje metálico	2.100	ton	30.000	63.000
8-	Varios		S.G.		160.000
	TOTAL CENTRAL				787.770

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>III. VIAS</b>					
1-	Carretera troncal	56,5	km	6'500.000	367.250
2-	Ferrocarril	75	km	4'500.000	337.500
3-	Carretera secundaria	52,6	km	2'500.000	131.500
4-	Puentes para carreteras		S.G.		31.100
5-	Puentes para ferrocarril		S.G.		149.680
	<b>TOTAL VIAS</b>				<b>1'017.030</b>
<b>IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>					
1-	Tierras e indemnizaciones	3.570	ha	25.000	89.250
	<b>TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>				<b>89.250</b>
<b>V. RELOCALIZACIONES</b>					
	1) Irra		S.G.		80.000
	2) Arauca		S.G.		80.000
	3) El Pintado		S.G.		40.000
	<b>TOTAL RELOCALIZACIONES</b>				<b>200.000</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES</b>				<b>4'020.670</b>
	<b>INGENIERIA Y ADMINISTRACION</b> ( 10% del Costo Directo )				<b>402.067</b>
	<b>IMPREVISTOS</b> ( 25% del Costo Directo )				<b>1'005.168</b>
	<b>COSTO TOTAL OBRAS CIVILES</b>				<b>5'427.905</b>

B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
I. EQUIPOS MECANICOS					
1-	Turbinas y reguladores	6	Unid.	58.990	353.940
2-	Válvulas mariposa	6	Unid.	16.788	100.728
3-	Puentes grúa	2	Unid.	14.471	28.942
4-	Compuertas y operadores		S.G.		168.292
5-	Equipos misceláneos		S.G.		40.030
6-	Transporte		S.G.		69.295
7-	Montaje		S.G.		144.555
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				905.782
II. EQUIPOS ELECTRICOS					
1-	Generadores, interruptores y tableros	6	Unid.	78.277	469.662
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		115.714
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		4.322
4-	Equipos misceláneos		S.G.		45.468
5-	Transporte		S.G.		93.957
6-	Montaje		S.G.		95.274
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				824.397

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario(Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles de pesos)
III. PATIO DE CONEXIONES					
1-	Equipos		S.G.		38.680
2-	Transporte		S.G.		5.194
3-	Montaje		S.G.		5.800
	TOTAL PATIO DE CONEXIONES				49.674
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				1'779.853
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				142.388
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				266.978
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				2'189.219
	COSTO TOTAL DE BOCACHE	7.617	'124.000	Pesos	
	Equivalente a US \$	298	'711.000		



TABLA No. 3

## CENTRAL HIDROELECTRICA DE FARALLONES ALTO

## ESTIMATIVO DE COSTOS

## A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
I. PRESA					
1-	Movilización		S.G.		400.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		30.000
3-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra y descapote	20'700.000	m <sup>3</sup>	30	621.000
	b) Brechas cortaflujo	300.000	m <sup>3</sup>	45	13.500
	c) Roca	13'650.000	m <sup>3</sup>	65	887.250
	d) Estructurales	50.000	m <sup>3</sup>	180	9.000
4-	Excavación en túnel horizontal	380.000	m <sup>3</sup>	800	304.000
5-	Colocación y compactación de llenos :				
	a) Tierra	18'000.000	m <sup>3</sup>	12	216.000
	b) Roca	14'100.000	m <sup>3</sup>	20	282.000
6-	Filtros	2'000.000	m <sup>3</sup>	170	340.000
7-	Concretos:				
	a) Túnel horizontal	100.000	m <sup>3</sup>	1.600	160.000
	b) Vertedero	72.000	m <sup>3</sup>	1.500	108.000
	c) Tapones	7.000	m <sup>3</sup>	2.500	17.500
	d) Estructuras	7.000	m <sup>3</sup>	2.000	14.000
8-	Acero de refuerzo	9.000	ton	18.000	162.000
9-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.500	ton	25.000	37.500
10-	Varios		S.G.		400.000
	TOTAL PRESA				4'001.750

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>II. CENTRAL</b>					
1-	Movilización		S.G.		210.000
2-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra	1'300.000	m <sup>3</sup>	30	39.000
	b) Roca	450.000	m <sup>3</sup>	65	29.250
	c) Estructurales	240.000	m <sup>3</sup>	180	43.200
3-	Excavación en túnel :				
	a) Horizontal	230.000	m <sup>3</sup>	800	184.000
	b) Pozos e inclinados	170.000	m <sup>3</sup>	1.000	170.000
4-	Concretos :				
	a) Subestructura	115.000	m <sup>3</sup>	1.500	172.500
	b) Superestructura	50.000	m <sup>3</sup>	2.500	125.000
	c) Túnel horizontal	50.000	m <sup>3</sup>	1.600	80.000
	d) Pozos e inclinados	65.000	m <sup>3</sup>	1.700	110.500
	e) Estructuras	27.000	m <sup>3</sup>	2.000	54.000
5-	Acero de refuerzo	19.000	ton	18.000	342.000
6-	Suministro e instalación de blindaje metálico	2.100	ton	30.000	63.000
7-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.700	ton	25.000	42.500
8-	Varios		S.G.		420.000
	<b>TOTAL CENTRAL</b>				<b>2'084.950</b>

### III. VIAS

1-	Carretera troncal	114,5	km	6'500.000	744.250
2-	Ferrocarril	155	km	4'500.000	697.500
3-	Carretera secundaria	149,1	km	2'500.000	372.750

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos)
4-	Puentes para ferrocarril		S.G.		175.000
5-	Puentes para carreteras		S.G.		95.900
	TOTAL VIAS				2'085.400
IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES					
1-	Tierras e indemnizaciones	6.900	ha	15.000	103.500
	TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES				103.500
V. RELOCALIZACIONES					
1-	La Felisa		S.G.		60.000
2-	Irra		S.G.		80.000
3-	El Pintado		S.G.		40.000
4-	Arauca		S.G.		30.000
5-	Estaciones Aguadas, La Maria, Pácora y Salamina		S.G.		50.000
	TOTAL RELOCALIZACIONES				260.000
	TOTAL COSTO DIRECTO				8'535.600
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo )				853.560
	IMPREVISTOS ( 25% del Costo Directo )				2'133.900
	COSTO TOTAL OBRAS CIVILES				11'523.060

