



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.



CONTRATO No. 4257

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA DE LOS
APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

RIOS PAEZ Y LA PLATA

VOLUMEN VII

ESQUEMAS

09861



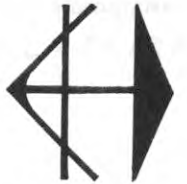
consultoría colombiana Ltda.

CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS





INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.



333.91409861
I59e
V.7
51

CONTRATO No. 4257

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA DE LOS
APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

RIOS PAEZ Y LA PLATA

VOLUMEN VII

ESQUEMAS



consultoría colombiana Ltda.

CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS



INDICE

	Pág.
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE CUADROS	
1.- INTRODUCCION	1
1.1. <u>Topografía</u>	1
1.2. <u>Geología, Suelos y Materiales</u>	1
1.3. <u>Estudios de Generación</u>	2
1.4. <u>Costos de los Proyectos</u>	2
2.- DESCRIPCION DEL ESQUEMA DE DESARROLLO	3
2.1. <u>Proyecto Piedra Grande</u>	3
2.2. <u>Proyecto Macama</u>	3
2.3. <u>Proyecto Guinea</u>	4
2.4. <u>Proyecto Paicol</u>	4
3.- FICHAS TECNICAS DE LOS PROYECTOS	6
4.- DESCRIPCION DEL PROYECTO PIEDRA GRANDE	7
4.1. <u>Localización</u>	7
4.2. <u>Embalse</u>	7
4.3. <u>Presa</u>	7
4.4. <u>Desviación</u>	10
4.5. <u>Rebosadero</u>	12
4.6. <u>Captación y Conducción</u>	12
4.7. <u>Central</u>	14
4.8. <u>Patio de Conexiones</u>	16

./.

	Pág.
4.9. <u>Carreteras y Vías de Acceso</u>	17
4.10. <u>Campamentos</u>	17
5.- DESCRIPCION DEL PROYECTO MACAMA	18
5.1. <u>Localización del Sitio de Presa</u>	18
5.2. <u>Embalse</u>	18
5.3. <u>Presa</u>	18
5.4. <u>Desviación</u>	21
5.5. <u>Rebosadero</u>	22
5.6. <u>Captación y Conducción</u>	23
5.7. <u>Central</u>	25
6.- PROYECTO GUINEA	30
6.1. <u>Localización</u>	30
6.2. <u>Embalse</u>	30
6.3. <u>Presa</u>	30
6.4. <u>Desviación</u>	33
6.5. <u>Rebosadero</u>	34
6.6. <u>Captación y Conducción</u>	35
6.7. <u>Central</u>	37
6.8. <u>Carreteras y Vías de Acceso.</u>	40
6.9. <u>Campamentos</u>	40
7.- PROYECTO PAICOL	41
7.1. <u>Obras Comunes a las dos alternativas</u>	41
7.2. <u>Obras Específicas del Proyecto Paicol en una etapa</u>	49
7.3. <u>Obras Específicas del Proyecto Paicol en cascada</u>	49
8.- SISTEMA DE TRANSMISION DEL CONJUNTO.	70

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1 Fichas Técnicas de los Proyectos.

LISTA DE FIGURAS

Figura	1	Localización general del desarrollo seleccionado.
Figura	2	Proyecto Piedra Grande. Localización y perfil general del Proyecto.
Figura	3	Proyecto Piedra Grande. Geología regional del proyecto.
Figura	4	Proyecto Piedra Grande. Planta general de la presa y estructuras de la desviación y vertedero.
Figura	5	Proyecto Piedra Grande. Geología local del sitio de presa.
Figura	6	Proyecto Piedra Grande. Cortes de la presa, galerías e inyecciones.
Figura	7	Proyecto Piedra Grande. Desviación, descarga de fondo , planta, perfil y detalles.
Figura	8	Proyecto Piedra Grande. Rebosadero, planta, perfil y detalles.
Figura	9	Proyecto Piedra Grande. Bocatoma, conducción, almenara y tubería de carga.
Figura	10	Proyecto Piedra Grande. Casa de máquinas, planta y cortes.
Figura	11	Proyecto Piedra Grande. Diagrama unifilar del patio de conexiones.
Figura	12	Proyecto Macama. Localización de las obras y perfil del proyecto.
Figura	13	Proyecto Macama. Geología regional del proyecto.
Figura	14	Proyecto Macama. Planta general de la presa, obras de desviación, bocatoma y vertedero.
Figura	15	Proyecto Macama. Geología local del sitio de presa.
Figura	16	Proyecto Macama. Cortes de la presa, galerías.
Figura	17	Proyecto Macama. Desviación, descarga de fondo ,

./.

Figura	18	Proyecto Macama.	planta y perfiles. Rebosadero, planta, perfil y de talles.
Figura	19	Proyecto Macama.	Bocatoma, perfil, sifones y al menara.
Figura	20	Proyecto Macama.	Bocatoma, detalles y secciones de tubería de carga.
Figura	21	Proyecto Macama.	Casa de máquinas. Planta y per files.
Figura	22	Proyecto Macama.	Casa de máquinas. cortes.
Figura	23	Proyecto Macama.	Diagrama unifilar del patio de conexiones.
Figura	24	Proyecto Guinea.	Localización de las obras y per fil del proyecto.
Figura	25	Proyecto Guinea.	Geología Regional del Proyecto.
Figura	26	Proyecto Guinea.	Planta general de la presa. Es tructuras de desviación, bocato ma y vertedero.
Figura	27	Proyecto Guinea.	Geología local de la presa.
Figura	28	Proyecto Guinea.	Cortes de la presa, galerías.
Figura	29	Proyecto Guinea.	Desviación, descarga de fondo.
Figura	30	Proyecto Guinea.	Rebosadero, planta, perfil y de talles.
Figura	31	Proyecto Guinea.	Bocatoma, conducción, almenara, tubería de carga, apoyos y si lletas.
Figura	32	Proyecto Guinea.	Casa de máquinas, cortes.
Figura	33	Proyecto Guinea.	Casa de máquinas.
Figura	34	Proyecto Guinea.	Diagrama unifilar.
Figura	35	Proyecto Paicol.	Localización de las obras pro yecto Paicol en una etapa.
Figura	36	Proyecto Paicol.	Localización de las obras Pro yecto Paicol en cascada.

Figura	37	Proyecto Paicol.	Perfil del desarrollo en una etapa.
Figura	38	Proyecto Paicol.	Perfil del desarrollo en cascada.
Figura	39	Proyecto Paicol.	Geología del embalse.
Figura	40	Proyecto Paicol.	Planta general de la presa, y - estructuras de desviación. Boca toma y vertedero.
Figura	41	Proyecto Paicol.	Geología local del sitio de presa.
Figura	42	Proyecto Paicol.	Cortes de la presa, galerías e inyecciones.
Figura	43	Proyecto Paicol.	Desviación, descarga de fondo.
Figura	44	Proyecto Paicol.	Rebosadero, planta, perfil y detalles.
Figura	45	Proyecto Paicol desarrollo en una etapa.	Bocatoma, conducción y almenarillo.
Figura	46	Proyecto Paicol desarrollo en una etapa.	Geología de túnel.
Figura	47	Proyecto Paicol desarrollo en una etapa.	Casa de máquinas, planta.
Figura	48	Proyecto Paicol desarrollo en una etapa.	Casa de máquinas, cortes.
Figura	49	Proyecto Paicol desarrollo en una etapa.	Diagrama unifilar del patio de conexiones.
Figura	50	Proyecto Paicol I desarrollo en cascada.	Bocatoma, conducción y almenarillo.
Figura	51	Proyecto Paicol I desarrollo en cascada.	Casa de máquinas. (Cota 712.50).
Figura	52	Proyecto Paicol I.	Diagrama unifilar del patio de conexiones.
Figura	53	Proyecto Paicol II desarrollo en cascada.	Tanque de compensación.

./.

- | | | | |
|--------|----|--|----------------------------|
| Figura | 54 | Proyecto Paicol II de desarrollo en cascada. | Casa de máquinas. |
| Figura | 55 | Proyecto Paicol II de desarrollo en cascada. | Casa de máquinas y cortes. |
| Figura | 56 | Proyecto Paicol II de desarrollo en cascada. | Diagrama unifilar. |
| Figura | 57 | Sistema de Transmisión. | |

./.

INTRODUCCION

El presente anexo contiene la descripción, predimensionamiento e implantación de las principales obras y estructuras que conforman los cuatro (4) proyectos seleccionados como los más atractivos para el aprovechamiento de los recursos hidroenergéticos de los ríos Páez y La Plata. Los análisis realizados para seleccionar el esquema de desarrollo se describen con detalle en el Anexo "Estudios de Potencia y Generación".

Para el proyecto Paicol se presentan dos (2) esquemas alternativos que contemplan el aprovechamiento del salto disponible entre el embalse Paicol y el río Magdalena en un solo proyecto, o el aprovechamiento en cascada mediante dos (2) proyectos, uno a continuación del otro.

En la Figura 1 se presenta la localización general de los proyectos.

La información básica utilizada para la realización de los esquemas de los proyectos que forman parte del desarrollo es la siguiente:

1.1. TOPOGRAFIA.

Los prediseños del proyecto Paicol fueron realizados sobre los levantamientos topográficos realizados durante el estudio y dibujados en planos a escala 1:2.000. Para los proyectos restantes, los anteproyectos fueron realizados sobre restituciones de segundo orden realizadas durante el proyecto en escala 1:5.000.

1.2. GEOLOGIA, SUELOS Y MATERIALES.

Para la realización de los diseños de las estructuras que se describen en el presente capítulo, se tuvieron en consideración las características geológicas de los sitios donde se emplazaron las obras y estructuras que se presentan en el anexo de " Geología ", así como las calidades mecáni-

cas de los materiales por utilizar en la construcción de diques, filtros y concretos que se describen detalladamente en el anexo de "Suelos y Materiales".

.3. ESTUDIOS DE GENERACION.

Las definiciones de altura de presa, niveles máximos y mínimos de operación, longitudes óptimas de los conductos de presión y fuga, fueron realizados en desarrollo de los estudios de generación, potencia y energía que se describen en el anexo "Estudios de Potencia y Generación".

.4. COSTOS DE LOS PROYECTOS.

El dimensionamiento de las estructuras que conforman los esquemas de los cuatro (4) proyectos seleccionados ha permitido estimar las cantidades de obra y las características generales de los equipos, con las cuales se han calculado los costos asociados a cada proyecto, y que se presentan en el anexo de "Costos, Presupuestos y Programas de Construcción".

DESCRIPCION DEL ESQUEMA DE DESARROLLO.

El esquema de desarrollo seleccionado consiste en cuatro (4) proyectos - de embalse, dos (2) sobre el río Páez, uno (1) sobre el río La Plata y uno (1) aguas abajo de la confluencia de estos ríos, con las siguientes características:

PROYECTO	RIO	ALTURA DE PRESA (m)	LONGITUD DE TUNELES (Km)	CAPACIDAD INSTALADA (Mw)	ENERGIA GENERADA (Gwh)
Piedra Grande	Páez	118	6.30	115	850.6
Macama	Páez	120	14.85	306	1674
Guinea	La Plata	88	11.22	106	676.9
Paicol	Páez	160	26.25	960	4206.0

1.1. PROYECTO PIEDRA GRANDE.

El primer proyecto del desarrollo del río Páez es el proyecto denominado Piedra Grande, localizado en jurisdicción del municipio de Páez (Belalcázar), 1 Km aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Moras. El embalse regula las aguas de estos dos ríos, que se conducen por un túnel de presión de 6.3 Km de longitud y una tubería a presión de 650 m de longitud, hasta el sitio donde se ubica la casa de máquinas. La casa de máquinas descarga directamente en la cola del embalse del segundo proyecto denominado, proyecto Macama.

2.2. PROYECTO MACAMA.

El proyecto Macama está localizado en jurisdicción de los municipios Páez e Inzá, 3 Km aguas abajo de la confluencia de los ríos Negro y Páez. Este proyecto recibe y regula las aguas turbinadas por el proyecto Piedra Grande más los caudales de los ríos Simbola, Ullucos y Negro, los cuales se conducen por un túnel de presión de 14.85 Km hasta el sitio de la -

casa de máquinas localizada en el nivel 1000 m.s.n.m.

3. PROYECTO GUINEA.

El proyecto previsto sobre el río La Plata se localiza en el sitio denominado Guinea, en jurisdicción del municipio de La Plata, 2 Km aguas abajo del caserío de Gallego, regula las aguas del río La Plata, las cuales son conducidas por el túnel de presión de 11.2 Km y una tubería de presión de 1.2 Km hasta un sitio frente al municipio de La Plata, en el nivel 1004 - m.s.n.m., donde se ubica la casa de máquinas.

4. PROYECTO PAICOL.

El proyecto Paicol se encuentra localizado en jurisdicción del municipio de Paicol, 300 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Negro - de Narváez. Recibe las aguas reguladas previamente por los embalses de los proyectos anteriormente descritos mas los aportes del río Negro de - Narváez. El embalse regula casi totalmente los aportes de los ríos mencionados.

Las turbinas se alojan en una casa de máquinas subterránea, ubicada inmediatamente aguas abajo de la presa, en el nivel 600 m.s.n.m., las aguas - turbinadas son transportadas hasta el río Magdalena mediante un túnel a - flujo libre de 26 Km.

El esquema de desarrollo propuesto aprovecha las diferencias de nivel e - xistentes entre los embalses de los proyectos Piedra Grande, Guinea y el río Magdalena, aprovechando saltos brutos totales de 1002 m en el río Páez, y de 688 m en el río Magdalena.

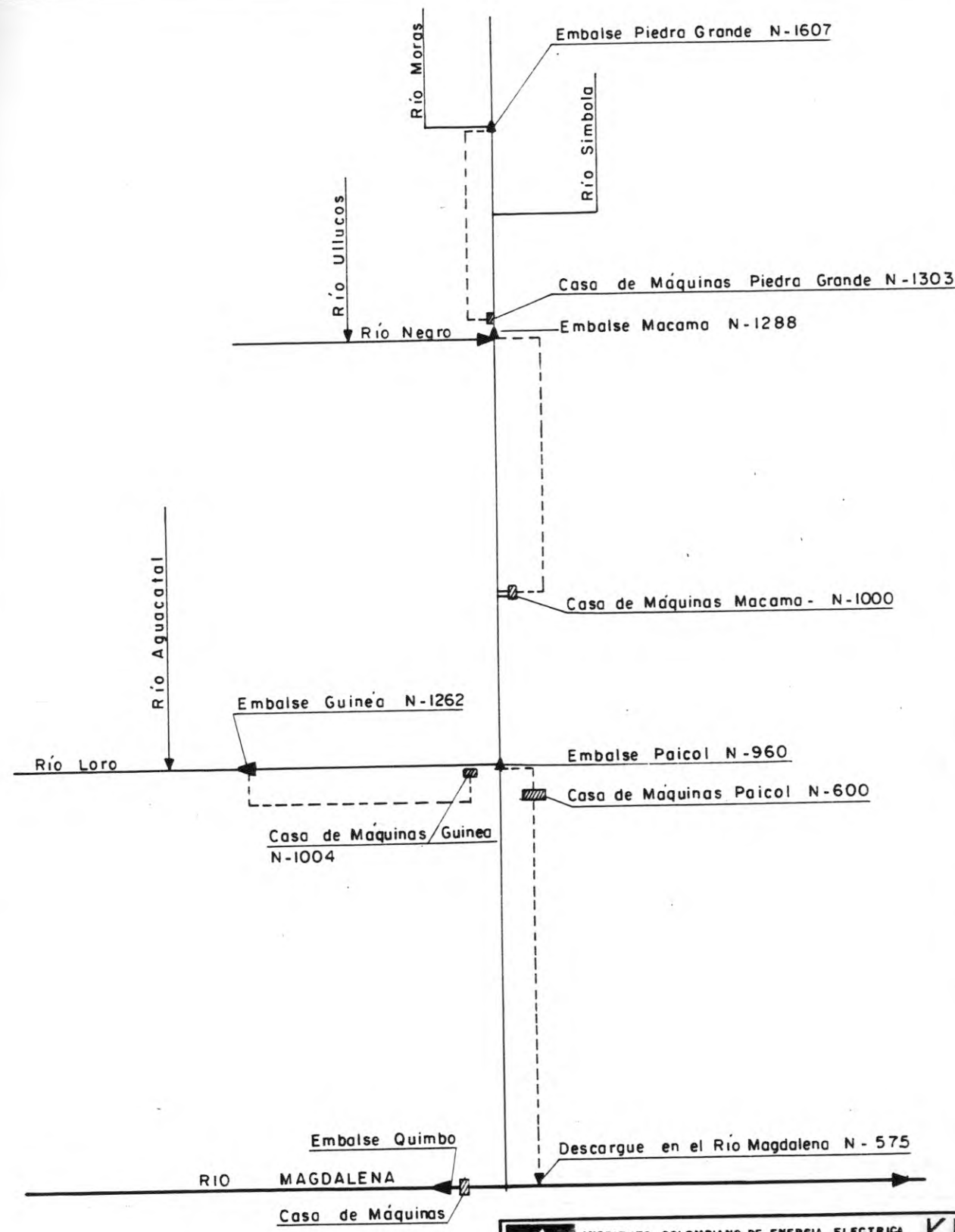
El proyecto Paicol ha sido concebido como proyecto de uso múltiple, ya - que adicionalmente a la generación hidroeléctrica se ha previsto la deri-

vación de 10 m³/s para regar por gravedad un área de 3420 Ha, correspondiente a las terrazas de Tesalia y Paicol.

En el diagrama 1 se presenta esquemáticamente el desarrollo planteado.

Como alternativa se propone un desarrollo en cascada para el proyecto Paicol, en el cual la casa de máquinas subterránea prevista en el nivel 600 m.s.n.m. se ubica en el mismo sitio pero al nivel 700 m.s.n.m. Inmediatamente a la salida del túnel de fuga se construirá un tanque de compensación y la bocatoma para el segundo proyecto. Las obras consisten en un pozo vertical de carga y un túnel de 13 Km hasta la casa de máquinas, ubicada en la margen izquierda del río Magdalena al nivel 575 m.s.n.m., cerca del sitio previsto para la descarga del túnel de fuga de la alternativa anterior.

En el diagrama 2 se presenta esquemáticamente el desarrollo planteado con la alternativa en cascada para el proyecto Paicol.






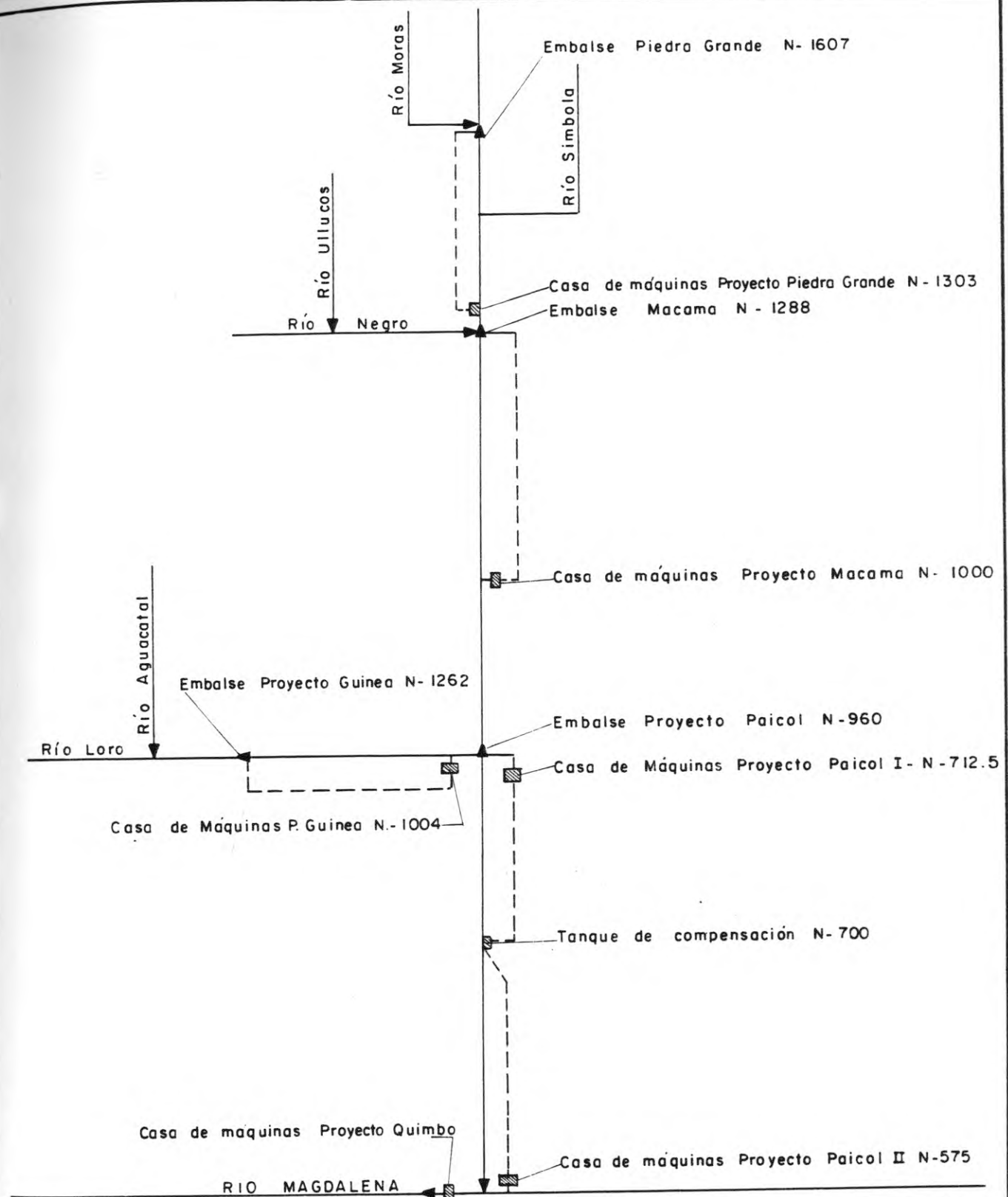
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL NUILA S.A. PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
ALTERNATIVA DE DESARROLLO CON PAICOL EN UNA ETAPA		
Diseño:	Calculo:	Presento:
Dibujo:	Reviso:	Aprobo:
 consultoria colombiana	Escala: Indicado Fecha: Abril/83	 consultores civiles e hidrolicos

DIAGRAMA 1



icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL NUIA S.A.
PROYECTO PAEZ - LA PLATA

ALTERNATIVA DE DESARROLLO CON PAICOL EN CASCADA

Diseño	Calculo	Presente
Dibujo	Reviso	Aprobo
Escala	Fecha: Abril/83	consultores civiles e hidráulicos

FICHAS TECNICAS DE LOS PROYECTOS.

Las fichas técnicas contienen un resumen de las principales características técnicas y dimensiones de las obras y estructuras que componen los cuatro (4) proyectos del desarrollo propuesto para los ríos Páez y La Plata.

Para el proyecto Paicol se presenta la ficha técnica para las dos alternativas de desarrollo.

La ficha técnica contiene el resumen de la siguiente información:

1. Datos de Hidrología.
2. Embalse.
3. Obras de desviación.
4. Presa.
5. Vertedero.
6. Bocatoma.
7. Conducciones.
8. Casa de máquinas.
9. Subestación.
10. Obras de Infraestructura.
11. Parámetros energéticos.
12. Costos Unitarios.

Estas se pueden ver en el cuadro 1.

DESCRIPCION DEL PROYECTO PIEDRA GRANDE.

1. LOCALIZACION.

El sitio de presa del proyecto Piedra Grande se encuentra localizado en jurisdicción del municipio de Páez (Belalcázar), 1 Km aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Moras.

2. EMBALSE.

El embalse creado por la presa tendrá una longitud de 4.5 Km y cubrirá un área de 1.74 Km². La capacidad total del embalse a la cota máxima extraordinaria 1610 m.s.n.m., será de 74 Mm³. El volumen útil está fijado por un desembalse máximo de 17.5 m determinado en los estudios de energía, y corresponde a 14.52 Mm³. El volumen muerto para la acumulación de sedimentos en los 50 años de vida útil de la presa será de 55.34 mm³. El volumen disponible para la laminación de crecientes es 4.14 Mm³.

En la Figura 2 se presenta la localización y el perfil general del proyecto, y en la Figura 3 la geología regional del mismo incluyendo la geología del embalse.

Los depósitos piroclásticos y las terrazas existentes en el área del embalse, deben ser analizados cuidadosamente durante los estudios de factibilidad para garantizar su estabilidad, bajo la condición de descenso rápido del embalse.

3. PRESA.

3.1. Descripción del Sitio de Presa.

El sitio seleccionado para el proyecto, se halla localizado en el cañón existente 1000 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Moras, cañón en forma de "V" amplio asimétrico, con pendientes transversales pro

medio en la margen izquierda de 25° y en la margen derecha de 30°.

Se analizaron varios ejes de presa en la zona: el emplazamiento final se seleccionó en el sitio descrito, para lograr un adecuado empotramiento de la presa y una disposición fácil de las obras y estructuras que constituyen el proyecto.

3.2. Tipo de Presa.

Se consideraron dos (2) alternativas de presa: de enrocado con núcleo de arcilla y presa de enrocado con pantalla de concreto.

La alternativa de construir una presa de enrocado con pantalla de concreto fué seleccionada, dado que los volúmenes de material lleno son bastante menores que el volumen de material impermeable requerido para la construcción del núcleo, y que la fuente de materiales se encuentra a una distancia de 37 Km, por lo cual el sobreacarreo ocasiona un considerable sobrecosto al proyecto, y finalmente el hecho de estar en una zona de sismicidad alta, donde una presa de enrocado con pantalla se comporta mejor bajo condiciones de sismo.

3.3. Características de la Presa.

Las principales características de diseño adoptadas para la presa se describen a continuación:

- Altura máxima : 118 m.
- Nivel de la corona : 1615 m.s.n.m.
- Pendiente de 1 vertical a 1.6 horizontal para el talud de aguas abajo y 1 vertical por 1.6 horizontal para el talud de aguas arriba.
- Volumen de enrocado : 5'098.000 m³.
- La fundación de la presa está constituida por rocas igneas del Macizo de La Plata de composición gabroidea, cortadas por diques melanocrá

ticos "diabásicos".

- La roca es compacta dura y resistente, con fenómenos cataclásticos - de desgarramiento de los granos pero con recristalizaciones posteriores. El diaclasamiento es alto, relleno de cuarzo hidrotermal, hialino, en un sistema continuo de diaclasas N 35° W con buzamiento de 32° -SW, con aberturas hasta de 5 mm, que deben tenerse en cuenta durante el estudio de factibilidad para evaluar las características y costo de los estribos.
- La preparación del estribo derecho incluirá la remoción de material de terraza piroclástica hasta encontrar el nivel de la roca con talud de excavaciones 2.5:1 dejando bermas de 5 m cada 18 m.
- La pantalla de concreto tendrá un espesor variable entre 0.30 y 0.80 m, y el volumen de concreto correspondiente es de 20.000 m³.
- Se ha previsto realizar a lo largo de la intersección de la pantalla con los estribos, tres (3) filas de inyecciones normales a la superficie de contacto, de profundidad variable entre 25 m y 48 m, con separaciones entre cada inyección de 2 m, con una longitud total de inyecciones de 29.060 m.
- En cada uno de los estribos y aguas abajo de la presa se ha previsto construir dos (2) galerías de drenaje normales al lecho del río con una longitud total de 255 m.
- El borde libre previsto es de 5 m.
- El ancho de la corona será de 10 m y tendrá una vía de 7.0 m de ancho.
- El talud de aguas abajo será protegido con enrocado.
- El método constructivo, la instrumentación de la presa, el diseño de taludes y zonas de materiales es similar al descrito para la presa de Paicol.

La ataguía principal tendrá 25 m de altura con la corona al nivel 1530 m.s.n.m., y estará constituida por materiales procedentes de la excavación de los estribos de la presa y el vertedero, con taludes 1.0 vertical

por 2.0 horizontal. Posteriormente, la ataguía se integrará al cuerpo de la presa, mediante el relleno del espacio existente entre la presa y la ataguía, su volumen es de 0.124 Mm^3 .

3.4. Materiales de Construcción

El material de enrocado se obtendrá de bloques de material igneo tipo gabbro, existente a partir del nivel 1800 m.s.n.m. en el estribo izquierdo de la presa.

Una descripción de las rocas investigadas para la construcción de la presa se presenta en los anexos de "Geología" y "Suelos y Materiales".

Los materiales de filtro y agregados de concreto, se explotarán de las terrazas aluviales existentes en el río Páez entre Belalcázar y la quebrada Coquiú.

En las Figuras 4, 5 y 6 se presenta la localización, la geología semidetallada del sitio de presa, los detalles, cortes y dimensiones de la presa.

4.4. DESVIACION.

4.4.1. Conducto de Desviación.

Para la construcción de la presa se ha previsto la desviación del río por medio de un túnel localizado en la margen derecha con una longitud de 600 m, con pendiente del 1.1%, y sección circular de 7.5 m de diámetro con capacidad de evacuación máxima de $680 \text{ m}^3/\text{s}$, caudal correspondiente a la crecida máxima para un período de retorno de 25 años. El túnel de desviación será excavado en roca ignea correspondiente al Macizo de La Plata, y se prevee un revestimiento total en concreto, debido al alto grado de diaclasamiento y fracturación.

1.4.2. Descarga de Fondo-Tapón.

Se ha previsto construir una cámara dentro del túnel de desviación, 200 m aguas abajo del portal de entrada, con el fin de instalar una válvula de descarga de fondo tipo Howell - Bunger de 1.27 m de diámetro.

La cámara estará dividida longitudinalmente en dos (2) conductos, uno de los cuales se utilizará para la desviación del río y el otro para instalar la válvula. Terminada la construcción de la presa, el conducto de desvío será cerrado con una compuerta metálica y taponado en concreto.

4.4.3. Portal de Entrada.

La aproximación al portal de entrada del túnel de desviación se efectúa por medio de un canal trapezoidal con taludes 2.0 vertical por 1.0 horizontal, revestido en concreto, para transformar la sección del canal, de trapezoidal a circular, para empalmar con el túnel de desviación.

4.4.4. Portal de Salida.

El túnel de desviación cambia su sección de circular a rectangular inmediatamente aguas arriba del portal de salida; este punto empalma con una transición rectangular a trapezoidal para ampliar la sección desde 7.5 m hasta 13 m de ancho y aumentar la profundidad desde 7.5 hasta 10 m.

La entrega final se realiza mediante un canal trapezoidal revestido de 13 m de ancho y 10 m de profundidad, que empalma con el río Páez.

En la figura 7 se presentan las obras de desviación y la descarga de fondo.

5. REBOSADERO.

La topografía, las características mecánicas de la roca existente, los planos y ángulos de diaclasamiento principal en el estribo derecho de la presa son apropiados para la construcción de un rebosadero frontal tipo canal abierto.

La estructura del rebosadero comprende una explanación para la adecuada aproximación del vertedero, localizado en la cota 1595 m.s.n.m., y una estructura de control a flujo libre, de ancho variable. El perfil en la cresta, tipo OGEE, se localiza en la cota 1599 m.s.n.m., tiene tres (3) compuertas radiales de 14 m x 13 m que permitirán la evacuación de la creciente máxima probable. Inmediatamente después de la estructura de control, la descarga se hará por medio de un canal rectangular de ancho y profundidad variables, que empalma mediante una curva vertical de 71 m de radio con un canal de evacuación de 20 m de ancho y profundidad variable. La estructura de disipación de la energía y entrega al río será un deflector con ángulo de salida de 30°, ubicado en la cota 1522.7 m.s.n.m., el cual permitirá la descarga al lecho del río. La longitud total del canal de evacuación es de 300 m dividido en dos (2) tramos: el inicial con pendiente del 19% y una longitud de 220 m, terminando en la cota 1556 m.s.n.m., y el final con pendiente de 43% y una longitud de 80 m, terminando en el salto de skí.

En la Figura 8 se presentan los detalles del rebosadero.

6. CAPTACION Y CONDUCCION.

6.1. Bocatoma.

La bocatoma será del tipo pozo vertical; estará situada sobre la margen derecha del río, a unos 300 m aguas arriba del eje de presa. Esta estruc

tura consiste en un tronco octogonal de 10 m de diámetro exterior formado por rejas verticales sobre un pozo vertical de aducción de 5.0 m de diámetro. La rejilla de entrada estará formada por cuatro (4) paneles verticales de 3.0 x 1.0 m con barras de 10 x 2 cm espaciadas cada 10 cm y un panel superior horizontal de 3.00 x 3.00 m. El área total de la reja es de 21.0 m². La tapa superior del cilindro será de concreto reforzado sobre columnas que sirven de guía y soporte a los paneles de la reja.

El control de flujo será realizado mediante una compuerta Wagón ubicada dentro de una cámara de compuertas, localizada en el túnel de carga, a 65 m de la bocatoma. La cámara de compuertas es una caverna subterránea de tres (3) niveles: túnel de aducción al nivel 1567 m.s.n.m., cámara húmeda al nivel 1575.5 m.s.n.m. y cámara seca al nivel 1582. En éste último nivel está localizado el accionamiento hidráulico de la compuerta y el ascensor que comunica la cámara de compuertas con la superficie.

En el nivel 1617 m.s.n.m. se encuentra ubicada la casa de máquinas del ascensor.

6.2. Conducción.

Las obras de conducción comprenden : el pozo vertical de aducción, un túnel inicial de 6 Km de longitud, 5 m de diámetro y 0.3% de pendiente; una almenara de 10.8 m de diámetro y 84 m de longitud; un tramo final de túnel de carga de 4.50 m de diámetro y 300 m de longitud que empalma con la tubería de carga de 4.50 m de diámetro y 650 m de longitud.

El pozo de aducción es un conducto de sección circular de 5 m de longitud y 5.0 m de diámetro, revestido en concreto, con entrada en el nivel 1588 m.s.n.m., que empalma con el túnel horizontal al nivel 1569.5 m.s.n.m. mediante un codo vertical de 10 m de radio.

La almenara prevista para obtener adecuadas condiciones de regulación de las turbinas, se localizará en la abscisa K6 + 000. Estará limitada entre los niveles 1643 y 1559, con un diámetro interno de 10.8 m.

La tubería de presión empalma con el túnel de carga al nivel 1546 m.s.n.m. y con el tubo distribuidor en el nivel 1303 m.s.n.m.; tiene una longitud de 650 m, diámetro interno de 4.5 m; está dividida en cuatro (4) tramos de 24 silletas de concreto y 5 macizos de anclaje.

El distribuidor se subdivide en dos (2) conductos a presión de 2 m de diámetro, los cuales alimentan cada una de las turbinas de la central.

En la figura 9 se presentan los detalles de bocatoma, conducción, almenara y tubería de carga.

4.7. CENTRAL.

4.7.1. Localización.

La central proyectada es de tipo superficial ubicada al nivel 1303 m.s.n.m. en la margen derecha del río Páez, implantada aguas arriba de la cola del embalse del proyecto Macama, en inmediaciones del municipio Páez, con una capacidad instalada de 115.000 Kw.

4.7.2. Casa de Máquinas.

La descripción de los equipos y facilidades ubicadas en los diversos niveles de la central es la siguiente:

Nivel	1287:	Fondo canal de fuga.
Nivel	1294.5:	En éste nivel se ha ubicado la tubería de -

presión, las válvulas esféricas de control, las turbinas, las válvulas de aguja y los accesos a las galerías de inspección de las turbinas.

Nivel	1296.5:	A éste nivel se encuentra la sala de gobernadores y accionamiento de los deflectores.
Nivel	1299.75:	En este nivel se encuentran ubicados los generadores y las galerías de cables y barras que conectan los generadores con los transformadores, la subestación y los tableros de control.
Nivel	1303.25:	Este es el nivel principal de la central donde se ubican la sala de generadores, la sala de control, oficinas, talleres, almacenes, cuarto de baterías y generación.
Nivel	1311.25:	En éste nivel se encuentra ubicado el Puente Grúa.

Se han previsto pozos verticales, coincidentes en todos los niveles, para izaje de repuestos y equipos pesados utilizando el puente grúa principal. La comunicación entre niveles se realizará mediante dos (2) escaleras y un ascensor.

4.7.3. Equipos.

Los equipos de la central estarán compuestos por dos (2) turbinas Pelton de eje vertical de 77.109 H.P. (U.S.) cada una, girando a 240 r.p.m., diseñadas para operar con un caudal $21.94 \text{ m}^3/\text{s}$, y un salto neto de diseño de

314.6 m, acopladas a generadores trifásicos sincrónicos de 30 polos, con una potencia de 66 MVA localizados en la cámara principal, los cuales generan a un voltaje de 13,8 Kv.

La potencia de cada máquina será transmitida por medio de barras aisladas, que unen la casa de máquinas con la subestación y patio de conexiones.

En la subestación exterior, que se localiza a la izquierda de la casa de máquinas, se instalarán dos (2) bancos de transformadores de 76 MVA convencionales OA/FOA con relación de 13,8/230 Kv.

Se ha previsto que cada unidad, junto con un banco de transformadores asociados, tendrá tableros de mando y protección para operación local. La transmisión de potencia desde los generadores se hará por medio de barras.

La sala de mando principal estará localizada dentro de la central y contará con todos los elementos de mando, protección y supervisión necesarios, para la operación de todos los equipos de la central.

En caso de construir todo el desarrollo de los ríos Páez y La Plata, el comando y operación remota de la central de Piedra Grande se centralizará en un "Centro de Control", localizado en el patio de conexiones del proyecto Paicol. Este centro de control deberá estar interconectado por telemando con la central de Betania.

4.8. PATIO DE CONEXIONES.

El patio de conexiones estará localizado al lado izquierdo de la casa de máquinas, en la cota 1303 m.s.n.m. y tendrá un área aproximada de 4000 m² y las dimensiones son de 50 m de ancho por 80 m de largo.

Para la subestación se ha escogido en principio un esquema convencional de

barra principal y barra de transferencia, con dos (2) módulos de entrada, uno (1) para cada una de las máquinas, un (1) módulo de acople de barras, cuatro (4) módulos de salida para dos (2) líneas de doble circuito a 230 Kv, que conectarán la subestación Piedra Grande con la subestación Macama y con la subestación Popayán.

En la Figura 11 se presenta el diagrama unifilar del Proyecto Piedra Grande.

4.9. CARRETERAS Y VIAS DE ACCESO.

Desde la capital de la república se llega a la zona del proyecto por la carretera Bogotá - Neiva - La Plata - Belalcázar - Toez.

Teniendo en cuenta que la vía existente Belalcázar - Toez, cruza el eje de la presa se ha previsto construir solamente 2.4 Km de carretera auxiliar para realizar la construcción de la central.

El empalme proyectado afecta la vía actual Belalcázar - Toez, por lo cual se ha previsto realizar una variante de 7.40 Km que se describe en el anexo de "Vías y Líneas de Transmisión".

4.10. CAMPAMENTOS.

Considerando la cercanía de la población de Belalcázar al sitio de proyecto (6.5 Km), se decidió localizar el campamento en la citada población.

5.- DESCRIPCION DEL PROYECTO MACAMA.

5.1. LOCALIZACION DEL SITIO DE PRESA.

Se encuentra en el límite de los municipios de Inzá y Páez (Belalcazar), 750 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Negro y Páez.

5.2. EMBALSE.

El embalse creado por la presa tendrá una longitud de 10.0 Km y cubrirá un área de 5.12 Km². La capacidad total del embalse a la cota máxima extraordinaria 1292 m.s.n.m., será de 200 Mm³. El volumen útil está fijado por un desembalse máximo de 49 m y corresponde a 146.8 Mm³. El volumen disponible para la laminación de crecientes es de 17.1 Mm³ y el volumen - muerto 36.1 Mm³.

En las figuras 12 y 13 se presenta la localización y el perfil del proyecto y la geología regional del mismo.

Las terrazas y depósitos piroclásticos existentes que serán cubiertos parcialmente por el embalse, deberán ser analizados cuidadosamente durante la etapa de factibilidad, en especial, la acción de descenso rápido del embalse.

5.3. PRESA.

5.3.1 Descripción del Sitio de Presa.

El sitio de presa seleccionado se halla localizado en el cañon existente, entre las quebradas de Macama y la Meseta, 750 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Negro, cañon en forma de "U" muy amplio, asimétrico con pendientes transversales promedio en la margen izquierda de 30°; y de 60° en la margen derecha.

Se analizaron varios ejes de presa entre las quebradas mencionadas el emplazamiento final se seleccionó 250 m aguas abajo de la confluencia de la quebrada La Meseta, para minimizar la remoción de material de derrubio en los estribos de la presa y lograr un adecuado empotramiento.

5.3.2. Tipo de Presa.

Se consideraron dos (2) alternativas de presa : presa de enrocado con núcleo de arcilla y presa de enrocado con pantalla de concreto.

La alternativa de construir una presa de enrocado con pantalla de concreto fué seleccionada por factores similares a los descritos en el proyecto Piedra Grande.

- El ancho de la corona será de 10 m y tendrá una vía de doble calzada de 7.0 m de ancho.
- El talúd de aguas abajo será protegido con enrocado.

La atagüa principal tendrá 12 m de altura, con la corona al nivel 1196 - m.s.n.m., y estará constituida por materiales procedentes de la excavación de los estribos de la presa principal, con taludes 1.0 vertical por 2 horizontal. Posteriormente, la atagüa se integrará al cuerpo de la presa, mediante el relleno del espacio existente entre la presa y la atagüa; el volumen de la atagüa será de 29.700 m³. La preatagüa a la cota 1191 tendrá un volumen de 22.875 m³.

5.3.3. Características de la presa.

Las principales características del diseño adoptado para la presa de describen a continuación :

- Nivel de la corona 1298 m.s.n.m., con una altura de 120 m.

- Pendiente de 1 vertical a 1.6 horizontal para el talud de aguas abajo y 1 vertical por 1.6 horizontal para el talud de aguas arriba.
- Volúmen de enrocado 5.2 Mm³.
- La fundación de la presa está constituida por rocas metamórficas tipo tobas ignimbríticas y metabasaltos cloritizados altamente compactados y esquistos cloríticos y cuarzoceríticos medianamente cementados, - en bancos gruesos duros y resistentes, que presentan buenas características para la fundación y emplazamiento de la presa.
- La pantalla de concreto tendrá un espesor variable entre 0.30 y 0.80 m y el volúmen de concreto correspondiente es de 32784 m³.
- Se ha previsto realizar a lo largo del contacto de la pantalla con los estribos, tres (3) filas de inyecciones verticales, de profundidad variable entre 25 m y 50 m con separaciones entre cada inyección de 2 m para una longitud total de 30.000 m.
En cada uno de los estribos, y aguas abajo del eje de presa se ha previsto construir dos (2) galerías de drenaje normales al lecho del río, de 340 m de longitud.
- El borde libre previsto es de 6 m.

5.3.4. Materiales de Construcción.

El enrocado se obtendrá de bloques de material igneo de composición gabbroidea a granítica pertenecientes al Macizo de La Plata, localizadas en la margen derecha del río entre 3 y 4 Km aguas abajo del sitio de presa.

Una descripción de las rocas investigadas para la construcción de la presa se presenta en el anexo de "Suelos y Materiales".

Los materiales de filtro y agregados de concreto, se explotarán de las terrazas aluviales existentes sobre el río Páez entre el sitio de presa y -

la cantera de enrocado descrita anteriormente.

En las figuras 14 a 16 se presenta la geología semidetallada del sitio de presa y la localización en planta, cortes y dimensiones de la presa.

5.4. DESVIACION.

5.4.1. Conducto de Desviación.

Para la construcción de la presa se ha previsto la desviación del río por medio de un túnel localizado en la margen derecha, con una longitud de 560 m, con pendiente de 4.5%, y sección circular de 8.0 m de diámetro. La capacidad de evacuación máxima es de 920 m³/s, para una altura de ataguía de 12 m, y caudal que corresponde a la creciente máxima para un período de retorno de 25 años. El túnel de desviación será excavado en roca metamórfica del tipo metabasaltos, en rocas ignimbríticas, esquistos cericíticos, y cuarcitas pertenecientes al Complejo de Macama. Se prevee su revestimiento total en concreto, debido al alto grado de diaclasamiento y fracturación de la roca.

5.4.2. Descarga de Fondo-Tapón.

Se ha previsto construir una cámara dentro del túnel de desviación, localizada a 370 m aguas abajo del portal de entrada, con el fin de instalar una válvula de descarga de fondo tipo Howell - Bungler de 1.50 m de diámetro.

