



Instituto Colombiano de Energía Eléctrica



Electrificadora del Huila S.A.

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO

DEL ALTO MAGDALENA

CONTRATO 4.100

ESTUDIOS DE PREFACTIBILIDAD

RESUMEN PRELIMINAR



INTERDISEÑOS

INGENIEROS CONSULTORES

Bogotá - Colombia

ESTUDIO FINANCIADO POR

FONADE

FONDO NACIONAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO

MAPA DE LOCALIZACIÓN GENERAL DE LAS ZONAS
DE PROYECTO

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO
DEL ALTO MAGDALENA

Contrato 4100

Estudios de Prefactibilidad

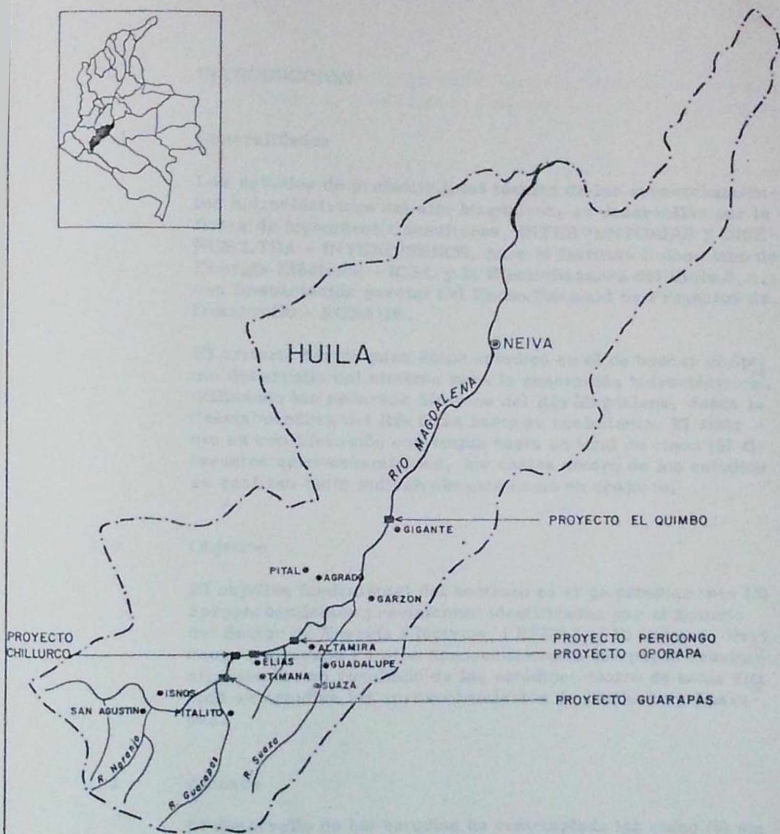
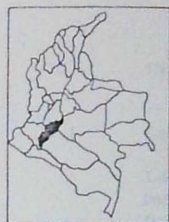
Resumen Preliminar

INTERVENTORIAS Y DISEÑOS LTDA.

Ingenieros Consultores

Financiado por el Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo, FONADE.

MAPA DE LOCALIZACION GENERAL DE LAS ZONAS DE PROYECTO



Instituto Colombiano de Energía Eléctrica
 Electrificadora del Huila S.A.



INTERDISEÑOS
 INGENIEROS CONSULTORES
 Bogotá, Colombia

APROVECHAMIENTO HIDROELECTRICO
 DEL ALTO MAGDALENA
 Figura: Nº 1

1. INTRODUCCION

1.1 Generalidades

Los estudios de prefactibilidad técnica de los aprovechamientos hidroeléctricos del alto Magdalena, se desarrollan por la firma de Ingenieros Consultores, INTERVENTORIAS Y DISEÑOS LTDA - INTERDISEÑOS, para el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica - ICEL y la Electrificadora del Huila S.A., con financiación parcial del Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo - FONADE.

El criterio básico para estos estudios es el de buscar el óptimo desarrollo del sistema para la generación hidroeléctrica, utilizando los recursos hídricos del Río Magdalena, desde la desembocadura del Río Páez hasta su nacimiento. El sistema en consideración contempla hasta un total de cinco (5) diferentes aprovechamientos, los cuales dentro de los estudios se analizan tanto individualmente como en conjunto.