B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
I. EQUIPOS MECANICOS					
1-	Turbinas y reguladores	10	Unid.	61.532	615.320
2-	Válvulas mariposa	10	Unid.	14.790	147.900
3-	Puentes grúa	2	Unid.	17.532	35.064
4-	Compuertas y operadores		S.G.		191.625
5-	Equipos misceláneos		S.G.		84.650
6-	Transporte		S.G.		107.580
7-	Montaje		S.G.		222.730
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				1'404.869
II. EQUIPOS ELECTRICOS					
1-	Generadores y tableros	10	Unid.	90.961	909.610
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		301.227
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		57.025
4-	Equipos misceláneos		S.G.		91.763
5-	Transporte		S.G.		200.158
6-	Montaje		S.G.		203.944
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				1'763.727

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario(Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles de pesos)
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				3'168.596
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				253.488
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				475.289
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				3'897.373
COSTO TOTAL DE FARALLONES ALTO :				15.420'433.000 pesos	
	Equivalente a :		US \$	604'723.000	



TABLA No. 4  
CENTRAL HIDROELECTRICA DE FARALLONES BAJO  
ESTIMATIVO DE COSTOS  
A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
I. PRESA					
1-	Movilización		S.G.		220.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		30.000
3-	Excavación en corte abierto:				
	a) Tierra	2'480.000	m <sup>3</sup>	30	74.400
	b) Fundaciones en la presa	250.000	m <sup>3</sup>	180	45.000
	c) Roca	2'050.000	m <sup>3</sup>	65	133.250
	d) Estructurales	40.000	m <sup>3</sup>	180	7.200
4-	Excavación en túnel horizontal	200.000	m <sup>3</sup>	800	160.000
5-	Colocación y compactación de llenos	200.000	m <sup>3</sup>	70	14.000
6-	Concretos:				
	a) Presa	950.000	m <sup>3</sup>	900	855.000
	b) Túnel horizontal	54.000	m <sup>3</sup>	1.600	86.400
	c) Vertedero	45.000	m <sup>3</sup>	1.500	67.500
	d) Estructuras	17.000	m <sup>3</sup>	2.000	34.000
	e) Tapones	7.000	m <sup>3</sup>	2.500	17.500
7-	Acero de refuerzo	11.700	ton	18.000	210.600
8-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.000	ton	25.000	25.000
9-	Varios		S.G.		220.000
	TOTAL PRESA				2'199.850

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>II. CENTRAL</b>					
1-	Movilización		S.G.		80.000
2-	Excavación en corte abierto:				
	a) Tierra	430.000	m <sup>3</sup>	30	12.900
	b) Roca	270.000	m <sup>3</sup>	65	17.550
	c) Estructurales	80.000	m <sup>3</sup>	180	14.400
3-	Excavación túnel de acceso	30.000	m <sup>3</sup>	800	24.000
4-	Concretos:				
	a) Subestructura	65.000	m <sup>3</sup>	1.500	97.500
	b) Superestructura	35.000	m <sup>3</sup>	2.500	87.500
	c) Túnel de acceso	4.000	m <sup>3</sup>	1.600	6.400
5-	Acero de refuerzo	9.000	ton	18.000	162.000
6-	Suministro e instalación de pernos inyectables	2.800	ml	700	1.960
7-	Suministro e instalación de blindaje metálico	4.200	ton	30.000	126.000
8-	Varios		S.G.		160.000
	TOTAL CENTRAL				790.210
<b>III. VIAS</b>					
1-	Carretera troncal	58	km	6'500.000	377.000
2-	Ferrocarril	80	km	4'500.000	360.000
3-	Carretera secundaria	96,5	km	2'500.000	241.250
4-	Puentes para carreteras		S.G.		19.790
5-	Puentes para ferrocarril		S.G.		60.310
	TOTAL VIAS				1'058.350

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
------	-------------	----------	--------	-------------------------	-------------------------------

IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES

1-	Tierras e indemnizaciones	1.250	ha	15.000	18.750
TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES					18.750

V. RELOCALIZACIONES

1-	Estaciones Aguadas, La Maria, Pácora, Salamina		S.G.		50.000
TOTAL RELOCALIZACIONES					50.000

TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES 4'117.160

INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo ) 411.716

IMPREVISTOS ( 25% del Costo Directo ) 1'029.290

COSTO TOTAL OBRAS CIVILES 5'558.166

B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
------	-------------	----------	--------	----------------------------------	-------------------------------

I. EQUIPOS MECANICOS

1-	Turbinas y reguladores	8	Unid.	55.016	440.128
2-	Válvulas mariposa	8	Unid.	18.010	144.080
3-	Puentes grúa	2	Unid.	12.176	24.352

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
4-	Compuertas y operadores		S.G.		164.565
5-	Equipos misceláneos		S.G.		48.725
6-	Transporte		S.G.		83.434
7-	Montaje		S.G.		170.179
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				1'075.463

## II. EQUIPOS ELECTRICOS

1-	Generadores, interruptores y tableros	8	Unid.	70.268	562.144
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		137.125
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		23.203
4-	Equipos misceláneos		S.G.		48.725
5-	Transporte		S.G.		113.911
6-	Montaje		S.G.		115.680
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				1'000.788
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				2'076.251
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				166.100
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				311.438

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario(Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles pesos)
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				2'553.789

COSTO TOTAL DE FARALLONES BAJO : 8.111'955.000 Pesos

Equivalente a : US \$ 318'116.000



TABLA No. 5

CENTRAL HIDROELECTRICA DE CAÑAFISTO

ESTIMATIVO DE COSTOS

A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos)
I. PRESA					
1-	Movilización		S.G.		240.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		35.000
3-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra y descapote	10'650.000	m <sup>3</sup>	30	319.500
	b) Brechas	1'500.000	m <sup>3</sup>	45	67.500
	c) Roca	4'580.000	m <sup>3</sup>	65	297.700
	d) Estructurales	50.000	m <sup>3</sup>	180	9.000
4-	Excavación en túnel horizontal	280.000	m <sup>3</sup>	900	252.000
5-	Colocación y compactación de llenos :				
	a) Tierra	10'000.000	m <sup>3</sup>	12	120.000
	b) Roca	2'000.000	m <sup>3</sup>	20	40.000
6-	Filtros	1'800.000	m <sup>3</sup>	170	306.000
7-	Concretos:				
	a) Túnel horizontal	70.000	m <sup>3</sup>	1.600	112.000
	b) Vertedero	77.000	m <sup>3</sup>	1.500	115.500
	c) Tapones	10.000	m <sup>3</sup>	2.500	25.000
	d) Estructuras	22.000	m <sup>3</sup>	2.000	44.000
8-	Acero de refuerzo	9.500	ton	18.000	171.000
9-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.500	ton	25.000	37.500

