



INSTITUTO COLOMBIANO
DE
ENERGIA ELECTRICA

CENTRAL HIDROELECTRICA
DE
CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL INFORME DE FACTIBILIDAD TECNICA PROYECTO MIEL I

VOLUMEN IV

APENDICE F - ESQUEMAS DEL PROYECTO

APENDICE G - COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION

CONSORCIO RIO LA MIEL

INTERDISEÑOS - SUELOS Y FUNDACIONES - GEOCOLOMBIA

JUNIO 1979

FINANCIADO POR EL FONDO NACIONAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO (FONADE)

PROPIEDAD 105
Sección Documentación
y Divulgación
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

CA



333.914
J125 d m I
1979
Vol. IV

A MIEL

CONSTRUCCION

Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

337.910986 L

C755 de
E. 1



INSTITUTO COLOMBIANO
DE
ENERGIA ELECTRICA

CENTRAL HIDROELECTRICA
DE
CALDAS

PROPIEDAD
Sección Documentación
y Divulgación
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL

INFORME DE FACTIBILIDAD TECNICA

PROYECTO MIEL I

VOLUMEN IV

APENDICE F - ESQUEMAS DEL PROYECTO

APENDICE G - COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION

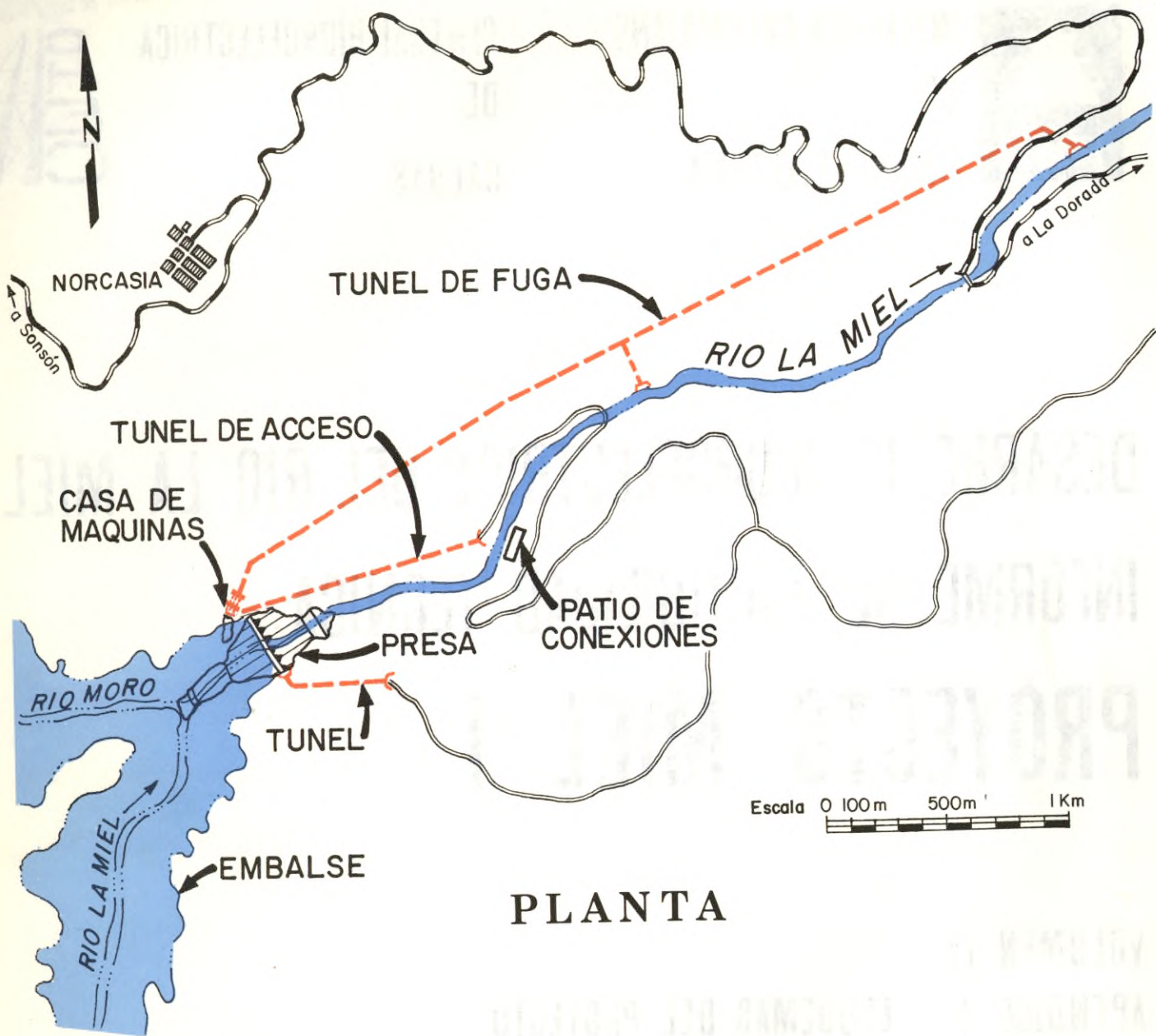
CONSORCIO RIO LA MIEL

INTERDISEÑOS - SUELOS Y FUNDACIONES - GEOCOLOMBIA

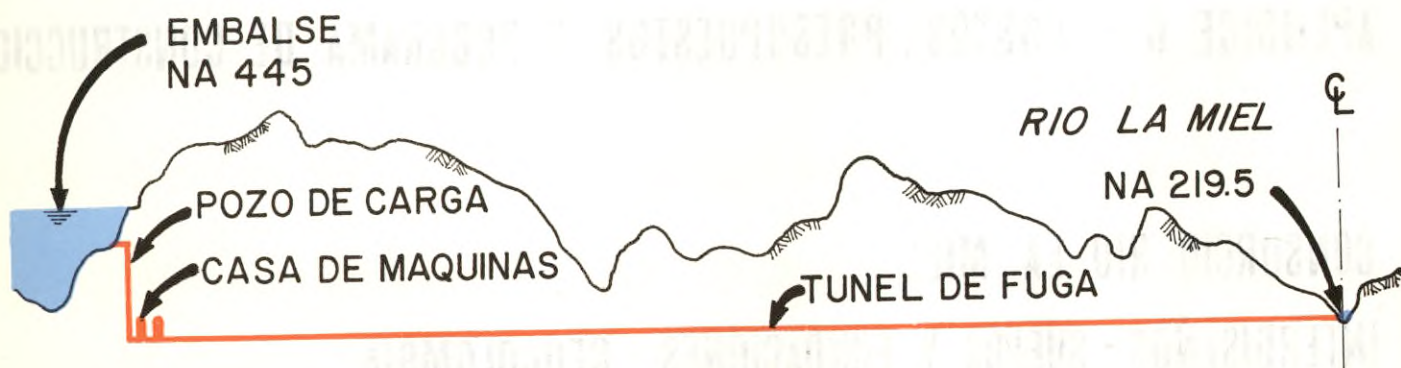
JUNIO 1979

FINANCIADO POR EL FONDO NACIONAL DE PROYECTOS DE DESARROLLO (FONADE)

0129



PLANTA



PERFIL

PROYECTO MIEL I

PROYECTO MIEL I
CARACTERISTICAS PRINCIPALES
(Nivel máximo de embalse : 445 Fp =0.5)

DATOS GENERALES	Caudal de Diseño: 170 m ³ /s. Salto bruto máximo: 225.5 m. Capacidad instalada: 324 mw. Capacidad confiable: 220 mw. Energía firme: 964 gwh/año.
DATOS HIDROLOGICOS	Area de la hoya hidrográfica: 770 km ² . Precipitación media: 5000 mm. Caudal medio del río: 85.4 m ³ /s.
EMBALSE	Area: 12 km ² . Volumen total: 570 Mm ³ . Volumen útil: 430 Mm ³ . Nivel máximo: cota 445. Nivel mínimo: cota 390.
DESVIACION	Capacidad: 1500 m ³ /s. Longitud del túnel: 890 m. Diámetro: 9.5 m. Altura de la ataguia: 34 m.
REBOSADERO	Capacidad: 5800 m ³ /s. Tipo: dos túneles. Diámetro de los túneles: 11.0 m. Compuertas: 4 de 18.0H x 9.0L.
PRESA	Tipo: enrocado con cara de concreto. Altura: 180 m. Volumen: 7.3 Mm ³ .
CASA DE MAQUINAS	Tipo: Subterránea. Pérdida máxima de carga: 5 m. Tres turbinas tipo Francis de 120 mw. Tres generadores de 108 mw.
CONDUCTOS DE CARGA	Tres, uno para cada unidad. Longitud túnel superior: 30 m. Altura del pozo: 165.5 m. Longitud del túnel inferior: 35 m. Diámetro del sector revestido en concreto: 3.5 m. Diámetro del sector blindado: 3.0 m.
TUNEL DE FUGA	Longitud: 3980 m. Diámetro: 8.8 m.
COSTO DEL PROYECTO	US\$213 millones

VOLUMEN IV

INDICE GENERAL

- Apéndice F - ESQUEMAS DEL PROYECTO
- Anexo 1 - INFORMES - RAUL MARSAL
- Apéndice G - COSTOS, PRESUPUESTOS Y
PROGRAMA DE CONSTRUCCION

PROYECTO MIEL I
VOLUMEN IV
APENDICE F -
ESQUEMAS DEL PROYECTO



APENDICE F

I N D I C E

CAPITULO		PAGINA
1	INTRODUCCION	F-1
2	CARACTERISTICAS DEL SITIO	
	2.1 Características Topográficas	F-1
	2.2 Hidrología	F-2
	2.3 Geología	F-2
3	ESQUEMAS DE DESARROLLO ESTUDIADOS	
	3.1 Casa de Máquinas Superficial	F-3
	3.2 Casa de Máquinas Subterránea Aguas Abajo	F-4
	3.3 Central Subterránea en el sitio de Presa	F-4
4	ESCOGENCIA DEL TIPO DE PRESA	
	4.1 Presa de Tierra y Enrocamiento	F-5
	4.2 Presa de Arco-Bóveda	F-6
	4.3 Enrocamiento con Cara de Concreto	F-7
	4.4 Tipo de Presa Escogido	F-9
5	ESQUEMA ADOPTADO	
	5.1 Generalidades	F-9
	5.2 Presa	F-10
6	OBRAS DE DESVIACION Y DESCARGA DE FONDO	F-12

CAPITULO		PAGINA
7	REBOSADERO	F-13
8	EMBALSE	F-14
9	CAPTACION Y CONDUCCION	
	9.1 Bocatoma	F-14
	9.2 Túneles de Carga	F-15
	9.3 Túnel de Fuga	F-15
10	CENTRAL	
	10.1 Generalidades	F-16
	10.2 Localización	F-16
	10.3 Túnel de Acceso	F-17
	10.4 Cavernas de Máquinas y Transformadores	F-17
	10.5 Cámara de Oscilación	F-18
	10.6 Equipos	F-18
	10.7 Ventilación de la Central	F-18
	10.8 Patio de Conexiones	F-19
11	SISTEMA DE POTENCIA	
	11.1 Topología del Sistema	F-19
	11.2 Dimensionamiento del Sistema	F-20
12	DIAGRAMA UNIFILAR	
	12.1 Definición de Módulos y Configuración	F-21
	12.2 Diagrama Unifilar	F-21
13	TRANSMISION	F-22



CAPITULO

PAGINA

14	SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES	F-22
15	ENERGIA ELECTRICA PARA CONSTRUCCION	F-23
16	CARRETERAS	F-23
17	CAMPAMENTOS Y SERVICIOS	F-24



APENDICE F

F I G U R A S

- F-1 Embalse y Localización General
- F-2 Alturas de Presa Estudiadas
- F-3 Disposición General de las Obras
- F-4 Presa y Obras Anexas - Planta General
- F-5 Presa - Corte y Detalles
- F-6 Inyecciones y Galerías de Drenaje
- F-7 Rebosadero - Planta y Cortes
- F-8 Túnel de Desviación y Cámara de Válvulas - Corte y Detalles
- F-9 Bocatoma y Conducción - Corte y Detalles
- F-10 Casa de Máquinas - Planta y Cortes
- F-11 Diagrama Unifilar
- F-12 Presa de Arco - Planta y Corte

APENDICE F

ESQUEMA DEL PROYECTO

1. INTRODUCCION

En este Apéndice se describen los estudios efectuados para seleccionar el esquema general del desarrollo del sitio del Proyecto Miel I, en lo referente a la disposición de las diferentes componentes del proyecto.

Se presentan, así mismo, los estudios que llevaron a la escogencia del tipo de presa más conveniente para el proyecto y, finalmente, se describen los componentes del esquema adoptado.

2. CARACTERISTICAS DEL SITIO

A continuación se describen las características topográficas, hidrológicas y geológicas específicas del sitio seleccionado para localizar las obras del proyecto.

2.1 Características Topográficas

El sitio de presa está localizado inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos Moro y La Miel para aprovechar los caudales de ambos. El eje de la presa fué localizado en una estructura natural en forma de V muy simétrica con pendientes transversales de 60° aproximadamente. El emplazamiento del eje ofrece el menor volumen de terraplén y cualquier sitio aguas abajo es más ancho a las cotas consideradas para la cresta de la presa.

Desde el sitio de presa hasta la desembocadura del túnel de fuga el cañón del río La Miel mantiene su forma de V, es estrecho y muy profundo; por la marge derecha el cañón sube hasta la cota 650 aproximadamente y por la marge izquierda a la cota 700, donde se encuentra la población de Norcasia. El remate del cañón forma unas planicies relativamente anchas especialmente en la margen derecha, que suben lentamente con el río hasta encontrar el pié de la cordillera formando lo que en

geología se llama un peneplano.

El río en el sitio de presa tiene la cota 270 y en el sitio de desfogue del canal de fuga tiene la cota 219.5 de tal manera que la cabeza natural es de 52 m en una longitud de 4 km aproximadamente lo que representa una pendiente ligeramente mayor al 1%. Desde el sitio de fuga hacia aguas abajo la pendiente se reduce al 0.5% y posteriormente al 0.3%.

2.2 Hidrología

Para las obras de desviación se ha seleccionado la creciente con un período de recurrencia de una vez en 25 años que corresponde a $1500 \text{ m}^3/\text{s}$.

La creciente máxima probable calculada fué de $7.700 \text{ m}^3/\text{s}$. La amortiguación en el embalse reduce la creciente a $5.800 \text{ m}^3/\text{s}$, valor que se empleó en el diseño del rebosadero.

2.3 Geología

La geología del sitio de presa es favorable para el emplazamiento de la estructura y aún puede ser considerada como adecuada para la construcción de una presa de arco. Las pendientes transversales son altas y la cobertura del material suelto sobre la roca es relativamente delgada. Los esquistos biotíticos se presentan compactos y cerrados y no se prevén problemas de cavernas cársticas, conductos o grandes sistemas de diaclasas que presenten condiciones difíciles para el sellamiento y la impermeabilización de los estribos.

El rumbo de la esquistosidad es sensiblemente normal al río y su inclinación de 70° hacia el oeste. El sistema principal de diaclasas es paralelo al río y buza hacia el norte con 70° aproximadamente.

3. ESQUEMAS DE DESARROLLO ESTUDIADOS

Para el aprovechamiento del salto del río comprendido entre el sitio de presa y el sitio donde el río disminuye de pendiente, unos 7 km aguas abajo del sitio de presa, tal como se muestra en la Figura F-3, se estudiaron tres posibilidades: casa de máquinas superficial, casa de máquinas subterránea adyacente a la presa y casa de máquinas subterránea aguas abajo de la presa. A continuación se analizan cada una de estas al

ternativas.

3.1 Casa de Máquinas Superficial

Se efectuaron varios reconocimientos detallados del área en busca de sitios topográficamente adecuados para localizar una casa de máquinas superficial, identificándose únicamente dos posibilidades. Uno de los sitios se encuentra localizado 1.1 km aguas abajo de la presa, en la zona donde posteriormente, en el esquema definitivo, se localizó el patio de conexiones.

El otro sitio topográficamente adecuado para una localización superficial, se encontró 5.5 km aguas abajo del sitio de presa y consiste en una cabalgadura con pendiente hacia el río de 20° y pendiente transversales hacia dos cañadas que limitan el área favorable. A pesar de que los primeros reconocimientos geológicos indicaban que las condiciones del subsuelo podrían ser difíciles, se estudió detalladamente este sitio por medio de levantamientos geológicos y perforaciones con el fin de determinar el tipo y espesor de los suelos y profundidad y de la posible alteración de la roca.

Se encontró que el nivel de roca se encuentra a una profundidad similar a la del lecho actual del río, lo cual indica que posiblemente el río La Miel tuvo un cauce antiguo en este sitio que fué posteriormente rellenado por derrubio de ladera. El perfil de roca hace difícil la cimentación de la casa de máquinas y aunque esto podría solucionarse, el mayor problema se presentaría en la estabilidad de los taludes de altura apreciable, en suelos muy heterogéneos. Estos problemas hicieron que se descartara la posibilidad de utilizar este sitio para localizar una casa de máquinas subterráneas.

La información obtenida de las perforaciones se muestra en el Apéndice C de este informe.

Por las razones anteriores se ha decidido descartar la alternativa de casa de máquinas superficial para el desarrollo del proyecto Miel I.

3.2 Casa de Máquinas Subterránea Aguas Abajo

Este esquema consistiría en un túnel de baja presión casi horizontal a la cota 380, un pozo vertical que conduciría a una central subterránea, y un túnel de fuga relativamente corto. El túnel de acceso a la casa de máquinas sería también muy corto.

Este tipo de desarrollo es satisfactorio y usual en numerosas centrales. Sin embargo, la geología indica que en la zona donde estaría localizada la caverna se encuentran esquistos y diques ígneos de inferior calidad a los esquistos que se encuentran cerca al sitio de presa. Además, el túnel de conducción a la cota 380 tendría un alineamiento más largo para lograr techo satisfactorio, que un túnel más profundo.

Considerando que en el funcionamiento hidráulico, las pérdidas y demás características del proyecto no ofrecen ventajas apreciables sobre el esquema que se describirá a continuación, se descartó la localización de la central subterránea 4 km aguas abajo del sitio de presa.

3.3 Central Subterránea en el Sitio de Presa

Este esquema consistiría en una central en caverna localizada en el estribo izquierdo ligeramente aguas arriba del eje de la presa. Se estudiaron cuatro alternativas de sitio de descarga de la central, cuyos niveles de fuga varían entre 2.4 y 6.7 km y aprovechan diferentes caídas del río.

El sitio de descarga del túnel de fuga ha sido analizado con criterios económicos y con los parámetros usados en este momento, se ha encontrado que el sitio de descarga más conveniente está a 4.0 km de la central en caverna en el cual se aprovecha un salto de 52 metros.

La descripción de las diferentes componentes del proyecto y de sus características principales se encuentra más adelante, en el numeral 5.

4. ESCOGENCIA DEL TIPO DE PRESA

De acuerdo con la topografía y las condiciones geológicas y geotécnicas del sitio seleccionado, se consideraron para el estudio de factibilidad, tres tipos de presa:

- Presa de tierra y enrocamiento.
- Presa de arco-bóveda
- Presa de enrocamiento con cara de concreto.

A continuación se presentan los resultados de los estudios de estos ti
pos de presa.

4.1 Presa de Tierra y Enrocamiento

Las investigaciones de materiales que se han adelantado en esta etapa de factibilidad han demostrado que la alternativa de presa de tierra y enrocamiento debe descartarse debido principalmente a que los mate
riales impermeables existentes en la zona, los cuales son suelos resi
duales provenientes de la meteorización de dioritas y esquistos, no son aceptables para la construcción de núcleo de presa de la altura que se requiere.

Como se menciona en el Apéndice E sobre la investigación de materia
les impermeables, los suelos residuales son limos de baja plasticidad, muy susceptibles a la erosión lo cual los hace peligrosos bajo altas gra
dientes hidráulicas y además, con humedades naturales muy por encima
de las óptimas de compactación, condición que hace muy difícil su colo
cación y compactación, en una zona de precipitación pluvial del orden de 5000 mm al año.

Los índices de plasticidad promedio de los suelos residuales varían de 13 a 18 para los provenientes de esquistos y valores en su mayoría nu
los se observan en los limos provenientes de dioritas. La humedad natu
ral de los suelos residuales se encuentra entre 10 y 22% por encima de la humedad óptima de compactación. Teniendo en cuenta la pluviosidad de la zona estos materiales que conforman el núcleo tendrían que colo
carse a su humedad natural y a estas humedades las densidades de com
compactación son muy bajas lo mismo que los parámetros de resistencia al corte; lo cual tendría influencia directa sobre la estabilidad de la presa.

Por otra parte, por la geometría del cañón, existiría una fuerte interac
ción entre laderas, así como entre las zonas permeables y el núcleo, condición que es también desfavorable.

4.2 Presa de Arco-Bóveda

Topográficamente el sitio de presa de Miel I, con relación de 2 a 1 entre longitud de cresta y altura, es favorable para el empotramiento de un arco delgado. La simetría de los estribos es buena y no se observan accidentes topográficos importantes con cañadas y quiebres abruptos que puedan dificultar el diseño de la presa. Se estimó que para una presa con cresta en la 445 el volumen de un arco delgado en este sitio sería de 850.000 m³ que es aproximadamente una octava parte del volumen de un enrocamiento con cara de concreto.

La factibilidad técnica de un arco delgado se basa en un conocimiento detallado, minucioso y absolutamente confiable de la geología de ambos estribos hasta la profundidad donde existan esfuerzos impuestos sobre planos potenciales de movimiento. La experiencia hasta el momento indica que en Colombia no se han encontrado sitios adecuados para emplazar un arco delgado; para desarrollar la factibilidad técnica de un arco delgado tomaría por lo menos dos años y requeriría un extenso número de perforaciones, galerías y ensayos de mecánica de rocas.

Con los estudios geológicos realizados hasta el momento se han podido observar condiciones geotécnicas desfavorables además de otras razones técnicas que no hacen aconsejable adoptar en este sitio una presa de este tipo.

La información geológica obtenida en el campo y los sondeos realizados en la zona de la presa muestran las siguientes condiciones de la roca, desfavorables para el emplazamiento de una presa de arco.

La influencia de meteorización de la roca alcanza una profundidad máxima observada de 18 metros según puede deducirse de los sondeos S-1 y S-2. En los sondeos S-3 y S-4 perforados cerca al lecho del río muestran meteorización de la roca hasta 15 metros en el primero y 18 metros en el segundo; para la fundición y empotramiento de una presa de arco tendría que excavarse la totalidad de la zona meteorizada.

En el sitio de la presa se determinaron tres sistemas principales de diaclasas de las cuales el predominante es aquel que tiene un rumbo sensiblemente paralelo al río con inclinación casi vertical. Esto fué comprobado, en los levantamientos de las galerías de exploración. Esta condición es muy desfavorable para la estabilidad de la presa de arco puesto que estas diaclasas son planos de debilidad prácticamente en el sentido de los empujes del arco.



En los sondeos se observan a diferentes profundidades zonas de intensa fracturación y aunque no se puede establecer con certeza su continuidad, la influencia de esfuerzos del arco puede alcanzar a llegar a las zonas de fracturamiento que serían planos potenciales de movimiento.

El sentido de la foliación de los esquistos sigue un rumbo sensiblemente NS. En el estribo izquierdo una componente de los esfuerzos de empuje del arco coincidiría con el sentido de la foliación mientras en el estribo derecho los empujes serían perpendiculares a la foliación. Esta condición es desfavorable puesto que podrían existir deformaciones diferentes entre un estribo y otro.

Por otra parte, las condiciones de sismicidad de la zona son un factor crítico que por sí solo descarta la posibilidad de construir una presa de arco en este sitio. Los criterios actuales para diseño de presas de arco no recomiendan la construcción de este tipo de estructura en zonas sísmicas con aceleraciones mayores 0.15 g; para la zona del proyecto según puede observarse en el estudio que se presenta en el Apéndice D se determinó una aceleración probable de 0.25 g.

Así mismo, se consideró como factor desfavorable en la construcción de la presa de arco el alto costo en el tratamiento de la roca, los concretos dentales y la excavación de roca para empotrar la estructura. El análisis comparativo de costos muestra que estos son menores en una presa de enrocado.

Lo que podría considerarse como ventaja en un arco delgado, que sería el rebosadero incorporado a la estructura, es en este caso inadecuado por la gran altura que tendría esta presa y el volumen de los caudales de rebose. En la Figura F-12 se presenta un posible esquema del proyecto considerando la presa de arco-bóveda.

4.3 Enrocamiento con Cara de Concreto

La alternativa más atractiva es la presa de enrocamiento con cara de concreto; en la zona existen cantidades suficientes de roca de buena calidad para conformar el cuerpo de la presa como son los esquistos duros metamórficos, cuarcitas y migmatitas que afloran en el sitio; además, se encuentran materiales para obtener mediante procesamiento, los agregados requeridos para los concretos.

No existen precedentes de presas de este tipo, de alturas iguales a las consideradas para este desarrollo; la más alta construída hasta ahora es la presa de Areia en Brasil que tiene 152 m; sin embargo, no hay razón técnica por la cual no puedan construirse presas de mayor altura.

Esta alternativa tiene las siguientes ventajas principales:

a. Simplicidad del Diseño

La principal condición que debe tener una presa de este tipo es que sus asentamientos sean mínimos para reducir las deformaciones en la placa de concreto. Teniendo una roca de buena calidad con la cual se pueda obtener baja rotura de granos bajo esfuerzos, baja relación de vacíos y por consiguiente mínima compresibilidad, el diseño se reduce a seleccionar los taludes mínimos que se puedan permitir de acuerdo con los parámetros de resistencia obtenidos en pruebas de laboratorio.

b. Facilidad de Construcción

Teniendo en cuenta las características topográficas del sitio, este tipo de presa no ofrece problemas para su construcción. Las condiciones de pluviosidad de la región no son inconvenientes como en el caso de presa de tierra y enrocamiento, por el contrario la lluvia es un factor favorable para la colocación y compactación del enrocamiento. Por lo tanto, no hay limitaciones durante la construcción por causa de las variaciones del tiempo para la colocación del relleno.

c. Estabilidad

Este tipo de presa ofrece un alto margen de seguridad contra posibles fallas por corte lo cual se manifiesta en taludes menos tendidos y volúmenes de terraplén menores. Las razones principales son las siguientes:

- Con el diseño de un filtro adecuado detrás de la cara de concreto, se mantiene el cuerpo principal de la presa no saturado y por lo tanto libre de presiones hidrostáticas.

- Toda la masa de relleno está actuando para resistir el empuje del agua del embalse.
- El empuje del agua lo recibe la cara de concreto, la cual lo transmite a través del relleno directamente a la fundación.
- No presenta zonas débiles como un núcleo impermeable dentro del cuerpo de la presa.
- No existe el peligro de falla por tubificación dentro de la presa pues to que la cara de concreto no es susceptible a erosión progresiva.
- Por otra parte, este tipo de presa ofrece buen comportamiento contra posibles fallas de estabilidad en una región sísmica como es la zona del proyecto.

Como otras ventajas, se pueden mencionar que durante la construcción no hay interferencia en el programa de inyecciones y la colocación y compactación de los rellenos de la presa.

Además, en caso de presentarse filtraciones a través de la presa, el enrocado puede tomarlas dentro de cierto límite y la cara de concreto puede someterse fácilmente a una inspección y reparaciones posteriores.

4.4 Tipo de Presa Escogido

Dados los problemas de materiales para el núcleo de una presa de tierra y enrocamiento y a las condiciones desfavorables para el diseño de la presa de arco-bóveda que se describieron anteriormente, y considerando las ventajas mencionadas para una presa de enrocamiento con cara de concreto, se escogió este tipo de presa para el Proyecto Miel I.

5. ESQUEMA ADOPTADO

5.1 Generalidades

En este estudio de factibilidad se analizan alternativas de nivel máximo de embalse a las cotas 430, 445 y 460, cada una para factores de planta de 0.4, 0.5 y 0.6. El esquema que se presenta en este informe es aplicable a cualquiera de las alternativas analizadas, las cuales se di

mencionaron para las distintas capacidades de planta.

Se analizó además el número de unidades que se deberían instalar en la central y se llegó a la conclusión de que tres unidades es el número más adecuado.

En el Apéndice B se presentan los costos unitarios de potencia y energía de las alternativas estudiadas y en el Apéndice G los presupuestos detallados. En la Figura F-2 se presentan las plantas generales, de los esquemas para los diferentes niveles de embalse.

A continuación se describe el esquema del proyecto para un nivel máximo de embalse a la cota 445, para un factor de planta de 0.5 y una capacidad instalada de 324 mw.

En la Figura F-3 se muestra la disposición general de las obras y en las Figuras F-4 a F-10 las diferentes componentes del proyecto con sus detalles respectivos.

5.2 Presa

Para el proyecto de Miel I se ha adoptado una presa de enrocamiento con cara de concreto; en su diseño se han tomado en cuenta los nuevos criterios e innovaciones que se han venido desarrollando en los últimos años para este tipo de estructura.

El cuerpo principal de la presa estará constituido por una zona única de enrocado con tamaños máximos de 30", que sería compactado con rodillos vibratorios pesados. En el talud de aguas arriba se ha proyectado una zona de gradación especial con máximos tamaños de 4" a 6" y de un ancho de 5 metros que sirva de apoyo a la placa de concreto y a la vez que sea una barrera semipermeable en caso de eventuales filtraciones. Ambos taludes de la presa se proyectaron con pendiente de 1.5:1, teniendo en cuenta las experiencias en presas de altura similar y las características de los materiales estudiados para enrocado.

Al pie del talud de aguas abajo se ha previsto la construcción de un terraplén con grandes bloques de roca que servirán de protección a la presa durante descargas del rebosadero.

La cara de concreto se ha diseñado de un espesor variable, de 0.30 m más 0.003 veces la cabeza hidrostática, espesor que es similar al de

las presas más altas construídas hasta el presente. En el contorno de la losa y de acuerdo con el diseño tradicional, se ha proyectado una losa perimetral de ancho variable contra los estribos y en la cual rematará la losa de concreto. Se han previsto además, en la placa de concreto, juntas de contracción verticales espaciadas cada 15 metros, y juntas horizontales y verticales de construcción cerca a la periferia.

La ataguía para desviación será también en enrocamiento con un revestimiento en la cara de aguas arriba de concreto neumático.

El material para la construcción de la presa procederá de las rocas ígneas-metamórficas que afloran en la margen izquierda del río Moro, cerca al sitio de la presa.

Los estribos y fundación de la presa están conformados por rocas metamórficas consistentes en esquistos cuarzo-feldespáticos de estructura néisica de un alto grado de metamorfismo. Las características de la roca del sitio de presa fueron determinadas mediante perforaciones, galerías y reconocimientos geológicos.

En las Figuras F-4 a F-6 se muestra la planta de la presa, sus cortes y detalles.

Para la fundación de la presa se excavará el aluvión del fondo del río y se excavarán los estribos a lo largo del contacto con la cara de concreto para el empotramiento de la losa perimetral.

Para evitar filtraciones a través de los estribos y por la base de la presa se construirá una cortina de inyecciones en el contacto de la cara de concreto con los estribos; la orientación de las inyecciones será tal que intercepten los planos de foliación y diaclasamiento.

La cortina de inyecciones de la presa se ha previsto que se extienda en ambos estribos por medio de galerías de inyección que a la vez servirán como drenaje.

En el estribo derecho se han proyectado dos galerías de inyección superpuestas una superior pasando por la gola del rebosadero y una inferior 60 metros más baja formando una pantalla que conecta finalmente con la cortina de la presa.

En el estribo izquierdo se han proyectado tres galerías de inyección su

perpuestas con diferencias de nivel de 60 metros una de otra para formar una pantalla frente a la casa de máquinas subterránea y que conecta con una cortina radial de inyecciones efectuada desde los conductos de carga en el sitio donde se inicia la zona blindada.

Teniendo en cuenta la elevada presión artesiana detectada en una de las perforaciones se considera de suma importancia el drenaje de los estribos. Desde las mismas galerías de inyección se perforarán huecos de drenaje para aliviar la presión hidrostática en la estructura del rebosadero, en los conductos blindados y cortar el flujo de agua que pueda pasar a través de la cortina de inyecciones.

En la Figura F-6 se muestra la cortina de inyecciones de la presa y las galerías de inyección y drenaje en ambos estribos.

6. OBRAS DE DESVIACION Y DESCARGA DE FONDO

Para permitir la construcción de la presa, el río deberá desviarse alrededor de las obras por medio de un túnel, con capacidad de manejar un caudal de $1500 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondientes a una creciente con un período de retorno de una vez en 25 años.

Para determinar la altura de la ataguía de aguas arriba y el correspondiente diámetro del túnel se realizaron los estudios hidráulicos correspondientes, cuyo resultado mostró que la alternativa más económica, dado lo estrecho del cañón del río, se obtendría con una ataguía de unos 30 a 40 metros de altura, escogiéndose finalmente una ataguía de 34 m. La altura de la ataguía de aguas abajo se seleccionó de acuerdo con la curva de remanso de la descarga del túnel con un caudal de $1500 \text{ m}^3/\text{s}$.

La ataguía de aguas arriba estará constituida por un enrocado con pendientes de 1.5 H:1.0V tanto aguas arriba como aguas abajo. El miembro impermeable de la ataguía será una capa de concreto neumático de espesor variable entre 15 cm y 25 cm.

El túnel de desviación se localizó en la margen derecha del río ya que por razones topográficas su longitud es menor que si se localizara en la margen izquierda. Para determinar el tipo más económico de túnel, se compararon las características hidráulicas del túnel sin ningún revestimiento, únicamente con solera de concreto y revestido en concreto neumático con una solera de concreto. Se encontró esta última alter

nativa la más económica. El túnel tendrá una longitud de 890 m, una pendiente de 2.25% y sección en herradura de 9.5 x 9.5 m con una soleira de concreto de 25 cm y revestimiento de concreto neumático de 15 cm en las paredes y la bóveda.

Una vez terminadas las obras de la presa se colocará una válvula Howell-Bunger dentro del túnel de desviación, instalada a continuación de un tapón de concreto, para desocupar el embalse y permitir la inspección y posible reparación de la cara de concreto de la presa. El acceso a la cámara de válvulas se hará por una galería inclinada a 33° con la horizontal. La galería en forma de herradura de 3.10 x 3.10 m se dividirá con un tabique que proporcionará el espacio necesario para la toma de aire de la válvula Howell-Bunger.

7. REBOSADERO

Se ha escogido para la construcción de esta estructura la margen derecha porque proporciona un mejor alineamiento con la dirección general del río y se aprovecha una zona relativamente plana para la zona de impacto de las descargas.

Inicialmente se consideró la posibilidad de construir un rebosadero a tajo abierto. Esta alternativa se descartó puesto que los taludes de dicha excavación alcanzarían alturas hasta de 200 m, que a pesar de la buena calidad de la roca presentarían altos riesgos de inestabilidad y costos excesivos de construcción. Por esta razón, se adoptó un rebosadero en túneles.

El esquema seleccionado para el rebosadero constará de un canal de aducción y una estructura de concreto a la cota 427 con cuatro compuertas radiales de 18.0 m de altura y 9.0 m de ancho. Inmediatamente después de la estructura de control, la descarga se hará por medio de dos túneles de 11 m de diámetro y una longitud de 460 m y 520 m respectivamente.

Para evitar cavitación dentro de los túneles, estos se han diseñado para que con la descarga máxima, 5800 m³/s, funcionen a flujo libre un 80% del área total. En los primeros 150 m la pendiente de los túneles, es de 50% para imprimir velocidad al agua y posteriormente continúa con una pendiente del 4% hasta el deflector donde la descarga salte al cauce del río La Miel.



Con esta última pendiente, basada en modelos ejecutados para otros proyectos, se asegura que el flujo continúe supercrítico y no se produzca un resalto hidráulico que llenaría completamente la sección del túnel y podría producir cavitación.

El sitio seleccionado para recibir la descarga de los túneles es una veega del río relativamente plana que garantizará que la erosión producida por el chorro de descarga no cause derrumbes masivos de las laderas del cañón.

8. EMBALSE

El embalse creado por la presa tendrá una longitud de 21 km e inundará 12 km².

La capacidad total del embalse hasta el nivel máximo previsto en la crecienta (cota 448.2) es de 610 Mm³; de esta capacidad 140 Mm³ corresponden a embalse muerto, 430 a embalse útil para regulación y 40 a embalse útil para amortiguación de crecientes.

En los análisis de desembalse efectuados para la optimización de la generación, se determinó como nivel mínimo de operación la cota 390. El embalse muerto fijado por esta cota tiene un volumen de 140 Mm³ suficiente para almacenar el aporte total de sedimentos, el cual se ha estimado en 43 Mm³ para un período de 50 años.

9. CAPTACION Y CONDUCCION

9.1 Bocatoma

Para evitar interferencias de construcción y eliminar posibles derrumbes sobre las tomas ocasionadas por la construcción del rebosadero, éstas están localizadas en la margen izquierda del río. Topográfica y geológicamente el patio de operación para las tomas y el acceso a las compuertas es favorable. Se han considerado tomas independientes para cada unidad con el fin de simplificar la construcción eliminando el distribuidor subterráneo y permitir la inspección y posibles reparaciones en la totalidad de los túneles de carga.

La bocatoma consiste en un patio de aducción a la cota 380 y una estructura de concreto con rejas metálicas inclinadas; estará provista de tres

compuertas de operación con sus correspondientes de emergencia y a demás tablonés de cierre para permitir la inspección de las guías y de compuertas sin desocupar el embalse y que además garantizan una protección satisfactoria de las unidades.

En la Figura F- 9 se muestran los cortes y detalles de la bocatoma.

9.2 Túneles de Carga

Los tres túneles de carga consisten en un tramo superior horizontal de 30 m de longitud, un pozo vertical de 165.5 m de altura y un túnel inferior horizontal de 35 m que serán excavados a través de los esquistos metamórficos que afloran en el sitio de presa. El túnel superior, el pozo y el tramo del túnel inferior aguas arriba de la cortina de inyecciones tendrá un revestimiento de concreto de 0.40 m de espesor y 3.50 m de diámetro interior. El revestimiento será capaz de soportar la presión del agua del embalse cuando las compuertas de la bocatoma estén cerradas y los túneles estén desocupados.