1.2 Objetivo

El objetivo fundamental del contrato es el de estudiar tres (3) aprovechamientos previamente identificados por el Estudio del Sector de Energía Eléctrica (ESEE), (El Quimbo, Pericongo y Oporapa) y otro aprovechamiento que pueda resultar atractivo como resultado de los estudios; dentro de estos últimos se estudian los aprovechamientos de Chillurco y Guarápas.

1.3 Alcance

El desarrollo de los estudios ha contemplado las cinco (5) etapas principales siguientes :

- 1- Recopilación y análisis de información básica.
- 2- Realización de actividades específicas sobre hidrología

y sedimentos, geología, sísmica, materiales de construcción y estudios ecológicos, agrícolas y socio-económicos.

- 3- Definición de esquemas básicos de proyecto sobre tipo y ubicación de las estructuras hidráulicas, selección de componentes electromecánicos y definición de las funciones de costo.
- 4- Estudios de potencia y energía para analizar las condiciones de operación del sistema con criterios de optimización.
- 5- Definición de los presupuestos y programas de construcción.

La superficie cubierta por las riberas de ambos ríos en 1968 era la que se representa aproximadamente en el 20-25% de la superficie total del departamento del Huila, esta superficie correspondiendo al área de la cuenca hidrográfica para el aprovechamiento de Quevedo, abasteciendo al consumo urbano del área.

Desde el punto de aprovechamiento del río Quevedo, la cuenca tiene un área superficial de 1000 km², aproximadamente, abasteciendo al 25-30% del área total del departamento. Para las cuencas de aprovechamiento de los ríos: Quevedo, Chiriquí y Quevedo, se tienen datos de 1000 km², 1000 km² y 1000 km², respectivamente.

2.2. Hidrografía

El río Magdalena, tiene como afluentes principales de su área de las riberas, por su margen derecho, los ríos: Maricopa, Quevedo, Quevedo, Quevedo y Quevedo. Por su margen izquierdo, los ríos: Quevedo, Quevedo, Quevedo y Quevedo. Cabe mencionar que en las cuencas hidrográficas de los ríos: Quevedo, Quevedo y Quevedo, se tienen datos de 1000 km² y 1000 km², respectivamente.

Por el área Quevedo, los ríos más importantes para el consumo son: los ríos: Quevedo, Quevedo y Quevedo.

2. DESCRIPCION GENERAL DEL AREA DEL PROYECTO

2.1 Localización

El área de interés para los estudios de prefactibilidad del alto Magdalena se encuentra localizada en la parte sur del departamento del Huila, comprendida entre las cordilleras Central y Oriental, desde el macizo Colombiano hasta la desembocadura del río Páez. En términos generales, el área está enmarcada entre las siguientes coordenadas : 1°30' y 2°30' de latitud norte y 76°35' y 75°35' de longitud oeste.

2.2 Superficie

La superficie cubierta por los estudios se estima en 7000 km², la cual representa aproximadamente el 35.2% de la superficie total del departamento del Huila; esta superficie corresponde al área de la cuenca hidrográfica para el aprovechamiento El Quimbo, ubicado en el extremo norte del área.

Hasta el sitio del aprovechamiento Pericongo, la cuenca tiene una superficie de 3935 km², aproximadamente, equivalente al 55.7% del área bajo estudio. Para los sitios de aprovechamiento de Oporapa, Chillurco y Guarapas, se tienen áreas de 3450 km², 3020 km² y 2670 km², respectivamente.

2.3 Hidrografía

El río Magdalena tiene como afluentes principales en el área de los estudios, por su margen derecha, los ríos : Naranjos, Guachicos, Guarapas, Timaná y Suaza. Por la margen izquierda se encuentran los ríos Mazamorras y Bordonos. Cada uno de estos ríos posee una serie de quebradas y riachuelos, los cuales contribuyen de manera decisiva al mantenimiento del caudal.