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos)
10-	Varios		S.G.		240.000
	TOTAL PRESA				2'431.700
II. CENTRAL					
1-	Movilización		S.G.		260.000
2-	Excavación en corte abierto:				
	a) Tierra	2'300.000	m <sup>3</sup>	30	69.000
	b) Roca	1'100.000	m <sup>3</sup>	65	71.500
	c) Estructurales	350.000	m <sup>3</sup>	180	63.000
3-	Excavación en túnel :				
	a) Horizontal	250.000	m <sup>3</sup>	900	225.000
	b) Pozos e inclinados	120.000	m <sup>3</sup>	1.000	120.000
4-	Concretos :				
	a) Subestructura	115.000	m <sup>3</sup>	1.500	172.500
	b) Superestructura	90.000	m <sup>3</sup>	2.500	225.000
	c) Túnel horizontal	60.000	m <sup>3</sup>	1.600	96.000
	d) Pozos e inclinados	45.000	m <sup>3</sup>	1.700	76.500
	e) Estructuras	30.000	m <sup>3</sup>	2.000	60.000
5-	Acero de refuerzo	25.000	ton	18.000	450.000
6-	Suministro e instalación de blindaje metálico	4.200	ton	30.000	126.000
7-	Suministro e instalación de soportes metálicos	2.000	ton	25.000	50.000
8-	Varios		S.G.		520.000
	TOTAL CENTRAL				2'584.500

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>III. VIAS</b>					
1-	Carretera secundaria	121	km	2'500.000	302.500
2-	Rectificación carretera Santa Fe - Cañafisto	20	km	1'500.000	30.000
3-	Ferrocarril	46,5	km	4'500.000	209.250
4-	Puentes para carreteras		S.G.		77.642
5-	Puentes para ferrocarril		S.G.		10.000
	<b>TOTAL VIAS</b>				<b>629.392</b>
<b>IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>					
1-	Tierras e indemnizaciones	7.900	ha	25.000	197.500
	<b>TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>				<b>197.500</b>
<b>V. RELOCALIZACIONES</b>					
1-	Bolombolo		S.G.		80.000
2-	Otros caseríos		S.G.		15.000
	<b>TOTAL RELOCALIZACIONES</b>				<b>95.000</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES</b>				<b>5'938.092</b>
	<b>INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo )</b>				<b>593.809</b>
	<b>IMPREVISTOS ( 27% del Costo Directo )</b>				<b>1'603.285</b>
	<b>COSTO TOTAL OBRAS CIVILES</b>				<b>8'135.186</b>

B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
I. EQUIPOS MECANICOS					
1-	Turbinas y reguladores	12	Unid.	64.536	774.432
2-	Válvulas mariposa	12	Unid.	18.381	220.572
3-	Puentes grúa	2	Unid.	17.531	35.062
4-	Compuertas y operadores		S.G.		215.527
5-	Equipos misceláneos		S.G.		68.080
6-	Transporte		S.G.		131.973
7-	Montaje		S.G.		272.300
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				1'717.946
II. EQUIPOS ELECTRICOS					
1-	Generadores, interruptores y tableros	12	Unid.	76.585	919.020
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		226.634
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		10.036
4-	Equipos misceláneos		S.G.		73.123
5-	Transporte		S.G.		181.957
6-	Montaje		S.G.		184.322
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				1'595.092

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
III. PATIO DE CONEXIONES					
1-	Equipo		S.G.		86.997
2-	Transporte		S.G.		11.698
3-	Montaje		S.G.		13.060
	TOTAL PATIO DE CONEXIONES				111.755
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				3'424.793
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				273.983
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				513.719
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				4'212.495
	COSTO TOTAL CAÑAFISTO :	12.347'681.000	Pesos		
	Equivalente a :	US \$	484'223.000		



TABLA No. 6  
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CARQUETA

ESTIMATIVO DE COSTOS

A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>I. PRESA</b>					
1-	Movilización		S.G.		190.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		40.000
3-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra y descapote	5'800.000	m <sup>3</sup>	30	174.000
	b) Brechas cortaflujo	200.000	m <sup>3</sup>	45	9.000
	c) Roca	4'200.000	m <sup>3</sup>	65	273.000
	d) Estructurales	50.000	m <sup>3</sup>	180	9.000
4-	Excavación en túnel	360.000	m <sup>3</sup>	800	288.000
5-	Colocación y compactación de llenos:				
	a) Tierra	1'500.000	m <sup>3</sup>	12	18.000
	b) Roca	4'200.000	m <sup>3</sup>	20	84.000
6-	Filtros	500.000	m <sup>3</sup>	200	100.000
7-	Concretos:				
	a) Túnel horizontal	85.000	m <sup>3</sup>	1.600	136.000
	b) Vertedero	90.000	m <sup>3</sup>	1.500	135.000
	c) Tapones	11.000	m <sup>3</sup>	2.500	27.500
	d) Estructuras	18.000	m <sup>3</sup>	2.000	36.000
8-	Acero de refuerzo	9.100	ton	18.000	163.800
9-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.000	ton	25.000	25.000

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
10-	Suministro e instalación de pernos inyectables	6.000	ml	700	4.200
11-	Varios		S.G.		190.000
	TOTAL PRESA				1'902.500

## II. CENTRAL

1-	Movilización		S.G.		200.000
2-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra	700.000	m <sup>3</sup>	30	21.000
	b) Roca	800.000	m <sup>3</sup>	65	52.000
	c) Estructurales	350.000	m <sup>3</sup>	180	63.000
3-	Excavación en túnel :				
	a) Horizontal	85.000	m <sup>3</sup>	800	68.000
	b) Pozos e inclinados	65.000	m <sup>3</sup>	1.000	65.000
4-	Concretos :				
	a) Subestructura	150.000	m <sup>3</sup>	1.500	225.000
	b) Superestructura	60.000	m <sup>3</sup>	2.500	150.000
	c) Túnel horizontal	20.000	m <sup>3</sup>	1.600	32.000
	d) Pozos e inclinados	15.000	m <sup>3</sup>	1.700	25.500
	e) Estructuras	100.000	m <sup>3</sup>	2.000	200.000
5-	Acero de refuerzo	22.500	ton	18.000	405.000
6-	Suministro e instalación de soportes metálicos	700	ton	25.000	17.500
7-	Suministro e instalación de blindaje metálico	1.500	ton	30.000	45.000
8-	Varios		S.G.		390.000
	TOTAL CENTRAL				1'959.000