Aguas abajo de la cortina de inyecciones los túneles tendrán un blindaje de acero que impedirá las filtraciones de agua hacia la casa de máquinas. El diámetro de los túneles en la sección blindada se redujo a 3.0 metros.

Se estudió también la alternativa de construir un solo túnel de carga con una trifurcación para la entrada a las turbinas. Dada la corta longitud de la conducción, la necesidad de proveer válvulas de protección para cada unidad, el costo del distribuidor, el alargamiento del túnel inferior para proveer espacio para el distribuidor y la flexibilidad para inspeccionar y reparar túneles individuales, se adoptó la alternativa con túneles individuales para cada unidad.

9.3 Túnel de Fuga

Los caudales utilizados por la central serán restituidos al río La Miel por medio de un túnel de 3980 m de longitud con contrapendiente de 0.13 por ciento hasta la abscisa 3730 y 2% en el tramo restante hasta el portal de salida. De esta manera el túnel operará siempre a sección llena y garantizará de esta manera la sumergencia de las turbinas. Para la construcción del túnel se ha previsto una ventana de 300 m de longitud que permitirá reducir el tiempo de construcción, e independizar posible

mente la construcción de la cámara de oscilación del túnel de acceso a casa de máquinas.

El túnel tendrá una sección en herradura con paredes verticales de una altura de 8.80 m y un radio de la bóveda de 4.40 m; llevará una solera en concreto y revestimiento de concreto neumático en los tramos que atraviesen rocas muy fracturadas y requieran este tipo de soporte.

Se estudió la posibilidad de localizar la caverna de máquinas en el estribo derecho y construir el túnel de fuga por la margen derecha del río. Esta alternativa se descartó debido a que el túnel de fuga se alarga por esta ruta para poder mantener un techo adecuado.

El sitio aproximado de descarga del túnel se seleccionó de manera que se aprovechará la caída óptima del río basados en criterios económicos. Una vez seleccionada la zona de la descarga se localizó el portal de salida en un sitio que geológicamente presentará las mejores condiciones de estabilidad de taludes.

10. CENTRAL

10.1 Generalidades

Las obras subterráneas de la central comprenden el túnel de acceso, las cavernas de máquinas y transformadores, la cámara de oscilación y la galería de cables.

10.2 Localización

Para la determinación del número de unidades se consideraron tres alternativas de instalación de dos, tres y cuatro unidades, las cuales se analizaron teniendo en cuenta criterios de estabilidad, económicos y flexibilidad de operación, encontrándose que para este nivel de estudio el número óptimo es de tres.

Estas obras están localizadas en la margen izquierda y serán excavadas en los esquistos cuarzofeldespáticos de alto grado de metamorfismo que se considera una roca más competente que la diorita y en general está menos sujeta a fenómenos de meteorización profunda. La orientación de los ejes de las cavernas de casa de máquinas, de transformadores, y de cámara de oscilación se determinó basados en la dirección de la esquis

tividad y de los principales sistemas de diaclasamiento de la roca. La caverna de máquinas se localizó lo más cerca posible al eje de la presa para reducir al mínimo la longitud del blindaje del túnel de carga y obtener además una mejor operación de las turbinas.

En la Figura F-4 se muestra en planta la localización de la central subterránea y sus componentes y en la Figura F-8 y F-9 se indican los cortes y detalles.

10.3 Túnel de Acceso

El acceso a la casa de máquinas se hará por un túnel de 1000 m de longitud, de una sección útil de 6.50 de alta por 6.50 de ancho y una pendiente de 7%. Las dimensiones se fijaron teniendo en cuenta el tamaño de los equipos. El túnel llevará un pavimento de concreto y será parcialmente revestido con concreto neumático.

10.4 Cavernas de Máquinas y Transformadores

La caverna de máquinas tendrá una longitud de 61 m, un ancho de 16 m, y una altura máxima en los pozos de turbinas de 38.70 m; en esta se alojarán tres grupos de generación y contará con un espacio libre para zona de montaje y sala de control.

El nivel del piso de montaje será la cota 225.50 y el nivel inferior de los pozos de turbinas la cota 204.80.

Aguas abajo de la caverna de máquinas se construirá una caverna para alojar los transformadores, con piso al nivel 225.50, la cual tendrá una altura de 14 m y un ancho de 13 m. Esta caverna se comunicará con la superficie, cerca de la cota 400, por medio de una galería con 30% de pendiente por la cual se sacarán las líneas de 230 kv que irán al patio de conexiones.

Las barras entre los generadores y los transformadores se llevarán por galerías inclinadas, una para cada grupo, de 20 m de longitud, 3 m de ancho y 3.50 de altura.

Para lograr la estabilidad de las paredes y la bóveda de las cavernas se han previsto pernos de anclaje y malla recubierta con concreto neumático.

10.5 Cámara de Oscilación

La cámara de oscilación está localizada aguas abajo de la caverna de transformadores y servirá de colector de los conductos de fuga de las unidades, además de evitar, en caso de un cierre brusco de las turbinas, el fenómeno de golpe de ariete, y asegurar cuando se abre bruscamente una turbina, que la masa de agua contenida en el túnel de fuga adquiera rápidamente la velocidad necesaria.

La cámara es una caverna de 55 m de longitud, 15 m de ancho y 43 m de altura, cuyas paredes y bóveda irán protegidas con pernos de anclaje y malla cubierta con concreto neumático.

10.6 Equipos

La caverna de máquinas alojará tres grupos de generadores de 108 mw cada uno.

Las turbinas serán del tipo Francis de eje vertical y 300 rpm.

El caudal nominal será de 57 m³/s por unidad y el salto neto nominal de 218 m.

Los generadores serán sincrónicos de polos salientes y voltaje de 13.8 kv y con enfriamiento convencional por aire y agua.

Los transformadores de potencia serán monofásicos, aislados con aceite y con enfriamiento FOW. Por cada generador habrá un banco de tres transformadores con una capacidad de 45 mva por unidad.

10.7 Ventilación de la Central

La ventilación se hará a través del pozo de cables y del túnel de acceso. El aire entrará por la galería de cables a una planta de ventilación y enfriamiento situada en la galería de transformadores, de donde se distribuirá por medio de ductos, a los transformadores y a los diferentes niveles de la caverna de máquinas, de donde será evacuado finalmente por el túnel de acceso.

10.8 Patio de Conexiones

El patio de conexiones estará localizado en la margen derecha del río frente al portal de entrada del túnel de acceso a la central y se construirá sobre un relleno de roca compactada procedente de la excavación de los túneles, 25 m por encima del nivel del río, a la cota 280. Tendrá una longitud de 150 m por 60 m de ancho.

11 SISTEMA DE POTENCIA

Para la definición de los módulos que determinan el diagrama unifilar de la Central subterránea y patio de conexiones, lo mismo que el sistema de conexión con Manizales, se estudió el sistema de Potencia desde los puntos de vista de su configuración y de su dimensionamiento.

Se consultaron los estudios de expansión del sistema a nivel CHEC , ICEL e ISA.

Se analizaron cuatro alternativas de configuración del sistema de Potencia del Oriente de Caldas afectadas por el Proyecto de La Miel. Se eligió la configuración más conveniente en función del estudio comparativo de costos y del grado de suplencia del sistema.

Se utilizaron para el dimensionamiento de las líneas valores determinados por sus capacidades naturales (SIL) para garantizar la estabilidad del sistema en base al número y tamaño de las unidades de generación elegidas.

11.1 Topología del Sistema

Para elaborar y seleccionar los esquemas eléctricos básicos de la Central y subestación se estudió la incidencia de la topología de los cuatro desarrollos recomendados en la Etapa A.

- La Miel I 324 mw (actualizado)
- La Miel II 338 mw
- Butantán 292 mw
- Samaná Medio 252 mw

Se suponen condiciones óptimas de trabajo de transporte de Energía Eléctrica, es decir, la capacidad de las líneas se considera en función de

la potencia característica o natural de las mismas, o sea la potencia correspondiente a la impedancia característica.

Este criterio es adecuado para efectos de comparación de alternativas; sin embargo a nivel de diseño el factor limitante para el transporte de energía y por tanto el criterio de dimensionamiento puede ser más rígido en función de la capacidad térmica, radio interferencia, etc.

11.2 Dimensionamiento del Sistema

Las capacidades utilizadas durante la obtención de la topología del sistema en función de las capacidades naturales de las líneas tienen solo un valor relativo útil para la elección de las alternativas.

Para el dimensionamiento del sistema a nivel de factibilidad se refina ligeramente la capacidad de transmisión en función de:

$$P = C P_c = C (kv)^2 / Z_c = C (kv)^2 / 400$$

Es decir se expresa la capacidad de transporte de una línea en función de la capacidad natural o característica SIL (Surge Impedance Loading), ya que la carga permisible de una línea de transmisión se puede expresar como una fracción del SIL, no necesaria ni usualmente menor que la unidad.

Si el diseño es radial, o va a implicar flujo de carga unilateral, como en el modelo de la CHEC, se puede dimensionar para la carga media en tal forma que si se asume un factor de carga de 0.5, la carga permisible en la línea puede llegar a ser la carga pico y por lo tanto $C=2$ y $P=2P_c$.

Si el diseño es en malla, o va a implicar flujo de carga bilateral e intercambio de energía, de acuerdo con la filosofía de los modelos de expansión de ICEL y de ISA; se puede dimensionar para la carga media que a hora se aproximaría más a la carga pico y la carga permisible en la línea, en el límite, llegaría a ser la natural y por lo tanto $C=1$ y $P=P_c$.

Como los costos incrementales de los dobles circuitos son relativamente ventajosos, máxime si se considera el costo del sistema de transmisión vs el costo del sistema de generación, se ha elegido $C=1$ con la ventaja adicional de que la interconexión eventual La Miel-Dorada quedaría considerada.

12. DIAGRAMA UNIFILAR

En función del Estudio del Sistema de Potencia se definieron los módulos de la Central Subterránea y del Patio de Conexiones.

Se eligió como configuración básica para el patio de conexiones la de barraje principal y barraje de transferencia.

Con la configuración elegida y los módulos definidos se determinó finalmente el Diagrama Unifilar de la Central Subterránea y del Patio de Conexiones.

12.1 Definición de Módulos y Configuración

La determinación de la topología del sistema de potencia fijó el número de módulos del patio de maniobras que dependen del sistema exterior.

El número de módulos de generación se determinó en función del análisis técnico y económico de tres alternativas prácticas: dos unidades, tres unidades y cuatro unidades.

La determinación de tensiones y dimensionamiento en general se obtuvo del estudio del sistema y de los parámetros hidráulicos del Desarrollo Hidroeléctrico.

La configuración básica se eligió cuidadosamente en función de las condiciones locales, como una de compromiso entre las que garanticen economía de acuerdo a la importancia del desarrollo, facilidad de operación y mantenimiento de acuerdo con las configuraciones regionales y continuidad de servicio.

Se eligió como configuración básica para el patio de conexiones la de barraje principal y barraje de transferencia.

12.2 Diagrama Unifilar

La Figura F-11 muestra el diagrama unifilar de La Miel I. Se han elegido transformadores FOW monofásicos en función de su localización y en función de la economía y elasticidad que representa la adquisición de una unidad monofásica de suplencia obligante, en el medio nacional debido a la prolongación de los períodos de reposición.

Se han ilustrado a trazos los módulos propios para las líneas que eventualmente puedan complementar el sistema en función de los planes de la CHEC, ICEL o ISA. A falta de definiciones exactas dichos módulos deben preverse como mínimo en la parte civil del proyecto e inciden en la determinación del área del Patio de Conexiones.

13. TRANSMISION

En función del estudio del sistema de potencia y del estudio de alternativas de transmisión de energía, se determinó la necesidad de una línea de 230 kv, doble circuito, que unirá dos módulos del patio de maniobras de Miel I, directamente con dos módulos de la subestación La Enea en Manizales.

La línea de transmisión de 2. x 230 kv tendrá una longitud de 100 km y aprovechará la ruta de la actual línea Manizales-Dorada, 115 kv conformando con ella un corredor de líneas que puede poblarse en función de los proyectos de Miel II y demás proyectos de las hoyas vecinas.

14. SISTEMA DE SERVICIOS AUXILIARES

Como la tensión de generación elegida, normalmente en Colombia es 13.8 kv, dicha tensión se eligió también para el sistema de servicios auxiliares, implementado con un sistema de distribución y protegido contra sobrecarga y corto-circuito en forma selectiva.

El sistema de suministro de energía para servicios auxiliares contará así con triple fuente (los tres generadores de la Central) selectiva con seccionadores bajo carga en operación normal. Tal sistema se complementará con un grupo electrógeno de 350 kva aproximadamente y transformador de 480/13.800 voltios, 60 Hz, con transferencia automática - para operación de emergencia y sistema de corriente continua de 125 v, con rectificador, para los sistemas de control y convertidor estático para el sistema de comunicaciones, o carga crítica de no interrupción.

La carga estará conformada por los sistemas de accionamiento y control tanto para los equipos de alce de las compuertas del vertedero y de captación, rejas coladeras, malacates y puente-grúas en la presa y en la central subterránea como en la subestación y patio de maniobras.

Carga normal del sistema de auxiliares será además el sistema de aire, para circulación y control de temperatura y de humedad, del orden de 200 toneladas necesario para las cavernas de máquinas y los sistemas de recirculación de agua y aceite de las máquinas y cables de 220 kv.

15. ENERGIA ELECTRICA PARA LA CONSTRUCCION

La energía para la construcción será transportada por la línea existente, a 34.5 kv, Dorada-Norcasia, con capacidad aproximada adicional de 5mw durante las horas pico en función de los limitantes térmicos y de la baja carga constituida por Isaza, Norcasia y San Diego.

Su capacidad actual no es totalmente aprovechable debido a que La Dorada 115 kv constituye un barraje crítico del sistema CHEC, pero gracias al refuerzo Mariquita-La Victoria, previsto en el Plan de Expansión del ICEL para 1980, tal restricción desaparecerá durante el período de construcción.

La línea Dorada-Norcasia es una línea relativamente descargada (Isaza a 25 km, Norcasia a 32 km y San Diego a 43 km) con 3 mw máximos en el pico para 1982.

Su capacidad aproximada de 7 mw no es totalmente aprovechable debido a que la subestación La Dorada constituye, por su situación geográfica con respecto al origen de la generación, el barraje más crítico del sistema de 115 kv de la CHEC.

Para 1980, de acuerdo con el Plan de Expansión del ICEL y teniendo en cuenta que el factor de carga del sistema es del 40% es posible tomar los 4 a 5 mw necesarios para la construcción en horas no pico.

16. CARRETERAS

Al sitio del proyecto se llega por la carretera Dorada-Norcasia como se muestra en la Figura F-3. Del k-34 de esta carretera se desprende la vía a Pradera, desde donde tendrá que construirse un ramal de 3.6 km, con un puente sobre el río La Miel, al portal del túnel de acceso a casa de máquinas.

Para llegar al sitio de presa se construirá otro ramal de 800 m y un túnel de 500 m. Se ha estimado que incluyendo la adecuación del carretable en construcción, la longitud total de carreteras para el proyecto será de unos 10 km. Estas vías se indican en la Figura F-3.

17. CAMPAMENTOS Y SERVICIOS

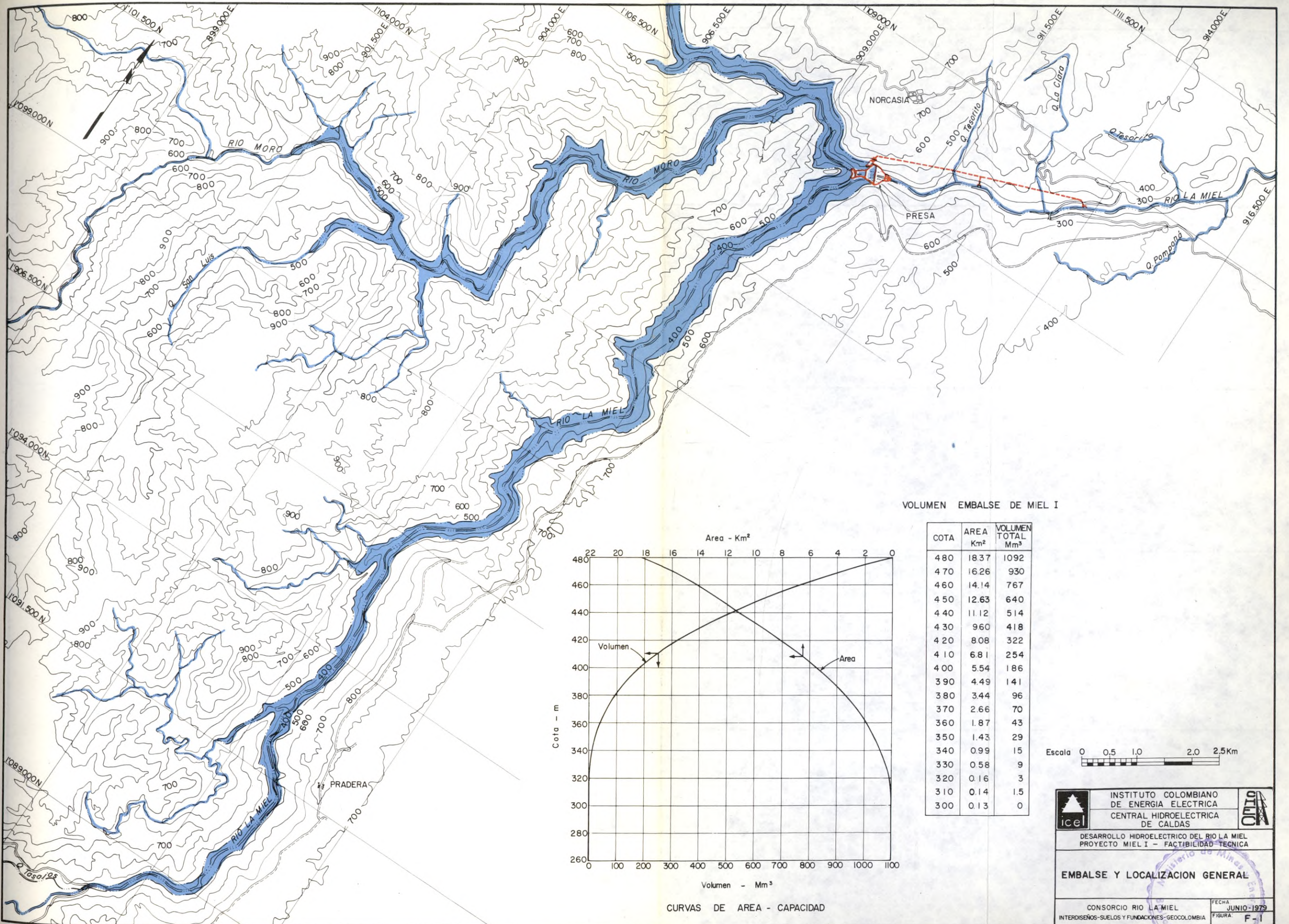
Se escogió como sitio de campamentos para construcción la planicie situada sobre la margen derecha del embalse localizada a unos 2.5 km de la presa; se seleccionó este sitio con el propósito de que una vez terminadas las obras puedan utilizarse con fines turísticos. Su ubicación, se muestra en la Figura F-3.

En los campamentos además de las áreas necesarias para vivienda, bodegas y talleres se consideraron las zonas de recreación y servicios.

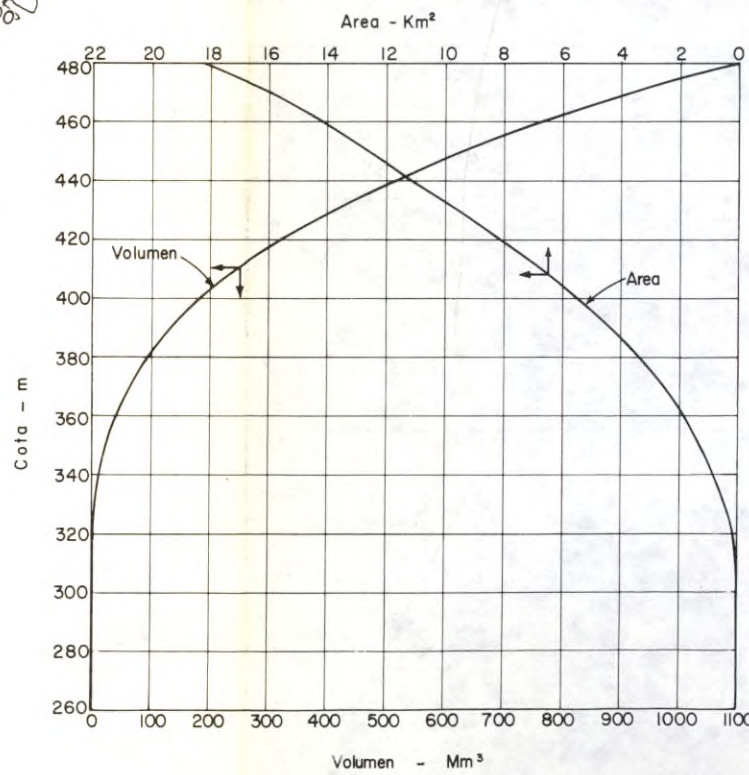
Se contempló igualmente toda la infraestructura de servicios, energía, acueducto, alcantarillado, etc. necesaria para su correcto funcionamiento en el período de construcción del proyecto, así como para su posterior utilización.



FIGURAS



VOLUMEN EMBALSE DE MIEL I

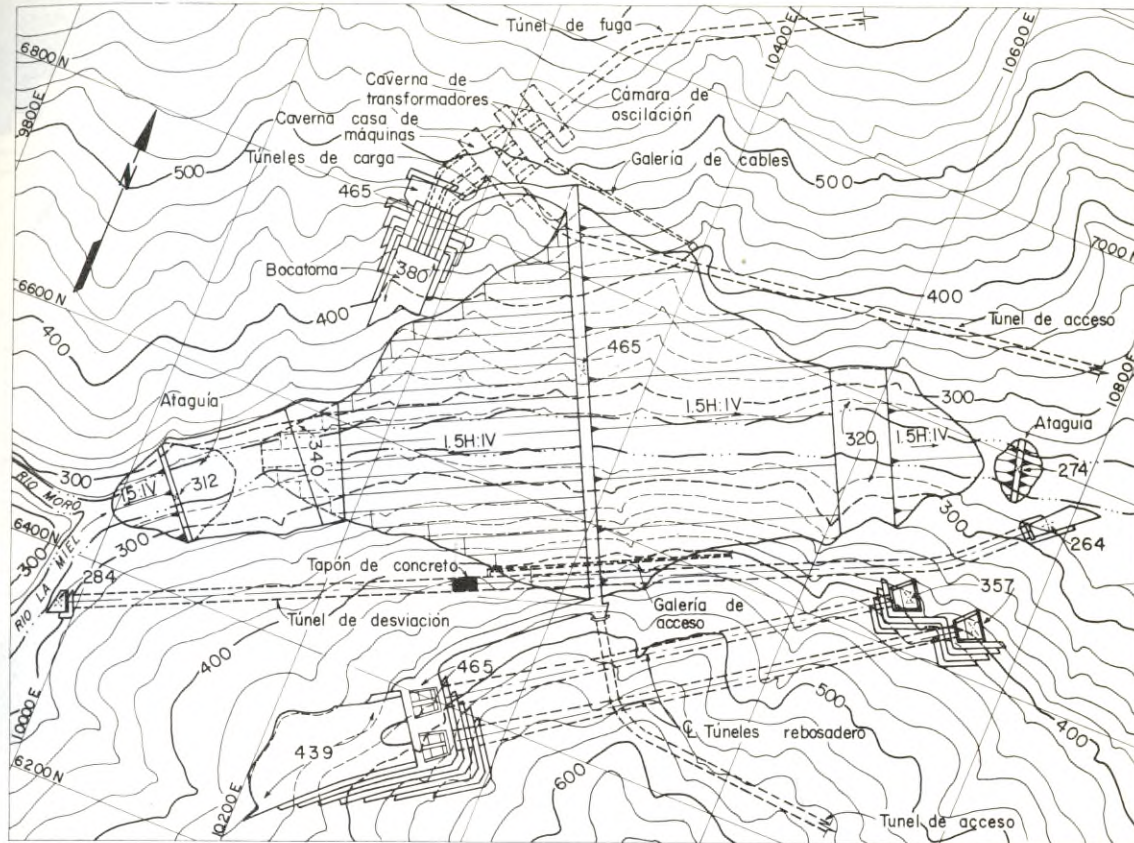


COTA	AREA Km ²	VOLUMEN TOTAL Mm ³
480	18.37	1092
470	16.26	930
460	14.14	767
450	12.63	640
440	11.12	514
430	9.60	418
420	8.08	322
410	6.81	254
400	5.54	186
390	4.49	141
380	3.44	96
370	2.66	70
360	1.87	43
350	1.43	29
340	0.99	15
330	0.58	9
320	0.16	3
310	0.14	1.5
300	0.13	0

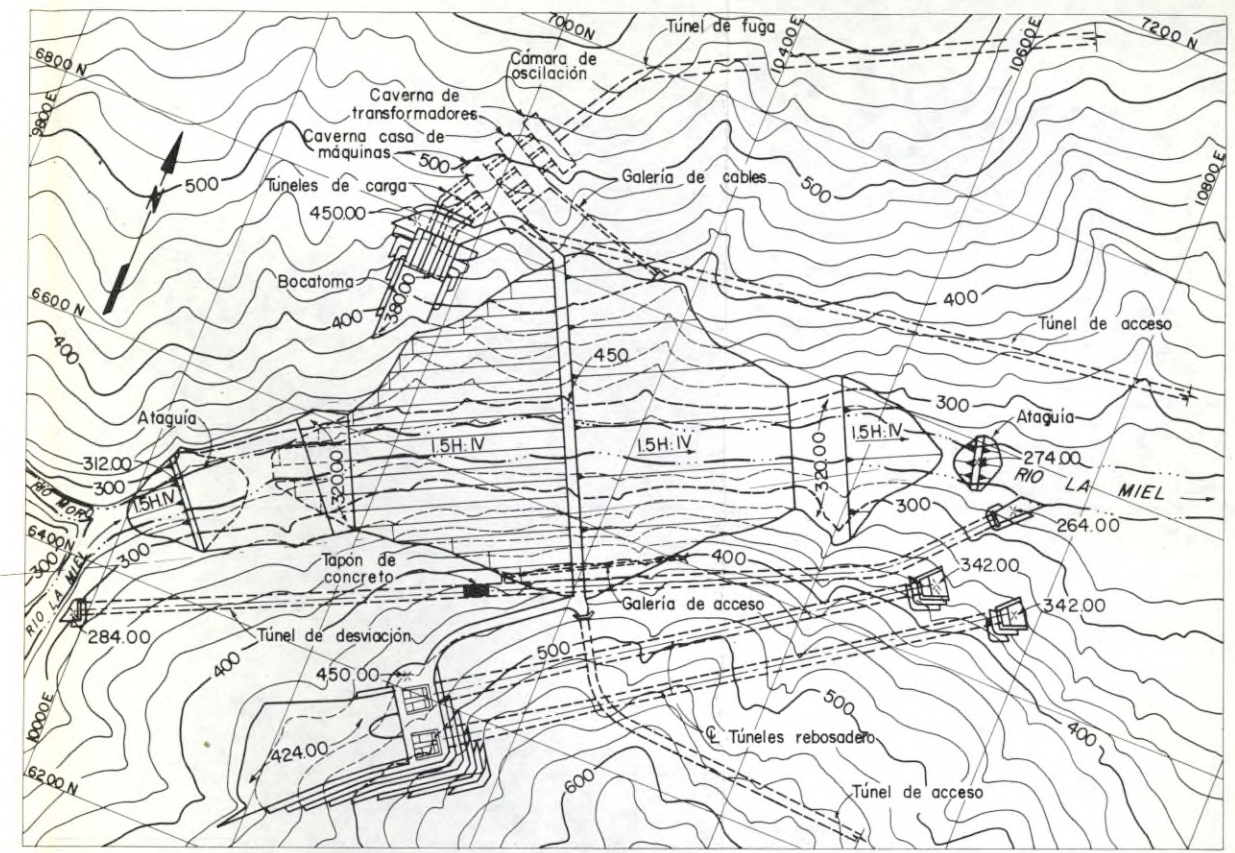
Escala 0 0.5 1.0 2.0 2.5 Km

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS
 DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RIO LA MIEL
 PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TÉCNICA
EMBALSE Y LOCALIZACIÓN GENERAL
 CONSORCIO RIO LA MIEL
 INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA
 FECHA JUNIO-1979
 FIGURA F-1

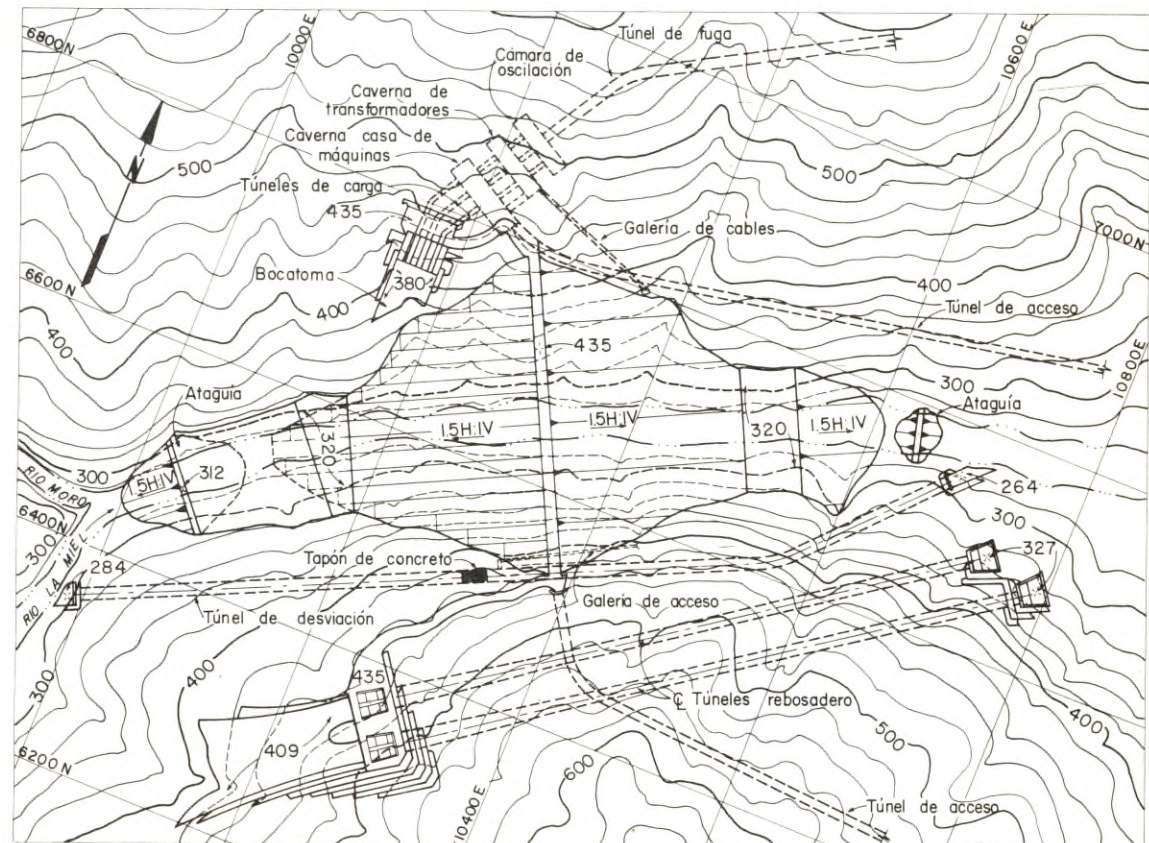
CURVAS DE AREA - CAPACIDAD



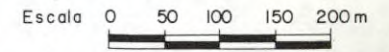
NIVEL DE AGUA 460
PLANTA



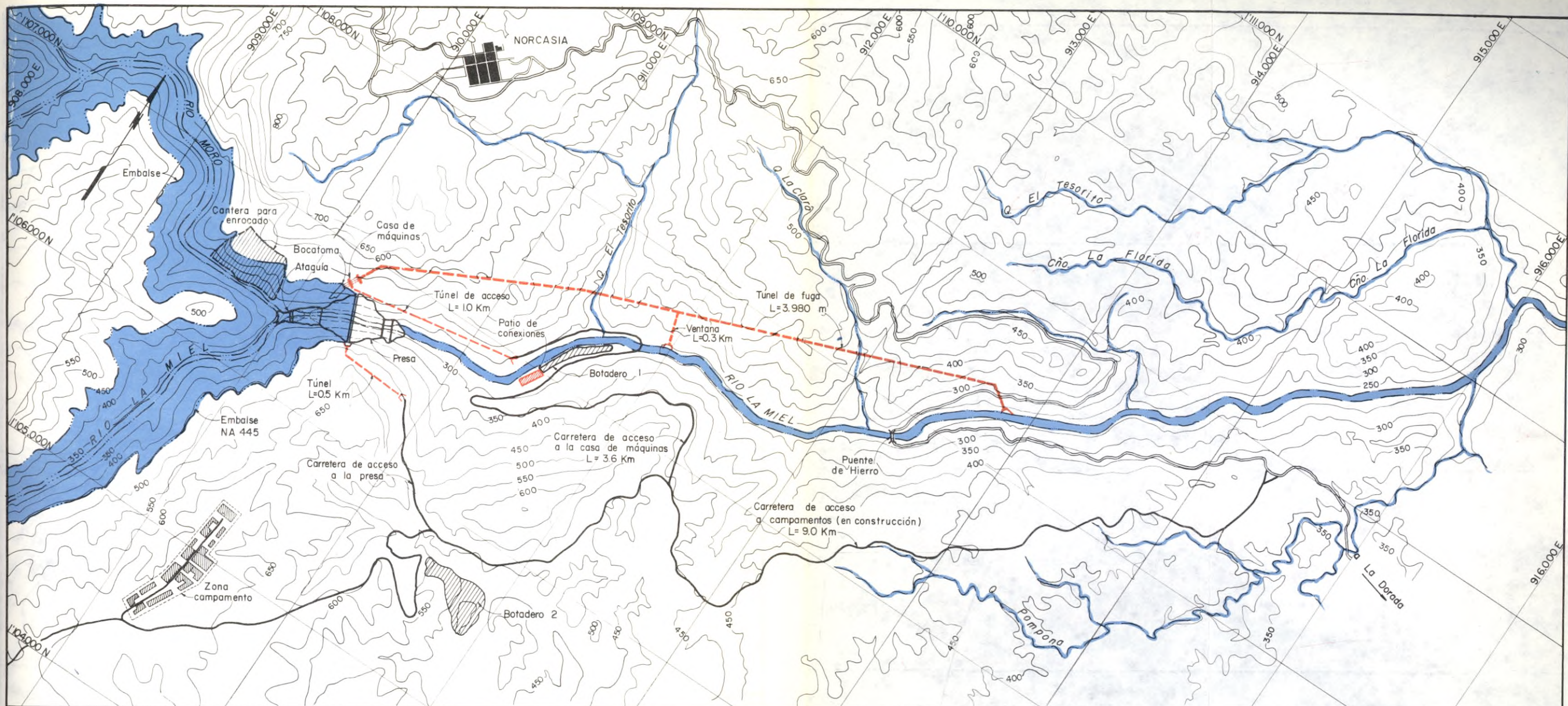
NIVEL DE AGUA 445
PLANTA



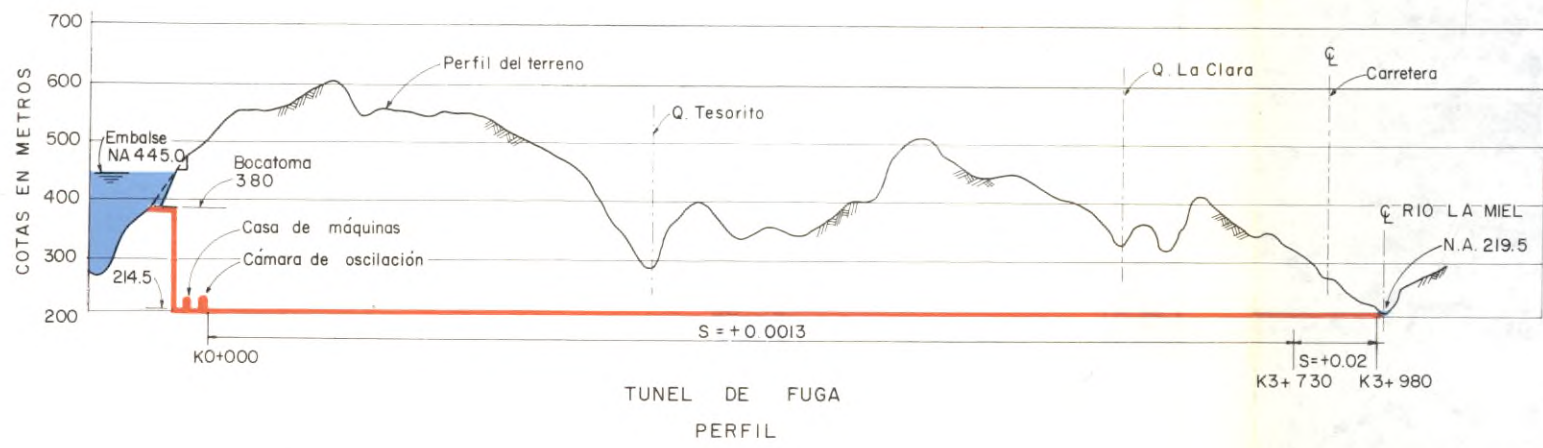
NIVEL DE AGUA 430
PLANTA



	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL		
ALTURAS DE PRESA ESTUDIADAS		
CONSORCIO RIO LA MIEL		FECHA
INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES - GEOCOLOMBIA		FIGURA: F-2