La cámara estará dividida longitudinalmente en dos (2) conductos, uno de los cuales se utilizará para la desviación del río y el otro para instalar la válvula. Terminada la construcción de la presa, el conducto de desvío será cerrado con una compuerta metálica y taponado en concreto.

5.4.3. Portal de Entrada.

La aproximación al portal de entrada del túnel de desviación se efectúa - por medio de un canal trapezoidal con taludes dos (2) vertical por uno (1) horizontal, sin revestir, con una longitud de 50 m. En éste punto se ha previsto una transición revestida en concreto para transformar la sección del canal, de trapezoidal a circular para empalmar con el túnel de desviación.

5.4.4. Portal de Salida y Cámara de Amortiguación.

El túnel de desviación cambia su sección circular a rectangular, 8 m aguas arriba del portal de salida. En éste punto empalma con el tanque de amortiguación, el cual está compuesto por una transición de rectangular a rectangular que amplía la sección de 8 m a 16 m de ancho, y un canal rectangular de 37.6 m de longitud por 16 m de ancho y 9.7 m de profundidad.

La entrega final se realiza mediante un canal trapezoidal sin revestir de 22 m de ancho y 40 m de longitud y de profundidad variable.

En la figura 17 se presentan las obras de desviación y la descarga de fondo.

5.5. REBOSADERO.

La topografía, las características mecánicas de la roca existente, los planos y ángulos de diaclasamiento principal en el estribo derecho de la presa, son apropiados para la construcción del rebosadero frontal tipo canal abierto.

La estructura del rebosadero comprende, una explanación para la adecuada aproximación al vertedero, localizada en la cota 1270.8 m.s.n.m., y una es

estructura de control a flujo libre, con perfil en la cresta tipo OGEE, localizada en la cota 1276 m.s.n.m.; tiene tres (3) compuertas radiales de 12.00 x 13.30 m que permitirán la evacuación de la creciente máxima probable, equivalente a 5460 m³/s. Inmediatamente después de la estructura de control, la descarga se hará por medio de un canal rectangular con flujo uniforme, que empalma mediante una curva vertical de 53 m de radio y 31.8° de deflexión, con un canal de evacuación de ancho y profundidad variables.

La estructura de disipación de la energía será un deflector con ángulo de salida de 31.5°, ubicado a la cota 1210 m.s.n.m., el cual permitirá la descarga al lecho del río. La longitud total del canal de evacuación es de 155 m dividida en dos (2) tramos: el inicial con pendiente de 1% y una longitud de 30 m, terminando en la cota 1270 m.s.n.m., y el final con pendiente de 68% y una longitud de 95 m, terminando en el salto de Ski.

En la figura 18 se presentan los detalles del rebosadero.

5.6. CAPTACION Y CONDUCCION.

5.6.1. Bocatoma.

La bocatoma será de tipo vertical, estará situada sobre la margen izquierda del río a unos 230 m aguas arriba del eje de la presa. Esta estructura consiste en un tronco de exágono de 16 m de diámetro exterior, formado por rejas verticales de cuatro (4) m de longitud y 1.5 m de ancho, y una reja superior circular de 7.5 m de diámetro, con barras de 2 x 10 cm, espaciadas cada 13 cm. El área total de la reja es de 80 m². La tapa superior del cilindro será de concreto reforzado sobre columnas que sirven de guía y soporte a los paneles de reja.

El control de flujo será realizado mediante una compuerta WAGON ubicada dentro de una cámara de compuertas de 8 m x 8 m, localizada en el túnel de carga, a 60 m aguas abajo de la intersección de éste con el pozo vertical

de aducción. La cámara de compuertas es una caverna subterránea de tres-
(3) niveles: túnel de aducción al nivel 1212.5 m.s.n.m., cámara húmeda al
nivel 1218 m.s.n.m. y cámara seca al nivel 1228 m.s.n.m. En éste último
nivel se encuentra localizado el accionamiento hidráulico de la compuerta
y el ascensor que comunica la cámara de compuertas con la superficie.

Al nivel 1298 m.s.n.m. se encuentra ubicada la casa de máquinas del ascen-
sor.

5.6.2. Conducción.

Las obras de conducción comprenden el pozo vertical de aducción, tres (3)
tramos de túnel a presión conectados entre sí mediante dos (2) sifones , -
una almenara, una tubería de presión, el tubo distribuidor y un canal de
fuga que conecta los tubos de aspiración de las turbinas con el río Páez.

La localización y alineamiento de las conducciones se presentan en la fi-
gura 12 y los detalles y perfiles en las figuras 19 y 20 y su descripción
es la siguiente:

El pozo de aducción es un conducto de sección circular de 10 m de longitud
y 7.5 de diámetro revestido en concreto, con entrada en el nivel 1237-
m.s.n.m., empalma con el túnel horizontal de carga al nivel 1212.5 m.s.n.m.
mediante un codo vertical de 15 m de radio y 7.5 m de diámetro interno.

El túnel de carga es un conducto de sección circular y 14.85 Km de longi-
tud dividido en tres (3) tramos y con pendientes de 0.12%, 0.12% y 0.07%-
respectivamente; revestido en concreto, con transiciones de circular a rec-
tangular en la cámara de compuertas.

Los tramos del túnel estan conectados mediante dos (2) sifones localizados
en la abscisa K 2 + 400 y K 8 + 700, en tubería metálica de 7.5 m de -

diámetro y 5 cm de espesor. Las longitudes de los sifones son de 183 y 152 m respectivamente.

La almenara, necesaria para obtener adecuadas condiciones de regulación en las turbinas, se localizará en la abscisa K 14 + 077, estará limitada entre los niveles 1202 y 1331, con un diámetro interno de 12,6 m y longitud de 129 m.

La tubería matriz de distribución, distribuidor, es una tubería metálica de 5.6 m de diámetro.

La tubería de presión empalma con el túnel de carga al nivel 1197.6 m.s.n.m. y con el tubo distribuidor en el nivel 994.5 m.s.n.m. La tubería de presión tiene una longitud total de 470.0 m de diámetro interno de 5.6 m, está dividida en cinco (5) tramos apoyados sobre dieciocho (18) silletas de concreto y cuatro (4) macizos de anclaje.

El distribuidor se subdivide en cuatro (4) conductos a presión de 1.72 m de diámetro, los cuales alimentan cada una de las turbinas de la central.

El canal de fuga conectará el tubo de aspiración de las turbinas con el río Páez, descargando al nivel 1000 m.s.n.m. El canal ha sido diseñado, para trabajar a flujo libre, con una longitud de 50 m, una pendiente de 1% y será revestido en concreto. A la salida de cada tubo de aspiración existirán dos (2) compuertas rectangulares para aislar las turbinas y el tubo de aspiración en caso de revisiones o reparaciones.

5.7. CENTRAL.

5.7.1. Descripción General de las Obras.

La central proyectada es de tipo superficial, ubicada al nivel 1000.7 m.s.n.m. en la margen izquierda del río Páez, implantada 5 Km aguas arriba

Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

de la cola del embalse del Proyecto Paicol, en inmediaciones de la Vereda Cansarocines.

Las obras de la central comprenden un pórtico principal, de 42.8 m de largo, 9.60 m de ancho y 10.5 m de altura, los equipos de generación, y una estructura de concreto adyacente que aloja los equipos de control y tableros.

5.7.2. Casa de Máquinas.

La casa de máquinas tendrá 50.2 m de longitud, 17.6 m de ancho y 21.8 m de altura. La descripción de los equipos y facilidades ubicadas en los diversos niveles de la central es la siguiente:

Nivel	990.1 :	Fondo tubo de aspiración.
Nivel	994.5 :	En éste nivel se ha ubicado la tubería de presión, las válvulas esféricas de control, las turbinas, los accesos a las galerías de inspección de las turbinas, y las bombas de evacuación de agua de la central.
Nivel	995.8 :	En éste nivel se localiza la sala de gobernadores, el acceso a los mecanismos de accionamiento de los álabes directrices de las turbinas.
Nivel	998.7 :	En éste nivel se encuentra ubicada la galería de cables y la galería de barras que conectan los generadores con los transformadores.
Nivel	1000.7 :	Este nivel es el principal de la central, donde se encuentran los tableros de control de la misma y adicionalmente el área para montaje y

reparaciones de generadores turbinas y transformadores, las oficinas, baños, almacén de repuestos, papelería, etc.

Nivel 1008.1 : Este es el nivel del Puente Grúa.

Se han previsto cuatro (4) pozos verticales, coincidentes en todos los niveles, para izaje de repuestos y equipos pesados utilizando el Puente Grúa Principal. La comunicación de los niveles se realizará a través de escaleras y ascensores.

5.7.3. Equipos.

Los equipos de la central estarán compuestos por cuatro (4) turbinas Francis de eje vertical de 76.5 Mw cada una, girando a 514.28 r.p.m. diseñadas para operar un caudal de 30.4 m³/s y un salto neto de diseño de 286.9 m, acopladas a generadores trifásicos sincrónicos, de 14 polos y 87.5 MVA de potencia localizados en la cámara principal, los cuales generan a un voltaje de 13.8 kilovoltios.

La potencia de cada máquina será transmitida por medio de barras aisladas localizadas en las galerías de barras descritas anteriormente, y que unen la casa de máquinas con la subestación y patio de conexiones.

5.7.4. Subestación y Patio de Conexiones.

La subestación exterior está localizada al lado izquierdo de la casa de máquinas. Se instalarán cuatro (4) bancos de dos (2) transformadores de 50 MVA trifásicos convencionales OA/FOA con relación de transformación de 13.8/230 Kv.

Se ha previsto que cada unidad, junto con un banco de transformadores aso

ciados, tendrá tableros de mando y protección para operación local. La transmisión de potencia de los generadores a la subestación se hará por medio de barras.

La sala de mando principal estará localizada dentro de la central y contará con todos los elementos de mando, protección y supervisión necesarios para la operación de todos los equipos de la central.

En caso de construir todo el desarrollo de los ríos Páez y La Plata el comando y operación remota de los cuatro (4) proyectos se centralizará en un "Centro de Control" localizado en el patio de conexiones del proyecto Paicol, este Centro de Control deberá estar interconectado por telemando a la central de Betania.

La disposición general de la casa de máquinas y equipos se puede observar en las Figuras 21 y 22.

El patio de conexiones tendrá un área aproximada de 4000 m², y dimensiones de 50 m de ancho por 80 m de largo.

Para la subestación se ha escogido, en un principio, un esquema convencional de barra principal y barra de transferencia, con siete (7) módulos de entrada, uno para cada una de las máquinas, un módulo de acople de barras dos (2) módulos de salida para dos (2) líneas de doble circuito a 230 Kv, que conectarán la subestación Macama con la subestación Paicol y con la subestación Piedra Grande.

En la Figura 23 se presenta el diagrama unifilar de los patios de conexiones.

5.7.5. Carreteras y Vías de Acceso.

El sitio del proyecto tiene dos (2) vías de acceso principales. La prime

ra que viene del norte y comunica la ciudad de Cali con el municipio de Puente Ricaurte pasando por la zona del proyecto y por la cual llegarán los equipos y maquinaria requeridos tanto para la construcción de la presa como de la casa de máquinas.

Una vez terminadas las obras, o simultaneamente, deberá construirse una nueva vía que reemplace a la anterior en un tramo de 16 Km aproximadamente.

Desde el sur se llega por una carretera que, viniendo desde la Plata, pasa por Puente Ricaurte y llega al sitio del proyecto.

Una derivación de esta vía permitirá el acceso al sitio de campamentos.

El replanteo total de vías que implica el proyecto alcanza los 28 Km aproximadamente.

Una descripción detallada se presenta en el anexo de "Vias y Líneas de Transmisión".

5.7.6. Campamentos.

Se ha previsto una zona de campamentos, talleres y planta de concretos sobre la margen derecha del río Páez, 450 m aguas abajo del eje de presa.

Las oficinas y viviendas quedarán en la margen derecha 4.5 Km aguas arriba del sitio de presa sobre la cota 1300 con el fin de ser utilizadas posteriormente por la entidad que opere la central.

6.- PROYECTO GUINEA.

6.1. LOCALIZACION.

El proyecto Guinea se halla localizado en jurisdicción del municipio de la Plata, aguas abajo del cacerío de Villa Lozada.

6.2. EMBALSE.

El embalse creado por la presa tendrá una longitud de 5.0 Km y cubrirá un área de 3.2 Km². La capacidad total del embalse a la cota máxima extraordinaria 1264.8 m.s.n.m., será de 110.5 Mm³. El volumen útil está fijado por un desembalse máximo de 26.6 m y corresponde a 60.0 Mm³. El volumen muerto para la acumulación de sedimentos en los 50 años de vida útil de la presa será de 41.5 Mm³. El volumen disponible para la laminación de crecientes es de 9.0 Mm³.

En las figuras 24 y 25 se presenta la localización y perfil general del proyecto y la geología regional del mismo.

6.3. PRESA.

6.3.1. Descripción del Sitio de Presa.

El sitio seleccionado para el proyecto se halla localizado a la entrada del cañon existente entre las quebradas Perico y Los Bojos, 450 m aguas abajo del puente del carreteable que se desprende hacia San Vicente, en el sitio denominado Guinea, cañon en forma de "V", pendientes transversales promedio en la margen izquierda de 30°, y 35° en la margen derecha.

Se analizaron varios ejes de presa entre las quebradas mencionadas, y el emplazamiento final se seleccionó para lograr un adecuado empotramiento de la presa.

6.3.2. Tipo de Presa.

Se consideraron dos (2) alternativas de presa: presa de enrocado con núcleo de arcilla y presa de enrocado con pantalla de concreto.

La alternativa de construir una presa de enrocado con pantalla de concreto fué seleccionada por las mismas razones descritas para el Proyecto Piedra Grande.

6.3.3. Características de la Presa.

Las principales características de diseño adoptadas para la presa se describen a continuación:

- Nivel de la corona 1270 m.s.n.m.
- Altura máxima 88 m.
- Pendiente de 1 vertical a 1.6 horizontal para el talud de aguas abajo y 1 vertical por 1.6 horizontal para el talud de aguas arriba.
- Volúmen de enrocado 1.785.000 m³.
- La fundación de la presa está constituida por rocas basálticas en el estribo derecho, y en el estribo izquierdo tobas vitreo-cristalinas de composición riolítica de alta compactación que presentan excelentes características para la fundación y emplazamiento de la presa.
- La pantalla de concreto tendrá un espesor variable entre 0.30 y 0.65 m; y el volúmen de concreto correspondiente es de 16.528 M³.
- Se ha previsto realizar a lo largo del contacto entre la pantalla y los estribos, tres (3) filas de inyecciones normales a la superficie de contacto, de profundidad variable entre 25 y 35 m con una longitud total de inyección de 38000 m.
- Se ha previsto construir dos (2) galerías de drenaje normales al le -

cho del río de 300 m de longitud aguas abajo de la presa.

- El borde libre previsto es de 5.00 m.
- El ancho de la corona será de 8.00 m y tendrá una vía de doble calzada.
- El talud aguas abajo será protegido con enrocado de tamaño máximo.
- La estratificación propuesta es similar a la descrita para la presa - del proyecto Paicol en una etapa.

La ataguía principal tendrá 15 m de altura, con la corona al nivel 1197 m.s.n.m. y estará constituida por materiales procedentes de las excavación del vertedero y de los estribos de la presa principal, con taludes 1.0 vertical por 2 horizontal. Posteriormente, la ataguía se integrará al cuerpo de la presa mediante el relleno del espacio existente entre la presa y la ataguía; el volumen de la ataguía será de 33.000 m³.

En las figuras 26 y 27 se presenta la planta general, y la geología semi-detallada del sitio de presa. En la figura 28 se presentan los cortes y detalles de la presa.

6.3.4. Materiales de Construcción.

El enrocado se obtendrá de bloques de material igneo, de composición granito-gráfico de Villa Lozada, localizados en la margen derecha del río entre 2.5 y 4 Km aguas arriba del sitio de presa.

Una descripción de las rocas investigadas para la construcción de la presa se presenta en el volumen V "Suelos y Materiales".

Los materiales de filtro y los agregados de concreto se explotarán de los aluviones existentes en el lecho del río, inmediatamente aguas arriba y aguas abajo del sitio de presa.

6.4. DESVIACION.

6.4.1. Conducto de Desviación.

Para la construcción de la presa se ha previsto la desviación del río por medio de un túnel localizado en la margen izquierda, con una longitud de 340.0 m, con pendiente del 1%, y sección circular de 7.5 m de diámetro, con capacidad de evacuación máxima de 429 m³/s, para una altura de ataguía de 15.0 m. El túnel de desviación será excavado en tobas vitreo-cristalinas riolíticas de alta compactación de la Formación Saldaña y se prevee su revestimiento en concreto hasta la cámara del descargador de fondo.

6.4.2. Descarga de Fondo-Tapón.

Se ha previsto construir una cámara dentro del túnel de desviación, 150 m aguas abajo del portal de entrada, con el fin de instalar una válvula de descarga de fondo tipo Howell - Bunger de 1.27 m de diámetro.

La cámara estará dividida longitudinalmente en dos (2) conductos uno de los cuales se utilizará para la desviación del río y el otro para instalar la válvula. Terminada la construcción de la presa, el conducto de desvío será cerrado con una compuerta metálica y taponado en concreto.

6.4.3. Portal de Entrada.

La aproximación al portal de entrada del túnel se efectúa por medio de un canal trapezoidal, excavado con taludes dos (2) vertical por uno (1) horizontal, sin revestir con una longitud de 90 m. En éste caso existe una transición trapezoidal rectangular que empalma con el túnel de desviación.

6.4.4.

Portal de Salida y Cámara de Amortiguación.

El túnel de desviación cambia su sección de circular a rectangular inmediatamente aguas arriba del portal de salida. En este punto empalma con el tanque de amortiguación, que está constituido por una transición rectangular para ampliar la sección de 7.50 m a 15.0 m de ancho y aumentar la profundidad del canal entregando directamente al río.

En la figura 26 se presenta la localización y alineamiento de las obras de desviación, y en la figura 29 los cortes y detalles correspondientes.

6.5.

REBOSADERO.

La topografía, las características mecánicas de la roca existente, los planos y ángulos de diaclasamiento principal en el estribo izquierdo de la presa son apropiados para la construcción de un rebosadero frontal tipo canal abierto.

La estructura del rebosadero comprende una explanación para la adecuada aproximación del vertedero, localizada en la cota 1247 m.s.n.m., y una estructura de control a flujo libre de 45 m de ancho, con dos (2) pilas interiores de 2.5 m de ancho cada una. El perfil de la cresta es del tipo OGEE, con nivel 1251.5 m.s.n.m. Se han previsto tres (3) compuertas radiales de 13.33 x 10 m que permitirán la evacuación de la creciente máxima probable. La descarga se hará por medio de un canal rectangular, de ancho y profundidad variable que empalma una estructura de disipación de energía tipo salto de ski con radio de 18.6 m y ángulo de salida de 26°, el cual permitirá la descarga al lecho del río. La longitud total del canal de evacuación es de 213 m dividido en dos (2) tramos: el inicial con pendiente de 1% y una longitud de 61.5 m, terminando en la cota 1.246.6 m.s.n.m., y el final con pendiente de 49.4% y una longitud de 115.2 m, empalmados por una curva vertical de 77,0 m de radio y 36,6 m de longitud.

En la Figura 30 se presentan los detalles del rebosadero.

6.6. CAPTACION Y CONDUCCION.

6.6.1. Bocatoma

La bocatoma será del tipo vertical; estará situada sobre la margen izquierda del río, a unos 140 m aguas arriba del eje de la presa. Es una estructura de planta cuadrada de 10 m de lado con rejas verticales, sobre el pozo de aducción de 32 m de longitud. La rejilla de entrada estará formada por cuatro (4) paneles verticales de 3.20 m de ancho y 1 m de alto, y un panel circular en la tapa superior de 4 m de diámetro con barras de 10 x 2 cm, espaciadas cada 8 cm. El área total de rejas es de 25.4 m².

La tapa superior de concreto reforzado está apoyada sobre macizos en las esquinas, los cuales sirven de guía y soporte a los paneles de la reja.

El control de flujo será realizado mediante una compuerta WAGON y una de rodillos para emergencia y reparaciones, dentro de una cámara de compuertas localizada en el túnel de carga a 60 m de la intersección con el pozo de aducción. La cámara de compuertas consta de tres (3) niveles: túnel de aducción al nivel 1200 m.s.n.m., cámara húmeda entre las cotas 1204.00 y 1211 y cámara seca al nivel 1216 m.s.n.m. En éste último nivel se encuentra localizado el accionamiento mecánico de las compuertas.

6.6.2. Conducción

Las obras de conducción comprenden el pozo vertical de aducción, un tramo de túnel a presión, una almenara, una tubería de presión, el tubo distribuidor y un canal de fuga que conecta los tubos de aspiración de las turbinas con el río La Plata.

Las conducciones se describen a continuación y su localización y alineamiento se presentan en la Figura 24.

El pozo de aducción es un conducto de sección circular de 34 m de longitud y 5.50 m de diámetro revestido en concreto, con entrada al nivel 1235.4 m.s.n.m. y empalma con el túnel horizontal al nivel 1200 m.s.n.m. mediante un codo vertical de 11 m de radio y 5.50 m de diámetro interno.

El túnel de carga es un conducto de sección circular de 11.22 Km de longitud, 5.50 m de diámetro, pendiente de 0.91%, revestido en concreto, con transiciones de circular a rectangular en la cámara de compuertas y conecta el pozo de aducción con la tubería de carga.

La almenara necesaria para obtener adecuadas condiciones de regulación en las turbinas, se localizará en la abcisa K 10 + 400, estará limitada entre los niveles 1199.1 y 1300.0, con un diámetro interno de 8.50 m.

La tubería de presión empalma con el túnel de carga en el nivel 1097.9 m.s.n.m. y con el tubo distribuidor en el nivel 996.9 m.s.n.m.; tiene una longitud de 1200 m, diámetro interno 5.50 m, está dividida en cuatro (4) tramos soportada sobre silletas de concreto y macizos de anclaje.

El distribuidor subdivide la tubería de carga en dos (2) conductos a presión de 1.86 m de diámetro, los cuales alimentan cada una de las turbinas de la central.

El canal de fuga conectará el tubo de aspiración de las turbinas con el río Páez, descargando al nivel 1000 m.s.n.m. El canal ha sido diseñado para trabajar a flujo libre, con una longitud de 220.0 m, una pendiente de 0.02% y sección trapezoidal con taludes 1 horizontal por 1 vertical.

A la salida de cada tubo de aspiración existirán dos (2) compuertas rec -

tangulares para aislar y separar las turbinas del tubo de aspiración para revisión o reparaciones.

En la Figura 31 se presentan los detalles de las conducciones, y en las Figuras 32 y 33 los detalles del distribuidor y canal de fuga.

6.7. CENTRAL.

6.7.1. Descripción General de las Obras.

La central proyectada es de tipo superficial, ubicada al nivel 1004.0 m.s.n.m. en la margen derecha del río La Plata implantada 2.0 Km aguas arriba de la cola del embalse del Proyecto Paicol, en inmediaciones del municipio de La Plata.

Las obras de la central comprenden un pórtico principal, de 27 m de largo, 10.30 m de ancho y 19.0 de altura, el cual aloja los equipos de generación, los equipos de control y los tableros.

6.7.2. Casa de Máquinas.

La descripción de los equipos y facilidades ubicadas en los diversos niveles de la central es la siguiente:

Nivel	992.45 :	Fondo tubo de aspiración.
Nivel	994.58 :	En este nivel se han ubicado los accesos a las galerías de inspección de las turbinas.
Nivel	995.45 :	En este nivel se han ubicado las bombas de evacuación de agua de la central.

Nivel	996.95:	En éste nivel se ha ubicado la tubería de presión, las válvulas esféricas de control y las turbinas.
Nivel	997.95:	En éste nivel se localiza la sala de gobernadores, el acceso a los mecanismos de accionamiento de los álabes directrices de las turbinas y la sala de aceite.
Nivel	1000.65:	En éste nivel se encuentran ubicados los generadores, la galería de cables y la galería de barras que conectan los generadores con los transformadores y el cuarto de baterías.
Nivel	1004.00:	Este es el nivel principal de la central, donde se encuentran los tableros de control de la central, el área para montaje y reparaciones de generadores, turbinas y transformadores, las oficinas, baños y almacén de repuestos livianos, papelería, etc.
Nivel	1010.00:	Este es el nivel del Puente Grúa.

Se han previsto dos (2) pozos verticales, coincidentes, en todos los niveles, para izaje de repuestos y equipos pesados utilizando el Puente Grúa-Principal. La comunicación entre niveles se realizará a través de escaleras.

En las figuras 32 y 33 se presentan la planta cortes y detalles de la casa de máquinas.

6.7.3. Equipos.

Los equipos de la central estarán compuestos por dos (2) turbinas Francis de eje vertical girando a 450 r.p.m., diseñadas para operar con caudal de $24.3 \text{ m}^3/\text{s}$, y un salto neto de diseño de 261.3 m, acopladas a generadores trifásicos sincrónicos de 16 polos, de 60.6 MVA de potencia, localizados en la cámara principal, los cuales generan a un voltaje de 13.8 Kv.

La potencia de cada máquina será transmitida por medio de barras aisladas localizadas en las galerías de barras descritas anteriormente, y que unen la casa de máquinas con la subestación y patio de conexiones.

La subestación exterior se localiza al lado derecho de la casa de máquinas, donde se instalarán dos (2) bancos de transformadores trifásicos de 70 MVA convencionales FOA con relación de transformación de 13.8/115 Kv.

Se ha previsto que cada unidad, junto con un banco de transformadores asociados, tendrá tableros de mando y de protección para operación local.

La transmisión de potencia desde los generadores a la subestación se hará por medio de barras.

La sala de mando principal estará localizada dentro de la central y contará con todos los elementos de mando, protección y supervisión necesarios para la operación de todos los equipos de la central.

En caso de construir todo el desarrollo de los ríos Páez y La Plata el comando y operación remota de los cuatro (4) proyectos se centralizará en un "Centro de Control" localizado en el patio de conexiones del Proyecto Paicol. Este centro de control deberá estar interconectado por telemando con las centrales de Betania y Quimbo.

6.7.4. Patio de Conexiones.

El patio de conexiones estará localizado a la derecha de la casa de máquinas a la cota 1004 m.s.n.m., y tendrá un área aproximada de 4000 m², de 50.0 m de ancho por 80.0 m de largo.

Para la subestación se ha escogido, en principio, un esquema convencional de barra principal y barra de transferencia, con dos (2) módulos de entrada, uno para cada una de las máquinas, un módulo de acople de barras, cuatro (4) módulos de salida para dos (2) líneas de doble circuito a 115 Kv, que conectarán la subestación Guinea con la subestación Altamira.

En la figura 34 se presenta el diagrama unifilar del proyecto Guinea.

6.8. CARRETERAS Y VIAS DE ACCESO.

Para llegar al sitio de presa se utiliza la actual carretera La Plata-Popayán desde la cual se accede por la margen izquierda al sitio de bocanoma y zona de campamentos y por medio de un puente provisional, al portal de entrada de la desviación. Posteriormente sobre la ataguía de aguas abajo se llega a la zona de portal de salida y salto de ski.

6.9. CAMPAMENTOS.

Se ha previsto una zona de campamentos, talleres y planta de concretos sobre la margen izquierda 200 m aguas arriba de la presa. Las oficinas y viviendas quedarán en la margen derecha 1.5 Km aguas arriba del sitio de presa sobre la cota 1285 con el fin de ser utilizadas posteriormente por la entidad que opere la central.

7.- PROYECTO PAICOL.

Teniendo en cuenta que para este proyecto se programaron dos (2) alternativas de desarrollo, la descripción del Proyecto Paicol se ha dividido en tres (3) partes a saber:

1. Obras comunes a las dos (2) alternativas.
2. Obras específicas del Proyecto Paicol en 1 etapa.
3. Obras específicas del Proyecto Paicol en cascada.

7.1. OBRAS COMUNES A LAS DOS (2) ALTERNATIVAS.

Las obras comunes a las dos (2) alternativas de desarrollo son las siguientes:

7.1.1. Embalse.

El embalse creado por la presa tendrá una longitud de 18 Km y cubrirá un área de 20 Km². La capacidad total del embalse a la cota máxima extraordinaria 964.5 m.s.n.m., será de 775 Mm³. El volumen útil será fijado por un desembalse máximo de 65.50 m determinado en los estudios de energía y corresponde a 436 Mm³. El volumen muerto para la acumulación de sedimentos a los 50 años de vida útil de la presa será de 239 Mm³. El volumen disponible para la laminación de crecientes es de 100 Mm³.

En las Figuras 35, 36, 37 y 38 se presenta la localización y los perfiles de las obras de los Proyectos Paicol en 1 etapa y Paicol en cascada respectivamente.

En la Figura 39 se presenta la geología regional del área cubierta por el embalse de Paicol.

7.1.2. Presa.

7.1.2.a. Descripción del sitio de presa.

El sitio seleccionado para el proyecto se halla localizado en el cañon que separa los valles de La Plata y de Tesalia - Paicol, 1.5 Km aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Negro de Nárvaez; un cañon en forma de "V" bastante amplio, asimétrico, con pendientes transversales promedio en la margen izquierda entre 40° y 45°, y en la margen derecha entre 25° y 30°.

El emplazamiento del eje se ha seleccionado principalmente para lograr una adecuada implantación del vertedero.

7.1.2.b. Tipo de Presa.

Se consideraron dos (2) alternativas de presa: presa de enrocado con núcleo de arcilla y presa de enrocado con pantalla de concreto.

La alternativa de construir una presa de enrocado con pantalla de concreto fué seleccionada, dado que los volúmenes de material impermeable para la construcción del núcleo son bastante grandes y se encuentran a una distancia considerable que representa un sobre costo aproximado del 30%. Adicionalmente, una presa de enrocado con pantalla se comporta mejor en una zona de sismicidad alta, como la del sitio de Paicol.

Las principales características de diseño para la presa se describen a continuación:

- Altura de presa 160 m.
- Nivel de la corona 970 m.s.n.m.
- Pendiente de 1 vertical a 1.6 horizontal tanto para el talud de aguas

arriba como para el de aguas abajo.

- Volúmen de enrocado 13.89 Mm³.

La fundación de la presa está constituida por rocas volcánicas duras de tipo ignimbritas, pertenecientes a la Formación Saldaña con cobertura cretácica en las partes altas, que presentan buenas características para la fundación y emplazamiento de la presa.

El estribo derecho presenta depósitos cuaternarios de espesores variables menores de 20 m. La roca (RF) del estribo derecho es una roca - fracturada ligeramente descompresionada. La remoción variará entre 5 y 10 m. En el estribo izquierdo no se presentan depósitos recientes, y la roca se presenta con diaclasamiento moderado.

En las Figuras 40 y 41 se presenta la planta general y la geología se midetallada del sitio de presa.

- Se ha previsto una cortina de inyecciones, bajo el zócalo en tres (3) filas, con separación de 2 m, y una profundidad igual al 40% de la cabeza hidráulica, con un mínimo de 35 m en los estribos; bajo la cresta del rebosadero, a través de una galería dejada para este propósito dentro del macizo, se inyectará a una profundidad de 35 m, a un nivel inferior de 50 m más bajo se ha previsto una segunda galería de inyecciones hacia arriba de 35 m, y de 50 m hacia abajo con el fin de tener 100 m de impermeabilidad en el estribo.
- Aguas abajo se han previsto galerías de drenaje, a la cota 800, paralelas al eje de la presa que se desvían posteriormente hacia el eje de la presa, con el fin de rebatir el nivel freático y captar las aguas que atraviezan las cortinas de inyecciones.
- La placa de concreto reforzado, con espesores variables entre 30 y 90 cm, comienza en un zócalo de concreto que penetra 5 m dentro de la roca sana y da la permeabilidad necesaria al contacto roca placa.
- La zonificación propuesta es la siguiente : la placa se apoya sobre un "enrocado de apoyo" constituido por la zona 1. La cara de aguas a

bajo irá protegida con un enrocado colocado que constituye la zona 6, hacia el interior tendremos las zonas 3A, 3B y 3C, enrocados que disminuyen de calidad hacia el centro y se describen en el anexo de materiales. Además se prevén los enrocados de las zonas 2 y 4 que constituyen zonas permeables para reducir la presión. Sobre la cara de concreto se ha previsto, hasta una altura de 80 m, la colocación de una barrera de material impermeable y encima de éste, los desechos, todo con el fin de aumentar la impermeabilidad de la cara de concreto.

- El cierre será hecho mediante una preatagüa de enrocado de los mayores tamaños e impermeabilizada con materiales mezclados que se pondrán aguas arriba de la preatagüa; con una altura de 10 m, se estima que tendrá un volumen de 4273 m³. La atagüa de aguas arriba de 20 m de altura al nivel 830 m.s.n.m., estará constituida por materiales procedentes de la excavación de los estribos de la presa principal, con taludes 1.0 vertical por 2 horizontal. Posteriormente, la atagüa de aguas arriba formará parte del cuerpo de la presa mediante el relleno del espacio entre la presa y la atagüa; el volumen de la atagüa será de 42185 m³.

La atagüa de aguas abajo es de las mismas características de la anterior; su volumen es de 7910 m³.

7.1.2.c. Instrumentación.

La instrumentación prevista consiste en celdas de asentamiento y piezómetros, con el fin de permitir la evaluación estadística de la compacidad y uniformidad del enrocado, y conocer las características de compresibilidad del mismo y las características de permeabilidad y nivel freático de los diferentes cuerpos de presa.

7.1.2.d. Materiales de Construcción.

El enrocado se obtendrá de bloques de material volcánico ignimbrítico, de

composición riolítica pertenecientes a la Formación Saldaña localizados aguas abajo del sitio de presa y de las excavaciones del vertedero y túneles de desviación.

El enrocado de protección del talud aguas abajo, y de la atagüa, se obtendrá a partir de las rocas intrusivas y migmatíticas pertenecientes a la Formación del Macizo de La Plata, localizadas en las cercanías del municipio de Itaibe.

Una descripción de las rocas investigadas para la construcción de la presa se presenta en el volumen V "Suelos y Materiales".

Los materiales de filtro se explotarán en la terraza existente en la margen derecha del eje de presa, los cuales deberán ser removidos para la adecuada fundación de la misma; de la terraza existente aguas abajo de la confluencia de la quebrada Guamito con el río Páez, y de las excavaciones del vertedero.

Los materiales para agregados se obtendrán de las terrazas descritas. En la Figura 42 se presentan los cortes y detalles de la presa.

7.1.3. Desviación.

7.1.3.a. Conducto de Desviación.

Para la construcción de la presa se ha previsto la desviación del río por medio de dos (2) túneles localizados en la margen derecha, con una longitud de 900 m cada uno, con pendiente de 1.4% y sección circular de 9.5 m de diámetro, con una capacidad de evacuación máxima de 1000 m³/s, para una altura de atagüa de 20 m, caudal correspondiente a la creciente máxima para un período de retorno de 25 años. El túnel de desviación será excavado en roca volcánica del tipo ignimbrita y se prevee su revestimiento en

concreto, aguas arriba del tapón y la válvula de descarga de fondo.

La ataguía y cierre están integrados a la presa, la primera a la cota 830 m.s.n.m. en material homogéneo y el cierre a la cota 820 m.s.n.m. de enrocado de gran tamaño impermeabilizado aguas arriba con materiales mezclados. Los taludes son dos (2) horizontal por uno (1) vertical.

7.1.3.b. Descarga de Fondo - Tapón.

Terminadas las obras de la presa se instalará un tapón de concreto en el centro del túnel derecho de desviación, mientras que en el túnel izquierdo se localizará una válvula de descarga de fondo tipo Howell - Bungler de 1.83 m de diámetro.

A través de la cámara de la válvula Howell - Bungler y el túnel de acceso correspondiente, se puede llevar una tubería de 61 cm de diámetro que permita realizar la irrigación por gravedad de las terrazas de Paicol, área estimada en 3500 Ha.

7.1.3.c. Portal de Entrada.

La aproximación al portal de entrada de los túneles de desviación se efectúa por medio de un canal trapezoidal con taludes de 1 vertical por 1 horizontal, sin revestir, con una longitud de 120 m. En este punto existe una transición de trapezoidal a rectangular.

Entre éste punto y el portal de entrada, el canal es rectangular revestido con muros de 20 m de altura y 40 m de longitud.

Cada portal de entrada ha sido diseñado con dos (2) orificios rectangulares de 5 m X 10 m, con bordes redondeados separados por un muro central de 2.0 m. Los orificios de entrada empalman con el tramo inicial del tú-

nel de desviación el cual es de sección rectangular de 9.5 m x 9.5 m. Se han previsto orificios de entrada en la parte superior del portal, y ranuras guías en los muros para poder colocar las compuertas necesarias en el momento del cierre definitivo del río. A 2.0 m, de la pila central se ha previsto una transición de 12.0 m de longitud para modificar la sección del túnel de rectangular a sección circular.

7.1.3.d. Portal de Salida y Cámara de Amortiguación.

A la salida del túnel de desviación se ha diseñado una transición de circular a rectangular. Inmediatamente aguas abajo se ha previsto una transición de rectangular a rectangular para aumentar el ancho y la profundidad con el fin de crear una cámara de quietamiento de 20 m de ancho x 15 m de profundidad y 40 m de longitud.

La entrega final se realiza mediante un canal trapezoidal sin revestir de 30 m de ancho y taludes dos (2) vertical por uno (1) horizontal.

En la Figura 40 se presenta la planta de localización de las obras de desviación, y en la Figura 43 los cortes y detalles.

7.1.3.e. Obras de Riego.

Consiste en una derivación de 61 cm a partir del descargador de fondo por medio de una tubería de 200 m de longitud que termina con una válvula de disipación en un tanque de donde se conduce por un canal abierto y revestido de sección trapezoidal con taludes 1 vertical por 1 horizontal, ancho en la base de 1.0 y 1.30 de altura, con pendiente de 0.01%.

7.1.4. Rebosadero.

La topografía, las características de la roca existente, los planos y ángulos de diaclasamiento principal en el estribo derecho de la presa, son apropiados para la construcción de un rebosadero tipo canal abierto, con taludes en la excavación superiores a los 70°.

La estructura del rebosadero comprende un canal de aproximación en la cota 937 m.s.n.m. y una estructura de control a flujo libre, a la cota 945 m.s.n.m., con cuatro (4) compuertas de 20 m x 15 m, que permitirá la evacuación de la creciente máxima probable y la restante permanecerá de reserva.

Inmediatamente después de la estructura de control, la descarga se hará por medio de un canal rectangular de profundidad constante y ancho variable. El ancho del canal inicialmente es de 90 m, para terminar en un canal de 37 m en la abscisa 195 m; la estructura de disipación de energía será un deflector con ángulo de salida de 34 °, ubicado a la cota 958.00 m.s.n.m., el cual permitirá la descarga al lecho del río. La longitud total del canal es de 160 m dividido en dos (2) tramos: el inicial con pendiente de 1% y una longitud de 50 m, terminando a la cota 936.5 m.s.n.m. y el final con pendiente de 70.4% y una longitud de 110 m, terminando en el salto de ski. Con el fin de poder operar independientemente cada una de las compuertas se han previsto muros interiores de separación a lo largo de todo el canal.

En la Figura 44 se presentan los detalles del rebosadero.

7.1.5. Bocatoma.

La bocatoma será del tipo pozo vertical; estará situada sobre la margen izquierda del río, a unos 300 m aguas arriba del eje de presa. Esta estructura consiste en un tronco de cilindro de 19 m de diámetro exterior -

circunscrito a un exágono formado por rejas verticales y cubierto por una reja circular de 10 m.

Las rejillas estarán formadas por paneles de 3.0 m de longitud y 2.30 m - de ancho con barras de 2.5 cm x 10 cm espaciadas cada 12.5 cm. El área - total de la rejilla es de 222.0 m². La tapa superior del cilindro será - de concreto reforzado soportada sobre las columnas que sirven de guía y soporte de paneles de reja.

El control de flujo será realizado mediante una compuerta WAGON dentro de una cámara de compuertas, localizada en el túnel superior de conducción a 210 m de la intersección de éste con el pozo vertical de aducción.

La cámara de compuertas es una caverna subterránea de tres (3) niveles : túnel de aducción al nivel 870 m.s.n.m. y cámara seca al nivel 884.50 m.- s.n.m.

En éste último nivel se encuentra localizado el accionamiento hidráulico de las compuertas y el ascensor que comunica la cámara de compuertas con la superficie.

Al nivel 972 m.s.n.m., se encuentra ubicada la casa de máquinas del ascensor.

En la Figura 45 se presentan los detalles de bocatoma.

7.2. OBRAS ESPECIFICAS DEL PROYECTO PAICOL EN UNA ETAPA.

7.2.1. Conducción.

Las obras de conducción comprenden un túnel horizontal de conducción, con pendiente 0.58% de 2 Km de longitud conectado mediante un codo vertical, un pozo entre los niveles 860 m.s.n.m. y 598.20 m.s.n.m., una almenara sobre el pozo vertical de carga, una tubería inferior de distribución y seis (6)

tuberías que alimentan cada una de las turbinas al nivel 598.20 m.s.n.m., un túnel de recolección de agua turbinada y un túnel de fuga de 23.0 Km - de longitud de descarga en el río Magdalena, 2 Km aguas abajo de Puente - El Colegio.

Las características principales de las partes integrantes de las conducciones se describen a continuación y su localización y alineamiento se presentan en la Figura 35. En la Figura 46 se presenta la geología regional de los túneles de conducción.

El pozo de aducción es un conducto de sección circular de 8.8 m de diámetro revestido en concreto, con entrada en el nivel 980 m.s.n.m., y empalma con el túnel horizontal al nivel 870 m.s.n.m., mediante un codo vertical de 17.6 m de radio y 8.8 m de diámetro interno.

El túnel superior de conducción es un conducto con pendiente 0.05% de sección en herradura empezando al nivel 870 m.s.n.m. de 2 Km de longitud y 8.8 m de diámetro; revestido en concreto, con transiciones rectangular a circular en la cámara de compuertas y conecta el pozo de aducción con el pozo de carga a la cota 860.0 .

El pozo de carga es un túnel de sección circular de 7.0 m de diámetro revestido en concreto reforzado, con una longitud de 261.8 m comprendido entre las cotas 860 m.s.n.m. y 598.2 m.s.n.m. .

Para la construcción de este pozo de carga se prevee una ventana de construcción, la cual será finalmente utilizada para construir la almenara necesaria para obtener adecuadas condiciones de regulación en las turbinas, que se localizará sobre la intersección del túnel superior de conducción con el pozo de carga.

La almenara estará limitada entre los niveles 869 m.s.n.m. y 1025 m.s.n.m. con una longitud de 156 m y un diámetro interno de 13.31 m.

El conducto inferior, que conecta el pozo de carga con la casa de máquinas, es una tubería metálica de 7.0 m de diámetro que reduce hasta 4.0 m con espesor entre 2.5 cm y 5.0 cm, la cual está alojada dentro del túnel sin revestir con una longitud de 100 m y 9.5 m de diámetro.

El distribuidor se subdivide en seis (6) conductos a presión de 3.0 m de diámetro, los cuales alimentan cada una de las turbinas de la central. Estos conductos estarán alojados dentro de los túneles de 5.5 m de ancho sin revestimiento.

El túnel de fuga conducirá el caudal turbinado por las unidades y lo llevará hasta el río Magdalena, descargando al nivel 575 m.s.n.m. El túnel ha sido diseñado para trabajar a flujo libre bajo cualquier condición de operación con una sección tipo baúl; tendrá una longitud de 24.000 m, una pendiente de 0.07%, un diámetro interno de 9.5 m y será revestido en concreto en su mayor parte.

Con el fin de lograr tiempos de construcción razonables, se ha previsto construir el túnel de acceso a la casa de máquinas y cuatro (4) ventanas de construcción distribuidas así: túnel de acceso a la casa de máquinas, en la abscisa K 2 + 100, ventana 1 en la abscisa K 6 + 150, Ventana 2 en la abscisa K 10 + 300, ventana 3 en la abscisa K 14 + 950 y ventana 4 en la abscisa K 19 + 500. Estas ventanas de construcción se dejarán abiertas para actuar posteriormente como ventilación y alivios del túnel de fuga, en caso de presentarse ondas de presión por fallas del túnel.