Por el área drenada, los ríos más importantes para el propósito de los estudios, son los ríos Naranjos, Suaza y Timaná.

La configuración morfológica del área del proyecto esta formada por las regiones fisiográficas que definen, en el sector, las cordilleras Central y Oriental, el macizo Colombiano y una porción del gran valle del Magdalena. El variado relieve así definido hace que el sector posea gran diversidad de climas.

El patrón general de drenaje es dendrítico con algunas modificaciones locales de subparalelo y rectangular; el drenaje es poco denso.

Las unidades geomorfológicas principales que caracterizan el sector son las siguientes: terrenos escarpados; terrenos ondulados; terrenos plano-inclinados y valles aluviales.

Los terrenos escarpados se caracterizan por una topografía abrupta en la que se forman escarpes practicamente verticales y cerros asimétricos, con la contrapendiente muy inclinada debido a la erosión diferencial y la resistencia de la roca. En general, sus filos o cerros alargados altos, que sobresalen en el terreno, están localizados en las áreas donde afloran las formaciones arenosas del cretáceo superior (formación Guadalupe) y del terciario medio (formación Gualanday).

En los terrenos ondulados se presentan colinas más o menos simétricas y cerros con laderas de inclinación semejante, los cuales corresponden a las rocas arcillosas de las formaciones Guaduas y Honda, y la zona de meteorización de las rocas de la formación Saldaña.

Los terrenos plano-inclinados corresponden a una zona de mesetas y terrazas altas en las cuales se observan arroyos de poco caudal, normalmente intermitentes, subparalelos, y suelen los delgados con vegetación arbustiva. Este tipo de geoformas corresponden a los flujos volcánicos, lahares y acumulaciones de material piroclástico (tobas y aglomerados), las cuales se encuentran en inmediaciones de las poblaciones de Altamira, Tarqui y La Laguna.

Los valles aluviales son de poca extensión y forman terrenos bajos, producto de la erosión y del depósito de sedimentos por el río Magdalena y sus afluentes; en general, están constituidos por gravas, arenas y limos. Se agrupan en esta unidad las llanuras aluviales y las terrazas aluviales bajas, de gran fertilidad explotadas principalmente en agricultura.

2.5 Hidrología

La precipitación media anual en la cuenca del alto Magdalena es de 1700 mm, con variaciones entre 1200 mm y 2400 mm; se presentan dos estaciones lluviosas en los meses de marzo a mayo y octubre a diciembre.

Los caudales medios mensuales varían entre 250 m³/s para el aprovechamiento El Quimbo al norte de la zona del proyecto y 130 m³/s para el aprovechamiento Guarapas.

Los sedimentos son un problema que requiere de urgentes medidas preventivas y correctivas, tendientes a minimizar su efecto sobre los embalses. Las tasas anuales estimadas para los sedimentos en los embalses son de 13 millones de m³ para el aprovechamiento El Quimbo, de 6 millones de m³ para Pericongo y de hasta 3.0 millones de m³ para el aprovechamiento Guarapas.

Un resumen de las características hidrológicas de los aprovechamientos considerados en el alto Magdalena se presenta en la tabla 1

2.6 Geología

Geológicamente, la zona de los estudios se localiza dentro del área conocida como del alto Magdalena y comprende un graben o depresión estructural enmarcado por las cordilleras Central y Oriental, separado de éstas por fallas regionales, con cierre de la misma estructura al sur del municipio de San Agustín.

En el área afloran rocas con rangos de edad que varían desde

TABLA No. 1 Características Hidrológicas Generales de los Aprovechamientos .

Aprovechamiento	Area Cuenca (km ²)	Precipitación Media (mm)	Caudal Medio (m ³ /s)	Sedimentos		
				Anuales (Mm ³ /año)	Totales (Mm ³)	
					(1)	(2)
El Quimbo	7000	1600	250	13.00	650	336
Pericongo	3935	1650	190	5.98	299	92
Oporapa	3450	1700	170	4.55	---	60
Chillurco	3020	1700	150	3.38	---	---
Guarapas	2670	1700	130	3.00	150	150

Observaciones : Sedimentos totales estimados a 50 años; (1) Considerado cada aprovechamiento individual mente y (2) Calculados asumiendo la existencia del aprovechamiento aguas arriba.

precámbrico hasta el reciente, incluyendo tipos litológicos sedimentarios, ígneos intrusivos e ígneos volcánicos.