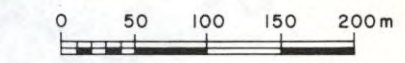
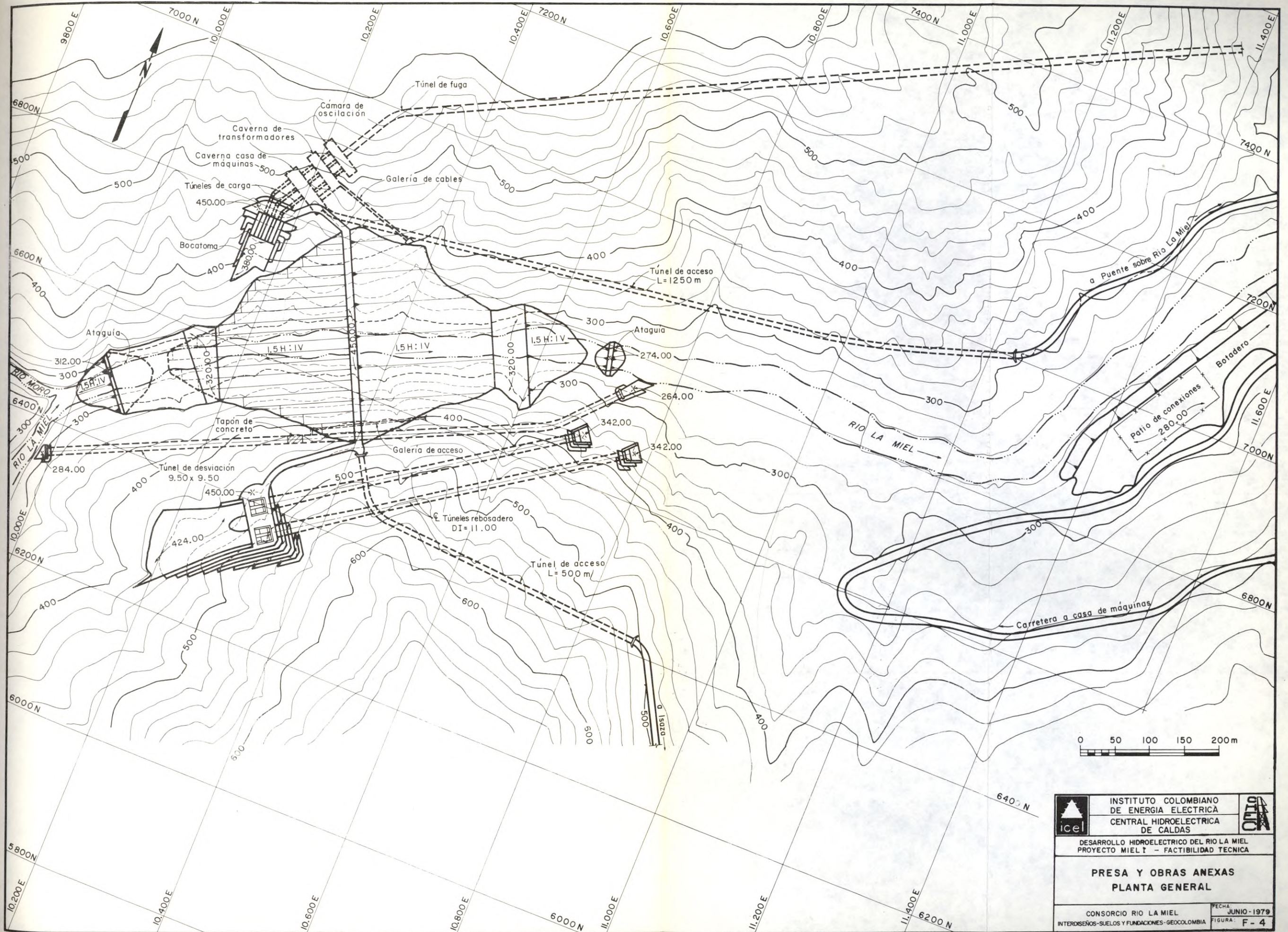




PLANTA

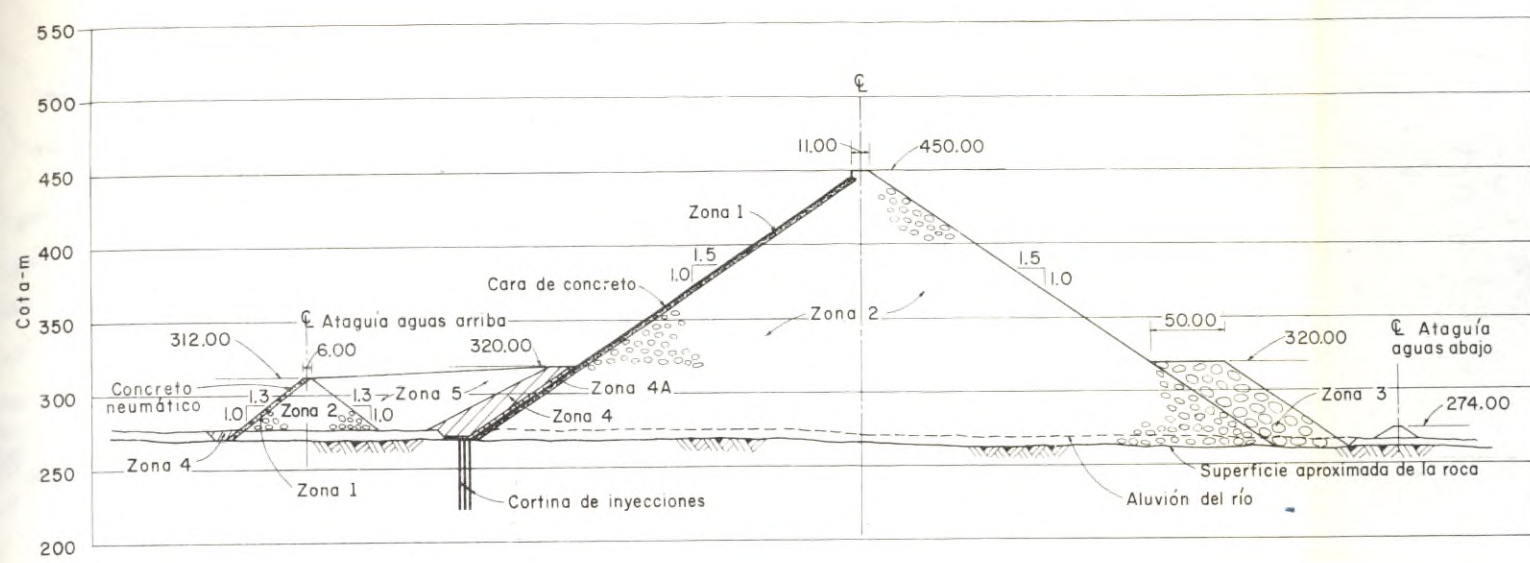


Escala 0 100m 500m 1Km

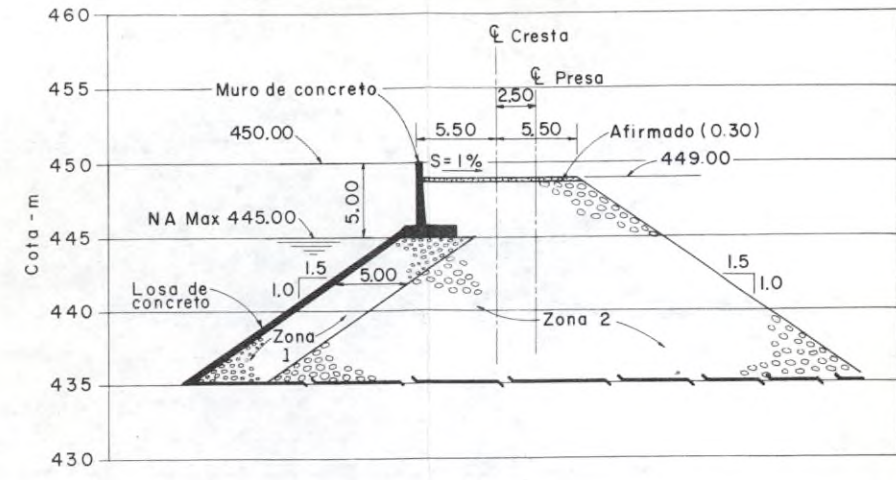
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	
DISPOSICION GENERAL DE LAS OBRAS		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-BOGOTÁ		FECHA JUNIO-1979 FIGURA F.03



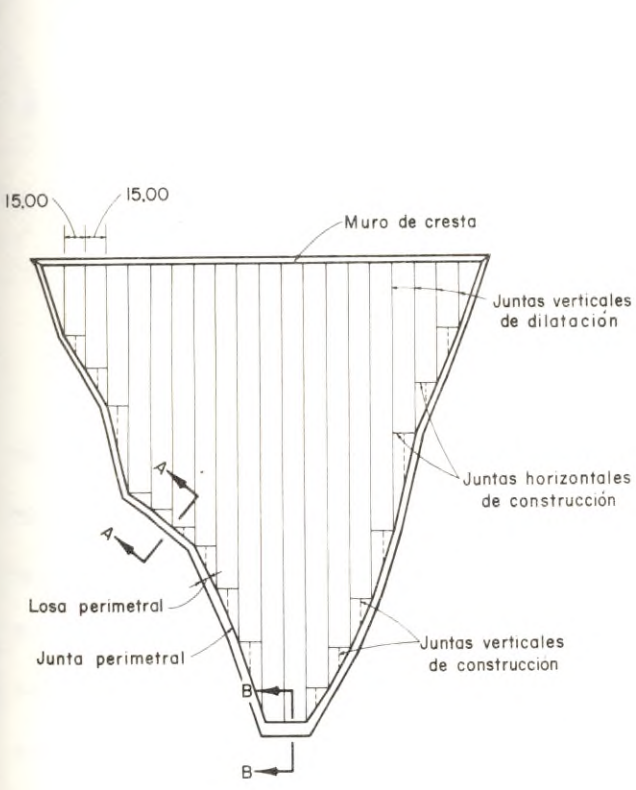
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA		
PRESA Y OBRAS ANEXAS PLANTA GENERAL		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES- GEOCOLOMBIA		FECHA: JUNIO-1979 FIGURA: F-4



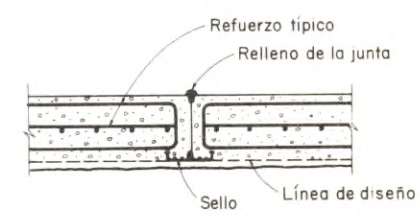
SECCION DE LA PRESA
Escala "A"



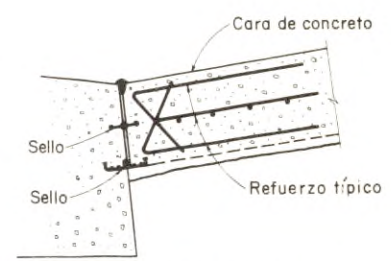
DETALLE DE LA CRESTA
Escala "B"



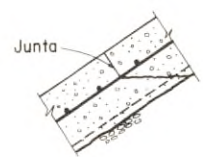
VISTA NORMAL
A LA CARA DE CONCRETO
Escala "A"



JUNTA VERTICAL DE DILATACION

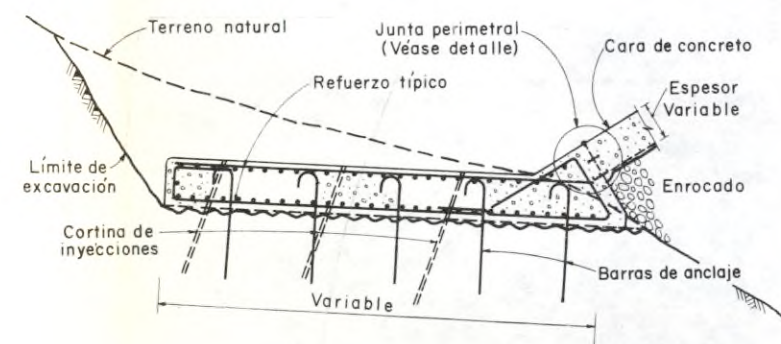


JUNTA PERIMETRAL

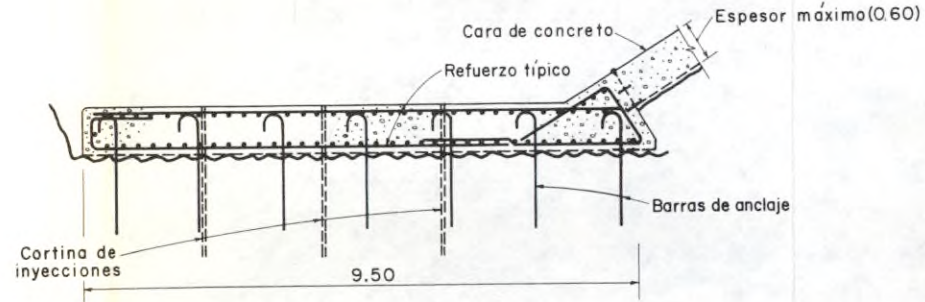


JUNTA HORIZONTAL
DE CONSTRUCCION

DETALLES TÍPICOS DE JUNTAS
Escala "C"

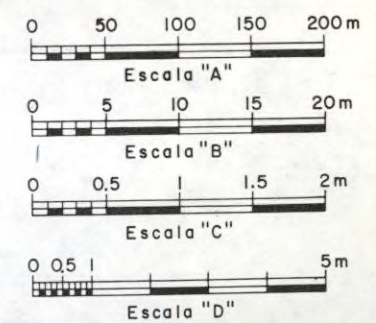


LOSA PERIMETRAL
CORTE A-A
Escala "D"



LOSA DE FONDO
CORTE B-B
Escala "D"

ZONA	FUNCION	MATERIAL
1	Transición y zona de apoyo de la placa.	Fragmentos de roca máximo tamaño 3"
2	Enrocamiento de la presa.	Fragmentos de roca máximo tamaño 0.60 m.
3	Enrocado de protección.	Grandes bloques.
4	Zona impermeable.	Arcillas o limos arcillosos.
4A	Filtro	Arenas y gravas.
5	Berma	Material compactado sin seleccionar.



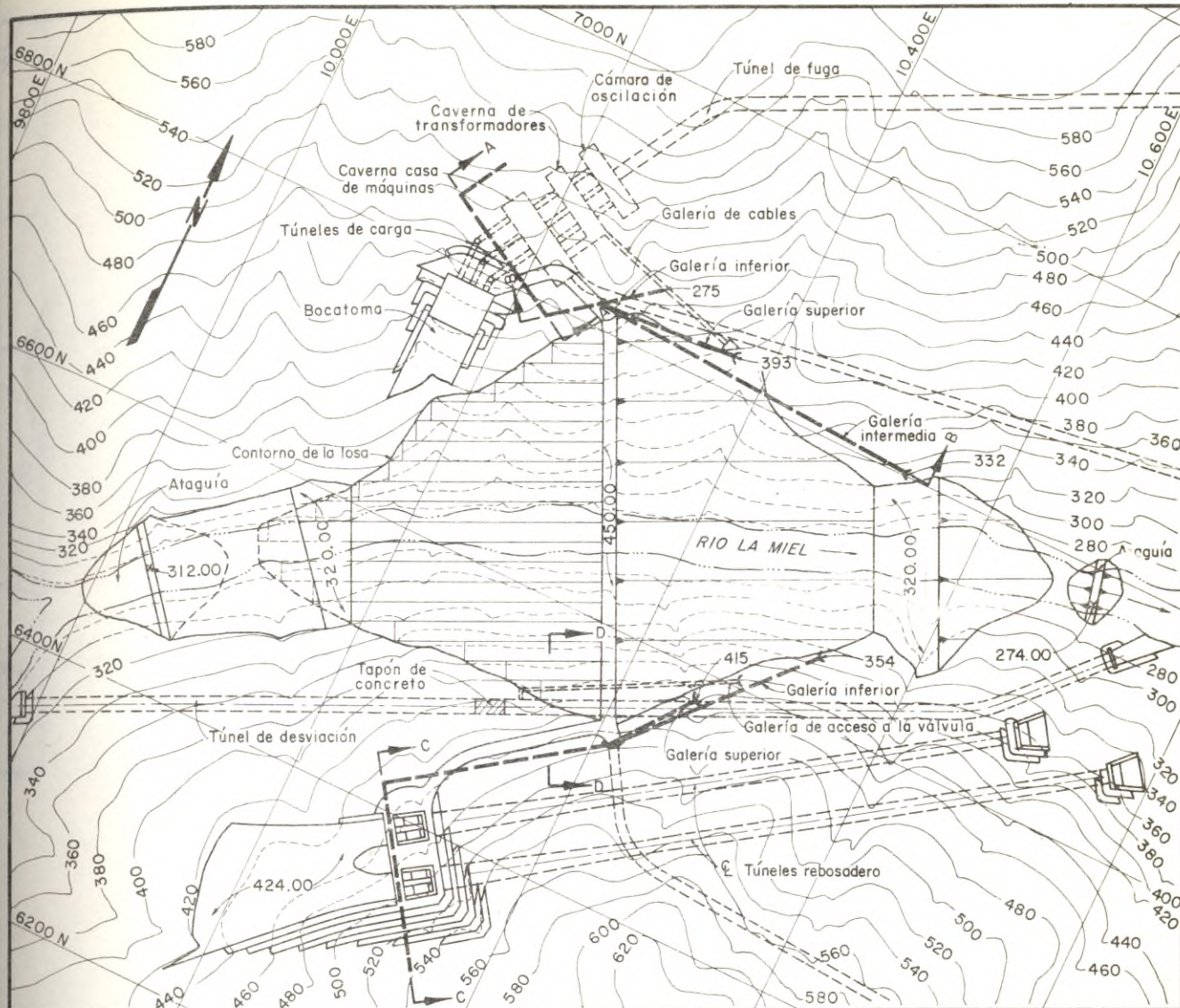
icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

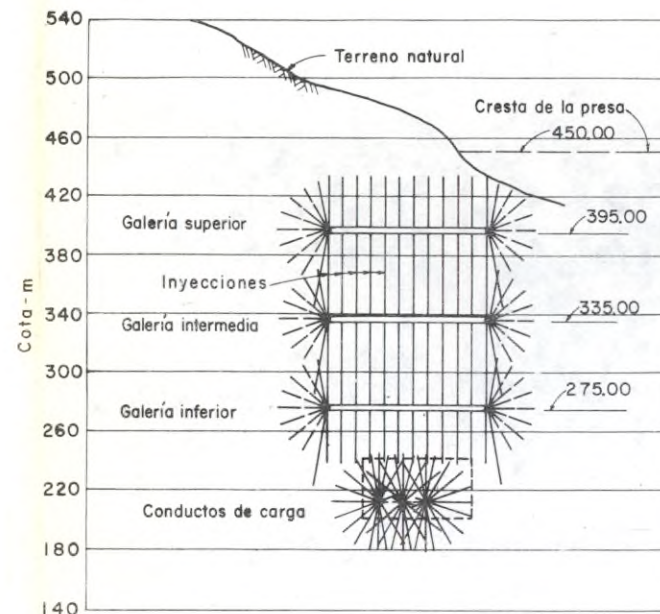
PRESA - CORTES Y DETALLES

CONSORCIO RIO LA MIEL
INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA

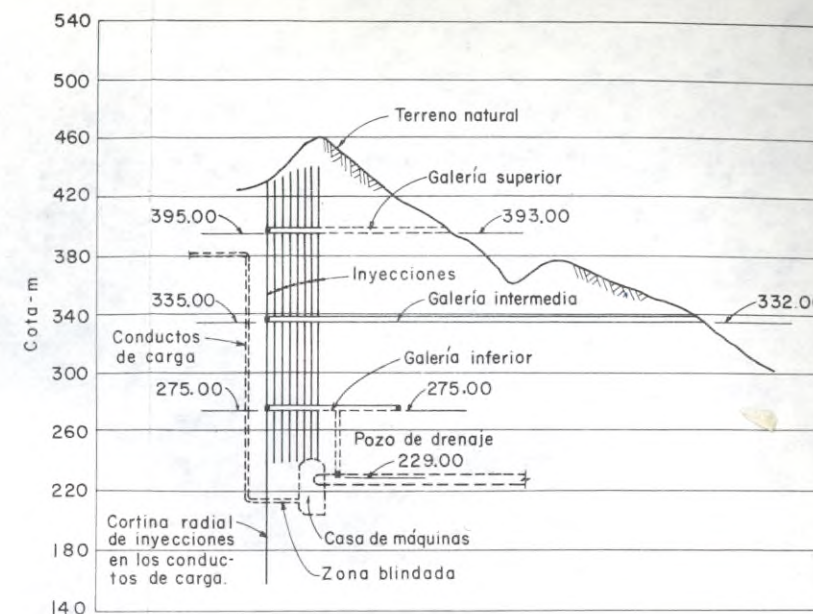
FECHA: JUNIO-1979
FIGURA: F-5



PLANTA

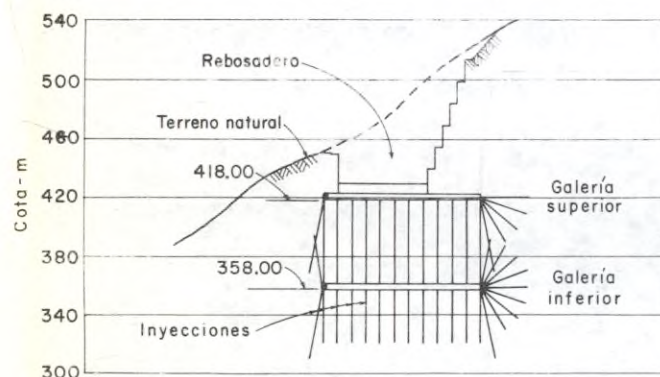


CORTE A-A

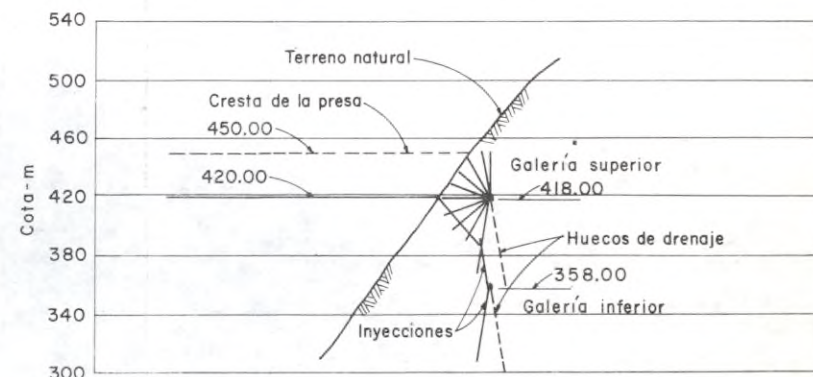


CORTE B-B

ESTRIBO IZQUIERDO
GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE

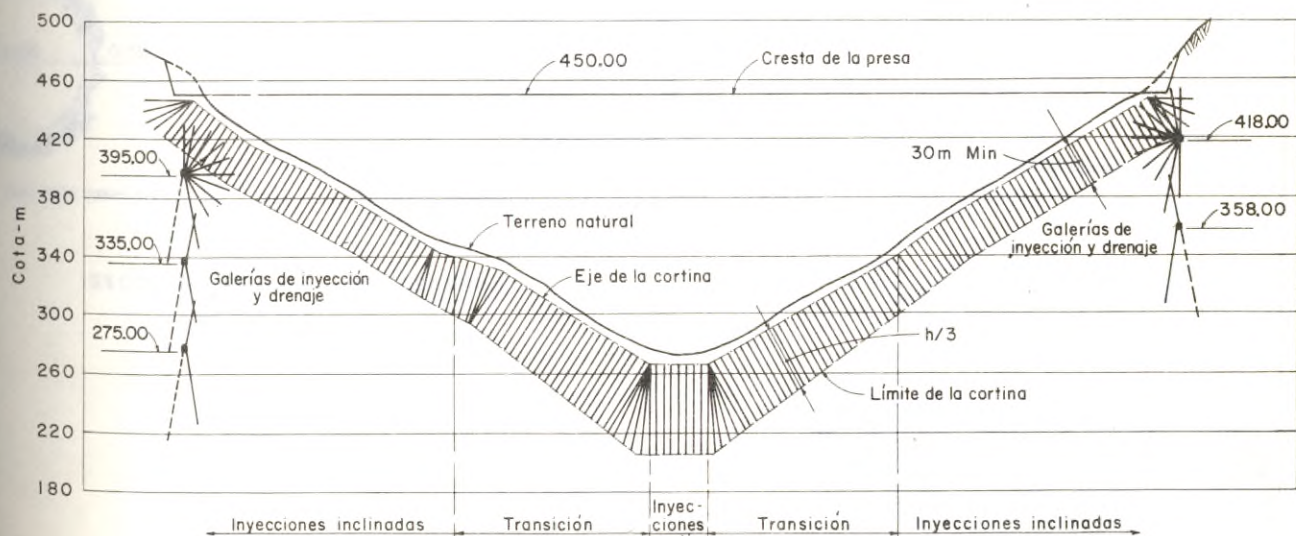


CORTE C-C

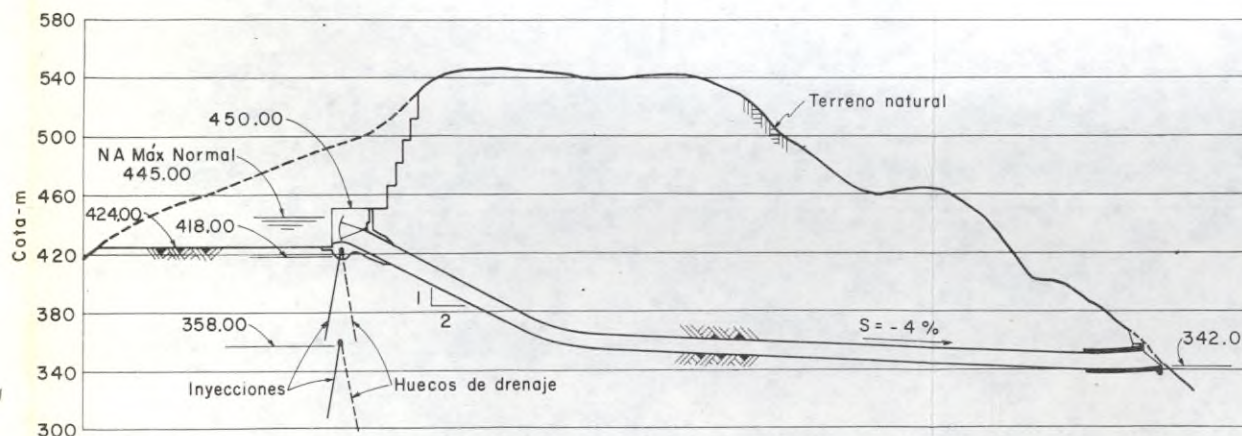


CORTE D-D

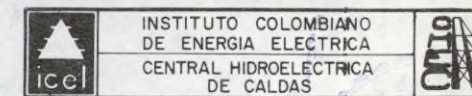
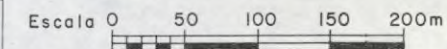
ESTRIBO DERECHO
GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE



CORTINA DE INYECCIONES DE LA PRESA
SECCION DESARROLLADA POR EL EJE DE LA LOSA PERIMETRAL



TUNEL DEL REBOSADERO
CORTE LONGITUDINAL

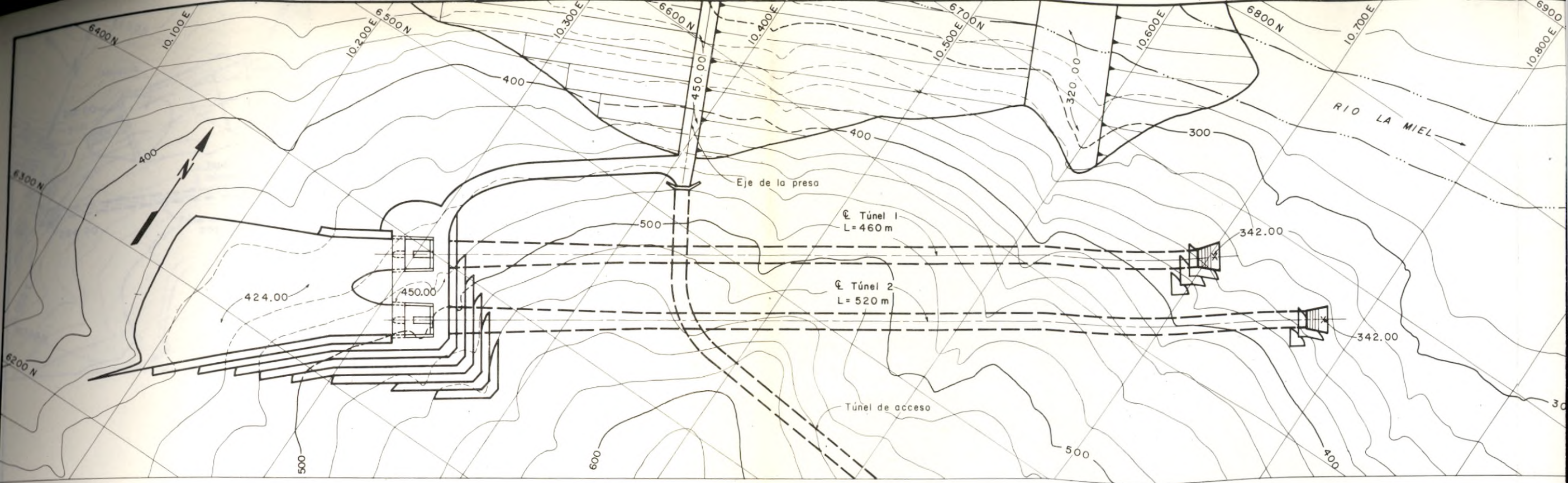


DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

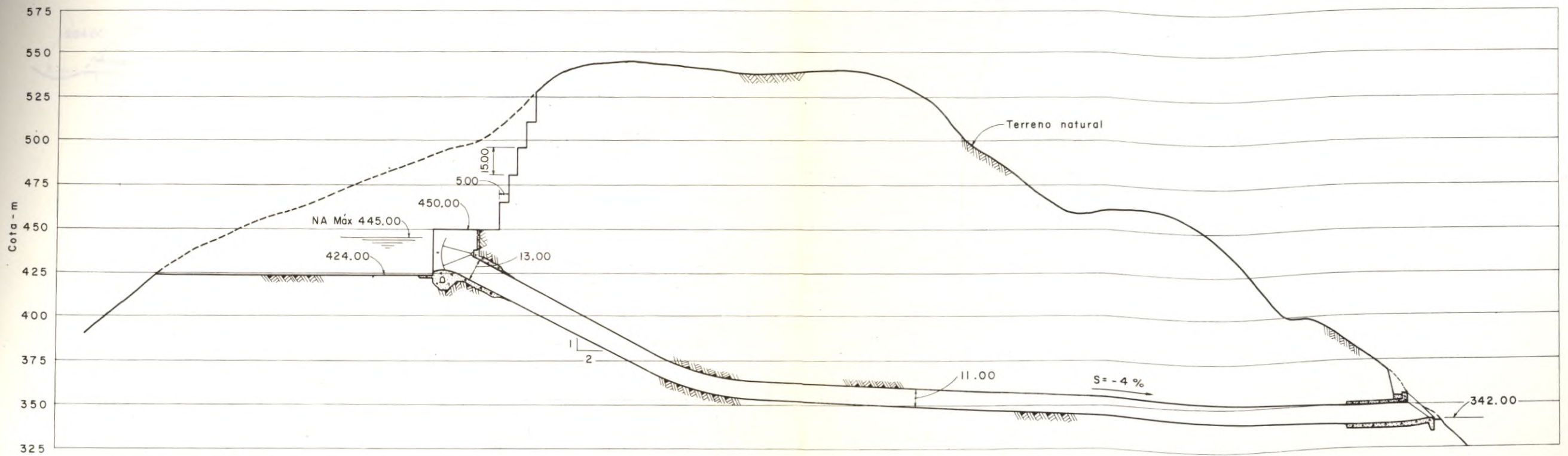
INYECCIONES Y
GALERIAS DE DRENAJE

CONSORCIO RIO LA MIEL
INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEODOLOMBIA

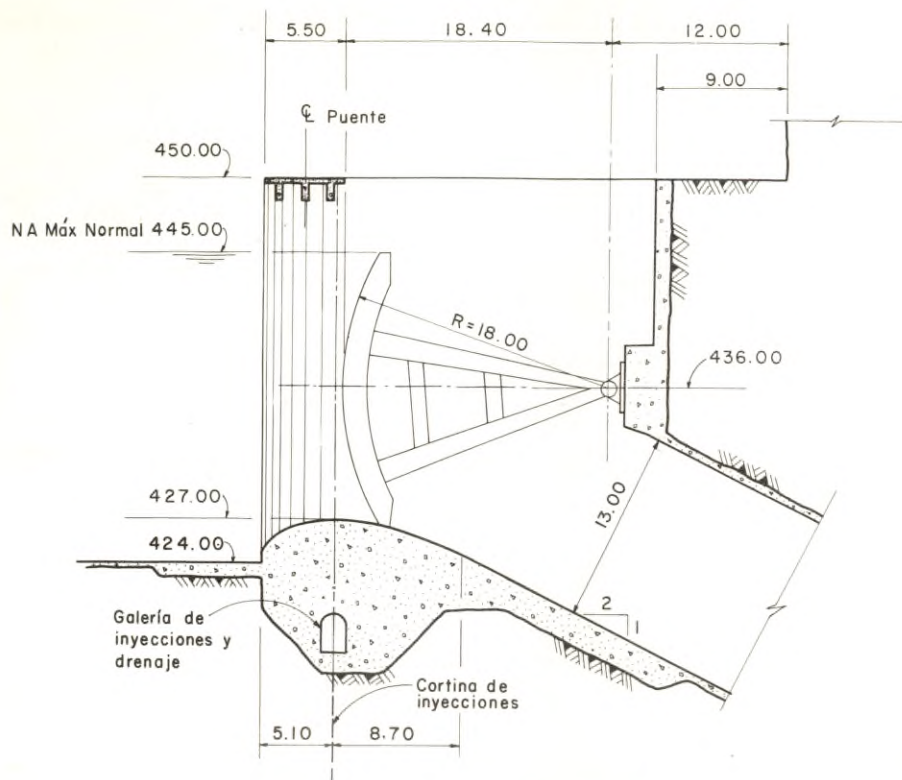
FECHA: JUNIO-1979
FIGURA: F-6



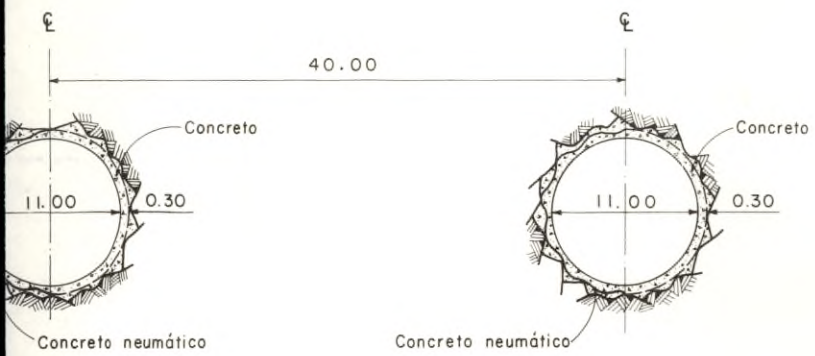
PLANTA
Escala "A"



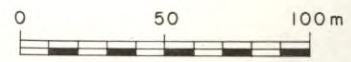
CORTE LONGITUDINAL POR EL TUNEL DEL REBOSADERO
Escala "A"



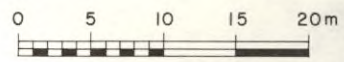
REBOSADERO
CORTE LONGITUDINAL
Escala "B"



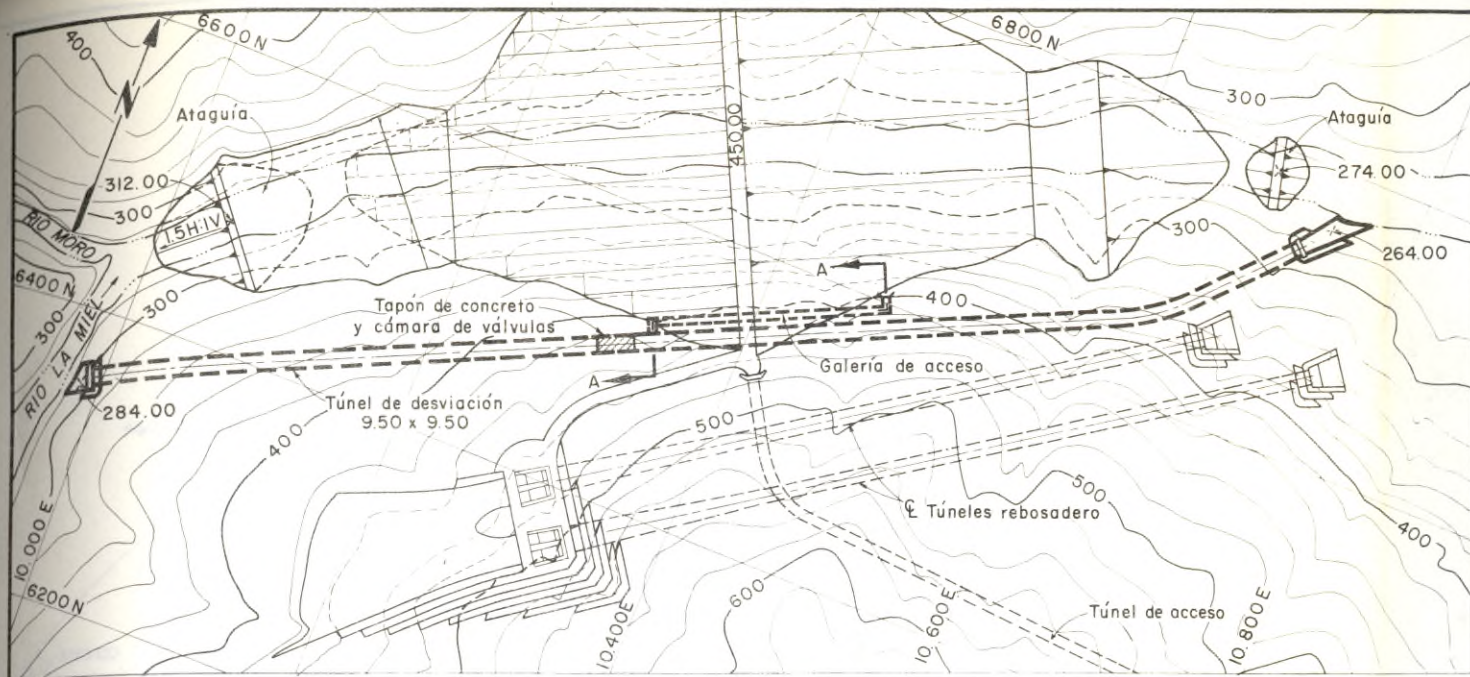
SECCION TUNEL DEL REBOSADERO
Escala "B"