La decisión de construir túnel de fuga en lugar de túnel de presión, se tomó teniendo en consideración que la topografía y la geología no permitían un trazado racional para un túnel de presión superior, al nivel de bocatoma, debido a las limitaciones de techo y a los problemas ocasionados por el cruce del sinclinal de Tesalia, en éste nivel. Al comparar la alternativa del túnel de fuga presenta menor peligro de filtraciones al a

travesar formaciones geológicas débiles, requiere menor diámetro y menor refuerzo en los recubrimientos por el hecho de ser un túnel a flujo libre sin presión, lo cual representa una solución más económica.

Se ha diseñado el túnel de tal forma que el flujo sea totalmente libre para cualquier condición de operación, con el fin de evitar que ondas puedan tocar la clave del túnel creando zonas vacías con presiones negativas, las cuales puedan ocasionar explosiones dentro del túnel. Adicionalmente y como ya se mencionó anteriormente, se han previsto cinco (5) tomas de aire y cámaras de alivio, una en la casa de máquinas y cuatro (4) en las ventanas de construcción.

El recubrimiento previsto para el túnel de fuga contempla, recubrimiento simple en concreto neumático en longitud de 10.050 m que corresponde al 40.5% de la longitud total, revestimiento en concreto neumático y concreto reforzado en una longitud de 14.500 m que corresponde al 57% de la longitud total y revestimiento en concreto neumático, concreto reforzado y blindaje en el cruce de las fallas Guamito y Magdalena con una longitud total de 600 m que corresponde al 2.4% de la longitud total. La descripción detallada del tipo de revestimiento en cada uno de los tramos se presenta en el volumen IV "Geología", y la localización en la Figura 37.

La conexión de los tubos de aspiración con el túnel de fuga se realizará mediante una cámara colectora, de sección rectangular involucrada dentro de la excavación de la casa de máquinas de ancho variable de 16 m de alto. Con el fin de garantizar la contrapresión requerida por las turbinas para evitar la cavitación, se han previsto dos (2) compuertas a la salida de la cámara, operadas automáticamente con el fin de regular el nivel constante independiente al número de turbinas que se encuentran operando. En cada tubo de aspiración están previstas dos (2) compuertas y los equipos de izaje necesarios para aislar en caso de reparaciones o revisiones de la turbina.

7.2.2. Central.

7.2.2.a. Descripción General de las Obras.

La central proyectada es de tipo subterráneo, ubicada al nivel 600 m.s.n.m. en la margen izquierda del río Páez, implantada 2 Km aguas abajo del eje de la presa de Paicol y bajo el estribo izquierdo, dentro de la Formación Saldaña.

Las obras de la central comprenden una caverna principal orientada en la dirección Norte - Sur, normal al diaclasamiento principal, proyectado a la profundidad del emplazamiento. Sus dimensiones son 102 m de largo, 34 m de ancho y 35 m de altura revestida en concreto, la cual aloja los equipos de generación, caverna para transformadores, pozo de conexión con el patio de conexiones, el cual actúa simultáneamente como el túnel de ventilación, y el túnel de acceso que conecta la central con la carretera Paicol - Tesalia.

En las figuras 47 y 48 se presenta la planta y los cortes de la casa de máquinas, y la caverna de transformadores.

7.2.2.b. Cámara Principal.

La cámara principal tendrá 102 m de longitud, 19 m de ancho y 35 m de altura. La descripción de los equipos y facilidades ubicadas en los diversos niveles de la central es la siguiente:

Nivel	590:	Fondo tubo de aspiración.
Nivel	598.16:	En este nivel se ha ubicado la tubería de presión, las válvulas esféricas de control, las turbinas, los accesos a las galerías de inspec

		ción de las turbinas, y las bombas de evacuación de agua.
Nivel	597:	A éste nivel se encuentran la sala de aceite y cuarto de baterías.
Nivel	600:	En éste nivel se localiza la sala de gobernadores, el acceso a los mecanismos de accionamiento de los álabes directrices de las turbinas, las bombas de aceite y de agua de la central.
Nivel	602.5:	En éste nivel se encuentra ubicada la galería de cables, la galería de barras que conectan los generadores con los transformadores, la planta de tratamiento de agua, la subestación auxiliar y los equipos de aire acondicionado.
Nivel	605.50:	Este es el nivel de la central, donde se encuentran los tableros de control de la central, cocinas y comedores.
Nivel	608.5:	En este nivel se encuentra el área para montaje y reparaciones de generadores, turbinas y transformadores, los talleres, oficinas, baños y almacén de repuestos livianos, papelería etc.
Nivel	619:0	Este es el nivel del Puente Grúa.

Se han previsto seis (6), pozos verticales coincidentes en todos los niveles, para izaje de repuestos y equipos pesados utilizando el Puente Grúa-Principal. La comunicación entre niveles se realizará a través de escaleras.

7.2.2.b. Cámara de Transformadores.

La cámara de transformadores está contigua y paralela a la cámara principal, y tendrá comunicación a través de las galerías de barras y del túnel de acceso.

Con el patio de conexiones se conecta por medio de un túnel vertical de sección circular de 6.00 m de diámetro, el cual sirve además como ducto principal de ventilación.

La galería principal de barras será longitudinal, de sección rectangular y se localiza en el extremo aguas abajo de la cámara principal.

La conexión con la cámara de transformadores se realizará mediante seis (6) ductos verticales entre los niveles 602.5 y 614.5 m.s.n.m.

El túnel de acceso a la central llega al nivel de la sala de transformadores, que conecta las cámaras principal y de transformadores y a través del cual se movilizarán los transformadores para su reparación en la zona de montaje de la central.

7.2.2.c. Equipos.

Los equipos de la central estarán compuestos por seis (6) turbinas Francis de eje vertical de 160 Mw cada una, girando a 300 r.p.m. diseñadas para operar con un caudal de $54 \text{ m}^3/\text{s}$, y un salto neto de diseño de 353.70 m, acopladas a generadores sincrónicos de 24 polos y frecuencia de 60 Hz a la velocidad sincrónica impuesta por la turbina. La potencia es de 183 MVA aceptándose una sobrecarga máxima del 5%; el voltaje de generación es de 13.8 Kv.

La potencia de cada máquina será transmitida por medio de barras aisladas localizadas en las galerías de barras descritas anteriormente, y que unen

la cámara principal con la cámara de transformadores.

En ésta última se instalarán seis (6) bancos monofásicos convencionales - FWO con relación de transformación de 13.8 Kv, mas uno de reserva. Los transformadores permiten un aumento de temperatura de 40°C (inferior a la especificada). La capacidad, aumentada un 15% de la capacidad nominal, es de 210 MVA por banco, lo cual está de acuerdo con el estudio de transporte que se hizo para Betania. Se seleccionaron transformadores monofásicos de 70 MVA de refrigeración FWO o sea en aceite con agua y aceite forzado con el fin de minimizar la caverna de transformadores.

Se ha previsto que cada unidad, junto con un banco de transformadores asociados tendrá tableros de mando y protección para la operación local. La transmisión de potencia desde la caverna hasta el patio de conexiones se hará por medio de barras de 230 Kv aisladas en SF6, las cuales se llevarán por un túnel vertical desde la cota 925 m.s.n.m. hasta la cota 1150 m.s.n.m., donde por medio de terminales, se conectarán al patio de conexiones. El patio y el centro de comando se hallan localizados en la margen izquierda del río Páez al nivel 1200 m.s.n.m. en una explanación de 70 m x 100 m realizada para este fin.

La sala de mandos principal de la central estará localizada en la superficie, en el área del patio de conexiones, y contará con todos los elementos de mando, protección y supervisión necesarios para la operación remota de todos los equipos de la central.

En caso de construir todo el desarrollo de los ríos Páez y La Plata, el comando de operación remota de los cuatro (4) proyectos se centralizará en un "Centro de Control" localizado en el patio de conexiones del proyecto Paicol. Este centro de control deberá estar interconectado por telemando con la central de Betania y, si se construye, con el proyecto Quimbo.

7.2.2.d. Ventilación

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

7.2.3. Patio de Conexiones.

El patio de conexiones estará localizado sobre el estribo izquierdo a la cota 1200 m.s.n.m. y tendrá un área aproximada de 7000 m², con dimensiones de 70 m de ancho por 100 m de largo.

Para la subestación se ha escogido, en principio, un esquema convencional de barra principal, y barra de transferencia, con seis (6) módulos de entrada para cada una de las máquinas, un módulo de acople de barras, cuatro (4) módulos de salida para las cuatro (4) líneas de doble circuito a 230 Kv, que conectarán la subestación Paicol con las subestaciones de Macama, Quimbo, Betania y Popayán, y un módulo 230/34, 5/13,8Kv localizado en las cercanías de Paicol, que atenderá esta población y las áreas rurales aledañas al proyecto.

En la Figura 49 se presenta el diagrama unifilar del proyecto Paicol.

7.2.4. Vías de Acceso.

Para la construcción de la presa, obras de desviación, vertedero, bocatomas y patio de conexiones, se ha previsto construir 11.8 Km de vías, de 7 m de ancho, las cuales se han localizado en la Figura 40.

A la caverna de la casa de máquinas se accede por un túnel tipo baúl de 6 m de ancho por 6 m de altura, partiendo de la cota 850 m.s.n.m. y llegando a la cota 608.50 m.s.n.m., con una longitud de 1.5 Km. El portal de entrada conecta con una vía de 2.5 Km que se construirá por la margen izquierda del río Páez, hasta el puente en Paicol. Además se proveen cuatro (4) vías para conectar las ventanas de construcción con la carretera Paicol - Puente El Colegio, con una longitud total de 2.0 Km.

Para llegar al portal de salida del túnel de fuga, es necesario construir un tramo de 3 Km de vía entre Puente El Colegio y el sitio de salida.

7.2.5. Campamentos.

Se han previsto dos (2) zonas de campamentos principales en el sitio de presa, para equipos, talleres y planta de mezclas, y auxiliares en cada uno de los portales de las ventanas del túnel de fuga. Las dos (2) zonas en el área de presa se localizan así: aguas arriba de la presa en la margen derecha sobre la carretera actual, utilizando una terraza contigua con un área de 18.000 m² y la zona denominada campamentos II aguas abajo de la presa sobre la margen izquierda con un área de 4.500 m².

Los campamentos para viviendas y oficinas se localizarán 7 Km aguas arriba de la presa sobre la cota 970 m.s.n.m., con el fin de que formen parte del complejo turístico que se puede desarrollar una vez terminadas las obras y llenado el embalse; las áreas previstas para estos campamentos son las siguientes:

ZONA	AREA DE CONSTRUCCION m ²	AREA OCUPADA m ²
Vivienda Ingenieros	18.500	187.500
Vivienda Obreros	73.000	269.000
Oficinas y Servicios	3.000	30.000
TOTAL	94.500	486.500

7.3. OBRAS ESPECIFICAS DEL PROYECTO PAICOL EN CASCADA.

7.3.1. Proyecto Paicol I.

7.3.1.a. Conducción.

Las obras de conducción comprenden un túnel horizontal de conducción de 2 Km de longitud, conectado mediante un codo vertical con el pozo vertical de aducción; un pozo vertical de carga entre los niveles 870 m.s.n.m. y 704.12 m.s.n.m., una almenara sobre el pozo vertical de carga, una tubería inferior de distribución y cuatro (4) tuberías que alimentan cada una de las turbinas al nivel 704.12 m.s.n.m.; un túnel de recolección de agua turbinada y un túnel de fuga de 13.0 Km de longitud que descarga en el río Páez cerca del puente sobre la quebrada Potrero Grande.

Las características principales de las partes integrantes de las conducciones se describen a continuación, y su localización y alineamiento se presenta en la Figura 36. Los cortes y detalles se presentan en la Figura 60.

El pozo de aducción es un conducto de sección circular de 9.25 m de diámetro revestido en concreto con entrada en el nivel 890 m.s.n.m., y empalma con un túnel horizontal de 9.25 m de diámetro, al nivel 870 m.s.n.m., me-

diante un codo vertical de 18.5 m de radio.

El túnel superior de conducción es un conducto horizontal de sección en herradura localizado en el nivel 870 m.s.n.m. de 2 Km de longitud y 9.25 m de diámetro; revestido en concreto, con transiciones en la cámara de compuertas y que conecta el pozo de aducción con el pozo de carga.

El pozo de carga es un túnel de sección circular de 7.0 m de diámetro, revestido en concreto reforzado, con una longitud de 155.9 m comprendido entre las cotas 860 y 704.12 m.s.n.m.

Para la construcción de este pozo de carga, se prevee una ventana de construcción, la cual será finalmente utilizada para construir la almenara, necesaria para obtener adecuadas condiciones de regulación en las turbinas, la cual se localizará sobre la intersección del túnel superior de conducción con el pozo de carga.

La almenara estará limitada entre los niveles 877 y 1009, con un diámetro interno de 14.5 m y longitud de 132 m.

El conducto inferior conecta el pozo de carga con la casa de máquinas, la cual estará alojada dentro de un túnel sin revestir con una longitud de 70 m y 9.25 m de diámetro.

El distribuidor se subdivide en cuatro (4) conductos a presión de 3.0 m de diámetro, los cuales alimentan cada una de las turbinas de la central.

Estos conductos estarán alojados dentro de túneles de 5.5 m de ancho sin revestimiento.

El túnel de fuga conducirá el caudal turbinado por las unidades y lo llevará hasta el río Páez, descargando al nivel 700 m.s.n.m.. El túnel ha si

do diseñado para trabajar a flujo libre bajo cualquier condición de operación, con una sección baúl; tendrá una longitud de 12.500 m, una pendiente de 0.03%, un diámetro interno de 9.5 m y será revestido en concreto.

El tipo de revestimiento y las longitudes previstas en el túnel son las siguientes:

Revestimiento en concreto neumático :	5500 m (44%)
Revestimiento en concreto reforzado :	6700 m (53.6%)
Blindaje :	300 m (2.4%)

Con el fin de lograr tiempos de construcción razonables se ha previsto construir dos (2) ventanas de construcción localizadas así : la ventana 1 en la abscisa K 6 + 150 y la ventana 2 en la abscisa K 10 + 300.

Estas ventanas de construcción se dejarán abiertas para actuar posteriormente como acceso para inspección y mantenimiento y posteriormente como ventilación y alivio del túnel de fuga.

La conexión de los tubos de aspiración con el túnel de fuga, se realizará mediante una cámara colectora de características similares a la descrita para el Proyecto Paicol en 1 etapa.

7.3.1.b. Central.

i. Descripción de las obras : La central proyectada es de tipo subterránea, ubicada al nivel 712.5 m.s.n.m. en el mismo sitio y con implantación y obras similares a la descrita para el Proyecto Paicol en 1 etapa.

En la Figura 51 se presenta la planta y cortes de la casa de máquinas.

ii. Cámara Principal: La cámara principal tendrá 74 m de longitud, 33 de ancho y 36 m de altura. La descripción de los equipos y facilidades ubicadas en los diversos niveles de la central es la siguiente:

Nivel	695.94:	Fondo tubo de aspiración.
Nivel	704.12:	En éste nivel se ha ubicado la tubería de presión, las válvulas esféricas de control, las turbinas, accesos a las galerías de inspección de las turbinas, y las bombas de evacuación de agua de la central.
Nivel	705.94:	A este nivel se encuentran la sala de aceite y cuarto de baterías, la sala de gobernadores, - el acceso a los mecanismos de accionamiento de los álabes directrices de las turbinas.
Nivel	708.44:	En éste nivel se encuentra ubicada la galería de cables y la galería de barras que conectan - los generadores con los transformadores, la - subestación auxiliar, los equipos de aire acondicionado y la planta de tratamiento.
Nivel	711.44:	Este es el nivel principal de la central, donde se encuentran los tableros de control, cocinas y comedores.
Nivel	714.44:	En éste nivel se encuentra el área para montaje y reparaciones de generadores, turbinas y - transformadores, los talleres, oficinas, baños y almacén de repuestos livianos, papelería etc.

Nivel 724.41: Este es el nivel del Puente Grúa.

Se han previsto cuatro (4) pozos verticales, coincidentes en todos los niveles, para izaje de repuestos y equipos pesados utilizando el Puente Grúa principal. La comunicación entre niveles se realizará a través de escaleras.

iii. Cámara de Transformadores: la cámara de transformadores está contigua y paralela a la cámara principal, y tendrá comunicación a través de las galerías de barras y del túnel de acceso.

Con el patio de conexiones, se conecta por medio de un túnel vertical de sección circular de 6.00 m de diámetro, el cual sirve además como ducto principal de ventilación.

La galería principal de barras será longitudinal de sección rectangular y en el extremo aguas abajo de la cámara principal.

La conexión con la cámara de transformadores se realizará mediante cuatro (4) ductos verticales entre los niveles 711 y 720 tal que, el nivel de acceso a la cámara de transformadores, éste más alto que el nivel del piso de la misma cámara, para evitar así la inundación de aceite incendiado en la casa de máquinas en caso de explosión de los transformadores.

El túnel de acceso a la central llega al nivel de la sala de transformadores y conecta la cámara principal y de transformadores, para movilizar los transformadores para su reparación en la zona de montaje de la central.

iv. Equipos: Los equipos de la central estarán compuestos por cuatro (4) turbinas de eje vertical de 182,5 Mw girando a 327.27 r.p.m., diseñadas para operar con un caudal $90 \text{ m}^3/\text{s}$, y un salto neto de diseño de 238 m, acopladas a generadores trifásicos sincrónicos, de 208 MVA de 22 polos localizados en la cámara principal, los cuales generan a un voltaje de 13,8 kv.

La potencia de cada máquina será transmitida por medio de barras aisladas localizadas en las galerías de barras descritas anteriormente, y que unen la cámara principal con la cámara de transformadores.

En ésta última, se instalarán cuatro (4) bancos de transformadores monofásicos FWO de 80 MVA con relación de transformación de 13,8/230 Kv en conexión delta estrella.

Se ha previsto que cada unidad, junto con un banco de transformadores asociados, tendrá tableros de mando y protección para operación local. La transmisión de potencia desde la caverna hasta el patio de conexiones se hará por medio de barras para 230 Kv, aisladas en SF₆, las cuales se llevarán por un túnel vertical desde la cota 730.94 m.s.n.m. hasta la cota 1150 m.s.n.m. donde por medio de terminales, se conectarán al patio de conexiones. El patio y el centro de comando se hallan localizados en la margen izquierda del río Páez, al nivel 1200 m.s.n.m. en una explanación de 100 m x 70 m realizada para este fin.

La sala de mando de la central estará localizada en la superficie, en el área del patio de conexiones, y contará con todos los elementos de mando, protección y supervisión necesarios para la operación remota de todos los equipos de las centrales de Paicol I y Paicol II, para garantizar el sincronismo de la operación.

En caso de construir todo el desarrollo de los ríos Páez y La Plata el comando y operación remota de las centrales se realizará en el "Centro de Control", localizado en el patio de conexiones del Proyecto Paicol. Este centro de control deberá estar interconectado por telecomando con las centrales de Betania y Quimbo.

v. Ventilación : la ventilación se hará a través del ducto de conexión entre los transformadores, tal como se describió en el Proyecto Paicol en

una etapa.

vi. Patio de Conexiones: el patio de conexiones estará localizado sobre el estribo izquierdo a la cota 1200 m.s.n.m. y tendrá un área aproximada de 7000 m².

Para la subestación se ha escogido, en principio, un esquema convencional de barra principal y barra de transferencia, con cuatro (4) módulos de entrada, uno para cada una de las máquinas, un módulo de acople de barras, dos módulos de salida para dos líneas de doble circuito a 230 Kv, que conectarán la subestación Paicol I con la subestación Paicol II y con la subestación Popayán, y un módulo 230/34,5/13 Kv localizado en las cercanías de Paicol, que atenderá esta población y las áreas rurales aledañas al proyecto.

En la figura 52 se presenta el diagrama unifilar del Proyecto Paicol I.

vii. Carreteras y Vías de Acceso: Las vías de acceso al sitio de presa, vertedero, casa de máquinas, patio de conexiones, son similares a las descritas para el proyecto Paicol en una etapa.

Se construirán dos (2) ventanas de acceso para la construcción del túnel, que permitirán seis (6) frentes de excavación, la primera en la abscisa K 6 + 150 con una longitud de 2,0 Km saliendo a la carretera que entra a Tesalia en la cota 800; la segunda ventana está localizada en la abscisa K 10 + 300, tiene 20 Km de túnel, saliendo desde la cota 585 en el túnel y llegando a la 850, se une con la vía que entra a Tesalia.

viii. Campamentos: los campamentos previstos son los mismos descritos para el proyecto Paicol en una etapa.

7.3.2. Proyecto Paicol II.

7.3.2.a. Embalse de Compensación.

El embalse o tanque de compensación, es una estructura que cumple la función de bocatoma y mantiene una reserva de agua para suplir las deficiencias ocasionadas por las diferencias en el tiempo de repuesta de los dos (2) proyectos al presentarse variaciones súbitas de carga, o falta de sincronismo en la operación de los mismos.

Está constituido por un terraplén de materiales mezclados, con taludes dos (2) horizontal por uno (1) vertical y está impermeabilizado por una membrana asfáltica de 12 cm de espesor. El tanque tiene unos 200 m de largo por 90 m de ancho y 10 de profundidad. En el extremo opuesto a la entrada se localiza la estructura de toma, que consiste en un cárcamo cuadrado de 40 m de lado por 5 de profundidad, con objeto de proporcionar la sumergencia necesaria a la toma y evitar entrada de aire al túnel; esta estructura es de concreto, anclado al pozo, sobre el cual se erigen cinco (5) pilas antivórtices, de las cuales dos (2) están localizadas en las diagonales de entrada del cuadrado, tiene la misma profundidad de la sumergencia y las tres (3) restantes, están dispuestas a 120°; llegan hasta la superficie del tanque y están amarradas entre sí por un anillo de concreto a la altura máxima de operación del tanque.

El fondo del tanque está revestido por una placa de concreto de 40 cm de espesor. Para evitar el levantamiento de la placa por efecto de subpresión se colocaron filtros transversales a lo largo del terraplén.

En la figura 53 se presenta la planta y cortes del tanque de compensación.

7.3.2.b. Pozo y Túnel de carga.

El pozo de carga, que une el tanque de compensación con el túnel de carga inferior, es de sección circular de 10 m de diámetro, localizado entre las cotas 688 y 580 m.s.n.m. La intersección del pozo con el túnel se realiza mediante un codo de 20 m de radio y 10 m de diámetro. El túnel inferior de carga tiene 13 Km de longitud y 10 m de diámetro, cruza formaciones geológicas variadas que se describen con detalle en el volumen de "Geología".

El tipo de revestimiento previsto para el túnel, y la longitud por tipo de revestimiento es la siguiente:

<u>Revestimiento</u>	<u>Longitud</u>	<u>Porcentaje</u>
Concreto neumático	4.880 m.	37.0
Concreto reforzado	8.020 m.	60.7
Blindaje	300 m.	2.3

El túnel empalma con el distribuidor, el cual está alojado dentro de un cárcamo de ancho variable de 65 m de longitud. El distribuidor es una tubería metálica de 9 m de diámetro inicial y 5 de diámetro final, de espesor variable entre 5 y 7 cm, con tres (3) derivaciones laterales de 5 m de diámetro que se reducen a 3.60 para empalmar con las válvulas mariposa.

7.2.3.c. Central.

Descripción General de las Obras : La central proyectada es de tipo superficial con entrega al nivel 575 m.s.n.m. en la margen izquierda del río Magdalena, 2 Km aguas abajo de Puente El Colegio. Las dimensiones generales son 88 m de longitud por 35 m de ancho y 33 m de altura, la cual aloja los equipos de generación, controles y tableros.

i. Casa de Máquinas: La descripción de los equipos y facilidades en los diversos niveles es la siguiente:

Nivel	562.60:	Fondo tubo de aspiración.
Nivel	564.80:	Umbral de compuertas y fondo del canal de entrega.
Nivel	566.80:	Eje descargador de fondo.
Nivel	568.0 :	Acceso al tubo de aspiración.
Nivel	571.65:	Eje de turbinas.
Nivel	572.50:	Cámara húmeda, almacén de repuestos.
Nivel	573.20:	Sala de gobernadores.
Nivel	575.70:	A éste nivel se encuentran los generadores, galerías de barras, cámara seca para izaje de compuertas, cuarto de aceites, talleres, planta de tratamiento y cuarto de baterías.
Nivel	579.20:	Es el nivel de acceso, sala de control, oficinas, planotecas y zonas de montaje.
Nivel	589.20:	Nivel Puente Grúa.

ii. Equipos: La casa de máquinas está equipada con tres (3) turbinas Francis de eje vertical de 100 Mw, girando a 200 r.p.m., la altura neta de 110 m y caudal de diseño de 108 m³/s, acopladas a generadores trifásicos sincrónicos de 36 polos, que generan 114 MVA. La tensión de generación es de 13,8 Kv.

La potencia de cada máquina es transmitida por barras dentro de las galerías independientes que comunican la sala de generadores con el patio de transformadores.

En el patio de transformadores se instalarán tres (3) bancos de transformadores monofásicos de 43.5 MVA con sistema de refrigeración FOA (aceite y aire reforzados) y con relación de transformación 13,8 a 230 Kv, más uno de reserva.

8.-

SISTEMA DE TRANSMISION DEL CONJUNTO.

El sistema de transmisión previsto, tiene por objeto la evacuación de la potencia generada en los proyectos Piedra Grande (115 Mw), Macama (306 - Mw), Paicol (960 Mw) y Guinea (106 Mw), hacia los centros de consumo regionales y nacionales a través de la red de distribución nacional de 230 Kv.

La selección del esquema de transmisión ha sido realizada con base en los análisis de potencia proyectados al año 1.991 por ISA para el sistema nacional, tomando en consideración los flujos y la configuración del sistema regional aledaño a los proyectos.

Comparando la capacidad de generación de los cuatro (4) proyectos con la predicción de demanda regional, resulta evidente que la mayoría de la potencia deberá ser aportada hacia el sistema nacional, para lo cual, la conexión de éste debe ser de gran capacidad y confiabilidad.

La configuración propuesta se presenta en la Figura 57 e incluye las siguientes líneas a 230 Kv y 115 Kv.

- Línea Piedra Grande - Popayán, 230 Kv, 70 Km, doble circuito.
- Línea Piedra Grande - Macama, 230 Kv, 25 Km, doble circuito.
- Línea Macama - Paicol, 230 Kv, 15 Km, doble circuito.
- Línea Paicol - Betania, 230 Kv, 50 Km, doble circuito.
- Línea Paicol - Popayán, 230 Kv, 95 Km, doble circuito.
- Dos líneas Guinea - Altamira 115 Kv, 40 Km, doble circuito.

Se ha propuesto la conformación del anillo Popayán - Piedra Grande - Macama - Paicol - Popayán para aumentar la confiabilidad de la evacuación de la potencia generada hacia el sistema nacional.

Debido a la proximidad del proyecto Guinea al sistema 115 Kv de Electro -

Huila, la subestación Guinea puede conectarse con este nivel de voltaje a la subestación Altamira y suministrar parte de la demanda de la región.

Para la alternativa del proyecto Paicol en cascada, se ha previsto la interconexión de cada una de las subestaciones, en doble circuito, lo cual permitirá una conexión más rígida del proyecto a la red nacional.

Dada la potencia instalada en los cuatro (4) proyectos, se recomienda que durante los estudios de factibilidad se analice el sistema de transmisión dentro del contexto del sistema nacional, y se determine la factibilidad de líneas a mayor voltaje (500 Kv) para la evacuación de la potencia generada en la región, hacia la red nacional.

FICHA TÉCNICA DE LOS PROYECTOS

		PROYECTO A	PROYECTO B	PROYECTO C	PROYECTO D	PROYECTO E
		PROYECTO GRANDE	PROYECTO MEDIANO	PROYECTO PEQUEÑO	PROYECTO MUY PEQUEÑO	PROYECTO MUY PEQUEÑO
1. DATOS GENERALES	Nombre del Proyecto	1218	1218	1218	1218	1218
	Localización	1218	1218	1218	1218	1218
	Fecha de inicio	1218	1218	1218	1218	1218
	Fecha de fin	1218	1218	1218	1218	1218
	Estado actual	1218	1218	1218	1218	1218
	Responsable	1218	1218	1218	1218	1218
2. DESCRIPCIÓN	Objetivo principal	1218	1218	1218	1218	1218
	Objetivo secundario	1218	1218	1218	1218	1218
	Alcance del proyecto	1218	1218	1218	1218	1218
	Beneficiarios	1218	1218	1218	1218	1218
	Impacto social	1218	1218	1218	1218	1218
	Impacto ambiental	1218	1218	1218	1218	1218
	Impacto económico	1218	1218	1218	1218	1218
	Impacto cultural	1218	1218	1218	1218	1218
3. PRESUPUESTO	Presupuesto total	1218	1218	1218	1218	1218
	Presupuesto por actividad	1218	1218	1218	1218	1218
	Presupuesto por fase	1218	1218	1218	1218	1218
	Presupuesto por recurso humano	1218	1218	1218	1218	1218
	Presupuesto por recursos materiales	1218	1218	1218	1218	1218
	Presupuesto por recursos financieros	1218	1218	1218	1218	1218
	Presupuesto por otros recursos	1218	1218	1218	1218	1218
	Presupuesto por contingencias	1218	1218	1218	1218	1218

CUADROS

FICHA TECNICA DE LOS PROYECTOS

	PROYECTO PIEDRA GRANDE	PROYECTO MACAMA	PROYECTO GUINEA	PROYECTO PAICOL	PAICOL EN CASCADA	
					PAICOL I	PAICOL II
1. DATOS HIDROLOGICOS.						
Area de la cuenca (Km ²)	1.208	2.163	1.266	4.765	4.765	4.765
Precipitación media anual (mm)	1.859	1.831	1.830	1.808	1.808	1.808
Caudal medio (m ³ /s)	52	93	42	176	176	161.8
Caudal máximo probable (m ³ /s)	3.541	7.810	4.571	15.200	15.200	
Volúmen de creciente (Mm ³)	136	320	185	836	836	
Transporte anual de sedimentos Ton X10 ³	1.595	2.930	1.670	6.220	6.220	
Caudal derivado para irrigación (m ³ /s)	-	-	-	10	10	-
2. EMBALSE.						
Nivel máximo extraordinario (m.s.n.m.)	1.610.0	1.292	1.264.8	964.5	964.5	703
Nivel máximo de operación (m.s.n.m.)	1.607.0	1.288	1.262.0	960.0	960.0	700
Nivel promedio de operación (m.s.n.m.)	1.606.6	1.286.9	1.261.3	955.2	955.2	
Nivel mínimo de operación (m.s.n.m.)	1.589.5	1.239	1.235.4	894.5	894.5	695
Area de embalse a nivel máximo extraordinario (Km ²)	1.74	5.12	3.2	20.3	20.3	0.014
Volúmen útil (Mm ³)	14.52	146.8	60.0	436.0	436.0	0.095
Volúmen muerto (Mm ³)	55.34	36.1	41.5	239.3	239.3	
Volúmen para la laminación de crecientes (Mm ³)	4.14	17.1	9.0	100.0	100.0	0.030
Volúmen total (Mm ³)	74.00	200.0	110.5	775.3	775.3	0.125
3. DESVIACION.						
Tipo	Túnel	Túnel	Túnel	Túnel	Túnel	
Número de conductos	1	1	1	2	2	
Diámetro del conducto (m)	7.50	8.00	7.50	9.5	9.5	
Sección tipo	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	
Longitud (m)	600	560	340	900 c/u	900 c/u	
Caudal de diseño (m ³ /s)	680	920	429	2.000	2.000	
Tipo de ataguía	Enrocado	Enrocado	Enrocado	Enrocado	Enrocado	
Talud	IV:2H	IV:2H	IV:2H	IV:2H	IV:2H	
Altura de ataguía principal (m)	25	12	15	20	20	
Volumen de ataguía (Mm ³)	0.124	0.03	0.03	0.04	0.04	

FICHA TECNICA DE LOS PROYECTOS

	PROYECTO PIEDRA GRANDE	PROYECTO MACAMA	PROYECTO GUINEA	PROYECTO PAICOL	PAICOL EN CASCADA	
					PAICOL I	PAICOL II
4. PRESA.						
Tipo:	Enrocado con pantalla de concreto	Enrocado con pantalla de concreto	Enrocado con pantalla de concreto	Enrocado con pantalla de concreto	Enrocado con pantalla de concreto	Dique de tierra y membrana asfáltica
Nivel de corona (m.s.n.m.)	1615	1298	1270	970	970	705
Altura máxima (m.)	118	120	88.0	160	160	10
Longitud de la cresta (m)	440	434	350.0	690	690	540
Volumen de enrocado (Mm ³)	5.09	5.2	1.78	13.89	13.89	
Volumen de la pantalla (m ³)	20.000.0	32.784	16.528	65.807	65.807	
5. VERTEDERO.						
Tipo	Canal abierto	Canal abierto	Canal abierto	Canal abierto	Canal abierto	Lateral
Caudal de diseño. (m ³ /s)	3149	5460	3943	10.500	10.500	324
Número de compuertas	3	3	3	4	4	-
Dimensión de las compuertas (m)	14.0 x 13.0	12.0 x 13.3	13.33 x 10.0	20.0 x 15.0	20.0 x 15.0	-
Tipo de compuerta	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	-
Nivel de cresta (m.s.n.m)	1599	1276	1251.5	945.00	945.00	700.9
Disipador de energía tipo	Salto Ski	Salto Ski	Salto Ski	Salto Ski	Salto Ski	-
6. BOCATOMA						
Tipo	Pozo Vertical	Pozo Vertical	Pozo Vertical	Pozo Vertical	Pozo Vertical	Pozo Vertical
Dimensiones	Octogonal	Exagonal	Rectangular	Exagonal	Exagonal	Vertical
Area de rejillas (m ²)	21	80	25.4	222	222	-
Caudal de diseño (m ³ /s)	43.88	121.6	48.7	324	324	324
Control tipo	Cámara Subterránea	Cámara Subterránea	Cámara Subterránea	Cámara Subterránea	Cámara Subterránea	
Compuerta tipo	Wagón	Wagón	Wagón	Wagón	Wagón	
Dimensiones (m)	7.5 x 7.5	8.0 x 8.0	5.5 x 5.5	2(8.8 x 4.0)	2(9.2 x 4.0)	
Accionamiento tipo	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	Hidráulico	

FICHA TECNICA DE LOS PROYECTOS

	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PAICOL EN CASCA DA	
	PIEDRA GRANDE	MACAMA	GUINEA	PAICOL	PAICOL I	PAICOL II
7. CONDUCCIONES						
a. POZO.						
Diámetro (m)	5.0	7.5	5.5	8.80	9.25	10.0
Longitud (m)	5.0	10.0	34.0	3.40	3.40	88.0
b. TUNEL DE PRESION						
Longitud (Km)	6.0 - 0.3	14.85	11.22	2.0 - 0.262	2.0 - 0.156	13.0
Diámetro (m)	5.0 - 4.5	7.5	5.50	8.8 - 7.0	9.25-7.00	10.0
Sección	Circular	Circular	Circular	Herradura-Circular	Herradura-Circular	Herradura
Tipo de revestimiento	CR ∩	CR ∩	CR-BL ∩	CR ∩	CR ∩	CN-CR-BL ∩
Pendiente %	0.3	0.12, 0.12, 0.07	0.91	0.5-Vertical	0.5 Vertical	0.038
Longitud/número sifones (Km)		0.35 / 2				
c. ALMENARA						
Tipo	Simple	Simple	Simple	Simple	Simple	Se diseñaron
Altura (m)	84	129	101	156	132	descargadores
Diámetro (m)	10.8	12.6	8.5	13.35	14.5	sincrónicos en
Sección	Circular	Circular	Circular	Circular	Circular	lugar de
						almenara.
d. TUBERIA DE PRESION						
Tipo	Metálica soldada	Metálica soldada	Metálica soldada			
Longitud (m)	650	470	1200			
Diámetro (m)	4.5	5.6	5.5			
Espesor (cm)	5	5 - 8	8			
Número de anclajes	Macizos / Silletas					
	5 / 24	4 / 18	3/57			
e. CONDUCTO DE FUGA						
Tipo		Canal	Canal	Flujo libre	Flujo libre	
Sección		Trapezoidal	Trapezoidal	Baúl	Baúl	
Dimensiones (m)		40 x 9	11 x 4	9.5	10.0	
Revestimiento		Concreto	Concreto	CN-CR-BL ∩	CN-CR-BL ∩	
Longitud (Km)		0.050	0.22	24.0	13	
Pendiente %		1.0	0.02	0.07	0.03	
Caudal de diseño		121.6	48.7	360	360	

FICHA TECNICA DE LOS PROYECTOS

	PROYECTO PIEDRA GRANDE	PROYECTO MACAMA	PROYECTO GUINEA	PROYECTO PAICOL	PAICOL EN CASCADA	
					PAICOL I	PAICOL II
8. CASA DE MAQUINAS						
Tipo	Superficial	Superficial	Superficial	Subterránea	Subterránea	Superficial
Nivel de casa de máquinas (m.s.n.m.)	1303	1000	1004	600	712.5	575
Número de unidades	2	4	2	6	4	3
Tipo de turbina	Pelton	Francis	Francis	Francis	Francis	Francis
Caída neta (m)	314.6	286.9	261.3	353.7	238	110
Caudal de diseño (m ³ /seg)	21.9	30.4	24.3	54	90	108
Potencia instalada (Mw)	2 x 57.5	4 x 76.5	2 x 53	6 x 160	4 x 182.5	3 x 100
Generador tipo	Sincrónico Trifásico	Sincrónico Trifásico	Sincrónico Trifásico	Sincrónico Trifásico	Sincrónico Trifásico	Sincrónico Trifásico
Velocidad sincrónica (R.P.M)	240	514.28	450	300	327.27	200
Potencia (MvA)	2 x 66	4 x 87.5	2 x 60.6	6 x 183	4 x 208	3 x 114
Voltaje de generación (Kv)	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8	13.8
9. SUB - ESTACIONES						
Tipo	Intemperie	Intemperie	Intemperie	Subterránea	Subterránea	Superficial
Tipo de transformadores	Trifásico/FOA	Trifásico/FOA	Trifásico/FOA	Monofásico/FOW	Monofásico/FOW	Monofásico/FOA
Número de transformadores	2	9	2	19	13	10
Capacidad de transformación M.V.A.	2 x 76	8 x 50	2 x 70	18 x 70	12 x 80	9 x 43.5
Voltajes (Kv)	13.8 / 230	13.8 / 230	13.8 / 115	13.8 / 230	13.8 / 230	13.8 / 230
Dimensiones del patio de conexiones (m)	50 x 80	50 x 80	50 x 80	100 x 70	100 x 70	100 x 70
10. OBRAS DE INFRAESTRUCTURA						
Carreteras por realizar (Km)	7.40	27.28	11.55	17.8	17.8	
Líneas de transmisión tipo	Doble Circuito	Doble Circuito	Doble Circuito	Doble Circuito	Doble Circuito	
Número	2	1	2	2	2	1
Longitud (Km)	85	25	80	145	119	32
Tensión (Kv)	230	230	115	230	230	230
Vías de acceso (Km)	2.4	8.3	4.5	11.8	9.8	2.0

FICHA TECNICA DE LOS PROYECTOS

	PROYECTO PIEDRA GRANDE	PROYECTO MACAMA	PROYECTO GUINEA	PROYECTO PAICOL	PAICOL EN CASCADA	
					PAICOL I	PAICOL II
11. PARAMETROS ENERGETICOS						
Potencia instalada (C.I.) (Mw)	115.0	306	106	960	730	300
Potencia confiable (C.C.) (Mw)	105.9	234	90.1	721	475	300
Energía continua firme Gwh/año	464.0	1024	395.0	3155	2073	977
Energía secundaria promedio Gwh/año	386.6	650	281.9	1051	768	354
Energía media anual Gwh/año	850.6	1674	676.9	4206	2841	1331
Factor de planta	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.37
Factor de carga	0.84	0.62	0.73	0.51	0.41	0.50
12. COSTOS UNITARIOS						
US \$ / Kw	1632.61	1280.58	1795.67	929.51	996.65	
US \$ Kw - H	0.0266	0.0282	0.0339	0.0255	0.0296	

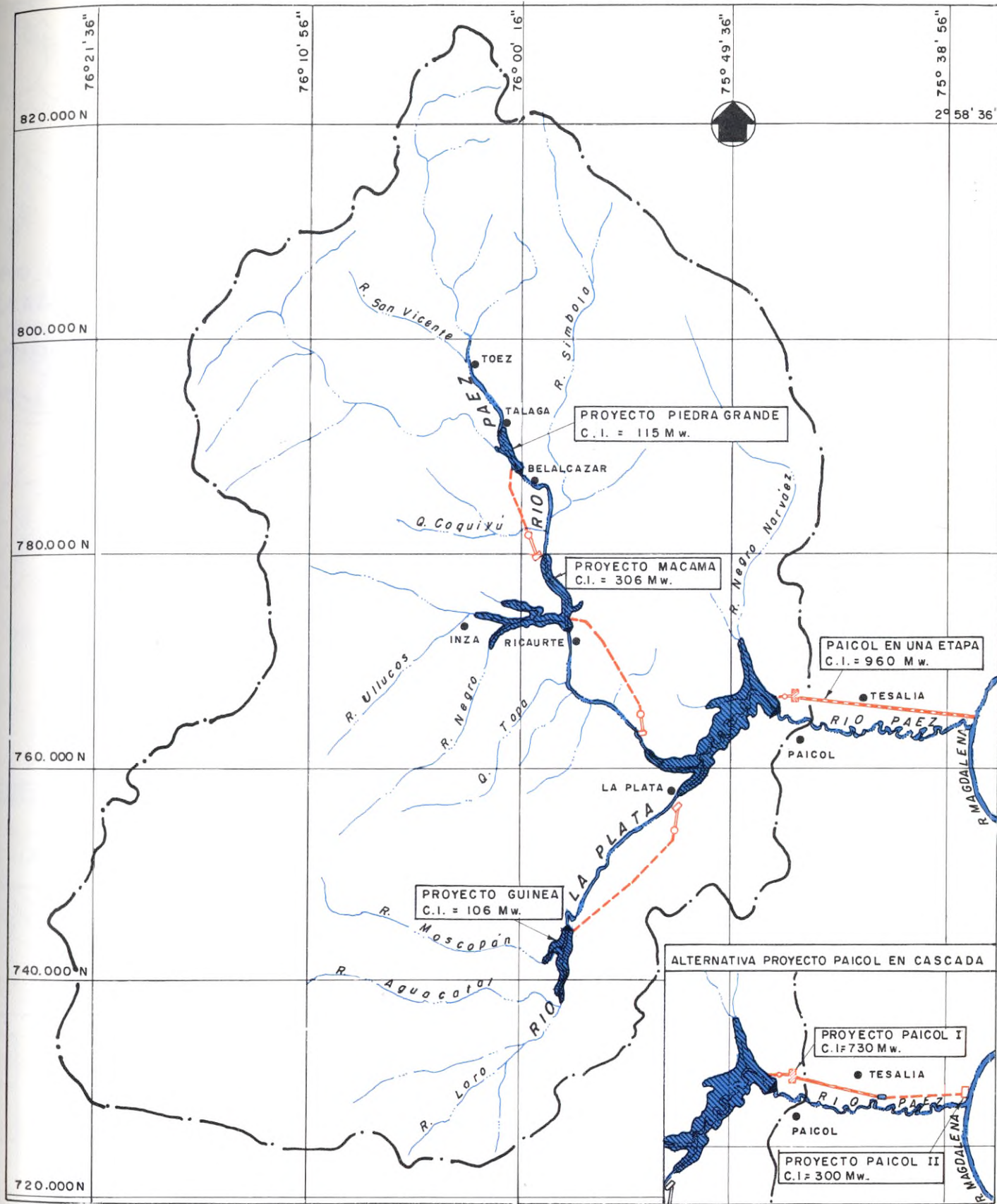
Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

MAPA GERAL

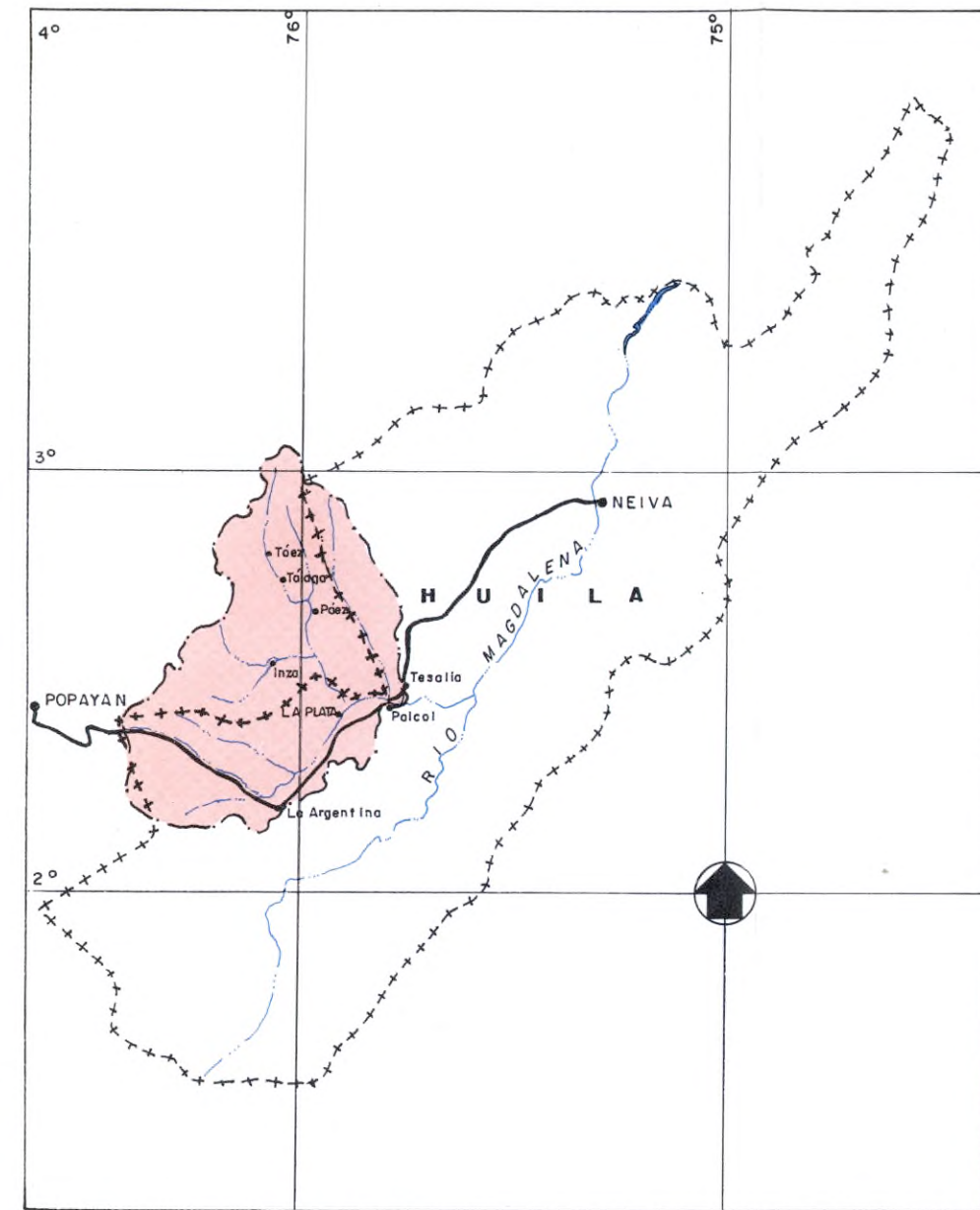
FIGURAS

	INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA	
SERVIÇO DE ESTATÍSTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO		
ESTADÍSTICA GERAL DO ESTADO DE SÃO PAULO		
CENSO DE 1950		
POPULAÇÃO		
CENSO DE 1950		
ESTADO DE SÃO PAULO		
CENSO DE 1950		
ESTADO DE SÃO PAULO		

BIBLIOTECA
Ministério de Minas



LOCALIZACION DE LOS PROYECTOS



ZONA DE INFLUENCIA REGIONAL



MAPA GENERAL

CONVENCIONES	
	Túnel de fuga
	Túnel de carga
	Tubería de presión
	Almenara
	Embalse
	Casa de máquinas superficial
	Casa de máquinas subterránea
	Ríos o quebradas
	Límite de la cuenca.
	Límite departamental.
	Municipio.
	Carretera.