El área de interés para los aprovechamientos hidroeléctricos del alto Magdalena se divide en dos grandes regiones, tanto geológicas como topográficas, así: una región al norte que se extiende desde Neiva hasta el municipio de Timaná, aproximadamente; la otra región esta localizada al sur, la cual se extiende desde el municipio de Timaná hasta el sur del municipio de San Agustín.

En la primera zona se reconoce una espesa secuencia sedimentaria, de origen continental, constituida por sedimentos medianamente consolidados y representados por conglomerados, areniscas y, en menor proporción, por lutitas, de edad terciaria. Tal secuencia se ha subdividido, regionalmente, en el grupo Gualanday, la formación Honda y la formación Mesa, dentro de las cuales se reconocen subdivisiones menores. La secuencia sedimentaria mencionada ha sido sometida a esfuerzos de variado origen con resultados de plegamientos y fracturamientos asociados.

Hacia la parte media de esta primera zona, desde la desembocadura del río Páez hasta el municipio de Garzón, se encuentra el aprovechamiento de El Quimbo; hacia la parte sur, entre los municipios de Tarqui y Timaná, se localiza el aprovechamiento de Pericongo.

El inicio de la segunda zona geológica hacia el sur del alto Magdalena se caracteriza por el desplazamiento estructural, hacia el oeste, del río Magdalena a la altura del sitio conocido como el estrecho de Pericongo. Posterior a este sitio, el río presenta una orientación similar a la de la primera zona. Dentro de esta zona afloran: rocas de origen ígneo volcánico, consideradas como el basamento en el área, y rocas sedimentarias discordantes sobre las anteriores.

Las rocas de origen volcánico, de edad juratriásica, están compuestas por lavas riodacíticas y andesíticas, pertenecientes a la formación Saldaña. La secuencia anterior esta afectada por el intrusivo cuarzodiorítico, del jurásico tardío.

Las rocas sedimentarias, en el sector, están representadas por una secuencia marina transgresiva de edad cretácea, la cual infrayace la secuencia sedimentaria terciaria de la primera zona. Adicionalmente se identifican en esta segunda área, materiales de origen volcánico con ambientes de sedimentación fluvio lacustres. En esta zona se localizan los aprovechamientos Oporapa, Chillurco y Guarapas.

Los elementos estructurales más importantes lo constituyen las denominadas fallas del Magdalena y de Altamira-Garzón. La primera de ellas define el curso del río Magdalena en una longitud aproximada de 30 km, entre los sitios de aprovechamientos Guarapas y Oporapa. A estas fallas se hallan asociadas actividades sísmicas aparentemente recientes como también otras fallas paralelas, normales de menor importancia.

La falla del Magdalena afecta directamente los aprovechamientos hidroeléctricos de Oporapa y Chillurco, y en menor proporción los de Guarapas, Pericongo y El Quimbo. La falla de Altamira-Garzón ejercería su influencia directamente sobre el desarrollo Pericongo y en mínima parte sobre el resto de desarrollos.

El aprovechamiento El Quimbo aparentemente se localiza dentro de lo que se denomina "Zona de Sombra" desde el punto de vista sísmico, presentando una posición relativamente alejada de las principales estructuras mencionadas.

Pliegues mayores, como el anticlinal de Matambo, el sinclinal de Gigante y el sinclinal de Tarqui, todos de amplia extensión, se presentan igualmente asociados a las principales fallas de la zona.

El mapa geológico general se presenta en la figura 2, al final de este documento.



INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

IGI

MAPA GEOLÓGICO GENERAL
ZONA DE PROYECTO

INSTRUMENTAL 1:750

ESTADO DE GUERRERO

MUNICIPIO DE SAN JUAN DE LOS RÍOS

ESCALA 1:750

FECHA DE ELABORACIÓN 1980

FECHA DE ACTUALIZACIÓN 1980

FECHA DE PUBLICACIÓN 1980

ABRUMOS

Color	Nombre	Simbolos
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]
[Color]	[Nombre]	[Simbolos]

ESQUEMAS

Simbolo	Descripción
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]

ABRUMOS

Simbolo	Descripción
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]
[Simbolo]	[Descripción]

3. PLAN DE DESARROLLO HIDROELECTRICO

3.1 Generalidades

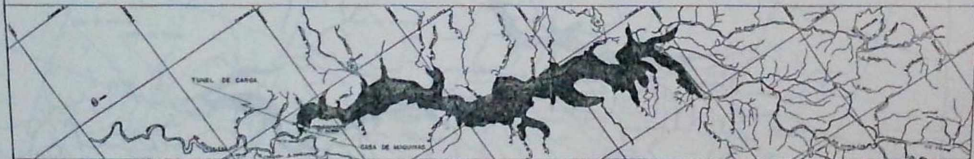
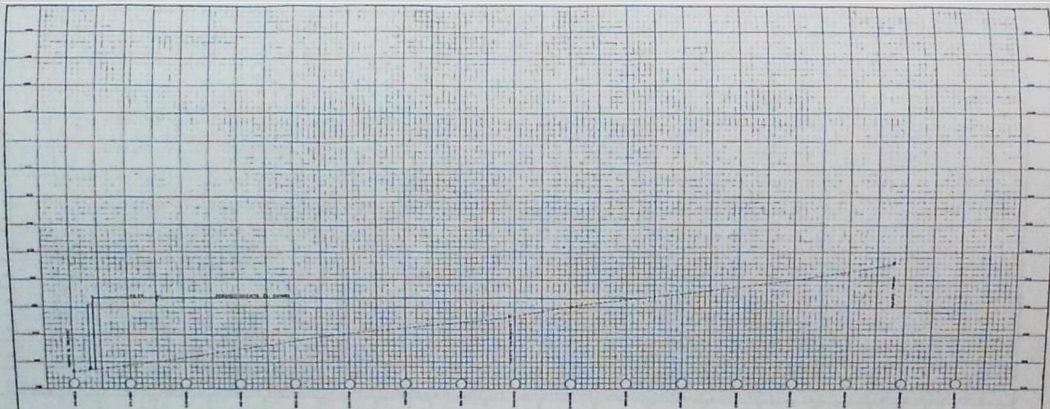
Con el fin de lograr la máxima utilización de los recursos hídricos, con fines hidroeléctricos, del Alto Magdalena, se realizaron una serie de actividades específicas, sobre un total de cinco (5) posibles sitios de aprovechamiento: El Quimbo, Pericongo, Oporapa, Chillurco y Guarapas.

Como quiera que se busca el óptimo aprovechamiento hidroeléctrico de la cuenca en estudio, no se predefinieron límites inferiores, o bien de capacidad instalada o de porcentaje de regulación, como criterios para el descarte de sitios de aprovechamiento. Por el contrario, las actividades específicas realizadas cubrieron todos los posibles sitios, los cuales, son actualmente analizados, tanto individual como colectivamente, con criterios de optimización, a través de los estudios de potencia y energía. Así, se estudiaron sitios de aprovechamiento con grandes capacidades instaladas y altos porcentajes de regulación, como es el caso de El Quimbo, con sitios de aprovechamiento casi a filo de agua, como es el caso de Oporapa.

Para cada uno de los posibles sitios de aprovechamiento hidroeléctrico mencionados, se propusieron diferentes alternativas de ubicación de presa y estructuras auxiliares, las cuales fueron analizadas inicialmente en función de sus condiciones hidrológicas, topográficas, geológicas y sísmicas. Sin embargo, se definieron y estudiaron esquemas alternativos para el aprovechamiento hidroeléctrico en cada sitio. Finalmente, se seleccionaron aquellos que, en términos generales, requieren los menores costos unitarios para su implementación.

3.2 Descripción de los aprovechamientos

La figura 3 presenta la planta-perfil de dos esquemas de aprovechamiento integral de la cuenca alta del Magdalena, los cuales están siendo actualmente (septiembre 1982) analizados a través de los estudios de energía y potencia. El primer esquema está definido por el sistema formado por los aprove-



EMPRESA COLOMBIANA DE ENERGIA ELÉCTRICA
S.A. - E.S.E.



