



instituto colombiano de energía eléctrica



central hidroeléctrica de caldas

desarrollo hidroeléctrico  
del río la miel  
informe de factibilidad técnica  
**proyecto miel II**

resumen

9109861

Sdes1

consorcio río la miel

interdiseños-suelos y fundaciones-geocolombia

bogotá, febrero 1980

financiado por el fondo nacional de proyectos de desarrollo 'fonade'



Instituto Colombiano de Energía Eléctrica



Central Hidroeléctrica de Caldas

333.914  
I 125 dm II  
1980 039  
resumen

ABC

desarrollo hidroeléctrico  
del río la miel  
informe de factibilidad técnica  
proyecto miel II

resumen

Ministerio de Minas y Energía  
BIBLIOTECA

consorcio rio la miel  
interdiseños-suelos y fundaciones-g

Ministerio de Minas y Energía  
BIBLIOTECA

bogotá, febrero 1980

financiado por el fondo nacional de proyectos de desarrollo fonade



333.910986 L

C755des L

E. L

instituto colombiano de energía eléctrica



central hidroeléctrica de caldas

ABC

desarrollo hidroeléctrico  
del río la miel  
informe de factibilidad técnica  
**proyecto miel II**

resumen

Ministerio de Minas y Energía  
BIBLIOTECA

consorcio río la miel

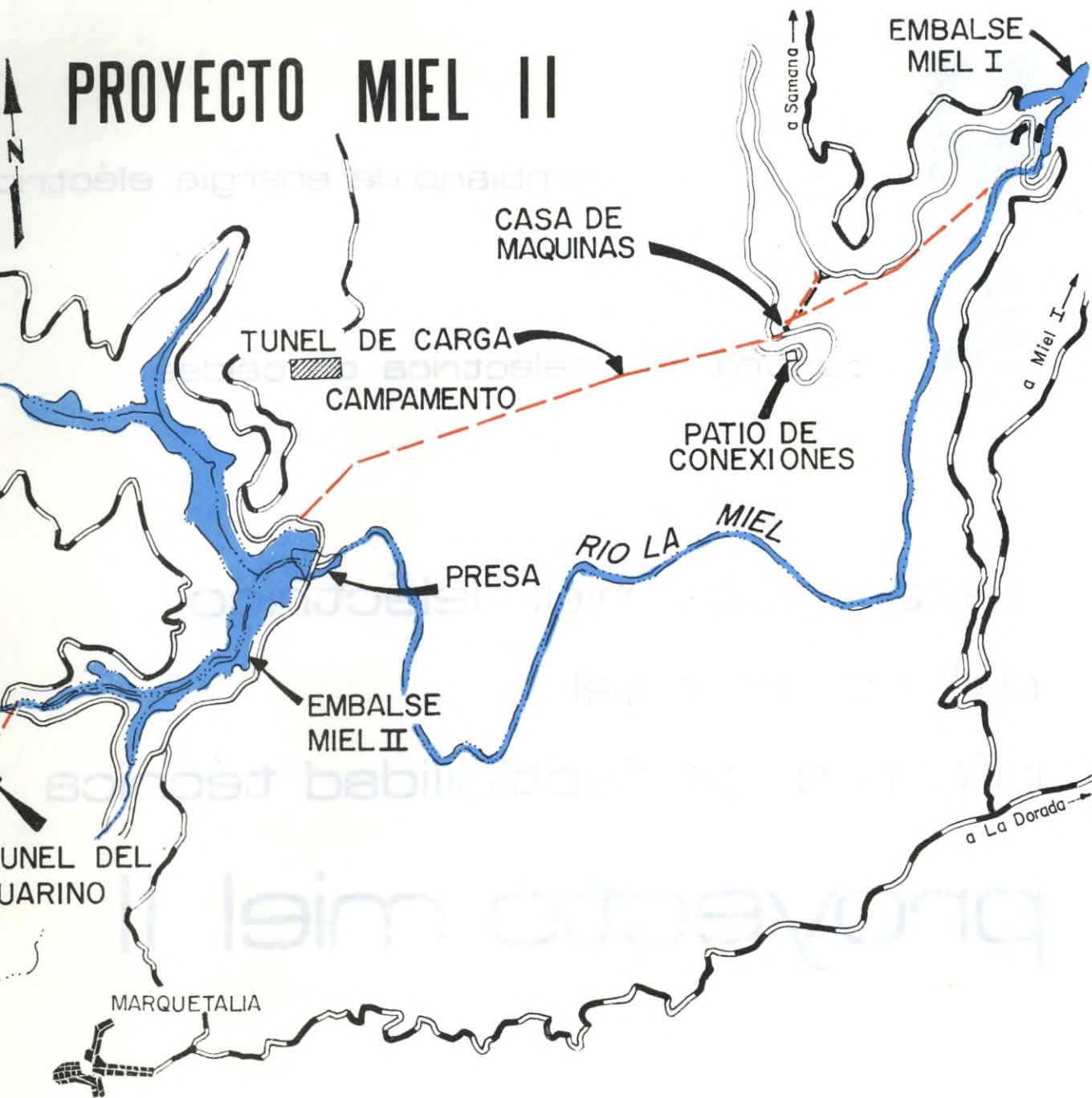
interdiseños-suelos y fundaciones-geocolombia

bogotá, febrero 1980

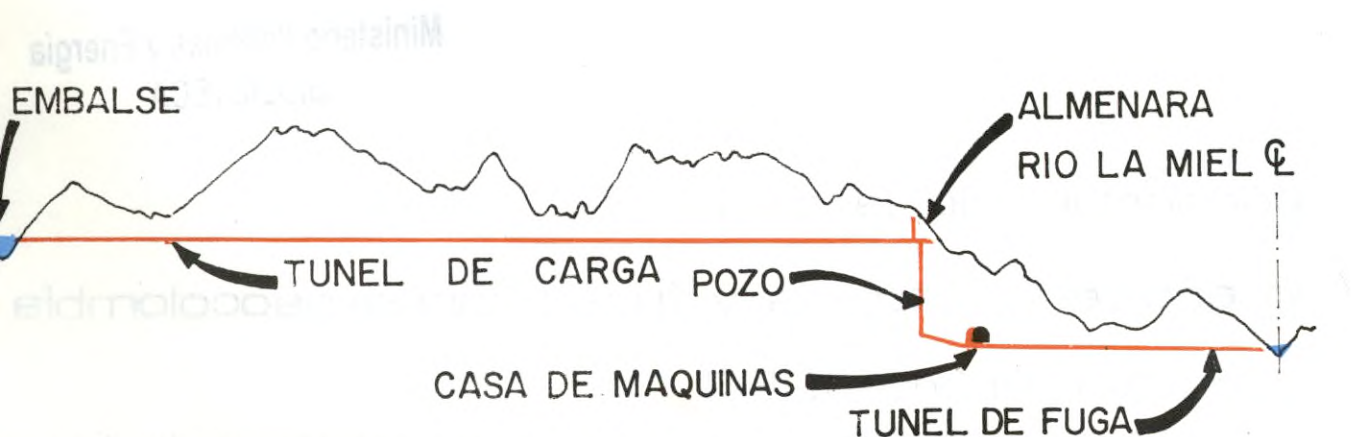
financiado por el fondo nacional de proyectos de desarrollo 'fonade'

Ministerio de Minas y Energía  
BIBLIOTECA

# PROYECTO MIEL II



## PLANTA



## PERFIL

# PROYECTO MIEL II

## CARACTERISTICAS PRINCIPALES

(Nivel máximo de embalse : 1045 Fp =0.5)

DATOS GENERALES	Caudal de diseño 73.8 m <sup>3</sup> /s. Salto bruto máximo 569.00 m. Capacidad instalada 351 mw. Energía firme: 1354 gwh/año.
DATOS HIDROLOGICOS	Area de la hoya hidrográfica: 363 km <sup>2</sup> . Precipitación media: 4000 mm. Caudal medio del río La Miel en el sitio de Presa: 29.5m <sup>3</sup> /seg. Caudal medio del río Guarínó en el sitio de captación: 20.7 m <sup>3</sup> /seg.
EMBALSE	Area 2.35 km <sup>2</sup> . Volumen total: 114.5 Mm <sup>3</sup> . Volumen útil: 75.3 Mm <sup>3</sup> . Nivel máximo: cota 1045. Nivel mínimo : cota 1000.
DESVIACION	Capacidad : 610 m <sup>3</sup> /seg. Longitud del túnel: 760 m. Diámetro: 8.4 m. Altura de la atagüfa 30 m.
DESVIACION DEL RIO GUARINO Y SANTO DOMINGO	Capacidad : 25 m <sup>3</sup> /seg. Longitud del túnel : 14.300 m. Diámetro: 3.60 m. Altura Presa: 7.0 m. Tipo de Presa: "Presa India ". Presa río Santo Domingo. Altura: 3.0 m. Pozo vertical, diámetro: 2.0 m. Longitud del Pozo: 57.0 m.
REBOSADERO	Capacidad: 3300 m <sup>3</sup> /seg. Tipo: Un canal rectangular, 32.5 m ancho inicial y 25.0 m de ancho en la salida. Compuertas: 3 de 15.0 mH x 8.5 m L.
PRESA	Tipo: enrocado con cara de concreto. Altura: 170 m. Volumen: 5.4 Mm <sup>3</sup>
CONDUCTOS DE CARGA	Uno. Longitud túnel superior: 8390 m. Altura del pozo: 430 m. Longitud túnel inferior: 392 m. Diámetro del sector revestido: 5.5 m. Diámetro del sector blindado: 3.5 m.
ALMENARA	Pozo elevador: Diámetro 5.0 m. Pozo superior: Diámetro 14.0 m. Altura: 102.0 m. Nivel máximo cota 1063.1. Nivel mínimo cota 970.2
CASA DE MAQUINAS	Tipo: Subterránea. Pérdida máxima de carga: 45 m. Tres turbinas tipo Pelton de eje vertical y Tres generadores de 117 mw.
TUNEL DE FUGA	Longitud: 2750 m. Diámetro: 6.0 m. Sección en herradura.
COSTO DEL PROYECTO	US\$ 242.5 millones

# PROYECTO MIEL II

## DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL

### PROYECTO MIEL II

#### I N D I C E

	PAGINA
1. INTRODUCCION	1
2. INFORMACION BASICA	2
2.1 Localización y Acceso	2
2.2 Hidrología	2
2.3 Geología	3
3. DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
3.1 Presa	5
3.2 Desviación y Descarga de Fondo	5
3.3 Rebosadero	5
3.4 Desviación del Río Guarínó	5
3.5 Obras de Generación	6
3.6 Carreteras	7
4. POTENCIA Y ENERGIA	7
5. PRESUPUESTOS	8
6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION	8
7. PROGRAMA DE DESEMBOLSOS	9

PROYECTO MIEL II

INDICE

PAGINA

1	INTRODUCCION	1
2	INFORMACION BASICA	2
2	2.1 Localización y Acceso	2
2	2.2 Hidrología	2
3	2.3 Geología	3
4	DESCRIPCION DEL PROYECTO	4
5	3.1 Presa	5
5	3.2 Desviación y Descarga de Pecho	5
5	3.3 Rebosadero	5
6	3.4 Desviación del Río Guarínó	6
6	3.5 Obras de Generación	6
7	3.6 Carreteras	7
7	POTENCIA Y ENERGIA	7
8	PRESUPUESTOS	8
9	PROGRAMA DE CONSTRUCCION	9
9	PROGRAMA DE DESMOLDES	9

CUADROS

1. Potencia, Energía y Costos
2. Programa de Inversiones Cota de Embalse 1045
3. Información Básica
4. Costos Anuales de Operación y Mantenimiento
5. Presupuesto - Nivel de Embalse 1045-Capacidad Instalada 351 mw  
 $f_p = 0.5$ .

FIGURAS

1. Localización General del Proyecto
2. Isoyetas Medias Anuales e Información Hidrológica
3. Disposición General de las Obras
4. Embalse
5. Presa y Obras Anexas-Planta General
6. Presa cortes y detalles
7. Inyecciones y Galerías de Drenaje
8. Rebosadero - Planta y Cortes
9. Bocatoma Conducción Almenara-Cortes y Detalles
10. Casa de Máquinas - Planta y Cortes
11. Desviación Río Guarínó. Alternativas Estudiadas - Planta - Cortes-Sec  
ciones
12. Captación Río Guarínó - Planta-Cortes-Detalles

1.	Patente, Energía y Costos
2.	Programa de Inversiones para el Embalse 1945
3.	Información Básica
4.	Costos Anuales de Operación y Mantenimiento
5.	Presupuesto - Nivel de Embalse 1945-Capacidad Instalada 321 m <sup>3</sup> I <sub>g</sub> = 0.5.

FIGURAS

1.	Localización General del Proyecto
2.	Isotecas Mareas Anuales e Información Hidrológica
3.	Distribución General de las Obras
4.	Embalse
5.	Presas y Obras Anexas-Planta Central
6.	Presas cortas y detalles
7.	Inyecciones y Galerías de Drenaje
8.	Represas - Planta y Cortes
9.	Sistema Conducción Alimentar-Cortes y Detalles
10.	Casa de Máquinas - Planta y Cortes
11.	Desviación Río Corralón. Alternativas Estudiables - Planta - Cortes-Secciones
12.	Captación Río Corralón - Planta-Cortes-Detalles

- 13. Captación Río Santo Domingo - Planta-Cortes-Detalles
- 14. Diagrama Unifilar
- 15. Programas de Construcción

CONTENIDO

Los trabajos realizados en el Proyecto Hidroeléctrico de Santo Domingo, en el Estado de Veracruz, México, se han desarrollado en un periodo de tiempo que abarca desde el año 1945 hasta el presente. Durante este periodo se han realizado los trabajos de estudio, diseño, construcción y operación de las obras de captación, conducción y generación de energía eléctrica. El presente documento describe los trabajos realizados en el Proyecto Hidroeléctrico de Santo Domingo, en el Estado de Veracruz, México, desde el año 1945 hasta el presente.

El presente documento describe los trabajos realizados en el Proyecto Hidroeléctrico de Santo Domingo, en el Estado de Veracruz, México, desde el año 1945 hasta el presente. El documento describe los trabajos de estudio, diseño, construcción y operación de las obras de captación, conducción y generación de energía eléctrica.

El presente documento describe los trabajos realizados en el Proyecto Hidroeléctrico de Santo Domingo, en el Estado de Veracruz, México, desde el año 1945 hasta el presente. El documento describe los trabajos de estudio, diseño, construcción y operación de las obras de captación, conducción y generación de energía eléctrica.

## DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL

### PROYECTO MIEL II

#### RESUMEN GENERAL

#### 1. INTRODUCCION

Los estudios de factibilidad técnica del Proyecto Hidroeléctrico La Miel II se ejecutaron en cumplimiento del Contrato 3200A y su ampliación 3200-B, celebrado entre el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, ICEL, y un Consorcio formado por las firmas Interdiseños Ltda.-Suelos y Fundaciones Ltda. y Geocolombia Ltda., firmados el 19 de febrero de 1978 y el 15 de Octubre de 1979, respectivamente. Estos contratos modificaron el Contrato principal 3200 del 19 de enero de 1976, cuyo objeto era la ejecución de estudios de prefactibilidad y factibilidad de los posibles aprovechamientos hidroeléctricos dentro de la hoya del río La Miel y hoyas vecinas.

La financiación de los estudios provienen de los préstamos FO 178 y FO-178A otorgados por el Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo, FONADE, al Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, ICEL y a la Central Hidroeléctrica de Caldas S. A., CHEC, y de apropiaciones presupuestales de estos organismos.

Los estudios de factibilidad se ejecutaron analizando el proyecto La Miel II como proyecto único, aprovechando solamente los caudales de los ríos La Miel y Pensilvania, y también como desarrollo integrado mediante la desviación del río Guarinó, para aprovechar los aportes de esa hoya y los caudales del río Santo Domingo. Los estudios de potencia y energía demostraron que la desviación del río Guarinó significa incrementos importantes en la energía firme generada y en la capacidad instalada, con disminución considerable en los costos del proyecto por estos conceptos.



INTRODUCCION

Los estudios de factibilidad técnica del Proyecto Hidroeléctrico La Miel II se ejecutaron en cumplimiento del Contrato 3200A y su ampliación 3200-B, celebrado entre el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, ICEL, y un Consorcio formado por las firmas interrelacionadas LADA-SALAS y Producciones LADA y Geoco Landa Ltda., firmados el 12 de febrero de 1978 y el 12 de Octubre de 1978, respectivamente. Estos contratos modificaron el Contrato principal 3200 del 12 de enero de 1978, cuyo objeto era la ejecución de estudios de factibilidad y factibilidad de las posibles aprovechamientos hidroeléctricos dentro de la zona ya del río La Miel y hoyas vecinas.

La financiación de los estudios proviene de los préstamos FO-178 y FO-178A otorgados por el Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo, FONADE, al Instituto Colombiano de Energía Eléctrica, ICEL y a la Central Hidroeléctrica de Caldas S. A., CHCC, a través de apropiaciones presupuestales de estos organismos.

Los estudios de factibilidad se ejecutaron analizando el proyecto La Miel II como proyecto único, aprovechando solamente los caudales de los ríos La Miel y Pensilvania, y también como de desarrollo integrado mediante la derivación del río Guardo, para aprovechar los aportes de esa hoya y los caudales del río San Domingo. Los estudios de potencia y energía se realizaron para la derivación del río Guardo según los factores de impacto antes en la energía firme generada y en la capacidad instalada con distribución noadjetiva en los costos del proyecto por los conceptos.

Se analizaron alternativas con niveles máximos de embalse a las cotas 1005, 1025, 1045 y 1065, para factores de planta de 0.4, 0.5 y 0.6. En este informe se presenta un resumen de la información básica, los costos, presupuestos y programas de construcción del proyecto, incluyendo además la descripción de las alternativas con nivel máximo normal de embalse a la cota 1045 y factor de planta de 0.5.

2. INFORMACION BASICA

2.1 Localización y Acceso

El proyecto Miel II está situado en el Departamento de Caldas sobre el flanco oriental de la Cordillera Central, aproximadamente 30 km aguas arriba del proyecto Miel I y a 60 km de la desembocadura del río La Miel en el Magdalena. La región comprende los municipios de La Victoria, Samaná y Marquetalia y está delimitado por las coordenadas 74°50' y 75°25' de longitud Oeste, 5°15' y 5°30' de latitud norte. La presa está situada inmediatamente aguas abajo de la confluencia de los ríos La Miel y Pensilvania. En la Figura 1 se muestra la localización del proyecto. Tanto la zona del proyecto como el sitio mismo de las obras cuentan con una red de vías y medios de comunicación terrestre, fluvial y aéreo.

La carretera Bogotá-Honda-La Victoria-Marquetalia comunica a la capital de la república con el área del proyecto en un trayecto de 210 km, de los cuales 185 están pavimentados. La distancia a Manizales por la vía de Mariquita es de 210 km, con un trayecto de 170 km pavimentados. Para llegar a los sitios de las obras será necesario construir un total de 16.7 km de carreteras y otras obras, como se muestra en la Figura 3.

La ciudad de La Dorada cuenta con comunicación fluvial y ferroviaria con la Costa Norte del país, y en Mariquita existe un aeropuerto que complementa el sistema de transporte de la zona.

2.2 Hidrología

La hoya hidrográfica tiene una superficie de 929 km<sup>2</sup> de los cuales

363 km<sup>2</sup> corresponden al río La Miel en el eje de la presa y 566 km<sup>2</sup> al río Guarinó en el sitio de las obras de captación.

La precipitación media anual es de 4.000 mm, con variaciones entre 2500 y 6000 mm. Se presentan dos estaciones lluviosas en los períodos de abril a mayo y de octubre a noviembre y el período seco corresponde al mes de mayo. Las mayores lluvias ocurren hacia la confluencia del río Pensilvania con La Miel, donde las tormentas son de corta duración y se caracterizan porque el 80% de la precipitación cae en las primeras cinco horas.

Los caudales medios del proyecto son de 29.5 m<sup>3</sup>/s para el río La Miel en el sitio de presa y de 20.7 m<sup>3</sup>/s en la captación del Guarinó.

La creciente máxima probable para el diseño del rebosadero La Miel II se calculó en 4000 m<sup>3</sup>/s y la creciente de desviación, cuyo período de retorno es de 25 años, tiene un pico de 610 m<sup>3</sup>/s. El pico de la creciente máxima probable del Guarinó en el sitio de la captación se determinó en 4200 m<sup>3</sup>/s. La tasa de sedimentación en el embalse de La Miel II se estimó en 366.000 metros cúbicos por año, la cual acumularía un volumen de 18.2 millones de metros cúbicos de sedimentos durante los 50 años de vida útil del proyecto.

### 2.3 Geología

El proyecto Miel II está localizado en la parte baja del flanco oriental de la Cordillera Central de Colombia, donde se distinguen dos sistemas geológicos principales:

- Un complejo metamórfico de edad Paleozoica Inferior, intruído por rocas tectónicas del Cretáceo y Terciario. Este complejo constituyó la penillanura del flanco oriental de la Cordillera Central.
- Estratos litificados de la Fase del Terciario y de depósitos Cuaternarios no consolidados, que yacen discordantemente so

bre el complejo metamórfico. Los espesores del Terciario y del Cuaternario aluvial aumentan en dirección al Este, hacia el valle del río Magdalena.

El estilo tectónico de la región lo definen los cinturones metamórficos replegados, cuyos ejes se desarrollan en una dirección principal sur-norte y están limitados por fallas direccionales de rumbo similar o sureste-noreste. El principal fenómeno tectónico que afecta la región es la falla palestina y sus fallas satélites.

La zona del embalse está constituida por varias unidades del complejo metamórfico, cubiertas en parte por depósitos cuaternarios de origen diversos. El embalse presenta buenas condiciones de impermeabilidad, tanto por la composición de las rocas metamórficas, como por la ausencia de horizontes calcáreos en el área inundada.

Los principales cuerpos plutónicos de la zona estudiada son el complejo ígneo de Samaná, el intrusivo de La Miel, el Stock de La Bella y el intrusivo de El Silencio.

Los estudios de sismicidad determinaron que para la zona de las obras se pueden esperar aceleraciones del orden de 0.25 g horizontal y 0.15 g vertical.

En el área que será inundada por el proyecto no existe explotaciones mineras, pero sin embargo, en zonas aledañas a las obras, se presentan manifestaciones y explotaciones abandonadas de oro, plata y sulfuros.

### 3. DESCRIPCION DEL PROYECTO

A continuación se hace una breve descripción de las obras del proyecto para la alternativa con nivel máximo normal de embalse a la cota 1045 y factor de planta de 0.5. Las características principales de las obras se muestran en el Cuadro 3 y en las Figuras 3 a 13.