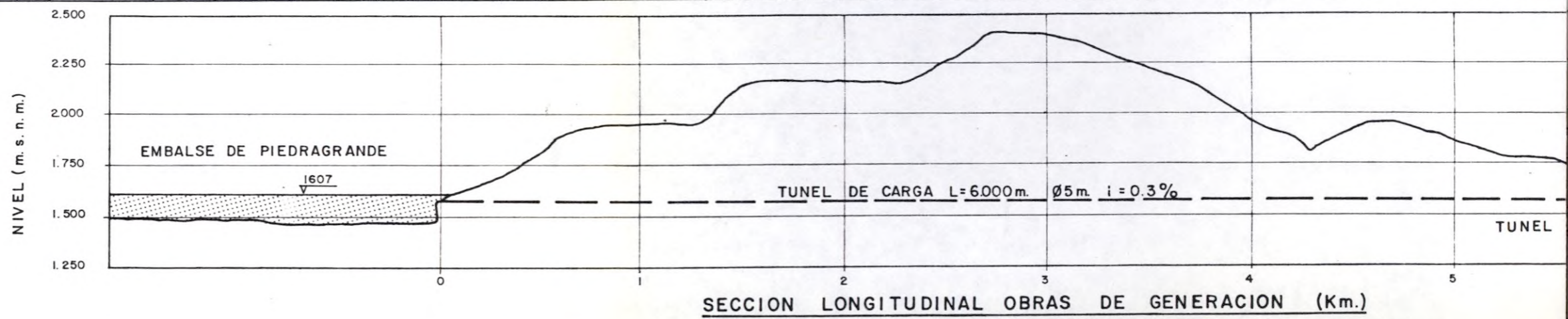
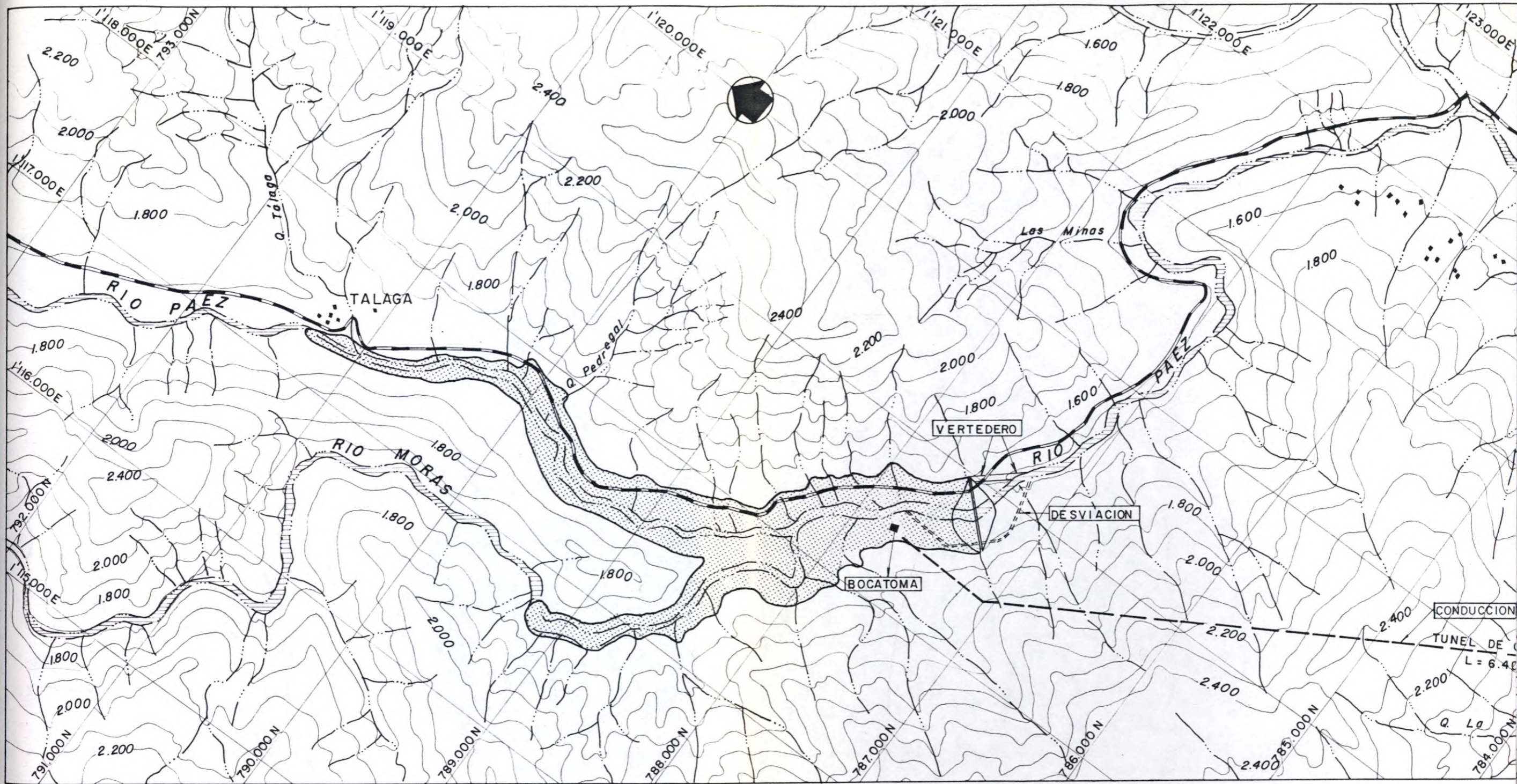
icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.
PROYECTO PAEZ-LA PLATA

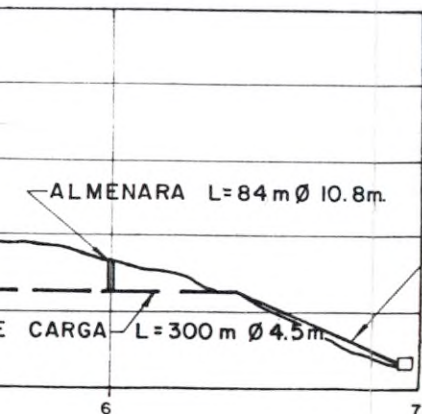
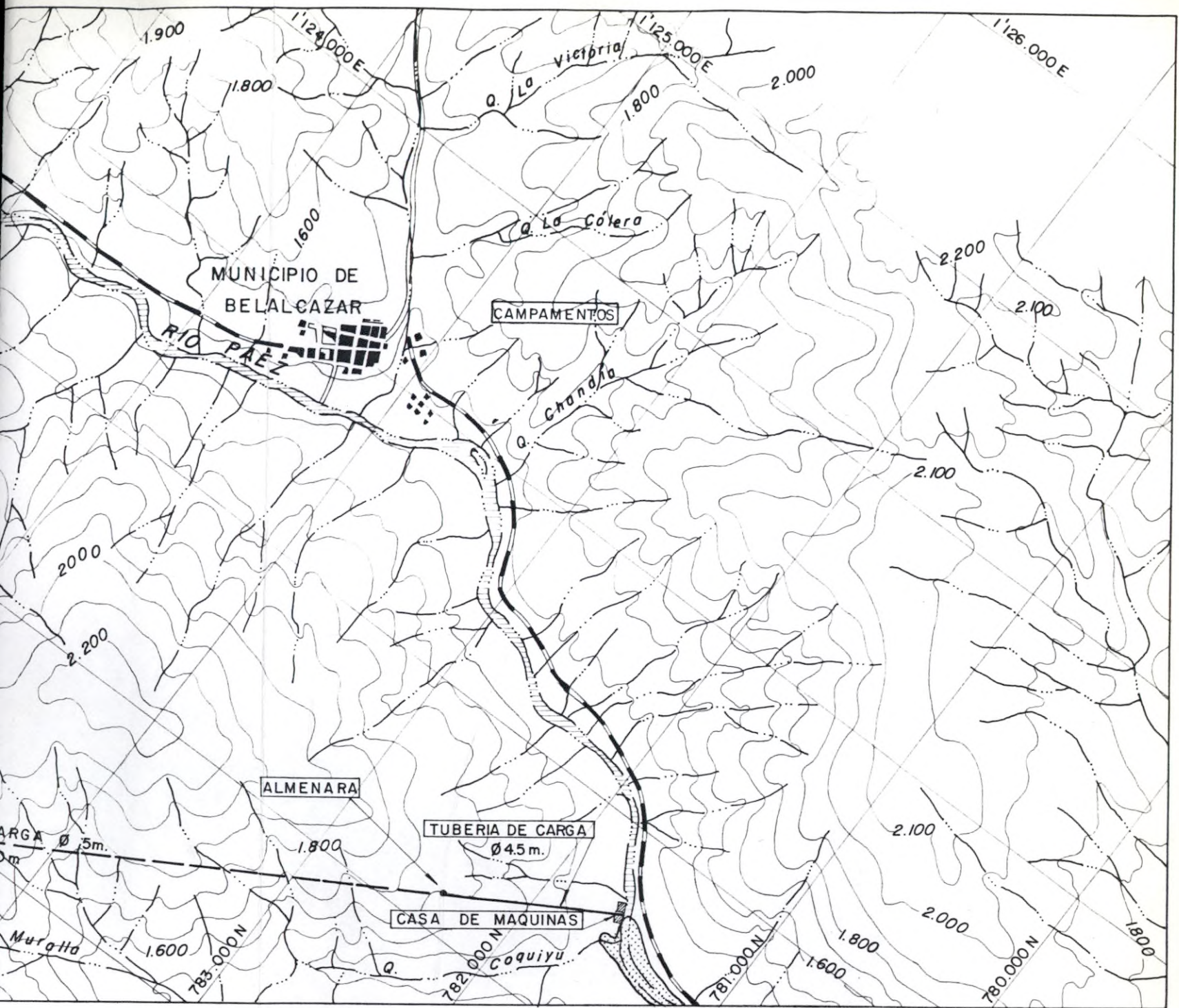
LOCALIZACION DE LA HOYA DEL PROYECTO

Diseño:	Cálculo:	Presentó:
Dibujó: N.B.A.	Revisó:	Aprobó:

Escala: gráfica
Fecha: Abril- 83

consultores civiles e hidráulicos





ALMENARA L=84 m Ø 10.8m.
 TUBERIA DE CARGA L=6.00 m. Ø 4.5m
 CASA DE MAQUINAS 1.2945 m.s.n.m.



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ-LA PLATA



PROYECTO PIEDRA GRANDE

LOCALIZACION Y PERFIL GENERAL

Diseño:

Calculó:

Presentó:

Dibujó: M.C.R.

Revisó:

Aprobó:



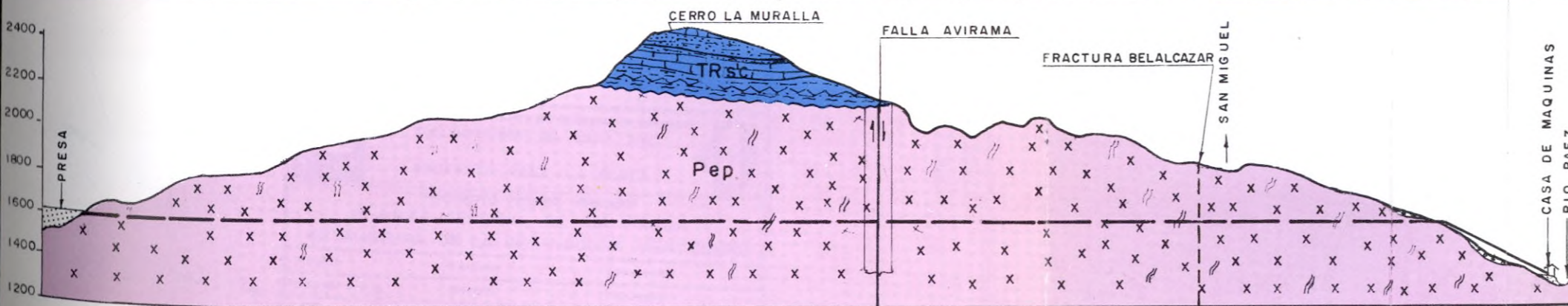
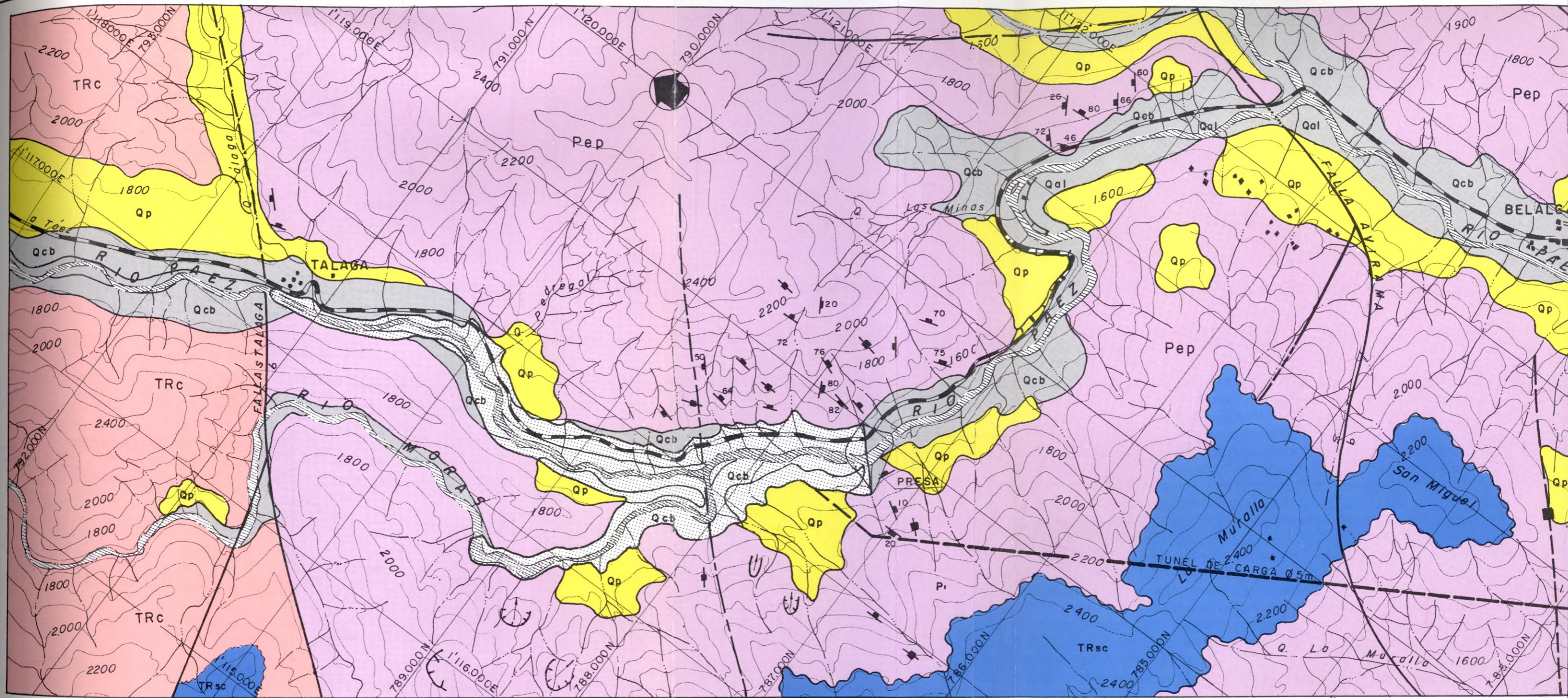
consultoría colombiana

Escala: Indicada

Fecha: Abril/83



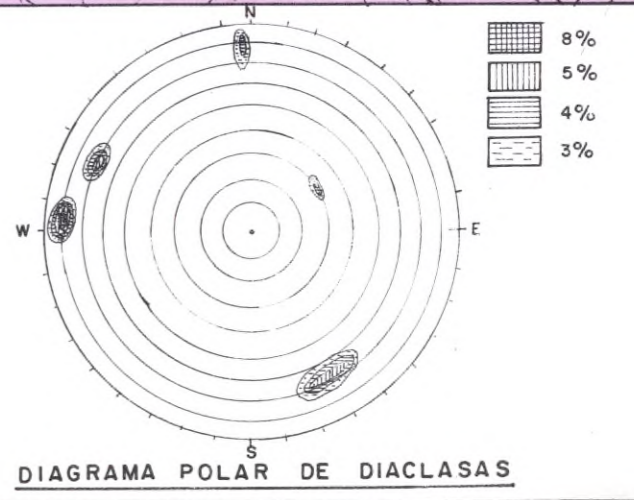
consultores civiles
 e hidráulicos

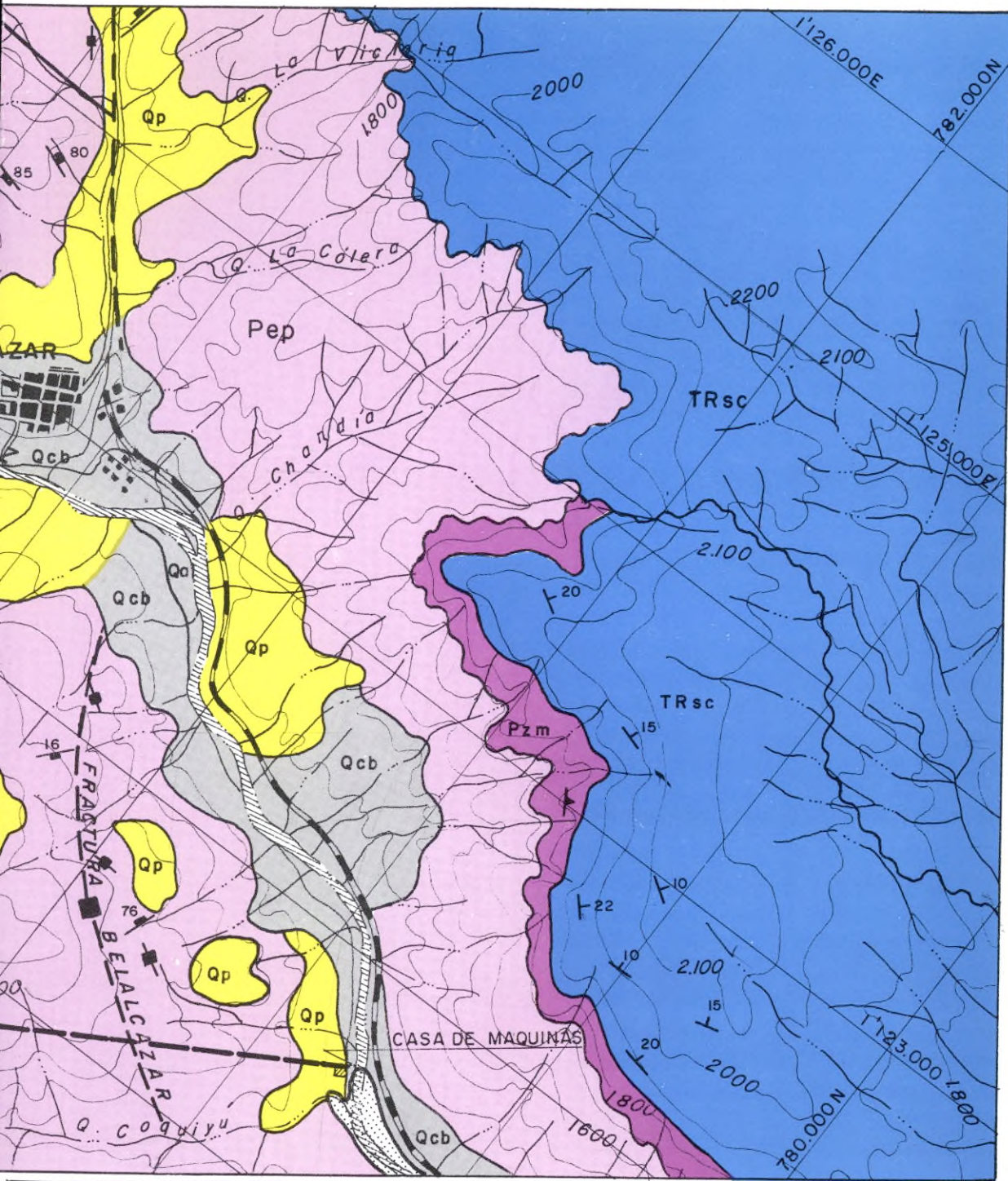


CORTE GEOLOGICO A TRAVES DEL TUNEL DE CARGA









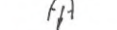


CONVENCIONES LITOLÓGICAS

	Pep	Macizo de la Plata.
	Pzm	Complejo Macama.
	TRsc	Formación Coquiú.
	TRc	Granito de Coetandillo.
	TRsc	Formación Saldaña.
	Qp	Piroclásticos del Páez.
	Qcb	Coluviales y aluviales
	Qal	Coluviales y aluviales





CONVENCIONES ESTRUCTURALES

-  Contacto geológico definido.
-  Contacto geológico discordante.
-  Falla geológica cubierta.
-  Falla direccional.
-  Fractura por acción de falla.
-  Rumbo y buzamiento de diaclasa.
-  Rumbo y buzamiento de las copas.
-  Rumbo y buzamiento de foliación.
-  Zona de deslizamiento activo.
-  Zona de influencia cataclástica y milonitas.
-  Trazo de tunel.





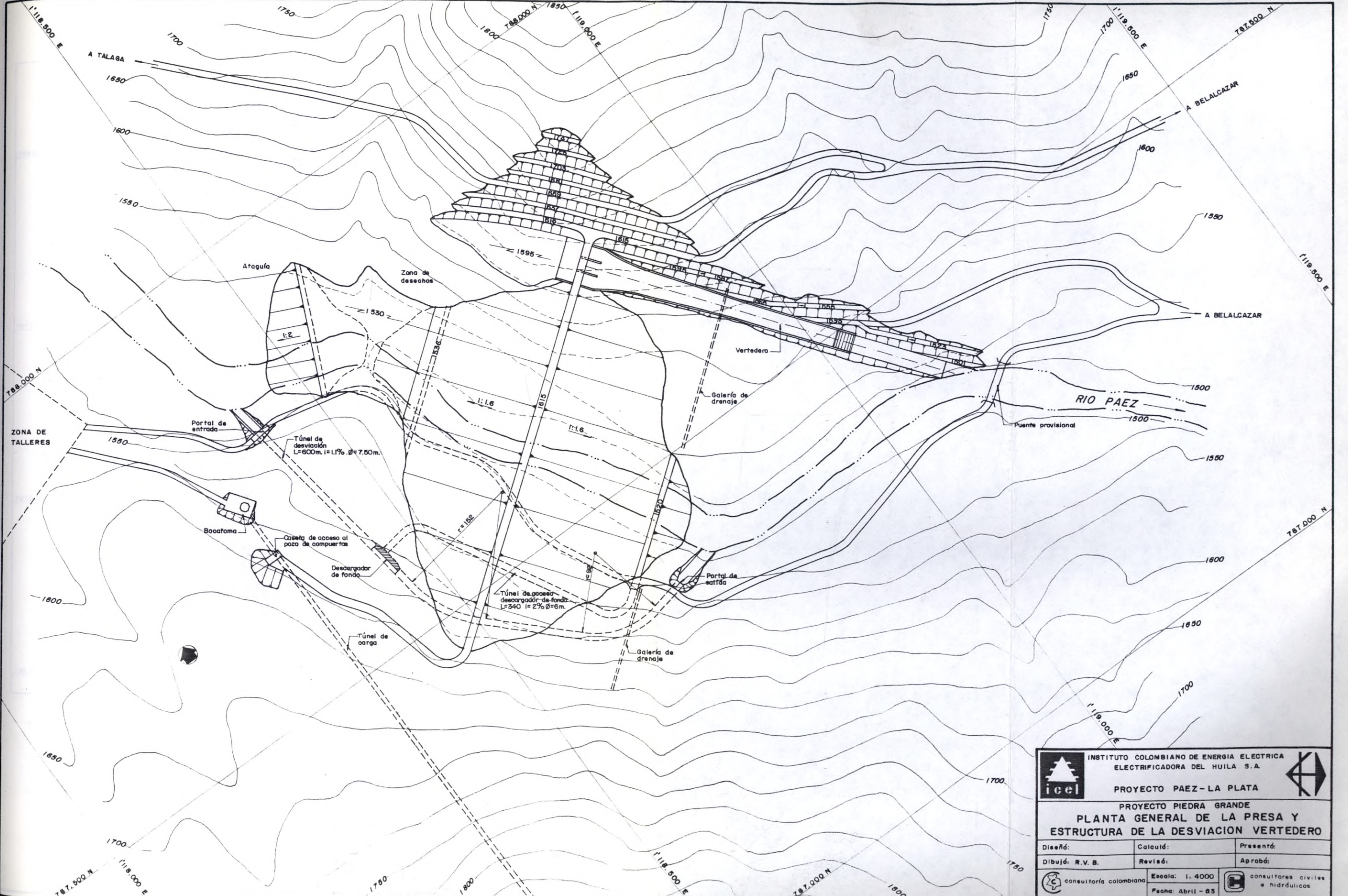
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
	PROYECTO PAEZ-LA PLATA		
PROYECTO PIEDRA GRANDE			
GEOLOGIA REGIONAL			
Diseñó:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: N.B.A.	Revisó:	Aprobó:	
 consultoria colombiana	Escala: 1:25,000 Fecha: Abril/83	 consultores civiles e hidráulicos	

FIGURA 3







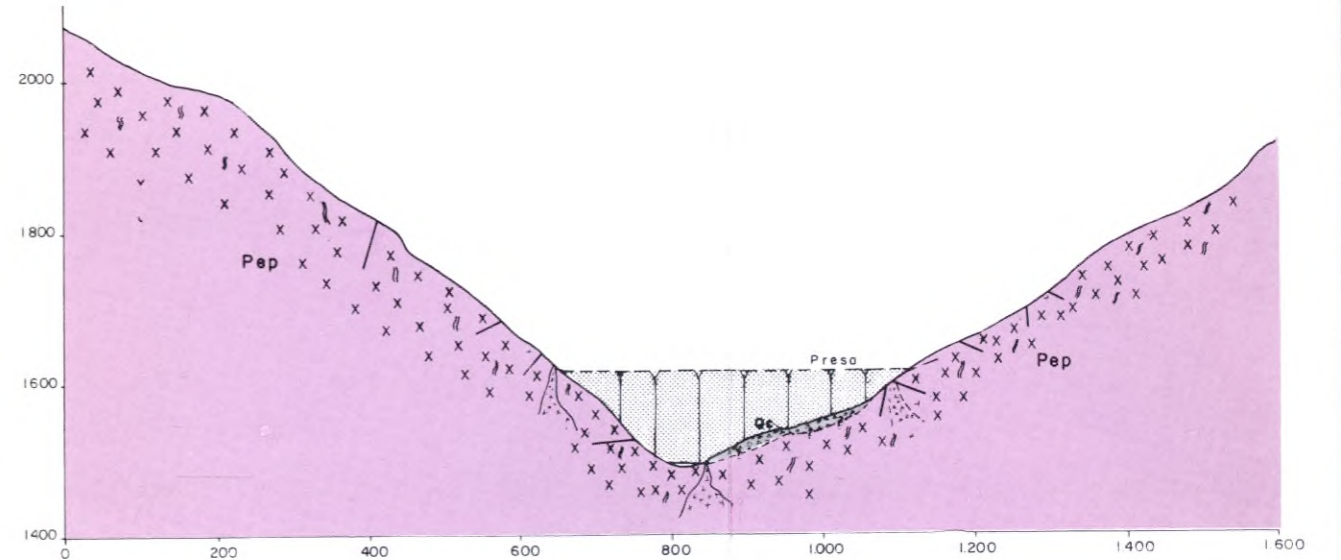
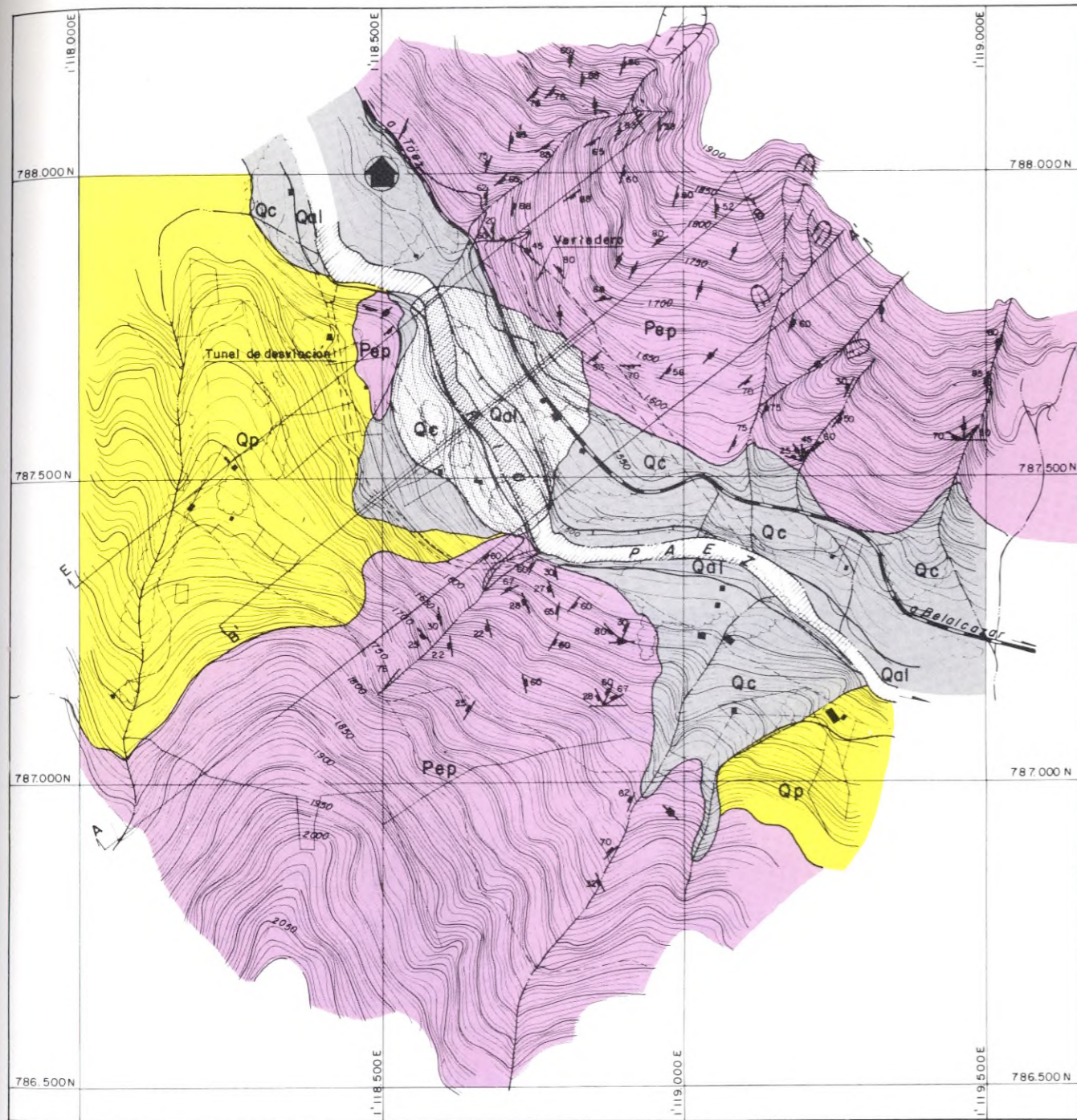
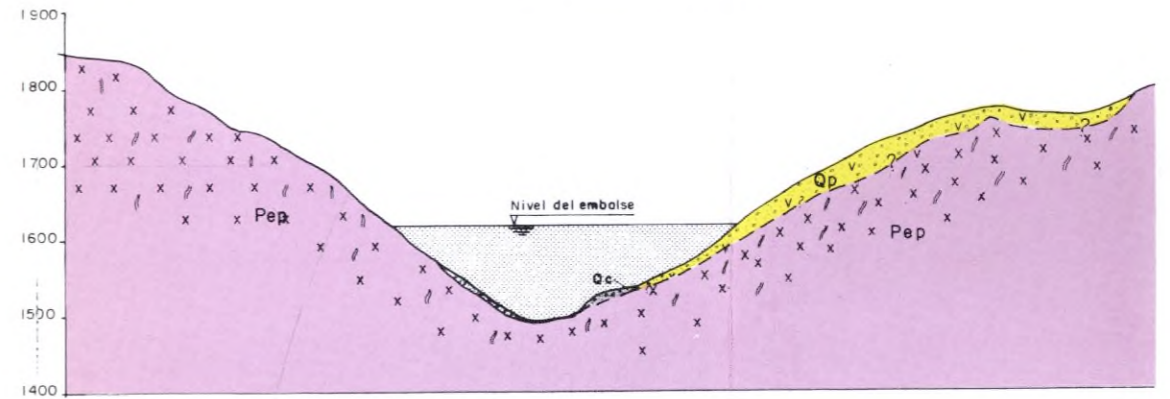
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA PROYECTO PIEDRA GRANDE PLANTA GENERAL DE LA PRESA Y ESTRUCTURA DE LA DESVIACION VERTEDERO		
Diseñó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: 1:4000 Fecha: Abril - 83	 consultoras civiles e hidráulicas

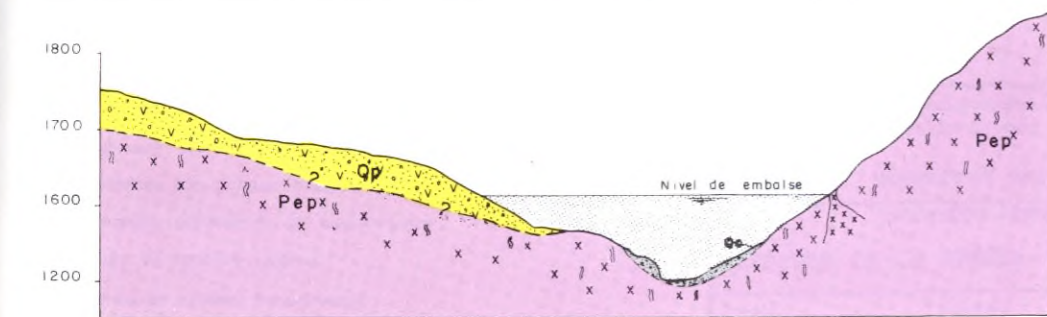
FIGURA 4



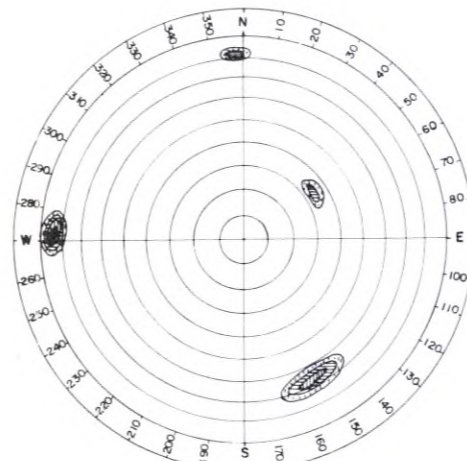
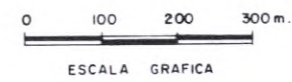
CORTE GEOLOGICO A-A'



CORTE GEOLOGICO B-B'



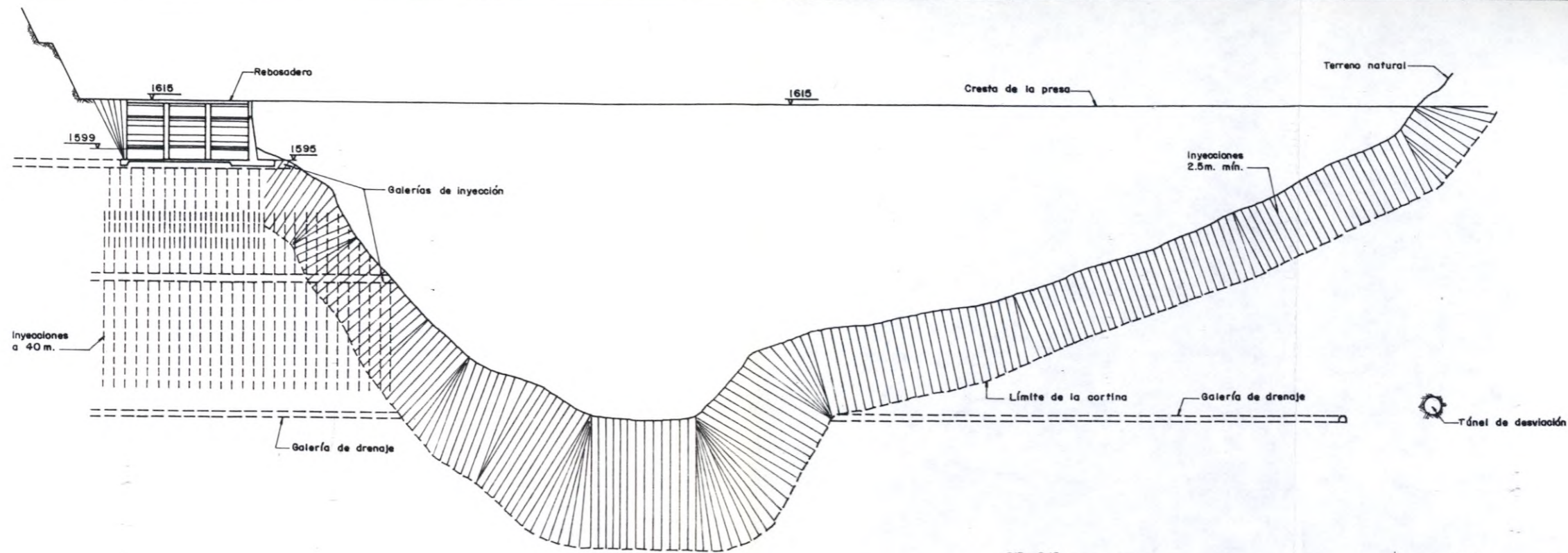
CORTE GEOLOGICO E-E'



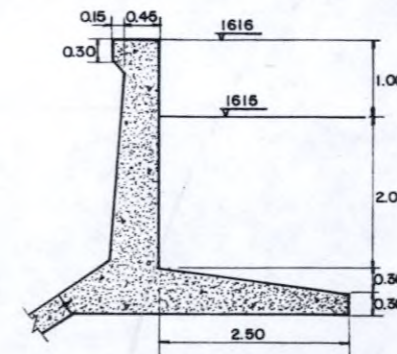
CONVENCIONES ESTRUCTURALES	
	Contacto geológico definido
	Contacto geológico inferido
	Rumbo y buzamiento de diachla
	Diachla vertical
	Zona de deslizamiento activo
	Río ó quebradas
	Curva de nivel
	Carretera
	Embalse

CONVENCIONES LITOLÓGICAS	
	Macizo de La Plata
	Piroclásticos del Paéz
	Coluviones
	Aluviones

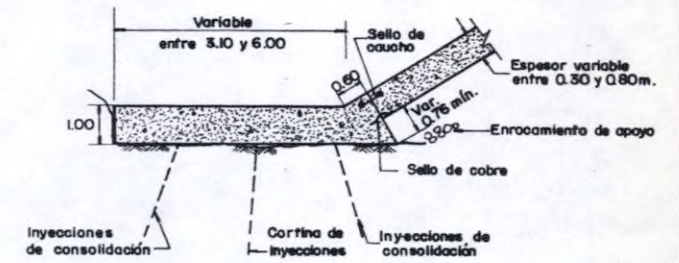
		INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.	
PROYECTO PAEZ-LA PLATA			
PROYECTO PIEDRA GRANDE			
GEOLOGIA DEL SITIO DE PRESA			
Diseño:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: N. S. A. de J.	Revisó:	Aprobó:	
CONSULTORIA COLOMBIANA		CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS	
Escala gráfica		Fecha Abril-1983	
PLANO No. DE			