ELECTRIFICADORA DEL PÁRAMO S.A.



INTERDISEÑOS

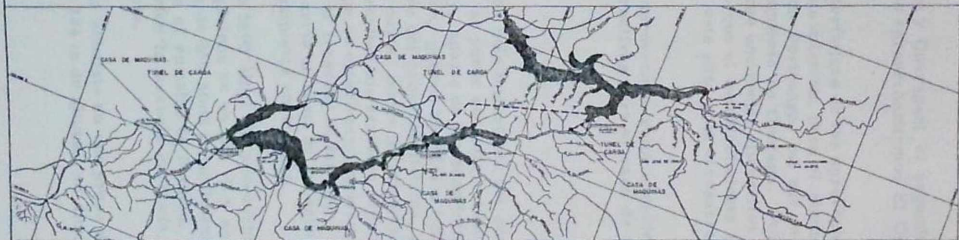
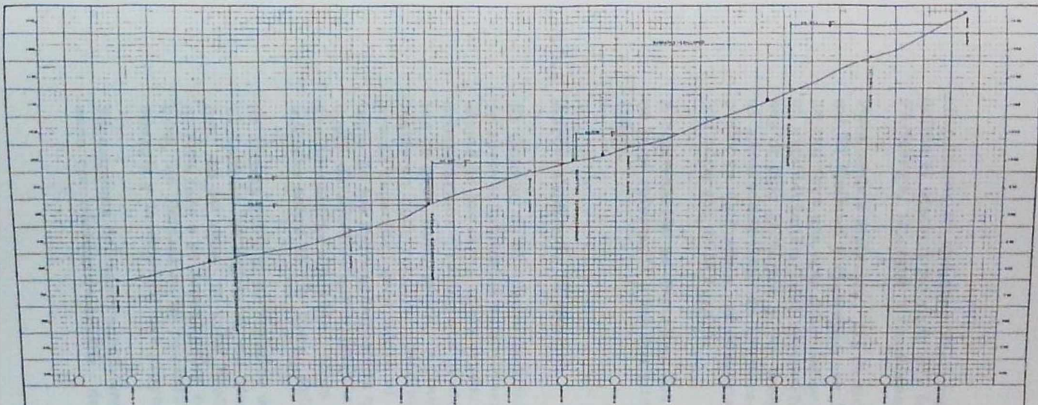
PROYECTO	FECHA	ESTADO	ESCALA

PROYECTO HOMOLETRADO DEL ALTO MENDIETA

PLANO DEL DISEÑO DEL
DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL
DISEÑO HOMOLETRADO DEL

FECHA DE
DISEÑO
DISEÑO

Y. Duque



chamientos El Quimbo, Pericongo y Guarapas; el segundo lo define el sistema formado por los aprovechamientos El Quimbo, Pericongo, Oporapa y Guarapas.

Para ambos sistemas, las características de los aprovechamientos El Quimbo y Guarapas son las mismas; para el sistema dos se requiere una cota de embalse en Pericongo, tal que permita el establecimiento del aprovechamiento en Oporapa. Por razones de tipo geológico y por tenerse una mejor alternativa para el aprovechamiento en Chillurco que el establecimiento de una presa en este sitio, se descarta este sitio para el desarrollo de los recursos de la cuenca.

A continuación se describen los aprovechamientos considerados; se hace referencia a las dos alternativas para el caso de Pericongo.

3.2.1 Aprovechamiento El Quimbo

El Quimbo es el aprovechamiento más importante del conjunto de aprovechamientos estudiados; se puede considerar independiente de los otros aguas arriba y, aparte de los beneficios hidroeléctricos directos que produce, genera beneficios indirectos de gran importancia, a través del proyecto Betania, actualmente en construcción. De otra parte, puede incrementarse su propia capacidad generadora al recibir los caudales regulados, tanto de los aprovechamientos que se establezcan aguas arriba, como de aquellos que impliquen el trasvase de las aguas reguladas de cuencas aledañas, como sería el caso de los aprovechamientos sobre el río Paez, actualmente en estudio.