### 3.1 Presa

La presa será de enrocado con cara de concreto, con su cresta a la cota 1050, altura máxima de 170 metros y un volumen de relleno de 5.4 millones de metros cúbicos. El embalse creado tendrá una capacidad total de 120.7 millones de metros cúbicos, de los cuales 75.3 millones corresponden al embalse útil entre las cotas 1045 y 1000. El área inundada será de 2.35 km<sup>2</sup>.

### 3.2 Desviación y Descarga de Fondo

Las obras de desviación se diseñaron para manejar una creciente de 610 m<sup>3</sup>/s con un período de retorno de 25 años. Estas obras consisten en una ataguía de 30 m de altura y un túnel de desviación por la margen izquierda, de 760 m de longitud, sección en herradura modificada de 8.40 x 8.40 m y pendiente del 3.7%. El túnel tendrá revestimiento de concreto únicamente en la solera.

Terminadas las obras se colocará una válvula Howell-Bunger de 72" en el tapón del túnel de desviación, cuya finalidad es permitir el desembalse completo para inspección y eventuales reparaciones en la cara de concreto de la presa.

### 3.3 Rebosadero

El rebosadero está situado en el estribo izquierdo y se diseñó para un caudal máximo de 3300 m<sup>3</sup>/s. Consiste en un canal de aducción a la cota 1027, una estructura de control con tres compuertas radiales de 15 m de altura por 8.5 m de ancho y un canal de descarga rectangular que termina en un salto de esquí. La sección del canal tiene un ancho variable que es de 35 m en su extremo superior y se reduce a 25 m a la salida. La longitud del canal de descarga es de 125 m.

### 3.4 Desviación del Río Guarinó

Como se dijo en el Capítulo 1, el Proyecto Miel II tiene un elemento indispensable que es la desviación de la Hoya del Guarinó al embalse. Estas obras constan esencialmente de estructuras de captación en los ríos Guarinó y Santo Domingo y de un túnel de conducción que descar

ga en el embalse. La captación del Guarinó se localizó a 3.5 km a aguas arriba de la confluencia del río Santo Domingo y es una presa derivadora del tipo "india" situada en la cota 1098.5. Las obras de toma están sobre la margen izquierda y constan de un canal de aducción y su estructura de toma que tiene una compuerta de control y controles de cierre. Para la evacuación de los sedimentos se construirá un canal lateral controlado por compuertas diseñado para una velocidad de arrastre de 10 m/s.

La captación del río Santo Domingo constará de una presa derivadora de tipo similar a la del Guarinó, ubicada un kilómetro aguas arriba de la confluencia de la quebrada Las Palomas, a la cota 1151. La estructura de toma tiene un canal de aducción horizontal y un pozo vertical de 2 m de diámetro y 57 m de profundidad que descarga en el túnel de conducción que va de la captación del Guarinó al embalse de Miel II.

El túnel de conducción, que funcionará a flujo libre, tiene 14.3 km de largo, una pendiente del 2.4 por mil y sección de 3.60 m de diámetro. El caudal máximo de diseño es de 25 m<sup>3</sup>/s y el caudal medio combinado, proveniente de ambos ríos, se estimó en 19.4 m<sup>3</sup>/s. El túnel descarga en el embalse de Miel II a la cota 1062, a unos 300 m aguas arriba del extremo superior del vaso. Según la calidad de las rocas a lo largo del túnel, se prevén soportes de acero en un 20% de su longitud y concreto neumático donde se requiera.

En las Figuras 11 a 13 se muestran las obras de desviación en la Hoya del Guarinó.

### 3.5 Obras de Generación

Las obras de conducción hasta la central constan de los siguientes elementos: una bocatoma situada en el estribo izquierdo a la cota 980; un túnel de carga superior de 8390 m de longitud y sección en herradura modificada de 2.75 x 2.75 m, revestido en concreto neumático y con solera de concreto; una almenara de sección circular de 14 m de diámetro, revestida en concreto y situada en la abscisa K8+320 y a la cota 945; un pozo vertical de carga de sección circular de 5.5 m de diámetro también revestido en concreto que va de la cota 945 a la

515; y finalmente un túnel inferior de carga, de sección circular de 5.5 m de diámetro, cuya longitud de 492 m tendrá revestimiento de concreto en los primeros 392 m y blindaje de acero en los últimos 100 metros.

La casa de máquinas es subterránea y está situada en la margen izquierda del río, a la cota 469. Los equipos de generación constan de tres unidades de 117 mw cada una, movida por ruedas Pelton, para una capacidad instalada de 351 mw con factor de planta de 0.5. Esta central operará bajo una cabeza neta nominal de 557.2 m y para un caudal de diseño de 73.8 m<sup>3</sup>/s. La central estará conectada por líneas de transmisión a 230 kv con el proyecto Miel I y con la subestación La Enea en Manizales.

El túnel de fuga funcionará a flujo libre, tiene una longitud de 2.750 metros y su sección es en herradura modificada de 3.0 x 3.0 m, revestido en concreto neumático únicamente en los tramos en que las condiciones geológicas lo exijan. La pendiente del túnel es del 0.3% y decargará en el río La Miel a la cota 462.

### 3.6 Carreteras

Como se dijo anteriormente, se llega a la zona del proyecto por la carretera Honda-Victoria-Marquetalia. Para el acceso local a los campamentos, instalaciones administrativas y casa de máquinas, se construirá una carretera de 10 km de longitud desde el ramal que une la población de La Victoria y Samaná, incluido un puente sobre la quebrada Tasajos. Para llegar a la presa se construirán 4.5 km de carretera desde el kilómetro 7 de la vía Marquetalia-Bolivia. Estas vías de acceso se muestran en la Figura 3.

## 4. POTENCIA Y ENERGIA

Se hicieron estudios de generación y potencia para evaluar la energía firme, la energía promedio, la potencia continua y la capacidad instalada en la central. Este análisis se hizo para las cuatro alternativas de nivel de embalse a las cotas 1005, 1025, 1045 y 1065, estudiando los casos de Miel II como proyecto único y como desarrollo integrado con la desviación de la Hoya del río Guarínó. También se analizaron los efectos que sobre el proyecto Miel I tendría cada una de las alter

nativas estudiadas.

La operación de los embalses se simuló utilizando series hidrológicas estocásticas de 500 años que se generaron para Miel I, Miel II, Y Guarinó. Los estudios de operación ejecutados permitieron determinar la potencia continua, la energía firme, la energía promedio y la capacidad instalada del proyecto. Estos parámetros, para la alternativa con nivel de embalse a la cota 1045 y factor de planta de 0.5, son las siguientes: capacidad instalada, 351 mw; energía firme, 1350 gwh/año; energía promedio, 1920 gwh/año.

Debe destacarse la importancia que reviste la desviación del río Guarinó, la cual en términos cuantitativos representa incrementos en la energía firme de 55% y 26% en Miel II y Miel I, respectivamente. Por otra parte, el análisis de los resultados de la operación de los embalses a largo plazo, demostró que el embalse del proyecto Miel II no tiene ningún efecto sobre la producción de energía en el proyecto Miel I. En el Cuadro 1 aparecen los resultados para los casos estudiados.

## 5. PRESUPUESTOS

Se elaboraron presupuestos de costos para las alternativas estudiadas con base en las cantidades de obra resultantes de los diferentes esquemas. Los presupuestos incluyen partidas del 15% para imprevistos y del 10% para ingeniería y administración.

En el Cuadro 5 aparece el presupuesto detallado para la alternativa a la cota 1045 y factor de planta de 0.5.

La tasa de cambio utilizada en la elaboración de los presupuestos fué de US\$1.00 = Col\$ 41.00.

## 6. PROGRAMA DE CONSTRUCCION

El programa general de construcción y fabricación de equipos, que es común para todas las alternativas estudiadas, tiene 65 meses de

duración, contados a partir de la fecha de adjudicación de los primeros contratos. Este programa se muestra en la Figura 15.

7. PROGRAMA DE DESEMBOLSOS

En el Cuadro 2 se presenta el programa de desembolsos para la alternativa a la cota 1045 y factor de planta de 0.5, el cual se elaboró con base en el programa de construcción respectivo, incluyendo los componentes en pesos colombianos y en dólares correspondientes. Del costo total del proyecto que es de US\$246 millones, el 40% corresponde a moneda local y el 60% a moneda extranjera.



Incluye trabajos durante la construcción.

Year	Value	Year	Value
1987	1015	1987	1015
1988	1015	1988	1015
1989	1015	1989	1015
1990	1015	1990	1015
1991	1015	1991	1015
1992	1015	1992	1015
1993	1015	1993	1015
1994	1015	1994	1015
1995	1015	1995	1015
1996	1015	1996	1015
1997	1015	1997	1015
1998	1015	1998	1015
1999	1015	1999	1015
2000	1015	2000	1015
2001	1015	2001	1015
2002	1015	2002	1015
2003	1015	2003	1015
2004	1015	2004	1015
2005	1015	2005	1015
2006	1015	2006	1015
2007	1015	2007	1015
2008	1015	2008	1015
2009	1015	2009	1015
2010	1015	2010	1015
2011	1015	2011	1015
2012	1015	2012	1015
2013	1015	2013	1015
2014	1015	2014	1015
2015	1015	2015	1015
2016	1015	2016	1015
2017	1015	2017	1015
2018	1015	2018	1015
2019	1015	2019	1015
2020	1015	2020	1015
2021	1015	2021	1015
2022	1015	2022	1015
2023	1015	2023	1015
2024	1015	2024	1015
2025	1015	2025	1015
2026	1015	2026	1015
2027	1015	2027	1015
2028	1015	2028	1015
2029	1015	2029	1015
2030	1015	2030	1015

responde a moneda local y el 80% a moneda extranjera.  
 Del costo total del proyecto dos se de US\$350 millones, el 40% es  
 correspondiente a pesos colombianos y el 60% correspondiente a  
 con base en el programa de construcción respectivo, incluyendo los  
 trabajos a la vez con 1045 y factor de planta de 0.8, el cual se aplicó  
 en el Cuadro 2 de presupuesto el programa de desarrollo para la el  
**PRINCIPALES DE DESARROLLOS**  
 que comienza. Este programa se muestra en la Figura 13,  
 relación con los a partir de la fecha de adjudicación de los trabajos

CUADRO 1

POTENCIA, ENERGIA Y COSTOS

Nivel Máximo de Embalse msnm	Factor de Planta	Energía Firme gwh	Energía Promedio gwh	Capacidad Instalada mw	Energía Firme* US Mils/kwh	Energía Promedio* US Mils/kwh	Capacidad Instalada US/kw	Costos Totales de Construcción Millones US
1005	0.6	929	1730	190	23.7	12.7	945	180
1005	0.5	929	1730	228	24.8	13.3	821	187
1005	0.4	929	1730	285	26.2	14.1	695	198
1025	0.6	1155	1861	243	22.3	13.9	867	211
1025	0.5	1155	1861	291	23.3	14.5	755	220
1025	0.4	1155	1861	364	25.3	15.7	637	232
1045	0.6	1354	1919	292	21.1	14.9	792	233
1045	0.5	1354	1919	351	22.0	15.5	691	243
1045	0.4	1354	1919	439	23.7	16.7	593	260
1065	0.6	1519	1987	336	20.9	16.0	771	259
1065	0.5	1519	1987	403	22.0	16.8	675	272
1065	0.4	1519	1987	504	23.6	18.0	578	291

\* Incluye intereses durante la construcción.

CUADRO 2  
PROYECTO MIEL II

PROGRAMA DE INVERSIONES COTA DE EMBALSE 1045

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	3,177	2,431	746	1,736	603	675	129							20	14
2. DESVIACION															
Obra Civil	4,474	1,725	2,749	345	550	1,055	1,702				238	359	87	138	
3. PRESA															
Obra Civil	44,440	18,694	25,746	3,739	5,149	48	80	3,507	4,815	5,898	10,231	4,568	4,183	934	1,288
4. REBOSADERO															
Obra Civil	10,941	7,035	3,906	1,407	781			4,618	2,773	358	156			352	196
Equipos	4,700	940	3,760					188	752	705	2,820			47	188
5. BOCATOMA															
Obra Civil	1,308	813	493	162	98			419	305	191	65			41	25
Equipos	815	163	652					33	130	122	489			8	33
6. DESVIACION RIO GUARINO															
Obra Civil	40,806	15,707	25,099	3,729	5,630	2,144	3,583	2,084	3,580	2,084	3,580	2,227	3,601	3,439	5,125
Equipos	1,640	328	1,312	66	262							74	295	188	755
7. TUNEL DE CARGA															
Obra Civil	29,886	11,904	17,982	2,381	3,595	1,827	3,435	2,657	4,567	3,503	4,490	941	996	595	899
8. CENTRAL SUBTERRANEA															
Obra Civil	8,788	4,449	4,339	890	869	292	478	1,056	1,784	1,433	846	556	144	222	218
Equipos	29,080	5,816	23,264					1,163	4,652			2,733	10,936	1,920	7,676
9. TUNEL DE FUGA															
Obra Civil	6,503	2,619	3,884	524	776	694	1,141	935	1,484	335	289			131	194
10. PATIO DE CONEXIONES															
Obra Civil	127	51	76	10	15									38	57
Equipos	1,986	397	1,589					79	318			296	1,192	20	79
11. LINEA DE TRANSMISION															
Obra Civil	1,680	1,440	240	288	48					154	26	926	154	72	12
Equipos	3,920	800	3,120					160	624	100	390	500	1,950	40	166
COSTO DIRECTO OBRA CIVIL	152,128	66,868	85,260	15,211	18,114	6,735	10,548	15,276	19,308	14,256	19,683	9,494	9,494	5,896	8,113
Imprevistos : 15%	22,817	10,029	12,788	2,282	2,717	1,010	1,582	2,291	2,896	2,138	2,952	1,424	1,424	884	1,217
Ing. y Administración: 10%	17,495	7,690	9,805	1,749	2,083	775	1,213	1,757	2,220	1,639	2,264	1,092	1,092	678	933
TOTAL OBRA CIVIL	192,440	84,587	107,853	19,242	22,914	8,520	13,343	19,324	24,424	18,039	24,899	12,010	12,010	7,458	10,263
COSTO DIRECTO EQUIPOS	42,141	8,444	33,697	66	262			1,623	6,476	927	3,699	3,605	14,373	2,223	8,887
Imprevistos: 10%	4,215	845	3,370	7	26			162	648	93	370	361	1,437	222	889
Ing. y Administración: 8%	3,710	744	2,966	6	23			143	570	82	326	317	1,265	196	782
TOTAL EQUIPOS	50,066	10,033	40,033	79	311			1,928	7,694	1,102	4,395	4,293	17,075	2,641	10,558
COSTO TOTAL CONSTRUCCION	242,506	94,620	147,886	19,321	23,225	8,520	13,343	21,252	32,118	19,135	29,294	16,293	29,085	10,099	20,821

CUADRO 3

PROYECTO MIEL II

INFORMACION BASICA

1.	POTENCIA Y ENERGIA	
	Potencia continua	154.6 mw
	Capacidad Instalada (F.P. 0.5)	351.0 mw
	Energía Firme	1.354.0 gwh/año
2.	NIVELES PRINCIPALES	
	<u>Presa</u>	
	Parapeto	1051.0 m
	Cresta	1050.0 m
	Fondo del Río	880.0 m
	Cresta Ataguía	918.0 m
	<u>Embalse</u>	
	N.A. Máximo extraordinario	1047.5 m
	N.A. Máximo normal	1045.0 m
	N.A. Mínimo	1000.0 m
	<u>Eje de Turbinas</u>	476.0 m
3.	SALTOS APROVECHADOS	
	Salto bruto máximo	569.0 m
	Salto bruto mínimo	524.0 m
	Saldo de diseño	557.2 m
4.	CAUDALES	
	Caudal Medio Río La Miel	29.5 m <sup>3</sup> /s
	Caudal Medio Río Guarínó	20.7 m <sup>3</sup> /s
	Caudal Regulado	33 m <sup>3</sup> /s
	Caudal de Diseño	73.8 m <sup>3</sup> /s
	Caudal para desviación	610 m <sup>3</sup> /s
	Creciente Máxima probable	4000 m <sup>3</sup> /s
	Caudal de Diseño Rebosadero	3300 m <sup>3</sup> /s

5.

EMBALSE

Volumen Máximo Normal	114.5 Mm <sup>3</sup>
Volumen Util	75.3 Mm <sup>3</sup>
Volumen Muerto	39.2 Mm <sup>3</sup>
Volumen para Amortiguación	18.3 Mm <sup>3</sup>
Area	2.35 km <sup>2</sup>
Nivel Máximo Normal	1045.0 m
Nivel Mínimo	1000.0 m
Nivel Máximo Extraordinario	1047.5 m

6.

PRESA

Tipo	Enrocado con cara de concreto
Altura	170.0 m
Volumen Total	5.6 Mm <sup>3</sup>
Talud Aguas Abajo	1.5H : 1.0V
Talud Aguas Arriba	1.5H : 1.0V
Cota de Cresta	1050 m
Ancho de la Cresta	11 m
Borde Libre	2.4 m
Longitud de la Cresta	280 m

7.

DESVIACION Y DESCARGA DE FONDO

7.1

Túnel

Longitud Total	760 m
Sección	Herradura 8.40x8.40 m
Capacidad	610 m <sup>3</sup> /s

7.2

Ataguía

Altura	30 m
Tipo	Enrocado con cara de concreto neumático

7.3

Descarga de Fondo

Localización	Herradura 3.60x3.60 m
Tipo	16.7 km
Diámetro	Concreto neumático, per
Capacidad	Túnel de Desviación
	Válvula Howell-Bunger
	y Válvula Mariposa
	1.83 m
	107 m <sup>3</sup> /s

8. REBOSADERO

Tipo  
Longitud  
Cota de la Gola  
Sección

Canal Abierto  
125.0 m  
1030.0 m  
Rectangular

Compuertas

Tipo  
Número  
Dimensiones  
Caudal de la Creciente Máxima  
Caudal de Diseño  
Estructura de Salida

Radial  
3  
15x8.50 m  
4000 m<sup>3</sup>/s  
3300 m<sup>3</sup>/s  
Deflector

9. DESVIACION DEL RIO GUARINO

9.1 Captación del Río Guarinó

Cota  
Tipo de Presa

1098.50 m  
Enrocado y muro verte  
dor

Altura de Presa

7.0 m

9.2 Captación del Río Santo Domingo

Cota  
Tipo de Presa

1151.0 m  
Enrocado y muro verte  
dor

Altura de Presa  
Diámetro del Pozo  
Altura del Pozo

3.0 m  
2.0 m  
57.0 m

9.3 Conducción

Capacidad Máxima  
Sección  
Longitud  
Revestimiento

25 m<sup>3</sup>/s  
Herradura 3.60x3.60 m  
14.3 km  
Concreto neumático, per  
nos y soportes donde se  
requiera

10. CAPTACION Y CONDUCCION

10.1 Bocatoma

Tipo Inclclinada  
Cota 980

Compuertas

Tipo Deslizante  
Número 1  
Dimensiones 12.0 x 7.50 m

10.2 Conductos de Carga

Número 1  
Túnel Superior  
Sección Herradura 5.50x5.50 m  
Longitud 8390.0 m  
Revestimiento Solera revestida, con  
creto neumático donde  
se requiera

Pozo de Carga

Sección Circular, Diámetro  
5.50 m  
Longitud 430 m  
Revestimiento Concreto, Espesor  
0.50 m

Túnel Inferior

Sección Circular, Diámetro  
5.50 m  
Longitud 392.0 m  
Revestimiento Concreto, Espesor  
0.50 m

Almenara

Sección Circular, Diámetro  
14.0 m

Altura 102.0 m  
 Revestimiento Concreto, Espesor 0.50 m

Blindaje

Sección Circular, Diámetro 3.50 m  
 Longitud 100.0 m  
 Espesor 0.05 m

11. CASA DE MAQUINAS

Tipo Caverna Subterránea  
 Longitud 81.5 m  
 Anchura 18.0 m  
 Altura Máxima 34.3 m

Turbinas

Tipo Pelton, eje vertical  
 Número 3  
 Cota Eje de Turbina 476.0  
 Caudal de Diseño 24.6 m<sup>3</sup>/s  
 Velocidad Nominal 450 rpm  
 Eficiencia Máxima 0.92  
 Potencia Nominal por Unidad 117 mw  
 Cabeza Máxima de Operación 569.0 m  
 Cabeza Mínima de Operación 524.0 m  
 Cabeza Nominal 557.2 m

Generadores

Tipo Eje Vertical  
 Número de Unidades 3  
 Velocidad Nominal 450 rpm  
 Frecuencia 60 Hz  
 Voltaje 13.8 kv  
 Eficiencia máxima 0.98  
 Potencia Nominal por Unidad 117 mw  
 Número de Polos 16

Transformadores

Tipo Monofásico



103.0 m  
 Coque, Espesor  
 0.50 m

3.50 m  
 100.0 m  
 0.05 m

81.5 m  
 18.0 m  
 34.3 m

470.0  
 24.5 m/s  
 450 rpm  
 0.93  
 117 mw  
 288.0 m  
 224.0 m  
 267.5 m

450 rpm  
 60 Hz  
 13.8 kv  
 0.98  
 117 mw  
 18

Monofásico

Revestimiento

Blindaje

Sección

Longitud

Espesor

CASA DE MÁQUINAS

Tipo

Localidad

Altura

Altura Máxima

Turbinas

Tipo

Número

Cota Eje de Turbinas

Caudal de Diseño

Velocidad Nominal

Eficiencia Máxima

Potencia Nominal por Unidad

Cabeza Máxima de Operación

Cabeza Mínima de Operación

Cabeza Nominal

Generadores

Tipo

Número de Unidades

Velocidad Nominal

Frecuencia

Voltaje

Eficiencia máxima

Potencia Nominal por Unidad

Número de Poles

Transformadores

Tipo

Número  
 Enfriamiento  
 Voltajes

10  
 FOW  
 13.8/230 kv

12. TUNEL DE FUGA

Sección  
 Longitud  
 Revestimiento

Herradura 6.00x6.00 m  
 2750.0 m  
 Solera revestida y con  
 creto neumático donde  
 se requiera

13. PATIO DE CONEXIONES

Localización  
 Módulos de Generación  
 Módulos de Línea

Margen izquierda del  
 río  
 3  
 5

14. LINEAS DE TRANSMISION

Tipo  
 Longitud  
 Voltaje

Doble Circuito  
 80 km  
 230 kv

15. VIAS DE ACCESO

Carreteras  
 Puentes

16.7 km  
 2

COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO  
NIVEL DE EMBALSE 1045

(Miles de US\$)