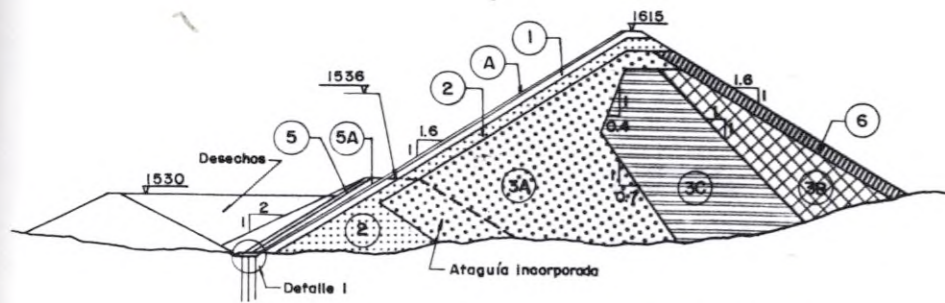
CORTE LONGITUDINAL PRESA PIEDRA GRANDE
ESCALA 1:2000



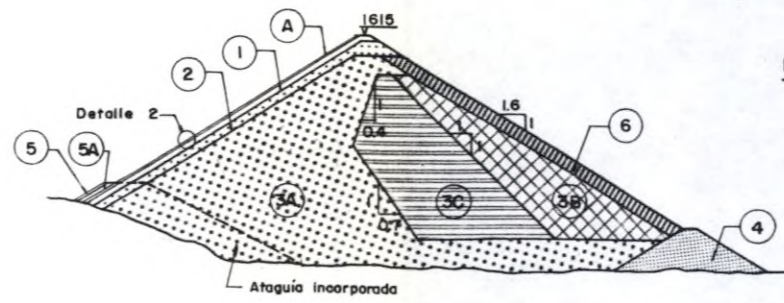
DETALLE PARAPETO
ESCALA 1:100



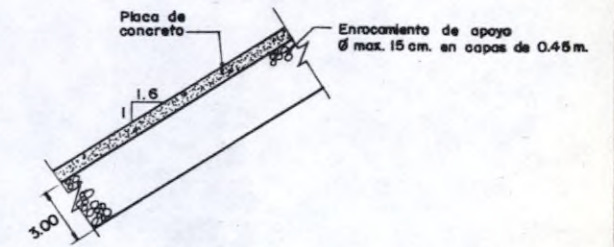
ZOCALO - DETALLE 1
ESCALA 1:200



CORTE POR EL ESTRIBO IZQUIERDO
ESCALA 1:4000

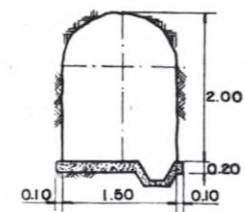


CORTE POR EL ESTRIBO DERECHO
ESCALA 1:4000

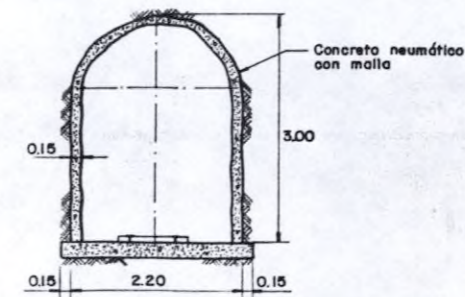


DETALLE 2
ESCALA 1:400

- (A) Placa de concreto
- (1) Enrocado especial para soporte placa
- (2) Enrocado permeable tipo filtro
- (3A) Enrocado tamaño intermedio
- (3B) Enrocado con grandes bloques
- (3C) Enrocado procedente de excavaciones
- (4) Dique de grandes piedras
- (5A) Berma de material impermeable
- (5) Berma de enrocado para confinamiento
- (6) Enrocado de acabado colocado

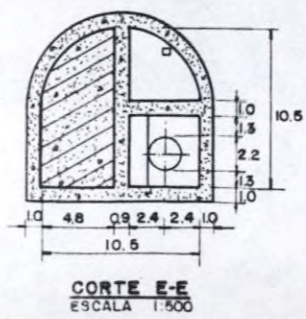
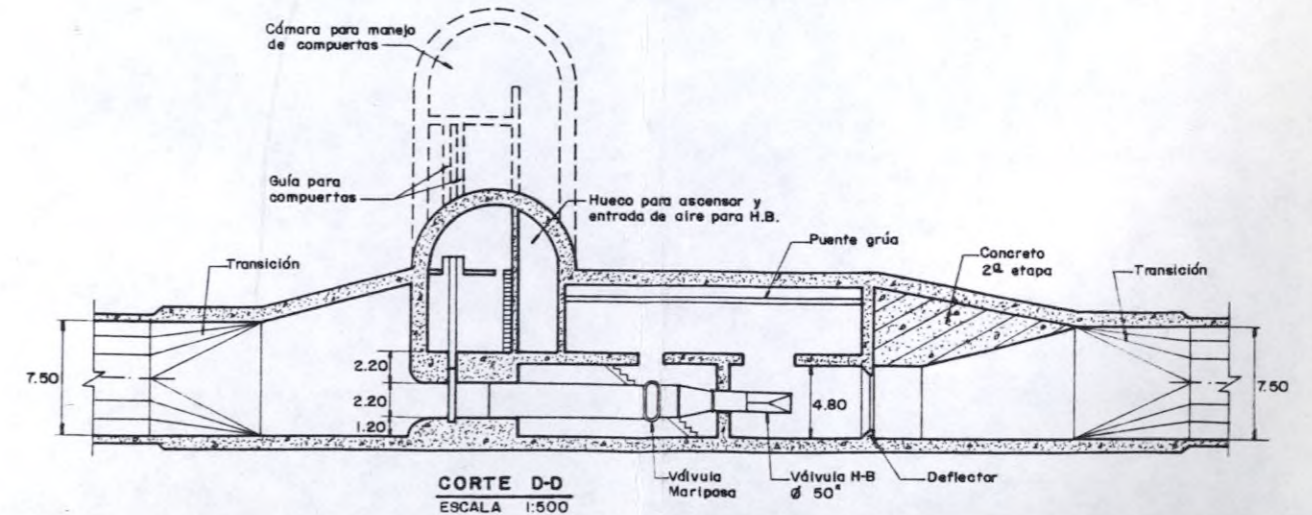
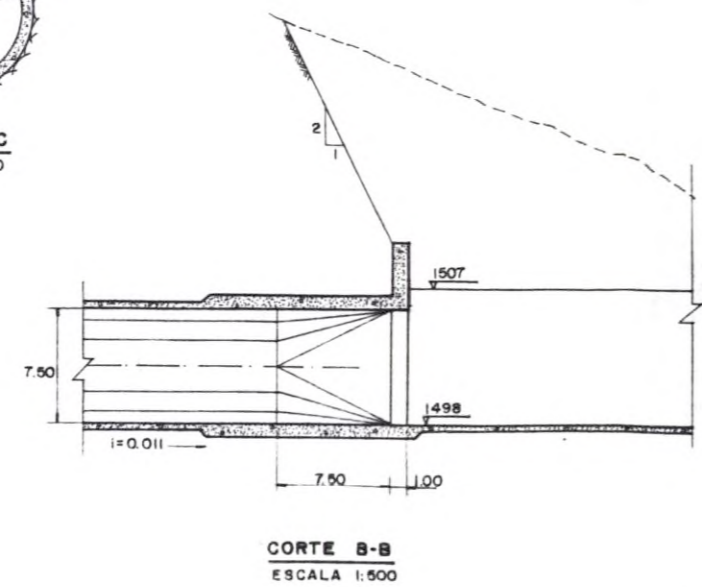
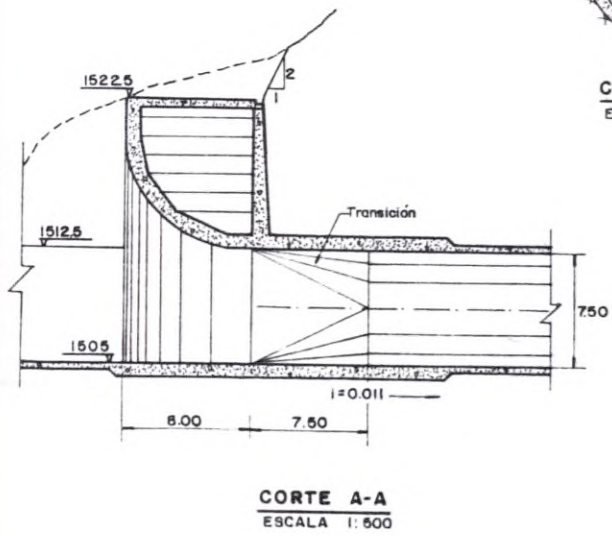
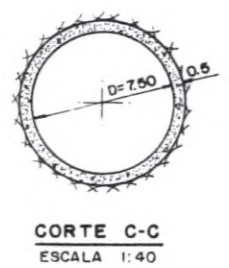
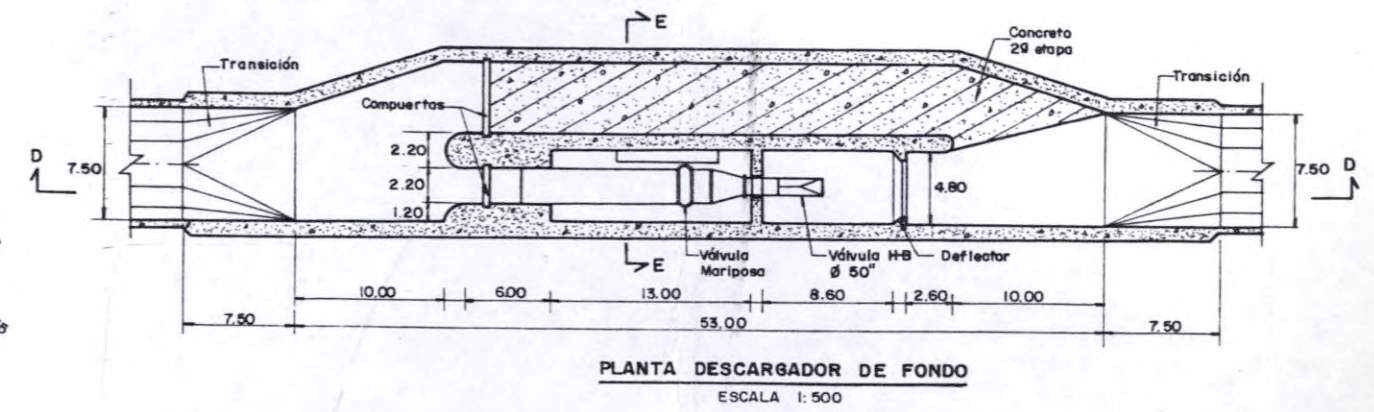
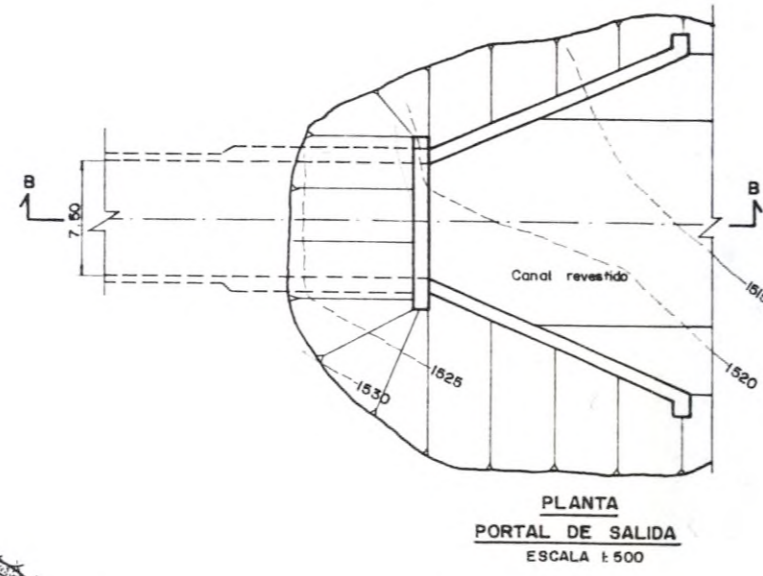
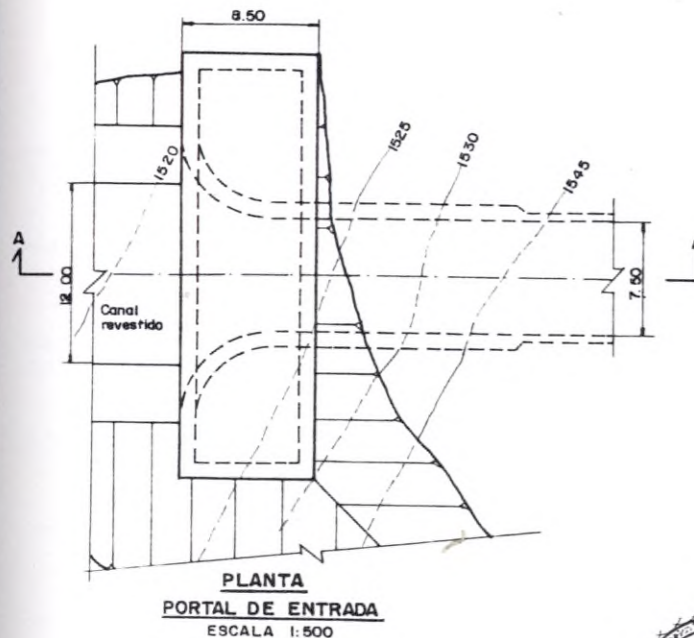
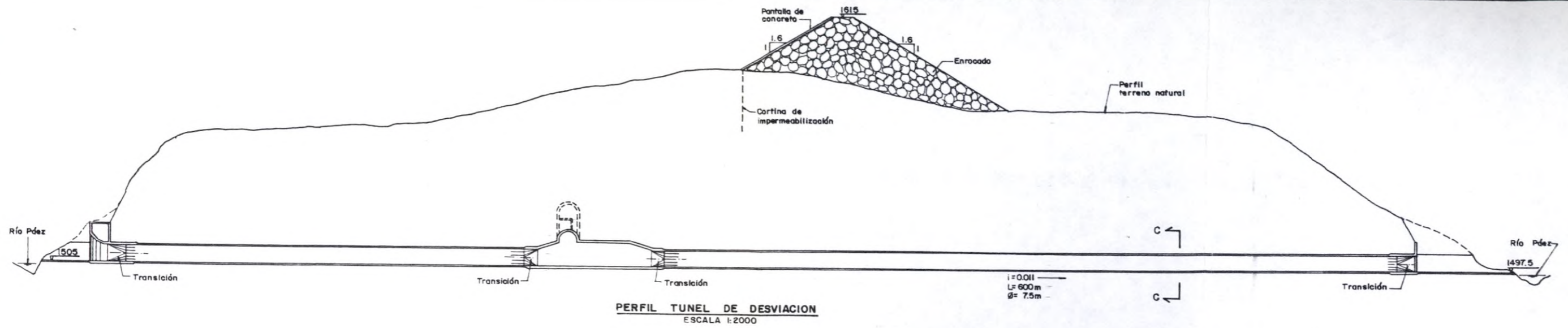


GALERIA DE DRENAJE
ESCALA 1:100



GALERIAS DE INYECCION
ESCALA 1:100

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA PROYECTO PIEDRA GRANDE		
CORTES DE LA PRESA - GALERIAS - INYECCIONES		
Diseñó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana	Escala: Indicadas Fecha: Abril - 83	consultores civiles e hidráulicos



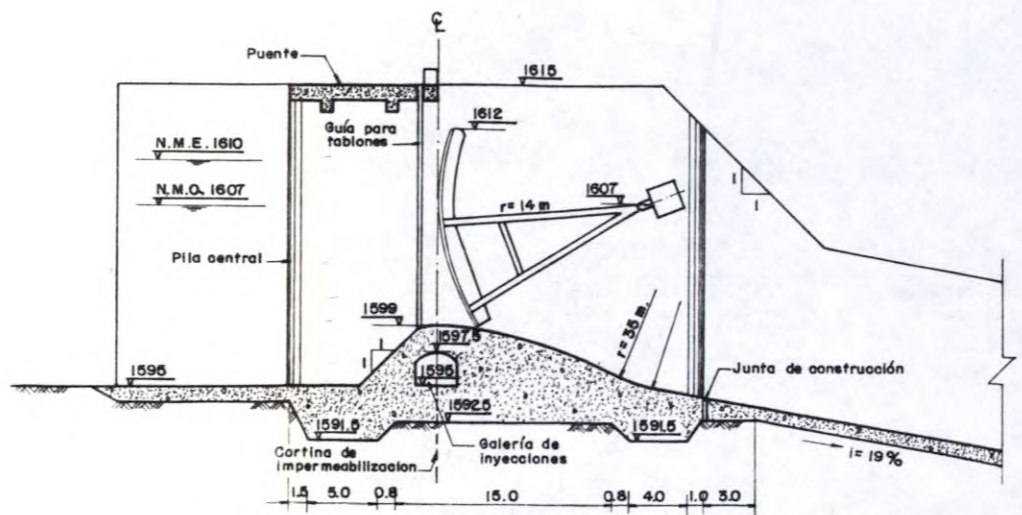
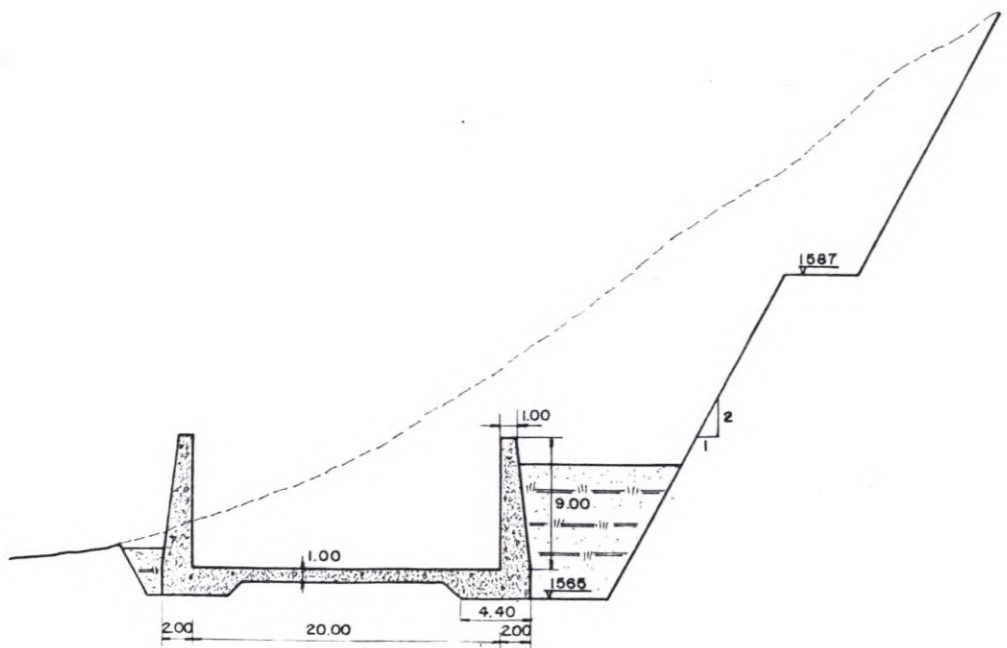
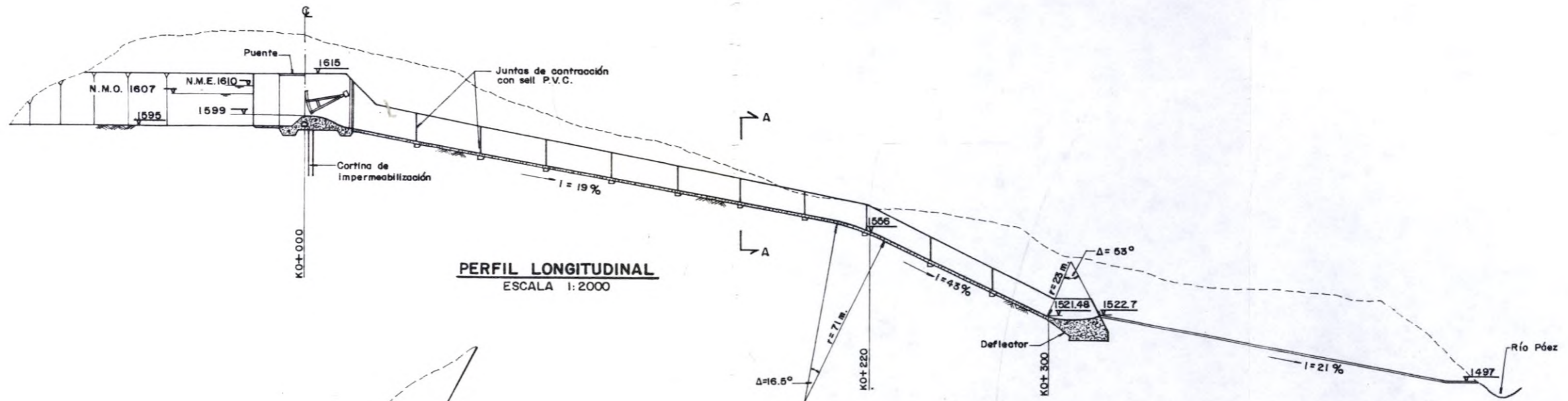
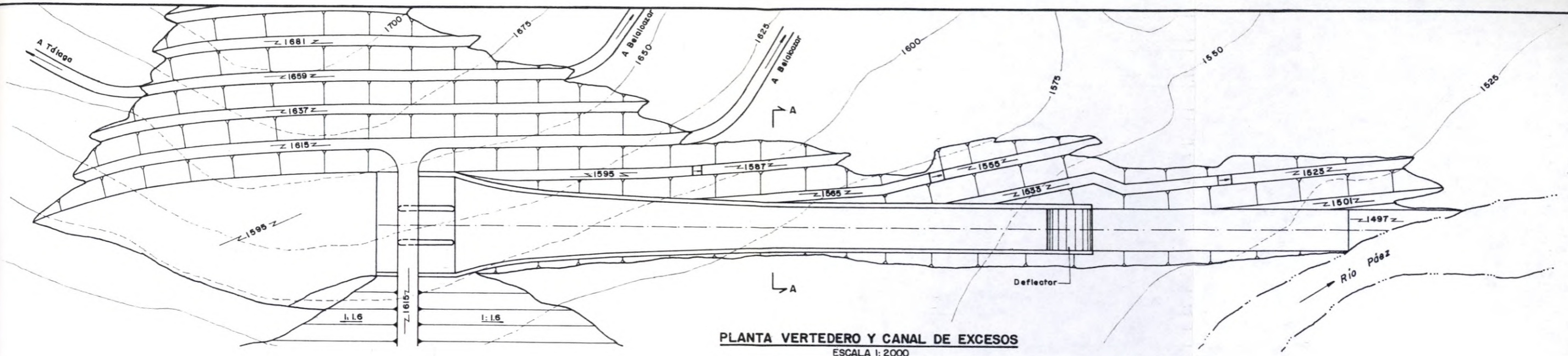
icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.





PROYECTO PAEZ-LA PLATA

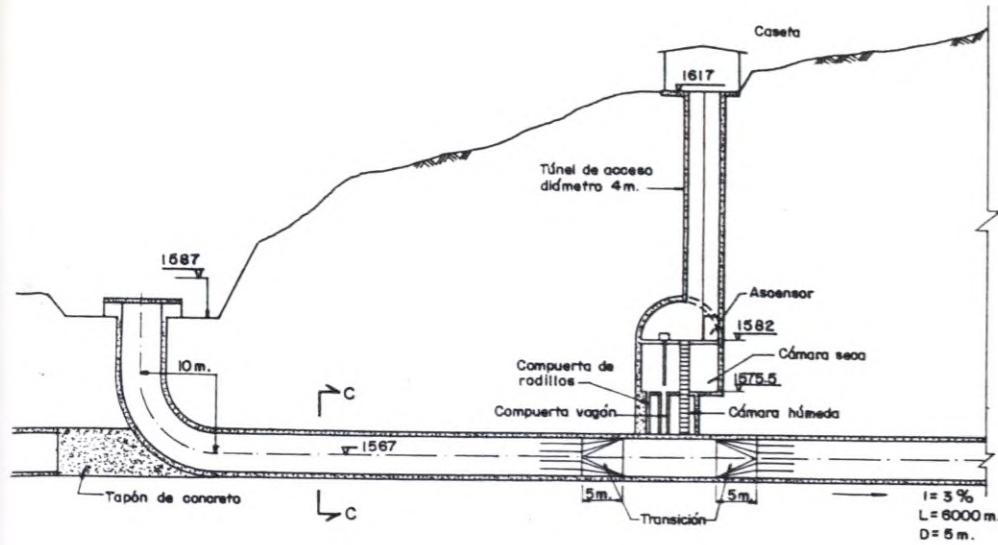
**PROYECTO PIEDRA GRANDE
DESVIACION DESCARGA DE FONDO-PLANTA
PERFIL Y DETALLES**

Diseñó: A.L.	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
Escala: Indicadas	Fecha: Abril-83	

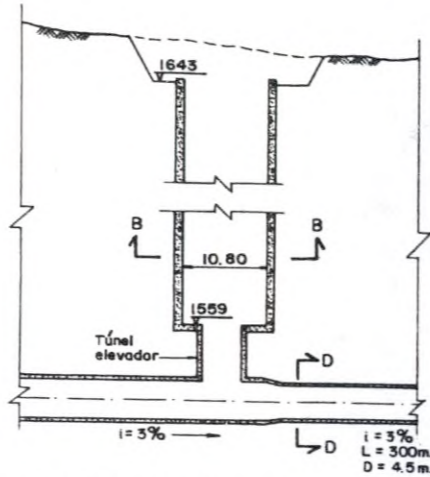
consultoría colombiana consultores civiles e hidráulicos



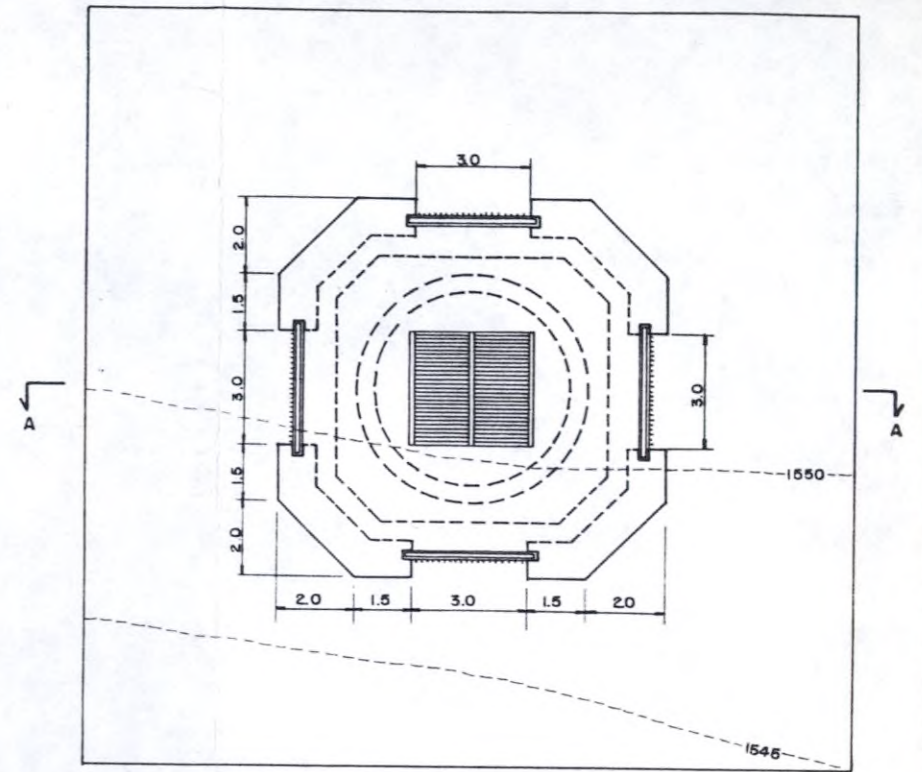
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO PIEDRA GRANDE		
REBOSADERO- PLANTA - PERFIL Y DETALLES		
Diseñó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: indicadas Fecha: Abril -83	 consultores civiles e hidráulicos



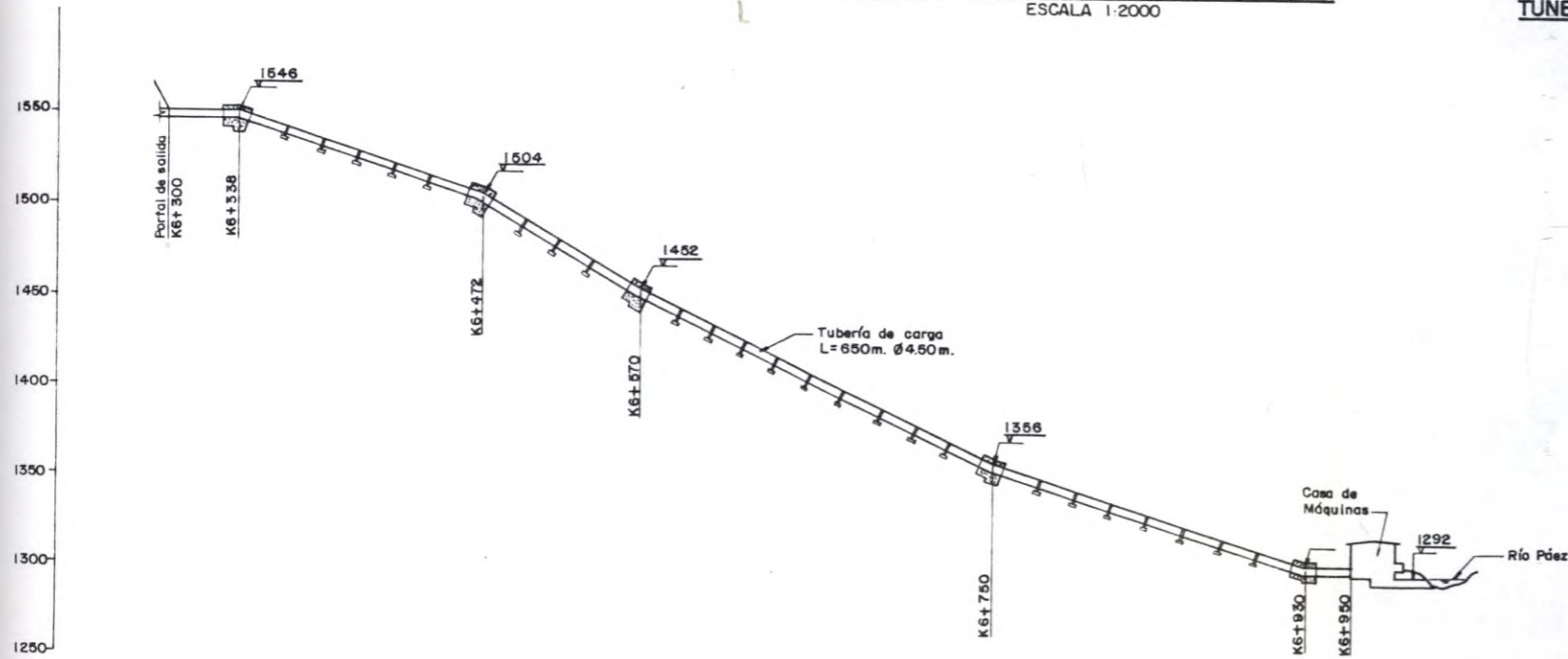
TUNEL DE ADUCCION - CORTE LONGITUDINAL
ESCALA 1:2000



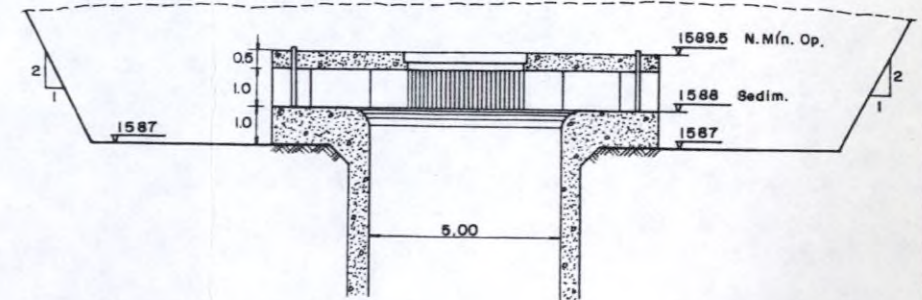
PORTAL DE SALIDA TUNEL DE ADUCCION



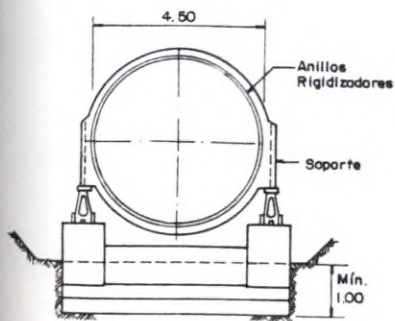
PLANTA BOCATOMA
ESCALA 1:200



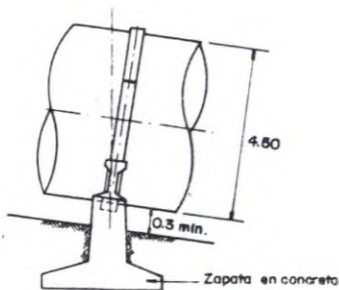
PERFIL TUBERIA DE CARGA
ESCALA 1:4000



CORTE A-A
ESCALA 1:200



SECCION TIPICA DE SILLETAS
ESCALA 1:200



CORTE B-B
ESCALA 1:400



CORTE C-C
ESCALA 1:400



CORTE D-D
ESCALA 1:400

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

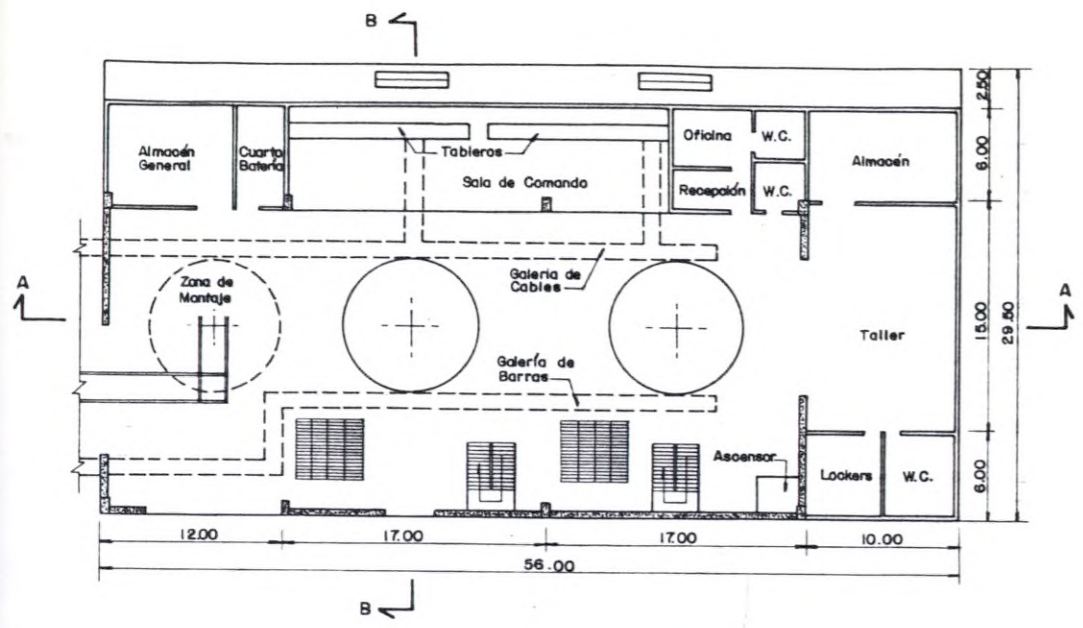
PROYECTO PAEZ-LA PLATA

PROYECTO PIEDRA GRANDE
BOCATOMA, CONDUCCION, ALMENARA
Y TUBERIA DE CARGA

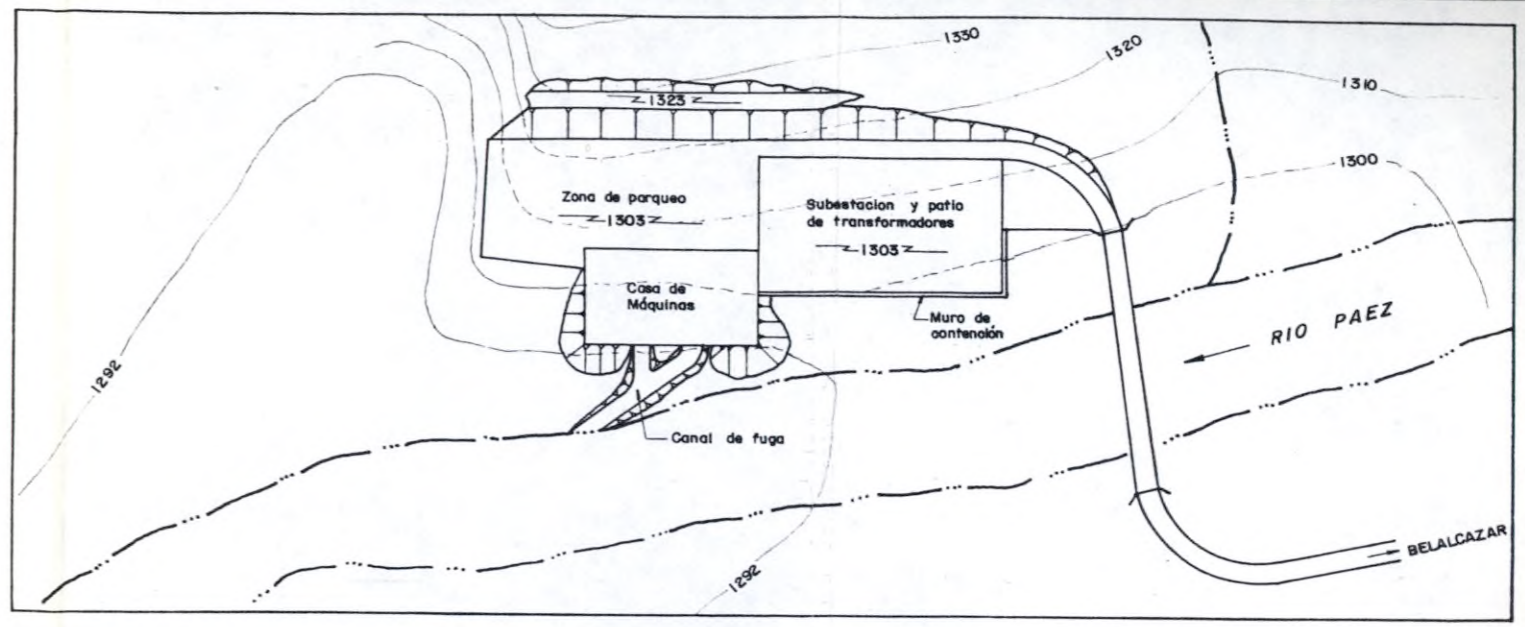
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:

Escala: Indicadas
Fecha: Abril - 83

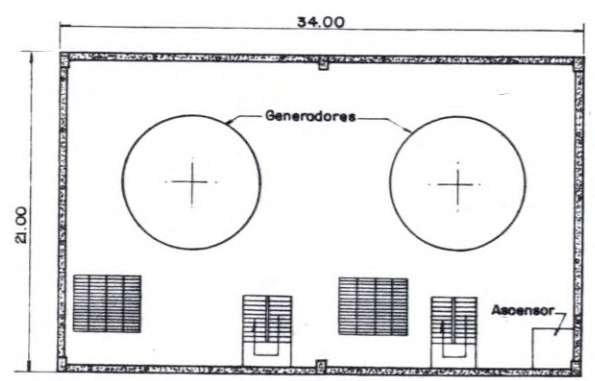
consultoría colombiana
consultores civiles e hidráulicos



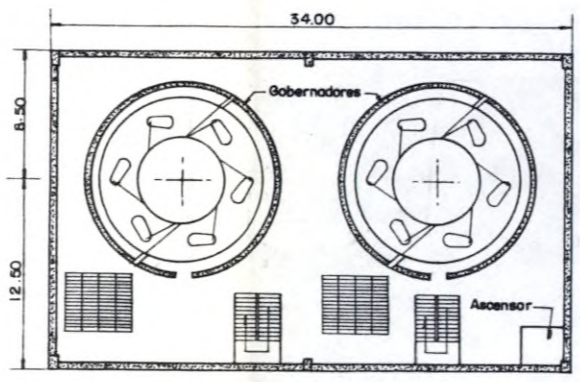
PLANTA NIVEL 1303.25
ESCALA 1:500



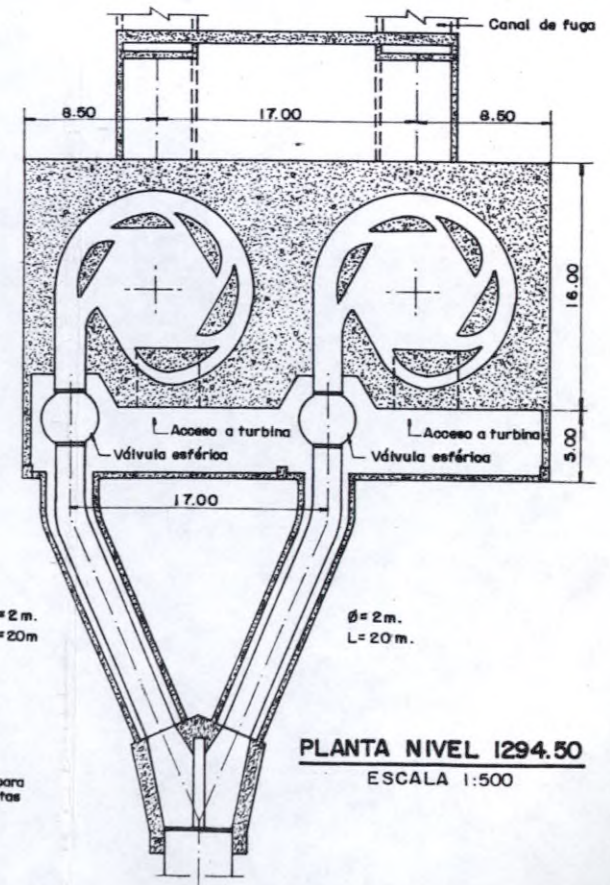
LOCALIZACION
ESCALA 1:2500



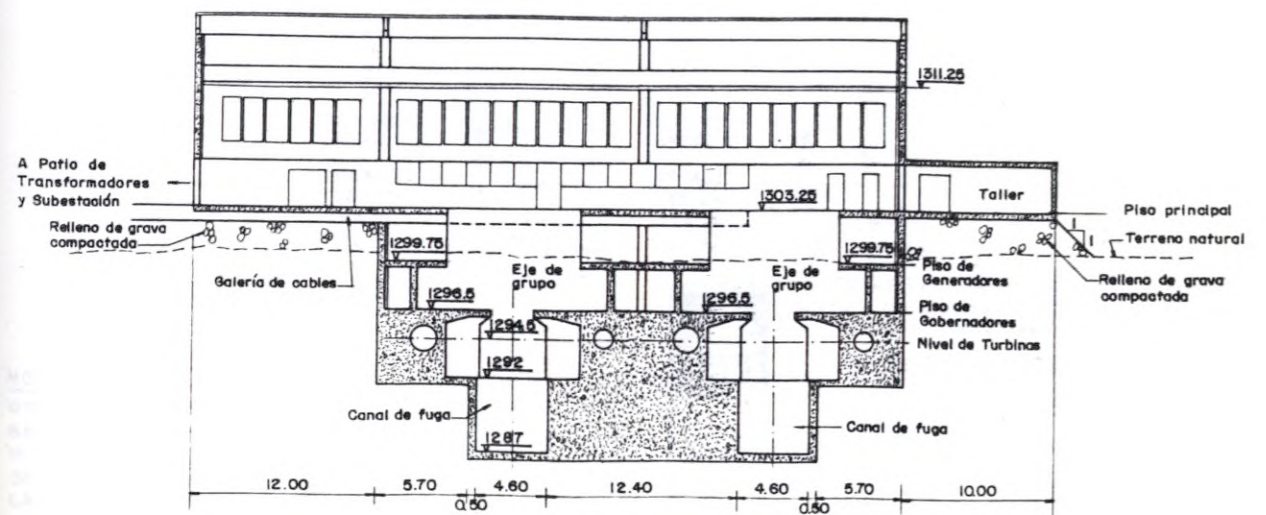
PLANTA NIVEL 1299.75
ESCALA 1:500



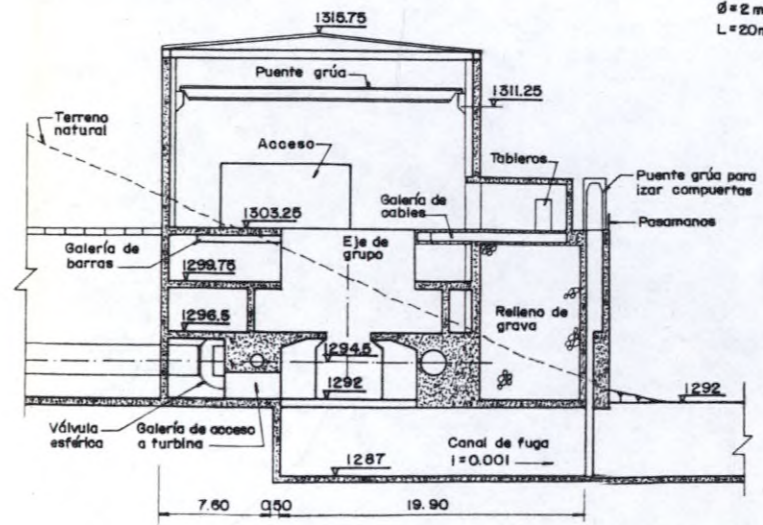
PLANTA NIVEL 1296.50
ESCALA 1:500



PLANTA NIVEL 1294.50
ESCALA 1:500



CORTE A-A
ESCALA 1:500



CORTE B-B
ESCALA 1:500

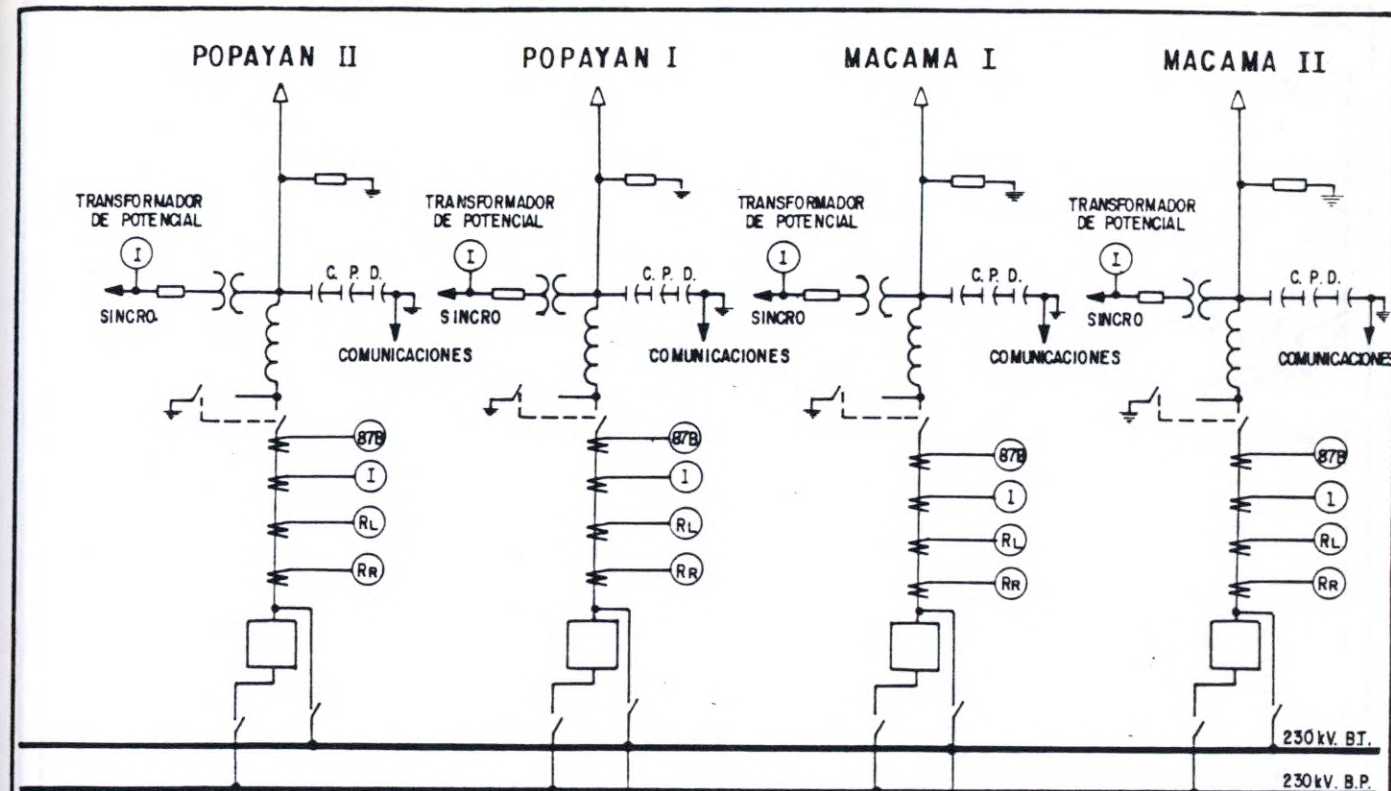
IGGI INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

PROYECTO PIEDRA GRANDE

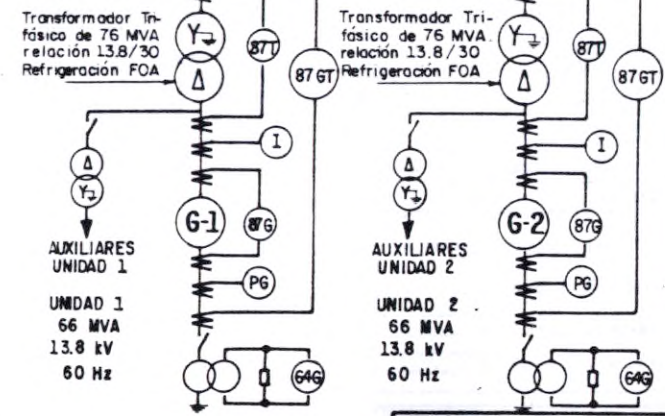
CASA DE MAQUINAS - PLANTA Y CORTES

Disenó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R. V. B.	Revisó:	Aprobó:
Escala: Indicadas		consultores civiles e hidráulicos
Fecha: Abril - 83		



CONVENCIONES:

- ☐ Pararrayos
- ☐ Interruptor de Potencia
- ⚡ Transformadores de Corriente
- ⊙ Generador de Energía
- ⊙ Transformador de Potencia
- ⊙ Transformador de Potencial (Voltaje)
- ⊙ Protección diferencial de Barraje
- ⊙ Protección diferencial del Transformador
- ⊙ Protección diferencial del Generador
- ⊙ Protección diferencial del Grupo
- ⊙ Instrumentos (Amperímetros, Contadores, etc.)
- ⊙ Protecciones de Línea
- ⊙ Protección de Retaguardia para la Línea
- ⊙ Relés de Protección
- ⊙ Protecciones Generador
- ⊙ Protección a Tierra Generador



NOTA:
 OTROS TIPOS DE DISPOSICION COMO:
 BARRAJE SECCIONADO, DOBLE BARRAJE,
 INTERRUPTOR Y MEDIO, ETC...
 SE DEBERAN ESTUDIAR DURANTE
 LAS ETAPAS POSTERIORES.