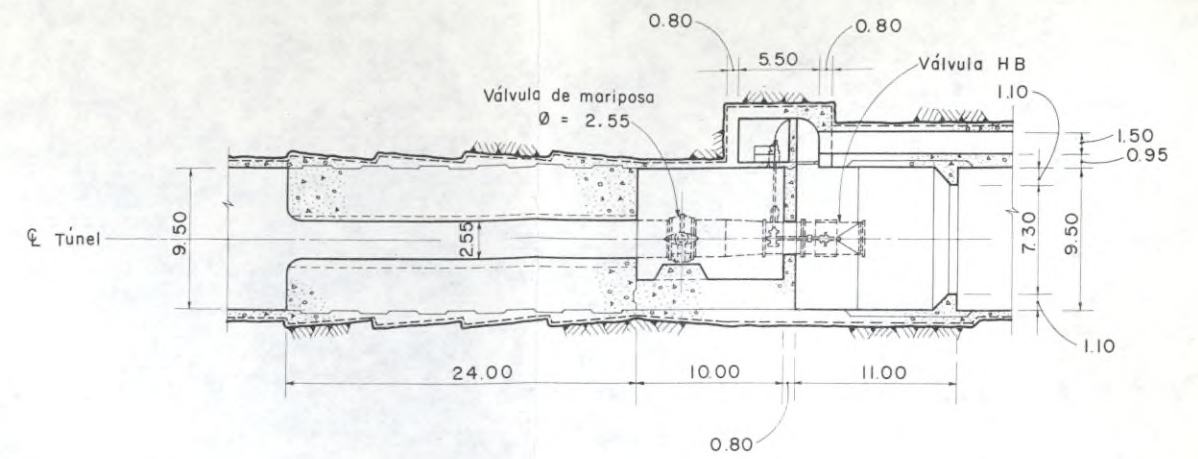
Escala "A"



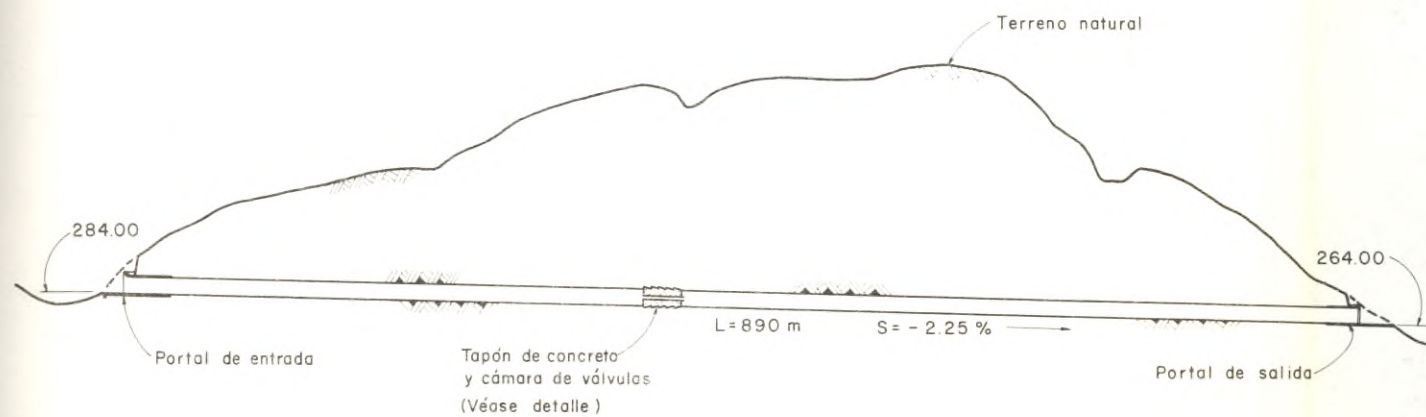
Escala "B"



TUNEL DE DESVIACION
PLANTA
Escala "A"



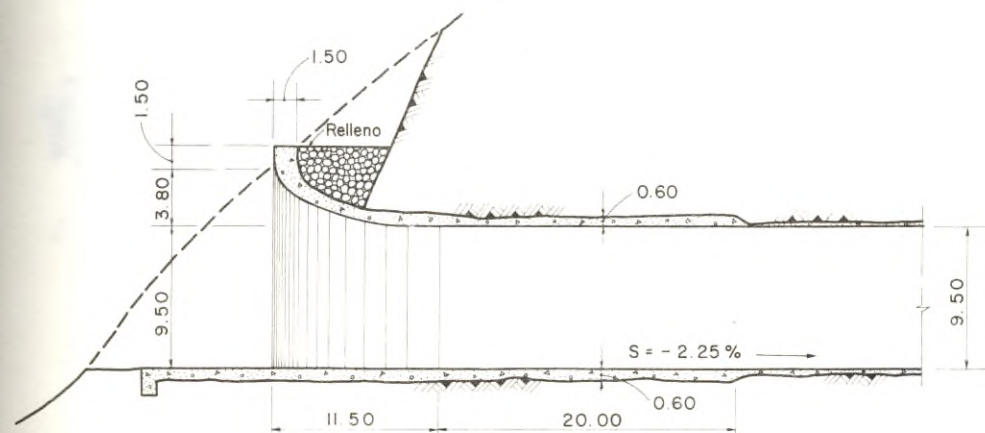
TAPON DEL TUNEL
CORTE LONGITUDINAL POR EL EJE
Escala "B"



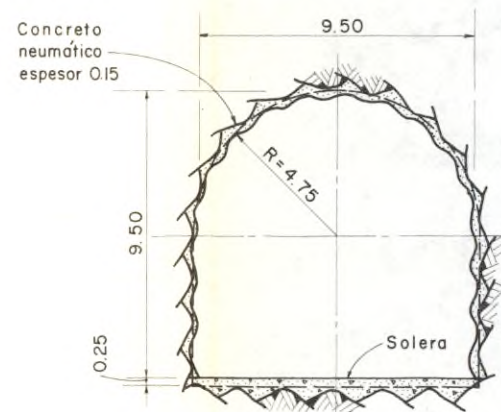
TUNEL DE DESVIACION
PERFIL
Escala "A"



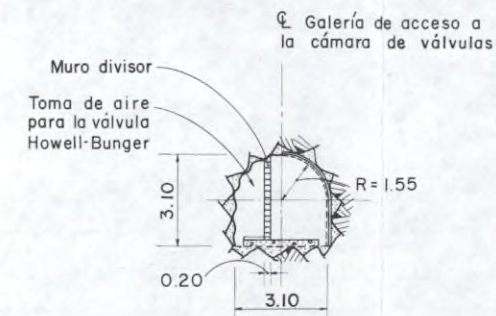
GALERIA DE ACCESO
CORTE A-A
Escala "A"



TUNEL DE DESVIACION
PORTAL DE ENTRADA
Escala "B"

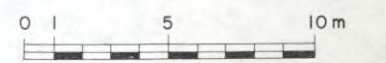
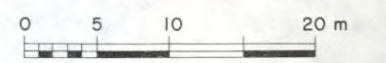
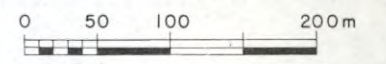


SECCION TUNEL DE DESVIACION
Escala "C"

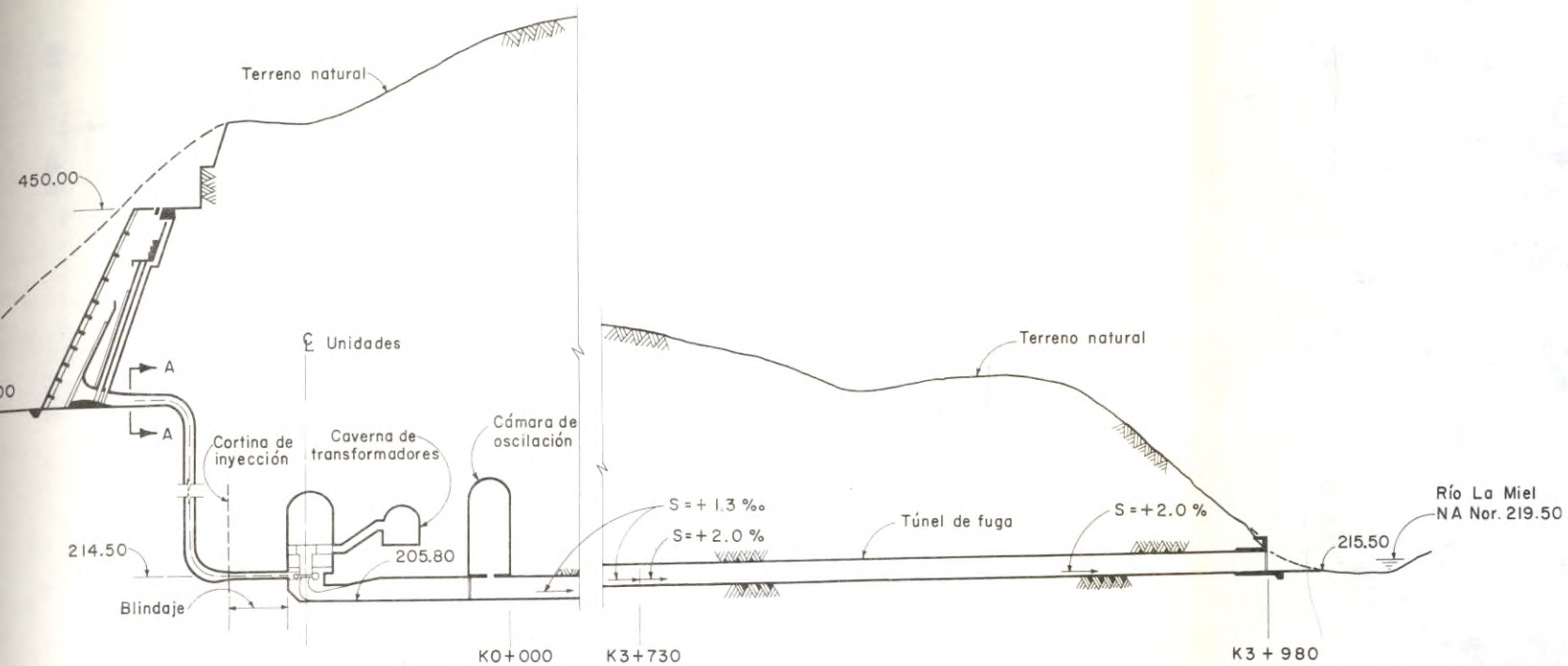


SECCION GALERIA
CORTE B-B
Escala "C"

Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

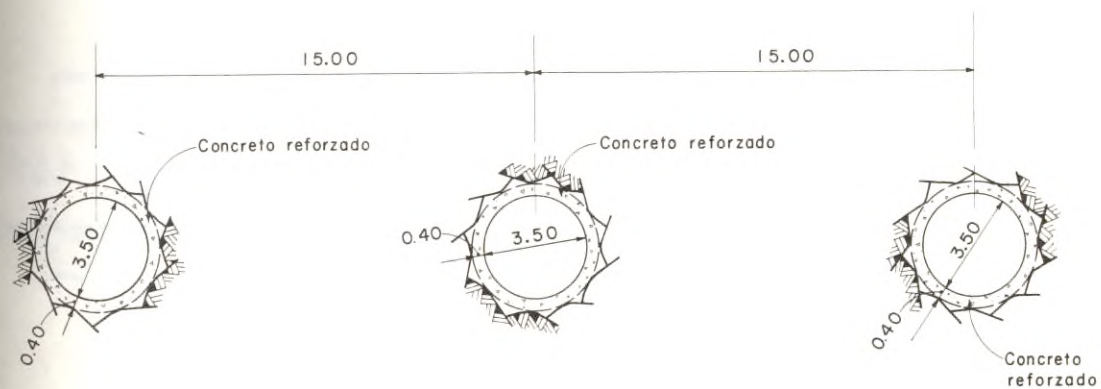


	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	
TUNEL DE DESVIACION Y CAMARA DE VALVULAS CORTES Y DETALLES		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA JUNIO-1979 FIGURA F-8



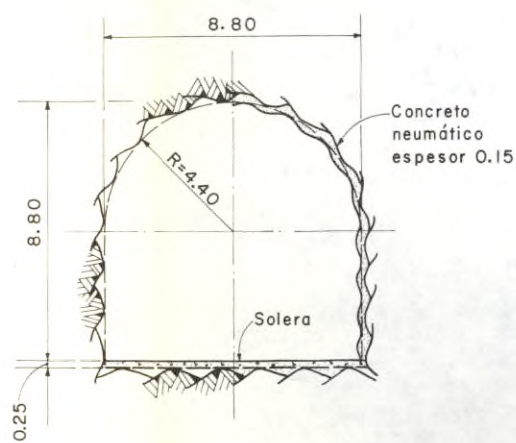
COORTE LONGITUDINAL
BOCATOMA CONDUCCION

Escala "C"



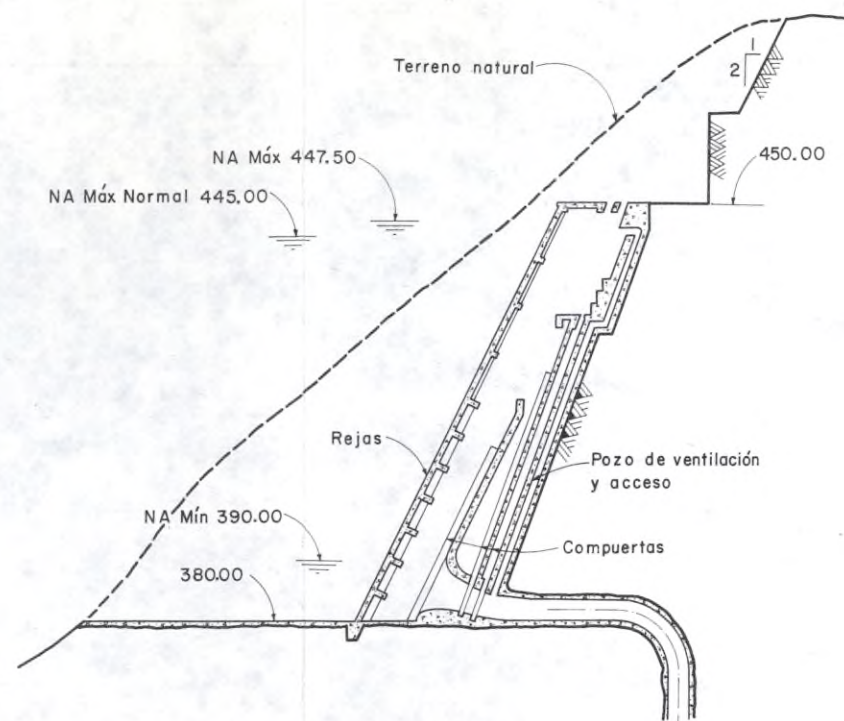
SECCION DE LOS TUNELES DE CARGA
Y POZOS CORTE A-A

Escala "A"



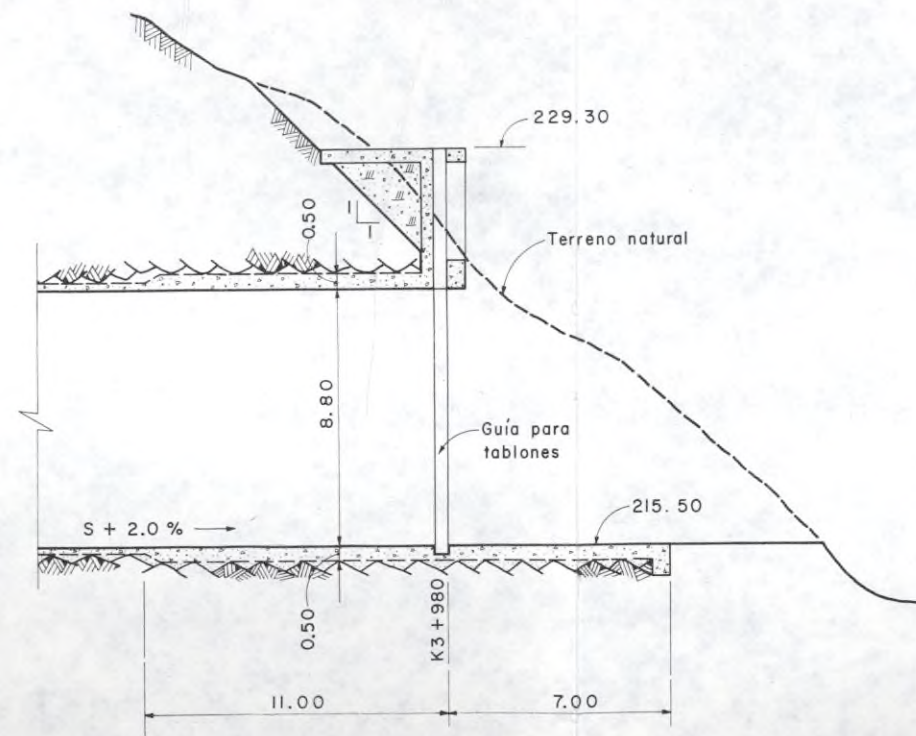
SECCION TUNEL DE FUGA

Escala "A"



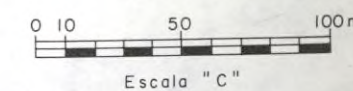
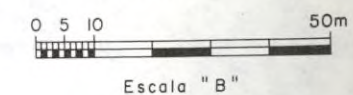
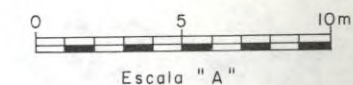
BOCATOMA

Escala "B"

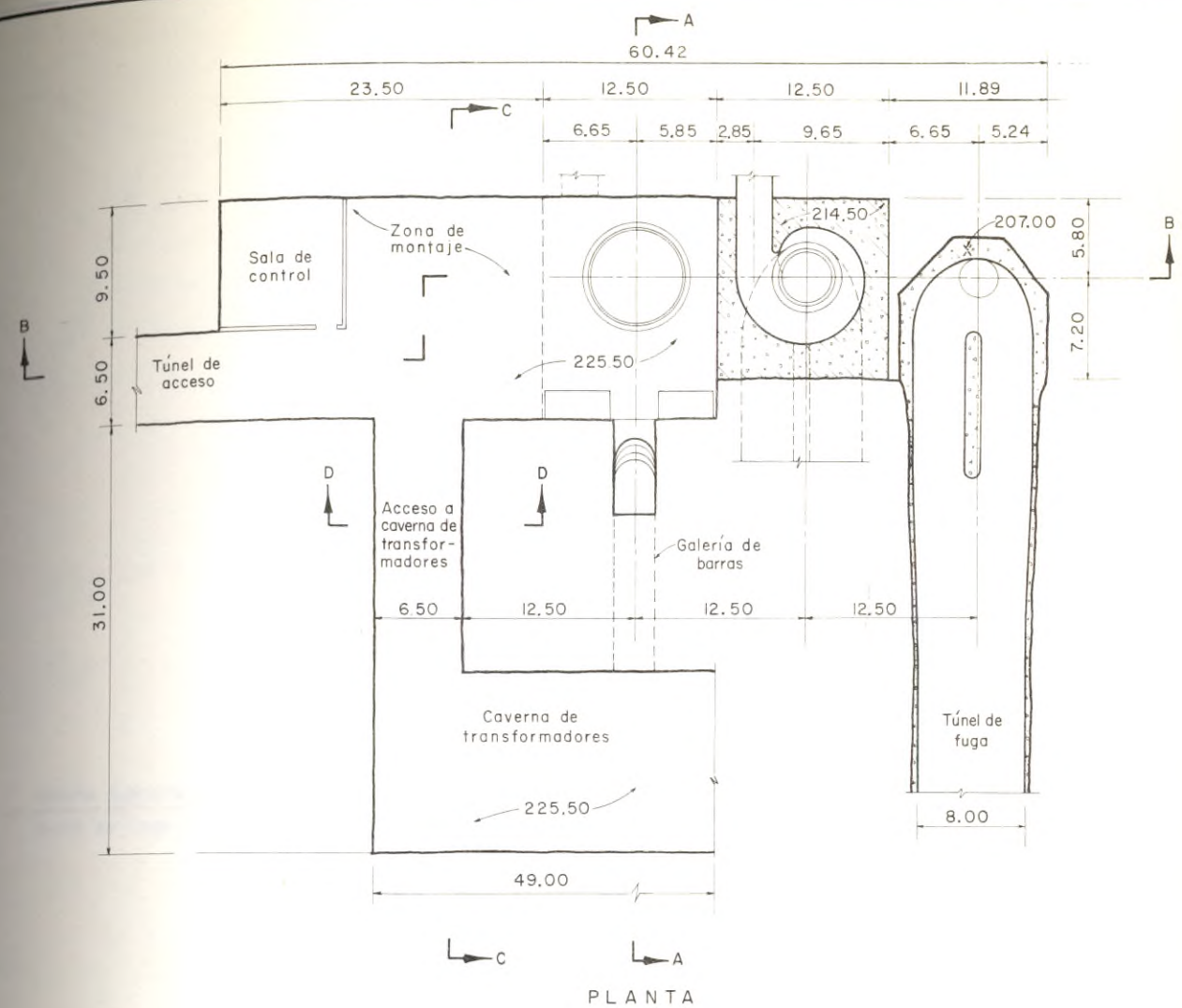


TUNEL DE FUGA
PORTAL DE SALIDA

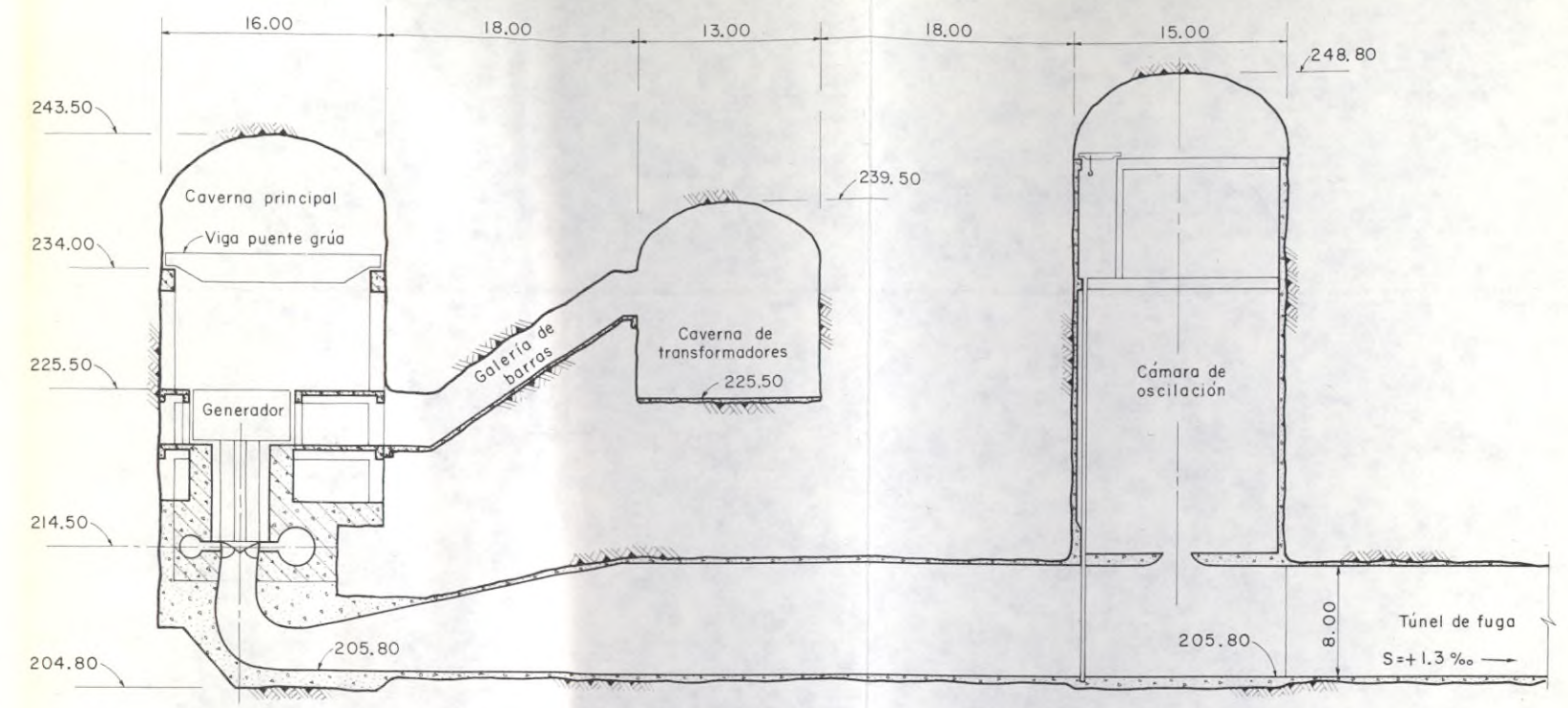
Escala "A"



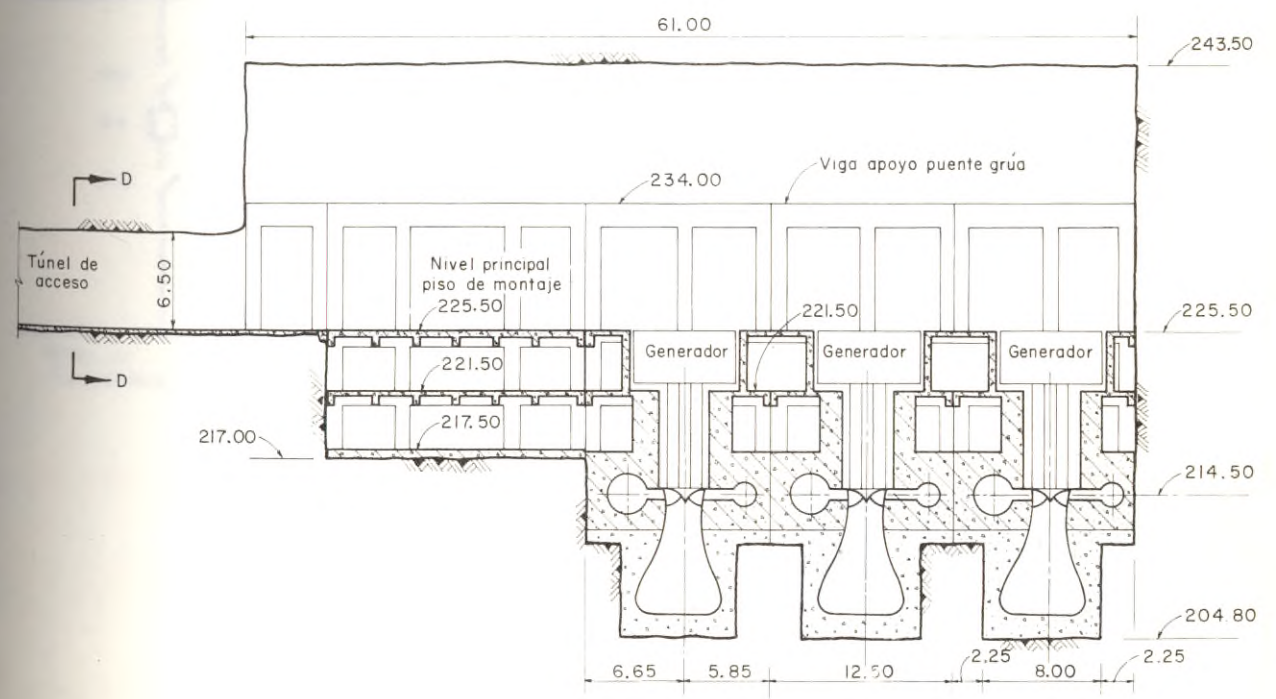
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	
BOCATOMA Y CONDUCCION CORTES - DETALLES		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA JUNIO-1979 FIGURA F-9



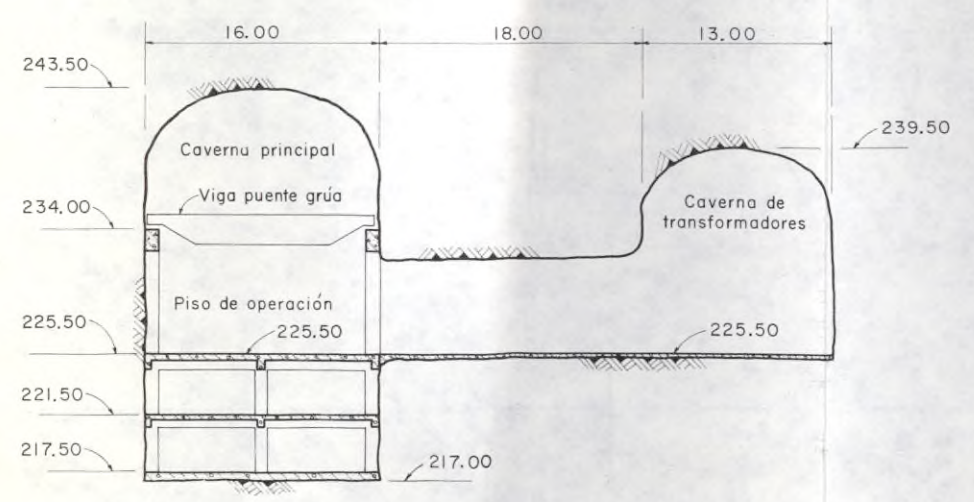
PLANTA



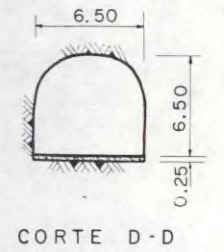
CORTE A-A



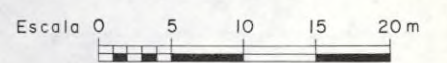
CORTE B-B



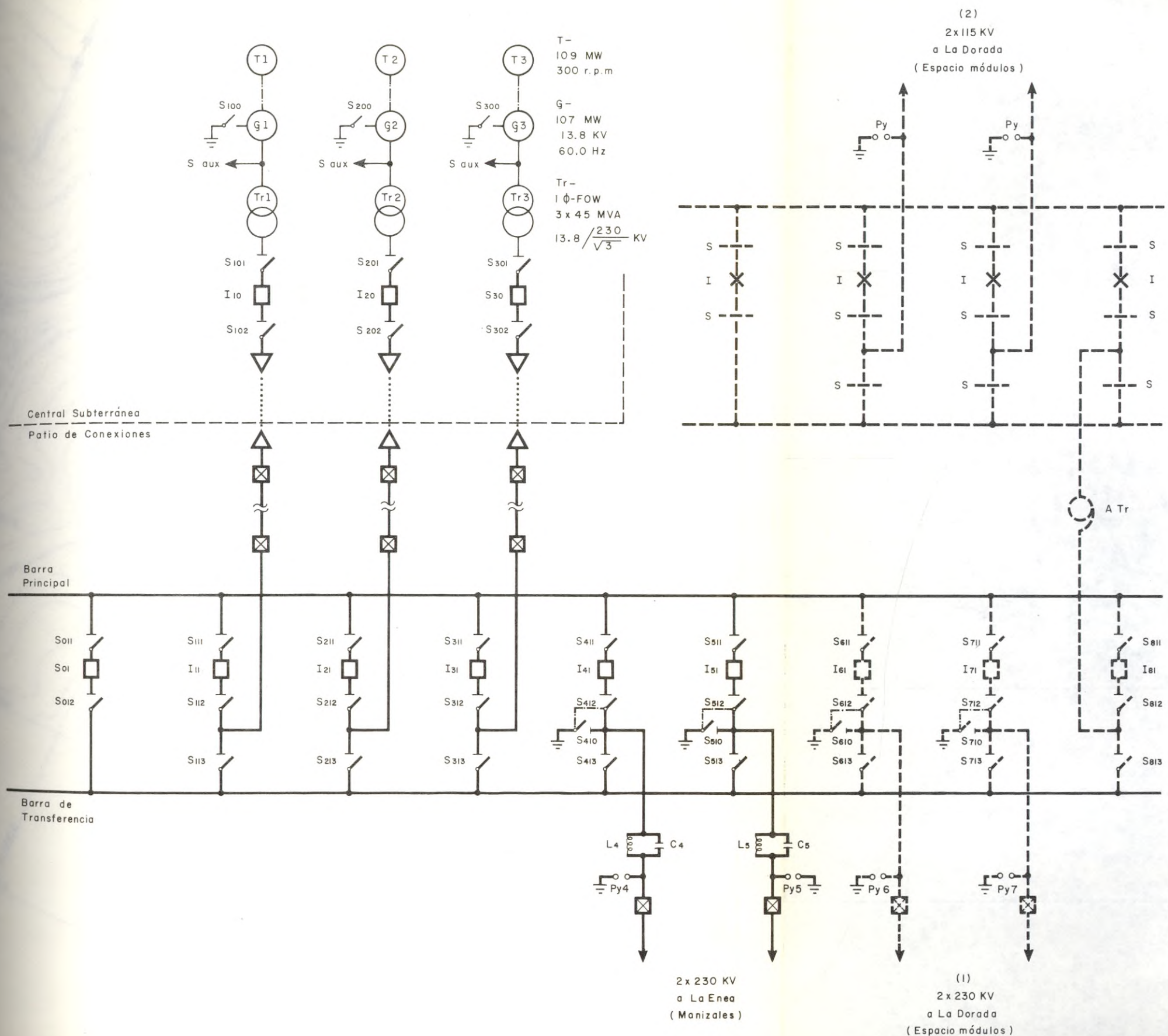
CORTE C-C



CORTE D-D



	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	
CASA DE MAQUINAS PLANTA Y CORTES		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA: JUNIO-1979 FIGURA: F-10



T-
109 MW
300 r.p.m

G-
107 MW
13.8 KV
60.0 Hz

Tr-
1 ϕ -FOW
3 x 45 MVA
13.8 / $\frac{230}{\sqrt{3}}$ KV

(2)
2 x 115 KV
a La Dorada
(Espacio módulos)

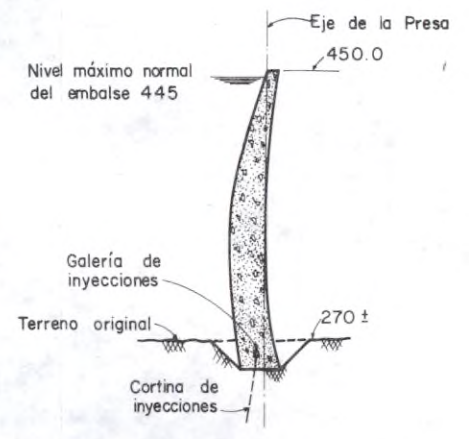
CONVENCIONES

- Turbina Francis
- Generador
- Transformador
- Interruptor 230 KV
- Seccionador 230 KV
- Pararrayos
- Torre
- Cabeza 230 KV
- Cable subterráneo 230 KV
- Prevención de espacio para módulos futuros
- Eje mecánico

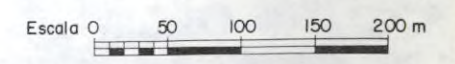
NOTAS:

- (1) Espacio para módulos posible línea (En función Línea San Carlos - Bogotá 1983 Plan Expansión ISA)
- (2) Espacio para módulos línea eventual (En función Plan CHEC)
- (1) y (2) Son mutuamente excluyentes

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA		
DIAGRAMA UNIFILAR		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA: JUNIO-1979 FIGURA: F-11



SECCION MAXIMA DE LA PRESA



	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	
PRESA DE ARCO PLANTA Y CORTE		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES- GEOCOLOMBIA		FECHA JUNIO-1979 FIGURA F-12

APENDICE F
ANEXO 1



ANEXO 1

I N D I C E

	PAGINA
ANTECEDENTES	
Características Generales	3
Geología Superficial	3
ESQUEMAS DE LA OBRA CIVIL	
Presa de Arco-Bóveda	4
Presa de Enrocado y Pantalla de Hormigón Aguas Arriba	5
Presa de Tierra y Enrocamiento	6
REBOSADERO	6
OBRA DE DESVIACION	7
CENTRAL ELECTRICA	7
EXPLORACION DEL SITIO	
Presa	8
Rebosadero	8
Central Eléctrica	9
Socavones de Exploración	9
MATERIALES DE CONSTRUCCION	
Enrocado y Material de Transiciones	9
Filtros	10
Material de Núcleo	10
Agregados de Hormigón	11
COMENTARIO FINAL	11



ANEXO 1

I N D I C E

	PAGINA
MIEL I	
Estudios Geológicos	1
Materiales de Construcción	2
- Núcleo	2
- Enrocamiento	2
- Filtros	3
- Agregados de Concreto	3
Disposición de las Obras	3
Alternativas de Presa	4
Recomendaciones	4
MIEL II	
Geología Superficial	6
Materiales de Construcción	7
Esquemas del Proyecto	7
Tipo de Presa	8
Rebosadero	9
Exploraciones y Estudios Geotécnicos	9
DERIVACION DEL RIO GUARINO	10

Marzo 17, 1978

PROYECTO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL

DEPARTAMENTO DE CALDAS, COLOMBIA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Por: Raúl J. Marsal

A solicitud del Consorcio Río La Miel, encargado de los estudios sobre el desarrollo hidroeléctrico del citado río, en el Departamento de Caldas, se realizó una visita del sitio en que se proyectan las obras de la primera etapa (La Miel I), con el objeto de reconocer la geología del lugar, establecer esquemas de la obra civil, observar materiales disponibles para la construcción y elaborar un programa mínimo de exploración, muestreo y pruebas de laboratorio.