Se estima que con el embalse de 2600 Mm³ del aprovechamiento El Quimbo se regula el río Magdalena en un 84 % y se retienen, en 50 años, un total hasta de 650 Mm³ de sedimentos que de otra forma se depositarían en el embalse de Betania. Por esto, en Betania se incrementarían la potencia instalada, la energía y la vida útil del proyecto.

El esquema del aprovechamiento consiste en una presa de enrocado con núcleos de arcilla, de 134 m de altura, un dique

auxiliar de 83 m de altura, un vertedero de excesos de 250 m de longitud, un túnel de desviación de 450 m de longitud y una conducción de 340 m hacia la casa de máquinas, superficial, ubicada a pie de presa sobre la margen derecha. Este aprovechamiento utiliza una caída neta de 131 m para instalar 675 Mw y generar 1878 Gwh por año.

Utilizando como se prevé, los caudales turbinados por un proyecto sobre el río Paez, con la misma caída neta se pueden instalar 900 Mw, y generar 3000 Gwh anualmente.

Es importante resaltar que este aprovechamiento se localiza en una zona de sombra desde el punto de vista sísmico.

3.2.2 Aprovechamiento Guarapas

Este aprovechamiento es en términos generales, el segundo en importancia para el desarrollo hidroeléctrico del Alto Magdalena, principalmente en razón a que se constituye en un atrapador de sedimentos para hacer más eficientes los posibles aprovechamientos de Pericongo y Oporapa.

Con el fin de no inundar la población de Pitalito se requiere limitar la cota máxima del nivel normal de aguas a 1245 m, a pesar de no existir ningún limitante geológico ni topográfico para exceder ese valor.

El esquema básico de aprovechamiento consiste de una presa de enrocado con pantalla de concreto de 128 m de altura, desviación, mediante túnel, de 690 m de longitud total, vertedero de excesos de 270 m de longitud efectiva, un túnel de carga de 14.5 km para una casa de máquinas superficial sobre la margen derecha.

Es posible instalar un total de 380 Mw, aprovechando una caída neta de 240 m; la generación anual asciende a 1360 Gwh.

3.2.3 Aprovechamiento Pericongo

Dentro del sistema de aprovechamientos, el de Pericongo tiene la tercera prioridad, después del de Guarapas; esto en razón a volumen total de sedimentos esperado, de construirse antes de aquél.

La presa para este aprovechamiento está ubicada aguas abajo de la desembocadura del río Timaná por lo que utiliza, tanto las aguas de este río como la capacidad adicional de embalse que proporciona su Valle.

El esquema de aprovechamiento con presa alta en este sitio, consiste de una desviación por dos túneles de 3200 m de longitud, vertedero a cielo abierto, de 372 m de longitud, y una conducción, por túnel, con longitud de 822 m para una casa de máquinas superficial sobre la margen izquierda del río. La presa es de enrocado con núcleo arcilloso y tiene una altura de 157 m. En estas condiciones es posible instalar 600 Mw para una generación anual de 1533 Gwh.

Con una altura de presa de 88 m, para permitir el establecimiento del aprovechamiento en Oporapa, el esquema propuesto consiste de una desviación de 3200 m por medio de dos túneles, vertedero a cielo abierto de 276 m de longitud y una conducción por túnel de 810 m para la casa de máquinas superficial sobre la margen izquierda, en el mismo sitio que para la alternativa anterior. Con esta alternativa, la generación anual es de 765 Gwh con una capacidad instalada de 275 Mw.

3.2.4 Aprovechamiento Oporapa

Este aprovechamiento es el de menor importancia, desde el punto de vista de generación; sin embargo, cobra importancia por las condiciones de regulación que ofrece el embalse de Guarapas, localizado aguas arriba. La operación es casi a filo de agua y la generación se hace con casa de máquinas superficial, a pie de presa, sobre la margen derecha.