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

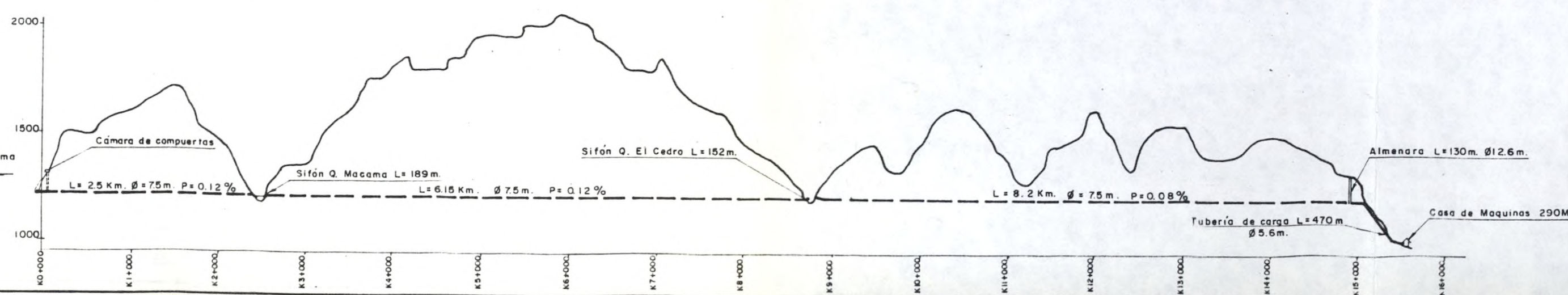
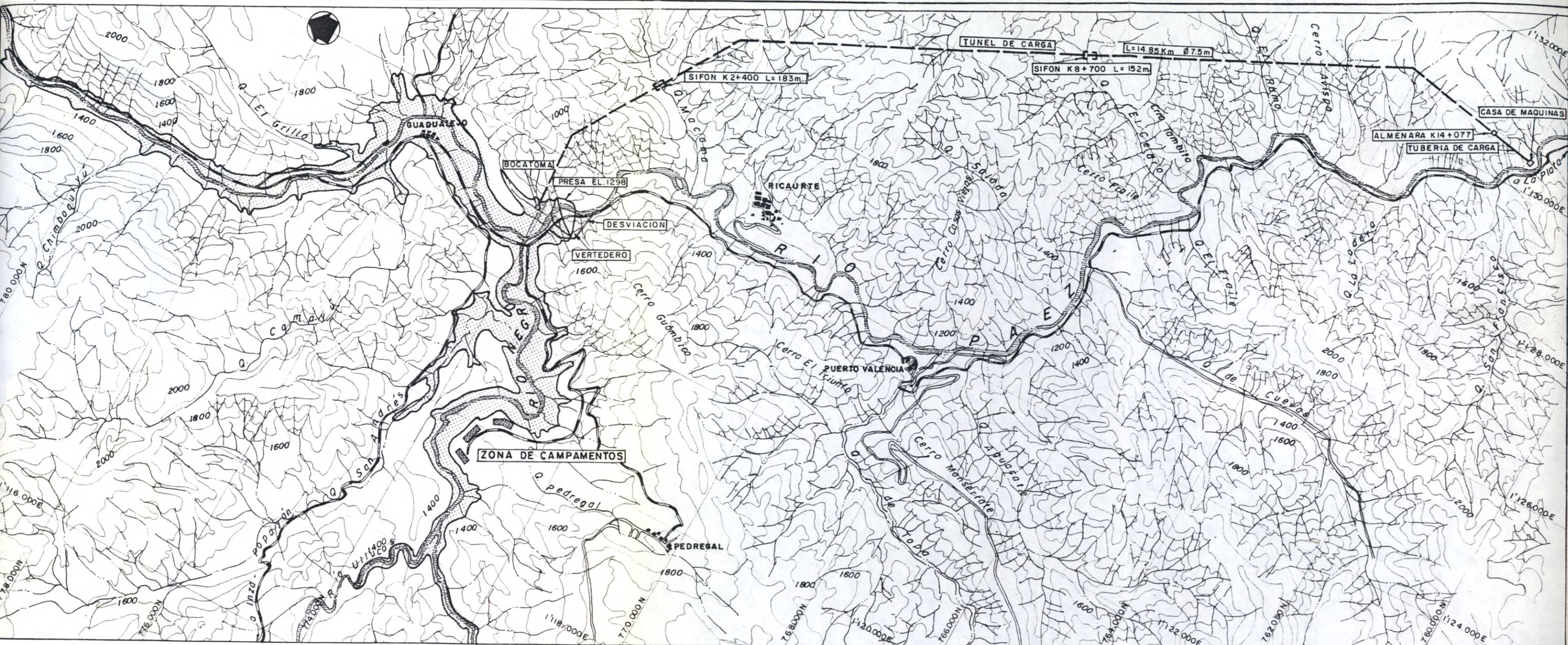
PROYECTO PIEDRA GRANDE

DIAGRAMA UNIFILAR DEL PATIO DE CONEXIONES

Diseño:	Cálculo:	Presentó:
Dibujó:	Revisó:	Aprobó:

Escala: _____
 Fecha: Abril-83

consultoría colombiana consultores civiles e hidráulicos



CONVENCIONES

1600	Curva de nivel.		Trazo de tunel
	Río o Quebrada		Carretera
	Zona de embalse		Poblaciones
	Zona campamentos		

icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

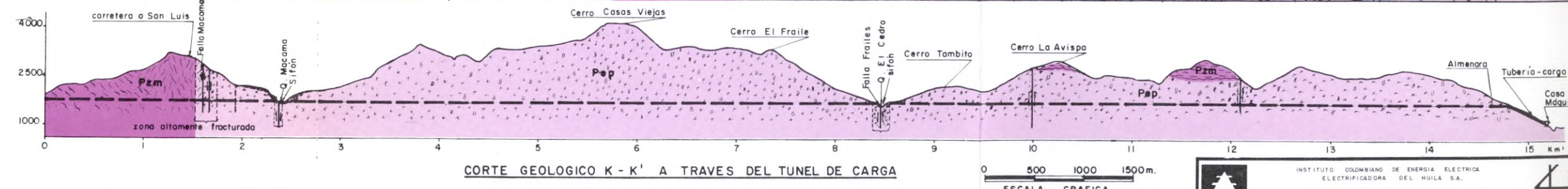
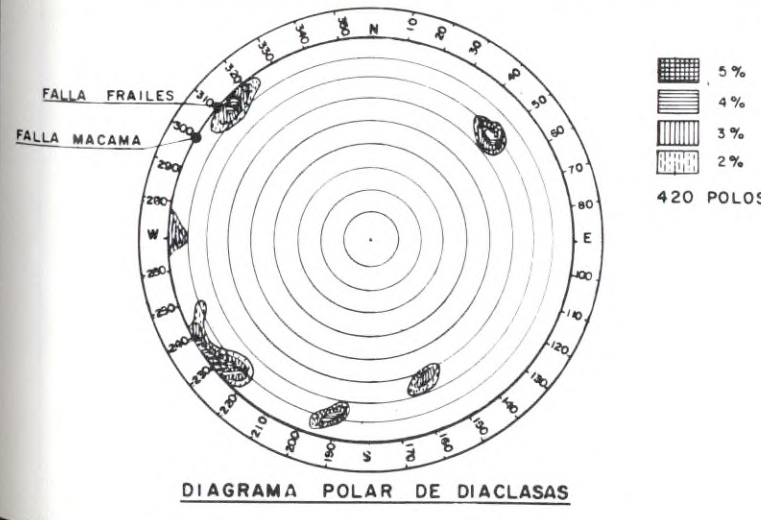
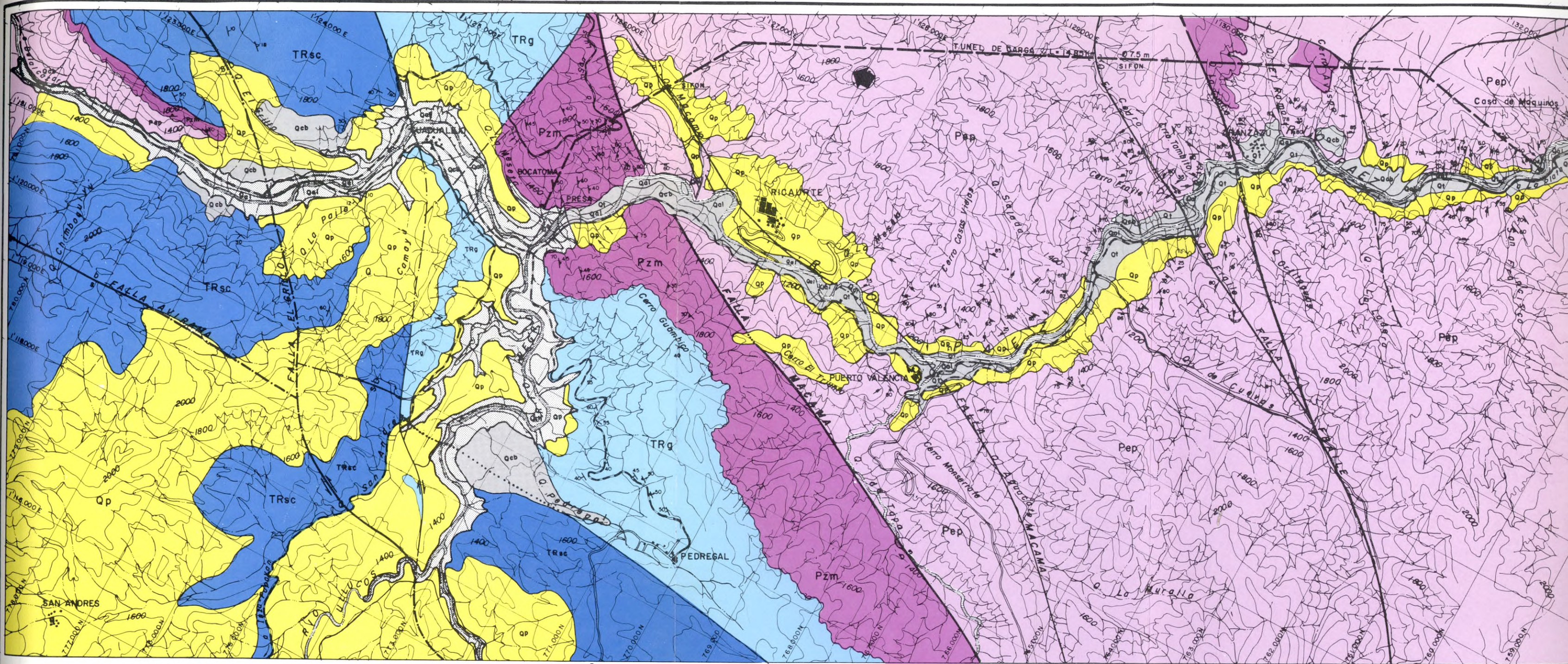
PROYECTO MACAMA
LOCALIZACION DE LAS OBRAS Y PERFIL DEL PROYECTO

Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: N.B.A.	Revisó:	Aprobó:

Escala: 1:50.000
Fecha: Abril - 88

consultoria colombiana
consultores civiles e hidráulicos

FIGURA 12



CONVENCIONES LITOLÓGICAS

	Macizo de la Plata. (neises-granitos-gabros).		Formación Coquiyú. (shale-limos-chert-cólizos-areniscas con cataclasis fuerte o incipiente).
	Complejo de Macama. (esquistos-cuarzitas-tabas ignimbríticas-metabasaltos).		Piroclastos del Páez.
	Conglomerado del Guambico. (aglomerado en la base-areniscas-limos intercalado niveles conglomeráticos).		Sedimentos recientes: terrazas aluviales, derrubios, aluviones y coluviones.

CONVENCIONES ESTRUCTURALES

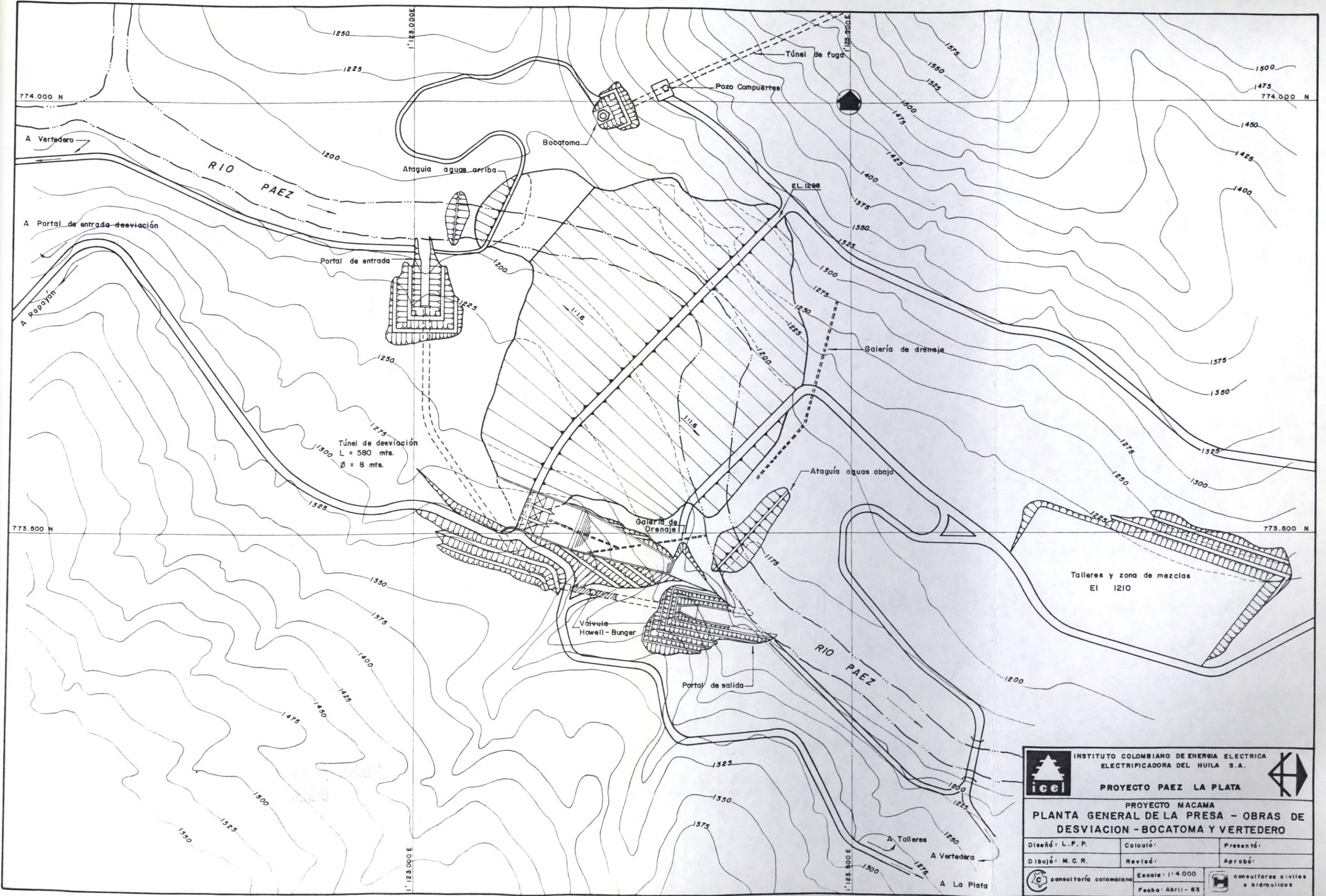
	Contacto geológico definido.		Rumbo y buzamiento de las capas.
	Contacto geológico inferido.		Rumbo y buzamiento de foliación.
	Contacto geológico probable.		Diaclasa vertical.
	Contacto geológico discordante.		Zona de deslizamiento activo.
	Borde de terraza.		Zona de influencia cataclástica y milonitas.
	Falla geológica cubierta.		Trazo de túnel.
	Falla direccional (s=sube b=baja).		Río o quebrado.
	Fractura por acción de falla.		Carretera.
	Rumbo y buzamiento de diaclasa.		Caserío o población.

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ-LA PLATA

PROYECTO MACAMA
GEOLOGIA REGIONAL

Diseño	Calculó	Presentó
Dibujó: N B A	Revisó	Aprobó
CONSULTORIA COLOMBIANA	Escala: Gráfica	Fecha: Febrero-83
PLANO No. DE		CONSULTORES CIVILES E HIDRÁULICOS







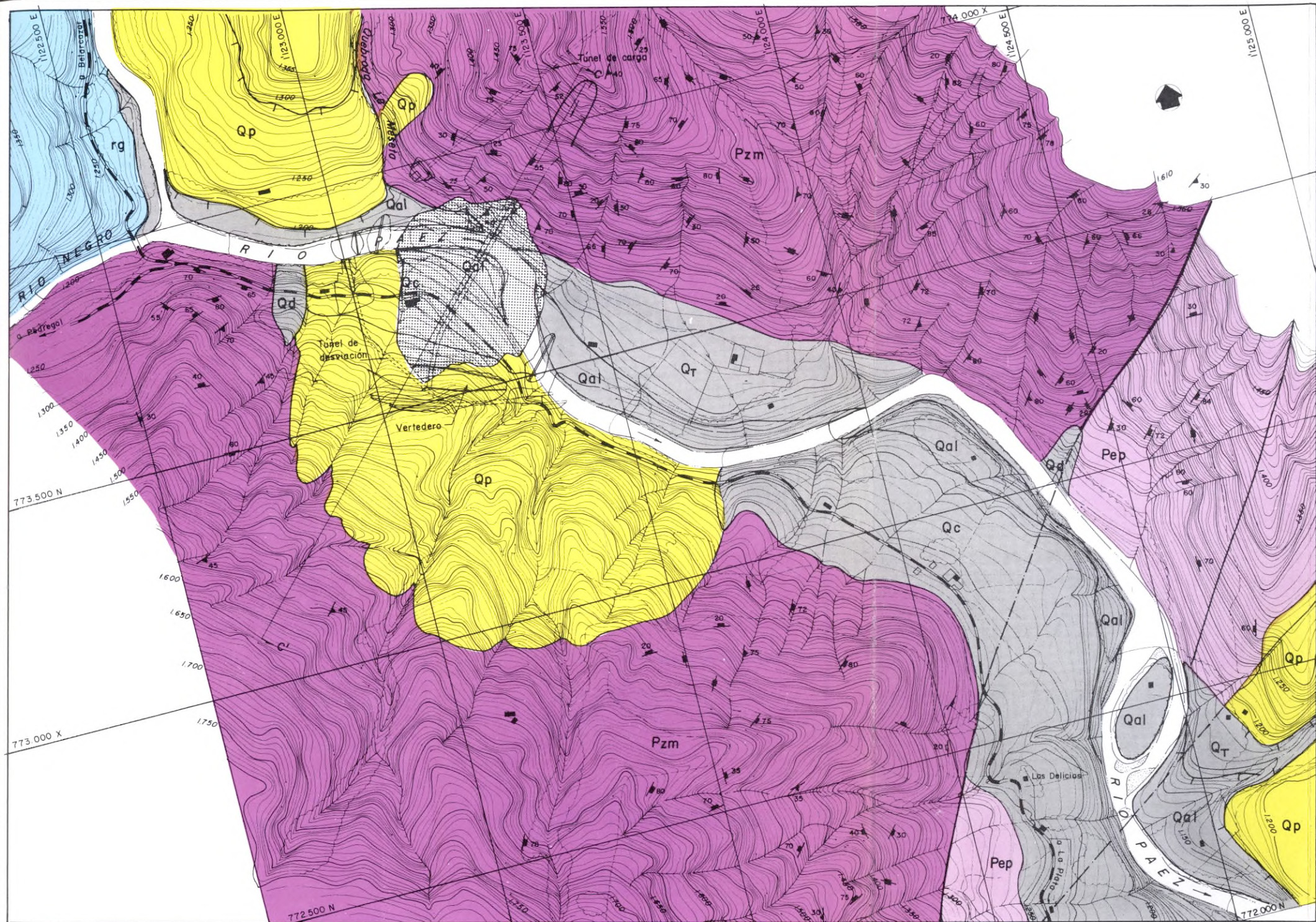
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRICADORA DEL HUILA S.A.			
PROYECTO PAEZ LA PLATA			
PROYECTO MACAMA PLANTA GENERAL DE LA PRESA - OBRAS DE DESVIACION - BOCATOMA Y VERTEDERO			
Diseño: L. F. P.	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: M. C. R.	Revisó:	Aprobó:	
 consultoría colombiana	Escala: 1:4.000 Fecha: Abril - 83	 consultores civiles e hidraulicos	

FIGURA 14



CONVENCIONES LITOLÓGICAS

- Macizo de La Plata. (Neises - granitos - grabos)
- Complejo de Macama: (esquistos - cuarcitas - tobos ignimbríticos metabasitos)
- Conglomerado del Guámbico
- Piroclastos del Páez
- Sedimentos recientes: Terrazas aluviales - derrubios - aluviones - coluviones.

CONVENCIONES ESTRUCTURALES

- Contacto geológico definido.
- Contacto geológico probable.
- Borde de terraza
- Falla direccional (flechas = movimiento, s = bloque que sube; b = bloque que baja.)
- Falla cubierta.
- Rumbo y buzamiento de diclasa.
- Diclasa vertical.
- Rumbo y buzamiento de foliación.
- Zona de deslizamiento activo.
- Zona de influencia cataclástica y milonitas.
- Ríos y quebradas.

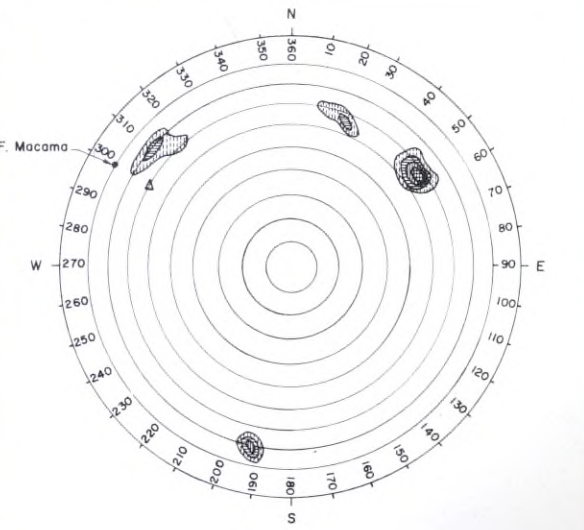
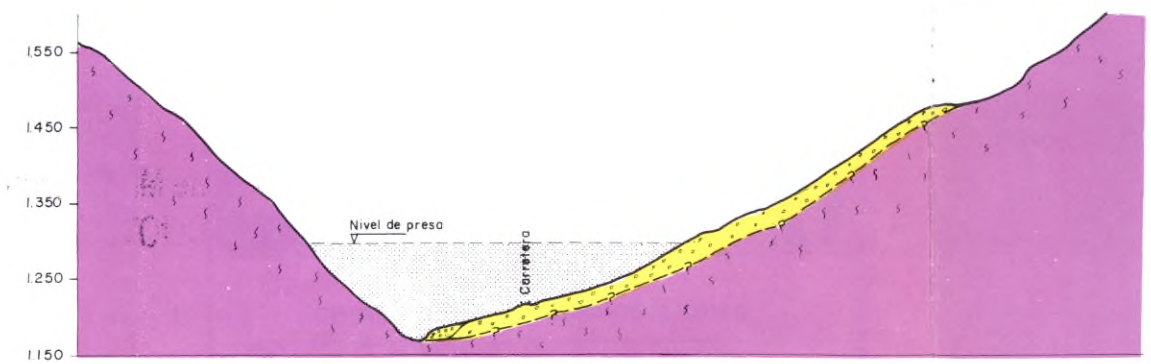


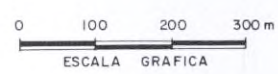
DIAGRAMA POLAR DE DICLASAS

	8%		4%
	5%		3%

266 Polos
 • Falla principal
 Δ Foliación predominante.



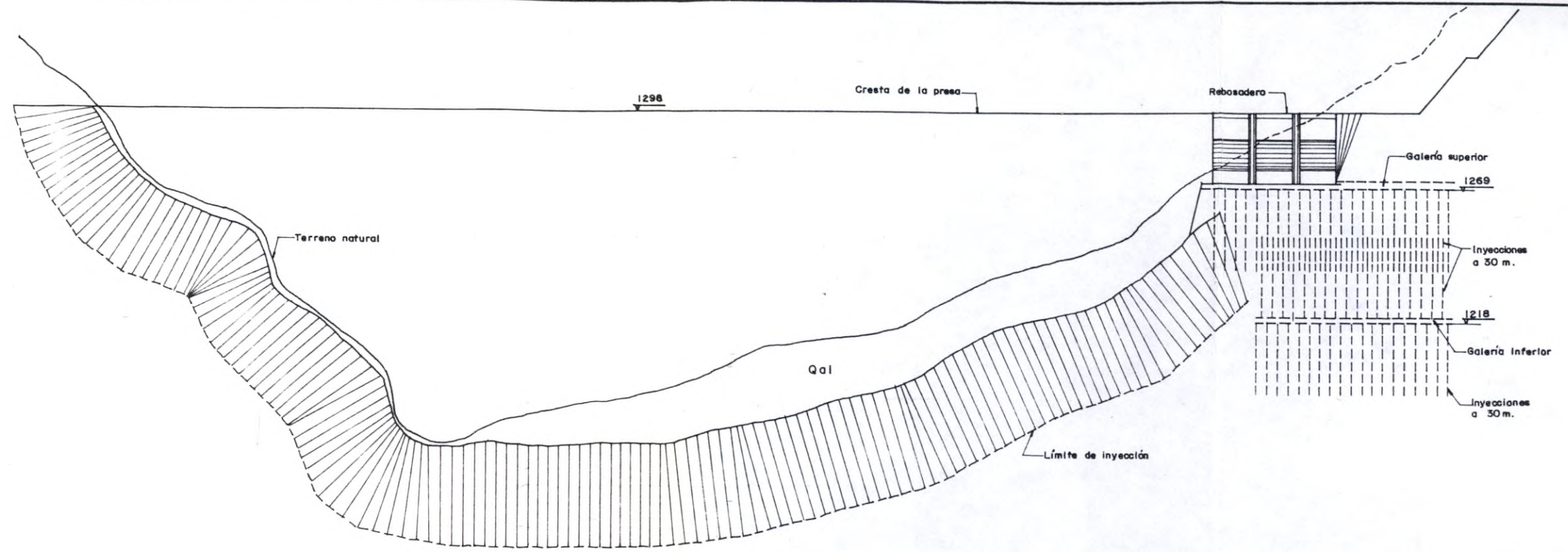
CORTE GEOLOGICO C-C' - EJE DE PRESA



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 ELECTRIFICADORA DEL NUILA S.A.
PROYECTO PAEZ - LA PLATA

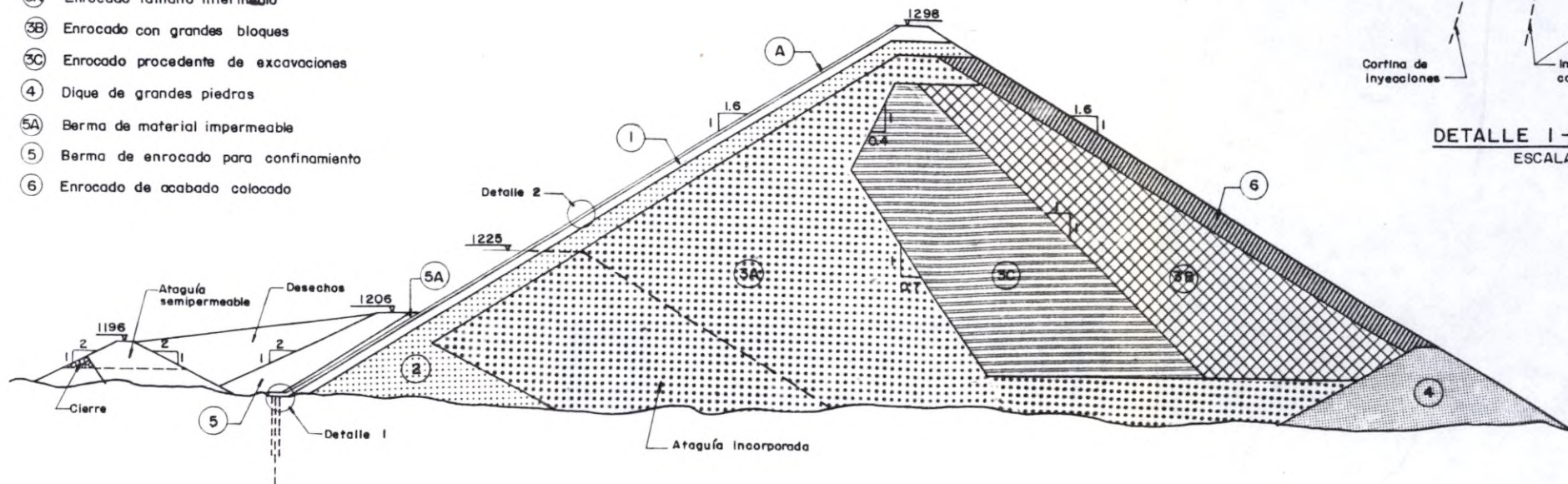
PROYECTO MACAMA
GEOLOGIA DEL SITIO DE PRESA

Diseño:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: G.R.	Revisó:	Aprobó:	
Escala gráfica		Fecha: Abril-1983	
PLANO No. DE		CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS	

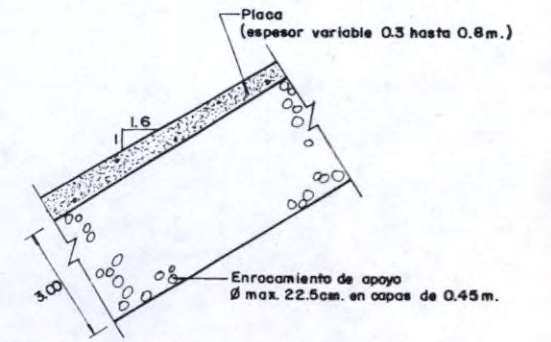
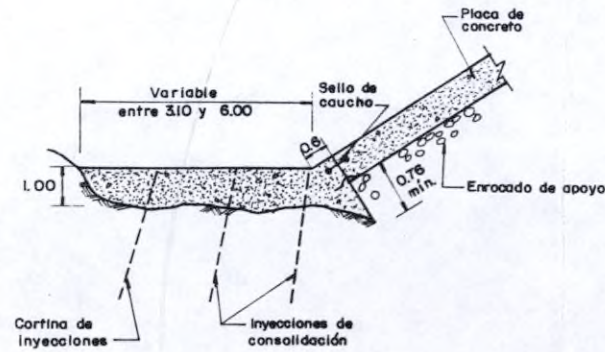


CORTE LONGITUDINAL PRESA MACAMA
ESCALA 1:2000

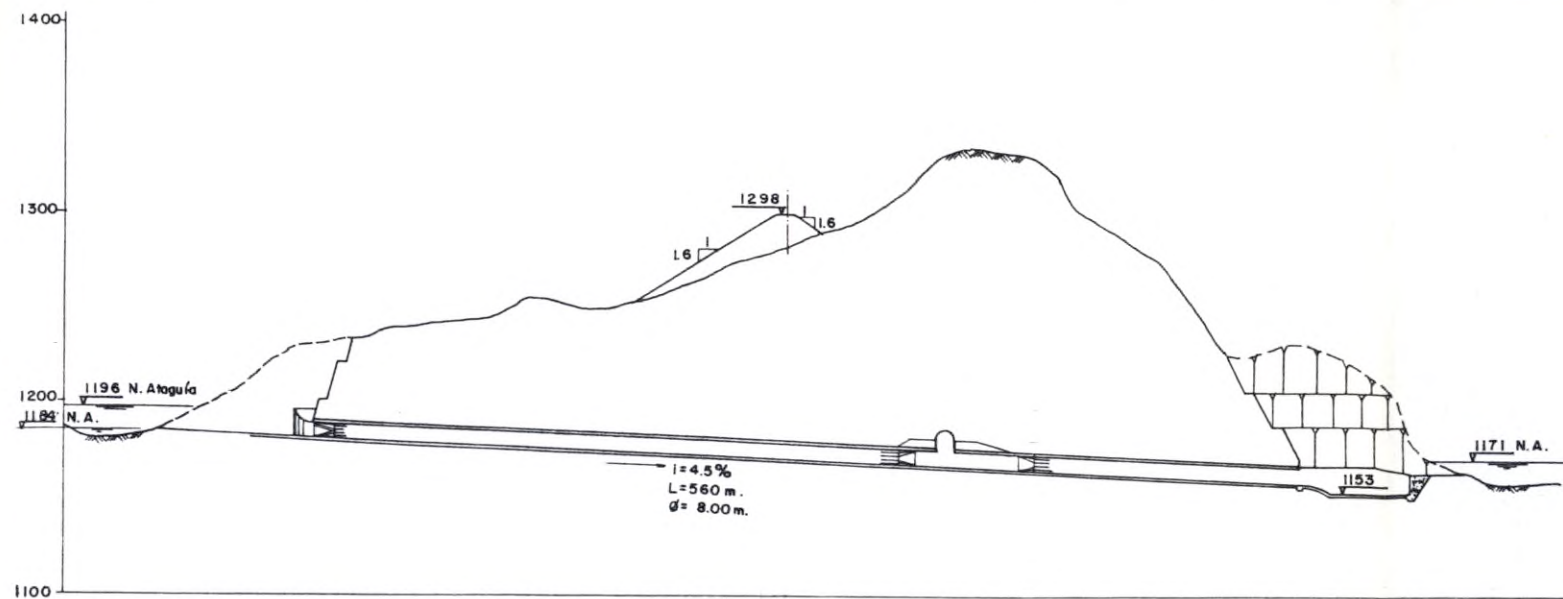
- (A) Placa de concreto
- (1) Enrocado especial para soporte placa
- (2) Enrocado permeable tipo filtro
- (3A) Enrocado tamaño intermedio
- (3B) Enrocado con grandes bloques
- (3C) Enrocado procedente de excavaciones
- (4) Dique de grandes piedras
- (5A) Berma de material impermeable
- (5) Berma de enrocado para confinamiento
- (6) Enrocado de acabado colocado



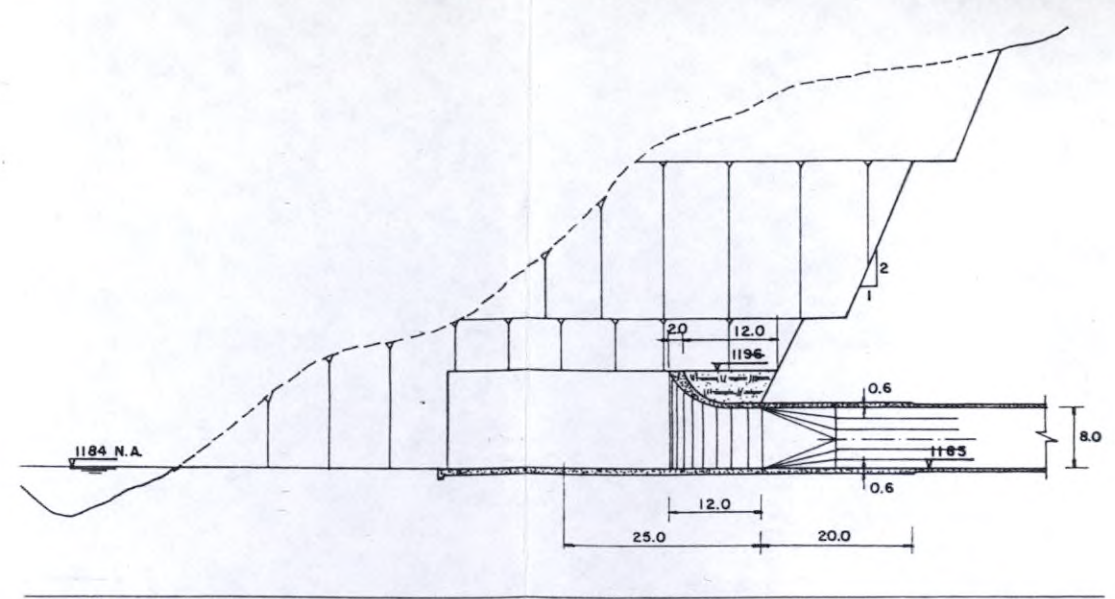
CORTE TRANSVERSAL PRESA MACAMA
ESCALA 1:2000



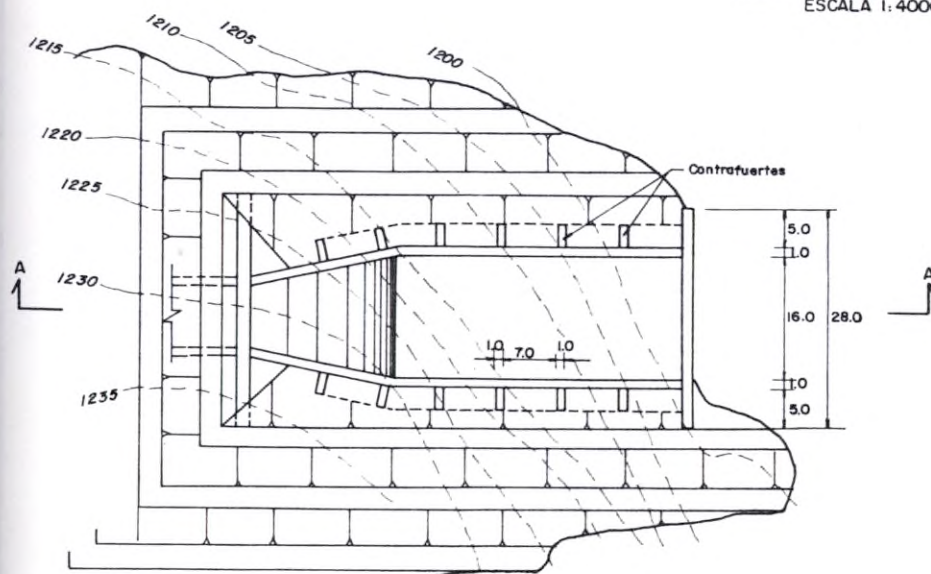
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO MACAMA CORTES DE LA PRESA - GALERIAS		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana	Escala: Indicadas Fecha: Abril - 83	consultores civiles e hidráulicos