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos)
<b>III. VIAS</b>					
1-	Carretera secundaria	41,5	km	2'500.000	103.750
2-	Rectificación de la carretera Sucre - Sabanalarga	55	km	1'500.000	82.500
3-	Puentes para carreteras		S.G.		2.200
	<b>TOTAL VIAS</b>				<b>188.450</b>

#### IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES

1-	Vegas de Santa Fe de Antioquia	1.100	ha	30.000	33.000
2-	Otras tierras	2.650	ha	5.000	13.250
	<b>TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>				<b>46.250</b>

**TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES** 4'096.200

**INGENIERIA Y ADMINISTRACION** 409.620  
( 10% del Costo Directo )

**IMPREVISTOS** 1'024.050  
(25% del Costo Directo )  
**COSTO TOTAL OBRAS CIVILES** 5'529.870

#### B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
<b>I. EQUIPOS MECANICOS</b>					
1-	Turbinas y reguladores	10	Unid.	66.517	665.170

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
2-	Válvulas mariposa	10	Unid.	19.125	191.250
3-	Puentes grúa	2	Unid.	15.427	30.854
4-	Compuertas y operadores		S.G.		213.615
5-	Equipos misceláneos		S.G.		60.175
6-	Transporte		S.G.		118.126
7-	Montaje		S.G.		241.579
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				1'520.769

## II. EQUIPOS ELECTRICOS

1-	Generadores, interruptores y tableros	10	Unid.	78.418	784.180
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		193.534
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		9.586
4-	Equipos misceláneos		S.G.		65.312
5-	Transporte		S.G.		155.750
6-	Montaje		S.G.		157.891
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				1'366.253

## III. PATIO DE CONEXIONES

1-	Equipos		S.G.		67.670
2-	Transporte		S.G.		9.101
3-	Montaje		S.G.		10.161
	TOTAL PATIO DE CONEXIONES				86.932

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario(Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles de pesos)
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				2'973.954
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				237.916
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				446.093
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				3'657.963
	COSTO TOTAL DE CARQUETA :	9.187'833.000	pesos		
	Equivalente a US \$	360'307.000			



TABLA No. 7  
CENTRAL HIDROELECTRICA DE ITUANGO ALTO  
ESTIMATIVO DE COSTOS  
A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos)
I. PRESA					
1-	Movilización		S.G.		560.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		50.000
3-	Excavación en corte abierto :				
	a) Fundaciones en la presa	650.000	m <sup>3</sup>	205	133.250
	b) Roca	160.000	m <sup>3</sup>	90	14.400
	c) Estructurales	60.000	m <sup>3</sup>	205	12.300
4-	Excavación en túnel horizontal	320.000	m <sup>3</sup>	825	264.000
5-	Colocación y compactación de llenos	80.000	m <sup>3</sup>	70	5.600
6-	Concretos :				
	a) Presa	3'900.000	m <sup>3</sup>	900	3'510.000
	b) Estructuras en la presa	50.000	m <sup>3</sup>	2.500	125.000
	c) Estructuras	20.000	m <sup>3</sup>	2.000	40.000
	d) Túnel horizontal	60.000	m <sup>3</sup>	1.600	96.000
	e) Tapones	15.000	m <sup>3</sup>	2.500	37.500
7-	Acero de refuerzo	8.500	ton	18.000	153.000
8-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.300	ton	25.000	32.500
9-	Varios		S.G.		560.000
	TOTAL PRESA				5'593.550

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>II. CENTRAL</b>					
1-	Movilización		S.G.		450.000
2-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra	235.000	m <sup>3</sup>	55	12.925
	b) Roca	1'100.000	m <sup>3</sup>	90	99.000
3-	Excavaciones subterráneas :				
	a) Túneles horizontales	450.000	m <sup>3</sup>	825	371.250
	b) Pozos y túneles inclinados	280.000	m <sup>3</sup>	1.025	287.000
	c) Cavernas	700.000	m <sup>3</sup>	875	612.500
4-	Concretos :				
	a) Estructuras	41.000	m <sup>3</sup>	2.000	82.000
	b) Subestructura	75.000	m <sup>3</sup>	1.500	112.500
	c) Superestructura	165.000	m <sup>3</sup>	2.500	412.500
	d) Tapones	1.000	m <sup>3</sup>	2.500	2.500
	e) Túneles horizontales	72.000	m <sup>3</sup>	1.600	115.200
	f) Pozos y túneles inclinados	100.000	m <sup>3</sup>	1.700	170.000
5-	Acero de refuerzo	33.400	ton	18.000	601.200
6-	Suministro e instalación de soportes metálicos	2.100	ton	25.000	52.500
7-	Suministro e instalación de pernos inyectables	130.000	ml	700	91.000
8-	Suministro e instalación de blindaje metálico	3.100	ton	30.000	93.000
9-	Varios		S.G.		900.000
	<b>TOTAL CENTRAL</b>				<b>4'465.075</b>

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
<b>III. VIAS</b>					
1-	Carretera de acceso desde Puerto Valdivia	43	km	4'500.000	193.500
2-	Carreteras secundarias y otras en la obra	32	km	3'800.000	121.600
3-	Puentes para carreteras		S.G.		4.740
	<b>TOTAL VIAS</b>				<b>319.840</b>
<b>IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>					
1-	Vegas de Santa Fe de Antioquia	600	ha	30.000	18.000
2-	Otras tierras	6.800	ha	5.000	34.000
	<b>TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>				<b>52.000</b>
<b>V. RELOCALIZACIONES</b>					
1-	Barbacoas y Oro Bajo		S.G.		40.000
	<b>TOTAL RELOCALIZACIONES</b>				<b>40.000</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES</b>				<b>10'470.465</b>
	<b>INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo )</b>				<b>1'047.047</b>
	<b>IMPREVISTOS ( 25% del Costo Directo )</b>				<b>2'617.616</b>
	<b>COSTO TOTAL OBRAS CIVILES</b>				<b>14'135.128</b>