La inspección de campo se efectuó durante los días 14 y 15 de marzo, habiéndose trasladado el grupo de trabajo formado por los Ingenieros: Ricardo Cajiao N, Guillermo Jiménez, Fernando Navarro y Raúl J. Marsal, de Bogotá a la Dorada el 13 de marzo, por la tarde. En esta última localidad se incorporaron los Ingenieros Olimpo Gómez y Eugenio Peña del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica (ICEL) y el Ingeniero Carlos Carrero, jefe de la brigada de estudios en el sitio La Miel I.

El presente informe contiene en forma breve las observaciones de campo y el resultado de las discusiones entre los componentes del grupo de trabajo arriba mencionado. Las proposiciones aquí expuestas son de carácter preliminar y sujetas a revisión en cuanto se vayan logrando los objetivos de este estudio de factibilidad, tanto de campo como de gabinete.

ANTECEDENTES

De acuerdo con el Estudio Preliminar, el desarrollo hidroeléctrico del río La Miel se puede realizar en dos etapas con la construcción de las siguientes obras:

1. Desviación del río Guarinó, a la elev. 1100 m, mediante una presa derivadora y túnel de 10.8 km, para captar un caudal de $12 \text{ m}^3/\text{s}$; el agua verterá al embalse de La Miel II, a la elev. 1050 m.



2. Presa de 180 m de altura en la Miel II, con el fin de captar los escurrimientos del río La Miel, que en este sitio tiene un módulo de $32 \text{ m}^3/\text{s}$. Este caudal sumado al del río Guarinó se utilizará en la central eléctrica de La Miel II, aprovechando una caída bruta de 600 m.
3. Presa en el sitio La Miel I, de 180 a 200 m de altura, aguas abajo de la confluencia de los ríos La Miel y Moro, para almacenar y regularizar sus aportaciones a $74 \text{ m}^3/\text{s}$ y generar energía con un salto bruto de 215 m, a proximadamente.

La potencia total que se proyecta instalar en las centrales La Miel I y La Miel II es de 624 mw, operando con un factor de planta de 0.50.

Como información general aplicable a los dos proyectos, Guarinó-La Miel II y La Miel I, es interesante anotar las siguientes observaciones:

1. La precipitación pluvial en la cuenca alta de los ríos La Miel, Moro y Guarinó alcanza a 8000 mm por año, varía aproximadamente de 4000 a 6000 mm a la altura de La Miel II y se reduce a unos 4500 mm en la región de La Miel I.
2. El río La Miel tiene una pendiente media de 10% en el curso superior; disminuye a 3% entre los sitios I y II y 3 km aguas abajo de La Miel I, se reduce el gradiente a solo 0.3%, antes de salir a la llanura de inundación del río Magdalena.
3. Los levantamientos topográficos fueron realizados a partir de fotografías aéreas y se cuenta con restituciones en escalas 1:25.000, 1:10.000 y 1:2.000 para el sitio La Miel I.
4. Los aforos de los ríos La Miel y Moro abarcan un período de 10 años. El caudal medio en La Miel I es de $85 \text{ m}^3/\text{s}$. La máxima creciente registrada en febrero 10, 1976, fué de $1300 \text{ m}^3/\text{s}$, con un volumen de 20 millones de metros cúbicos escurridos en 12 horas; la creciente más voluminosa observada es de 25 millones de metros cúbicos con pico de $920 \text{ m}^3/\text{s}$.
5. Existe un levantamiento geológico regional efectuado por el Consorcio Río La Miel, Contrato 3200, Etapa A.

PROYECTO MIEL I

Características Generales

El sitio La Miel I está situado sobre el río La Miel, cerca del poblado Norcasia, distante 220 km de la ciudad de Bogotá.

La planta hidroeléctrica objeto del estudio comprende:

1. Una presa de 180 a 200 m de altura, ubicada inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos La Miel y Moro.
2. El rebosadero con capacidad máxima de $5000 \text{ m}^3/\text{s}$, en la ladera derecha.
3. La casa de Máquinas en el estribo izquierdo subterráneo o exterior, que alojará cuatro unidades con potencia total de 286 mw.
4. La obra de desviación formada por las ataguías y túneles, diseñados para derivar $1500 \text{ m}^3/\text{s}$.

En el tramo correspondiente a las obras antes mencionadas, el río escurre por un cañón con paredes escarpadas (taludes medios variables de 1:1 a 2:1), surcadas por cañadas distribuidas regularmente, índice de un bien desarrollado sistema de drenaje. La precipitación anual en esta zona varía de 4000 a 5000 mm, siendo el período más seco junio-julio, con lluvia menor de 100 mm/mes.

El acceso es relativamente fácil por la margen derecha y a lo largo de las lomas que flanquean el cañón; pero se torna difícil en las cercanías del sitio de las obras y los espacios disponibles para las instalaciones de construcción son mínimos.

Geología Superficial

El estudio de campo está en proceso de ejecución y ha cubierto la mayor parte de la ladera izquierda, desde la confluencia de los ríos Moro y La Miel hasta el extremo más alejado del túnel de fuga. De acuerdo con esta información (Figura 1), en los primeros 1000 m del tramo, aflora una formación masiva de esquistos, limolitas y cuarcitas, cruzada por diques dacíticos o aplíticos; en la primera de las rocas mencionadas el plano de esquistosidad es aproximadamente normal a la dirección del río y el diaclasamiento más pronunciado es casi

vertical y paralelo al río; el intemperismo en esta serie de rocas es moderado y la topografía del cañón es abrupta. Hacia aguas abajo, esta formación metamórfica está en contacto con un cuerpo intrusivo, grano-diorítico, que abarca un tramo de 500 m a lo largo del río; el contacto se presenta bien soldado, el rumbo es NW-SE, el echado al W resulta de aproximadamente de 70°; por la erosión superficial es manifiesta la mayor susceptibilidad de esta roca a la meteorización. Nuevamente, río abajo se presentan esquistos y cuarcitas con características similares a las del primer tramo.

De interés para la búsqueda de materiales de construcción, en la ladera derecha se ha observado que la formación rocosa está cubierta por un depósito aluvial, de granulometría y espesor variable, predominantemente constituido por gravas y arena, alterado en la superficie o cubierto por tobas volcánicas de grano fino. Esta condición es notoria en los terrenos de la finca El Bosque. La inspección de esta zona indica que los suelos residuales provenientes de esquistos o cuarcitas son de escaso espesor y que en cambio pueden encontrarse capas potentes de materiales finos (limo-arcillosos) producto de la descomposición de dioritas, como las ubicadas en Norcasia (campo de fútbol).

ESQUEMAS DE LA OBRA CIVIL

Las figuras 2, 3 y 4 muestran tres alternativas para el proyecto Hidroeléctrico de La Miel I. A estas debe agregarse otra posibilidad que se describe más adelante, relativa a la disposición de la casa de máquinas en el exterior, con un túnel de aducción largo y descarga directa en el río.

Las tres alternativas esquematizadas en las Figuras 2, 3 y 4 se distinguen solamente por el tipo de presa y modificaciones menores en cuanto a la localización de la obra de toma y longitud del túnel de desviación. El tipo de reboseadero y su ubicación es común a las tres soluciones y se supone que el eje de la presa, independientemente de su tipo, es el mismo; además se ha adoptado una misma altura de 180 m en los tres casos, ataguía de 50 m aguas arriba y de 20 m aguas abajo. Por supuesto, las proposiciones anteriores son un tanto arbitrarias y tienen por objeto en esta fase del estudio comparar costos.

Presa de Arco-Bóveda (Figura 2)

A reserva de confirmarlo con la exploración del sitio y los estudios geotécnicos preliminares, este tipo de estructura puede resultar atractivo en vista de las dificultades de acceso, espacio exiguo para instalaciones, pluviosidad elevada, existencia de grava y arena a distancias del orden de 7km, geometría de la gar

ganta y otras ventajas inherentes a este tipo de presa (reducción de la obra de desvío, tanto en caudal como en longitud del túnel, y posibilidad de instalar una descarga profunda confiable y económica). La relación longitud de cresta a altura resulta igual a 2. Se considera inaceptable usar esta estructura para evacuar las crecientes del río cuyo caudal máximo se estima en $6000 \text{ m}^3/\text{s}$, por encima de la cresta; la energía a disipar con una caída de 180 m, aguas abajo, aún a distancia de 50 a 60 m, es de una magnitud tal que pondría en peligro la obra (' $15 \times 10^6 \text{ HP}$ ' actuando en un área de 1000 m^2 aproximadamente).

Esta alternativa requerirá un estudio geotécnico muy detallado para realizar el diseño definitivo del arco-bóveda, y a nivel del estudio de factibilidad, debe procederse en forma conservadora para estimar cantidades y costos.

En la Figura 5 se presenta sección vertical por el centro del arco-bóveda, así como una estimación muy gruesa del volumen de hormigón.

Presa de Enrocado y Pantalla de Hormigón Aguas Arriba (Figura 3)

La precipitación pluvial del lugar y la existencia de roca sana, preferentemente en la formación de esquistos, limolitas y cuarcitas, sugieren la conveniencia de analizar esta alternativa. Como es sabido, la junta entre la pantalla impermeable y los estribos es un problema de difícil solución debido a los desplazamientos del enrocado. Estos pueden reducirse en forma notable si el enrocamiento tiene una granulometría razonablemente buena ($C_u > 5$) y se compacta energicamente, disponiendo el material en capas no mayores de 1 m y en condición húmeda (la lluvia es un factor favorable para ese objeto). Sin embargo, es probable que al llenar el embalse se presenten roturas en algunas partes de la junta perimetral y sea necesario proceder a su reparación. Por tal razón debe preverse en el diseño un desagüe de fondo, para vaciar el embalse en un tiempo razonable (15 a 20 días). En el presente caso, en vista de que la capacidad del vaso es de 500 millones de metros cúbicos y el escurrimiento del río menor de $100 \text{ m}^3/\text{s}$, la capacidad de descarga requerida será de unos $300 \text{ m}^3/\text{s}$, tomando en cuenta que 200 millones de metros cúbicos pueden evacuarse rápidamente por el rebosadero.

El requisito adicional para esta alternativa es que se eliminen de la cimentación materiales finos o caídos de roca en estado suelto. La junta de las losas que inciden en el fondo del cauce debe, además, protegerse con un relleno de suelo arcilloso, compactado en capas, hasta una altura de 50 m. La Figura 5 muestra las características geométricas de este tipo de presa y la correspondiente cubi-
cación de materiales.

Presa de Tierra y Enrocamiento (Figura 4)

Como se indicó en el caso anterior, rocas de la formación metamórfica explotadas en cantera y en los túneles de los otros componentes del proyecto, se consideran adecuadas para construir los respaldos permeables, separando el enrocado del material de transiciones, mediante una malla vibratoria de cuatro pulgadas. Para el núcleo impermeable, que se recomienda central y simétrico, con taludes no menores de 0.3:1 (espesor en el fondo de 110 m) y ancho en la corona de 4 a 6 m, se tienen en la región suelos residuales de dos orígenes: los de meteorización de dioritas, limosos y los producidos por el intemperismo de depósitos aluviales, mejor graduados y con porcentaje bajo de finos. Estos se consideran los más aceptables para construir el núcleo, pues los suelos tobáceos que cubren las formaciones del Terciario, son muy susceptibles de erosión interna. Como se indica más adelante, el estudio de estos materiales requerirá un cuidadoso trabajo experimental. Finalmente, el núcleo deberá protegerse, tanto aguas arriba como aguas abajo, con filtros de granulometría adecuada para sellar grietas y retener finos, respectivamente.

La Figura 5 ilustra el tipo de sección prevista para esta alternativa que plantea problemas de construcción por la magnitud de la precipitación pluvial en el sitio.

REBOSADERO

De acuerdo con estimaciones preliminares, se anticipa que la creciente de diámetro tendrá un caudal máximo de 5000 a 6000 m³/s y un volumen del orden de 100 millones de metros cúbicos. Se ha elegido la ladera derecha para alojar la estructura de excedencias y debido a su abrupta topografía, la solución de canal abierto conduce a una excavación de aproximadamente 2 millones de metros cúbicos, con cortes máximos de 200 m. Teniendo en cuenta que: 1) sería ilusoria una coordinación entre la excavación requerida por el vertedero y la construcción de la presa (Figuras 3 y 4), y 2) resultaría arriesgado cortar taludes con la altura señalada, se recomienda estudiar solo la solución de rebosadero con descarga en túnel. Por razones de flexibilidad en la operación se deberá considerar dos unidades independientes, formadas por la estructura de entrada dotada de compuertas radiales, transición, túnel y salto de esquí a la salida. El túnel, totalmente revestido, será de sección circular. Tanto el canal de aducción como la estructura de compuertas, transición, túnel y salto de esquí tendrán un alineamiento recto en planta, según se muestra en el esquema de la Figura 2.

La caída desde la cresta de apoyo de las compuertas, o sea la transición hasta el codo, será inclinada a 50° con la horizontal. Se limitará la velocidad media de escurrimiento a 40 m/s. Si bien para efectos del estudio de factibilidad será suficiente con un diseño basado en antecedentes de obras similares, el proyecto definitivo requerirá la comprobación del funcionamiento hidráulico por medio de modelos, a escala adecuada. Se recomienda ubicar la estructura de compuertas de modo que los cortes en el cerro no excedan de 60 m de altura.

OBRA DE DESVIACION

Para las tres alternativas ilustradas por las Figuras 2, 3 y 4 se ha previsto la construcción de dos ataguías y un túnel excavado en la ladera izquierda, con capacidad de $700 \text{ m}^3/\text{s}$ en el caso de presa arco-bóveda y de 1500 en las dos soluciones a base de materiales pétreos; se supone admisible pasar por encima de la estructura de hormigón, crecientes que excedan de $700 \text{ m}^3/\text{s}$, durante la construcción. Para dimensionar el túnel de referencia, en caso de no revestirlo, es aconsejable limitar la velocidad media del agua a un máximo de $18 \text{ m}^3/\text{s}$, funcionando como canal (escurrimiento libre). Debe contar con una estructura de cierre a base de compuertas planas seccionadas, capaces de soportar la carga hidráulica correspondiente a la elevación de la cresta del reboadero (elev. 430, aproximadamente).

CENTRAL ELECTRICA

Se prevén dos posibles soluciones (Figura 7) para construir las obras que alojarán el equipo de generación: 1) estructura de toma con las compuertas de operación y emergencia, ligada a uno o dos túneles, casa de máquinas subterránea en la ladera izquierda (inmediatamente aguas abajo del eje de la presa) y túnel de fuga hasta la descarga en el río; y 2) estructura de toma semejante a la anterior, túnel de aducción largo, almenara y lumbrera, casa de máquinas exterior y descarga directa al río.

En la primera alternativa (central en caverna), el túnel de fuga tendría una longitud de 4.0 km, y la descarga al río se realizaría en el punto en que este cambia de pendiente, o sea, unos 300 m aguas abajo del Puente de Hierro. La casa de máquinas de la segunda alternativa (central externa) es la condicionante del esquema, pues el terreno favorable para construirla queda ubicado a 5 km del sitio de presa, como se indica en la Figura 7.

Tanto la entrada del túnel de acceso a la central en caverna como el piso de ge

neradores en la casa de máquinas exterior, deberán ubicarse a una elevación conservadoramente superior a la cota del agua en el río, suponiendo que el rebosadero trabaja a su máxima capacidad (tránsito de la descarga, aguas abajo de la presa). Deberá estudiarse con cuidado el efecto de posibles derrumbes, en el emplazamiento elegido para la solución de central externa, pues está limitado por dos quebradas; se considera arriesgada alojar en este mismo lugar la plataforma requerida por la subestación eléctrica, por lo que es aconsejable ubicarla en la parte elevada de la ladera.

EXPLORACION DEL SITIO

Con el objeto de conocer el estado de la roca en los diversos lugares previstos para la construcción de los componentes principales del proyecto (presa, rebosadero y central eléctrica) se proponen las exploraciones que se describen a continuación.

Presa

Según se indicó al principio, las condiciones del sitio son tales que se usará el mismo eje en los tres esquemas de la obra (Figuras 2, 3 y 4), de modo que la exploración del sitio se resolverá con una sola serie de sondeos y socavones. En la Figura 8 se han señalado las coordenadas, profundidades y dimensiones, de tales exploraciones. Estas se reducen tentativamente a dos barrenos con muestreo continuo, inclinados para cruzar bajo el fondo del río; tres sondeos en cada ladera, del mismo tipo que los anteriores, dispuestos como se indica en la Figura antes citada; y dos socavones de 2 x 2 m y 50 m de profundidad, uno en cada estribo, a la elev. 375, aproximadamente.

Cada sondeo será de diámetro Nx, que podrá reducirse a Bx o Ax, en caso necesario. Al terminar los barrenos exploratorios se realizarán pruebas de absorción de agua (Lugeon), en forma continua y abarcando tramos de 5 m de longitud, mediante el uso de dos obturadores. Posteriormente, los barrenos se emboquillarán con tubo PVC y se construirán cajas de hormigón con cierre, a fin de conservarlos como pozo de observación piezométrica. Las mediciones de este tipo se efectuarán con sonda eléctrica mensualmente y se establecerá, la posible correlación de niveles con la precipitación pluvial media en el sitio.

Rebosadero

A lo largo del eje de esta estructura (Figura 6) se efectuarán tres barrenos en

los sitios señalados de la Figura 8; estos sondeos serán de las mismas características que los de la presa, en cuanto a dimensiones, muestreo, pruebas Lugeon y observación piezométrica.

Central Eléctrica

Además de los barrenos en el sitio de presa, dos de ellos orientados para estudiar las condiciones de la roca en la alternativa de central en caverna, se recomiendan por lo menos, otros tres sondeos sobre el eje del túnel de aducción para el caso de central externa, y dos en el propio sitio de la casa de máquinas. Las características de estas exploraciones son semejantes a las indicadas para el sitio de presa.

Socavones de Exploración

Con el fin de conocer en forma detallada el diaclasamiento de la formación metamórfica de ambos estribos, se excavarán estos túneles exploratorios, limitando la cantidad de explosivo para evitar daño excesivo de la roca. Una vez lavadas las paredes se procederá al levantamiento detallado de diaclasas, grietas, planos de esquistosidad, rellenos, intemperización, etc.

MATERIALES DE CONSTRUCCION

La localización de bancos observados durante la visita al sitio La Miel I, aparecen señalados en la Figura 9. La información que posee es fragmentaria y solo indicativa de posibilidades que deben confirmarse con una exploración detallada y trabajos de laboratorio.

Enrocados y Material de Transiciones

Para las alternativas de presa construídas con materiales pétreos (Figuras 3, 4 y 5) se propone formar los respaldos permeables, excepto filtros en su caso, con el producto de la explotación en cantera (Figura 9) y de la excavación en túneles y cavernas, de la formación metamórfica (esquistos, limolitas y cuarcitas). Sin embargo, es aceptable el uso de la diorita, siempre que no esté afectada por meteorización.

Se propone la extracción de muestras representativas de ambos tipos de roca (metamórfica e ígnea) para realizar con ellas pruebas índice y clasificarlas en

base a su sanidad. Dichas pruebas serán las siguientes: absorción de agua, desgaste Los Angeles, intemperismo acelerado (ASTM, C-80) y de rotura de granos con tamaños de 2, 5 y 10 cm de diámetro nominal.

Además, con ambas muestras y la granulometría mostrada en la Figura 10, se efectuarán sendas pruebas de compresión unidimensional, en odómetro de 80 cm de diámetro y 80 cm de altura, aproximadamente. Los especímenes se formarán por capas de 15 cm de espesor y serán compactadas con disco vibratorio a su máxima densidad. Como este tratamiento no corresponde a lo que logran equipos pesados de compactación (rodillo liso vibratorio de 13 ton, o mayor), será necesario precompactar los especímenes con la aplicación sucesiva de tres ciclos de carga y descarga, entre 0 y 10 kg/cm², cada uno en un lapso no mayor de cinco minutos. Una vez realizada esta compactación adicional y tomadas las lecturas iniciales, se procederá en la forma usual, aplicando los siguientes esfuerzos axiales: 1, 2, 4, 8, 16 y 32 kg/cm²; se registrarán las curvas deformación vs tiempo hasta alcanzar el equilibrio y se descargará el espécimen hasta anular la presión axial operando en sentido inverso. Terminado el ensayo se determinará la granulometría final y a partir de la inicial se estimará el porcentaje Bg de la rotura de granos.

Filtros

Según se indica en la Figura 9, las posibles fuentes de arena para construir los filtros en el caso de la presa de tierra y enrocamiento (Figuras 4 y 5), se encuentran a distancia comprendida entre 10 y 20 km del sitio La Miel I, en el propio río La Miel aguas abajo y en el río Pontoná, a la altura del kilómetro 10 de la carretera La Dorada-Norcasia. En los bancos del río La Miel, predominan las gravas y boleos; los depósitos del Pontoná son de arena bien graduada. Se requiere una exploración cuidadosa de los posibles préstamos en la región y debe preverse la necesidad de lavar y cribar el material para ajustarse a las especificaciones de filtros. Se enviará copia del informe preparado por el US Army Corps of Engineers, sobre revisión de los criterios para filtros.

Material de Núcleo

La mayoría de los suelos que se recomiendan usar en la construcción del núcleo impermeable previsto para la alternativa de presa de tierra y enrocamiento, son de origen residual. Como se dijo anteriormente, se han localizado suelos (Figura 9) resultado de la meteorización de dioritas y de un conglomerado continental que subyace a los depósitos de toba volcánica; estas tobas se consideran inaceptables para formar el núcleo, por tratarse de suelos areno-limosos, no plásticos.

cos, muy susceptibles a erosión interna.

La exploración de las fuentes posibles de material impermeable debe ser minuciosa y teniendo en cuenta que la cantidad necesaria podría exceder del millón de metros cúbicos. Se recomienda realizar pozos a cielo abierto o apiques de 4 a 5 m de profundidad, con el fin de clasificar los materiales in-situ y determinar contenidos de agua natural en los diferentes estratos. Con muestras representativas, integrales, se determinarán las propiedades índice; densidad de sólidos, límites de Atterberg para las fracciones que pasan por las mallas 40 y 200, granulometría, humedad óptima y peso volumétrico respectivo, en prueba Proctor Modificado y Harvard miniatura.

Agregados de Hormigón

Como se indica en el plano de la Figura 9, existen bancos extensos de grava y arena en el río La Miel, a unos 7 km, aguas abajo del sitio I y en depósitos de tipo continental, a lo largo del camino Norcasia-La Dorada, hacia el kilómetro 18.

COMENTARIO FINAL

Se agradece las facilidades proporcionadas por el Consorcio Río La Miel para realizar la visita de inspección, así como la elaboración de las figuras anexas al presente informe.

PROYECTOS HIDROELECTRICOS LA MIEL I Y II

ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD

Septiembre 1/1978
Por: Raúl J. Marsal

Con el objeto de conocer el avance de los estudios que realiza el Consorcio Río La Miel en los sitios La Miel I y II, el suscrito realizó una visita técnica los días 29 y 30 de agosto, acompañado por ingenieros del mencionado Consorcio, CHEC e ICEL.

MIEL I

En el curso de la mañana del 29 de agosto, por la ladera izquierda, se recorrió el sitio desde aguas abajo hasta el eje de la presa, donde se estaba perforando el barreno S-1; previamente, en el campamento, se habían observado las mues tras extraídas de los sondeos de exploración efectuados sobre el túnel de conduc ción (serie I) y casa de máquinas a cielo abierto (serie CM).

La ladera derecha fué inspeccionada en la tarde, accediendo por el camino veci nal que parte de Isaza y llega a la confluencia de los ríos La Miel y Moro. An tes de la visita (28 de agosto) y durante ella se discutieron diversos temas rela tivos al desarrollo del proyecto y a los ensayos de los materiales necesarios pa ra construir la presa.

Esta parte del informe describe las observaciones realizadas e incluye las reco mendaciones más importantes para la fase actual de los estudios.

Estudios Geológicos

Se ha terminado la exploración geológica superficial desde la confluencia La Miel Moro hasta La Florida, sitio elegido para construir la casa de máquinas a cielo abierto. Se ha comprobado que en este tramo del río existen dos tipos de esquis tos: en el cañón inmediato a la confluencia, la roca metamórfica es de matri z cuarzosa, mientras que la explorada aguas abajo, cerca de La Florida, es es quisto arcilloso. La meteorización es más profunda en este último. Entre los dos tipos de esquistos existe una intrusión de diorita, roca que en la superficie

se intemperiza notablemente. Además, el sondeo T-2 reveló que en el contacto de la diorita con el esquisto la alteración es casi total y alcanza profundidades mayores de 100 m. En cambio, en el sondeo T-1, después de la capa alterada superficial de espesor variable, la masa de diorita es sana y competente.

Debe señalarse que las muestras extraídas del esquisto cuarzo demuestran que esta roca es resistente y presenta un diaclasamiento regular, con módulo de 0.5 a 1 m; el rumbo de este sistema es aproximadamente paralelo al río en el sitio de presa y buza hacia aguas abajo con ángulo medio de 70 grados. La esquistosidad tiene un rumbo casi normal a la dirección del río y su inclinación media es de 70 grados hacia el Oeste.

Las exploraciones en el lugar previsto para alojar la casa de máquinas exterior, indican que la alteración de los esquistos arcillosos es profunda (de 15 a 30 m) y que probablemente sea un antiguo derrumbe.

Hay una diferencia marcada entre las pendientes de las laderas izquierda y derecha, arriba de la elev 400. En la primera, los taludes son 1:1, aproximadamente, hasta la elev 700 o superior; mientras que en la zona del canal de acceso a los túneles vertedores la pendiente es de 2H:1V y la roca está cubierta por talud o una capa superficial meteorizada, cuya potencia se desconoce por el momento (no se han realizado aún los sondeos de exploración propuestos en el Informe de marzo de 1978).

Materiales de Construcción

Núcleo

Para construir esta zona de la presa tipo tierra-enrocamiento, se han investigado los depósitos de suelos disponibles desde El Bosque hasta la zona vecina al sitio, por la ladera derecha. La mayoría de estos suelos son limos de mediana a alta plasticidad, producto de la alteración de esquistos. El límite líquido está comprendido entre 30 y 80%, mientras que el índice de plasticidad varía de 10 a 40. La humedad natural de estos suelos es mayor que el contenido de agua óptimo en más 10 por ciento. El peso volumétrico seco máximo en compactación estándar (Proctor Modificado) resulta del orden de 1500 kg/m³.

Enrocamiento

Se confirma que la fuente más idónea para obtener el material de los respaldos permeables es el producto de canteras o excavaciones que se realicen en el esquisto cuarzo del cañón. Este esquisto, salvo la parte alterada por intemperis -

mo , es sano. Seguramente la explotación con explosivos producirá fragmentos angulosos, prismáticos y de granulometría un tanto uniforme ($Cu < 5$). Sin embargo, mediante compactación con equipos pesados, vibratorios, será factible formar una masa densa y relativamente poco compresible.

Filtros

La arena limpia, bien graduada, es escasa en esta parte del curso de La Miel. En el río Pontoná existen depósitos poco potentes y a distancias mayores de 10 km del sitio de presa. Debe considerarse un material que requerirá procesamiento en planta (lavado y cribado).

Agregados de Concreto

Como se observó antes, la arena puede resultar un problema de consideración, para elaborar volúmenes importantes de concreto. En cambio, la grava abunda a lo largo del río La Miel y en la planicie de la Hacienda El Tigre.

Disposición de las Obras

El esquema de los componentes del proyecto La Miel I parece adecuado, en vista de las condiciones topográficas, geológicas y de disponibilidad de materiales en el sitio. El esquema de referencia consiste de las siguientes obras:

1. Presa de enrocamiento con cara de concreto, o bien, arco-bóveda, ambas con ejes localizados en el cañón formado por esquistos cuarzosos, aguas abajo de la confluencia La Miel-Moro.
2. Rebosadero constituido por dos túneles vertedores con compuertas radiales de 18 m de altura y canal de acceso a la elev 424, y salida en salto de esquí con labio a la elev 342.
3. Casa de máquinas subterránea en la ladera izquierda para alojar tres unidades con capacidad total instalada de 200 mw (no incluye desviación del río Guarinó); obra de toma con compuertas deslizantes a la elev 380; caverna de transformadores y cámara de oscilación aguas abajo de la casa de máquinas; y el túnel de fuga de 8.5 x 8.5 m y 4 km de longitud.
4. Patio de conexiones en la ladera izquierda, con piso a la elev 700, aproximadamente.

5. Caminos de acceso por la margen derecha, con dos ramales principales; uno a la entrada del rebosadero, y el otro, hacia el túnel de acceso a la casa de máquinas cruzando el río por la berma aguas abajo, elev. 320.

Alternativas de Presa

En vista de la precipitación pluvial en el lugar (5.000 mm), las características del material para el núcleo impermeable (limos de alta plasticidad con humedad natural elevada) y la geometría del cañón (fuerte interacción entre laderas así como entre las zonas permeables y el núcleo de la presa), se considera que la alternativa de presa de tierra y enrocamiento debe desecharse. La presa tipo arco-bóveda, si bien ofrece ventajas por las características geométricas del cañón, requerirá un estudio geotécnico elaborado. De acuerdo con el diseño preliminar, el volumen de esta estructura resulta de 850000 m³, debiéndose producir los agregados en planta a partir de la explotación de los bancos localizados en la Hacienda El Tigre.

La alternativa de enrocamiento con cara de concreto no plantea problemas serios de diseño. El enrocamiento de esquisto cuarzoso es adecuado, pero deberá establecerse claramente que no es aceptable incluir en la sección de la presa roca alterada ("random zones"), el volumen se estima en 6×10^6 m³.

RECOMENDACIONES

Con base en las consideraciones anteriores, se recomienda:

1. Desechar la alternativa de presa tipo tierra-enrocamiento, por las razones expuestas en el párrafo respectivo.
2. Continuar la comparación de las alternativas arco-bóveda y enrocamiento, con cara de concreto, atendiendo a los conceptos señalados anteriormente.
3. Aumentar el borde libre de 4 a 6 metros en el caso de presa enrocamiento, con cara de concreto, así como modificar la altura de compuertas vertedoras para mejorar la regulación de crecientes, aumentando la capacidad del embalse en 50 Hm³.
4. Realizar dos sondeos exploratorios de 50 m de profundidad en la ladera derecha, a las elev 360 y 440, en lugar del barrenos S-3.

5. Perforar los sondeos S-4 y S-5, cruzando el cauce del río en el eje de la presa, para verificar la forma de la roca y determinar el espesor de los acarreos.
6. Determinar la cota de entrada del túnel de acceso a la casa de máquinas con base en el estudio hidráulico aguas abajo de la presa, con los vertederos trabajando a su máxima capacidad ($5000 \text{ m}^3/\text{s}$), pero teniendo en cuenta la posibilidad de que se forme una barra por ataque del agua a materiales sueltos de ambas laderas. No es posible predecir la altura que esa barra pueda alcanzar, pero a nivel de factibilidad, se propone sumar al tirante hidráulico calculado sin obstrucciones una altura de 10 m, como mínimo.
7. Mejorar la localización de la estructura de compuerta de vertederos, corriéndola unos 20 a 30 m hacia aguas abajo y 10 m hacia el río.
8. Disponer el eje longitudinal de la casa de máquinas subterránea normal a la bisectriz del ángulo formado por las trazas de los planos de diaclasamiento paralelo al río y de esquistosidad, ajustando el arreglo de las otras estructuras (obra de toma, túneles de fuerza, caverna de transformadores, cámara de equilibrio, etc.) con el mismo criterio.
9. Localizar el patio de conexiones en la ladera derecha, a la elev 700 aproximadamente, donde existe una superficie poco accidentada.
10. Estudiar en forma preliminar los caminos de acceso y de construcción.
11. Prediseñar la pantalla de inyecciones, que en el caso de la alternativa de enrocamiento con cara de concreto consistirá de una línea de barrenos a lo largo del apoyo de la losa con la roca de los estribos. En cambio, la alternativa arco-bóveda muy probablemente requerirá doble línea de barrenos y drenaje, realizados desde galerías excavadas en ambas laderas, a tres elevaciones y de 100 m de longitud.

LA MIEL II

La visita al lugar en que se proyectan las obras de La Miel II se efectuó el 30 de agosto, partiendo en helicóptero desde la ciudad de Mariquita al sitio de presa; en este lugar se hizo un recorrido por la ladera derecha, aguas abajo de la confluencia de los ríos Pensilvania y La Miel, a lo largo del cañón en que se piensa construir la presa. Desde el helicóptero, posteriormente se inspeccionó río abajo hasta llegar al puente de la carretera Cañaveral-Samaná y se descendió en el lugar elegido para la casa de máquinas a cielo abierto. Durante esta inspección se discutió con los ingenieros del Consorcio Río La Miel, diversos esquemas estudiados en forma preliminar para orientar las investigaciones geotécnicas.

A continuación se exponen las conclusiones generales basadas en la información disponible y las observaciones de campo.

Geología Superficial

Se ha elaborado un plano geológico a partir de observaciones en el tramo comprendido por la confluencia Pensilvania-La Miel y el puente carretero de Cañaveral a Samaná, de 12 km de desarrollo y desnivel de 500 m aproximadamente.

Aguas abajo de la confluencia, el cañón está labrado en esquistos grafíticos intercalados con otros de matriz cuarzosa; en los primeros la meteorización es profunda y total en la superficie. Los planos de esquistosidad buzan hacia aguas arriba con ángulo variable de 50 a 70 grados y son normales al río; además existen dos direcciones predominantes de diaclasamiento, perpendiculares entre sí y aproximadamente a 45 grados respecto al curso de La Miel. Aguas abajo del cañón se presenta el contacto con un cuerpo intrusivo de diorita cuarzosa y cristales bien desarrollados de biotita; el intemperismo es superficial, aparentemente. El río cruza esta masa ígnea en una longitud de unos 4.5 km, y después de atravesar un dique de cuarcita, penetra en otra formación de esquistos que, a juzgar por las pendientes de la laderas, es bastante competente, pero afectada por deslizamientos de paquetes limitados por los dos planos de diaclasamiento principales. Finalmente, en la vecindad del puente carretero - Cañaveral-Samaná, se presenta el contacto de la formación metamórfica con un cuerpo de cuarzo diorita.

Materiales de Construcción

La región del estudio se caracteriza por la casi ausencia de arena y gravas, necesarias para fabricar concretos o formar filtros. De las rocas encontradas en el tramo antes descrito, la diorita parece ser la más conveniente para producir enrocamientos; los esquistos grafíticos en el sitio de la presa no son recomendables para ese objeto, porque son más susceptibles de alterarse que la diorita y, por tanto, las canteras como excavaciones necesarias para la obra de excedencias, tendrán un alto porcentaje de desperdicio. Esta observación, por otra parte, influye sobre el tipo de estructura vertedora, al no justificarse excavaciones amplias con la idea de aprovecharlas en una presa de tipo escolera.

Los suelos que se encuentran en la proximidad del proyecto y a lo largo del río La Miel, son residuales, derivados de esquistos o de la diorita. Las cantidades disponibles deben ser limitadas, de espesor irregular y composición heterogénea, predominando los limos de alta plasticidad y con humedad natural superior a la óptima de compactación.

Esquemas del Proyecto

Se han estudiado en forma preliminar cuatro alternativas por la ladera izquierda sobre la disposición de las obras (Figura 1), que tienen en común una presa de tipo enrocamiento con cara de concreto: I) Central en caverna a pie de presa (300 m de profundidad) y un túnel de restitución de 9.4 km de longitud, no revestido. II) Toma y túnel de presión (carga hidráulica de 150 m), almenara y pozo, tramo blindado hasta la casa de máquinas subterránea ubicada cerca del río. La longitud total de la conducción y túnel de fuga es de 9.7 km.

Los esquemas III Y IV son similares al anterior, excepto que la casa de máquinas es exterior y ubicada en sitios que permiten aprovechar una carga hidráulica que supera a la de las alternativas I y II, entre 20 a 30 m. Debe tenerse en cuenta que el tirante de agua entre el nivel de operación en el embalse y la descarga en el río en el sitio más bajo es de 575 m, y que la diferencia de nivel en el tramo inferior del río, entre las alternativas I y IV, es de solo 30 m.

El sitio elegido para construir la casa de máquinas exterior de la alternativa III quedó localizado sobre un potente depósito fluvial, en que abundan bloques de gran tamaño, y la masa adyacente parece que es parte de un derrumbe antiguo. La alternativa IV presenta el inconveniente de requerir una tubería blindada en el túnel, entre la almenara y la casa de máquinas, de 3.5 km de longitud.

Para explorar las condiciones de la roca en el sitio de las cavernas que alojan los equipos de generación y transformación, a unos 300 m bajo el río, se requieren equipos especiales de perforación y es poco probable que la información indispensable pueda lograrse a corto plazo. Es importante determinar el estado de esfuerzos a esa profundidad para analizar la estabilidad de las excavaciones subterráneas.

Por las consideraciones precedentes, se concluyó que el análisis de factibilidad se realice con una alternativa similar a la II en cuanto a la conducción entre la obra de toma y la almenara, pero disponiendo la casa de máquinas cerca de esta última estructura, a fin de reducir la longitud de la tubería blindada; el trazo del túnel de fuga se eligirá de acuerdo al estudio económico respectivo.

Tipo de Presa

La carencia de materiales adecuados para formar el núcleo arcilloso y filtros en la proximidad del sitio, descarta la posibilidad de construir una presa de tierra y enrocamiento.

Las características de los esquistos grafíticos en el cañon son poco favorables para cerrar el río con un arco-bóveda de 180 m de altura; además, los agregados de concreto tendrían que obtenerse por trituración (gravas) y molienda (arena). Debe estudiarse la sanidad de las rocas disponibles para el objeto antes mencionado. Es posible localizar aguas abajo un sitio más adecuado para la solución de arco-bóveda de concreto, más amplio, pero cimentado sobre la roca intrusiva y perdiendo carga hidráulica.

La alternativa más atractiva parece ser la de presa de enrocamiento con cara de concreto. Como se indicó al comentar sobre materiales de construcción, la fuente de roca para construir la masa granular es, en este caso, la diorita; los esquistos grafíticos del cañon y zonas aledañas se consideran de calidad inferior a la roca ígnea. Sin embargo, deben extraerse muestras frescas y representativas de ambas formaciones para realizar pruebas de sanidad (absorción de agua, abrasión Los Angeles, intemperismo acelerado (ASTM-C-88) y resistencia a rotura).