	<u>F.p=0.4</u>	<u>F.p=0.5</u>	<u>F.p=0.6</u>
<b>OPERACION Y MANTENIMIENTO</b>			
Proyecto Hidroeléctrico	705	657	631
Subestaciones	471	377	314
Líneas de Transmisión	15	15	15
<b>REPOSICION DE EQUIPOS MENORES</b>			
Elementos del Embalse	34	34	34
Elementos de Generación de Energía	439	352	292
Subestaciones	39	31	26
Líneas de Transmisión	9	9	9
<b>ADMINISTRACION</b>			
Proyecto Hidroeléctrico	276	257	247
Subestaciones	152	122	101
Líneas de Transmisión	4	4	4
<b>SEGUROS</b>			
Elementos del Embalse	22	22	22
Elementos de Generación	219	176	146
Subestaciones	27	22	18
Líneas de Transmisión	9	9	9
<b>TOTAL:</b>	<b>2.421</b>	<b>2.087</b>	<b>1.868</b>

CUADRO 5

PRESUPUESTO

NIVEL DE EMBALSE 1045-CAPACIDAD INSTALADA 351 mw  
 $f_p = 0.5$

(Precios de Enero de 1.979)

	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
1. ADQUISICION DE TIERRAS	280	ha	2.500	700
2. VIAS DE ACCESO Y CAMPAMENTOS				
Carreteras	16.7	km	60.000	1.002
Puentes	2	cu	50.000	100
Campamentos		SG		675
Energía para la Construcción		SG		700
<b>Total Item 2 :</b>				<b>2.477</b>
3. DESVIACION				
<u>Excavación</u>				
En Portales	9.200	m <sup>3</sup>	8	74
En Túnel	760	ml	2.900	2.204
<u>Concreto</u>				
Portales	720	m <sup>3</sup>	145	104
Solera Túnel	760	ml	250	190
Concreto Neumático	925	m <sup>3</sup>	215	199
Soportes de Acero	165	ton	1.700	281
Acero de Refuerzo	85	ton	1.100	94
Pernos	1.885	ml	19	36

CUADRO 4

COSTOS ANUALES DE OPERACION Y MANTENIMIENTO  
 NIVEL DE EMBALSE 1045

(Miles de US\$)

	F.p=0.5	F.p=0.2	F.p=0.4
OPERACION Y MANTENIMIENTO			
Proyecto Hidroeléctrico	631	557	705
Subestaciones	314	377	471
Líneas de Transmisión	15	15	15
REPOSICION DE EQUIPOS MENORES			
Elementos del Embalse	34	34	34
Elementos de Generación de Energía	283	323	439
Subestaciones	38	31	39
Líneas de Transmisión	9	9	9
ADMINISTRACION			
Proyecto Hidroeléctrico	247	287	378
Subestaciones	101	133	153
Líneas de Transmisión	4	4	4
EQUIPOS			
Elementos del Embalse	32	32	32
Elementos de Generación	146	176	214
Subestaciones	18	13	17
Líneas de Transmisión	9	9	9
<b>TOTAL</b>	<b>1.885</b>	<b>2.057</b>	<b>2.411</b>

PRESUPUESTO

NIVEL DE ENLAZSE 1045-CAPACIDAD INSTALADA 321 mm

1.0.3

(Precios de Enero de 1970)

Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
180	ha	2.500	700
18.7	km	80.000	1.002
2	pu	50.000	100
	SG		875
	SG		700
			2.477
2.300	ca	8	18
700	ml	3.800	2.304
120	m <sup>3</sup>	145	104
160	ml	250	190
935	m <sup>3</sup>	215	199
165	loc	1.700	281
88	ton	1.100	94
1.885	ml	10	30

Cantidad Unidad Precio Unitario (Dólares) Precio Total (Miles US\$)

Ataguía			
Aguas Arriba	53.000	m <sup>3</sup>	6
Aguas Abajo	7.000	m <sup>3</sup>	6
Manejo del Río		SG	135

Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
1	cu	166.000	166
1	cu	144.000	144
950	m <sup>3</sup>	95	90
115	ton	1.100	127
220	ml	1.000	220
	SG		50

Total Item 3 : 4.474

4. PRESA			
Excavación	96.000	m <sup>3</sup>	8
Fondo del Río	3.200	m <sup>3</sup>	12
Cimentación			

Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
450.000	m <sup>3</sup>	4	1.800
4'950.000	m <sup>3</sup>	6	29.700
136.000	m <sup>3</sup>	13	1.768
25.000	m <sup>3</sup>	130	3.250
2.500	ton	1.100	2.750
940	ml	500	470
25.970	ml	150	3.896

Total Item 4 : 44.440

5. REBOSADERO			
Excavación	885.000	m <sup>3</sup>	5

Precio Total (Miles US\$)	Precio Unitario (Dólares)	Unidad	Cantidad	
318	5	m <sup>2</sup>	22.000	Alcalofa
42	5	m <sup>2</sup>	7.000	Alcalofa
132		SG		Alcalofa
188	188.000	cu	1	Alcalofa de Fondo
144	144.000	cu	1	Alcalofa de Mamparas
80	80	m <sup>2</sup>	80	Válvulas Howell-Bunger
127	1.100	ton	115	Tapón de Concreto
220	1.000	ml	220	Acero de Refuerzo
30		SG		Cartera de Acceso
				Inyecciones
4.474				Total Item 3
788	8	m <sup>2</sup>	98.000	Excavación
38	12	m <sup>2</sup>	3.200	Fondo del Río
				Cimentación
1.800	4	m <sup>2</sup>	450.000	Entrocado
28.700	8	m <sup>2</sup>	3.587.500	Precedente de la
1.788	13	m <sup>2</sup>	138.000	Excavación
3.280	130	m <sup>2</sup>	25.200	De Zonas de Péstamo
2.750	1.100	ton	2.500	Pilitos
470	200	ml	2.350	Losas de Concreto
3.888	188	ml	20.700	Acero de Refuerzo
				Carteras de Inyección
				y Drenaje
				Inyecciones y Drenaje
44.440				Total Item 4
4.432	8	m <sup>2</sup>	554.000	Excavación

	Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
<u>Concreto</u>				
Gola	3.200	m <sup>3</sup>	120	384
Pilas, Muros y Losas	13.800	m <sup>3</sup>	160	2.208
Canal	3.400	m <sup>3</sup>	130	442
Deflector	3.600	m <sup>3</sup>	145	522
Acero de Refuerzo	2.660	ton	1.100	2.926
Compuertas, Guías y Malacates		SG		4.700
Pernos	1.800	ml	19	34
<b>Total Item 5 :</b>				<b>15.641</b>
<b>6. BOCATOMA</b>				
<u>Excavación</u>				
A tajo abierto	57.000	m <sup>3</sup>	5	285
Para Portales	21.000	m <sup>3</sup>	8	168
Concreto	3.100	m <sup>3</sup>	165	512
Acero de Refuerzo	310	ton	1.100	341
Compuertas, Guías y Malacates	1	cu	815.000	815
<b>Total Item 6 :</b>				<b>2.121</b>
<b>7. DESVIACIONES AL EMBALSE</b>				
Carreteras	6.2	km	60.000	372
Puentes	1	cu	50.000	50
Presas Río Santo Domingo		SG		1.710
Presas Río Guarínó		SG		914
<u>Túnel</u>				
Excavación	14.300	ml	2.200	31.460
Solera	14.300	ml	110	1.573
Concreto Neumático	10.895	m <sup>3</sup>	215	2.342
Soportes de Acero	1.115	ton	1.700	1.896
Pernos	25.760	ml	19	489
Compuertas		SG		1.640
<b>Total Item 7 :</b>				<b>42.446</b>

Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
1.800	ml	1.800	3.240
2.680	ton	1.100	2.948
2.800	m <sup>3</sup>	145	406
3.400	m <sup>3</sup>	130	442
13.800	m <sup>3</sup>	160	2.208
3.200	m <sup>3</sup>	120	384
Total Item 5 :			
1.800	ml	1.800	3.240
2.680	ton	1.100	2.948
2.800	m <sup>3</sup>	145	406
3.400	m <sup>3</sup>	130	442
13.800	m <sup>3</sup>	160	2.208
3.200	m <sup>3</sup>	120	384
Total Item 6 :			
1.800	ml	1.800	3.240
2.680	ton	1.100	2.948
2.800	m <sup>3</sup>	145	406
3.400	m <sup>3</sup>	130	442
13.800	m <sup>3</sup>	160	2.208
3.200	m <sup>3</sup>	120	384
Total Item 7 :			
1.800	ml	1.800	3.240
2.680	ton	1.100	2.948
2.800	m <sup>3</sup>	145	406
3.400	m <sup>3</sup>	130	442
13.800	m <sup>3</sup>	160	2.208
3.200	m <sup>3</sup>	120	384
Total Item 8 :			
1.800	ml	1.800	3.240
2.680	ton	1.100	2.948
2.800	m <sup>3</sup>	145	406
3.400	m <sup>3</sup>	130	442
13.800	m <sup>3</sup>	160	2.208
3.200	m <sup>3</sup>	120	384
Total Item 9 :			
1.800	ml	1.800	3.240
2.680	ton	1.100	2.948
2.800	m <sup>3</sup>	145	406
3.400	m <sup>3</sup>	130	442
13.800	m <sup>3</sup>	160	2.208
3.200	m <sup>3</sup>	120	384
Total Item 10 :			
1.800	ml	1.800	3.240
2.680	ton	1.100	2.948
2.800	m <sup>3</sup>	145	406
3.400	m <sup>3</sup>	130	442
13.800	m <sup>3</sup>	160	2.208
3.200	m <sup>3</sup>	120	384

8. TUNEL DE CARGA

Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
<u>Excavación</u>			
227.375	m <sup>3</sup>	72	16.371
18.500	m <sup>3</sup>	45	833
14.270	m <sup>3</sup>	129	1.841
14.815	m <sup>3</sup>	99	1.467
<u>Concreto</u>			
9.285	m <sup>3</sup>	215	1.996
8.390	ml	165	1.384
2.500	m <sup>3</sup>	235	588
8.540	m <sup>3</sup>	130	1.110
1.025	ton	1.100	1.128
785	ton	1.700	1.335
435	ton	2.800	1.218
25.285	ml	19	480
1.800	ml	75	135
Total Item 8 :			29.886

9. CENTRAL SUBTERRANEA

Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
<u>Excavación</u>			
42.540	m <sup>3</sup>	45	1.914
11.765	m <sup>3</sup>	45	529
<u>Galerías de Cables</u>			
945	m <sup>3</sup>	120	113
10.485	m <sup>3</sup>	120	1.258
770	ml	2.000	1.540
<u>Concreto</u>			
5.000	m <sup>3</sup>	140	700
2.310	m <sup>3</sup>	190	439
430	m <sup>3</sup>	130	56
1.420	m <sup>3</sup>	215	305
1.910	m <sup>3</sup>	170	325
850	ton	1.100	935
75	ton	1.700	128

<u>Precio</u> <u>Unitario</u> <u>Total</u> <u>(Miles US\$)</u>	<u>Precio</u> <u>Unitario</u> <u>(Dólares)</u>	<u>Cantidad</u> <u>Unidad</u>	<u>Precio</u> <u>Total</u> <u>(Miles US\$)</u>
18.371	72	m <sup>3</sup> 227.178	16.371
823	45	m <sup>3</sup> 18.200	823
1.841	129	m <sup>3</sup> 14.270	1.841
1.487	98	m <sup>3</sup> 15.185	1.487
1.888	215	m <sup>3</sup> 8.282	1.888
1.384	185	m <sup>3</sup> 8.380	1.384
288	232	m <sup>3</sup> 2.500	288
1.110	130	m <sup>3</sup> 8.540	1.110
1.128	1.100	ton 1.022	1.128
1.332	1.700	ton 782	1.332
1.218	2.800	ton 432	1.218
480	18	m <sup>3</sup> 26.282	480
122	72	m <sup>3</sup> 1.800	122
29.888			29.888

TUNEL DE FUGA

CENTRAL SUBTERRANEA

<u>Cantidad</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio</u> <u>Unitario</u> <u>(Dólares)</u>	<u>Precio</u> <u>Total</u> <u>(Miles US\$)</u>
11.910	m <sup>1</sup>	19	226
16.000	m <sup>2</sup>	20	320
3	cu	3'393.000	10.179
3	cu	3'627.000	10.881
10	cu	386.100	3.861
1	cu	649.000	649
Total Item 9 :			37.868

10. TUNEL DE FUGA

<u>Cantidad</u>	<u>Unidad</u>	<u>Precio</u> <u>Unitario</u> <u>(Dólares)</u>	<u>Precio</u> <u>Total</u> <u>(Miles US\$)</u>
7.000	m <sup>3</sup>	12	84
2.750	m <sup>1</sup>	1.950	5.363
385	m <sup>3</sup>	145	56
2.750	m <sup>1</sup>	180	495
1.845	m <sup>3</sup>	215	397
3.040	m <sup>1</sup>	19	58
45	ton	1.100	50
Total Item 10 :			6.503

11. PATIO DE CONEXIONES

	SG		127
	SG		1.986
Total Item 11 :			2.113

Cantidad	Unidad	Precio Unitario (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
11,010	ml	18	198
18,000	m <sup>2</sup>	30	540
3	cm	3,383.000	10.179
3	cu	3,027.000	9.081
10	SC	388.100	3.881
1	ca	848.000	848
Total Item 9 :			
37.868			
10. TUNEL DE FUGA			
7,000	m <sup>3</sup>	12	84
2,750	ml	1,950	5,363
382	m <sup>3</sup>	145	55
2,750	ml	180	495
1,842	m <sup>3</sup>	218	397
3,040	ml	19	58
42	ton	1,100	46
Total Item 10 :			
6,803			
11. PANTO DE CONEXIONES			
	SC		127
	SC		1,888
Total Item 11 :			
2,015			

12. LINEA DE TRANSMISION

Cantidad	Unidad	Precio Unidad (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
80	km	21.000	1.680
80	km	49.000	3.920
Total Item 12 :			5.600
TOTAL OBRA CIVIL			152.128
TOTAL EQUIPOS			42.141
TOTAL COSTO DIRECTO			194.269

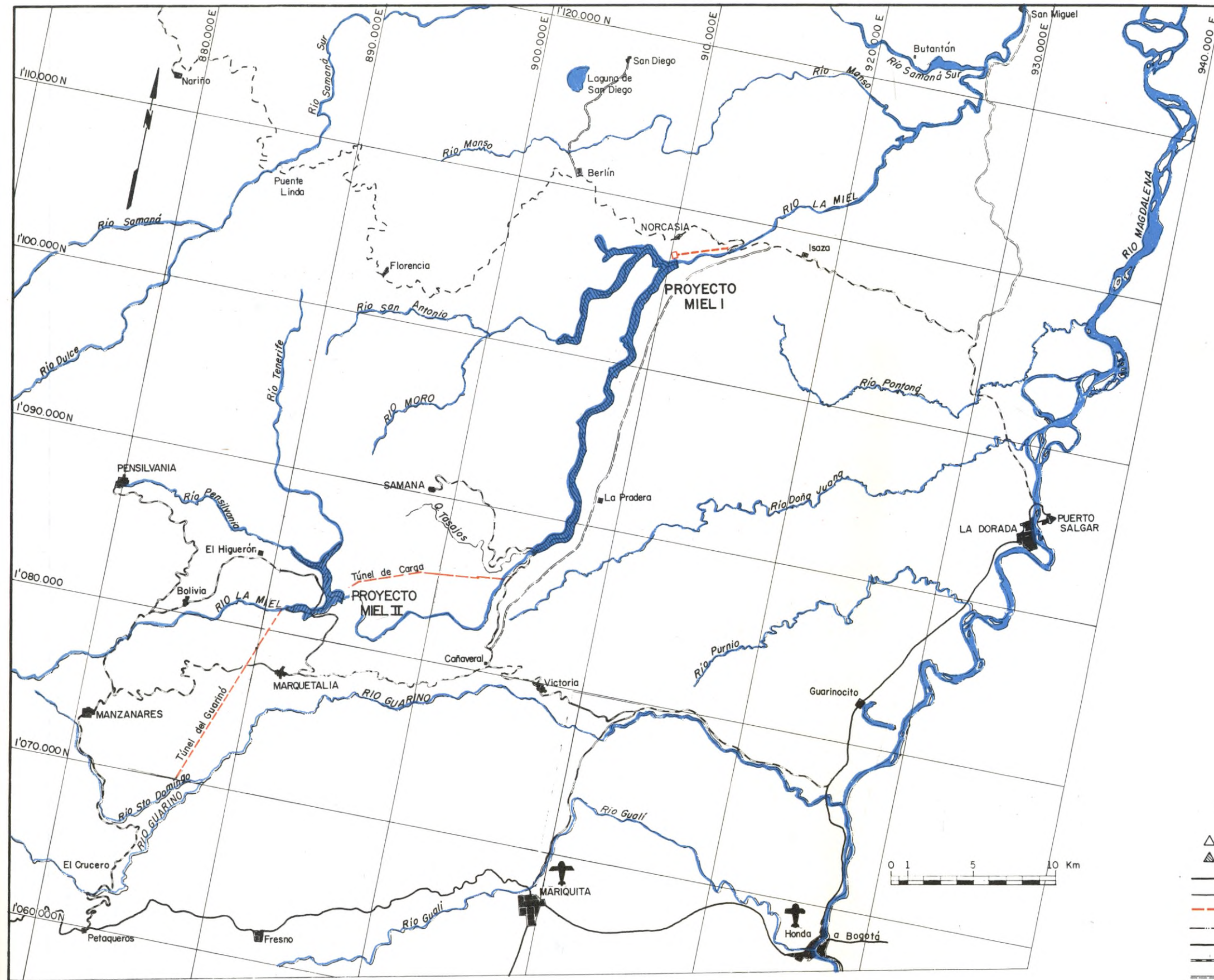


Figuras

ITEMS DE TRANSMISIÓN

Cantidad	Unidad	Precio Unidad (Dólares)	Precio Total (Miles US\$)
80	km	21.000	1.680
80	km	48.000	3.840
Total Item 12 =			5.520
TOTAL OBRA CIVIL			153.138
TOTAL EQUIPOS			43.141
TOTAL COSTO DIRECTO			196.279

figuras



CENTRAL HIDROELECTRICA  
AREA DE SERVICIO

CONVENCIONES

- △ Subestación a 115 KV
- ▲ Planta de generación
- Línea de transmisión de 115 KV
- Línea de transmisión de 33 KV
- - - Línea de transmisión del proyecto
- - - Límite departamental
- Carretera pavimentada
- Carretera sin pavimentar
- Carreteable