B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario (Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles de pesos)
I. EQUIPOS MECANICOS					
1-	Turbinas y reguladores	16	Unid.	63.065	1'009.040
2-	Válvulas mariposa	16	Unid.	16.256	260.096
3-	Puentes grúa		S.G.		41.950
4-	Compuertas y operadores		S.G.		197.753
5-	Equipos misceláneos		S.G.		135.660
6-	Transporte		S.G.		163.611
7-	Montaje		S.G.		336.645
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				2'144.755
II. EQUIPOS ELECTRICOS					
1-	Generadores y tableros	16	Unid.	96.863	1'549.808
2-	Transformadores de po- tencia y barras		S.G.		679.563
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		186.750
4-	Equipos mesceláneos		S.G.		157.620
5-	Transporte		S.G.		379.300
6-	Montaje		S.G.		386.062
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				3'339.103

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario(Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles de pesos )
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				5'483.858
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				438.709
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				822.579
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				6'745.146

COSTO TOTAL DE ITUANGO ALTO : 20.880'274.000 Pesos

Equivalente a US \$ 818'834.000

TABLA No. 8

CENTRAL HIDROELECTRICA DE ITUANGO BAJO

ESTIMATIVO DE COSTOS

A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
I. PRESA					
1-	Movilización		S.G.		180.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		50.000
3-	Excavación en corte abierto:				
	a) Fundaciones en la presa	350.000	m <sup>3</sup>	205	71.750
	b) Roca	240.000	m <sup>3</sup>	90	21.600
	c) Estructurales	60.000	m <sup>3</sup>	205	12.300
4-	Excavación en túnel horizontal	230.000	m <sup>3</sup>	825	189.750
5-	Colocación y compactación de llenos	75.000	m <sup>3</sup>	70	5.250
6-	Concretos:				
	a) Presa	780.000	m <sup>3</sup>	900	702.000
	b) Estructuras en la presa	36.000	m <sup>3</sup>	2.500	90.000
	c) Estructuras	17.000	m <sup>3</sup>	2.000	34.000
	d) Túnel horizontal	45.000	m <sup>3</sup>	1.600	72.000
	e) Tapones	16.000	m <sup>3</sup>	2.500	40.000
7-	Acero de refuerzo	6.200	ton	18.000	111.600
8-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.300	ton	25.000	32.500
9-	Varios		S.G.		180.000
	TOTAL PRESA				1'792.750



Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
II. CENTRAL					
1-	Movilización		S.G.		360.000
2-	Excavación en corte abierto:				
	a) Tierra	300.000	m <sup>3</sup>	55	16.500
	b) Roca	520.000	m <sup>3</sup>	90	46.800
3-	Excavaciones subterráneas :				
	a) Túneles horizontales	320.000	m <sup>3</sup>	825	264.000
	b) Pozos y túneles inclinados	170.000	m <sup>3</sup>	1.025	174.250
	c) Cavernas	700.000	m <sup>3</sup>	875	612.500
4-	Concretos :				
	a) Estructuras	31.000	m <sup>3</sup>	2.000	62.000
	b) Subestructura	65.000	m <sup>3</sup>	1.500	97.500
	c) Superestructura	165.000	m <sup>3</sup>	2.500	412.500
	d) Taponés	1.000	m <sup>3</sup>	2.500	2.500
	e) Túneles horizontales	50.000	m <sup>3</sup>	1.600	80.000
	f) Pozos y túneles inclinados	60.000	m <sup>3</sup>	1.700	102.000
5-	Acero de refuerzo	24.500	ton	18.000	441.000
6-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.200	ton	25.000	30.000
7-	Suministro e instalación de pernos inyectables	102.000	ml	700	71.400
8-	Suministro e instalación de blindaje metálico	2.300	ton	30.000	69.000
9-	Varios		S.G.		720.000
	TOTAL CENTRAL				3'561.950

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>III. VIAS</b>					
1-	Carretera de acceso desde Puerto Valdivia	43	km	4'500.000	193.500
2-	Carreteras secundarias y otras en la obra	30	km	3'800.000	114.000
3-	Puentes para carreteras		S.G.		3.640
	<b>TOTAL VIAS</b>				<b>311.140</b>
<b>IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>					
1-	Tierras e indemnizaciones	1.850	ha	5.000	9.250
	<b>TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>				<b>9.250</b>
<b>V. RELOCALIZACIONES</b>					
1-	Barbacoas y Oro Bajo		S.G.		40.000
	<b>TOTAL RELOCALIZACIONES</b>				<b>40.000</b>
	<b>TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES</b>				<b>5'715.090</b>
	<b>INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo )</b>				<b>571.509</b>
	<b>IMPREVISTOS ( 25% del Costo Directo )</b>				<b>1'428.773</b>
	<b>COSTO TOTAL OBRAS CIVILES</b>				<b>7'715.372</b>

B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
<b>I. EQUIPOS MECANICOS</b>					
1-	Turbinas y reguladores	14	Unid.	64.069	896.966
2-	Válvulas mariposa	14	Unid.	16.029	224.406
3-	Puentes grúa		S.G.		39.908
4-	Compuertas y operadores		S.G.		203.280
5-	Equipos misceláneos		S.G.		89.755
6-	Transporte		S.G.		145.579
7-	Montaje		S.G.		300.810
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				1'900.704
<b>II. EQUIPOS ELECTRICOS</b>					
1-	Generadores, interruptores y tableros	14	Unid.	86.037	1'204.518
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		384.775
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		91.325
4-	Equipos misceláneos		S.G.		99.967
5-	Transporte		S.G.		263.165
6-	Montaje		S.G.		264.032
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				2'307.782

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario(Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles de pesos)
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				4'208.486
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				336.679
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				631.273
	COSTO TOTAL DE EQUIPOS				5'176.438
COSTO TOTAL DE ITUANGO BAJO		:	12.891'810.000 Pesos		
	Equivalente a US \$		505'561.000		