En el caso de la presa de enrocamiento con cara de concreto, la curva del río aguas abajo del cañon permitirá reducir la altura a unos 100 m, mediante la construcción de una berma aguas abajo, a la elev 950. A fin de impermeabilizar la unión de la losa de concreto con la ladera, en la parte inferior de la presa, será deseable construir una masa de suelo compactado con especificaciones similares a las de un núcleo impermeable.

Como en el caso de la presa en Miel I (alternativa de escollera), es recomendable contar con seis metros de borde libre y un ancho de cresta no menor de 6m.

Rebosadero

Se ha estudiado la posibilidad de pasar las crecientes del río por un vertedor a cielo abierto, ubicado en la margen izquierda, con compuertas radiales y canal de pendiente constante que remata en un salto de esquí. El caudal máximo se estima en $2500 \text{ m}^3/\text{s}$ y el desnivel entre el umbral de las compuertas y el salto de esquí es de 100 m, aproximadamente.

Esta solución requiere, por razones de estabilidad, excavaciones de un millón de metros cúbicos de esquistos, probablemente algo meteorizado que podrían usarse en la berna de aguas abajo, sobre la curva del río. Sin embargo, el transporte de este material por una topografía muy accidentada puede resultar muy costosa. Se sugirió el estudio de un vertedor en túnel, que tenga dimensiones y geometría semejantes a una de las dos estructuras previstas en el caso de La Miel I.

Exploraciones y Estudios Geotécnicos

Con el objeto de definir la localización y características de las estructuras de acuerdo al esquema descrito antes, o sea, la alternativa II con variantes en el túnel de desfogue de la central (Figura 1), será necesario realizar los estudios y sondeos que se sugieren a continuación:

1. Determinar mediante perforaciones con extracción de muestras, la secuencia estratigráfica, diaclasamiento y esquistosidad en el sitio de la presa, tanto en el eje elegido para esta estructura como en los sitios del rebosadero y la obra de toma; es importante conocer la profundidad de la roca bajo el depósito aluvial del cauce.
2. Realizar pruebas índice con muestras de los esquistos grafíticos y la diorita (absorción de agua, desgaste Los Angeles, intemperismo acelerado y resistencia a rotura), con objeto de determinar la sanidad de ambos tipos de roca y estimar sus propiedades mecánicas.
3. Explorar a lo largo del río La Miel, entre la confluencia y el puente carretero (12 km), los deslizamientos ocurridos y analizar la estabilidad de las laderas, con miras a evaluar el volumen de fallas potenciales por gravedad

y estimar el margen que debe preverse en cuanto al tirante de agua frente al túnel de fuga.

4. Calcular la creciente máxima que puede escurrir hacia el embalse, con el fin de dimensionar las estructuras del rebosadero.
5. Estudiar con base en los sondeos de exploración y mediciones de absorción de agua (Lugeon), el tratamiento que requieran las alternativas de presa, enrocamiento con cara de concreto y arco-bóveda, esta última en un sitio ubicado en la intrusión de diorita.

DERIVACION DEL RIO GUARINO

Para incrementar el caudal turbinable por las centrales La Miel I y II, se proyecta derivar las aguas del río Guarinó, construyendo una presa derivadora de tipo alpino o indio, a la cota 1100 aproximadamente y un túnel de 13 km de longitud hasta llegar al embalse de La Miel II. El gasto aprovechable estará comprendido entre 5 y 12 m³/s. La geología a lo largo del mencionado túnel es objeto de estudio que deberá realizarse esencialmente desde superficie, ya que el techo o cubierta excede de 300 m en la mayor longitud del trazo elegido. La región se supone que es atravesada por la falla Palestina y que los esquistos, se encuentran fuertemente alterados y fracturados.

Como alternativa a la solución anterior se sugiere estudiar otras dos: 1) Conducción en tubo de concreto enterrado a media ladera y elevación 1100, trabajando a presiones piezométricas menores de 50 m, donde sea necesario; 2) Captación en el río Guarinó, cota 950, con una presa derivadora y bombeo de 100 m aproximadamente, a un túnel de 5 km de longitud que descarga en el embalse de La Miel II.

El suscrito agradece la valiosa cooperación de los Ingenieros del Consorcio Río La Miel, ICEL y CHEC.

PROYECTO MIEL I VOLUMEN IV

APENDICE G -

COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION



APENDICE G

I N D I C E

CAPITULO		PAGINA
1	INTRODUCCION	G-1
2	PRECIOS UNITARIOS	
	2.1 Metodología	G-1
	2.1.1 Deducción de precios unitarios	G-1
	2.1.2 Precios unitarios de proyectos similares	G-2
	2.1.3 Precios unitarios de túneles	G-2
	2.1.4 Precios unitarios de equipos	G-3
	2.2 Actualización de precios	G-3
	2.3 Adopción de precios unitarios	G-4
	2.4 Componente en moneda local y moneda extranjera	G-4
3	PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION	G-6
4	PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y FABRICACION DE EQUIPOS	G-6
5	PROGRAMA DE DESEMBOLSOS	G-7
6	COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO	G-7

APENDICE G

C U A D R O S

- | | |
|---------|--|
| 1 a 9 | PRESUPUESTOS DETALLADOS |
| 10 a 18 | PROGRAMAS DE DESEMBOLSO |
| 19 | COSTOS ANUALES DE OPERACION Y
MANTENIMIENTO |

F I G U R A S

- | | |
|-----|-----------------------------|
| G-1 | Túneles - Precios Unitarios |
| G-2 | Programa de Construcción |

APENDICE G

COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE CONSTRUCCION

1. INTRODUCCION

En este Apéndice se describe la metodología utilizada para el análisis de precios unitarios y se presentan los presupuestos, programas de construcción y programas de desembolsos de capital durante la construcción de las diferentes alternativas de altura de presa y factores de carga. Se incluyen además, costos anuales de operación y mantenimiento de los proyectos una vez estén en funcionamiento.

2. PRECIOS UNITARIOS

2.1 Metodología

La determinación de precios unitarios se llevó a cabo mediante un estudio de deducción de precios por una parte, y mediante un estudio de precios unitarios de proyectos similares realizados en el país.

2.1.1 Deducción de Precios Unitarios

Se dedujeron los precios unitarios para las obras de excavación superficial, rellenos y concretos mediante el desglose de los principales componentes de cada ítem. Para ello, se tuvo en cuenta la influencia del valor del equipo necesario para cada caso, de los materiales utilizados del transporte interno y externo requerido, y de la mano de obra. Los costos directos obtenidos así, se afectaron en un 30% adicional para cubrir la utilidad, imprevistos de construcción y gastos administrativos en que haya de incurrir el contratista.

Para el transporte de materiales de construcción al sitio de la obra, se utilizaron las tarifas que al respecto se mencionan en la Guía LEC de la Construcción del mes de marzo de 1978, comparando los precios por tonelada kilómetro que para carga normal se cobran desde Bogotá hasta Ibagué, Medellín y Pereira.

Los costos del equipo se estimaron con base en las tarifas emitidas por

La Asociación Colombiana de Ingenieros Contratistas, ACIC, utilizando la reducción aplicable a trabajos de larga duración. Se trató por separado el valor del alquiler del equipo y el del combustible, con el fin de estudiar posteriormente el capital de origen nacional y el de origen extranjero necesarios para cada ítem estudiado.

Los salarios reales del personal obrero se seleccionaron de un estudio de los salarios que aparece en la Guía LEC y de los que pagan las compañías constructoras en el país. Los salarios básicos seleccionados se multiplicaron por un factor de 2.4 para incluir el pago de prestaciones sociales y días feriados y días perdidos durante la construcción por diferentes motivos, tales como lluvia, organización, etc.

Para el acero y el cemento se consideraron los precios vigentes a marzo de 1978.

Los siguientes documentos sirvieron de base para la estimación de los rendimientos y comparación o ajuste de los precios obtenidos.

- Performance Handbook - Caterpillar
- Movimientos de Tierras - Principios Básicos Caterpillar America Co.
- Costos Unitarios de Construcción para Estudios Viales - Ingeroute - MOPT.
- Procedimiento para Estimación de Costos de Proyectos Hidroeléctricos en el Istmo Centroamericano - ONU.

2.1.2 Precios Unitarios de Proyectos Similares

Se recopiló la información existente en el país de proyectos hidroeléctricos en etapa de construcción como lo son Chivor, Chingaza y Mesitas., además de los estudios de factibilidad y licitaciones realizadas para ellos y para los proyectos de San Carlos, Betania y Urrá. Se tomaron los precios unitarios utilizados en dichos proyectos, actualizándolos como se indica más adelante y se seleccionaron los que presentaban características similares a los del proyecto Miel I.

2.1.3 Precios Unitarios de Túneles

Dado que los precios unitarios de excavación de túneles varían con su diámetro de excavación, se procedió a elaborar curvas de costos de túneles

les por metro lineal para túneles en herradura y túneles circulares. En estas curvas se tuvo en cuenta el tipo de soporte y revestimiento, tal como se muestran en la Figura G-1.

Para este estudio se utilizaron las siguientes fuentes :

- Banks, H., "Tunnel Costs as a Function of Geology". Engineering News Records, Dec., 1959.
- Journal of the Power Division, "Calculation of Cost per Lineal Foot for Excavation of Various Diameter of Tunnels", Oct., 1964.
- Hill, George, "What's Ahead for Tunneling Machines". Journal of the Construction Division, Jan., 1966 .

2.1.4 Precios Unitarios de Equipos

Además del estudio de precios de equipos de los proyectos mencionados anteriormente, se utilizó el estudio elaborado por Mejía Villegas Ltda. específicamente para el Proyecto Miel I, por solicitud de la CHEC . En este estudio se compararon las alternativas de instalar tres o cuatro unidades en la central.

2.2 Actualización de Precios

Para las licitaciones y estudios de factibilidad presentados después de Marzo de 1976 se dedujo un índice de corrección promedio anual para los precios unitarios en dólares equivalentes, (suma de la componente en pesos más la componente en dólares), valor que se utilizó para actualizar los precios a enero de 1979. El índice promedio anual fue de 12.1% . Este índice se dedujo , teniendo en cuenta las variaciones que existieron durante el período Marzo de 1976 a Diciembre de 1978 para bienes de capital tanto extranjeros como nacionales, para equipo y para personal obrero y administrativo en el país.

Para los estudios realizados antes de Marzo de 1976 se aprovecharon los índices deducidos previamente por el Consorcio para la realización de otros trabajos de factibilidad que le habían sido encomendados.

La información obtenida procede de las siguientes fuentes o entidades :

- Equipment Price Indexes - Whole Sale Price and Price Indexes.

- Índice total de costos en construcción de carreteras - Boletín estadístico del MOP.
- Índice de precios de materiales de construcción - Banco de la República y Centro Estadístico Nacional de la Construcción (CENAC).
- Índice de costos de materiales y mano de obra en la construcción- Boletín Mensual de Estadísticas DANE.
- Índice de costos insumos básicos para la construcción en Bogotá- CAMACOL (Cundinamarca).
- Índice de Crecimiento - Construcción Pesada MOPT - CENAC.
- Fórmulas para ajuste de precios (Proposiciones 6757 y 6758 de agosto 18 de 1965) - MOPT.
- Boletín de precios Guía LEC de la Construcción.
- Tasas de cambio- Banco de la República.
- Corporación Eléctrica de la Costa Atlántica- Desarrollo Hidroeléctrico del Alto Sinú -Consortio Alto Sinú, Estudio de Factibilidad.
- Banco de la República - Publicaciones del Fondo Monetario Internacional - International Financial Statistics - Marzo 1978.

2.3 Adopción de Precios Unitarios

De los precios unitarios actualizados a Enero de 1979 se seleccionaron los que provenían de estudios de factibilidad recientes y aquellos que corresponden a licitaciones, tomando de estas últimas los precios presentados por los dos proponentes más bajos. La comparación de todos los precios seleccionados con los deducidos por el Consorcio para las condiciones específicas del proyecto Miel I ; llevaron finalmente a la adopción de los precios que aparecen en los presupuestos detallados que se presentan en los Cuadros G-1 a G-9 .

2.4 Componente en Moneda Local y Moneda Extranjera

La determinación de la composición de los precios unitarios y globales en moneda local, pesos de Enero de 1979 y moneda extranjera, dólares

de los Estados Unidos del mismo período, se ha basado en el posible o rigen de mano de obra, materiales, equipos electromecánicos y demás insumos necesarios para la ejecución del proyecto.

Las indemnizaciones y pagos por adquisición de tierras y relocalizacio nes se harán en pesos.

Para la construcción de campamentos, carreteras y obras complemen tarias, un alto porcentaje de los materiales y mano de obra serán de o rigen interno.

En general, para la composición de los precios unitarios o globales de pesos y dólares se hicieron las siguientes consideraciones :

- Se consideró que el equipo de construcción es importado, de propie dad de firmas extranjeras o nacionales y sus costos de origen externo. Dentro de los costos de operación se consideraron de origen local el costo del operador, los combustibles y lubricantes y el 80% de la ma no de obra por reparaciones, los demás costos de operación son de o rigen externo.
- Los materiales tales como acero, cemento, aditivos, formaletas, etc. son de origen interno. Los perfiles estructurales y herrajes miscelá neos son de origen externo.
- La mano de obra nacional se estimó entre un 70% y un 95% dependien do para cada labor específica de la técnica y experiencia requerida pa ra la obra.
- El valor de los equipos eléctricos y mecánicos es de origen externo con excepción de los costos de transporte local y el porcentaje nacio nal de la mano de obra y equipo requerido para su instalación y monta je.

La composición en pesos y dólares de los costos agregados por mane jo y procesamiento para producción de unidades de obra queda determinado por la ponderación de los componentes unitarios básicos de los precios locales y externos.

El equivalente de dólares americanos en pesos colombianos se tomó co mo US\$ 1.00 = Col\$ 41.00 .

3. PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION

Los presupuestos de las diferentes alternativas estudiadas, incluyen partidas para la adquisición de tierras, construcción de vías de acceso, campamentos, construcción de obras civiles, adquisición y montaje de equipos electro-mecánicos, líneas de transmisión y demás obras complementarias.

Para las alternativas estudiadas los estimativos de costos están basados en las cantidades de obra resultantes de los esquemas presentados y de los precios unitarios o globales correspondientes a ellas.

En el presupuesto se incluyó una partida para imprevistos, con el fin de subsanar cualquier omisión y aproximación en los estimativos y permitir futuros cambios en el diseño en caso de ser necesarios. Esta partida fue del 15% del valor de las obras civiles y del 10% para los equipos.

Al presupuesto así conformado se lo adicionó con una partida para cubrir los gastos de ingeniería previos a la construcción de las obras y los costos de interventoría y administración por parte de los propietarios durante la ejecución del proyecto, cuyo valor se estimó en el 10% y 8% del costo total más imprevistos de las obras civiles y los equipos respectivavamente .

Se presentaron nueve presupuestos de construcción para los siguientes esquemas :

- Embalse a la cota 430 y capacidades instaladas de 177, 212 y 265 Mw .
- Embalse a la cota 445 y capacidades instaladas de 270, 324 y 405 Mw.
- Embalse a la cota 460 y capacidades instaladas de 353, 424 y 530 Mw .

En los Cuadros G-1 a G-9 se presentan los presupuestos detallados de las alternativas mencionadas.

4. PROGRAMA DE CONSTRUCCION Y FABRICACION DE EQUIPOS

Se elaboró un programa de construcción para la alternativa de presa a la cota 450, basado con las cantidades de obra calculadas y con los rendimientos de construcción que se han deducido para otros proyectos similares realizados en el país. Se considera que este programa es válido

para esquemas con presa a diferentes alturas y se presenta en la Figura G-2.

Para la adquisición y montaje de equipos se aprovechó también la expe
riencia que se tiene en el país, para estimar los tiempos de licitación,
adjudicación, fabricación, transporte e instalación de los diversos equi
pos.

5. PROGRAMA DE DESEMBOLSOS

De acuerdo con el programa de construcción y de fabricación y montaje de equipos que aparece en la Figura G-2 y utilizándose los presupuestos elaborados para las diferentes alternativas se prepararon programas de desembolsos anuales tanto para la componente en pesos como para la componente en dólares. Estos programas se presentan en los Cuadros G-10 a G-18 .

A la firma del contrato de construcción, se dedujo una partida del 20% del valor total de la obra para ser pagado al contratista como anticipo, divi
diéndose posteriormente el 75% del valor total de las obras, proporcional
mente al porcentaje de obra ejecutada durante cada año para cada i
tem. El 5% restante se retuvo como garantía de funcionamiento pagándo
se éste una vez puesto en marcha el proyecto.

De igual manera para los equipos se decidió pagar un 20% del valor de ca
da equipo como anticipo, el 75% de su valor una vez entregado y finalmen
te el 5% restante se retuvo como garantía de funcionamiento, pagándose
éste al poner en funcionamiento la hidroeléctrica.

6. COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO

Los costos de operación y mantenimiento incluyen todos los gastos de ad
ministración y seguros en que haya de incurrir el propietario de las obras durante un año, los gastos de mano de obra, reposición de equipos y ma
teriales necesarios para el mantenimiento de las diversas estructuras
del proyecto, entre las que se pueden citar la presa, vertedero, bocato
ma y túneles de carga, casa de máquinas, túnel de fuga, subestaciones, líneas de transmisión y casa de operación. Estos gastos se calcularon de acuerdo con las recomendaciones de la "Federal Power Commission" de
bido a la carencia de índices calculados para el país y se presentan en el Cuadro G-19.



CUADROS

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
1	ADQUISICION DE TIERRAS	ha	1.000	250		250	250		250
2	VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTO								
	CARRETERAS	km	10	57.000	3.000	60.000	570	30	600
	PUENTES	Cu	2	47.000	3.000	50.000	94	6	100
	TUNELES	ml	450	665	1.235	1.900	299	556	855
	CAMPAMENTOS	SG		405.000	270.000	675.000	405	270	675
	TOTAL ITEM 2						1.368	862	2.230
3	DESVIACION								
	EXCAVACION								
	EN PORTALES	m ³	11.300	3	5	8	32	58	90
	EN TUNEL	ml	800	1.575	2.925	4.500	1.260	2.340	3.600
	CONCRETO								
	PORTALES	m ³	800	100	45	145	80	36	116
	SOLERA TUNEL	ml	800	160	110	270	128	88	216
	ACERO DE REFUERZO	ton	100	1.050	50	1.100	105	5	110
	SOPORTES DE ACERO	ton	40	250	1.450	1.700	10	58	68
	CONCRETO NEUMATICO	m ³	2.950	110	105	215	324	310	634
	PERNOS	ml	10.500	18	1	19	189	10	199
	ATAGUIAS								
	AGUAS ARRIBA	m ³	230.000	2	4	6	460	920	1.380

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 265 MW -fc= 0.4
PRESUPUESTO

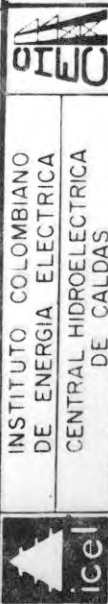


INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA



Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	AGUAS ABAJO	m ³	8.200	2	4	6	16	33	49
	MANEJO DEL RIO	SG					35	100	135
	DESCARGA DE FONDO								
	TUBERIA	mi	30						
	VALVULA DE MARIPOSA	Cu	1	23.000	207.000	230.000	23	207	230
	VALVULA HOWELL - BUNGER	Cu	1	20.000	180.000	200.000	20	180	200
	TAPON DE CONCRETO	m ³	1.500	57	38	95	85	57	142
	ACERO DE REFUERZO	ton	200	1.050	50	1.100	210	10	220
	GALERIA DE ACCESO	mi	200	350	650	1.000	70	650	720
	INYECCIONES	SG					35	15	50
	TOTAL ITEM 3						3.082	5.077	8.159
4	PRESA								
	EXCAVACION								
	FONDO DEL RIO	m ³	97.000	3	5	8	291	485	776
	CIMENTACION	m ³	3.000	6	6	12	18	18	36
	ENROCADO								
	PROCEDENTE DE LA EXCAVACION	m ³	600.000	1	3	4	600	1.800	2.400
	DE ZONAS DE PRESTAMO	m ³	4.700.000	2	4	6	9.400	18.800	28.200
	FILTROS	m ³	105.000	4	9	13	420	945	1.365
	LOSA DE CONCRETO	m ³	19.000	80	50	130	1.520	950	2.470
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.900	1.050	50	1.100	1.995	95	2.090



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 265 MW-fc= 0.4
PRESUPUESTO


Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE	m l	1.935	150	350	500	290	677	967
	INYECCIONES Y DRENAJE	m l	35.150	105	45	150	3.816	1.457	5.273
	TOTAL ITEM 4						18.350	25.227	43.577
5	REBOSADERO								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	631.500	2	3	5	1.263	1.894	3.157
	EN TUNEL	m³	150.000	19	29	48	2.700	4.050	6.750
	CONCRETO								
	GOLA	m³	5.000	85	35	120	425	175	600
	PILAS MUROS Y LOSAS	m³	25.000	115	45	160	2.875	1.125	3.680
	PORTAL DE SALIDA Y DEFLECTOR	m³	6.500	105	40	145	682	260	942
	REVESTIMIENTO TUNEL	m³	9.700	65	65	130	630	630	1.260
	ACERO DE REFUERZO	ton	5.501	1.050	50	1.100	5.776	275	6.051
	PERNOS	m l	15.800	18	1	19	284	16	300
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	SG					930	5.270	6.200
	TOTAL ITEM 5						15.565	13.695	29.260
6	BOCATOMA								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	140.000	2	3	5	280	420	700

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 265 MW - fc=0.4
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	PARA PORTALES Y OBRAS ESPECIALES	m³	20.000	3	5	8	60	100	160
	CONCRETO	m³	2.500	100	65	165	250	162	412
	ACERO DE REFUERZO	ton	300	1.050	50	1.100	315	15	330
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	Cu	3	70.000	280.000	350.000	210	840	1.050
	TOTAL ITEM 6						1.115	1.537	2.652
7	TUNELES DE CARGA								
	EXCAVACION								
	TRANSICION	m³	1.950	42	78	120	82	152	234
	TUNÉLES SUPERIORES	m³	700	42	78	120	29	55	84
	TUNELES INFERIORES	m³	1.400	42	78	120	59	109	168
	POZOS	m³	8.600	105	195	300	903	1.677	2.580
	CONCRETO								
	TRANSICION	m³	650	96	64	160	62	42	104
	REVESTIMIENTO	m³	3.650	65	65	130	237	238	475
	DETRAS DEL BLINDAJE	m³	700	72	48	120	50	34	84
	BLINDAJE	ton	400	420	2.380	2.800	168	952	1.120
	SOPORTES DE ACERO	ton	150	255	1.445	1.700	38	217	255
	ACERO DE REFUERZO	ton	600	1.050	50	1.100	630	30	660
	INYECCIONES	ml	1.800	50	25	75	90	45	135
	TOTAL ITEM 7						2.348	3.551	5.899



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 265 MW - fc = 0.4
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
8	CENTRAL SUBTERRANEA								
	EXCAVACION								
	CAVERNA DE MAQUINAS	m³	30.500	16	29	45	488	885	1.373
	CAVERNA DE TRANSFORMADORES	m³	11.900	16	29	45	190	345	535
	CAVERNA DE OSCILACION	m³	27.000	16	29	45	432	783	1.215
	TUNELES DE ASPIRACION	m³	3.200	42	78	120	134	250	384
	GALERIAS DE CABLES								
	CABLES 138 Kva	m³	920	42	78	120	39	72	111
	CABLES 115 Kva	m³	5.700	42	78	120	239	445	684
	TUNEL DE ACCESO	ml	1.200	700	1.300	2.000	840	1.560	2.400
	CONCRETO								
	SUBESTRUCTURA	m³	7.400	98	42	140	725	311	1.036
	SUPERESTRUCTURA	m³	1.300	135	55	190	176	71	247
	TUNEL DE ASPIRACION	m³	1.600	65	65	130	104	104	208
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.250	1.050	50	1.100	1.312	63	1.375
	PERNOS Y ANCLAJES	ml	6.700	18	1	19	121	7	128
	ACABADOS	m²	15.000	18	2	20	270	30	300
	TURBINAS Y EQUIPO MECANICO	un	3			3'500.000	2.100	8.400	10.500
	GENERADORES Y EQUIPO AUXILIAR	un	3			2'700.000	1.620	6.480	8.100
	EQUIPO ELECTRICO	SG				2'650.000	530	2.120	2.650
	TRANSFORMADORES	un	3			1'000.000	600	2.400	3.000
	PUNTE GRUA	un				500.000	100	400	500

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 265 MW-fc=0.4
PRESUPUESTO

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000	
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES
	COMPUERTAS Y GUIAS							
	TUNEL DE FUGA	SG					26	104
	TOTAL ITEM 8						10.046	24.830
	TUNEL DE FUGA							
	EXCAVACIONES							
	PORTAL DE SALIDA	m ³	7.500	5	7	12	38	52
	TUNEL	ml	3.800	1.100	1.900	3.000	4.180	7.220
	CONCRETO							
	PORTAL	m ³	250	90	55	145	22	14
	SOLERA DEL TUNEL	ml	3.800	125	125	250	475	475
	CONCRETO NEUMATICO	m ³	3.650	115	100	215	420	365
	PERNOS	ml	45.600	7	12	19	319	547
	ACERO DE REFUERZO	ton	30	1050	50	1.100	31	2
	TOTAL ITEM 9						5.485	8.675
	PATIO DE CONEXIONES							
	OBRA CIVIL	SG					38	57
	EQUIPOS	SG					300	1.200
	TOTAL ITEM 10						338	1.257

NIVEL DE EMBALSE 430

CAPACIDAD INSTALADA 265 MW - fc = 0.4
PRESUPUESTO



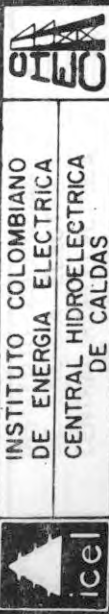
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
1	ADQUISICION DE TIERRAS	ha	1.000	250		250	250		250
2	VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTO								
	CARRETERAS	km	10	57.000	3.000	60.000	570	30	600
	PUNTES	Cu	2	47.000	3.000	50.000	94	6	100
	TUNELES	m l	450	665	1.235	1.900	299	556	855
	CAMPAMENTOS	SG		405.000	270.000	675.000	405	270	675
	TOTAL ITEM 2						1.368	862	2.230
3	DESVIACION								
	EXCAVACION								
	EN PORTALES	m³	11.300	3	5	8	32	58	90
	EN TUNEL	m l	800	1.575	2.925	4.500	1.260	2.340	3.600
	CONCRETO								
	PORTALES	m³	800	100	45	145	80	36	116
	SOLERA TUNEL	m l	800	160	110	270	128	88	216
	ACERO DE REFUERZO	ton	100	1.050	50	1.100	105	5	110
	SOPORTES DE ACERO	ton	40	250	1.450	1.700	10	58	68
	CONCRETO NEUMATICO	m³	2.950	110	105	215	324	310	634
	PERNOS	m l	10.500	18	1	19	189	10	199
	ATAGUIAS								
	AGUAS ARRIBA	m³	230.000	2	4	6	460	920	1.380

NIVEL DE EMBALSE 430
 CAPACIDAD INSTALADA 212 MW -fc= 0.5
 PRESUPUESTO





INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
 PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	AGUAS ABAJO	m ³	8.200	2	4	6	16	33	49
	MANEJO DEL RIO	SG							
	DESCARGA DE FONDO								
	TUBERIA	mi	30						
	VALVULA DE MARIPOSA	Cu	1	23.000	207.000	230.000	23	207	230
	VALVULA HOWELL - BUNGER	Cu	1	20.000	180.000	200.000	20	180	200
	TAPON DE CONCRETO	m ³	1.500	57	38	95	85	57	142
	ACERO DE REFUERZO	ton	200	1.050	50	1.100	210	10	220
	GALERIA DE ACCESO	mi	200	350	650	1.000	70	650	720
	INYECCIONES	SG					35	15	50
	TOTAL ITEM 3						3.082	5.077	8.159
4	PRESA								
	EXCAVACION								
	FONDO DEL RIO	m ³	97.000	3	5	8	291	485	776
	CIMENTACION	m ³	3.000	6	6	12	18	18	36
	ENROCADO								
	PROCEDENTE DE LA EXCAVACION	m ³	600	1	3	4	600	1.800	2.400
	DE ZONAS DE PRESTAMO	m ³	4.700.000	2	4	6	9.400	18.800	28.200
	FILTROS	m ³	105.000	4	9	13	420	945	1.365
	LOSA DE CONCRETO	m ³	19.000	80	50	130	1.520	950	2.470
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.900	1.050	50	1.100	1.995	95	2.090

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	NIVEL DE EMBALSE 430 CAPACIDAD INSTALADA 212 MW-fc= 0.5 PRESUPUESTO
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE	m l	1.935	150	350	500	290	677	967
	INYECCIONES Y DRENAJE	m l	35.150	105	45	150	3.816	1.457	5.273
	TOTAL ITEM 4						18.350	25.227	43.577
5	REBOSADERO								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	631.500	2	3	5	1.263	1.894	3.157
	EN TUNEL	m³	150.000	19	29	48	2.700	4.050	6.750
	CONCRETO								
	GOLA	m³	5.000	85	35	120	425	175	600
	PILAS MUROS Y LOSAS	m³	25.000	115	45	160	2.875	1.125	4.000
	PORTAL DE SALIDA Y DEFLECTOR	m³	6.500	105	40	145	682	260	942
	REVESTIMIENTO TUNEL	m³	9.700	65	65	130	630	630	1.260
	ACERO DE REFUERZO	ton	5.501	1.050	50	1.100	5.776	275	6.051
	PERNOS	m l	15.800	18	1	19	284	16	300
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	SG					930	5.270	6.200
	TOTAL ITEM 5						15.565	13.695	29.260
6	BOCATOMA								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	140.000	2	3	5	280	420	700
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS			NIVEL DE EMBALSE 430 CAPACIDAD INSTALADA 212 MW - fc = 0.5 PRESUPUESTO						
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA									


Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	PARA PORTALES Y OBRAS ESPECIALES	m³	20.000	3	5	8	60	100	160
	CONCRETO	m³	2.500	100	65	165	250	162	412
	ACERO DE REFUERZO	ton	300	1.050	50	1.100	315	15	330
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	Cu	3	56.000	224.000	280.000	168	672	840
	TOTAL ITEM 6						1.073	1.369	2.442
7	TUNELES DE CARGA								
	EXCAVACION								
	TRANSICION	m³	1.700	42	78	120	71	133	204
	TUNELES SUPERIORES	m³	600	42	78	120	25	47	72
	TUNELES INFERIORES	m³	1.250	42	78	120	52	98	150
	POZOS	m³	7.500	105	195	300	787	1.463	2.250
	CONCRETO								
	TRANSICION	m³	600	96	64	160	57	39	96
	REVESTIMIENTO	m³	3.300	65	65	130	214	215	429
	DETRAS DEL BLINDAJE	m³	600	72	48	120	43	29	72
	BLINDAJE	ton	400	420	2.380	2.800	168	952	1.120
	SOPORTES DE ACERO	ton	150	255	1.445	1.700	38	217	255
	ACERO DE REFUERZO	ton	550	1.050	50	1.100	577	28	605
	INYECCIONES	ml	1.800	50	25	75	90	45	135
	TOTAL ITEM 7						2.122	3.266	5.388

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 212 MW - fc = 0.5
PRESUPUESTO

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
8	CENTRAL SUBTERRANEA								
	EXCAVACION								
	CAVERNA DE MAQUINAS	m³	29.900	16	29	45	478	868	1.346
	CAVERNA DE TRANSFORMADORES	m³	11.900	16	29	45	190	345	535
	CAVERNA DE OSCILACION	m³	27.000	16	29	45	432	783	1.215
	TUNELES DE ASPIRACION	m³	3.200	42	78	120	134	250	384
	GALERIAS DE CABLES								
	CABLES 138 Kva	m³	920	42	78	120	39	72	111
	CABLES 115 Kva	m³	5.700	42	78	120	239	445	684
	TUNEL DE ACCESO	ml	1.200	700	1.300	2.000	840	1.560	2.400
	CONCRETO								
	SUBESTRUCTURA	m³	7.200	98	42	140	706	302	1.008
	SUPERESTRUCTURA	m³	1.300	135	55	190	176	71	247
	TUNEL DE ASPIRACION	m³	1.600	65	65	130	104	104	208
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.250	1.050	50	1.100	1.312	63	1.375
	PERNOS Y ANCLAJES	ml	6.700	18	1	19	121	7	128
	ACABADOS	m²	15.000	18	2	20	270	30	300
	TURBINAS Y EQUIPO MECANICO	un	3			2.800.000	1.680	6.720	8.400
	GENERADORES Y EQUIPO AUXILIAR	un	3			2.200.000	1.320	5.280	6.600
	EQUIPO ELECTRICO	SG				2.100.000	420	1.680	2.100
	TRANSFORMADORES	un	3			800.000	480	1.920	2.400
	PUENTE GRUA	un	1			400.000	80	320	400

 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	NIVEL DE EMBALSE 4 30	
		CAPACIDAD INSTALADA 212 MW-fc= 0.5 PRESUPUESTO	

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$		VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	COMPUERTAS Y GUIAS							
	TUNEL DE FUGA	SG				26	104	130
	TOTAL ITEM 8					9.047	20.924	29.971
9	TUNEL DE FUGA							
	EXCAVACIONES							
	PORTAL DE SALIDA	m³	7.500	5	7	37	53	90
	TUNEL	m/l	3.800	900	1.700	3.420	6.460	9.880
	CONCRETO							
	PORTAL	m³	250	90	55	22	14	36
	SOLERA DEL TUNEL	m/l	3.800	110	110	418	418	836
	CONCRETO NEUMATICO	m³	3.250	115	100	374	325	699
	PERNOS	m/l	45.600	7	12	319	547	866
	ACERO DE REFUERZO	ton	30	1.050	50	31	2	33
	TOTAL ITEM 9					4.621	7.819	12.440
10	PATIO DE CONEXIONES							
	OBRA CIVIL	SG				31	47	78
	EQUIPOS	SG				240	960	1.200
	TOTAL ITEM 10					271	1.007	1.278

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 212 MW-fc= 0.5
PRESUPUESTO



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
1	ADQUISICION DE TIERRAS	ha	1.000	250		250	250		250
2	VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTO								
	CARRETERAS	km	10	57.000	3.000	60.000	570	30	600
	PUENTES	Cu	2	47.000	3.000	50.000	94	6	100
	TUNELES	m l	450	665	1.235	1.900	299	556	855
	CAMPAMENTOS	SG		405.000	270.000	675.000	405	270	675
	TOTAL ITEM 2						1.368	862	2.230
3	DESVIACION								
	EXCAVACION								
	EN PORTALES	m ³	11.300	3	5	8	32	58	90
	EN TUNEL	m l	800	1.575	2.925	4.500	1.260	2.340	3.600
	CONCRETO								
	PORTALES	m ³	800	100	45	145	80	36	116
	SOLERA TUNEL	m l	800	160	110	270	128	88	216
	ACERO DE REFUERZO	ton	100	1.050	50	1.100	105	5	110
	SOPORTES DE ACERO	ton	40	250	1.450	1.700	10	58	68
	CONCRETO NEUMATICO	m ³	2.950	110	105	215	324	310	634
	PERNOS	m l	10.500	18	1	19	189	10	199
	ATAGUIAS								
	AGUAS ARRIBA	m ³	230.000	2	4	6	460	920	1.380



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 177 MW -fc= 0.6
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	AGUAS ABAJO	m³	8.200	2	4	6	16	33	49
	MANEJO DEL RIO	SG					35	100	135
	DESCARGA DE FONDO								
	TUBERIA	m l	30						
	VALVULA DE MARIPOSA	Cu	1	23.000	207.000	230.000	23	207	230
	VALVULA HOWELL - BUNGER	Cu	1	20.000	180.000	200.000	20	180	200
	TAPON DE CONCRETO	m³	1.500	57	38	95	85	57	142
	ACERO DE REFUERZO	ton	200	1.050	50	1.100	210	10	220
	GALERIA DE ACCESO	m l	200	350	650	1.000	70	650	720
	INYECCIONES	SG					35	15	50
	TOTAL ITEM 3						3.082	5.077	8.159
4	PRESA								
	EXCAVACION								
	FONDO DEL RIO	m³	97.000	3	5	8	291	485	776
	CIMENTACION	m³	3.000	6	6	12	18	18	36
	ENROCADO								
	PROCEDENTE DE LA EXCAVACION	m³	600.000	1	3	4	600	1.800	2.400
	DE ZONAS DE PRESTAMO	m³	4.700.000	2	4	6	9.400	18.800	28.200
	FILTROS	m³	105.000	4	9	13	420	945	1.365
	LOSA DE CONCRETO	m³	19.000	80	50	130	1.520	950	2.470
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.900	1.050	50	1.100	1.995	95	2.090

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 177 MW-fc= 0.6
PRESUPUESTO

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE	m l	1.935	150	350	500	290	677	967
	INYECCIONES Y DRENAJE	m l	35.150	105	45	150	3.816	1.457	5.273
	TOTAL ITEM 4						18.350	25.227	43.577
5	REBOSADERO								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	631.500	2	3	5	1.263	1.894	3.157
	EN TUNEL	m³	150.000	18	27	45	2.700	4.050	6.750
	CONCRETO								
	GOLA	m³	5.000	85	35	120	425	175	600
	PILAS MUROS Y LOSAS	m³	25.000	115	45	160	2.875	1.125	4.000
	PORTAL DE SALIDA Y DEFLECTOR	m³	6.500	105	40	145	682	260	942
	REVESTIMIENTO TUNEL	m³	9.700	65	65	130	630	630	1.260
	ACERO DE REFUERZO	ton	5.500	1.050	50	1.100	5.776	275	6.051
	PERNOS	m l	15.800	18	1	19	284	16	300
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	SG					930	5.270	6.200
	TOTAL ITEM 5						15.565	13.695	29.260
6	BOCATOMA								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	140.000	2	3	5	280	420	700