ZONA DEL PROYECTO





ZONA DEL PROYECTO

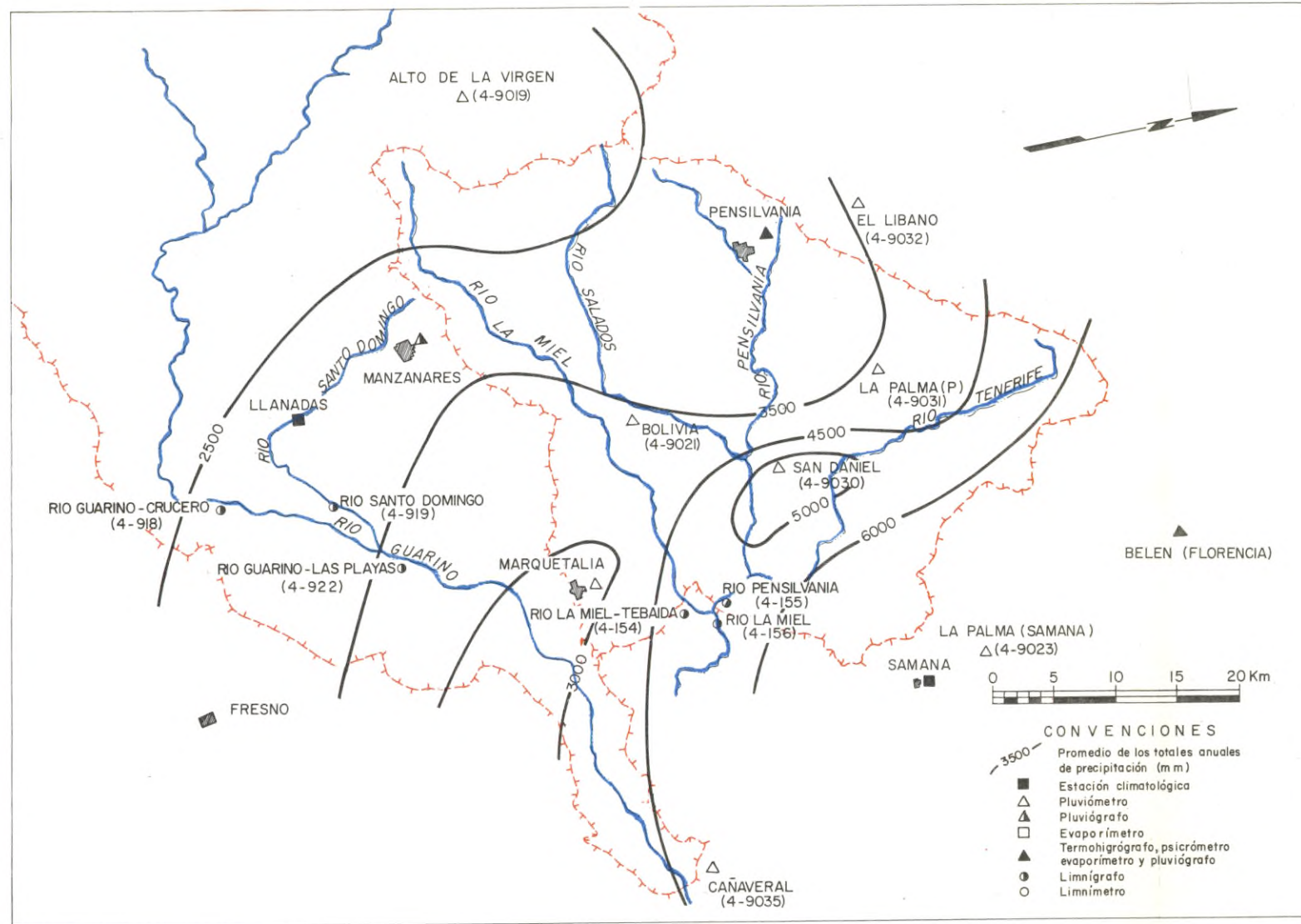


MAPA GENERAL

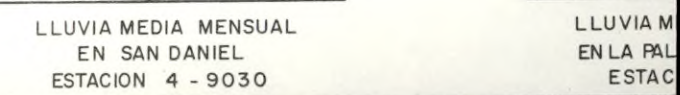
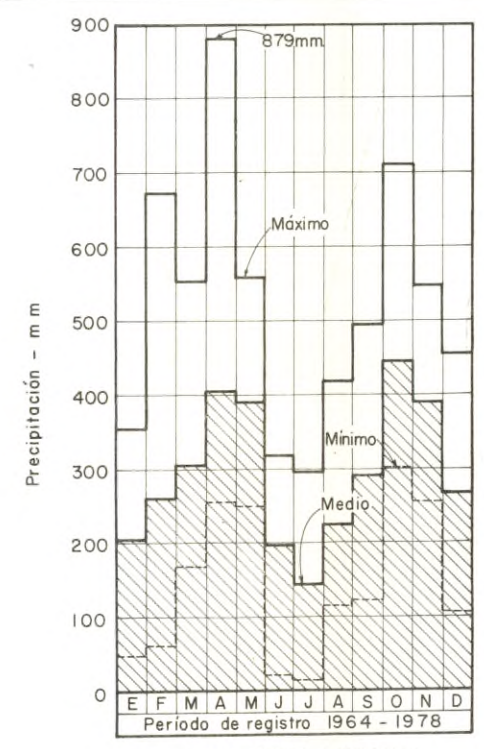
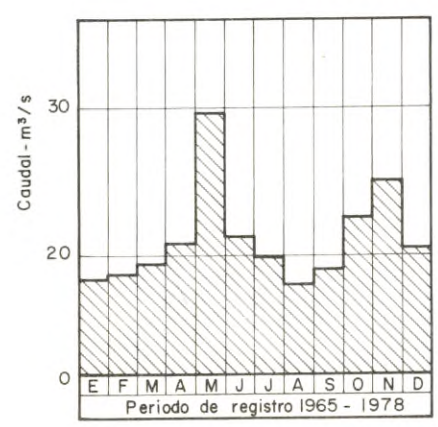
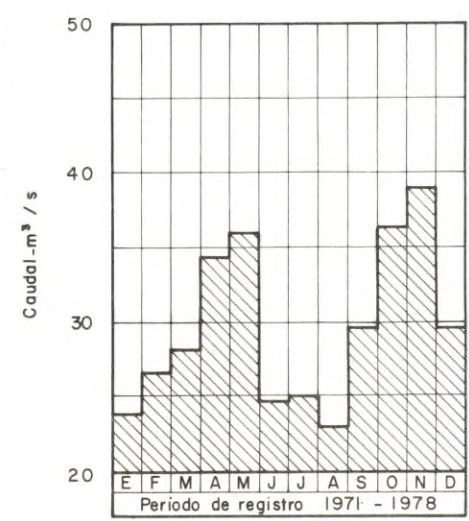
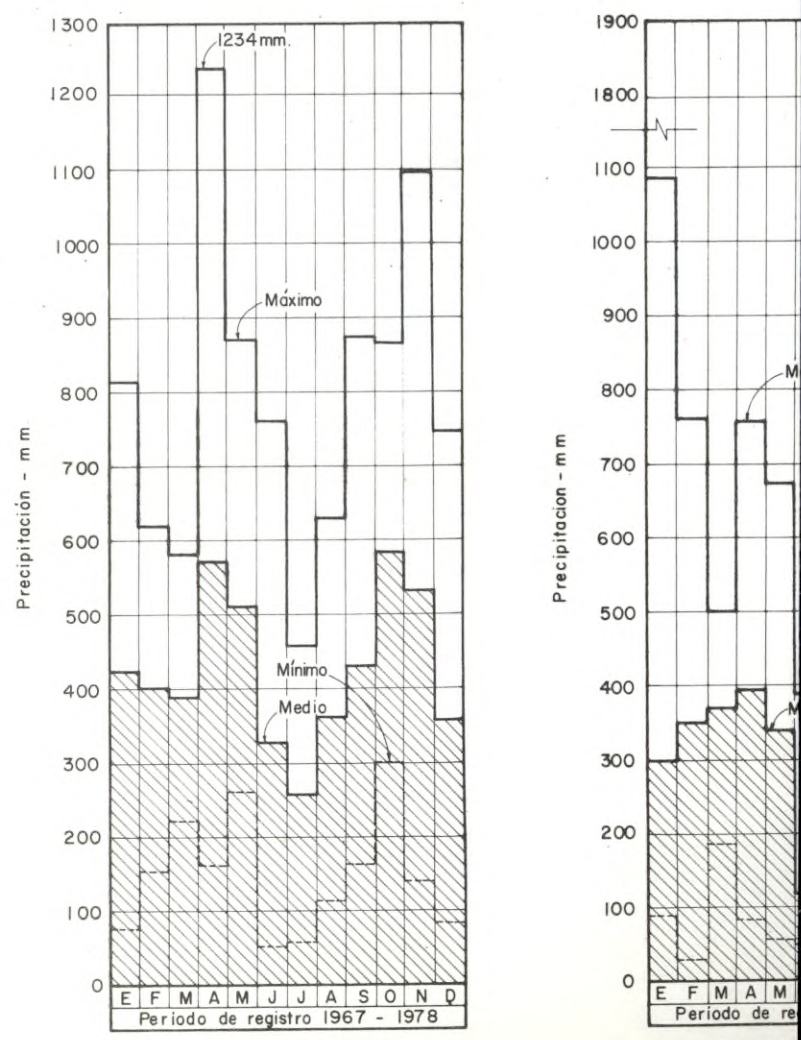
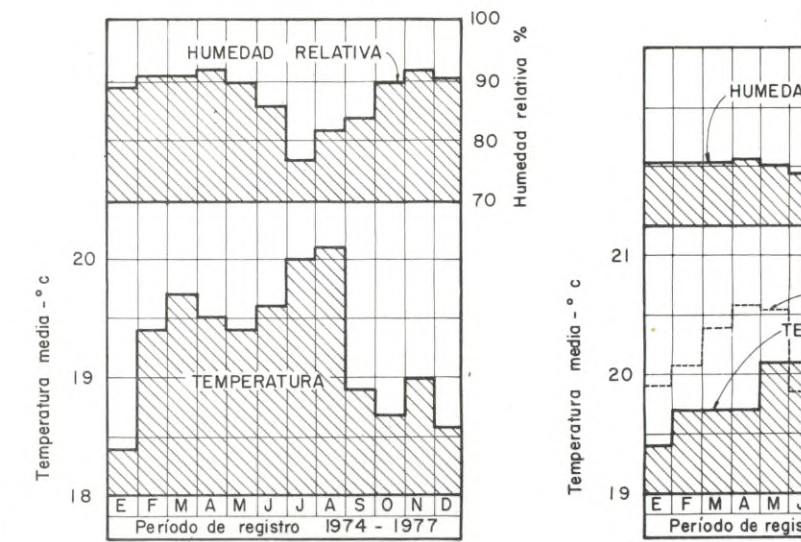
ERICA DE CALDAS  
SERVICIO

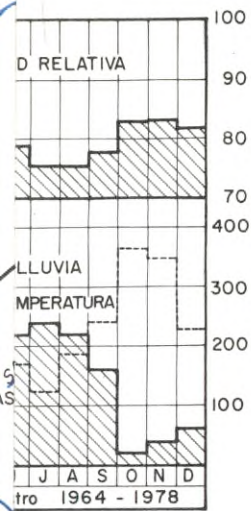
de 230 KV

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA		
LOCALIZACION GENERAL DEL PROYECTO		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES- GEOCOLOMBIA		FECHA JUNIO - 1979 FIGURA 1

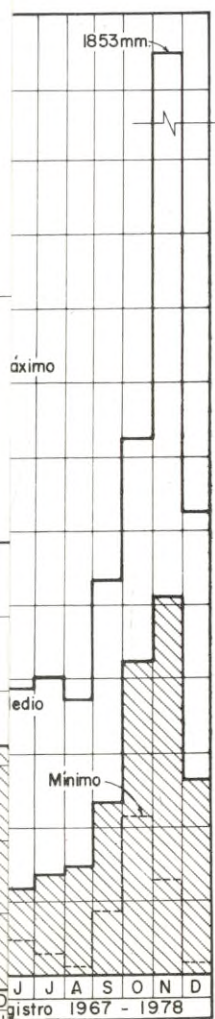


- CONVENIONES**
- 3500 — Promedio de los totales anuales de precipitación (m m)
  - Estación climatológica
  - △ Pluviómetro
  - ▲ Pluviógrafo
  - Evaporímetro
  - ▲ Termohigrógrafo, psicrómetro evaporímetro y pluviógrafo
  - Limnógrafo
  - Limnómetro

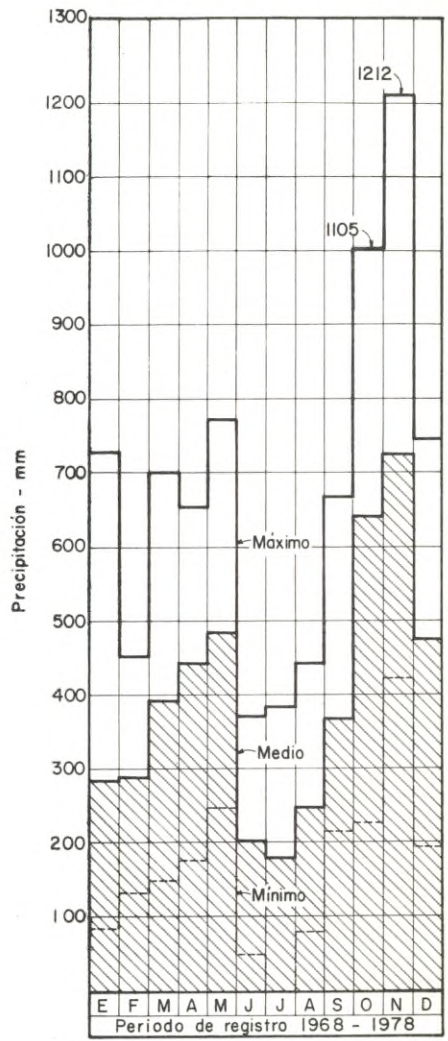




MEDIA MENSUAL  
TEMPERATURA MEDIA Y  
HUMEDAD RELATIVA EN  
2 ANADAS



MEDIA MENSUAL  
TEMPERATURA (PENSILVANIA)  
ESTACION 4-9031






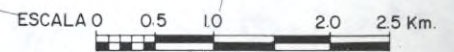
LLUVIA MEDIA MENSUAL  
EN CAÑAVERAL  
ESTACION 4 - 9035



	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA		
<b>ISOYETAS MEDIAS ANUALES E INFORMACION HIDROLOGICA</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES- GEOCOLOMBIA		FECHA: NOV. 1979 FIGURA: 2

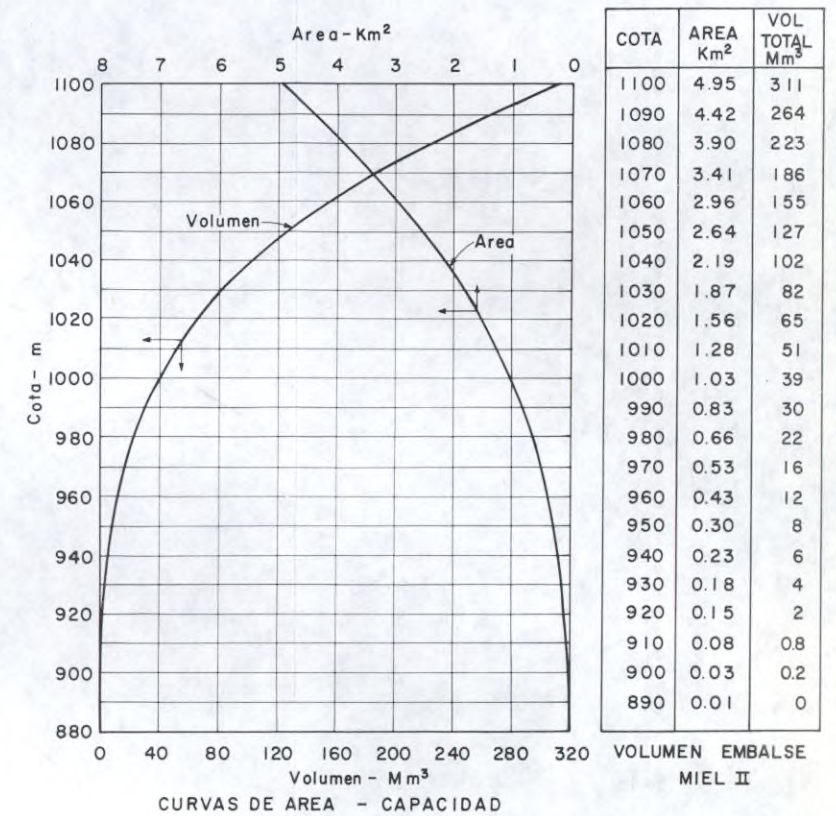
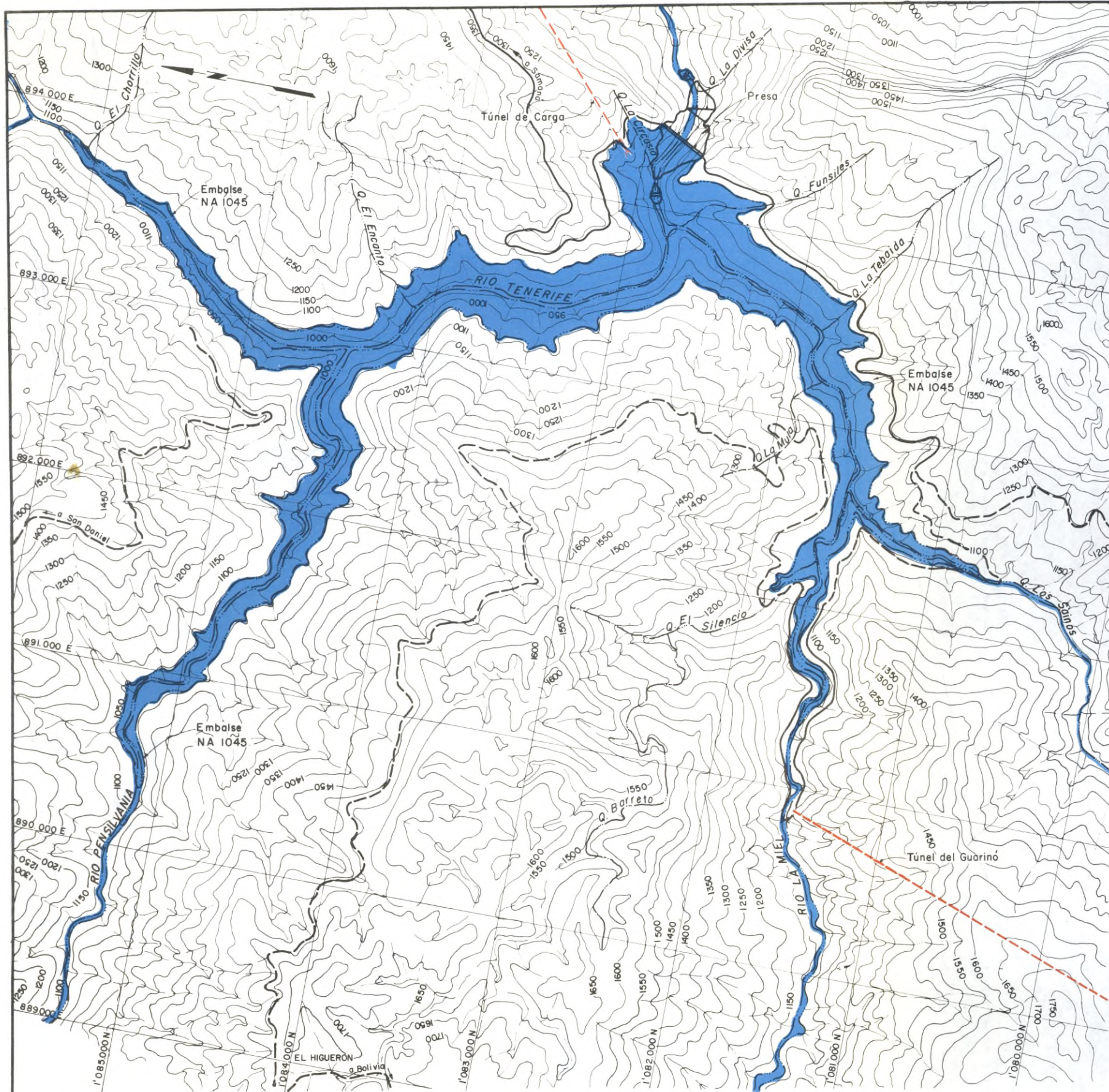


CONVENCIONES

-  Carretera existente
-  Carretera en proyecto
-  Túnel

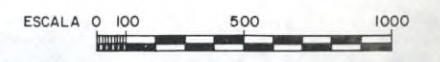


	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA		
<b>DISPOSICION GENERAL                  DE LAS OBRAS</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES - GEOCOLOMBIA		FECHA NOV. 1979 FIGURA 3



**CONVENCIONES**

- Carretera existente
- Carretera en proyecto
- - - Túnel



INSTITUTO COLOMBIANO  
DE ENERGIA ELECTRICA

CENTRAL HIDROELECTRICA  
DE CALDAS

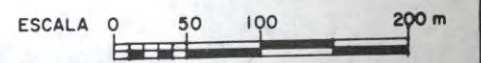
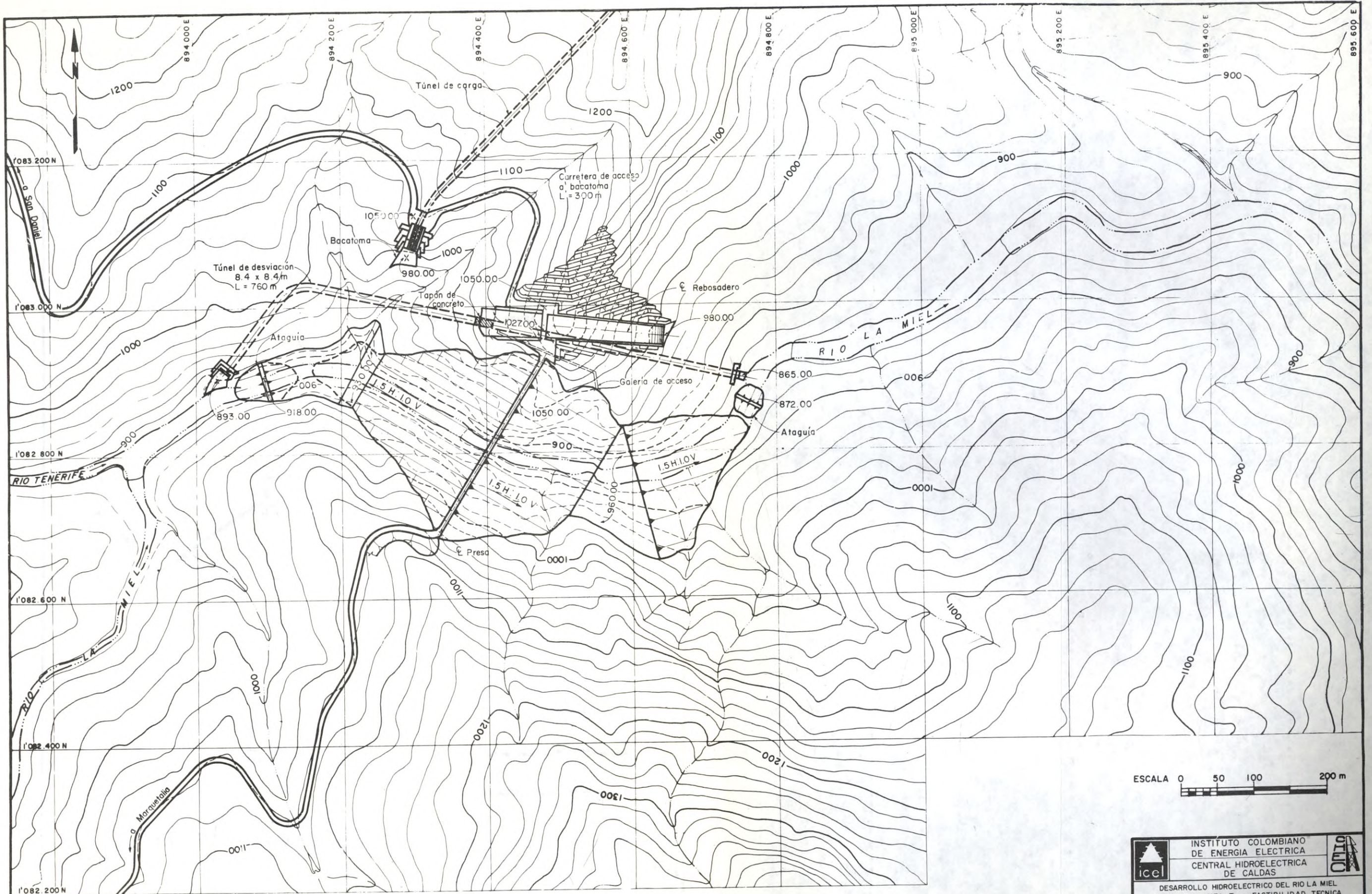
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL  
PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA



EMBALSE

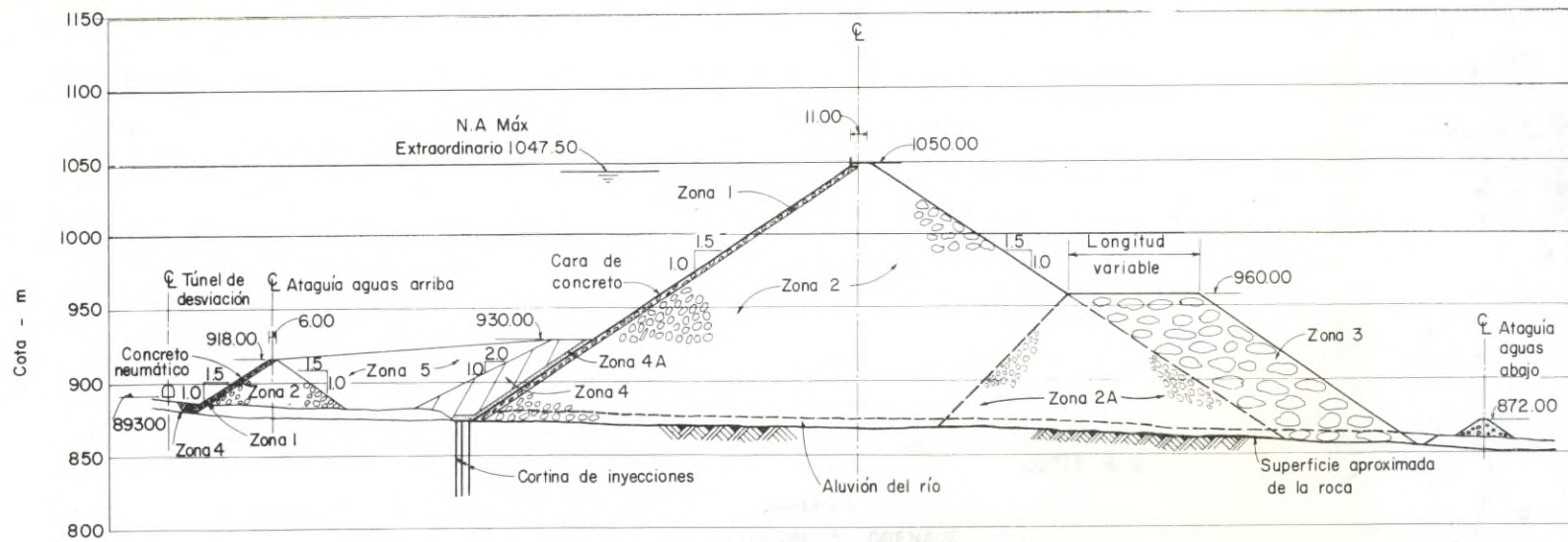
CONSORCIO RIO LA MIEL  
INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES- GEOCOLOMBIA

FECHA NOV. 1979  
FIGURA 4

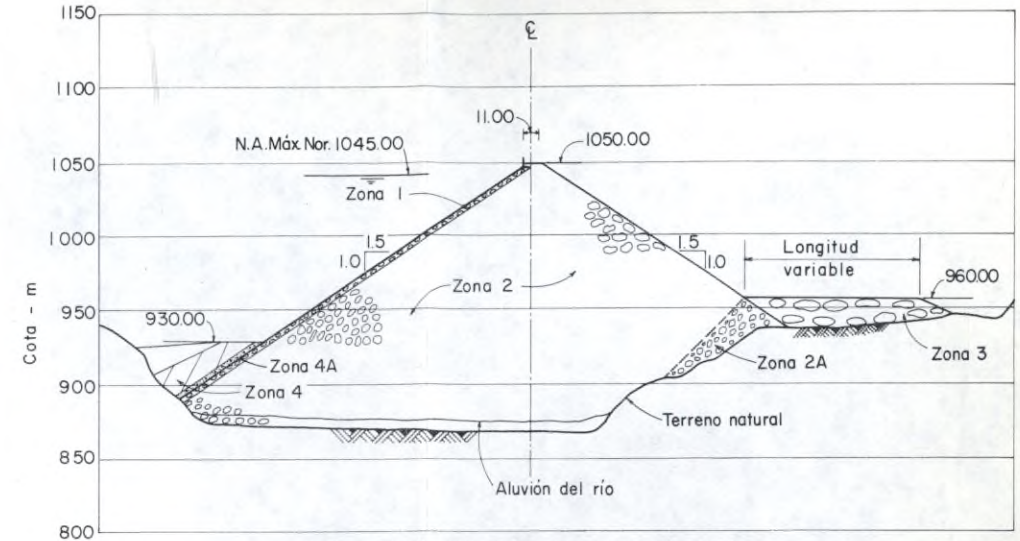




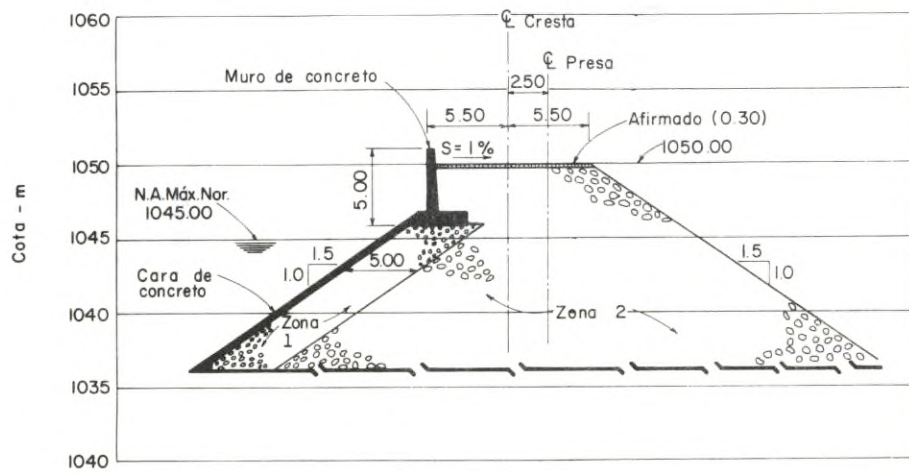
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA		
<b>PRESA Y OBRAS ANEXAS          PLANTA GENERAL</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA: NOV. 1979 FIGURA: 5



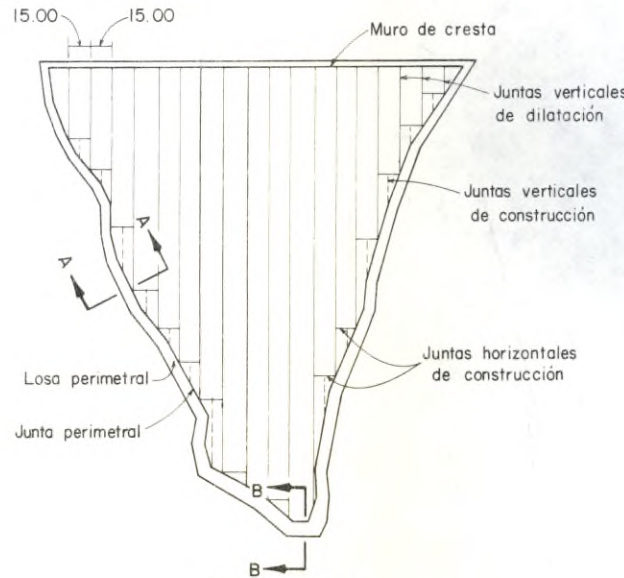
SECCION MAXIMA DE LA PRESA  
Escala A



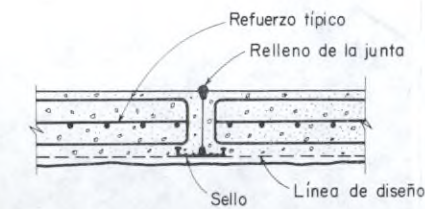
DETALLE DEL CONFINAMIENTO DE LA PRESA  
Escala A



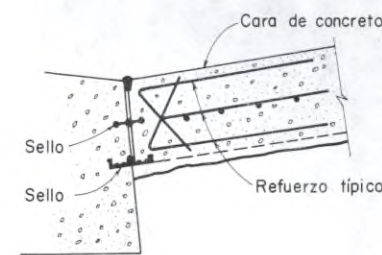
DETALLE DE LA CRESTA  
Escala B



VISTA NORMAL  
A LA CARA DE CONCRETO  
Escala A

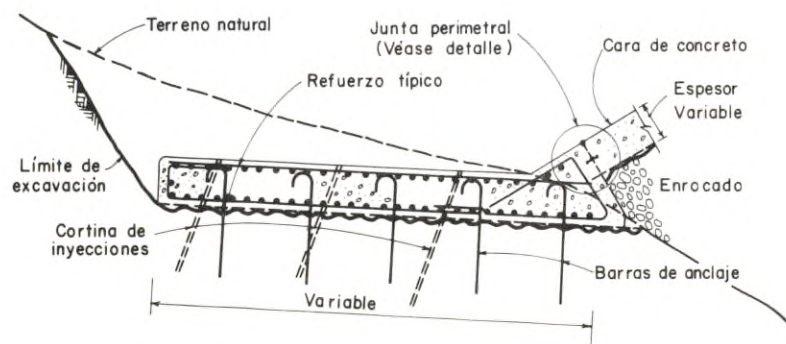
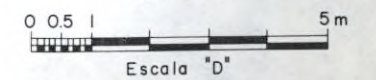
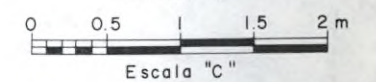
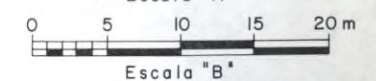
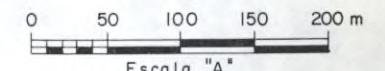


JUNTA VERTICAL DE DILATACION

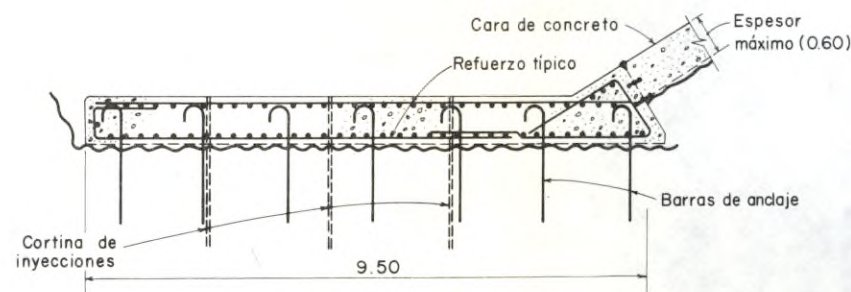


JUNTA PERIMETRAL

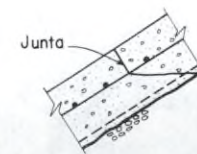
ZONA	FUNCION	MATERIAL
1	Transición y zona de apoyo de la placa	Fragments de roca máximo tamaño 6" compactado de abajo hacia arriba
2	Enrocamiento de la presa	Fragments de roca máximo tamaño 30" compactado con rodillo vibratorio
2A	Enrocamiento de la presa	Fragments de roca procedente de la excavación del rebosadero
3	Enrocado procedente de la excavación del rebosadero	Bloques de roca hasta de 0.90 m colocados los tamaños mayores hacia el talud exterior
4	Zona impermeable.	Arcillas o limos arcillosos, colocados en capas compactadas
4A	Filtro y transición	Arenas y gravas
5	Berma	Material sin seleccionar colocado en capas sin compactar




LOSA PERIMETRAL  
CORTE A-A  
Escala D



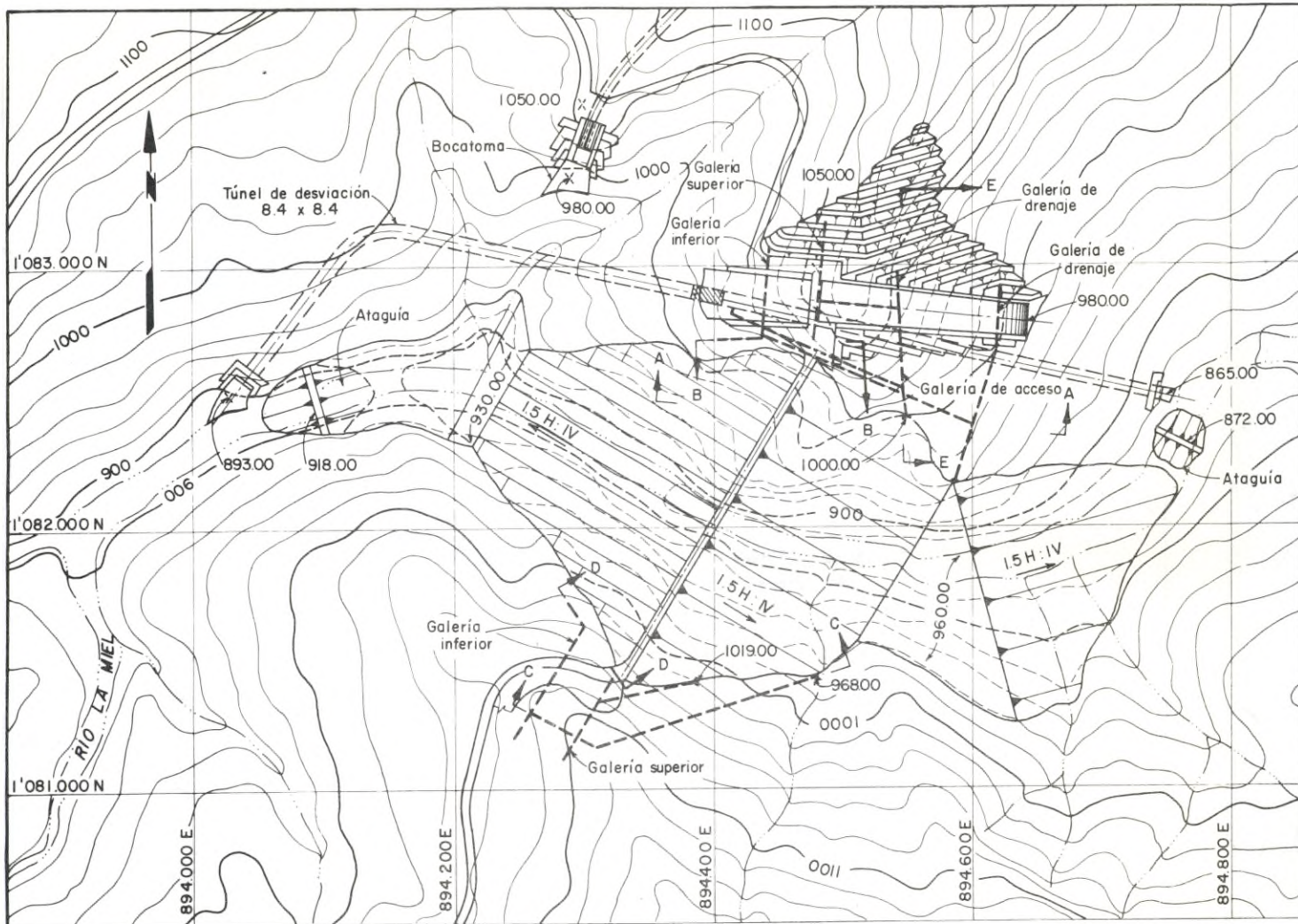
LOSA DE FONDO  
CORTE B-B  
Escala D



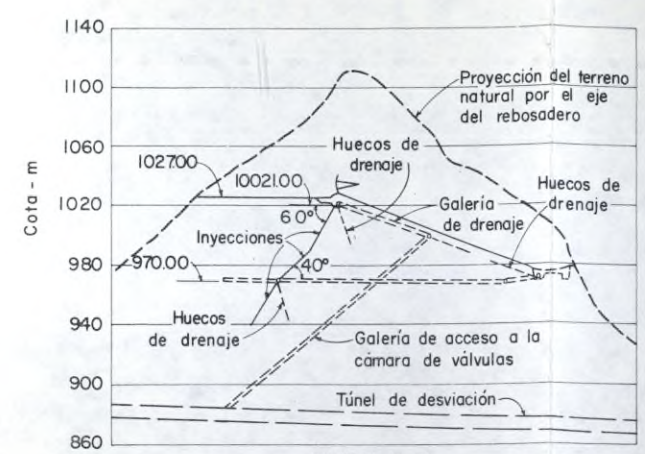
JUNTA HORIZONTAL  
DE CONSTRUCCION  
Escala C


**INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS**  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL  
 PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA  
**PRESA CORTES Y DETALLES**  
 CONSORCIO RIO LA MIEL  
 INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES - GEOCOLOMBIA

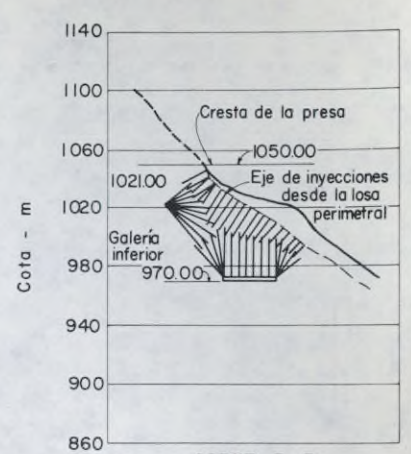
FECHA: NOV. 1979  
 FIGURA: 6



PLAN

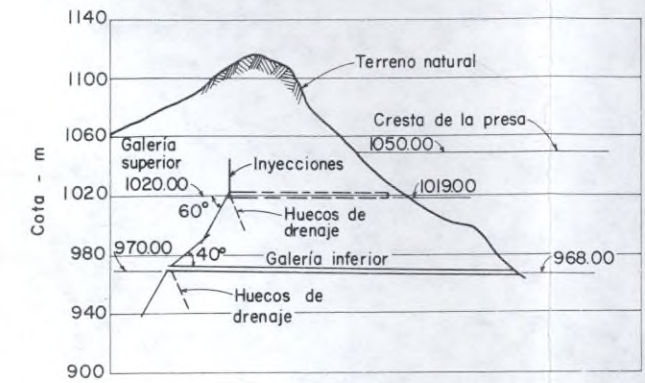


CORTE A-A

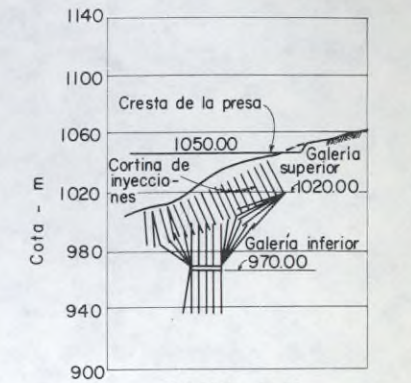


CORTE B-B

ESTRIBO IZQUIERDO  
GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE

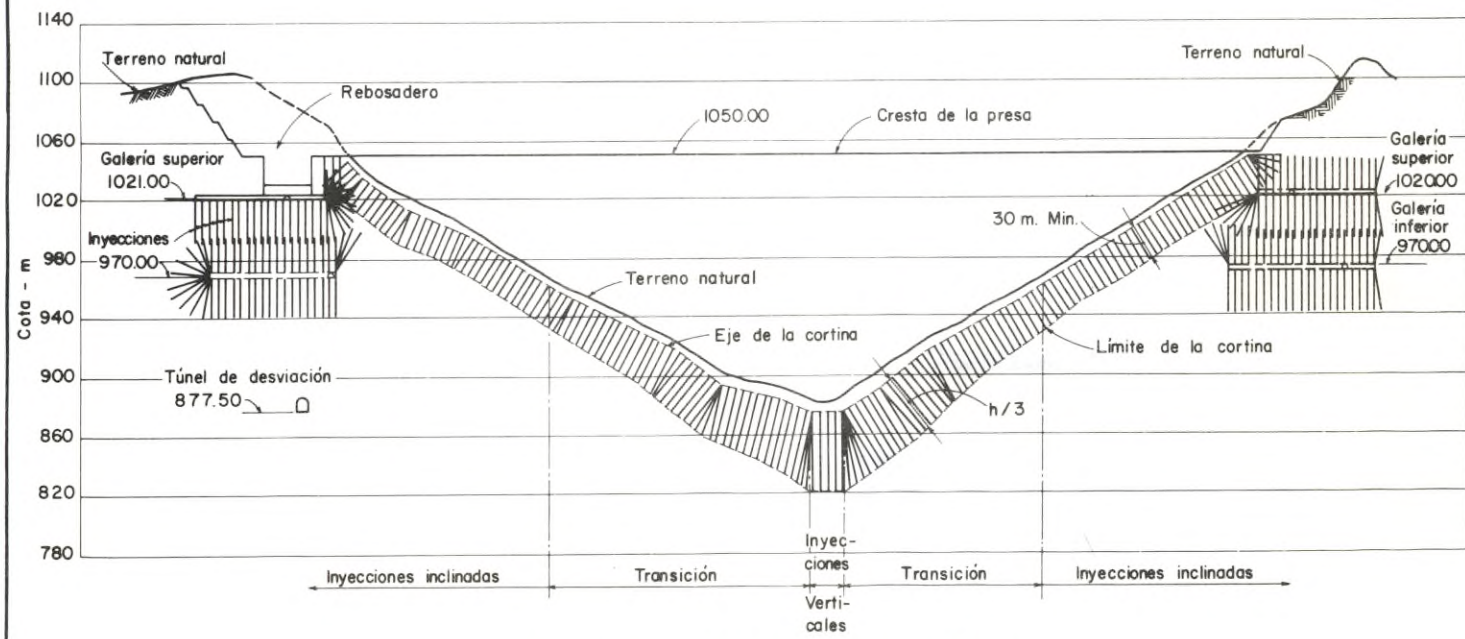


CORTE C-C

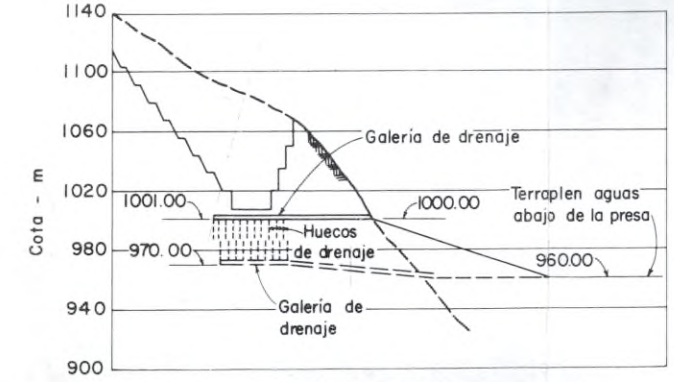


CORTE D-D

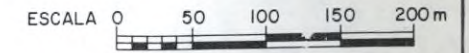
ESTRIBO DERECHO  
GALERIAS DE INYECCION Y DRENAJE



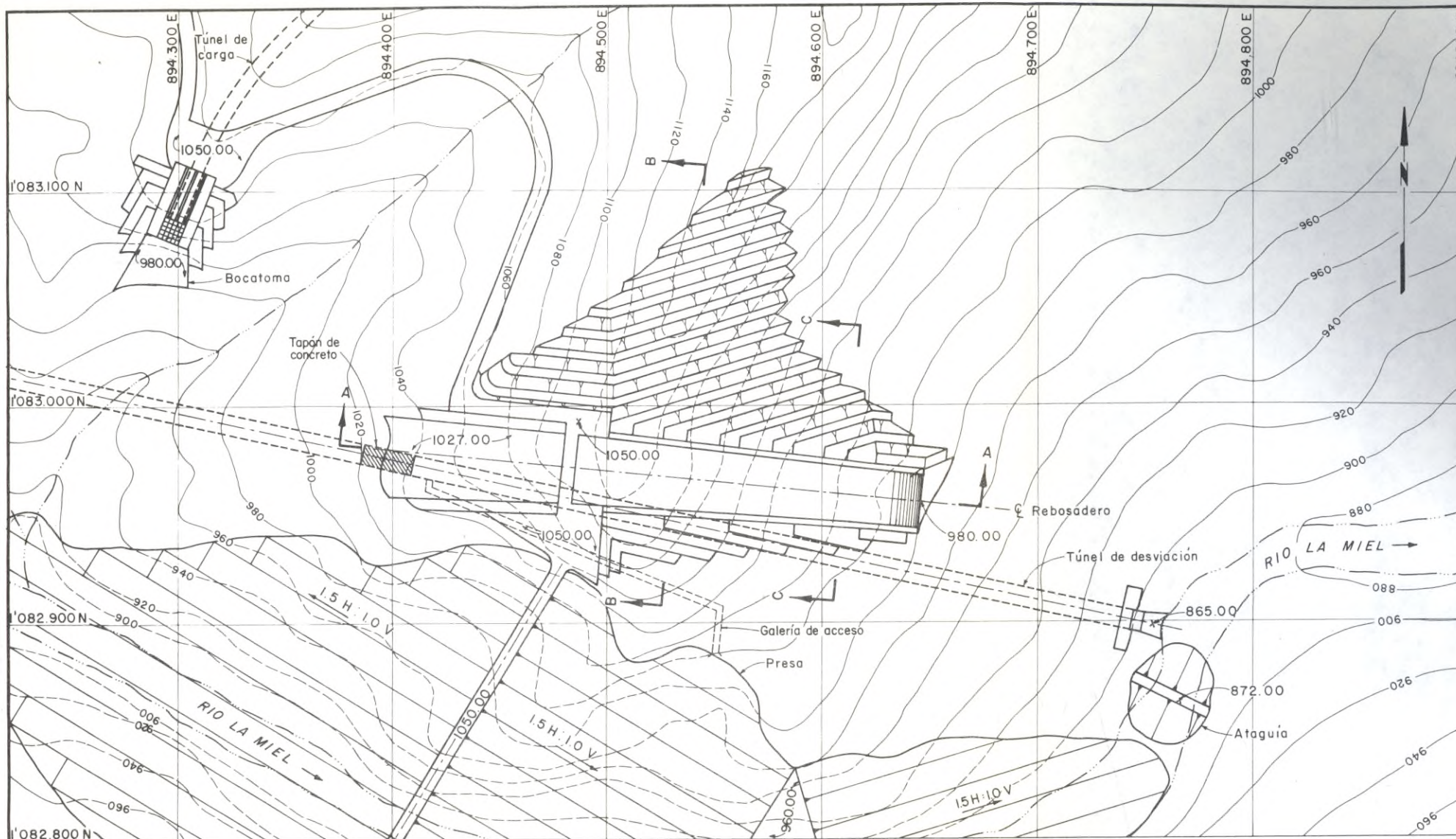
CORTINA DE INYECCIONES DE LA PRESA  
SECCION DESARROLLADA POR EL EJE DE LA LOSA PERIMETRAL  
Y LAS GALERIAS DE INYECCION