TABLA No. 9  
CENTRAL HIDROELECTRICA DE BREDUNCO  
ESTIMATIVO DE COSTOS  
A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
I. PRESA					
1-	Movilización		S.G.		110.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		50.000
3-	Excavaciones en corte abierto :				
	a) Fundaciones en la presa	85.000	m <sup>3</sup>	280	23.800
	b) Roca	150.000	m <sup>3</sup>	165	24.750
	c) Estructurales	60.000	m <sup>3</sup>	280	16.800
	d) Tierra	160.000	m <sup>3</sup>	130	20.800
4-	Excavación en túnel horizontal	260.000	m <sup>3</sup>	900	234.000
5-	Colocación y compactación de llenos	155.000	m <sup>3</sup>	70	10.850
6-	Concretos :				
	a) Presa	160.000	m <sup>3</sup>	900	144.000
	b) Estructuras en la presa	18.000	m <sup>3</sup>	2.500	45.000
	c) Estructuras	35.000	m <sup>3</sup>	2.000	70.000
	d) Túnel horizontal	50.000	m <sup>3</sup>	1.600	80.000
	e) Tapones	12.000	m <sup>3</sup>	2.500	30.000
7-	Acero de refuerzo	5.200	ton	18.000	93.600
8-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.200	ton	25.000	30.000
9-	Varios		S.G.		110.000
	TOTAL PRESA				1'093.600

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>II. CENTRAL</b>					
1-	Movilización		S.G.		205.000
2-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra	170.000	m <sup>3</sup>	130	22.100
	b) Roca	200.000	m <sup>3</sup>	165	33.000
	c) Estructurales	50.000	m <sup>3</sup>	280	14.000
3-	Excavaciones subterráneas :				
	a) Túneles horizontales	145.000	m <sup>3</sup>	900	130.500
	b) Pozos y túneles inclinados	23.000	m <sup>3</sup>	1.100	25.300
	c) Cavernas	450.000	m <sup>3</sup>	950	427.500
4-	Concretos :				
	a) Estructuras	22.000	m <sup>3</sup>	2.000	44.000
	b) Subestructura	36.000	m <sup>3</sup>	1.500	54.000
	c) Superestructura	88.000	m <sup>3</sup>	2.500	220.000
	d) Túneles horizontales	34.000	m <sup>3</sup>	1.600	54.400
	e) Pozos y túneles inclinados	7.500	m <sup>3</sup>	1.700	12.750
5-	Acero de refuerzo	13.200	ton	18.000	237.600
6-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.700	ton	25.000	42.500
7-	Suministro e instalación de pernos inyectables	67.000	ml	700	46.900
8-	Suministro e instalación de blindaje metálico	2.200	ton	30.000	66.000
9-	Varios		S.G.		410.000
	<b>TOTAL CENTRAL</b>				<b>2'045.550</b>



Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
------	-------------	----------	--------	-------------------------	-------------------------------

### III. TIERRAS E INDEMNIZACIONES

1-	Tierras e indemnizaciones	640	ha	5.000	3.200
	TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES				3.200
	TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES				3'142.350
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo )				314.235
	IMPREVISTOS ( 25% del Costo Directo )				785.588
	COSTO TOTAL OBRAS CIVILES				4'242.173

### B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
------	-------------	----------	--------	----------------------------------	-------------------------------

#### I. EQUIPOS MECANICOS

1-	Turbinas y reguladores	6	Unid.	60.860	365.160
2-	Válvulas mariposa	6	Unid.	22.950	137.700
3-	Puentes grúa	2	Unid.	16.002	32.004
4-	Compuertas y operadores		S.G.		196.733
5-	Equipos misceláneos		S.G.		30.340
6-	Transporte		S.G.		77.686
7-	Montaje		S.G.		158.851
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				998.474

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
<b>II. EQUIPOS ELECTRICOS</b>					
1-	Generadores, interruptores y tableros	6	Unid.	58.846	353.076
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		90.091
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		30.142
4-	Equipos misceláneos		S.G.		34.604
5-	Transporte		S.G.		74.789
6-	Montaje		S.G.		76.187
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				658.889
<b>III. PATIO DE CONEXIONES</b>					
1-	Equipo		S.G.		67.670
2-	Transporte		S.G.		9.101
3-	Montaje		S.G.		10.161
	TOTAL PATIO DE CONEXIONES				86.932
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				1'744.295
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				139.544
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				261.644
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				2'145.483
	COSTO TOTAL DE BREDUNCO :	6.387	'656.000	Pesos	
	Equivalente a US \$	250	'496.000		

TABLA No. 10  
CENTRAL HIDROELECTRICA DE APAVI ALTO  
ESTIMATIVO DE COSTOS  
A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos)
<b>I. PRESA Y TERRAPLENES DE ZONAS BAJAS</b>					
1-	Movilización		S.G.		340.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		60.000
3-	Excavación en corte abierto:				
	a) Tierra y descapote	9'300.000	m <sup>3</sup>	30	279.000
	b) Brechas cortaflujo	2'900.000	m <sup>3</sup>	45	130.500
	c) Roca	3'970.000	m <sup>3</sup>	65	258.050
	d) Estructurales	60.000	m <sup>3</sup>	180	10.800
4-	Excavación en túnel horizontal	280.000	m <sup>3</sup>	900	252.000
5-	Colocación y compactación de llenos :				
	a) Tierra	11'100.000	m <sup>3</sup>	12	133.200
	b) Roca	4'200.000	m <sup>3</sup>	20	84.000
6-	Filtros	6'900.000	m <sup>3</sup>	120	828.000
7-	Concretos :				
	a) Túnel horizontal	90.000	m <sup>3</sup>	1.600	144.000
	b) Vertedero	135.000	m <sup>3</sup>	1.500	202.500
	c) Tapones	12.000	m <sup>3</sup>	2.500	30.000
	d) Estructuras	23.000	m <sup>3</sup>	2.000	46.000
8-	Acero de refuerzo	12.800	ton	18.000	230.400
9-	Suministro e instalación de soportes metálicos	2.300	ton	25.000	57.500
10-	Varios		S.G.		340.000
	<b>TOTAL PRESA Y TERRAPLENES DE ZONAS BAJAS</b>				<b>3'425.950</b>