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 177 MW - fc = 0.6
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$.			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	PARA PORTALES Y OBRAS ESPECIALES	m³	20.000	3	5	8	60	100	160
	CONCRETO	m³	2.500	100	65	165	250	162	412
	ACERO DE REFUERZO	ton	300	1.050	50	1.100	315	15	330
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	Cu	3	41.000	164.000	205.000	123	492	615
	TOTAL ITEM 6						1.028	1.189	2.217
7	TUNELES DE CARGA								
	EXCAVACION								
	TRANSICION	m³	1.300	42	78	120	55	101	156
	TUNELES SUPERIORES	m³	550	42	78	120	23	43	66
	TUNELES INFERIORES	m³	1.150	42	78	120	48	90	138
	POZOS	m³	6.450	105	195	300	677	1.258	1.935
	CONCRETO								
	TRANSICION	m³	500	96	64	160	48	32	80
	REVESTIMIENTO	m³	3.000	65	65	130	195	195	390
	DETRAS DEL BLINDAJE	m³	550	72	48	120	40	26	66
	BLINDAJE	ton	400	420	2.380	2.800	168	952	1.120
	SOPORTES DE ACERO	ton	150	255	1.445	1.700	38	217	255
	ACERO DE REFUERZO	ton	500	1.050	50	1.100	525	25	550
	INYECCIONES	ml	1.800	50	25	75	90	45	135
	TOTAL ITEM 7						1.907	2.984	4.891



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 430
CAPACIDAD INSTALADA 177 MW - fc = 0.6
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
8	CENTRAL SUBTERRANEA								
	EXCAVACION								
	CAVERNA DE MAQUINAS	m³	29.500	16	29	45	472	856	1.328
	CAVERNA DE TRANSFORMADORES	m³	11.900	16	29	45	190	345	535
	CAVERNA DE OSCILACION	m³	27.000	16	29	45	432	783	1.215
	TUNELES DE ASPIRACION	m³	3.200	42	78	120	134	250	384
	GALERIAS DE CABLES								
	CABLES 138 Kva	m³	920	42	78	120	39	72	111
	CABLES 115 Kva	m³	5.700	42	78	120	239	445	684
	TUNEL DE ACCESO	ml	1.200	700	1.300	2.000	840	1.560	2.400
	CONCRETO								
	SUBESTRUCTURA	m³	7.150	98	42	140	700	301	1.001
	SUPERESTRUCTURA	m³	1.300	135	55	190	176	71	247
	TUNEL DE ASPIRACION	m³	1.600	65	65	130	104	104	208
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.200	1.050	50	1.100	1.260	60	1.320
	PERNOS Y ANCLAJES	ml	6.700	18	1	19	121	7	128
	ACABADOS	m²	15.000	18	2	20	270	30	300
	TURBINAS Y EQUIPO MECANICO	un	3			2'350.000	1.410	5.640	7.050
	GENERADORES Y EQUIPO AUXILIAR	un	3			1'800.000	1.080	4.320	5.400
	EQUIPO ELECTRICO	SG				1'800.000	360	1.440	1.800
	TRANSFORMADORES	un	3			700.000	420	1.680	2.100
	PUENTE GRUA	un	1			325.000	65	260	325

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA

CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL

 PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA


NIVEL DE EMBALSE 430

CAPACIDAD INSTALADA 177 MW-fc= 0.6

PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
1	ADQUISICION DE TIERRAS	ha	1.300	250		250	325		325
2	VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTO								
	CARRETERAS	km	10	57.000	3.000	60.000	570	30	600
	PUENTES	Cu	2	47.000	3.000	50.000	94	6	100
	TUNELES	ml	450	665	1.235	1.900	299	556	855
	CAMPAMENTOS	SG		405.000	270.000	675.000	405	270	675
	TOTAL ITEM 2						1.368	862	2.230
3	DESVIACION								
	EXCAVACION								
	EN PORTALES	m ³	11.300	3	5	8	32	58	90
	EN TUNEL	ml	835	1.575	2.925	4.500	1.315	2.442	3.757
	CONCRETO								
	PORTALES	m ³	800	100	45	145	80	36	116
	SOLERA TUNEL	ml	835	160	110	270	134	92	226
	ACERO DE REFUERZO	ton	100	1.050	50	1.100	105	5	110
	SOPORTES DE ACERO	ton	40	250	1.450	1.700	10	58	68
	CONCRETO NEUMATICO	m ³	3.050	110	105	215	336	320	656
	PERNOS	ml	10.500	18	1	19	189	10	199
	ATAGUIAS								
	AGUAS ARRIBA	m ³	230.000	2	4	6	460	920	1.380

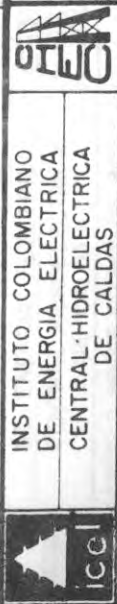
NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 405 MW-fc= 0.4
PRESUPUESTO



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	AGUAS ABAJO	m ³	8.200	2	4	6	16	33	49
	MANEJO DEL RIO	SG					35	100	135
	DESCARGA DE FONDO								
	TUBERIA	m l	30						
	VALVULA DE MARIPOSA	Cu	1	23.000	207.000	230.000	23	207	230
	VALVULA HOWELL - BUNGER	Cu	1	20.000	180.000	200.000	20	180	200
	TAPON DE CONCRETO	m ³	1.500	57	38	95	85	57	142
	ACERO DE REFUERZO	ton	200	1.050	50	1.100	210	10	220
	GALERIA DE ACCESO	m l	200	350	650	1.000	70	650	720
	INYECCIONES	SG					35	15	50
	TOTAL ITEM 3						3.155	5.193	8.348
4	PRESA								
	EXCAVACION								
	FONDO DEL RIO	m ³	1.050.000	3	5	8	315	525	840
	CIMENTACION	m ³	3.300	6	6	12	20	20	40
	ENROCADO								
	PROCEDENTE DE LA EXCAVACION	m ³	600.000	1	3	4	600	1.800	2.400
	DE ZONAS DE PRESTAMO	m ³	6'600.000	2	4	6	13.200	26.400	39.600
	FILTROS	m ³	130.000	4	9	13	520	1.170	1.690
	LOSA DE CONCRETO	m ³	24.000	80	50	130	1.920	1.200	3.120
	ACERO DE REFUERZO	ton	2.400	1.050	50	1.100	2.520	120	2.640



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS


DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 405 MW-fc= 0.4
PRESUPUESTO


Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE	m l	1.935	150	350	500	290	677	967
	INYECCIONES Y DRENAJE	m l	4.150	105	45	150	4.316	1.707	6.023
	TOTAL ITEM 4						23701	33.619	57.320
5	REBOSADERO								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	720.000	2	3	5	1.440	2.160	3.600
	EN TUNEL	m³	141.870	19	29	48	2.696	4.114	6.810
	CONCRETO								
	GOLA	m³	4.100	85	35	120	348	144	492
	PILAS MUROS Y LOSAS	m³	25.000	115	45	160	2.875	1.125	4.000
	PORTAL DE SALIDA Y DEFLECTOR	m³	5.800	100	45	145	580	261	841
	REVESTIMIENTO TUNEL	m³	8.600	65	65	130	559	559	1.118
	ACERO DE REFUERZO	ton	5.230	1.050	50	1.100	5.491	252	5.753
	PERNOS	m l	13.250	18	1	19	239	13	252
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	SG					930	5.270	6.200
	TOTAL ITEM 5						15.158	13.908	29.066
6	BOCATOMA								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	140.000	2	3	5	280	420	700

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	NIVEL DE EMBALSE 445 CAPACIDAD INSTALADA 405 MW-fc= 0.4 CAPACIDAD PRESUPUESTO
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	


Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	PARA PORTALES Y OBRAS ESPECIALES	m³	20.000	3	5	8	60	100	160
	CONCRETO	m³	2.500	100	65	165	250	162	412
	ACERO DE REFUERZO	ton	300	1.050	50	1.100	315	15	330
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	Cu	3	92.000	368.000	460.000	276	1.104	1.380
	TOTAL ITEM 6						1.181	1.801	2.982
7	TUNELES DE CARGA								
	EXCAVACION								
	TRANSICION	m³	2.600	42	78	120	109	203	312
	TUNELES SUPERIORES	m³	900	42	78	120	38	70	108
	TUNELES INFERIORES	m³	1.700	42	78	120	71	133	204
	POZOS	m³	11.000	105	195	300	1.155	2.145	3.300
	CONCRETO								
	TRANSICION	m³	800	96	64	160	77	51	128
	REVESTIMIENTO	m³	4.300	65	65	130	280	279	559
	DETRAS DEL BLINDAJE	m³	800	72	48	120	58	38	96
	BLINDAJE	ton	400	420	2.380	2.800	168	952	1.120
	SOPORTES DE ACERO	ton	150	255	1.445	1.700	38	217	255
	ACERO DE REFUERZO	ton	700	1.050	50	1.100	735	35	770
	INYECCIONES	ml	1.800	50	25	75	90	45	135
	TOTAL ITEM 7						2.819	4.168	6.987

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	NIVEL DE EMBALSE 445 CAPACIDAD INSTALADA 405 MW-fc= 0.4 PRESUPUESTO
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA	

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
8	CENTRAL SUBTERRANEA								
	EXCAVACION								
	CAVERNA DE MAQUINAS	m³	32.000	16	29	45	512	928	1.440
	CAVERNA DE TRANSFORMADORES	m³	11.900	16	29	45	190	345	535
	CAVERNA DE OSCILACION	m³	27.000	16	29	45	432	783	1.215
	TUNELES DE ASPIRACION	m³	3.200	42	78	120	134	250	384
	GALERIAS DE CABLES								
	CABLES 138 Kva	m³	920	42	78	120	39	72	111
	CABLES 115 Kva	m³	5.700	42	78	120	239	445	684
	TUNEL DE ACCESO	ml	1.200	700	1.300	2.000	840	1.560	2.400
	CONCRETO								
	SUBESTRUCTURA	m³	7.700	98	42	140	755	323	1.078
	SUPERESTRUCTURA	m³	1.300	135	55	190	176	71	247
	TUNEL DE ASPIRACION	m³	1.600	65	65	130	104	104	208
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.450	1.050	50	1.100	1.523	72	1.595
	PERNOS Y ANCLAJES	ml	6.700	18	1	19	121	7	128
	ACABADOS	m²	15.000	18	2	20	270	30	300
	TURBINAS Y EQUIPO MECANICO	un	3			5.400.000	3.240	12.960	16.200
	GENERADORES Y EQUIPO AUXILIAR	un	3			4.100.000	2.460	9.840	12.300
	EQUIPO ELECTRICO	SG					800	3.200	4.000
	TRANSFORMADORES	un	3			1.500.000	900	3.600	4.500
	PUENTE GRUA	un	1			750.000	150	600	750



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 405 MW-fc= 0.4
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	COMPUERTAS Y GUIAS								
	TUNEL DE FUGA	SG					54	216	270
	TOTAL ITEM 8						12.939	35.406	48.345
9	TUNEL DE FUGA								
	EXCAVACIONES								
	PORTAL DE SALIDA	m ³	7.500	5	7	12	37	53	90
	TUNEL	m ^l	3.800	1.300	2.400	3.700	4.940	9.120	14.060
	CONCRETO								
	PORTAL	m ³	300	90	55	145	27	17	44
	SOLERA DEL TUNEL	m ^l	3.800	145	145	290	551	551	1.102
	CONCRETO NEUMATICO	m ³	4.350	115	100	215	500	435	935
	PERNOS	m ^l	45.600	7	12	19	319	547	866
	ACERO DE REFUERZO	ton	36	1.050	50	1.100	38	2	40
	TOTAL ITEM 9						6.412	10.725	17.137
10	PATIO DE CONEXIONES								
	OBRA CIVIL	SG					58	87	145
	EQUIPOS	SG					458	1.832	2.290
	TOTAL ITEM 10						516	1.919	2.435



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445

CAPACIDAD INSTALADA 405 MW - fc = 0.4

PRESUPUESTO


Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
II	LINEA DE TRANSMISION								
	OBRA CIVIL	km	110	18.000	3.000	21.000	1.980	330	2.310
	EQUIPOS	km	110	10.000	39.000	49.000	1.100	4.290	5.390
	TOTAL ITEM II						3.080	4.620	7.700
	TOTAL OBRA CIVIL						60.376	69.219	129.595
	TOTAL EQUIPOS						10.368	42.912	53.280
	TOTAL COSTO DIRECTO						70.744	112.131	182.875

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	NIVEL DE EMBALSE 445 CAPACIDAD INSTALADA 405 MW-fc= 0.4 PRESUPUESTO
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA		


Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$		VALORES TOTALES - US \$ 1000			
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
1	ADQUISICION DE TIERRAS	ha	1.300	250		250	325		325
2	VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTO								
	CARRETERAS	km	10	57.000	3.000	60.000	570	30	600
	PUENTES	Cu	2	47.000	3.000	50.000	94	6	100
	TUNELES	m l	450	665	1.235	1.900	299	556	855
	CAMPAMENTOS	SG		405.000	270.000	675.000	405	270	675
	TOTAL ITEM 2						1.368	862	2.230
3	DESVIACION								
	EXCAVACION								
	EN PORTALES	m ³	11.300	3	5	8	32	58	90
	EN TUNEL	m l	835	1.575	2.925	4.500	1.315	2.442	3.757
	CONCRETO								
	PORTALES	m ³	800	100	45	145	80	36	116
	SOLERA TUNEL	m l	835	160	110	270	134	92	226
	ACERO DE REFUERZO	ton	100	1.050	50	1.100	105	5	110
	SOPORTES DE ACERO	ton	40	250	1.450	1.700	10	58	68
	CONCRETO NEUMATICO	m ³	3.050	110	105	215	336	320	656
	PERNOS	m l	10.500	18	1	19	189	10	199
	ATAGUIAS								
	AGUAS ARRIBA	m ³	230	2	4	6	460	920	1.380

 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS		NIVEL DE EMBALSE 445 CAPACIDAD INSTALADA 324 MW -fp=0.5 PRESUPUESTO	

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	AGUAS ABAJO	m ³	8.200	2	4	6	16	33	49
	MANEJO DEL RIO	SG					35	100	135
	DESCARGA DE FONDO								
	TUBERIA	m l	30						
	VALVULA DE MARIPOSA	Cu	1	23.000	207.000	230.000	23	207	230
	VALVULA HOWELL - BUNGER	Cu	1	20.000	180.000	200.000	20	180	200
	TAPON DE CONCRETO	m ³	1.500	57	38	95	85	57	142
	ACERO DE REFUERZO	ton	200	1.050	50	1.100	210	10	220
	GALERIA DE ACCESO	m l	200	350	650	1.000	70	650	720
	INYECCIONES	SG					35	15	50
	TOTAL ITEM 3						3.155	5.193	8.348
4	PRESA								
	EXCAVACION								
	FONDO DEL RIO	m ³	105.000	3	5	8	315	525	840
	CIMENTACION	m ³	3.300	6	6	12	20	20	40
	ENROCADO								
	PROCEDENTE DE LA EXCAVACION	m ³	600.000	1	3	4	600	1.800	2.400
	DE ZONAS DE PRESTAMO	m ³	6'600.000	2	4	6	13.200	26.400	39.600
	FILTROS	m ³	130.000	4	9	13	520	1.170	1.690
	LOSA DE CONCRETO	m ³	24.000	80	50	130	1.920	1.200	3.120
	ACERO DE REFUERZO	ton	2.400	1.050	50	1.100	2.520	120	2.640



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 324 MW - fp = 0.5
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE	m l	1.935	150	350	500	290	677	967
	INYECCIONES Y DRENAJE	m l	40.150	105	45	150	4.316	1.707	6.023
	TOTAL ITEM 4						23.701	33.619	57.320
5	REBOSADERO								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	720.000	2	3	5	1.440	2.160	3.600
	EN TUNEL	m³	141.870	19	29	48	2.696	4.114	6.810
	CONCRETO								
	GOLA	m³	4.100	85	35	120	348	144	492
	PILAS MUROS Y -LOSAS	m³	25.000	115	45	160	2.875	1.125	4.000
	PORTAL DE SALIDA Y DEFLECTOR	m³	5.800	100	45	145	580	261	841
	REVESTIMIENTO TUNEL	m³	8.600	65	65	130	559	559	1.118
	ACERO DE REFUERZO	ton	5.230	1.050	50	1.100	5.491	262	5.753
	PERNOS	m l	13.250	18	1	19	239	13	252
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	SG					930	5.270	6.200
	TOTAL ITEM 5						15.158	13.908	29.066
6	BOCATOMA								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	140.000	2	3	5	280	420	700



INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 324 MW - fp = 0.5
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	PARA PORTALES Y OBRAS ESPECIALES	m³	20.000	3	5	8	60	100	160
	CONCRETO	m³	2.500	100	65	165	250	162	412
	ACERO DE REFUERZO	ton	300	1.050	50	1.100	315	15	330
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	Cu	3	80.000	320.000	400.000	240	960	1.200
	TOTAL ITEM 6						1.145	1.657	2.802
7	TUNELES DE CARGA								
	EXCAVACION								
	TRANSICION	m³	2.200	42	78	120	92	172	264
	TUNELES SUPERIORES	m³	800	42	78	120	34	62	96
	TUNELES INFERIORES	m³	1.500	42	78	120	63	117	180
	POZOS	m³	9.400	105	195	300	987	1.833	2.820
	CONCRETO								
	TRANSICION	m³	700	96	64	160	67	45	112
	REVESTIMIENTO	m³	3.900	65	65	130	254	253	507
	DETRAS DEL BLINDAJE	m³	700	72	48	120	50	34	84
	BLINDAJE	ton	400	420	2.380	2.800	168	952	1.120
	SOPORTES DE ACERO	ton	150	255	1.445	1.700	38	217	255
	ACERO DE REFUERZO	ton	600	1.050	50	1.100	630	30	660
	INYECCIONES	ml	1.800	50	25	75	90	45	135
	TOTAL ITEM 7						2.473	3.760	6.233

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 324 MW - fp=0.5
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
8	CENTRAL SUBTERRANEA								
	EXCAVACION								
	CAVERNA DE MAQUINAS	m³	31.000	16	29	45	496	899	1.395
	CAVERNA DE TRANSFORMADORES	m³	11.900	16	29	45	190	345	535
	CAVERNA DE OSCILACION	m³	27.000	16	29	45	432	783	1.215
	TUNELES DE ASPIRACION	m³	3.200	42	78	120	134	250	384
	GALERIAS DE CABLES								
	CABLES 138 Kva	m³	920	42	78	120	39	72	111
	CABLES 115 Kva	m³	5.700	42	78	120	239	445	684
	TUNEL DE ACCESO	m	1.200	700	1.300	2.000	840	1.560	2.400
	CONCRETO								
	SUBESTRUCTURA	m³	7.500	98	42	140	735	315	1.050
	SUPERESTRUCTURA	m³	1.300	135	55	190	176	71	247
	TUNEL DE ASPIRACION	m³	1.600	65	65	130	104	104	208
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.300	1.050	50	1.100	1.365	65	1.430
	PERNOS Y ANCLAJES	m	6.700	18	1	19	121	7	128
	ACABADOS	m²	15.000	18	2	20	270	30	300
	TURBINAS Y EQUIPO MECANICO	un	3			4'300.000	2.580	10.320	12900
	GENERADORES Y EQUIPO AUXILIAR	un	3			3'300.000	1.980	7.920	9900
	EQUIPO ELECTRICO	SG					640	2.560	3.200
	TRANSFORMADORES	un	3			1'200.000	720	2.880	3.600
	PUENTE GRUA	un	1			600.000	120	480	600

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 324 MW-fp=0.5
PRESUPUESTO

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA


Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$		VALORES TOTALES - US \$ 1000			
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	COMPUERTAS Y GUIAS								
	TUNEL DE FUGA	SG					43	172	215
	TOTAL ITEM 8						11.224	29.578	40.502
9	TUNEL DE FUGA								
	EXCAVACIONES								
	PORTAL DE SALIDA	m³	7.500	5	7	12	37	53	90
	TUNEL	m l	3.800	1.100	2.100	3.200	4.180	7.980	12.160
	CONCRETO								
	PORTAL	m³	300	90	55	145	27	17	44
	SOLERA DEL TUNEL	m l	3.800	130	130	260	494	494	988
	CONCRETO NEUMATICO	m³	3.900	115	100	215	449	390	839
	PERNOS	m l	45.600	7	12	19	319	547	866
	ACERO DE REFUERZO	ton	36	1.050	50	1.100	38	2	40
	TOTAL ITEM 9						5.544	9.483	15.027
10	PATIO DE CONEXIONES								
	OBRA CIVIL	SG					46	69	115
	EQUIPOS	SG					366	1.464	1.830
	TOTAL ITEM 10						412	1.533	1.945

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 324 MW - fp = 0.5
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	AGUAS ABAJO	m ³	8.200	2	4	6	16	33	49
	MANEJO DEL RIO	SG					35	100	135
	DESCARGA DE FONDO								
	TUBERIA	m l	30						
	VALVULA DE MARIPOSA	Cu	1	23.000	207.000	230.000	23	207	230
	VALVULA HOWELL-BUNGER	Cu	1	20.000	180.000	200.000	20	180	200
	TAPON DE CONCRETO	m ³	1.500	57	38	95	85	57	142
	ACERO DE REFUERZO	ton	200	1.050	50	1.100	210	10	220
	GALERIA DE ACCESO	m l	200	350	650	1.000	70	650	720
	INYECCIONES	m l					35	15	50
	TOTAL ITEM 3						3.155	5.193	8.348
4	PRESA								
	EXCAVACION								
	FONDO DEL RIO	m ³	105.000	3	5	8	315	525	840
	CIMENTACION	m ³	3.300	6	6	12	20	20	40
	ENROCADO								
	PROCEDENTE DE LA EXCAVACION	m ³	600.000	1	3	4	600	1.800	2.400
	DE ZONAS DE PRESTAMO	m ³	6.600.000	2	4	6	13.200	26.400	39.600
	FILTROS	m ³	130.000	4	9	13	520	1.170	1.690
	LOSA DE CONCRETO	m ³	24.000	80	50	130	1.920	1.200	3.120
	ACERO DE REFUERZO	ton	2.400	1.050	50	1.100	2.520	120	2.640




INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 270 MW-fc= 0.6
PRESUPUESTO

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE	m l	1.935	150	350	500	290	677	967
	INYECCIONES Y DRENAJE	m l	40.150	105	45	150	4.316	1.707	6.023
	TOTAL ITEM 4						23.701	33.619	57.320
5	REBOSADERO								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	720.000	2	3	5	1.440	2.160	3.600
	EN TUNEL	m³	141.870	19	29	48	2.696	4.114	6.810
	CONCRETO								
	GOLA	m³	4.100	85	35	120	348	144	492
	PILAS.MUROS Y LOSAS	m³	25.000	115	45	160	2.875	1.125	4.000
	PORTAL DE SALIDA Y DEFLECTOR	m³	5.800	100	45	145	580	261	841
	REVESTIMIENTO TUNEL	m³	8.600	65	65	130	559	559	1.118
	ACERO DE REFUERZO	ton	5.230	1.050	50	1.100	5.491	262	5.753
	PERNOS	m l	13.250	18	1	19	239	13	252
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	SG					930	5.270	6.200
	TOTAL ITEM 5						15.158	13.908	29.066
6	BOCATOMA								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	140.000	2	3	5	280	420	700



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 270 MW - fc = 0.6
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	PARA PORTALES Y OBRAS ESPECIALES	m³	20.000	3	5	8	60	100	160
	CONCRETO	m³	2.500	100	65	165	250	162	412
	ACERO DE REFUERZO	ton	300	1.050	50	1.100	315	15	330
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	Cu	3	66.000	264.000	330.000	198	792	990
	TOTAL ITEM 6						1.103	1.489	2.592
7	TUNELES DE CARGA								
	EXCAVACION								
	TRANSICION	m³	1.750	42	78	120	73	137	210
	TUNELES SUPERIORES	m³	700	42	78	120	29	55	84
	TUNELES INFERIORES	m³	1.400	42	78	120	59	109	168
	POZOS	m³	8.200	105	195	300	861	1.599	2.460
	CONCRETO								
	TRANSICION	m³	600	96	64	160	58	38	96
	REVESTIMIENTO	m³	3.500	65	65	130	228	227	455
	DETRAS DEL BLINDAJE	m³	700	72	48	120	50	34	84
	BLINDAJE	ton	400	420	2.380	2.800	168	952	1.120
	SOPORTES DE ACERO	ton	150	255	1.445	1.700	38	217	255
	ACERO DE REFUERZO	ton	600	1.050	50	1.100	630	30	660
	INYECCIONES	ml	1.800	50	25	75	90	45	135
	TOTAL ITEM 7						2.284	3.443	5.727



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL 3 - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 270 MW - fc = 0.6
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
8	CENTRAL SUBTERRANEA								
	EXCAVACION								
	CAVERNA DE MAQUINAS	m³	30.500	16	29	45	488	885	1.373
	CAVERNA DE TRANSFORMADORES	m³	11.900	16	29	45	190	345	535
	CAVERNA DE OSCILACION	m³	27.000	16	29	45	432	783	1.215
	TUNELES DE ASPIRACION	m³	3.200	42	78	120	134	250	384
	GALERIAS DE CABLES								
	CABLES 138 Kva	m³	920	42	78	120	39	72	111
	CABLES 115 Kva	m³	5.700	42	78	120	239	445	684
	TUNEL DE ACCESO	ml	1.200	700	1.300	2.000	840	1.560	2.400
	CONCRETO								
	SUBESTRUCTURA	m³	7.300	98	42	140	715	307	1.022
	SUPERESTRUCTURA	m³	1.300	135	55	190	176	71	247
	TUNEL DE ASPIRACION	m³	1.600	65	65	130	104	104	208
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.250	1.050	50	1.100	1.312	63	1.375
	PERNOS Y ANCLAJES	ml	6.700	18	1	19	121	7	128
	ACABADOS	m²	15.000	18	2	20	270	30	300
	TURBINAS Y EQUIPO MECANICO	un	3				2.160	8.640	10.800
	GENERADORES Y EQUIPO AUXILIAR	un	3				1.650	6.600	8.250
	EQUIPO ELECTRICO	SG					540	2.160	2.700
	TRANSFORMADORES	un	3				600	2.400	3.000
	PUENTE GRUA	un	1				100	400	500

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 270 MW-fc=0.6
PRESUPUESTO




INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS




DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$		VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES
	COMPUERTAS Y GUIAS							
	TUNEL DE FUGA	SG					36	144
	TOTAL ITEM 8						10.146	25.266
	TUNEL DE FUGA							
	EXCAVACIONES							
	PORTAL DE SALIDA	m³	7.500	5	7	12	37	53
	TUNEL	m	3.800	1.000	1.900	2.900	3.800	7.220
	CONCRETO							
	PORTAL	m³	250	90	55	145	22	14
	SOLERA DEL TUNEL	m	3.800	120	120	240	456	456
	CONCRETO NEUMATICO	m³	3.550	115	100	215	408	355
	PERNOS	m	45.600	7	12	19	319	547
	ACERO DE REFUERZO	ton	30	1.050	50	1.100	32	1.000
	TOTAL ITEM 9						5.074	8.646
	PATIO DE CONEXIONES							
	OBRA CIVIL	SG					40	60
	EQUIPOS	SG					305	1.220
	TOTAL ITEM 10						345	1.280



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS



DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 445
CAPACIDAD INSTALADA 270 MW - fc = 0.6
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
1	ADQUISICION DE TIERRAS	ha	1.500	250		250	375		375
2	VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTO								
	CARRETERAS	km	10	57.000	3.000	60.000	570	30	600
	PUENTES	Cu	2	47.000	3.000	50.000	94	6	100
	TUNELES	m l	450	665	1.235	1.900	299	556	855
	CAMPAMENTOS	SG		405.000	270.000	675.000	405	270	675
	TOTAL ITEM 2						1.368	862	2.230
3	DESVIACION								
	EXCAVACION								
	EN PORTALES	m ³	11.300	3	5	8	32	58	90
	EN TUNEL	m l	865	1.575	2.925	4.500	1.362	2.530	3.892
	CONCRETO								
	PORTALES	m ³	800	100	45	145	80	36	116
	SOLERA TUNEL	m l	865	160	110	270	138	95	233
	ACERO DE REFUERZO	ton	100	1.050	50	1.100	105	5	110
	SOPORTES DE ACERO	ton	40	250	1.450	1.700	10	58	68
	CONCRETO NEUMATICO	m ³	3.200	110	105	215	352	336	688
	PERNOS	m l	10.500	18	1	19	189	10	199
	ATAGUIAS								
	AGUAS ARRIBA	m ³	230.000	2	4	6	460	920	1.380




INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 460
CAPACIDAD INSTALADA 530 MW -fc= 0.4
PRESUPUESTO



Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	AGUAS ABAJO	m ³	8.200	2	4	6	16	33	49
	MANEJO DEL RIO	SG					35	100	135
	DESCARGA DE FONDO								
	TUBERIA	m l	30						
	VALVULA DE MARIPOSA	Cu	1	23.000	207.000	230.000	23	207	230
	VALVULA HOWELL - BUNGER	Cu	1	20.000	180.000	200.000	20	180	200
	TAPON DE CONCRETO	m ³	1.500	57	38	95	85	57	142
	ACERO DE REFUERZO	ton	200	1.050	50	1.100	210	10	220
	GALERIA DE ACCESO	m l	200	350	650	1.000	70	650	720
	INYECCIONES	SG					35	15	50
	TOTAL ITEM 3						3.222	5.300	8.522
4	PRESA								
	EXCAVACION								
	FONDO DEL RIO	m ³	110.000	3	5	8	330	550	880
	CIMENTACION	m ³	3.600	6	6	12	22	22	44
	ENROCADO								
	PROCEDENTE DE LA EXCAVACION	m ³	60.000	1	3	4	600	1.800	2.400
	DE ZONAS DE PRESTAMO	m ³	7.600.000	2	4	6	15.200	30.400	45.600
	FILTROS	m ³	158.000	4	9	13	632	1.422	2.054
	LOSA DE CONCRETO	m ³	28.600	80	50	130	2.288	1.430	3.718
	ACERO DE REFUERZO	ton	2.800	1.050	50	1.100	2.940	140	3.080



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 460
CAPACIDAD INSTALADA 530 MW-fc= 0.4
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE	m l	1.935	150	350	500	290	677	967
	INYECCIONES Y DRENAJE	m l	45.150	105	45	150	4.816	1.957	6.773
	TOTAL ITEM 4						27.118	38.398	65.516
5	REBOSADERO								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	582.000	2	3	5	1.164	1.746	2.910
	EN TUNEL	m³	140.000	19	29	48	2.660	4.060	6.720
	CONCRETO								
	GOLA	m³	3.500	85	35	120	297	123	420
	PILAS MUROS Y LOSAS	m³	24.500	115	45	160	2.817	1.103	3.920
	PORTAL DE SALIDA Y DEFLECTOR	m³	6.000	100	45	145	600	270	870
	REVESTIMIENTO TUNEL	m³	7.250	65	65	130	471	471	942
	ACERO DE REFUERZO	ton	5.100	1.050	50	1.100	5.355	255	5.610
	PERNOS	m l	11.900	18	1	19	214	12	226
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	SG					930	5.270	6.200
	TOTAL ITEM 5						14.508	13.310	27.818
6	BOCATOMA								
	EXCAVACION								
	A TAJO ABIERTO	m³	140.000	2	3	5	280	420	700
				<p style="text-align: center;">NIVEL DE EMBALSE 460 CAPACIDAD INSTALADA 530 MW - fc = 0.4 PRESUPUESTO</p>					



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS




DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA


Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	PARA PORTALES Y OBRAS ESPECIALES	m³	20.000	3	5	8	60	100	160
	CONCRETO	m³	2.500	100	65	165	250	162	412
	ACERO DE REFUERZO	ton	300	1.050	50	1.100	315	15	330
	COMPUERTAS GUIAS Y MALACATES	Cu	3	118.000	472.000	590.000	354	1.416	1.770
	TOTAL ITEM 6						1.259	2.113	3.372.
7	TUNELES DE CARGA								
	EXCAVACION								
	TRANSICION	m³	3.200	42	78	120	134	250	384
	TUNELES SUPERIORES	m³	1.100	42	78	120	46	86	132
	TUNELES INFERIORES	m³	2.000	42	78	120	84	156	240
	POZOS	m³	13.300	105	195	300	1.397	2.593	3.990
	CONCRETO								
	TRANSICION	m³	850	96	64	160	82	54	136
	REVESTIMIENTO	m³	4.850	65	65	130	315	316	631
	DETRAS DEL BLINDAJE	m³	900	72	48	120	65	43	108
	BLINDAJE	ton	400	420	2.380	2.800	168	952	1.120
	SOPORTES DE ACERO	ton	150	255	1.445	1.700	38	217	255
	ACERO DE REFUERZO	ton	800	1.050	50	1.100	840	40	880
	INYECCIONES	ml	1.800	50	25	75	90	45	135
	TOTAL ITEM 7						3.259	4.752	8.011

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS		NIVEL DE EMBALSE 460 CAPACIDAD INSTALADA 530 MW - fc = 0.4 PRESUPUESTO
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA		

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
8	CENTRAL SUBTERRANEA								
	EXCAVACION								
	CAVERNA DE MAQUINAS	m³	33.000	16	29	45	528	957	1.485
	CAVERNA DE TRANSFORMADORES	m³	11.900	16	29	45	190	345	535
	CAVERNA DE OSCILACION	m³	27.000	16	29	45	432	783	1.215
	TUNELES DE ASPIRACION	m³	3.200	42	78	120	134	250	384
	GALERIAS DE CABLES								
	CABLES 138 Kva	m³	920	42	78	120	39	72	111
	CABLES 115 Kva	m³	5.700	42	78	120	239	445	684
	TUNEL DE ACCESO	ml	1.200	700	1.300	2.000	840	1.560	2.400
	CONCRETO								
	SUBESTRUCTURA	m³	8.000	98	42	140	784	336	1.120
	SUPERESTRUCTURA	m³	1.300	135	55	190	176	71	247
	TUNEL DE ASPIRACION	m³	1.600	65	65	130	104	104	208
	ACERO DE REFUERZO	ton	1.400	1.050	50	1.100	1.470	70	1.540
	PERNOS Y ANCLAJES	ml	6.700	18	1	19	121	7	128
	ACABADOS	m²	15.000	18	2	20	270	30	300
	TURBINAS Y EQUIPO MECANICO	un	3	1.400.000	5.600.000	7.000.000	4.200	16.800	21.000
	GENERADORES Y EQUIPO AUXILIAR	un	3	1.080.000	4.320.000	5.400.000	3.240	12.960	16.200
	EQUIPO ELECTRICO	SG					1.060	4.240	5.300
	TRANSFORMADORES	un	3	400.000	1.600.000	2.000.000	1.200	4.800	6.000
	PUENTE GRUA	un	1			1.000.000	200	800	1.000



INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS

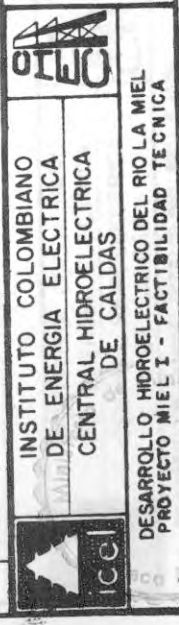


DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

NIVEL DE EMBALSE 460
CAPACIDAD INSTALADA 530 MW-fc= 0.4
PRESUPUESTO

Nº	ITEM	UNIDAD	CANTIDAD	VALORES UNITARIOS - US \$			VALORES TOTALES - US \$ 1000		
				COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	PRECIO UNITARIO	COMPONENTE EN PESOS	COMPONENTE EN DOLARES	VALOR TOTAL
	COMPUERTAS Y GUIAS								
	TUNEL DE FUGA	SG					67	268	335
	TOTAL ITEM 8						15.294	44.898	60.192
9	TUNEL DE FUGA								
	EXCAVACIONES								
	PORTAL DE SALIDA	m³	7.500	5	7	12	37	53	90
	TUNEL	ml	3.800	1.500	2.800	4.300	5.700	10.640	16.340
	CONCRETO								
	PORTAL	m³	350	90	55	145	32	19	51
	SOLERA DEL TUNEL	ml	3.800	160	160	320	608	608	1.216
	CONCRETO NEUMATICO	m³	4.850	115	100	215	558	48	606
	PERNOS	ml	45.600	7	12	19	319	547	866
	ACERO DE REFUERZO	ton	42	1.050	50	1.100	44	2	46
	TOTAL ITEM 9						7.298	11.917	19.215
10	PATIO DE CONEXIONES								
	OBRA CIVIL	SG					76	114	190
	EQUIPOS	SG					600	2.400	3.000
	TOTAL ITEM 10						676	2.514	3.190