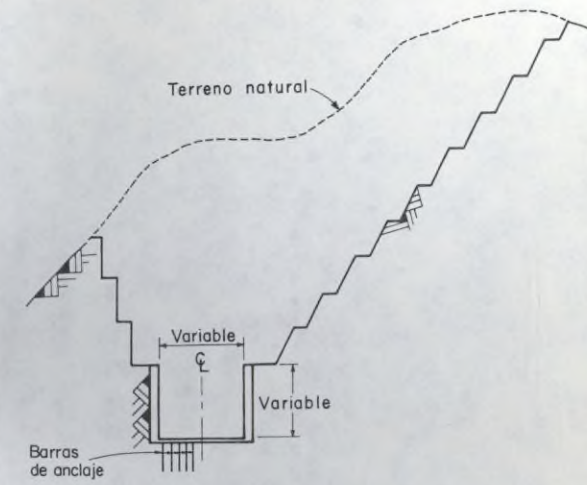
CORTE E-E  
GALERIAS DE DRENAJE DEL REBOSADERO



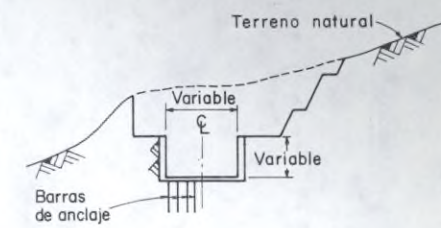
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA	
<b>INYECCIONES Y GALERIAS DE DRENAJE</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEODOLOMBIA		FECHA NOV 1979 FIGURE 7



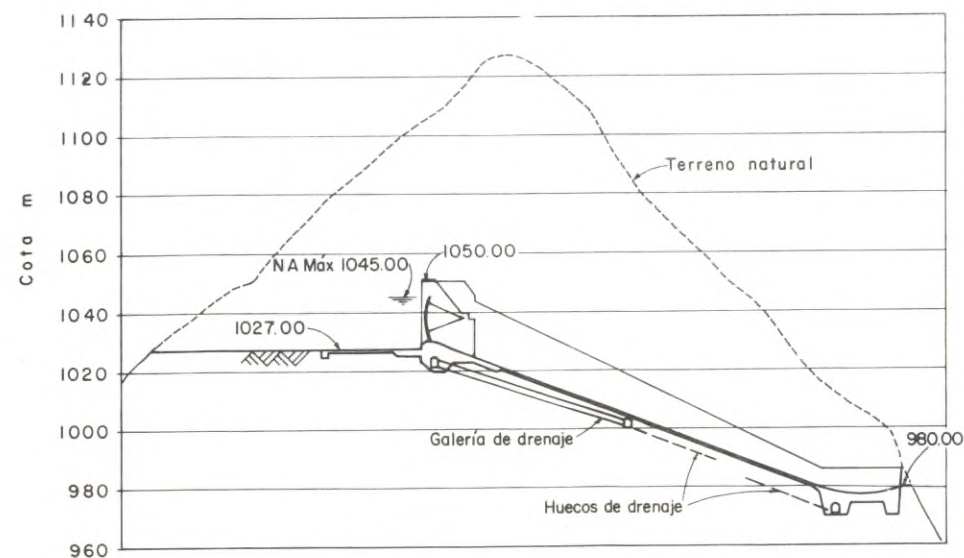
PLANTA  
Escala A



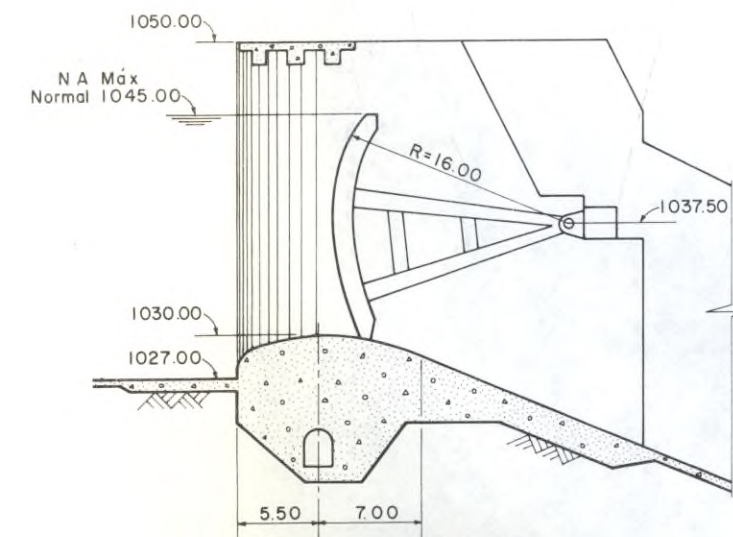
CORTE B-B  
Escala A



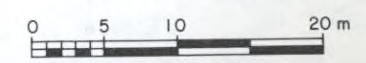
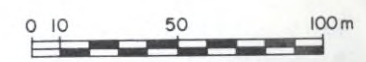
CORTE C-C  
Escala A



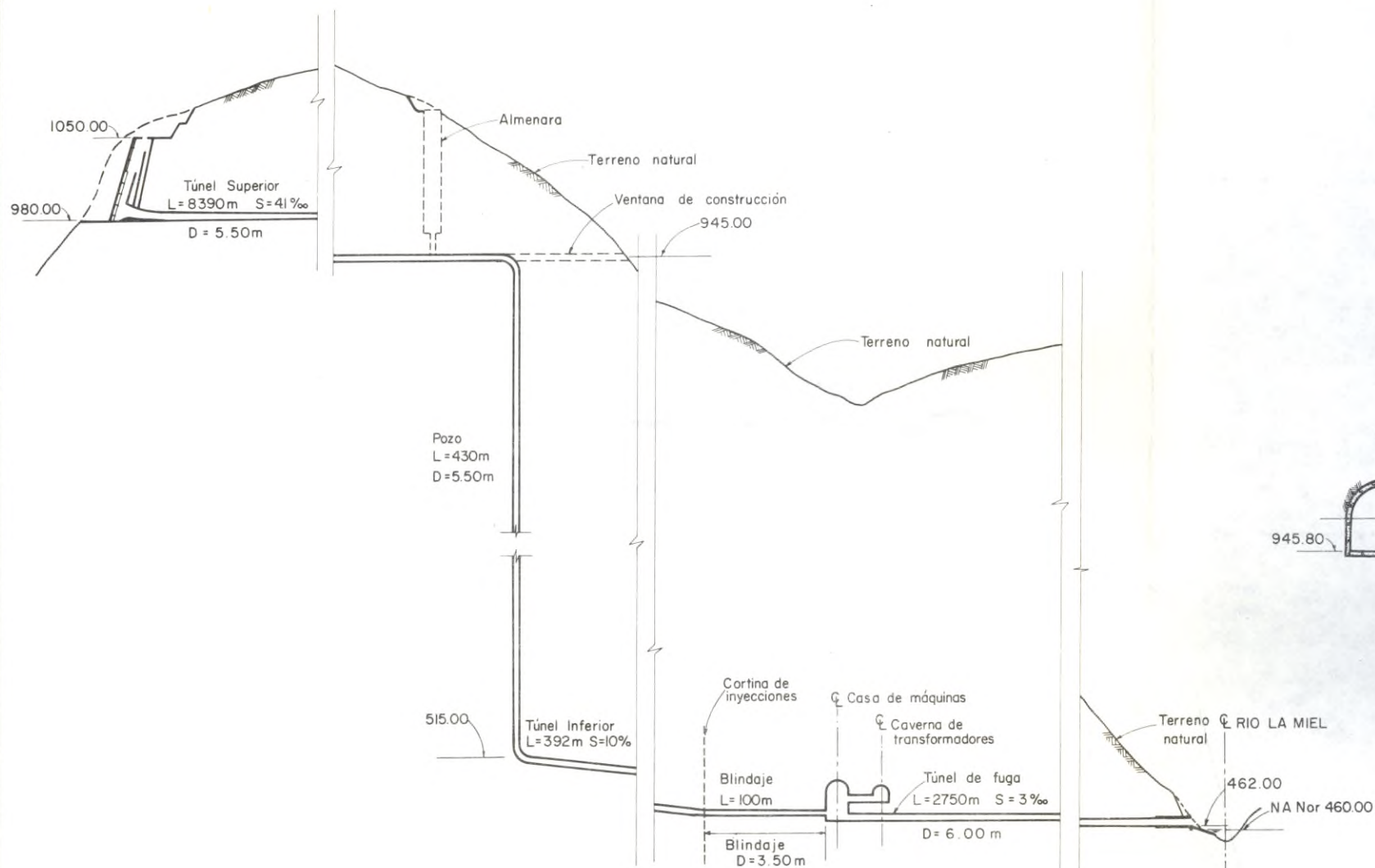
CORTE A-A  
Escala A



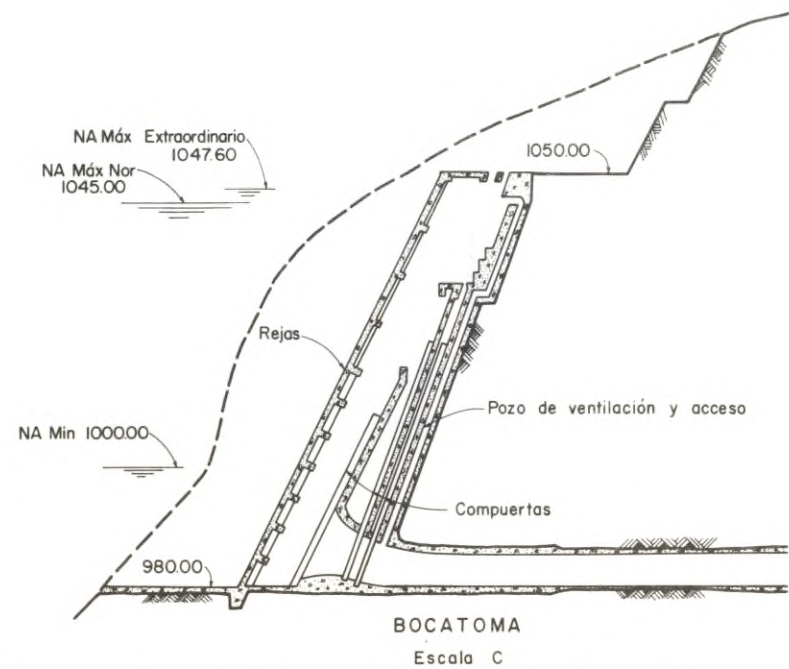
REBOSADERO  
Escala B



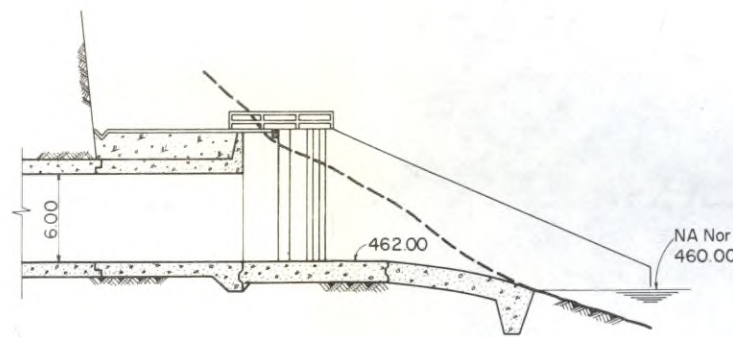
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TÉCNICA		
<b>REBOSADERO</b> PLANTA Y CORTES		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA: NOV. 1979 FIGURA: 8



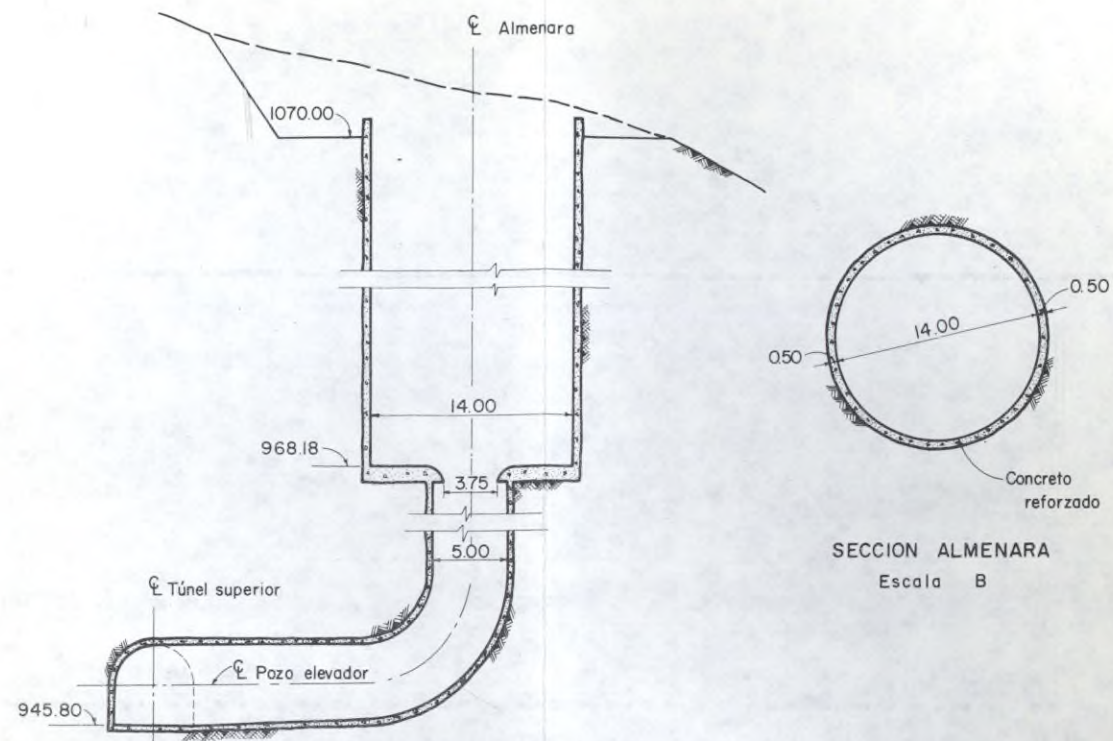
BOCATOMA Y CONDUCCION  
CORTE LONGITUDINAL  
Escala A



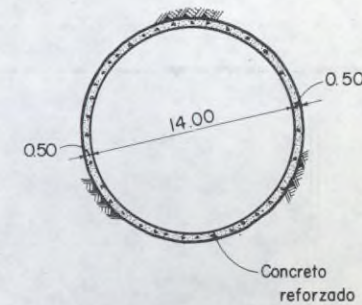
BOCATOMA  
Escala C



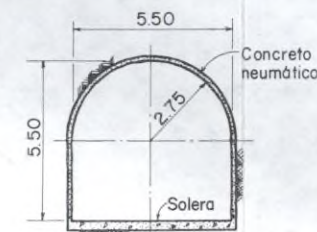
PORTAL DE SALIDA  
Escala B



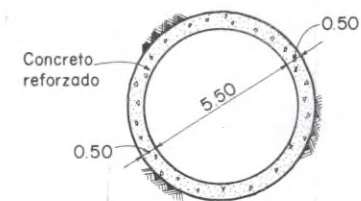
ALMENARA  
Escala B



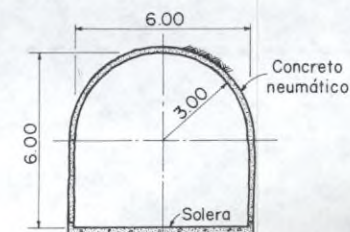
SECCION ALMENARA  
Escala B



TUNEL SUPERIOR



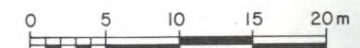
POZO Y TUNEL INFERIOR



TUNEL DE FUGA  
SECCIONES TUNELES  
Escala D



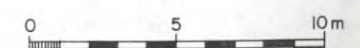
Escala "A"



Escala "B"

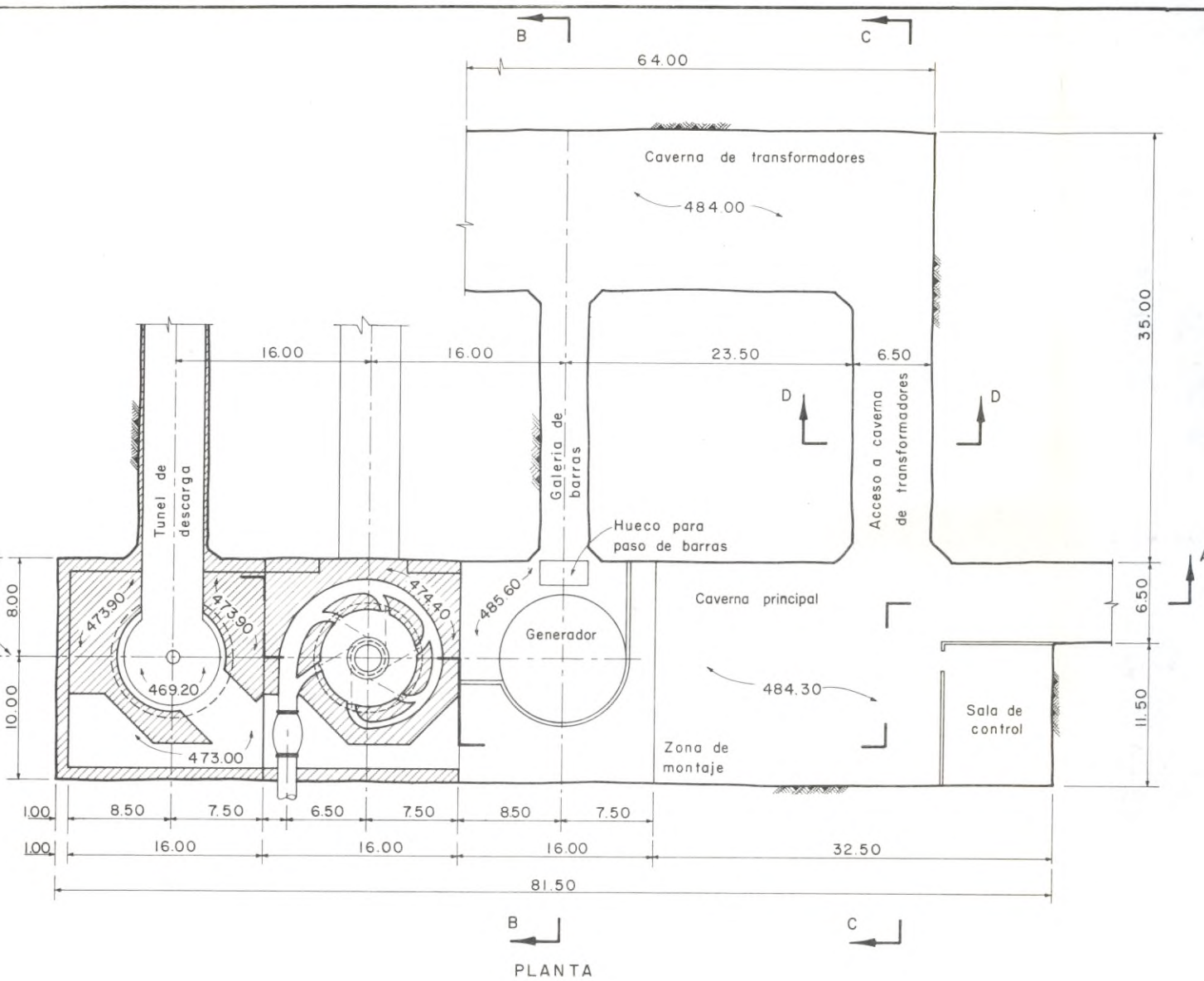


Escala "C"