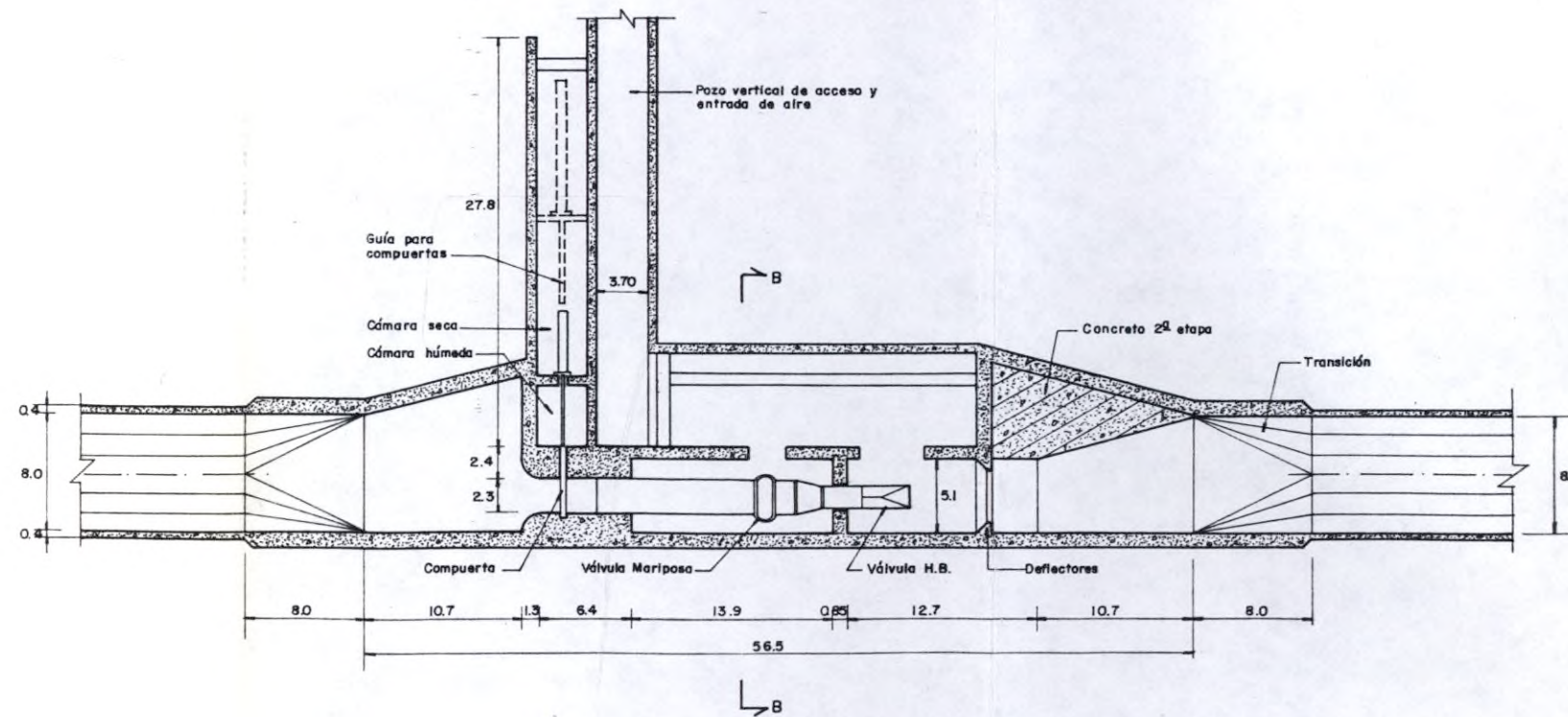
TUNEL DE DESVIACION
ESCALA 1:4000



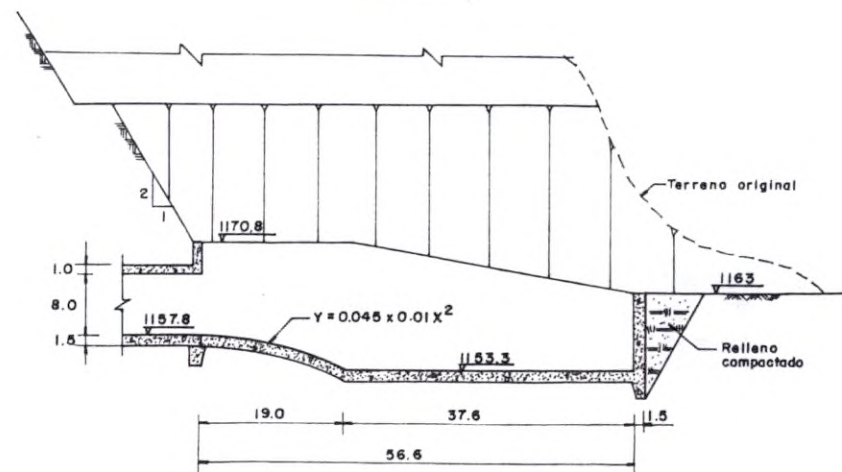
PERFIL PORTAL DE ENTRADA
ESCALA 1:1000



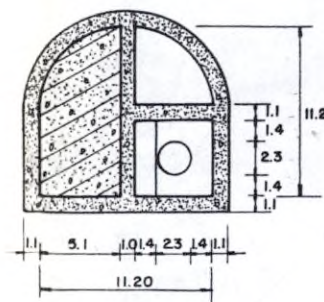
PLANTA PORTAL DE SALIDA
ESCALA 1:1000



DESCARGADOR DE FONDO
ESCALA 1:500

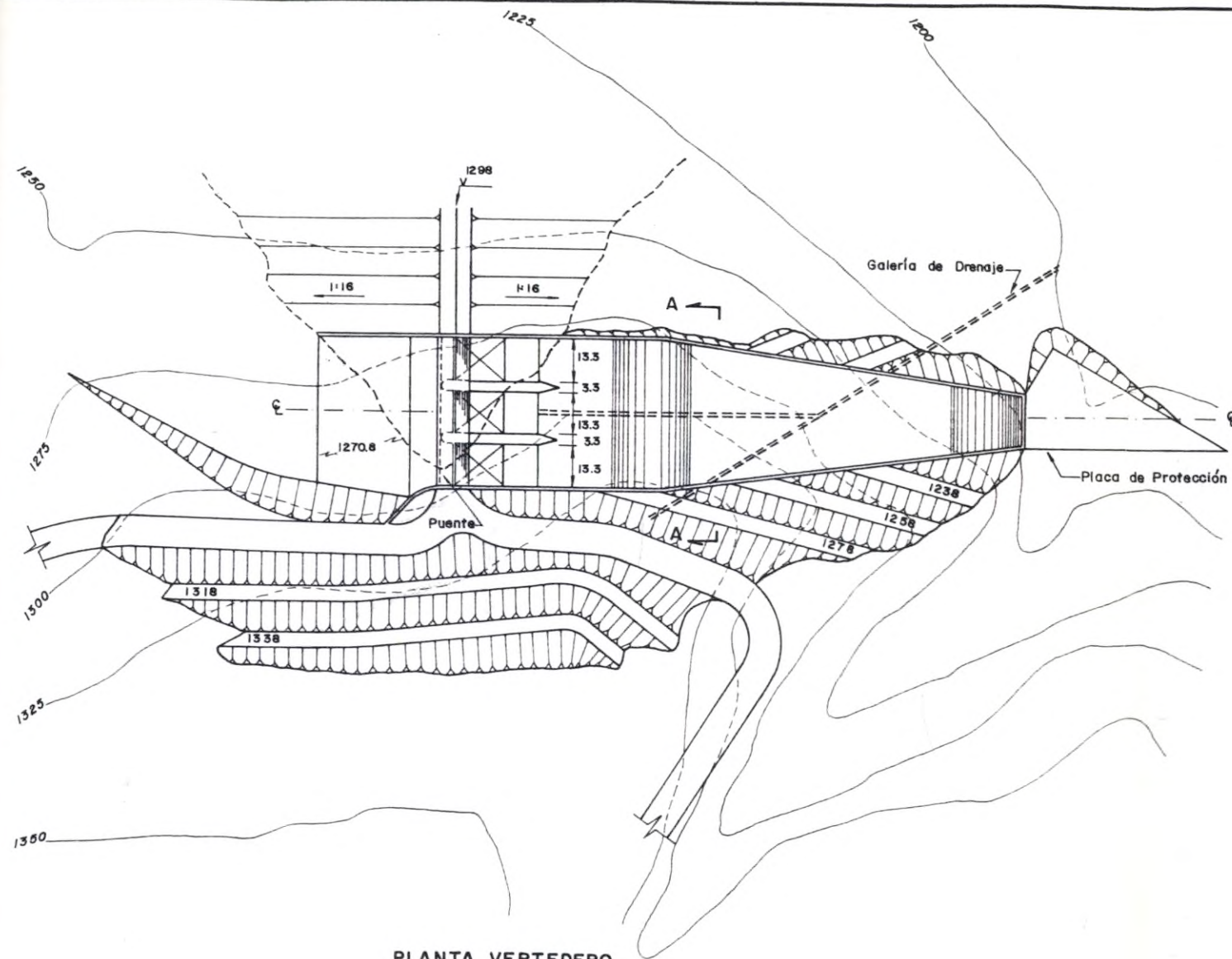


CORTE A-A
ESCALA 1:1000

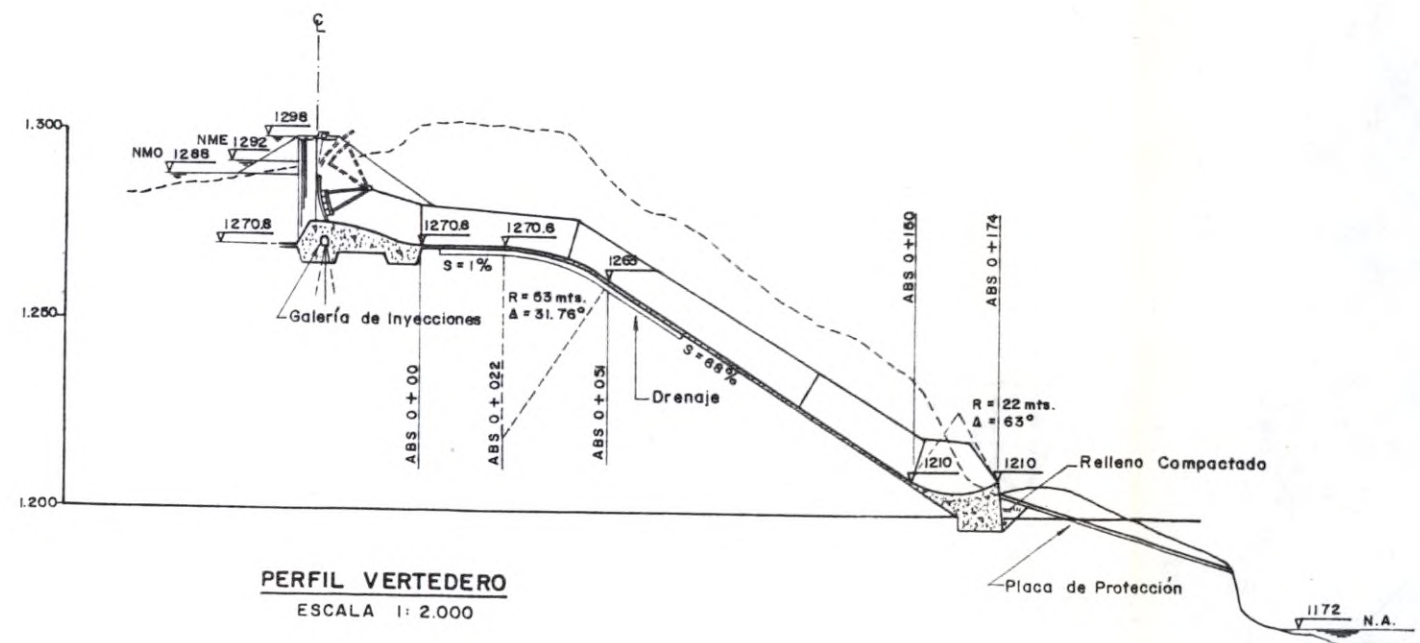


CORTE B-B
ESCALA 1:500

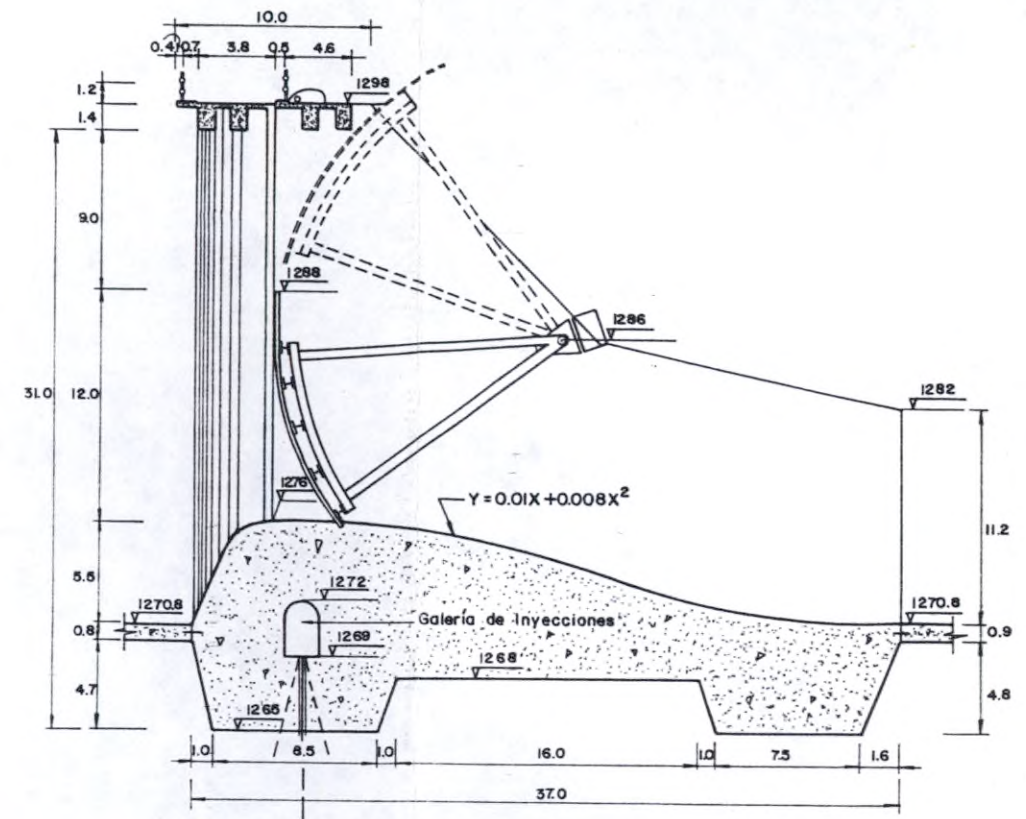
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ-LA PLATA PROYECTO MACAMA DESVIACION DESCARGA DE FONDO PLANTA Y PERFILES		
Diseñó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: Indicadas Fecha: Abril - 85	 consultoras civiles e hidráulicas



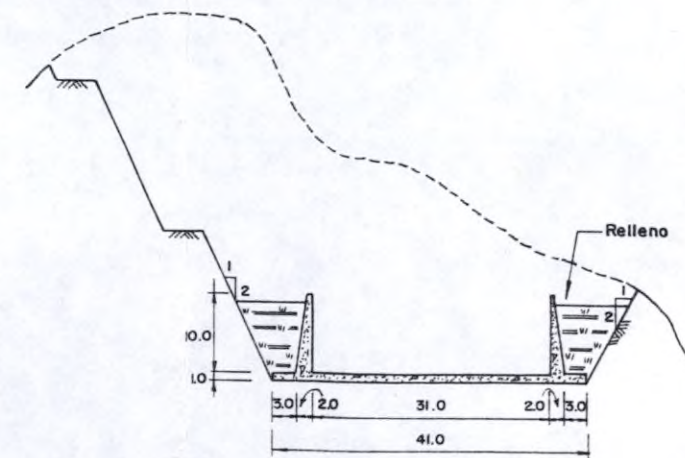
PLANTA VERTEDERO
ESCALA 1:2.000



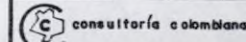
PERFIL VERTEDERO
ESCALA 1:2.000

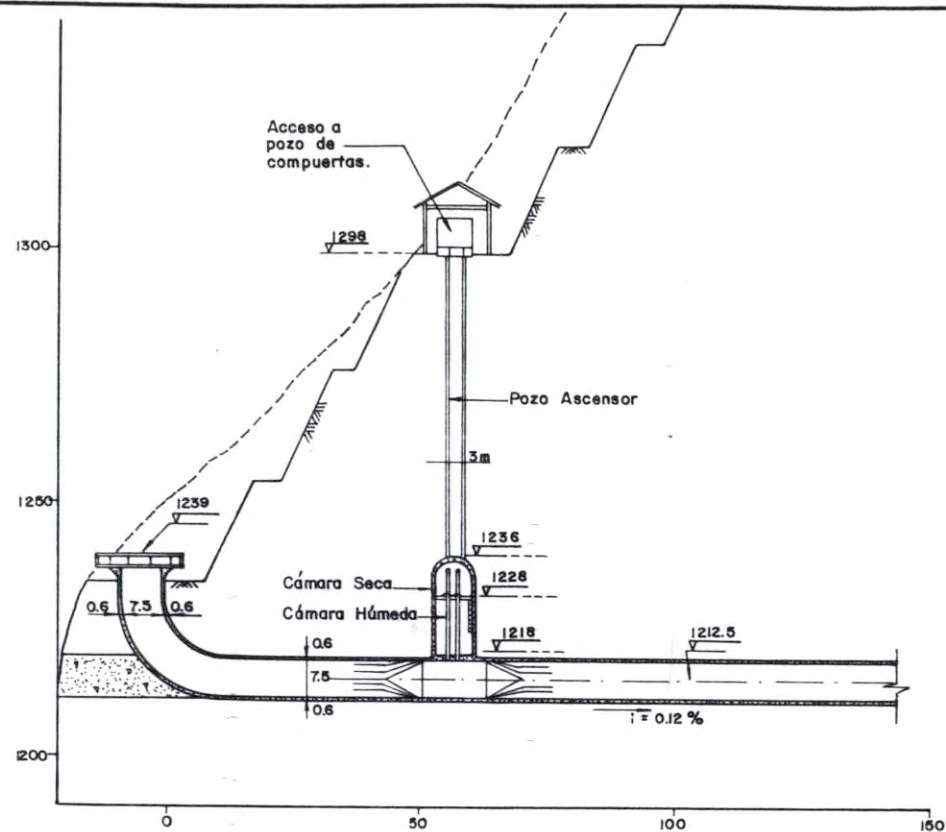


DETALLE CRESTA
ESCALA 1:400

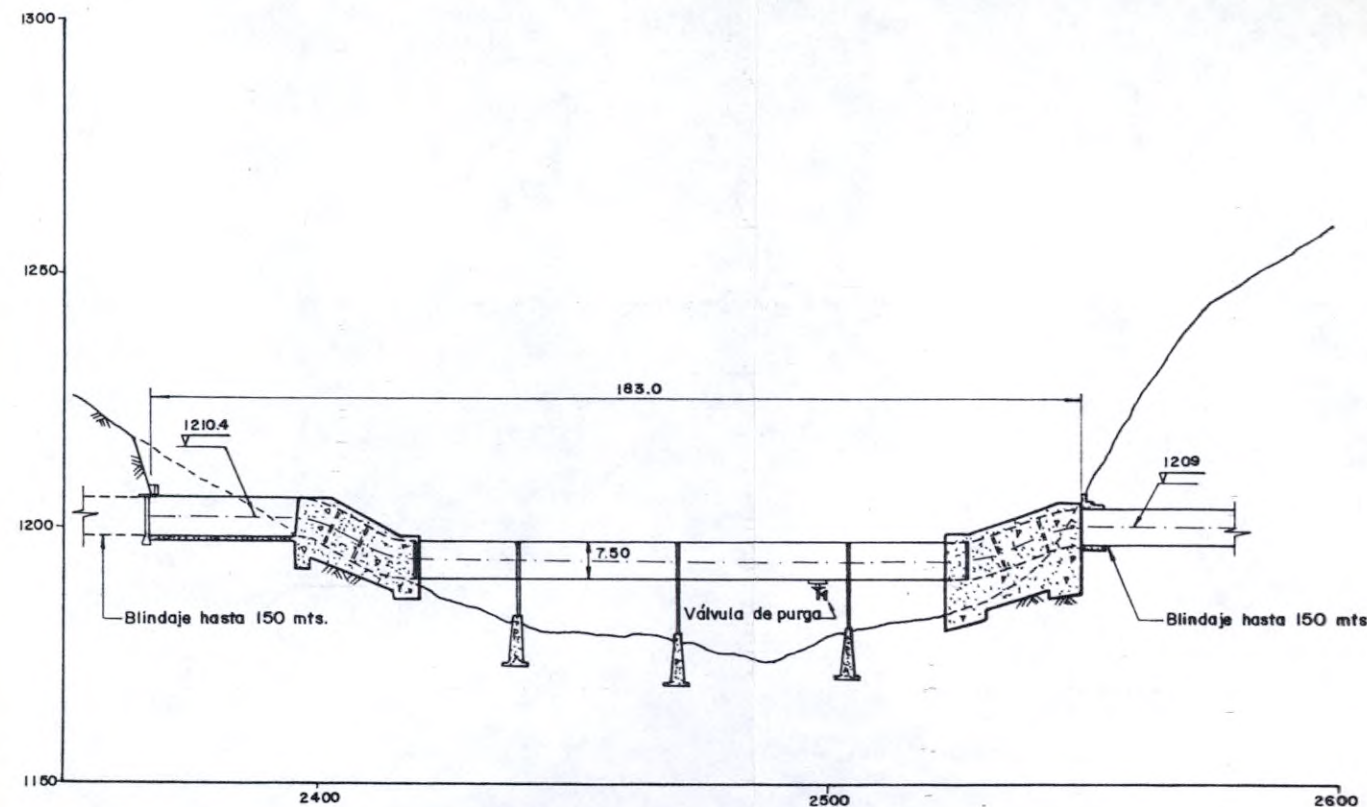


CORTE A-A
ESCALA 1:1000

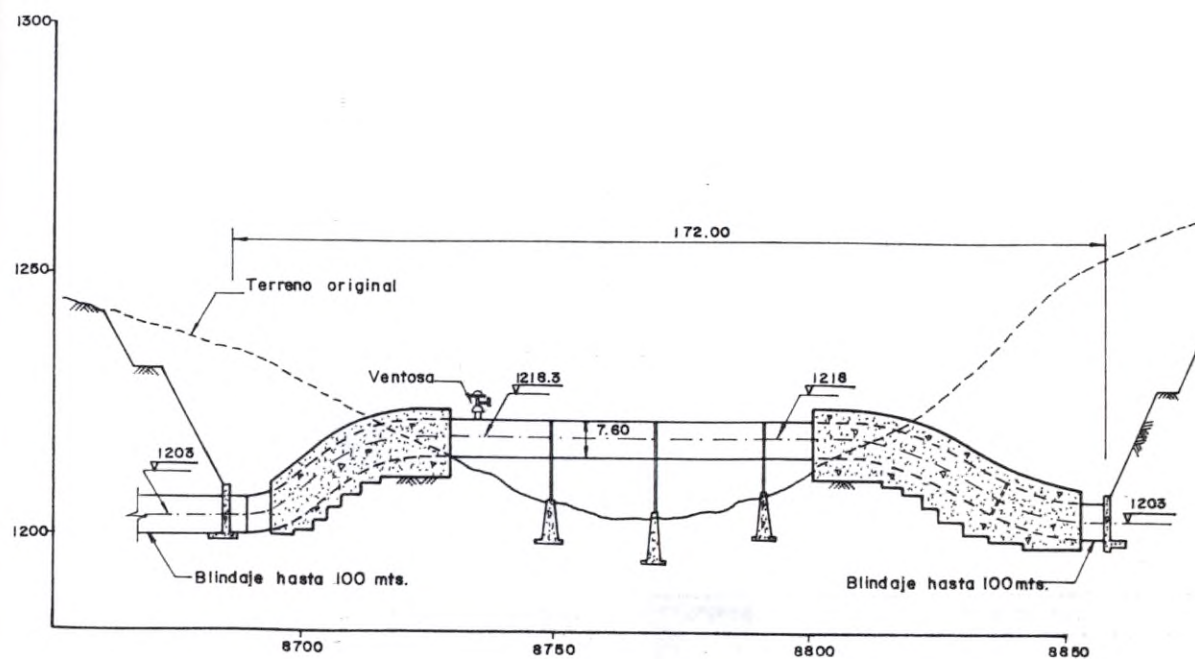
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.			
PROYECTO PAEZ LA PLATA			
PROYECTO MACAMA			
REBOSADERO PLANTA - PERFIL Y DETALLES			
Diseño: L.F.P.	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:	
 consultora colombiana		Escala: Indicadas Fecha: Abril - 83	
		 consultores civiles e hidrúlicos	



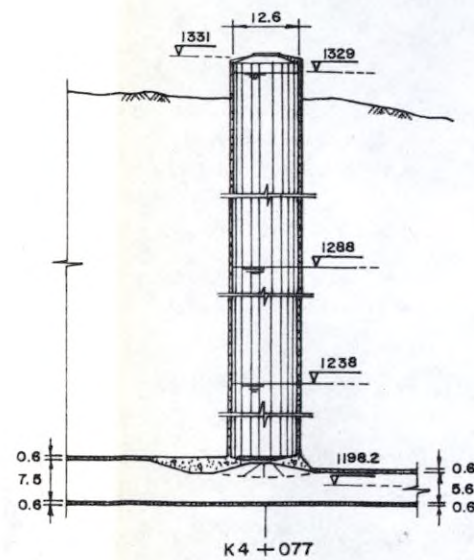
BOCATOMA
ESCALA 1:1.500



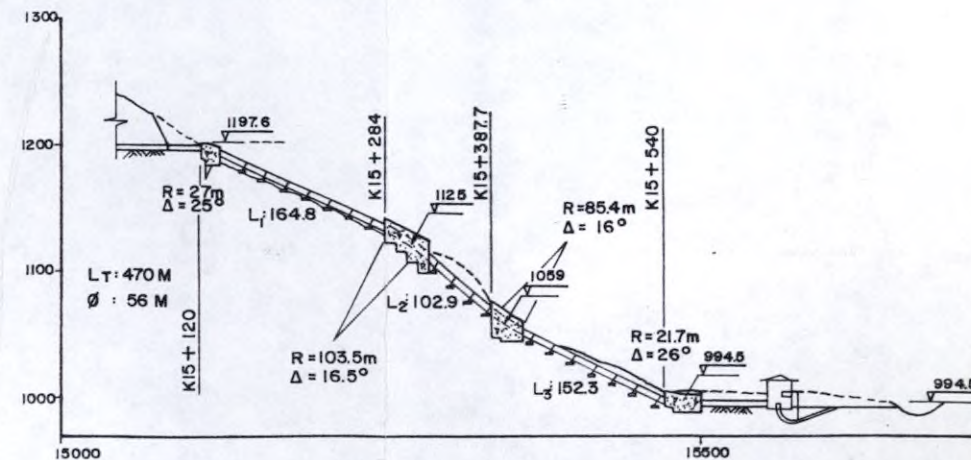
SIFON Q. MACAMA
ESCALA 1:1.500



SIFON Q. EL CEDRO
ESCALA 1:1.500

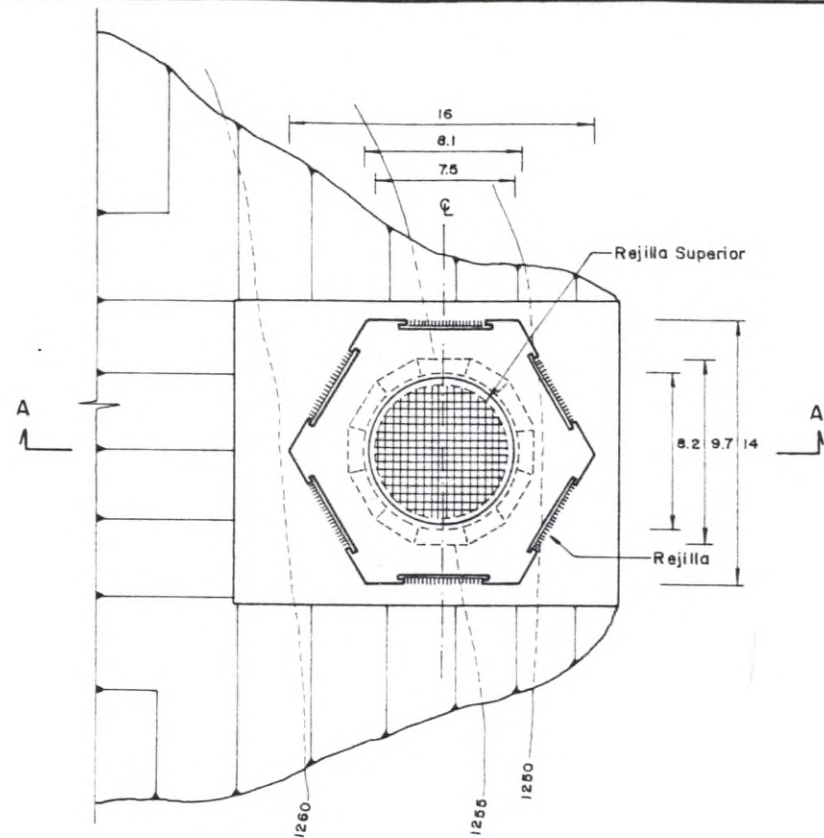


ALMENARA
ESCALA 1:1.500

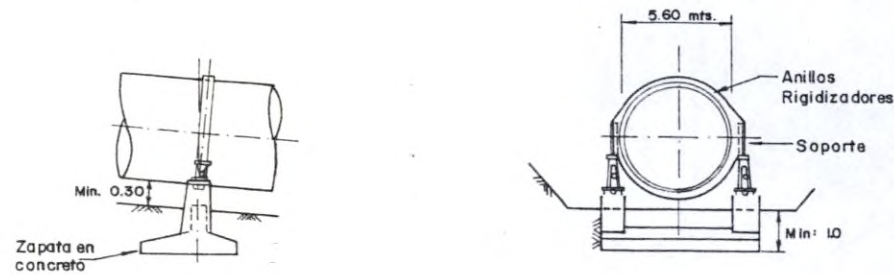


TUBERIA DE PRESION
ESCALA 1:6000

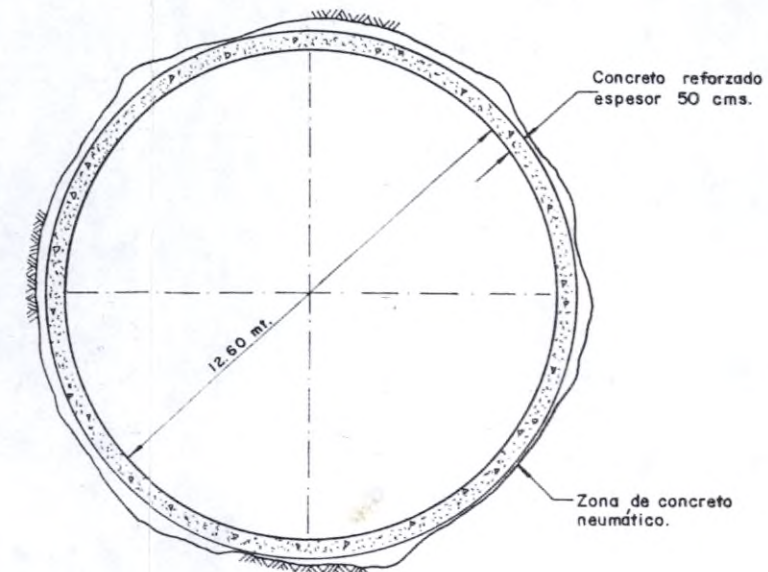
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ LA PLATA		
PROYECTO MACAMA		
BOCATOMA PERFIL-SIFONES Y ALMENARA		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana		consultores civiles e hidráulicos
Fecha: Abril - 83		



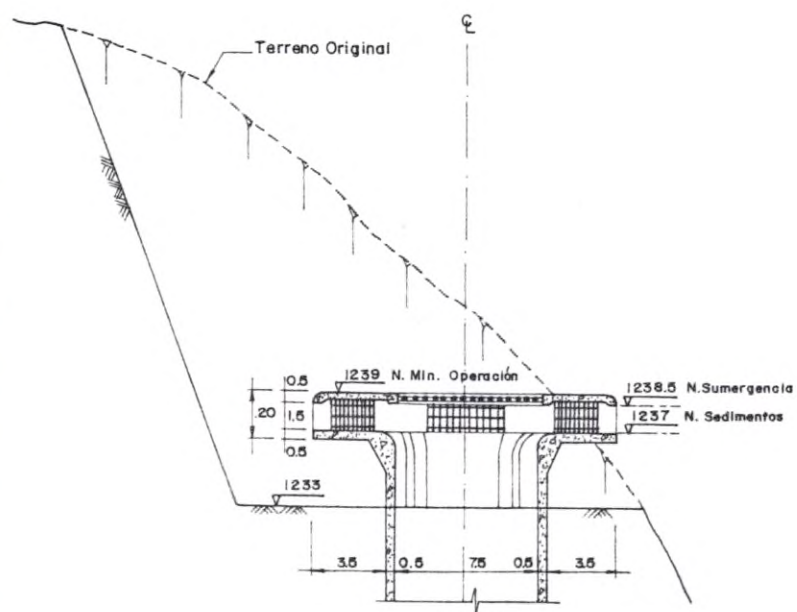
PLANTA BOCATOMA
ESCALA 1:400



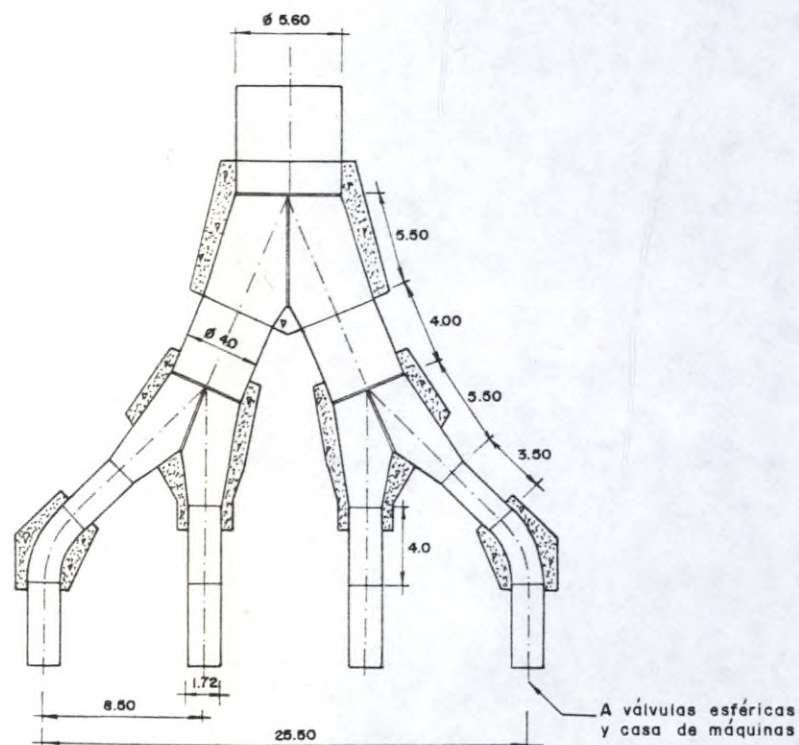
SECCION TIPICA DE SILLETAS
ESCALA 1:400



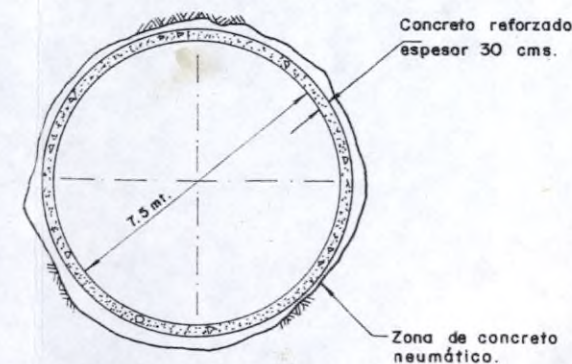
SECCION ALMENARA
ESCALA 1:200



CORTE A-A
ESCALA 1:400

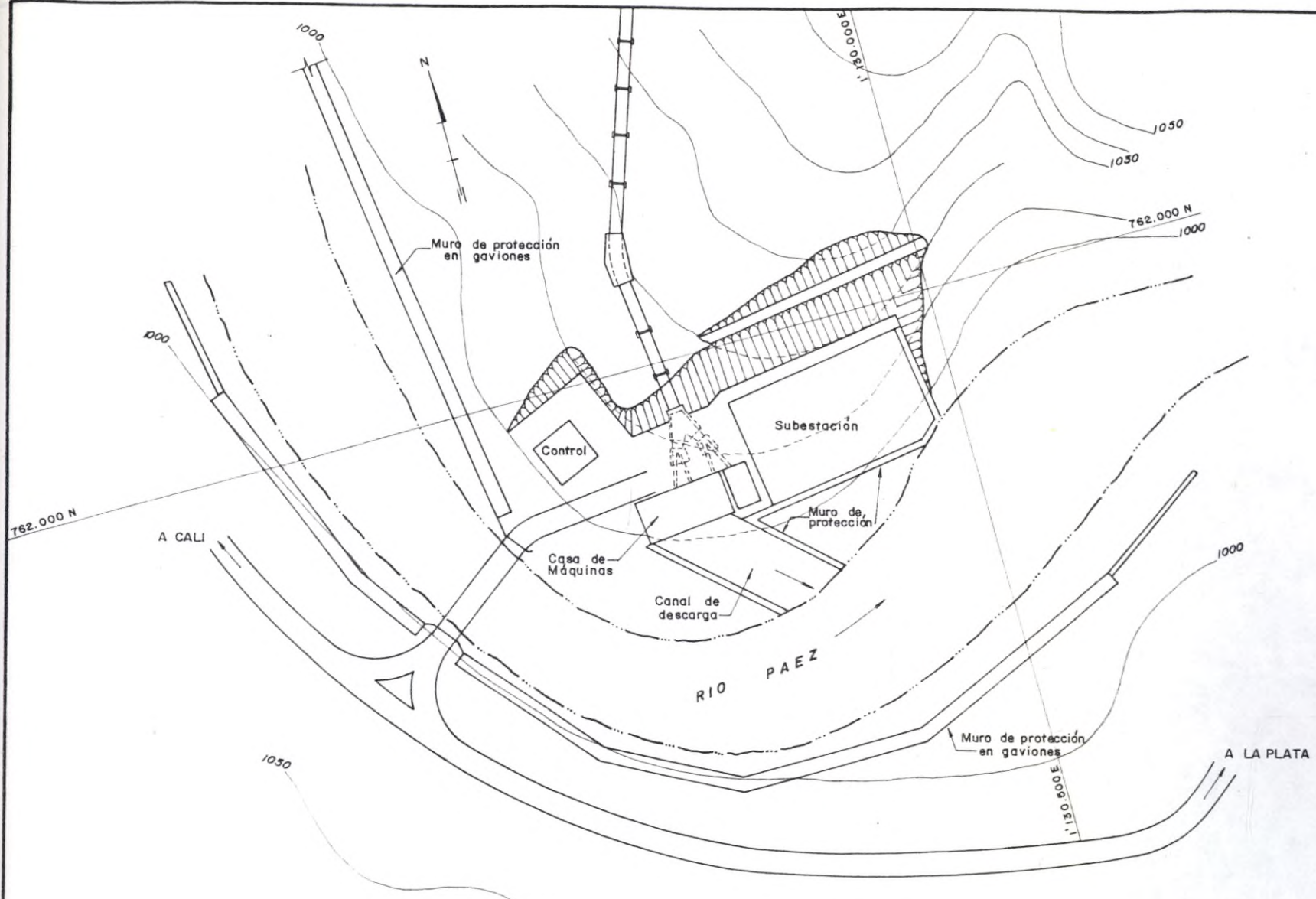


DETALLE DISTRIBUIDOR
ESCALA 1:400

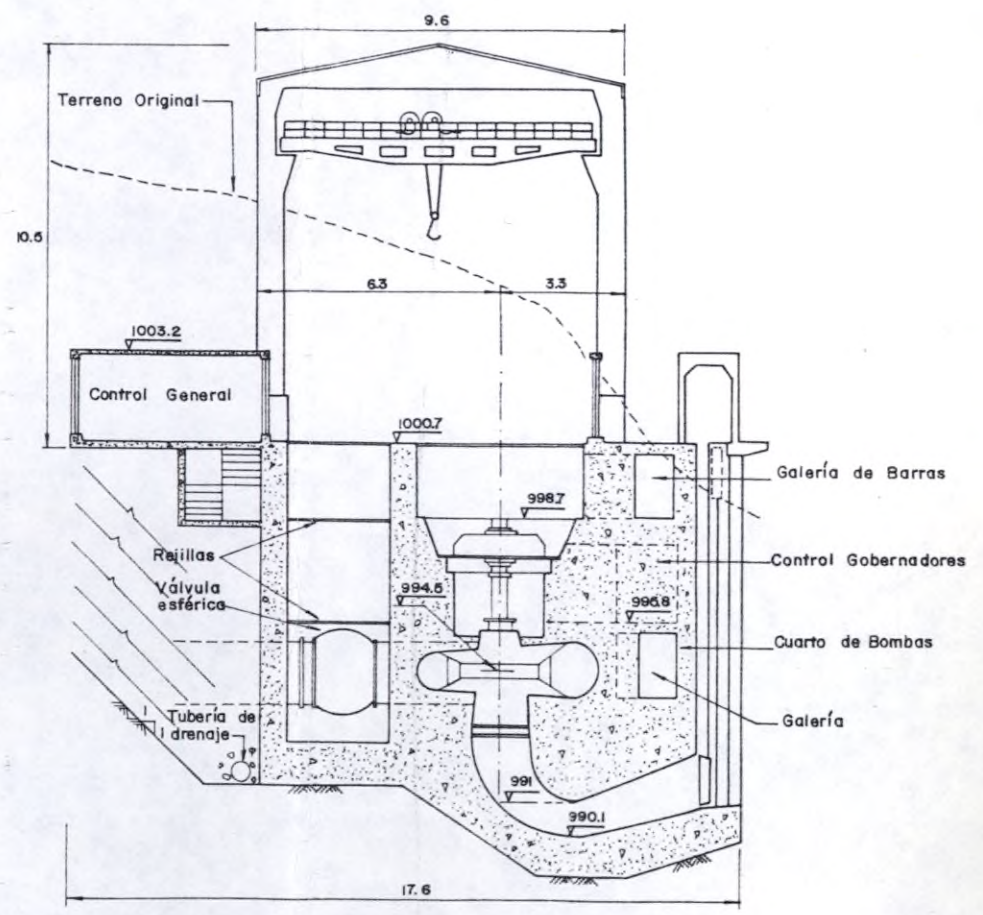


SECCION TUNEL DE CARGA
ESCALA 1:200

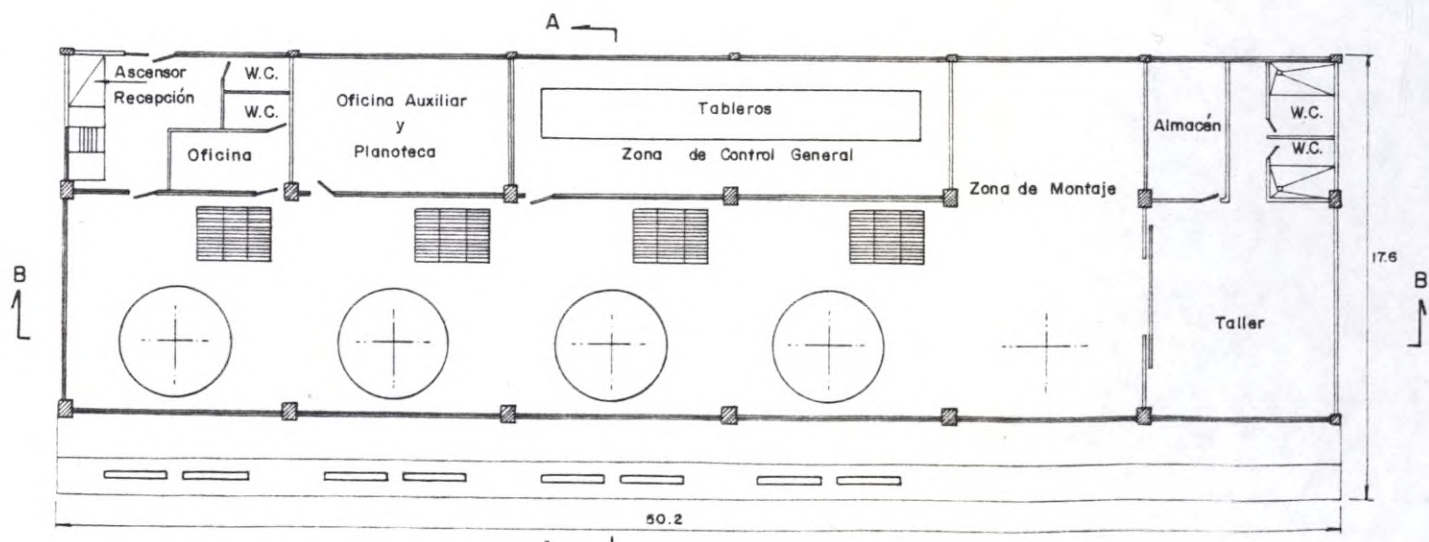
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
	PROYECTO PAEZ LA PLATA		
PROYECTO MACAMA BOCATOMA DETALLES Y SECCIONES DE TUBERIA DE CARGA			
Diseño:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:	
	Escala: Indicadas Fecha: Abril - 83		