NIVEL DE EMBALSE 460
CAPACIDAD INSTALADA 530 MW-fc= 0.4
PRESUPUESTO



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

CUADRO G-10

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 430

Factor de Planta 0.6

Valores en miles de US.\$

I T E M	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS	2.480	1.618	862	572	305	415	221	550	293					81	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.158	3.082	5.076			1.159	2.023	1.436	1.961			221	559	266	533
3. PRESA															
Obra Civil	43.577	18.350	25.227			3.670	5.045	2.065	2.166	3.580	8.045	6.530	7.538	2.505	2.433
4. REBOSADERO															
Obra Civil	23.060	14.440	8.620			2.888	1.724	2.166	2.758	8.375	3.621	289	86	722	431
Equipos	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.953	47	263
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	316	99	46	35
Equipos	615	123	492							25	98	92	369	6	25
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	4.891	1.907	2.984			348	407			101	327	1.363	2.101	95	149
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	9.861	4.841	5.020			1.206	1.479	920	1.550	1.408	1.424	1.065	314	242	253
Equipos	16.805	3.361	13.444			588	2.353	84	336	2.521	10.083			188	672
8. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	11.156	4.164	6.992			1.269	2.083	927	1.720	927	1.720	832	1.119	209	350
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	65	26	39					13	20	3	4	8	13	2	2
Equipos	1.000	200	800					40	160			150	600	10	40
10. LINEAS DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	248	99	16
Equipos	5.390	4.290	1.100					858	220			3.217	825	215	55
TOTAL OBRA CIVIL	107.160	51.313	55.847	572	305	11.532	13.187	8.077	10.468	14.756	15.565	12.109	12.077	4.267	4.245
Imprevistos: 15%	16.074	7.697	8.377	86	46	1.730	1.978	1.212	1.570	2.213	2.335	1.816	1.811	640	637
Ing. y Administración: 10%	12.323	5.901	6.422	66	35	1.326	1.517	929	1.204	1.697	1.790	1.393	1.389	490	487
TOTAL OBRA CIVIL	135.557	64.911	70.646	724	386	14.588	16.682	10.218	13.242	18.666	19.690	15.318	15.277	5.397	5.369
TOTAL EQUIPOS	30.010	8.904	21.106			588	2.353	982	716	2.732	11.235	4.156	5.747	446	1.055
Imprevistos: 10%	3.001	890	2.111			59	235	98	72	273	1.123	415	575	45	106
Ing. y Administración: 8%	2.541	784	1.857			53	206	86	63	240	989	366	506	39	93
TOTAL EQUIPOS	35.652	10.578	25.074			700	2.794	1.166	851	3.245	13.347	4.937	6.828	530	1.254
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	171.209	75.489	95.720	724	386	15.288	19.476	11.384	14.093	21.911	33.037	20.255	22.105	5.927	6.623

CUADRO G-II

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 430

Factor de Planta 0.5

Valores en miles de US.\$

I T E M	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS	2.480	1.618	862	572	305	415	221	550	293					81	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.159	3.082	5.077			1.159	2.023	1.436	1.960			222	561	265	533
3. PRESA															
Obra Civil	43.577	18.350	25.227			3.670	5.045	2.065	2.166	3.580	8.045	6.530	7.538	2.505	2.433
4. REBOSADERO															
Obra Civil	23.060	14.440	8.620			2.888	1.724	2.166	2.758	8.375	3.621	289	86	722	431
Equipos	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.953	47	263
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	316	99	46	35
Equipos	840	168	672							34	134	126	504	8	34
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	5.388	2.122	3.266			391	463			112	347	1.514	2.293	105	163
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	9.941	5.041	4.900			1.246	1.455	923	1.557	1.531	1.326	1.087	316	254	246
Equipos	20.030	4.006	16.024			705	2.821	96	384	360	1.440	2.645	10.578	200	801
8. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	12.440	4.621	7.819			1.408	2.328	1.031	1.927	1.031	1.927	920	1.245	231	392
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	78	31	47					16	24	3	5	10	15	2	3
Equipos	1.200	240	960					48	192			180	720	12	48
10. LINEA DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	248	99	16
Equipos	5.390	1.100	4.290					220	858			825	3.218	55	214
TOTAL OBRA CIVIL	109.035	52.190	56.845	572	305	11.755	13.464	8.187	10.685	14.994	15.695	12.373	12.401	4.309	4.295
Imprevistos: 15%	16.355	7.828	8.527	86	46	1.763	2.019	1.228	1.603	2.249	2.354	1.856	1.860	646	645
Ing. y Administración: 10%	12.539	6.002	6.537	66	35	1.352	1.548	942	1.229	1.724	1.805	1.423	1.426	493	494
TOTAL OBRA CIVIL	137.929	66.020	71.909	724	386	14.870	17.031	10.357	13.517	18.967	19.854	15.652	15.687	5.450	5.434
TOTAL EQUIPOS	33.660	6.444	27.216			705	2.821	364	1.434	580	2.628	4.473	18.973	322	1.360
Imprevistos: 10%	3.366	644	2.722			71	282	36	143	58	263	447	1.898	32	136
Ing. y Administración: 8%	2.962	567	2.395			62	248	32	126	51	231	394	1.670	28	120
TOTAL EQUIPOS	39.988	7.655	32.333			838	3.351	432	1.703	689	3.122	5.314	22.541	382	1.616
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	177.917	73.675	104.242	724	386	15.708	20.382	10.789	15.220	19.656	22.976	20.966	38.228	5.832	7.050

CUADRO G-12

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 430

Factor de Planta 0.4

Valores en miles de US.\$

I T E M	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS	2.480	1.618	862	572	305	415	221	550	293					81	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.159	3.082	5.077			1.159	2.023	1.436	1.960			222	559	265	535
3. PRESA															
Obra Civil	43.577	18.350	25.227			3.670	5.045	2.065	2.166	3.580	8.045	6.530	7.538	2.505	2.433
4. REBOSADERO															
Obra Civil	23.060	14.440	8.620			2.888	1.724	2.166	2.758	8.375	3.621	289	86	722	431
Equipos	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.953	47	263
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	316	99	46	35
Equipos	1.050	210	840							42	168	158	630	10	42
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	5.899	2.348	3.551			436	520			123	367	1.672	2.487	117	177
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	9.994	5.069	4.925			1.251	1.460	928	1.566	1.541	1.333	1.096	319	253	247
Equipos	24.880	4.976	19.904			875	3.501	120	480	3.732	14.928			249	995
8. TUNELES DE FUGA															
Obra Civil	14.160	5.485	8.675			1.666	2.585	1.239	2.134	1.239	2.134	1.067	1.387	274	435
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	95	38	57					20	30	4	6	12	18	2	3
Equipos	1.500	300	1.200					60	240			225	900	15	60
10. LINEAS DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	248	99	16
Equipos	5.390	1.100	4.290					220	858			825	3.218	55	214
TOTAL OBRA CIVIL	111.336	53.315	58.021	572	305	12.062	13.783	8.404	10.907	15.224	15.930	12.689	12.741	4.364	4.355
Imprevistos: 15%	16.700	7.997	8.703	86	46	1.809	2.067	1.260	1.636	2.284	2.390	1.903	1.911	655	653
Ing. y Administración: 10%	12.803	6.131	6.672	66	35	1.387	1.585	966	1.254	1.751	1.832	1.459	1.465	502	501
TOTAL OBRA CIVIL	140.839	67.443	73.396	724	386	15.258	17.435	10.630	13.797	19.259	20.152	16.051	16.117	5.521	5.509
TOTAL EQUIPOS	39.020	7.516	31.504			875	3.501	400	1.578	3.960	16.150	1.905	8.701	376	1.574
Imprevistos: 10%	3.902	752	3.150			87	350	40	158	396	1.615	191	870	38	157
Ing. y Administración: 8%	3.434	662	2.772			77	308	35	139	349	1.421	168	766	33	138
TOTAL EQUIPOS	46.356	8.930	37.426			1.039	4.159	475	1.875	4.705	19.186	2.264	10.337	447	1.869
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	187.195	76.373	110.822	724	386	16.297	21.594	11.105	15.672	23.964	39.338	18.315	26.454	5.968	7.378

CUADRO G-13

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 445

Factor de Planta 0.6

Valores en miles de US.\$

I T E M	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS	2.555	1.693	862	599	305	434	221	575	293					85	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.348	3.155	5.193			1.197	2.088	1.468	2.006			221	559	269	540
3. PRESA															
Obra Civil	57.320	23.701	33.619			4.740	6.723	2.258	2.735	5.120	8.170	8.235	12.850	3.078	3.141
4. REBOSADERO															
Obra Civil	22.866	14.318	8.548			2.864	1.710	2.148	2.735	8.304	3.590	286	86	716	427
Equipos	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.952	47	264
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	316	99	46	35
Equipos	990	198	792							40	158	148	594	10	40
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	5.727	2.284	3.443			423	498			126	363	1.621	2.409	114	173
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	9.982	5.060	4.922			1.249	1.458	928	1.566	1.539	1.332	1.092	318	252	248
Equipos	25.430	5.086	20.344			897	3.589	120	480	3.815	15.258			254	1.017
8. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	13.720	5.074	8.646			1.545	2.574	1.135	2.135	1.135	2.135	1.006	1.370	253	432
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	100	40	60					21	31	4	7	13	19	2	3
Equipos	1.525	305	1.220					61	244			229	915	15	61
10. LINEAS DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	247	99	17
Equipos	5.390	1.100	4.290					220	858			825	3.218	55	214
TOTAL OBRA CIVIL	124.530	58.210	66.320	599	305	13.029	15.477	8.803	11.501	16.590	16.021	14.275	17.957	4.914	5.059
Imprevistos: 15%	18.680	8.732	9.948	90	46	1.954	2.321	1.321	1.725	2.489	2.403	2.141	2.694	737	759
Ing. y Administración: 10%	14.321	6.694	7.627	69	35	1.498	17.800	1.012	1.323	1.908	1.842	1.642	2.065	565	582
TOTAL OBRA CIVIL	157.531	73.636	83.895	758	386	16.481	19.578	11.136	14.549	20.987	20.266	18.058	22.716	6.216	6.400
TOTAL EQUIPOS	39.535	7.619	31.916			897	3.589	401	1.582	4.041	16.470	1.899	8.679	381	1.596
Imprevistos: 10%	3.954	762	3.192			90	359	40	158	404	1.647	190	868	38	160
Ing. y Administración: 8%	3.479	670	2.809			79	316	34	139	356	1.449	167	764	34	141
TOTAL EQUIPOS	46.968	9.051	37.917			1.066	4.264	475	1.879	4.801	19.566	2.256	10.311	453	1.897
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	204.499	82.687	121.812	758	386	17.547	23.842	11.611	16.428	25.788	39.832	20.314	33.027	6.669	8.297

CUADRO G-14

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 445

Factor de Planta 0.5

Valores en miles de US\$

I T E M	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS	2.555	1.693	862	599	305	434	221	575	293					85	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.348	3.155	5.193			1.197	2.088	1.468	2.006			221	559	269	540
3. PRESA															
Obra Civil	57.320	23.701	33.619			4.740	6.723	2.528	2.735	5.120	8.170	8.235	12.850	3.078	3.141
4. REBOSADERO															
Obra Civil	22.866	14.318	8.548			2.864	1.710	2.148	2.735	8.304	3.590	286	86	716	427
Equipo	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.952	47	264
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	316	99	46	35
Equipos	1.200	240	960							48	192	180	720	12	48
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	6.233	2.473	3.760			461	561			138	386	1.751	2.625	123	188
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	10.087	5.141	4.946			1.265	1.465	932	1.573	1.563	1.339	1.121	322	260	247
Equipos	30.415	6.083	24.332			1.073	4.290	144	576	4.562	18.249			304	1.217
8. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	15.027	5.544	9.483			1.688	2.822	1.238	2.342	1.238	2.342	1.102	1.502	278	475
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	115	46	69					24	36	5	8	15	22	2	3
Equipos	1.830	366	1.464					73	293			274	1.098	19	73
10. LINEA DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	248	99	16
Equipos	5.390	1.100	4.290					220	858			825	3.217	55	215
TOTAL OBRA CIVIL	126.463	58.956	67.507	599	305	13.226	15.795	8.913	11.720	16.730	16.259	14.532	18.313	4.956	5.115
Imprevistos: 15%	18.969	8.843	10.126	90	46	1.984	2.369	1.337	1.758	2.509	2.439	2.180	2.747	743	767
Ing. Administración: 10%	14.543	6.780	7.763	69	35	1.521	1.816	1.025	1.348	1.924	1.870	1.671	2.106	570	588
TOTAL OBRA CIVIL	159.975	74.579	85.396	758	386	16.731	19.980	11.275	14.826	21.163	20.568	18.383	23.166	6.269	6.470
TOTAL EQUIPOS	45.035	8.719	36.316			1.073	4.290	437	1.727	4.796	19.495	1.976	8.987	437	1.817
Imprevistos: 10%	4.504	872	3.632			107	429	44	173	480	1.949	197	899	44	182
Ing. Administración: 8%	3.963	767	3.196			94	378	38	152	422	1.715	174	791	39	160
TOTAL EQUIPOS	53.502	10.358	43.144			1.274	5.097	519	2.052	5.698	23.159	2.347	10.677	520	2.159
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	213.477	84.937	128.540	758	386	18.005	25.077	11.794	16.878	26.861	43.727	20.730	33.843	6.789	8.629



CUADRO G-15

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 445

Factor de Planta 0.4

Valores en miles de US.\$

ITEM	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS Y CAMPAMENTOS	2.555	1.693	862	599	305	434	221	575	293					85	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.348	3.155	5.193			1.197	2.088	1.468	2.006			221	559	269	540
3. PRESA															
Obra Civil	57.320	23.701	33.619			4.740	6.723	2.528	2.735	5.120	8.170	8.235	12.850	3.078	3.141
4. REBOSADERO															
Obra Civil	22.866	14.318	8.548			2.864	1.710	2.148	2.735	8.304	3.590	286	86	716	427
Equipos	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.952	47	264
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	316	99	46	35
Equipos	1.380	276	1.104							55	221	207	828	14	55
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	6.987	2.819	4.168			530	644			155	415	1.994	2.901	140	208
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	10.325	5.335	4.990			1.304	1.473	941	1.588	1.630	1.352	1.192	327	268	249
Equipos	38.020	7.604	30.416			1.341	5.363	180	720	5.703	22.812			380	1.521
8. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	17.137	6.412	10.725			1.949	3.190	1.446	2.654	1.446	2.654	1.250	1.691	321	536
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	145	58	87					30	45		6	19	28	3	4
Equipos	2.290	458	1.832					92	366			343	1.374	23	92
10. LINEA DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	248	99	66
Equipos	5.390	1.100	4.290					220	858			825	3.218	55	214
TOTAL OBRA CIVIL	129.595	60.376	69.219	599	305	13.595	16.251	9.136	12.057	17.023	16.618	14.998	18.789	5.025	5.199
Imprevistos: 15%	19.439	9.056	10.383	90	46	2.039	2.437	1.370	1.809	2.553	2.493	2.250	2.818	754	780
Ing. y Administración: 10%	14.903	6.943	7.960	69	35	1.563	1.869	1.051	1.387	1.957	1.910	1.725	2.161	578	588
TOTAL OBRA CIVIL	163.937	76.375	87.562	758	386	17.197	20.557	11.557	15.253	21.533	21.021	18.973	23.768	6.357	6.577
TOTAL EQUIPOS	53.280	10.368	42.912			1.341	5.363	492	1.944	5.944	24.087	2.072	9.372	519	2.146
Imprevistos: 10%	5.328	1.037	4.291			134	536	49	194	595	2.409	207	937	52	215
Ing. y Administración: 8%	4.689	912	3.777			118	472	43	171	523	2.120	182	825	46	189
TOTAL EQUIPOS	63.297	12.317	50.980			1.593	6.371	584	2.309	7.062	28.616	2.461	11.134	617	2.550
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	227.234	88.692	138.542	758	386	18.790	26.928	12.141	17.562	28.595	49.637	21.434	34.902	6.974	9.127

CUADRO G-16

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 460

Factor de Planta 0.6

Valores en miles de US.\$

I T E M	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS	2.605	1.743	862	617	305	406	221	593	293					87	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.522	3.222	5.300			1.230	2.148	1.498	2.048			221	559	273	545
3. PRESA															
Obra Civil	65.516	27.118	38.398			5.423	7.680	2.843	3.069	6.021	12.785	9.360	11.307	3.471	3.557
4. REBOSADERO															
Obra Civil	21.618	13.538	8.080			2.708	1.616	2.031	2.586	7.852	3.394	270	80	677	404
Equipos	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.953	47	263
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	317	99	45	35
Equipos	1.215	243	972							49	194	182	729	12	49
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	6.439	2.584	3.855			483	581			135	389	1.837	2.692	129	193
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	10.087	5.141	4.946			1.266	1.465	932	1.573	1.564	1.339	1.121	322	258	247
Equipos	33.170	6.634	26.536			1.171	4.683	156	624	4.975	19.902			332	1.327
8. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	15.405	5.923	9.482			1.799	2.822	1.342	2.342	1.342	2.342	1.144	1.502	296	474
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	125	50	75					26	39	6	8	16	24	2	4
Equipos	2.000	400	1.600					80	320	300	1.200			20	80
10. LINEA DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	247	99	17
Equipos	5.390	1.100	4.290					220	858			825	3.217	55	215
TOTAL OBRA CIVIL	134.229	62.204	72.025	617	305	13.932	16.738	9.265	11.950	17.282	20.681	15.771	16.832	5.337	5.519
Imprevistos: 15%	20.134	9.330	10.804	93	46	2.089	2.510	1.390	1.793	2.591	3.102	2.366	2.525	801	828
Ing. y Administración: 10%	15.436	7.153	8.283	71	35	1.602	1.925	1.066	1.374	1.986	2.378	1.814	1.936	614	635
TOTAL OBRA CIVIL	169.799	78.687	91.112	781	386	17.623	21.173	11.721	15.117	21.859	26.161	19.951	21.293	6.752	6.982
TOTAL EQUIPOS	47.975	9.307	38.668			1.171	4.683	456	1.802	5.510	22.350	1.704	7.899	466	1.934
Imprevistos: 10%	4.798	931	3.867			117	468	46	180	551	2.235	170	790	47	194
Ing. y Administración: 8%	4.222	819	3.403			103	412	40	159	485	1.967	150	695	41	170
TOTAL EQUIPOS	56.995	11.057	45.938			1.391	5.563	542	2.141	6.546	26.552	2.024	9.384	554	2.298
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	226.794	89.744	137.050	781	386	19.014	26.736	12.263	17.258	28.405	52.713	21.975	30.677	7.306	9.280

CUADRO G-17

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 460

Factor de Planta 0.5

Valores en miles de US.\$

I T E M	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS	2.605	1.743	862	617	305	406	221	593	293					87	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.522	3.222	5.300			1.230	2.148	1.498	2.048			221	559	273	545
3. PRESA															
Obra Civil	65.516	27.118	38.398			5.423	7.680	2.843	3.069	6.021	12.785	9.360	11.307	3.471	3.557
4. REBOSADERO															
Obra Civil	21.618	13.538	8.080			2.708	1.616	2.031	2.588	7.852	3.394	270	80	677	404
Equipos	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.953	47	263
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	317	99	45	35
Equipos	1.350	270	1.080							54	216	202	810	14	54
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	6.973	2.812	4.161			529	642			147	411	1.996	2.900	140	208
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	10.223	5.234	4.989			1.628	2.034	2.693	1.817	566	795	85	94	262	249
Equipos	39.745	7.949	31.796			1.398	5.591	192	768	5.962	23.847			397	1.590
8. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	17.507	6.408	11.099			1.947	3.299	1.446	2.757	1.446	2.757	1.248	1.731	321	555
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	150	60	90					31	47	7	10	19	29	3	4
Equipos	2.400	480	1.920					96	384			360	1.440	24	96
10. LINEA DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	247	99	17
Equipos	5.390	1.100	4.290					220	858			825	3.217	55	215
TOTAL OBRA CIVIL	137.026	63.020	74.006	617	305	14.488	17.845	11.135	12.617	16.401	20.576	15.001	17.046	5.378	5.617
Imprevistos: 15%	20.554	9.453	11.101	93	46	2.173	2.677	7.670	1.893	2.460	3.086	2.250	2.557	807	842
Ing. y Administración: 10%	15.758	7.247	8.511	71	35	1.666	2.052	1.280	1.451	1.886	2.367	1.725	1.960	619	646
TOTAL OBRA CIVIL	173.338	79.720	93.618	781	386	18.327	22.574	14.085	15.961	20.747	26.029	18.976	21.563	6.804	7.105
TOTAL EQUIPOS	55.085	10.729	44.356			1.398	5.591	508	2.010	6.202	25.117	2.084	9.420	537	2.218
Imprevistos: 10%	5.509	1.073	4.436			140	559	51	201	620	2.512	208	942	54	222
Ing. y Administración: 8%	4.847	944	3.903			123	492	45	177	546	2.210	183	829	47	195
TOTAL EQUIPOS	65.441	12.746	52.695			1.661	6.642	604	2.388	7.368	29.839	2.475	11.191	638	2.635
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	238.779	92.466	146.313	781	386	19.988	29.216	14.689	18.349	28.115	55.868	21.451	32.754	7.442	9.740

CUADRO G-18

PROYECTO MIEL I

PROGRAMA DE INVERSIONES

Cota de Embalse 460

Factor de Planta 0.4

Valores en miles de US.\$

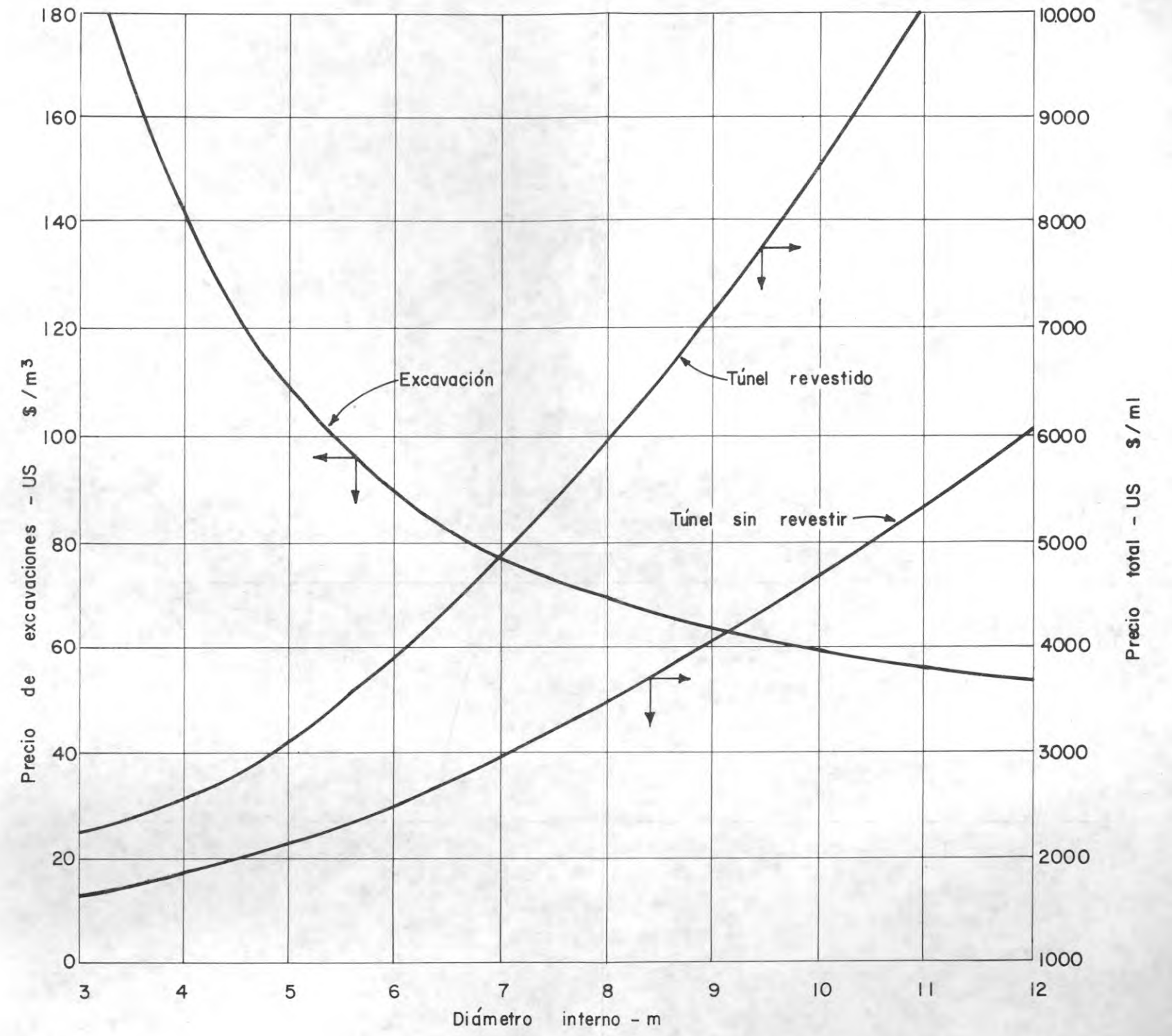
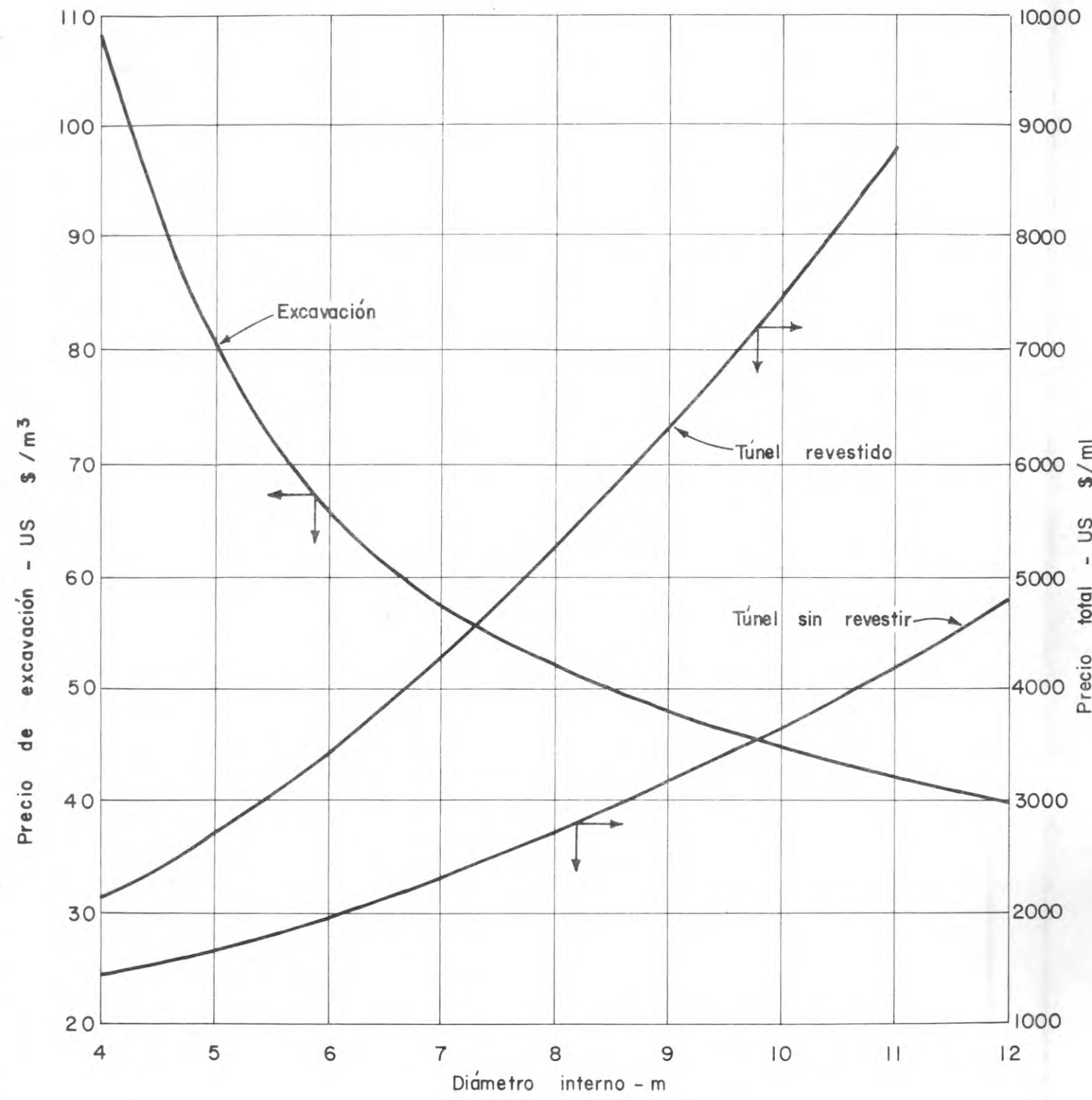
I T E M	TOTAL	TOTALES		AÑO 1		AÑO 2		AÑO 3		AÑO 4		AÑO 5		AÑO 6	
		ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME	ML	ME
1. ADQUISICION DE ZONAS, VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS	2.605	1.743	862	617	305	446	221	593	293					87	43
2. DESVIACION															
Obra Civil	8.522	3.222	5.300			1.230	2.148	1.498	2.048			221	559	273	545
3. REJESCA															
Obra Civil	65.516	27.118	38.398			5.423	7.680	2.843	3.069	6.021	12.785	9.360	11.307	3.471	3.557
4. REBOSADERO															
Obra Civil	21.618	13.538	8.080			2.708	1.616	2.031	2.586	7.852	3.394	270	80	677	404
Equipos	6.200	930	5.270							186	1.054	697	3.953	47	263
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1.602	905	697			181	139			362	424	317	99	45	35
Equipos	1.770	354	1.416							71	283	265	1.062	18	71
6. TUNELES DE CARGA															
Obra Civil	8.011	3.259	4.752			618	760			170	454	2.308	3.299	163	239
7. CAVERNA DE MAQUINAS															
Obra Civil	10.358	5.328	5.030			1.303	1.481	949	1.604	1.625	1.361	1.183	332	268	252
Equipos	49.835	9.967	39.868			1.753	7.014	240	960	7.475	29.901			499	1.993
8. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	19.215	7.298	11.917			2.216	3.510	1.653	3.068	1.653	3.068	1.411	1.675	365	596
9. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	190	76	114					40	59	8	13	24	36	4	6
Equipos	3.000	600	2.400					120	480			450	1.800	30	120
10. LINEA DE TRANSMISION															
Obra Civil	2.310	1.980	330			396	66					1.485	247	99	17
Equipos	5.390	1.100	4.290					220	858			825	3.217	55	215
TOTAL OBRA CIVIL	139.947	64.467	75.480	617	305	14.521	17.621	9.607	12.727	17.691	21.499	16.579	17.634	5.452	5.694
Imprevistos: 15%	20.992	9.670	11.322	93	46	2.177	2.643	1.441	1.909	2.654	3.225	2.487	2.645	818	854
Ing. y Administración: 10%	16.094	7.414	8.680	71	35	1.669	2.026	1.105	1.464	2.035	2.472	1.907	2.028	627	655
TOTAL OBRA CIVIL	177.033	81.551	95.482	781	386	18.367	22.290	12.153	16.100	22.380	27.196	20.973	22.307	6.897	7.203
TOTAL EQUIPOS	66.195	12.951	53.244			1.753	7.014	580	2.298	7.732	31.238	2.237	10.032	649	2.662
Imprevistos: 10%	6.619	1.295	5.324			175	701	58	230	773	3.124	224	1.003	65	266
Ing. y Administración: 8%	5.825	1.140	4.685			154	617	52	202	680	2.749	197	883	57	234
TOTAL EQUIPOS	78.639	15.386	63.253			2.082	8.332	690	2.730	9.185	37.111	2.658	11.918	771	3.162
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION	255.672	96.937	158.735	781	386	20.449	30.622	12.843	18.830	31.565	64.307	23.631	34.225	7.668	10.365

CUADRO G-19

COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO - Miles de US\$

Factor de Planta	Cota Presa 445			Cota Presa 450			Cota Presa 465		
	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6
Capacidad Instalada	265	212	177	405	324	270	530	424	353
<u>OPERACION Y MANTENIMIENTO</u>									
Proyecto Hidroeléctrico	513	487	468	623	579	559	696	648	615
Subestaciones	290	232	200	438	350	292	581	464	381
Líneas de Transmisión	20	20	20	20	20	20	20	20	20
<u>REPOSICION DE EQUIPOS MENORES</u>									
Elementos del Embalse	41	41	41	48	48	48	51	51	51
Elementos de Generación de Energía	342	299	268	444	372	341	531	454	401
Subestaciones	24	19	17	36	29	24	48	39	32
Líneas de Transmisión	13	13	13	13	13	13	13	13	13
<u>ADMINISTRACION</u>									
Proyecto Hidroeléctrico	200	189	182	243	226	218	271	252	239
Subestaciones	94	75	65	141	113	94	187	150	123
Líneas de Transmisión	6	6	6	6	6	6	6	6	6
<u>SEGUROS</u>									
Elementos de Embalse	27	27	27	32	32	32	34	34	34
Elementos de Generación	171	150	134	222	186	170	265	227	200
Subestación	17	14	12	26	20	17	34	27	22
Líneas de Transmisión	13	13	13	13	13	13	13	13	13
	1771	1585	1466	2305	2007	1847	2750	2398	2150

FIGURAS



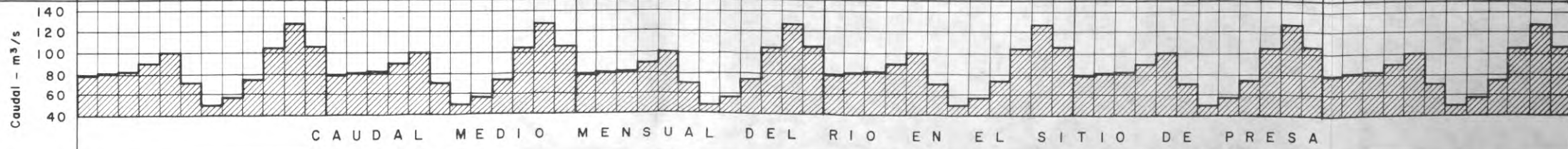
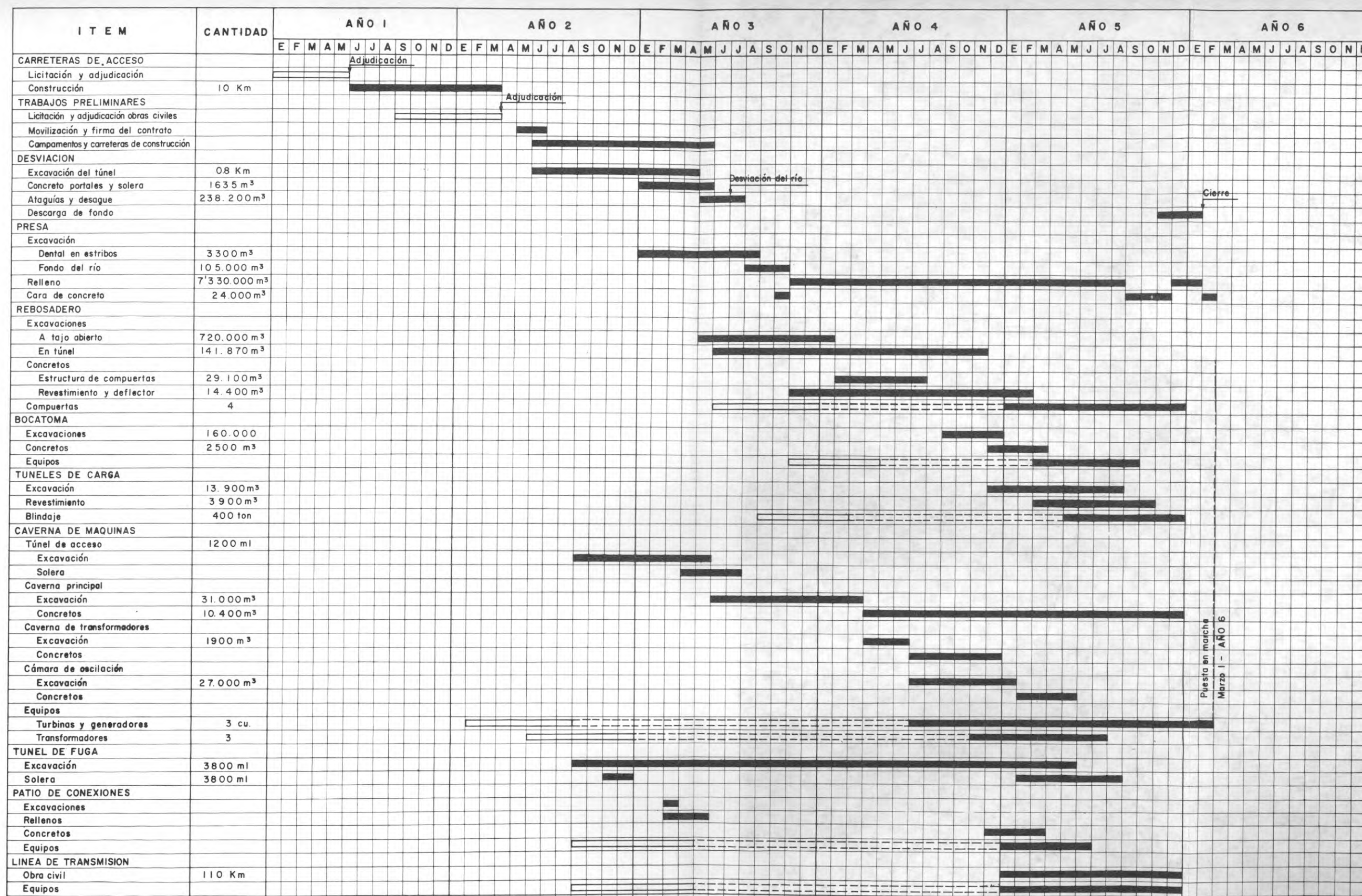
TUNEL EN HERRADURA

TUNEL CIRCULAR


 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
 PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

TUNELES PRECIOS UNITARIOS





- CONVENCIONES
- [Barra blanca] LICITACION Y ADJUDICACION
 - [Barra negra] CONSTRUCCION Y MONTAJE
 - [Barra punteada] FABRICACION Y TRANSPORTE

Nota: Las cantidades corresponden a la alternativa con nivel de embalse en la cota 445 y factor de carga 0.5. El tiempo de construcción es común para todas las alternativas estudiadas.

INSTITUTO COLOMBIANO
DE ENERGIA ELECTRICA
CENTRAL HIDROELECTRICA
DE CALDAS

DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL
PROYECTO MIEL I - FACTIBILIDAD TECNICA

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

CONSORCIO RIO LA MIEL
INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES- GEOCOLOMBIA

FECHA: JUNIO-1979
FIGURA 6-2

PROPIEDAD
0129
Sección Documentación
y Divulgación
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01001375

BIBLIOTECA

Desarrollo hidroeléctrico del Río La Miel :
informe de factibilidad técnica / Consorcio Río
La Miel ; Instituto Colombiano de Energía
Eléctrica, Central Hidroeléctrica de Caldas

333.9109861 C755de Ej.1

FECHA PEDIDO	PRESTADO A	FECHA DEVUELTO