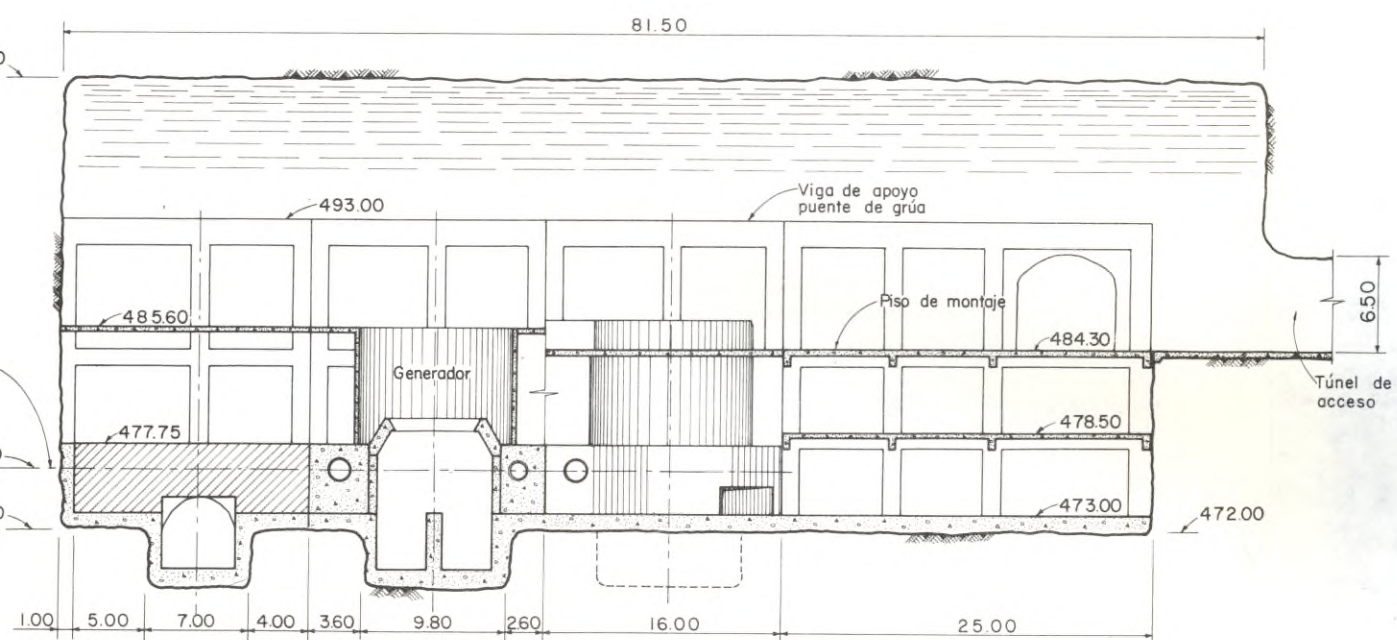


Escala "D"

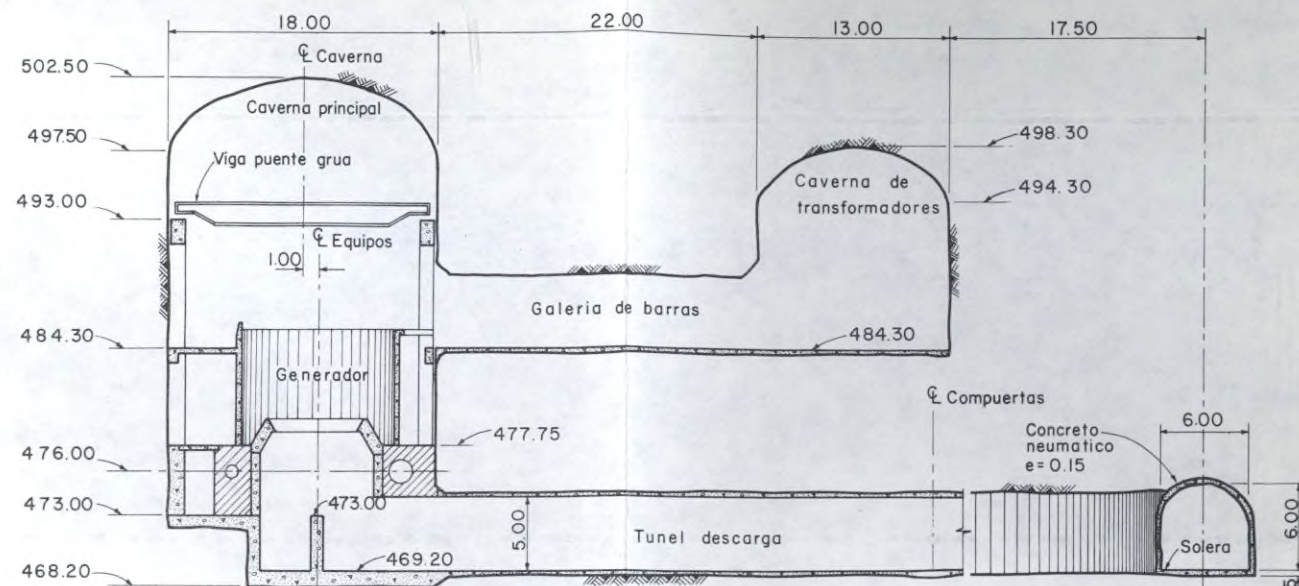
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA	
<b>BOCATOMA CONDUCCION Y ALMENARA CORTES Y DETALLES</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA NOV 1979 FIGURA 9



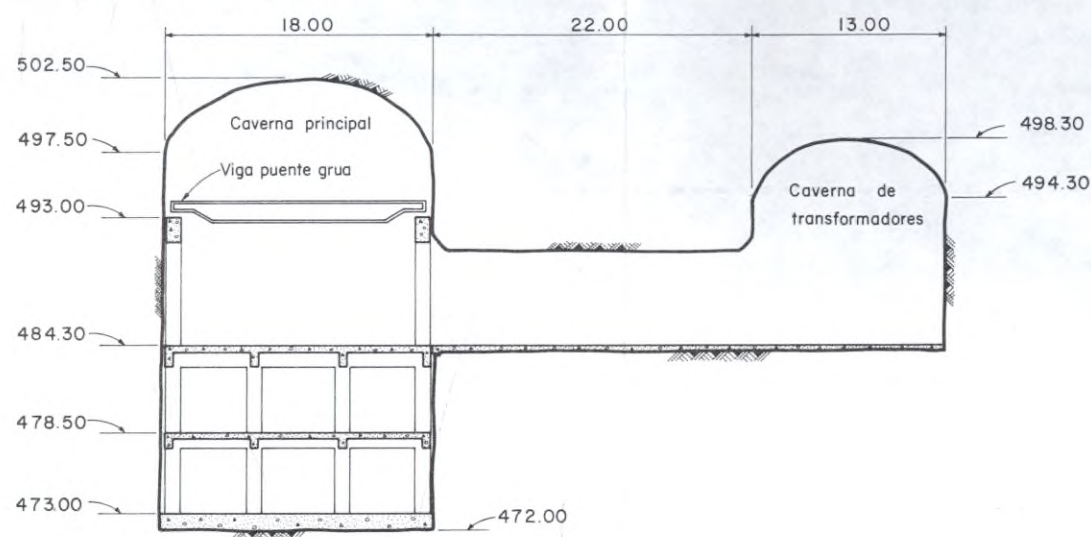
PLANTA



CORTE A-A



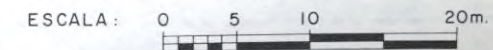
CORTE C-C



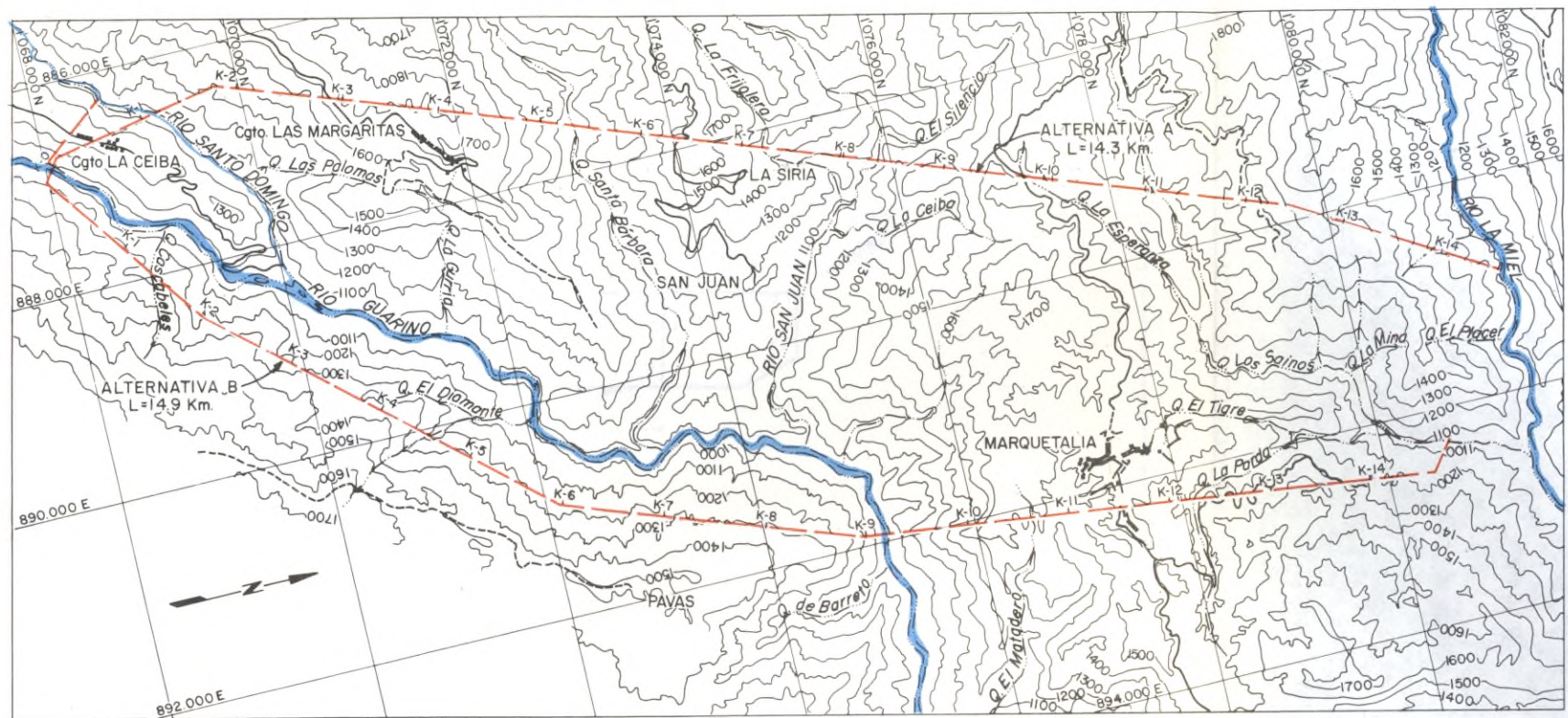
CORTE B-B



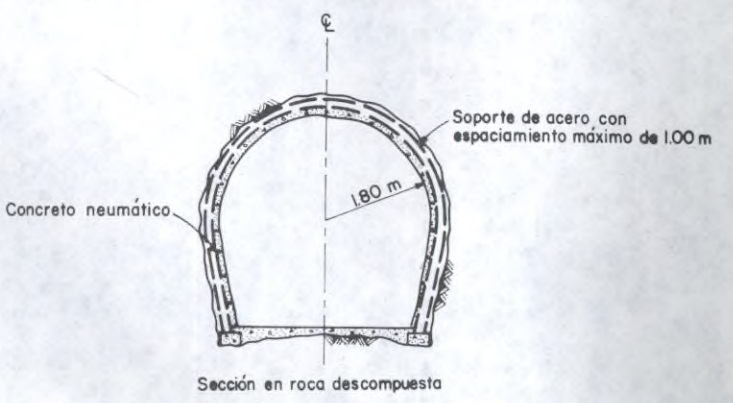
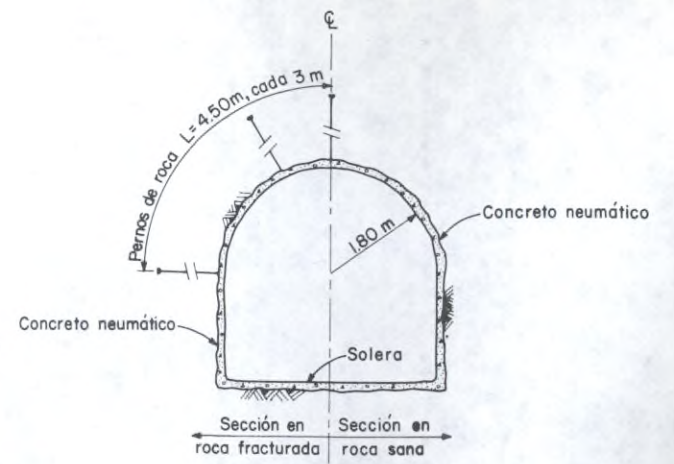
CORTE D-D



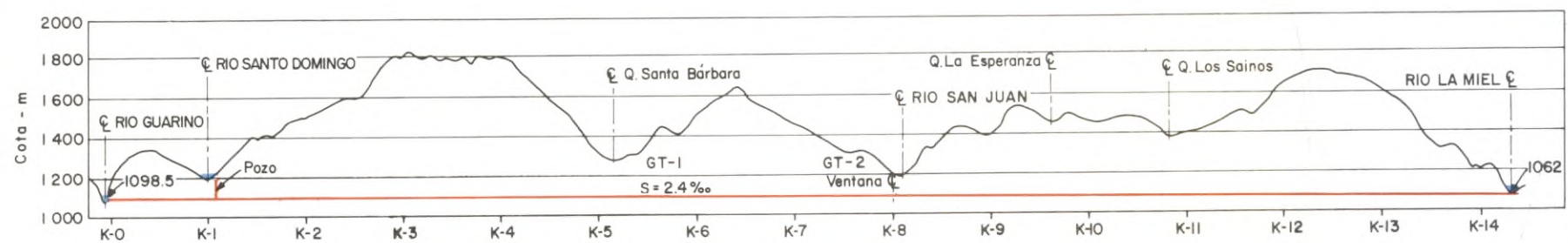
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RÍO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TÉCNICA		
<b>CASA DE MÁQUINAS PLANTA Y CORTES</b>		
CONSORCIO RÍO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA: NOV. 1979 FIGURA: 10



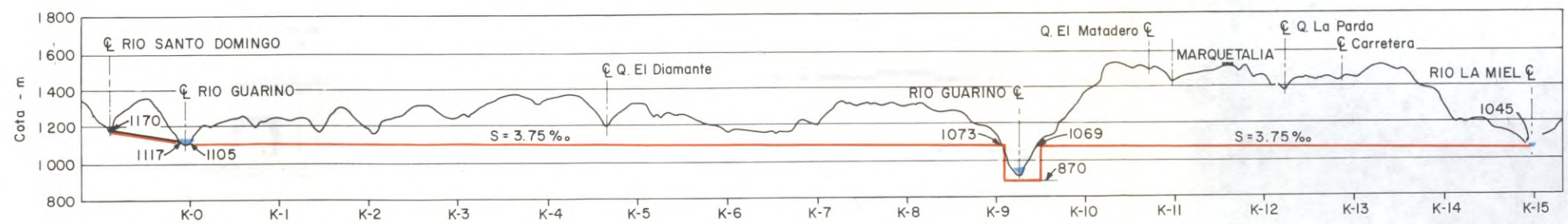
PLANTA  
Escala A



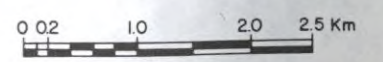
SECCIONES TÍPICAS DEL TUNEL  
Escala B



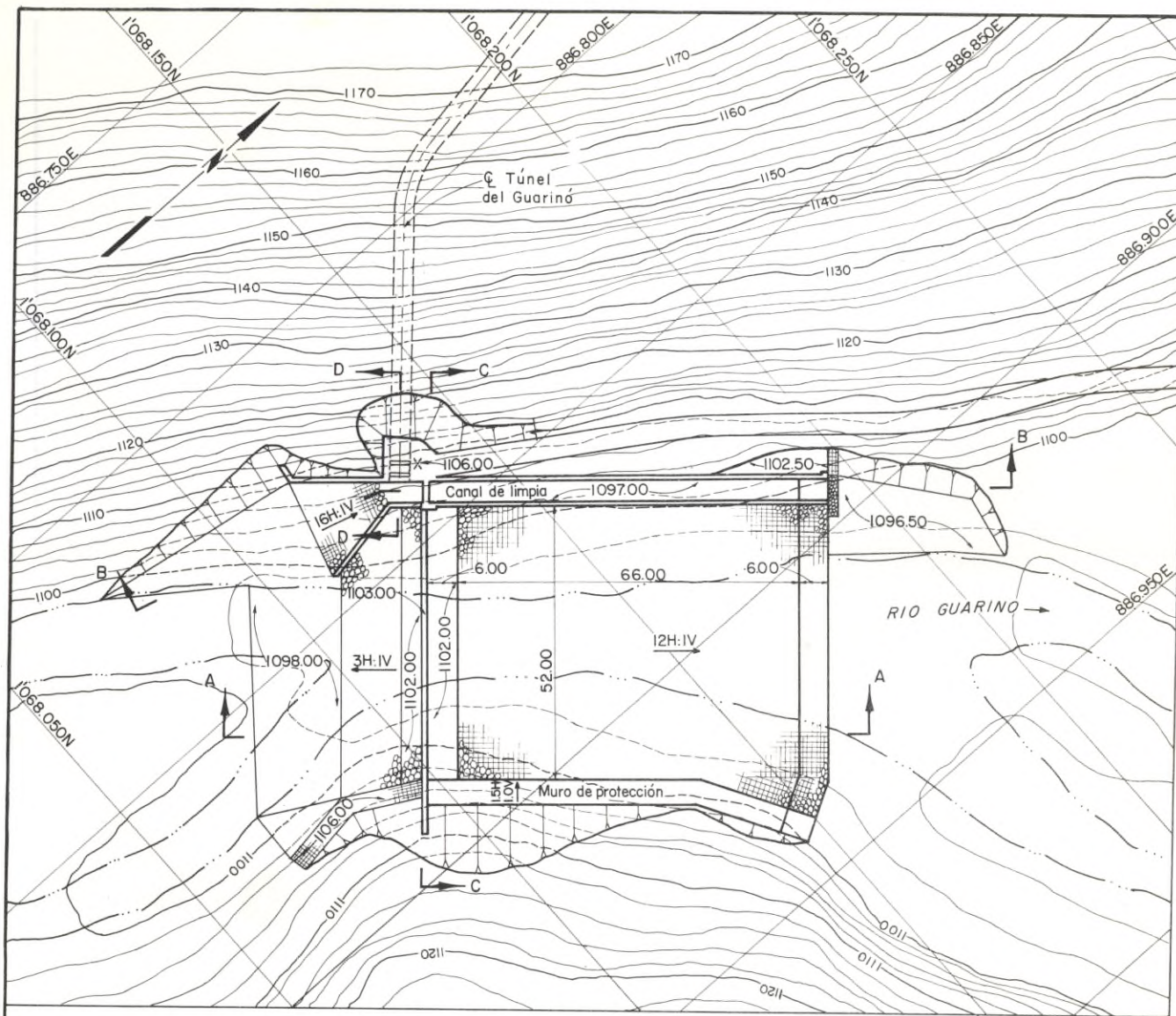
PERFIL LONGITUDINAL ALTERNATIVA A  
Escala A



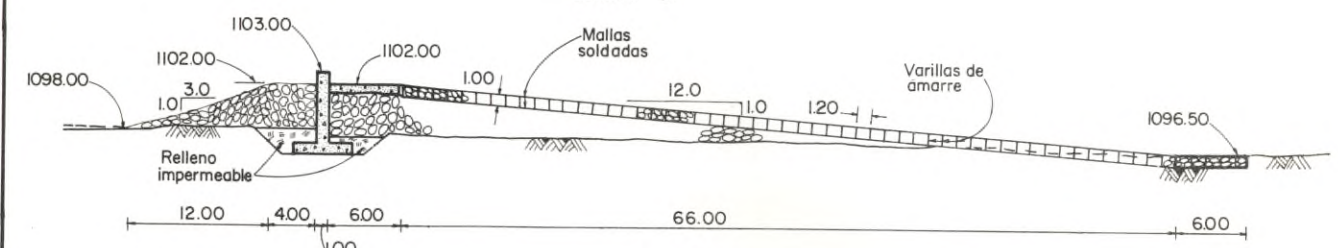
PERFIL LONGITUDINAL ALTERNATIVA B  
Escala A



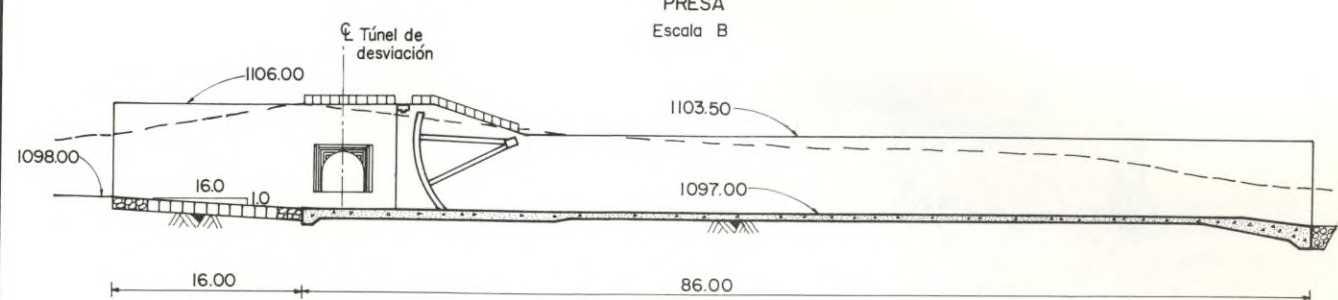
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	CENTRAL HIDROELÉCTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELÉCTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TÉCNICA		
<b>DESVIACION RIO GUARINO ALTERNATIVAS ESTUDIADAS PLANTA-PERFILES - CORTES</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA NOV. 1979 FIGURA 11