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
<b>II. CENTRAL</b>					
1-	Movilización		S.G.		410.000
2-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra	12'000.000	m <sup>3</sup>	30	360.000
	b) Roca	4'200.000	m <sup>3</sup>	65	273.000
	c) Estructurales	340.000	m <sup>3</sup>	180	61.200
3-	Concretos:				
	a) Subestructura	130.000	m <sup>3</sup>	1.500	195.000
	b) Superestructura	65.000	m <sup>3</sup>	2.500	162.500
	c) Estructuras	310.000	m <sup>3</sup>	2.000	620.000
4-	Acero de refuerzo	31.000	ton	18.000	558.000
5-	Suministro e instalación de tubería de presión	17.500	ton	36.000	630.000
6-	Varios		S.G.		820.000
	<b>TOTAL CENTRAL</b>				<b>4'089.700</b>
<b>III. VIAS</b>					
1-	Carretera troncal	44,5	km	6'500.000	289.250
2-	Carretera secundaria	65	km	2'500.000	162.500
3-	Puentes para carretera		S.G.		99.110
	<b>TOTAL VIAS</b>				<b>550.860</b>
<b>IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>					
1-	Tierras e indemnizaciones	5.800	ha	20.000	116.000
	<b>TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>				<b>116.000</b>

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
------	-------------	----------	--------	-------------------------	-------------------------------

#### V. RELOCALIZACIONES

1-	Puerto Valdivia		S.G.		60.000
2-	Otros caseríos		S.G.		40.000
	TOTAL RELOCALIZACIONES				100.000

TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES 8'282.510

INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo ) 828.251

IMPREVISTOS ( 25% del Costo Directo ) 2'070.628

COSTO TOTAL OBRAS CIVILES 11'181.389

#### B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
------	-------------	----------	--------	----------------------------------	-------------------------------

#### I. EQUIPOS MECANICOS

1-	Turbinas y reguladores	14	Unid.	63.550	889.700
2-	Puentes grúa	2	Unid.	13.898	27.796
3-	Compuertas y operadores		S.G.		383.865
4-	Equipos misceláneos		S.G.		78.280
5-	Transporte		S.G.		139.861

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
6-	Montaje		S.G.		307.553
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				1'827.055

## II. EQUIPOS ELECTRICOS

1-	Generadores, interruptores y tableros	14	Unid.	78.418	1'097.852
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		268.364
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		40.114
4-	Equipos misceláneos		S.G.		84.966
5-	Transporte		S.G.		220.438
6-	Montaje		S.G.		223.694
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				1'935.428

TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS 3'762.483

INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo ) 300.999

IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo ) 564.372

COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS 4'627.854

COSTO TOTAL DE APAVI ALTO : 15.809'243.000 Pesos

Equivalente a US \$ 619'970.000



TABLA No. 11

## CENTRAL HIDROELECTRICA DE APAVI BAJO

## ESTIMATIVO DE COSTOS

## A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
I. PRESA Y TERRAPLEN DE ZONA BAJA					
1-	Movilización		S.G.		240.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		55.000
3-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra y descapote	6'300.000	m <sup>3</sup>	30	189.000
	b) Brechas cortaflujo	600.000	m <sup>3</sup>	45	27.000
	c) Roca	2'520.000	m <sup>3</sup>	65	163.800
	d) Estructurales	50.000	m <sup>3</sup>	180	9.000
4-	Excavación en túnel horizontal	460.000	m <sup>3</sup>	900	414.000
5-	Colocación y compactación de llenos				
	a) Tierra	2'100.000	m <sup>3</sup>	12	25.200
	b) Roca	1'450.000	m <sup>3</sup>	20	29.000
6-	Filtros	950.000	m <sup>3</sup>	120	114.000
7-	Concretos :				
	a) Túnel horizontal	150.000	m <sup>3</sup>	1.600	240.000
	b) Vertedero	145.000	m <sup>3</sup>	1.500	217.500
	c) Tapones	12.000	m <sup>3</sup>	2.500	30.000
	d) Estructuras	23.000	m <sup>3</sup>	2.000	46.000
8-	Acero de refuerzo	14.800	ton	18.000	266.400
9-	Suministro e instalación de soportes metálicos	2.300	ton	25.000	57.500

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
10-	Varios		S.G.		240.000
	TOTAL PRESA Y TERRAPLEN DE ZONA BAJA				2'363.400

## II. CENTRAL

1-	Movilización		S.G.		200.000
2-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra	4'000.000	m <sup>3</sup>	30	120.000
	b) Roca	1'400.000	m <sup>3</sup>	65	91.000
	c) Estructurales	180.000	m <sup>3</sup>	180	32.400
3-	Concretos :				
	a) Subestructura	100.000	m <sup>3</sup>	1.500	150.000
	b) Superestructura	35.000	m <sup>3</sup>	2.500	87.500
	c) Estructuras	180.000	m <sup>3</sup>	2.000	360.000
4-	Acero de refuerzo	19.000	ton	18.000	342.000
5-	Suministro e instalación de tubería de presión	5.400	ton	36.000	194.400
6-	Varios		S.G.		400.000
	TOTAL CENTRAL				1'977.300

## III. VIAS

1-	Carretera troncal	21	km	6'500.000	136.500
2-	Carretera secundaria	50	km	2'500.000	125.000
3-	Puentes para carreteras		S.G.		65.840
	TOTAL VIAS				327.340

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
<b>IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES</b>					
1-	Tierras e indemnizaciones	2.980	ha	20.000	59.600
TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES					59.600
<b>V. RELOCALIZACIONES</b>					
1-	Puerto Valdivia		S.G.		40.000
2-	Otros caseríos		S.G.		40.000
TOTAL RELOCALIZACIONES					80.000
TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES					4'807.640
INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo )					480.764
IMPREVISTOS ( 25% del Costo Directo )					1'201.910
COSTO TOTAL OBRAS CIVILES					6'490.314

#### B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
<b>I. EQUIPOS MECANICOS</b>					
1-	Turbinas y reguladores	8	Unid.	57.056	456.448
2-	Puentes grúa	2	Unid.	11.220	22.440
3-	Compuertas y operadores		S.G.		242.325

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Miles de pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
4-	Equipos misceláneos		S.G.		37.240
5-	Transporte		S.G.		77.297
6-	Montaje		S.G.		169.588
TOTAL EQUIPOS MECANICOS					1'005.338

## II. EQUIPOS ELECTRICOS

1-	Generadores, interruptores y tableros	8	Unid.	56.973	455.784
2-	Transformadores de potencia y barras		S.G.		83.926
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		11.920
4-	Equipos misceláneos		S.G.		38.955
5-	Transporte		S.G.		87.342
6-	Montaje		S.G.		88.588
TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS					766.515

TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS 1'771.853

INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo ) 141.748

IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo ) 265.778

COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS 2'179.379

COSTO TOTAL DE APAVI BAJO : 8.669'693.000 Pesos

Equivalente a US \$ 339'988.000

TABLA No. 12

CENTRAL HIDROELECTRICA DE NECHI I

ESTIMATIVO DE COSTOS

A - OBRAS CIVILES

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total (Miles de pesos)
<b>I. PRESA</b>					
1-	Movilización		S.G.		90.000
2-	Desviación del río y control de aguas		S.G.		25.000
3-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra y descapote	2'300.000	m <sup>3</sup>	30	69.000
	b) Brecha cortaflujo	100.000	m <sup>3</sup>	45	4.500
	c) Roca	3'500.000	m <sup>3</sup>	65	227.500
	d) Estructurales	100.000	m <sup>3</sup>	180	18.000
4-	Excavación en túnel horizontal	58.000	m <sup>3</sup>	800	46.400
5-	Colocación y compactación de llenos:				
	a) Tierra	1'000.000	m <sup>3</sup>	12	12.000
	b) Roca	3'700.000	m <sup>3</sup>	20	74.000
6-	Filtros	190.000	m <sup>3</sup>	170	32.300
7-	Concretos :				
	a) Túnel horizontal	20.000	m <sup>3</sup>	1.600	32.000
	b) Vertedero	48.000	m <sup>3</sup>	1.500	72.000
	c) Tapones	1.800	m <sup>3</sup>	2.500	4.500
	d) Estructuras	4.000	m <sup>3</sup>	2.000	8.000
8-	Acero de refuerzo	3.700	ton	18.000	66.600
9-	Suministro e instalación de soportes metálicos	900	ton	25.000	22.500

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
10-	Varios		S.G.		90.000
	TOTAL PRESA				894.300
II. CENTRAL					
1-	Movilización		S.G.		255.000
2-	Excavación en corte abierto :				
	a) Tierra	60.000	m <sup>3</sup>	30	1.800
	b) Roca	30.000	m <sup>3</sup>	65	1.950
3-	Excavaciones subterráneas:				
	a) Túneles horizontales	1'030.000	m <sup>3</sup>	800	824.000
	b) Pozos y túneles inclinados	48.000	m <sup>3</sup>	1.000	48.000
	c) Almenara	145.000	m <sup>3</sup>	1.100	159.500
	d) Cavernas	155.000	m <sup>3</sup>	850	131.750
4-	Concretos :				
	a) Estructuras	3.000	m <sup>3</sup>	2.000	6.000
	b) Subestructura	17.500	m <sup>3</sup>	1.500	26.250
	c) Superestructura	26.400	m <sup>3</sup>	2.500	66.000
	d) Tapones	1.000	m <sup>3</sup>	2.500	2.500
	e) Túneles horizontales	95.000	m <sup>3</sup>	1.600	152.000
	f) Pozos y túneles inclinados	2.800	m <sup>3</sup>	1.700	4.760
	g) Almenara	22.800	m <sup>3</sup>	1.700	38.760
5-	Acero de refuerzo	7.700	ton	18.000	138.600
6-	Suministro e instalación de soportes metálicos	1.500	ton	25.000	37.500
7-	Suministro e instalación de pernos inyectables	26.000	ml	700	18.200
8-	Suministro e instalación de blindaje metálico	75	ton	40.000	3.000



Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Pesos)	Precio Total ( Miles de pesos )
9-	Suministro e instalación de tubería de presión	2.460	ton	35.000	86.100
10-	Suministro e instalación de distribuidores	500	ton	55.000	27.500
11-	Varios		S.G.		505.000
	TOTAL CENTRAL				2'534.170
III. VIAS					
1-	Carretera de acceso a las obras	26	km	3'800.000	98.800
	TOTAL VIAS				98.800
IV. TIERRAS E INDEMNIZACIONES					
1-	Tierras e indemnizaciones	995	ha	7.000	6.965
	TOTAL TIERRAS E INDEMNIZACIONES				6.965
	TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES				3'534.235
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 10% del Costo Directo )				353.424
	IMPREVISTOS ( 25% del Costo Directo )				883.559
	COSTO TOTAL OBRAS CIVILES				4'771.218

B - EQUIPOS

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario(Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles de pesos)
I. EQUIPOS MECANICOS					
1-	Turbinas , reguladores y válvulas esféricas	6	Unid.	49.300	295.800
2-	Válvulas mariposa	2	Unid.	17.340	34.680
3-	Puentes grúa	2	Unid.	9.945	19.890
4-	Compuertas y operadores		S.G.		134.182
5-	Equipos misceláneos		S.G.		38.985
6-	Transporte		S.G.		52.856
7-	Montaje		S.G.		91.576
	TOTAL EQUIPOS MECANICOS				667.969
II. EQUIPOS ELECTRICOS					
1-	Generadores, interrupto- res y tableros	6	Unid.	74.487	446.922
2-	Transformadores de poten- cia y barras		S.G.		115.931
3-	Líneas de enlace y cables de potencia		S.G.		34.109
4-	Equipos misceláneos		S.G.		55.222
5-	Transporte		S.G.		95.314
6-	Montaje		S.G.		97.828
	TOTAL EQUIPOS ELECTRICOS				845.326

Item	Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Uni- tario(Miles de pesos)	Precio To- tal (Miles de pesos)
III. PATIO DE CONEXIONES					
1-	Equipo		S.G.		48.343
2-	Transporte		S.G.		6.505
3-	Montaje		S.G.		7.261
	TOTAL PATIO DE CONEXIONES				62.109
	TOTAL COSTO DIRECTO EQUIPOS				1'575,404
	INGENIERIA Y ADMINISTRACION ( 8% del Costo Directo )				126.032
	IMPREVISTOS ( 15% del Costo Directo )				236.311
	COSTO TOTAL DE LOS EQUIPOS				1'937,747
	COSTO TOTAL DE NECHI I	:	6.708'965.000	Pesos	
	Equivalente a	US \$	263'097.000		

Evaluación del potencial hidroeléctrico del  
Cauca Medio/alternativas para su desarrollo,  
volumen IV anexos/ISA

333.914 I611e v.4 Ej 1

CATÁLOGADO POR: HELP FILE LTDA

FECHA PEDIDO	PRESTADO A	FECHA DEVUELTO
-----------------	------------	-------------------