El esquema está limitado por las condiciones geológicas del sitio de presa y consiste de una presa de enrocado con núcleo impermeable, ligeramente inclinado, con altura de 80 m, vertedero de tipo abierto sobre la margen izquierda, conducción por túnel de longitud de 150 m.

La capacidad instalada es de 135 Mw, para una generación anual de 373 Gwh.

4. ESTIMATIVO DE COSTOS DE APROVECHAMIENTO

La tabla 2 presenta el resumen de los costos directos y de los costos anuales de operación y mantenimiento, estimados para los aprovechamientos referidos en el numeral anterior. Se incluyen así mismo los costos unitarios de potencia y energía.

Los menores costos unitarios corresponden a aquellos del aprovechamiento El Químbo; le siguen en importancia los de Guarapas y Pericongo.

En el cálculo de los costos unitarios de energía se tuvieron en cuenta estimativos de los costos de los servicios de ingeniería, intereses durante la construcción y amortización de la deuda a 20 años, con intereses del 12%.

TABLA 2. Resumen de Costos Totales y Unitarios Estimados

Aprovechamiento	Costo US\$ (000)	Capacidad Instalada (Mw)	Costo Uni- tario US\$/ kw	Energía firme Gwh/año	Energía promedio Gwh/año	Costo Unit. Energía firme US\$ Mwh	Costo Unit. E.Promed. US\$/Mwh
El Quimbo (*)	322.741	675	478	1.878	2.232	26.44	22.25
El Quimbo (**)	358.887	900	399	3.034	3.560	18.20	15.51
Pericongo -970	383.615	600	640	1.533	1.913	38.51	30.86
Pericongo- 920	224.142	275	815	765	1.325	45.09	26.03
Oporapa	142.318	135	1.054	373	528	58.71	41.48
Guarapas	293.036	380	771	1.360	2.085	33.16	21.63

(*) El Quimbo solo

(**) El Quimbo con estimativos de caudales provenientes del río Páez

NOTA: No se incluye evaluación del incremento de energía que el aprovechamiento de El Quimbo proporciona a Betania.

RESUMEN DE COSTOS TOTALES, IMPREVISTOS, INGENIERIA Y ADMON.

PERICONGO

<u>COSTOS DIRECTOS:</u>	QUIMBO **	QUIMBO *	920	970	OPORAPA	GUARAPAS
Obra Civil	153.370	151.603	122.122	207.729	78.270	165.923
Equipos:	125.130	97.468	49.156	85.540	30.410	57.370
<u>IMPREVISTOS:</u>						
Obra Civil 20%	306.740	30.320	24.424	41.546	15.654	33.185
Equipos 12%	15.015	11.696	5.899	10.265	3.649	6.884
<u>SUB-TOTAL:</u>						
Obra Civil	184.044	181.923	146.546	249.275	93.924	199.108
Equipos:	140.145	109.164	55.055	95.805	34.059	64.254
<u>INGENIERIA Y ADMINISTRACION:</u>						
Obra Civil 12%	22.085	21.830	17.586	29.913	11.270	23.892
Equipos 9%	12.613	9.824	4.955	8.622	3.065	5.782
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	358.887	322.741	224.142	383.615	142.318	293.036

5. CONCLUSIONES

De la información anterior es posible presentar las siguientes conclusiones:

1. Existe en el alto Magdalena un gran potencial para desarrollo hidroeléctrico.
2. Es razonable instalar una capacidad total de 1655 Mw, a través de los aprovechamientos El Quimbo, Pericongo y Guarapas.
3. El aprovechamiento El Quimbo es el que, en base a toda la información disponible en el momento, ofrece la mejor inversión para generación hidroeléctrica en el alto Magdalena.
4. La capacidad instalada inicial para El Quimbo se estima en 675 Mw; ésta puede ser incrementada posteriormente por efectos de los aprovechamientos en estudio para el río Páez.
5. El potencial hidroeléctrico de los otros aprovechamientos no es despreciable y debe ser tenido en cuenta en un futuro.
6. Los aprovechamientos de El Quimbo, Pericongo y Guarapas conforman un sistema hidroeléctrico de gran interés, el cual, en conjunto, será analizado en las fases futuras inmediatas del proyecto alto Magdalena.