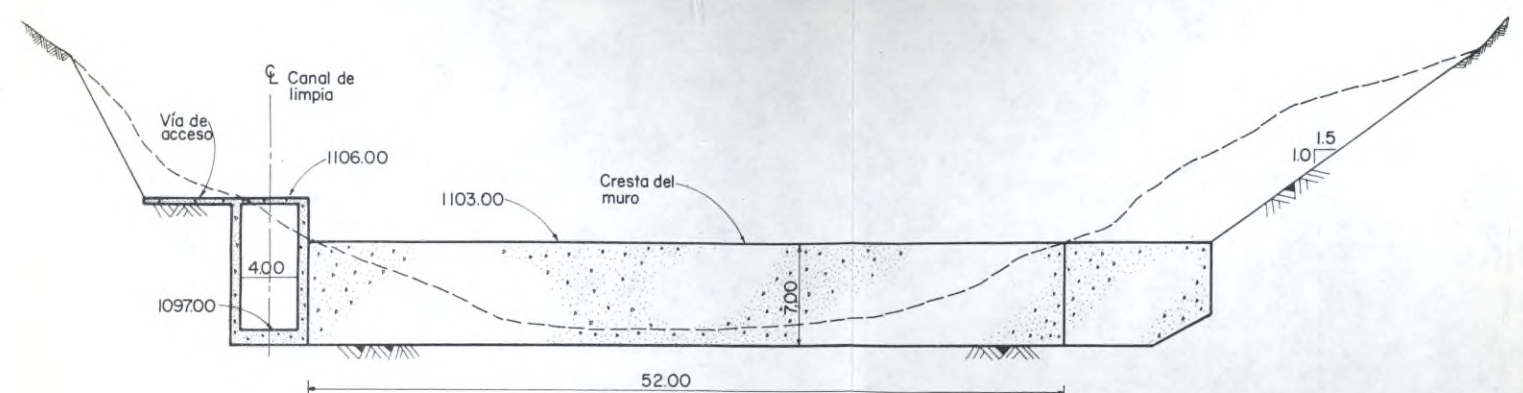
PLANTA  
Escala B



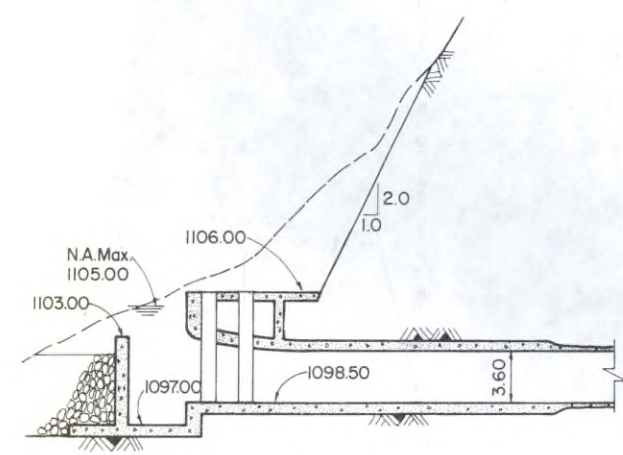
CORTE A - A  
PRESA  
Escala B



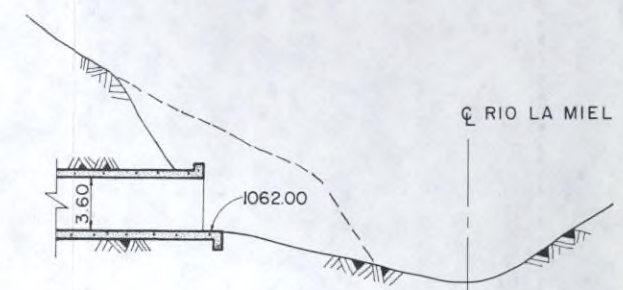
CORTE B - B  
CANAL DE LIMPIA  
Escala B



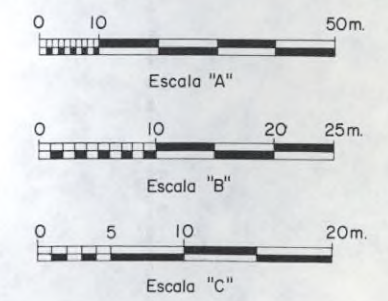
CORTE C - C  
MURO VERTEDOR  
Escala C



CORTE D - D  
BOCATOMA  
Escala C

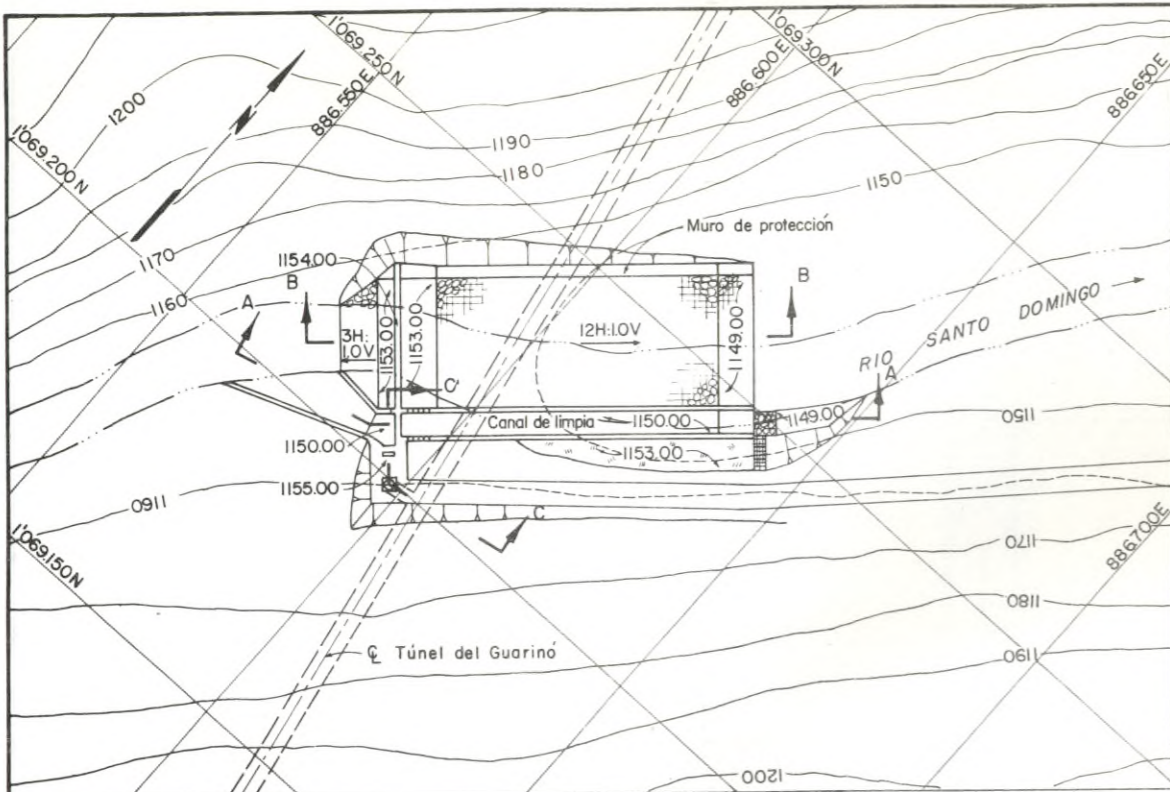


PORTAL DE SALIDA  
Escala C

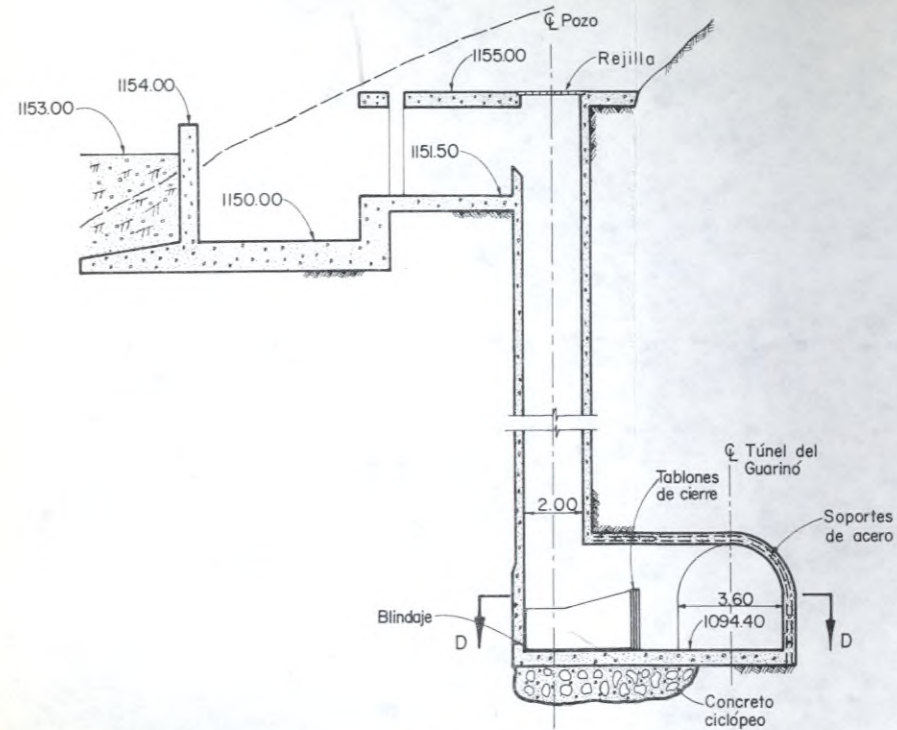


	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA	
<b>CAPTACION RIO GUARINO</b> <b>PLANTA - CORTES - DETALLES</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES- GEOCOLOMBIA		FECHA NOV. 1979 FIGURA 12

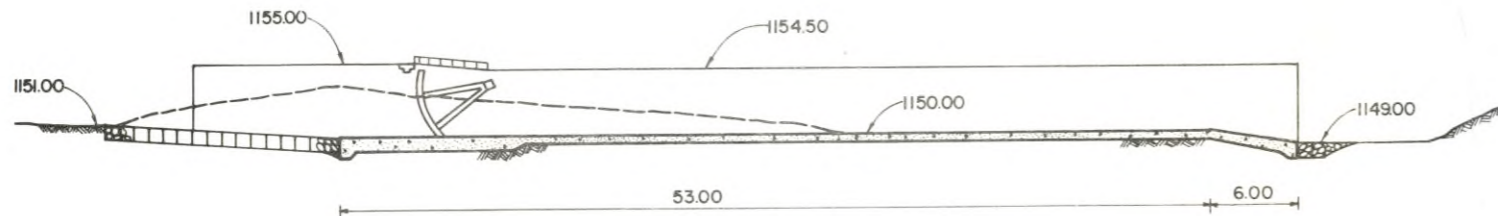




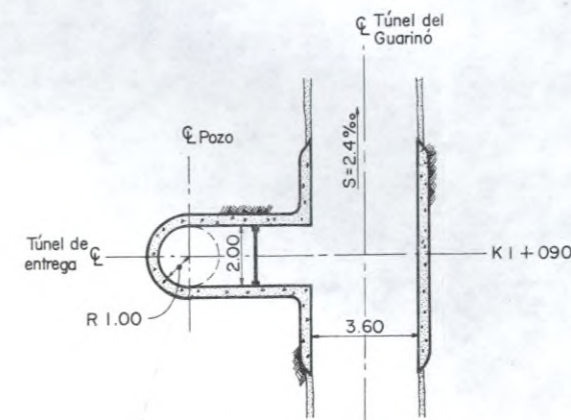
PLANTA  
Escala A



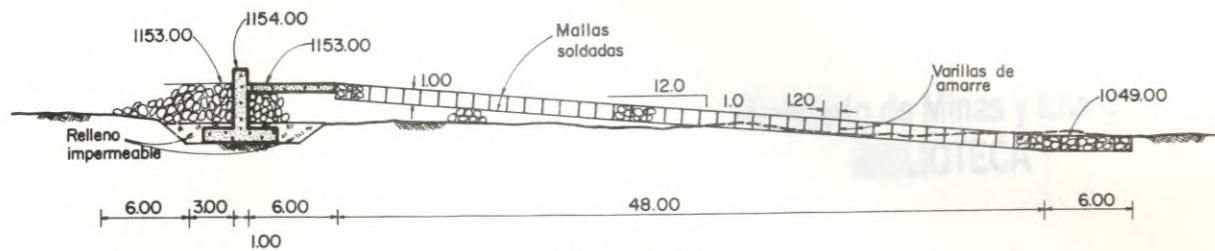
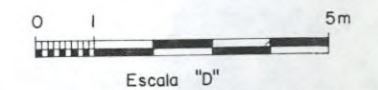
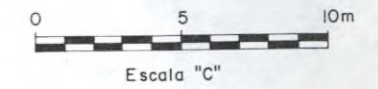
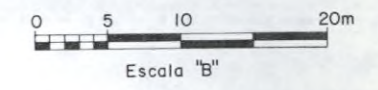
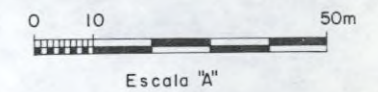
CORTE C - C  
Escala C



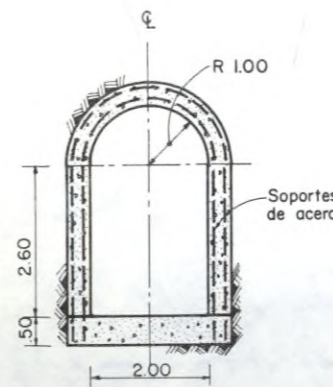
CORTE A - A  
CANAL DE LIMPIA  
Escala B



CORTE D - D  
Escala C

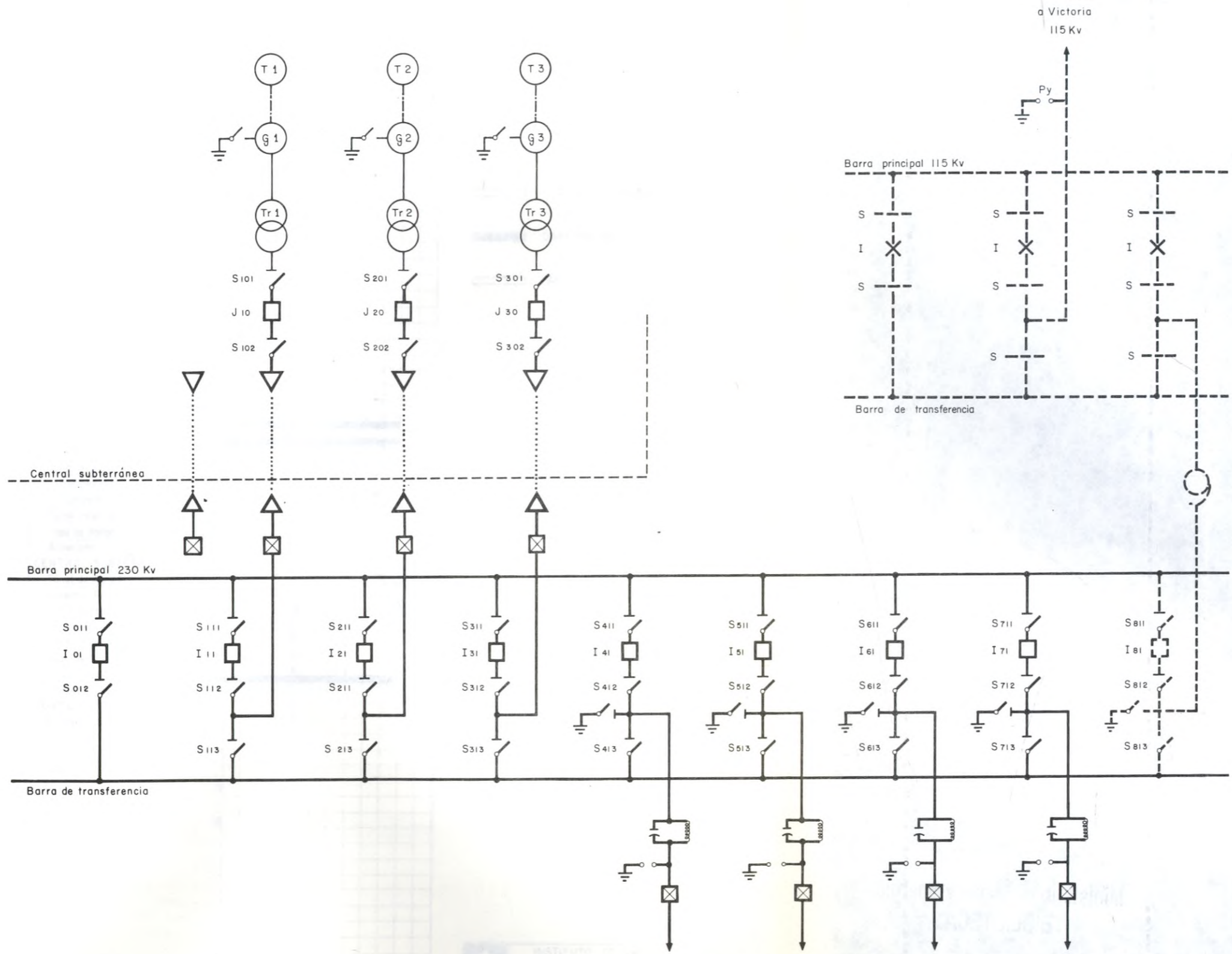


CORTE B - B  
PRESA  
Escala B



SECCION TUNEL DE ENTREGA  
Escala D

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
	DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA	
<b>CAPTACION RIO SANTO DOMINGO PLANTA - CORTES - DETALLES</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES- GEOCOLOMBIA	FECHA NOV. 1979 FIGURA 13	



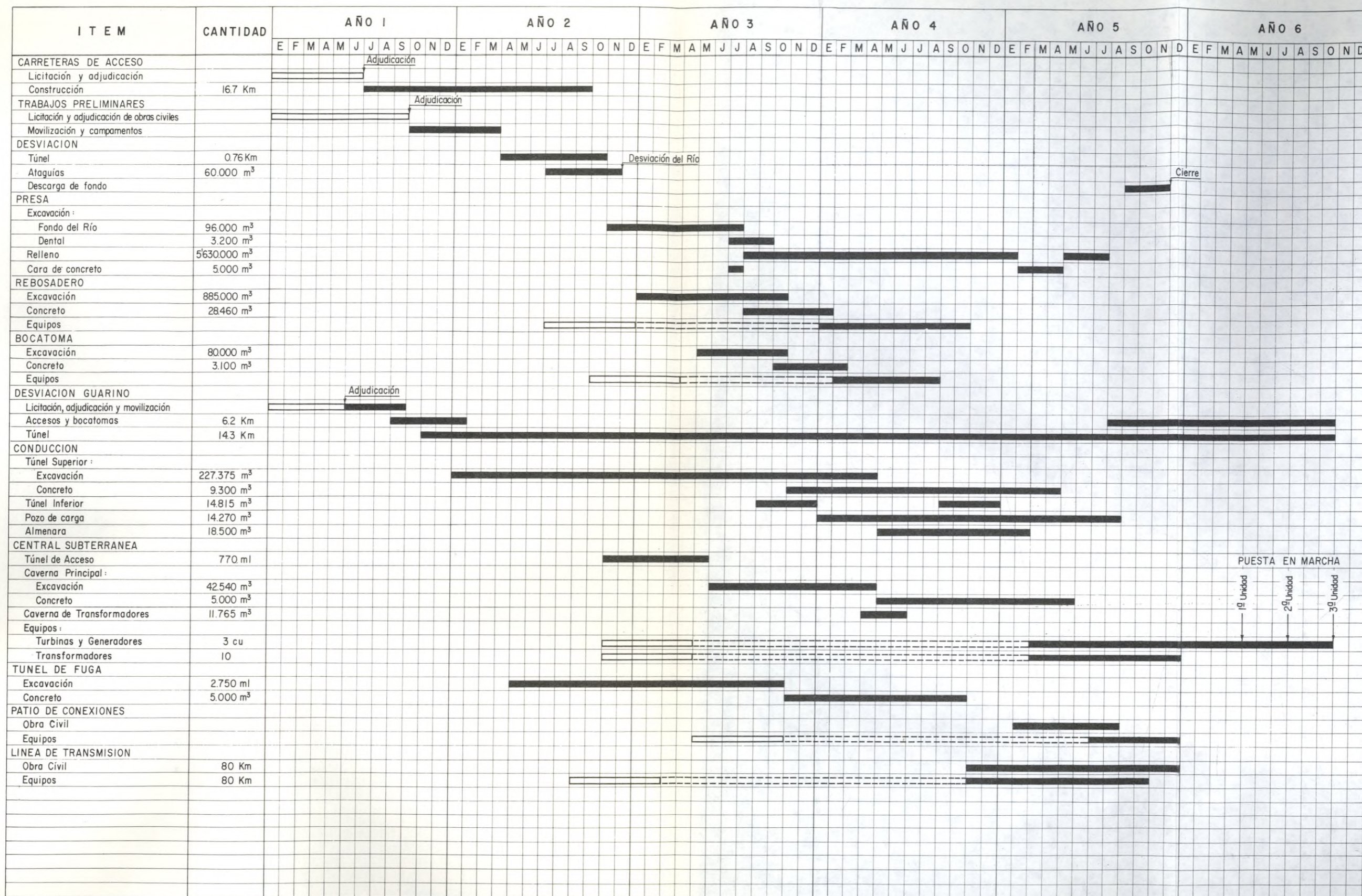
CONVENCIONES

- Turbina
- Generador
- Transformador
- Interruptor 230 Kv
- Seccionador 230 Kv
- Pararrayos
- Torre
- Cabeza 230 Kv
- Cable subterráneo 230 Kv
- Prevenção de espacio para módulos futuros
- Eje mecánico
- Seccionador 115 Kv
- Interruptor 115 Kv

2 x 230 Kv  
a La Enea

2 x 230 Kv  
a La Miel - I

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA	
	CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS	
DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA		
<b>DIAGRAMA UNIFILAR</b>		
CONSORCIO RIO LA MIEL INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA		FECHA NOV.1979
		FIGURA <b>14</b>



- CONVENCIONES**
- [Línea con trazo y punto] LICITACION Y ADJUDICACION
  - [Línea sólida negra] CONSTRUCCION Y MONTAJE
  - [Línea con trazo y punto] FABRICACION Y TRANSPORTE



**INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA**  
**CENTRAL HIDROELECTRICA DE CALDAS**  
 DESARROLLO HIDROELECTRICO DEL RIO LA MIEL  
 PROYECTO MIEL II - FACTIBILIDAD TECNICA  
**PROGRAMA DE CONSTRUCCION**  
 CONSORCIO RIO LA MIEL  
 INTERDISEÑOS-SUELOS Y FUNDACIONES-GEOCOLOMBIA  
 FECHA: NOV. 1979  
 FIGURA: 15

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

333.9109861 C755des1 Ej.1

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01001382

BIBLIOTECA

Ministerio de Minas y Energía  
BIBLIOTECA