PLANTA GENERAL CASA DE MAQUINAS
 ESCALA 1: 2.500

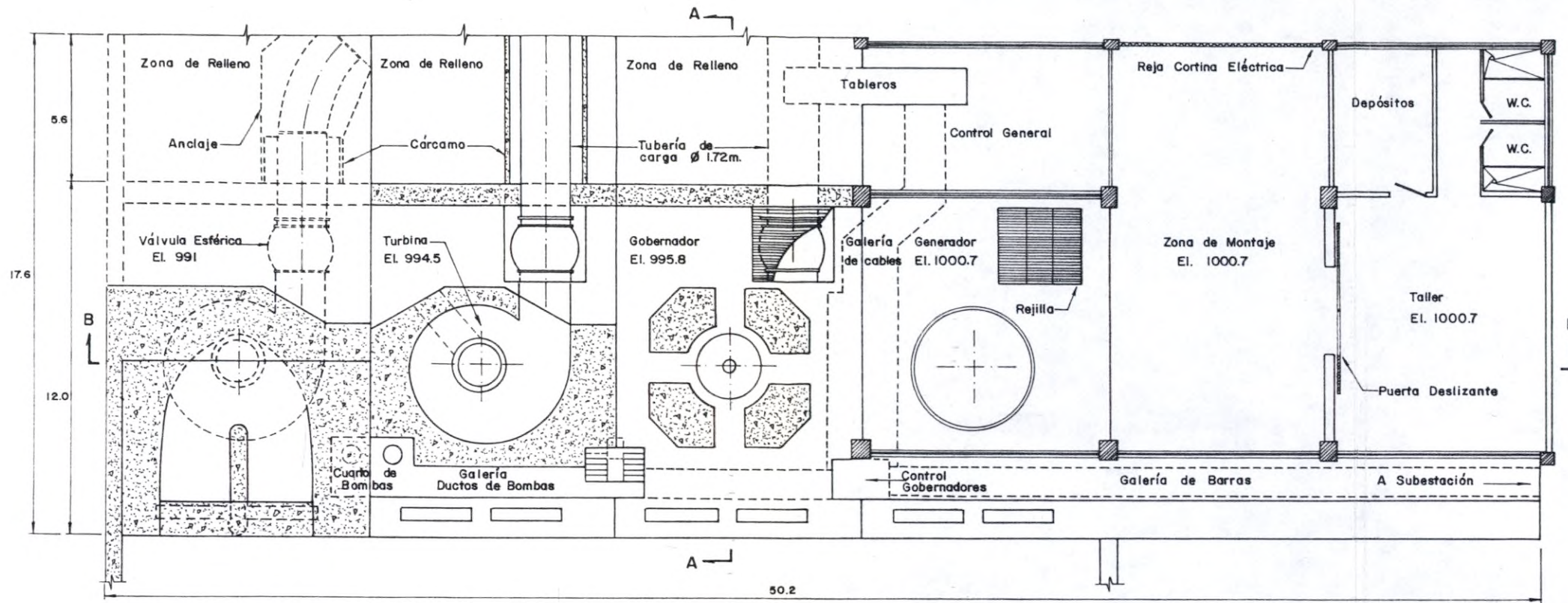


CORTE A-A
 ESCALA 1: 200

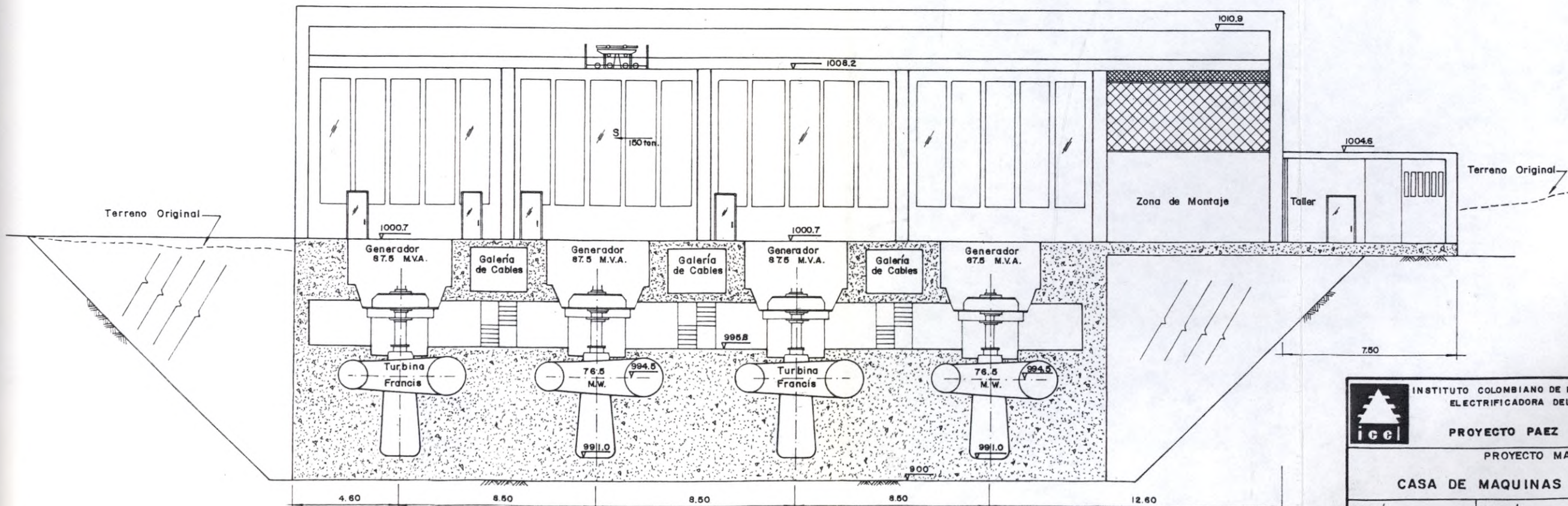


CORTE NIVEL 1000.7
 ESCALA 1: 300



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ LA PLATA		
PROYECTO MACAMA		
CASA DE MAQUINAS-PLANTAS Y PERFIL		
Diseño: L. F. P.	Calculó:	Presentó:
Dibujo: M. C. R.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana	Escala: indicadas Fecha: Abril / 83	consultores civiles e hidráulicos

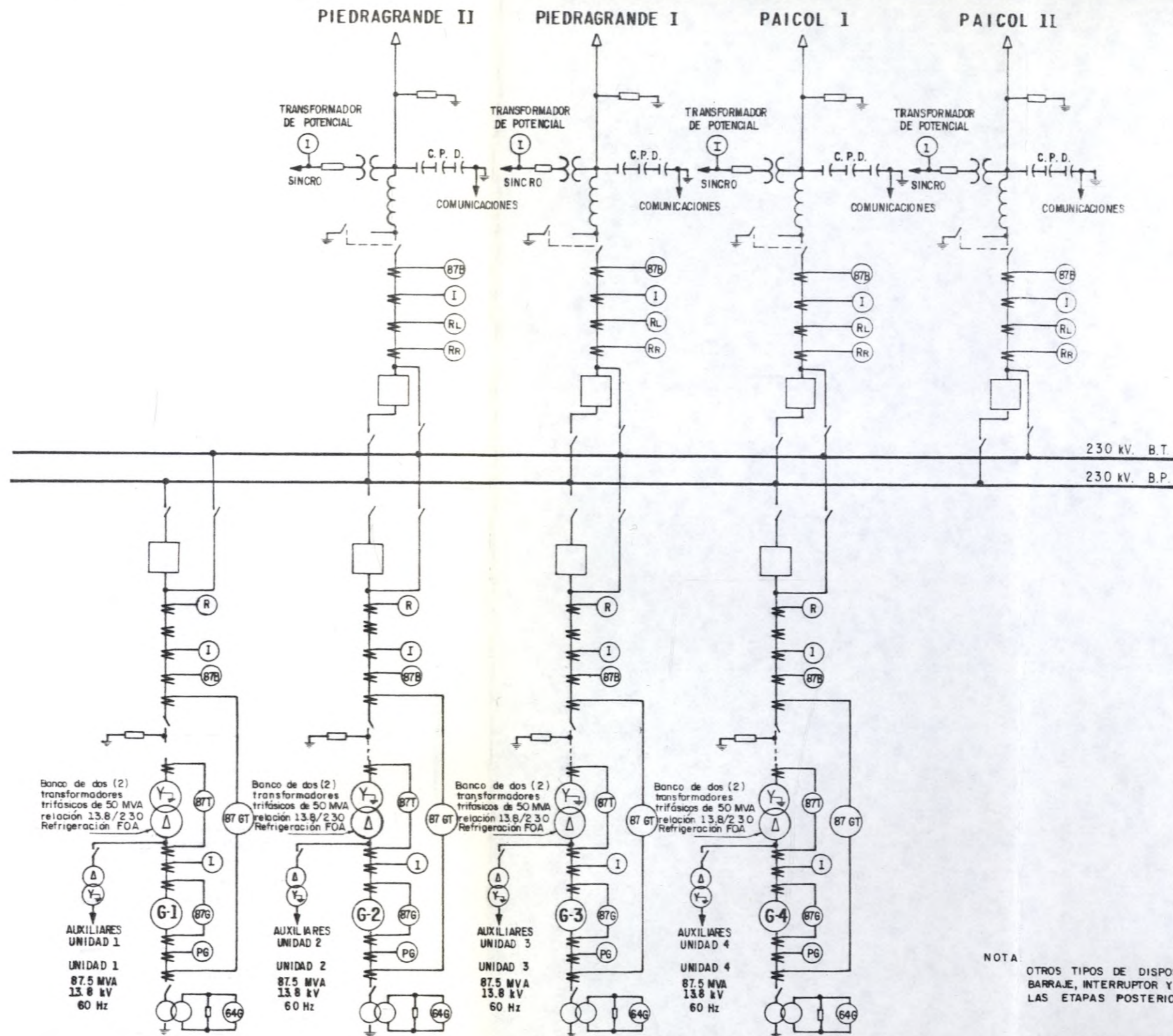


PLANTA A LOS NIVELES 991-994.5-995.8-1000.7
ESCALA 1:200



CORTE B-B
ESCALA 1:200

 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ LA PLATA PROYECTO MACAMA		
CASA DE MAQUINAS - CORTE		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:
 consultoria colombiana	Escala: 1:200 Fecha: Abril - 83	 consultoras civiles e hidraulicas

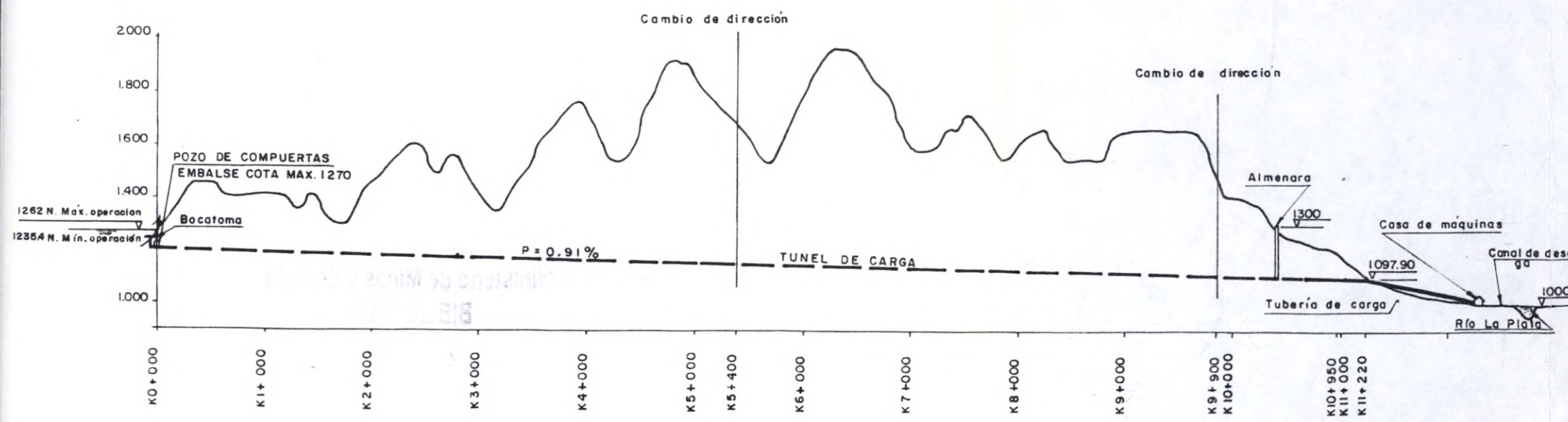
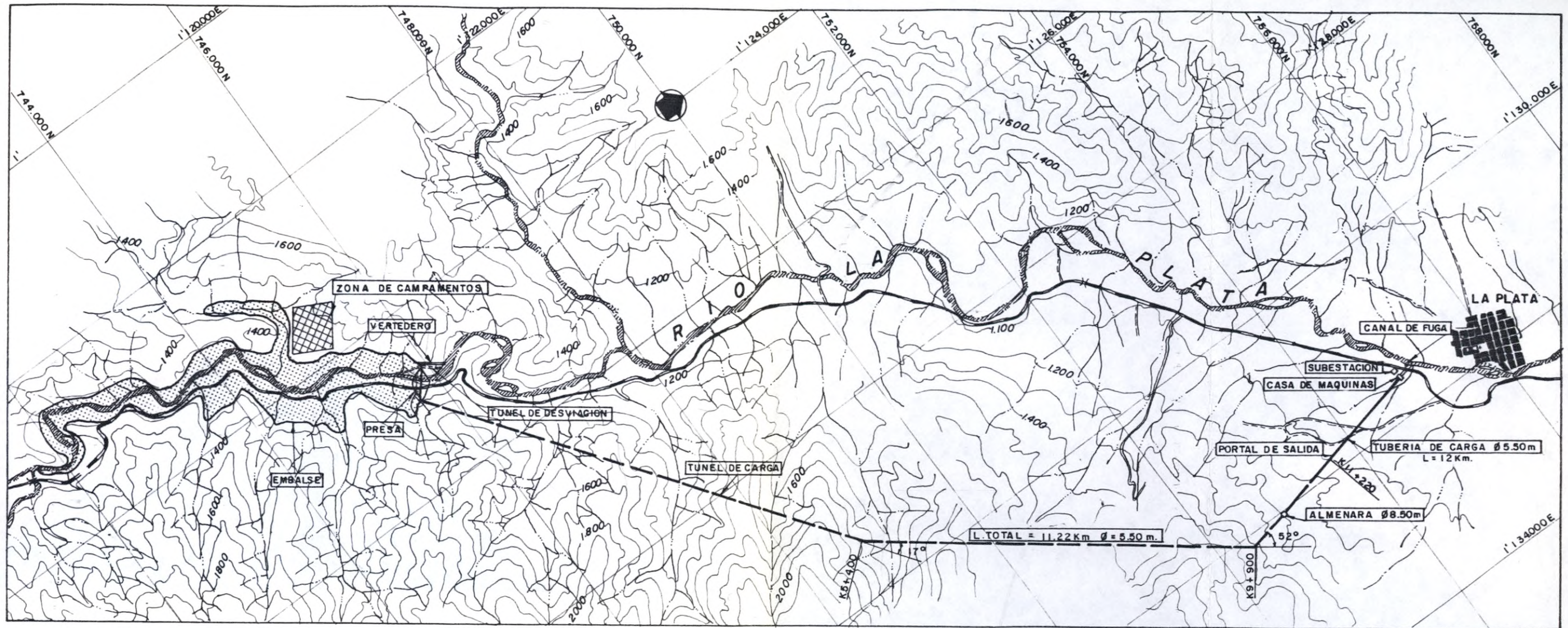


CONVENCIONES:

- Pararrayos
- Interruptor de Potencia
- Transformadores de Corriente
- Generador de Energía
- Transformador de Potencia
- Transformador de Potencial (Voltoje)
- Protección diferencial de Barraje
- Protección diferencial del Transformador
- Protección diferencial del Generador
- Protección diferencial del Grupo
- Instrumentos (Amperímetros, Contadores, etc.)
- Protecciones de Línea
- Protección de Retaguardia para la Línea
- Relés de Protección
- Protecciones Generador
- Protección a Tierra Generador

NOTA: OTROS TIPOS DE DISPOSICION COMO: BARRAJE SECCIONADO, DOBLE BARRAJE, INTERRUPTOR Y MEDIO, ETC... SE DEBERAN ESTUDIAR DURANTE LAS ETAPAS POSTERIORES.

		INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.	
PROYECTO PAEZ - LA PLATA			
PROYECTO MACAMA			
DIAGRAMA UNIFILAR DEL PATIO DE CONEXIONES			
Diseño:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó:	Revisó:	Aprobó:	
		Escala: indicada Fecha: Abril / 85	



CONVENCIONES	
	Ríos o quebradas
	Curva de nivel
	Trazo de túnel
	Carretera
	Zona de embalse
	Poblaciones y cacaríos.

IGCI INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

PROYECTO GUINEA
LOCALIZACION DE LAS OBRAS Y PERFIL DEL PROYECTO

Diseño:	Calculo:	Presento:
Dibujó: N.B.A.	Revisó:	Aprobó:

Escala: 1:50,000
Fecha: Abril - 83

consultora colombiana consultores civiles e hidraulicos

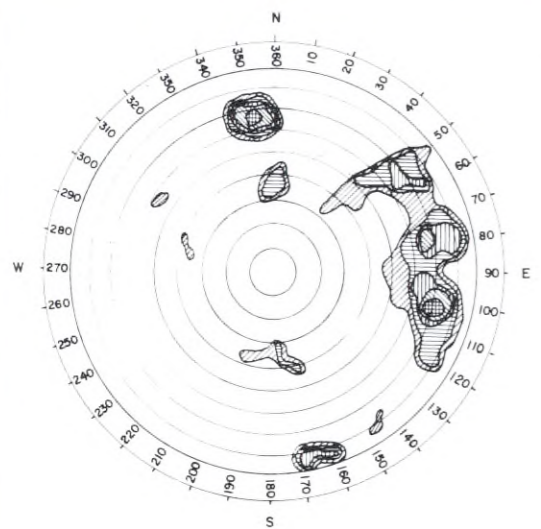
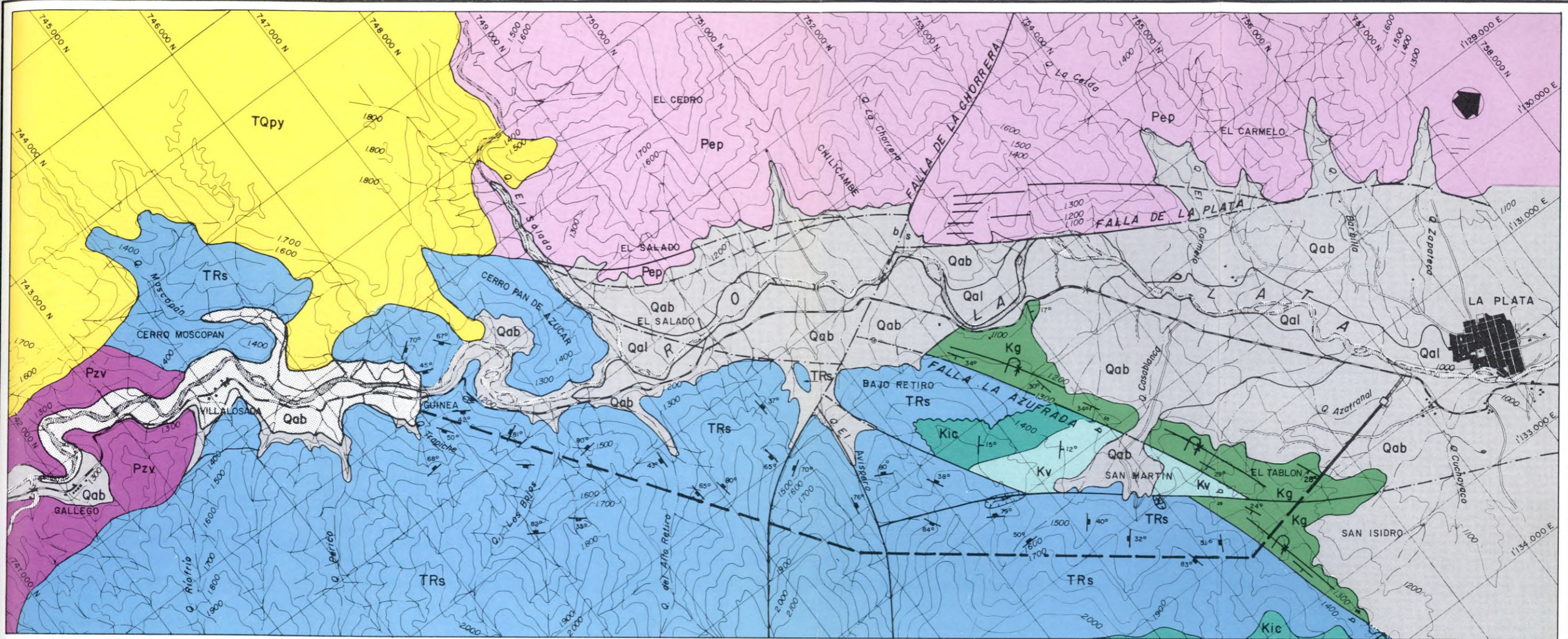
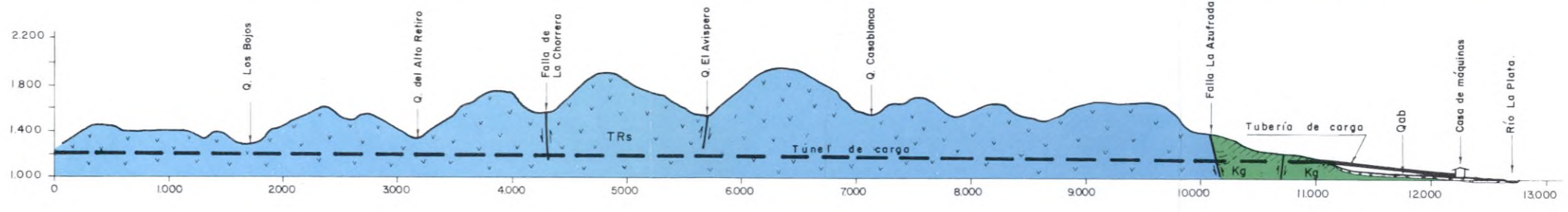
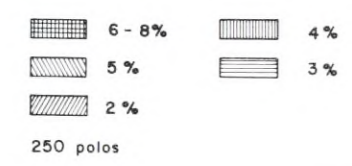


DIAGRAMA POLAR DE DICLASAS



CORTE GEOLOGICO LONGITUDINAL DEL TUNEL Y TUBERIA DE CARGA

CONVENCIONES LITOLÓGICAS	
	Aluviones - cantos - gravas - arenas.
	Abanico aluvial: bloques - cantos - gravas - arenas - limos.
	Formación Popayán: flujos de lavas - aglomerados.
	Formación Guadalupe: Calizas - lutitas - chert.
	Formación Villeta: Calizas - lutitas.
	Formación Caballos Areniscas.
	Formación Saldaña: ignimbritas.
	Granito gráfico de Villalosa.
	Complejo Migmatítico de La Plata. Granitos - neises.

CONVENCIONES ESTRUCTURALES	
	Contacto geológico definido
	Discordancia.
	Falla direccional (s=Sube b=Baja)
	Falla asumida
	Sinclinal invertido
	Rumbo y buzamiento de diclasa.
	Rumbo y buzamiento de las capas
	Zona de deslizamiento activo.
	Trazo de túnel



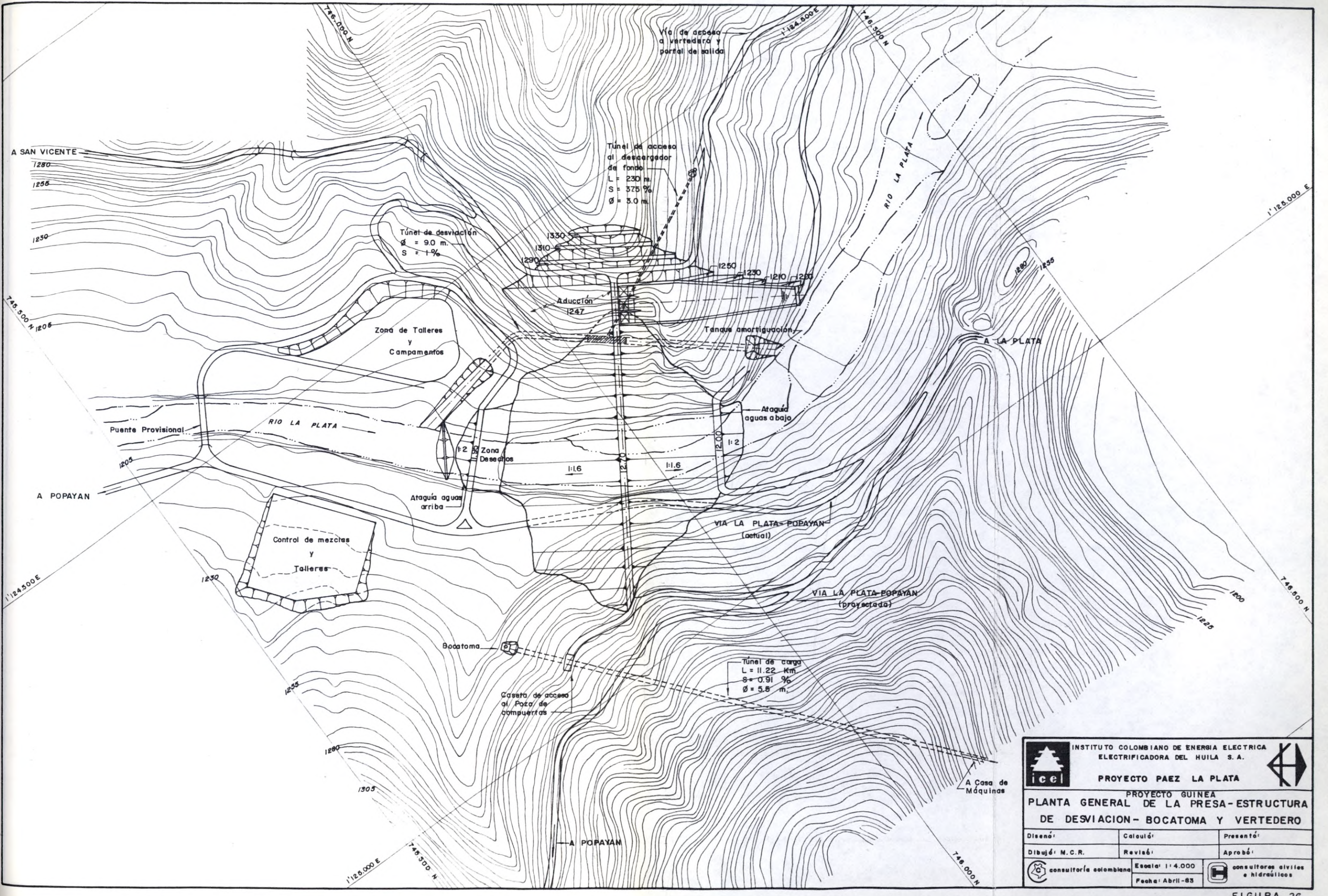
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ LA PLATA

PROYECTO GUINEA

GEOLOGIA REGIONAL

Diseñó: H. P.	Calculó:	Presentó:
Dibujó: G. R.	Revisó:	Aprobó:
Escala: gráfica		Fecha: Abril - 83
PLANO No. DE		CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS







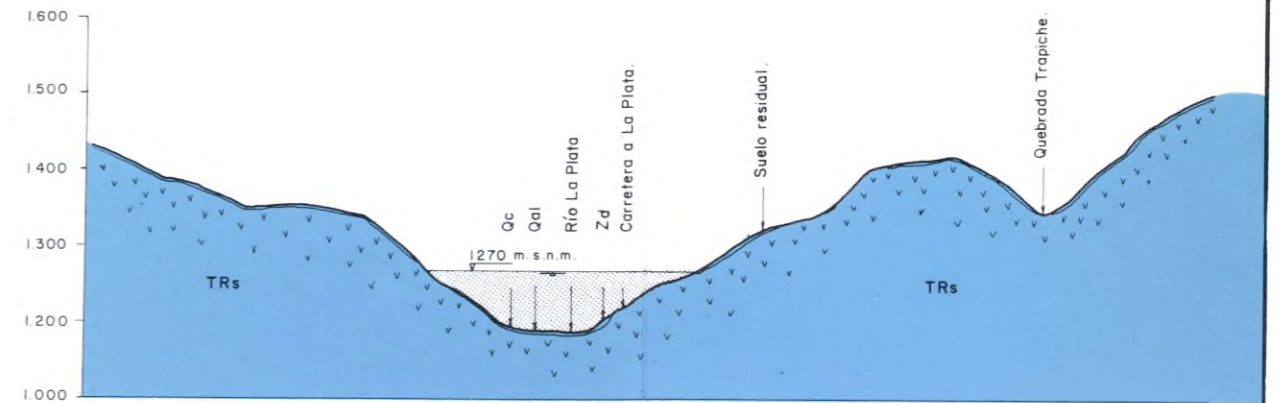
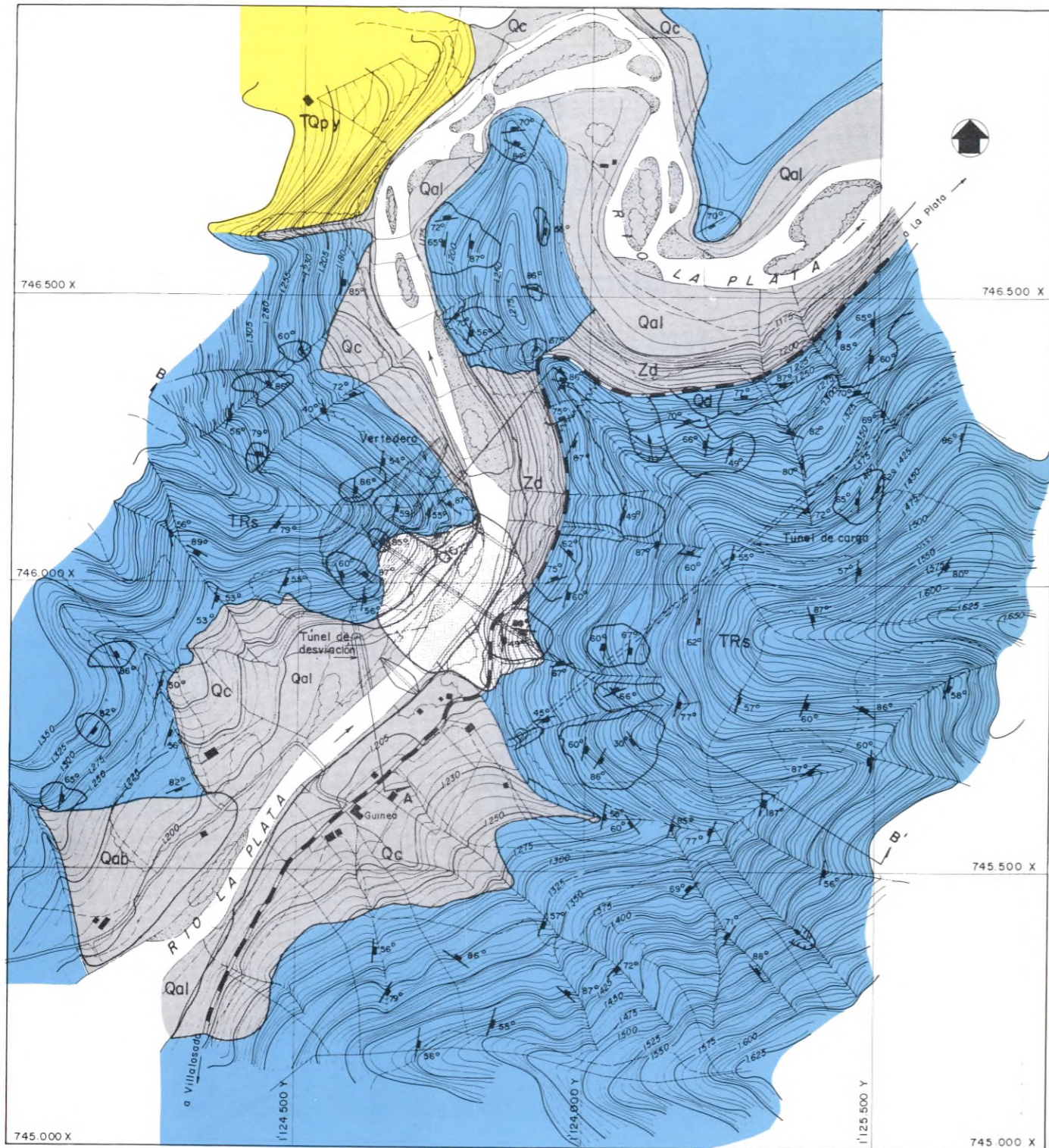
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.					
PROYECTO PAEZ LA PLATA					
PROYECTO GUINEA PLANTA GENERAL DE LA PRESA-ESTRUCTURA DE DESVIACION-BOCATOMA Y VERTEDERO					
Diseño:		Calculó:		Presentó:	
Dibujó: M.C.R.		Revisó:		Aprobó:	
 consultoría colombiana		Escala: 1:4.000 Fecha: Abril-83		 consultores civiles e hidráulicos	

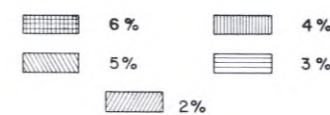
FIGURA 26



CORTE GEOLOGICO B-B' LONGITUDINAL AL EJE DE PRESA



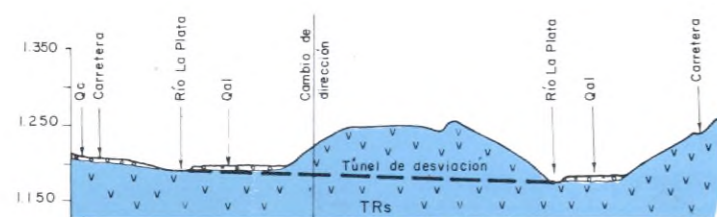
DIAGRAMA POLAR DE DICLASAS



385 Polos



CONVENCIONES LITOLÓGICAS	
	Zona de desechos
	Aluvión
	Derrubios
	Coluvión
	Abanicos aluviales
	Formación Popayán
	Formación Saldaña Roca desnuda
	Formación Saldaña Cubierta por suelo residual
CONVENCIONES ESTRUCTURALES	
	Contacto geológico
	Zona de cizalla
	Zona de deslizamiento activo
	Rumbo y buzamiento de diclasa 56°
	Zona de embalse
	Ríos y quebradas
	Carretera



CORTE GEOLOGICO A-A' LONGITUDINAL AL TUNEL DE DESVIACION

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

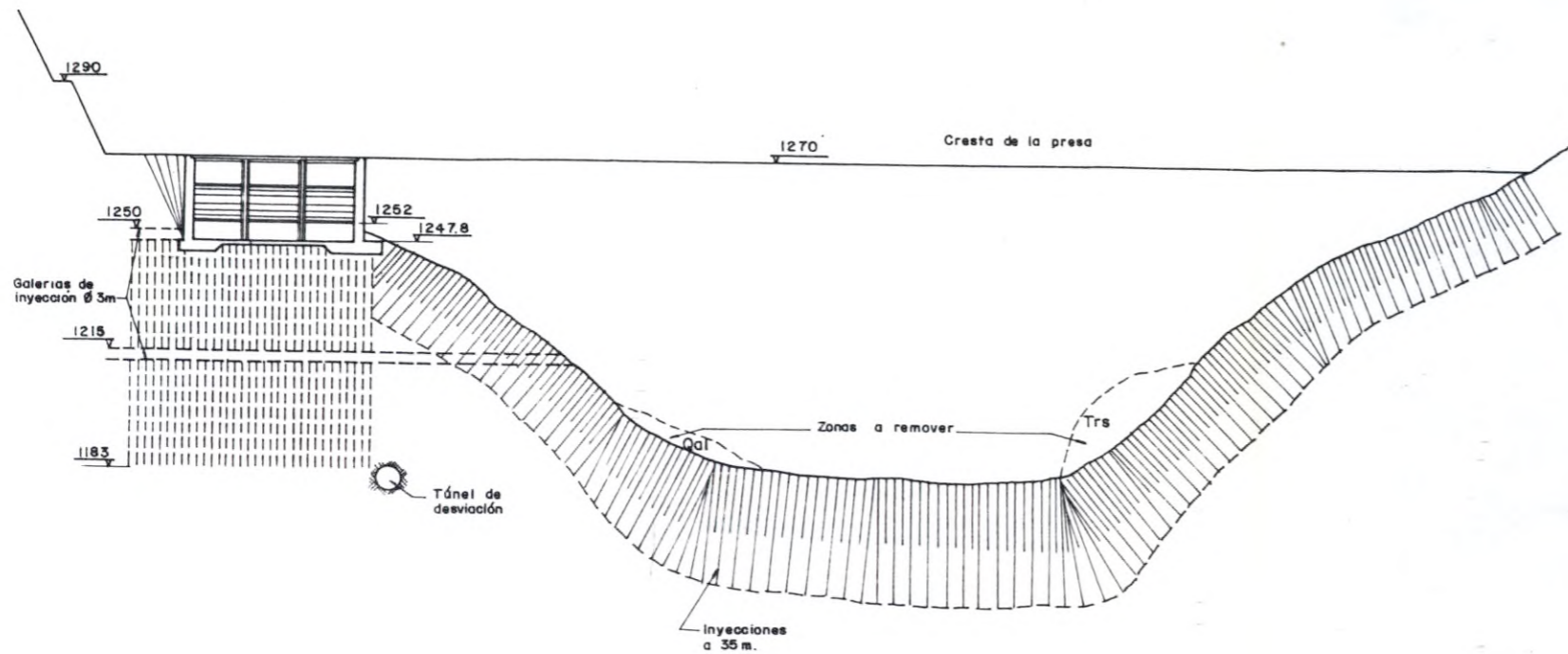
PROYECTO PAEZ-LA PLATA

PROYECTO GUINEA

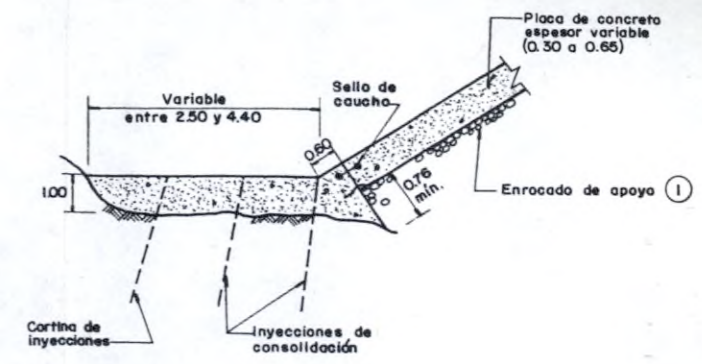
GEOLOGIA DEL SITIO DE PRESA

Diseño: L. C.	Calculó:	Presentó:
Dibujo:	Revisó:	Aprobó:
Escala: Gráfica	Fecha: Abril -83	
PLANO No. DE		

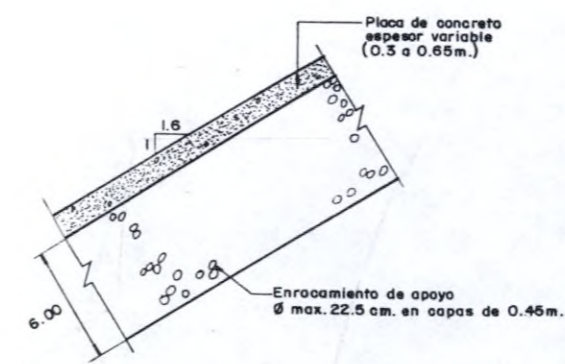
CONSULTORIA COLOMBIANA CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS



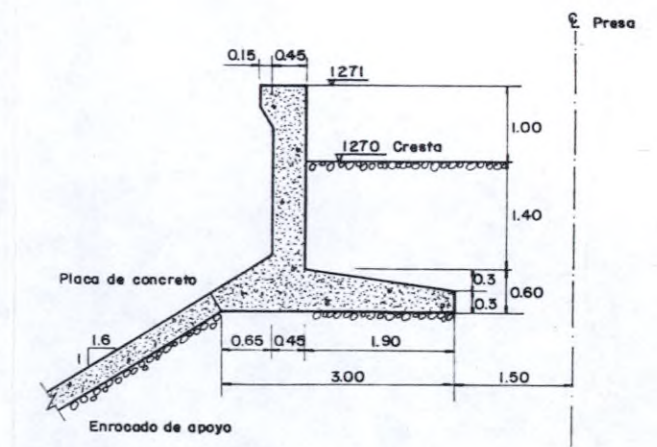
SECCION POR EL EJE DE LA PRESA
ESCALA 1:2000



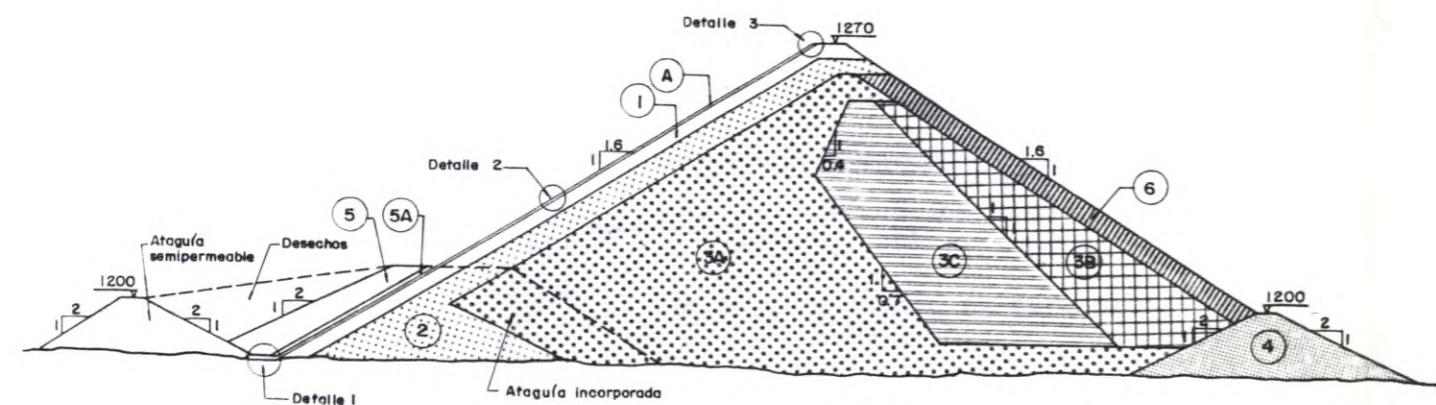
DETALLE 1 - ZOCALO
ESCALA 1:200



DETALLE 2 - PLACA-FILTRO
ESCALA 1:400



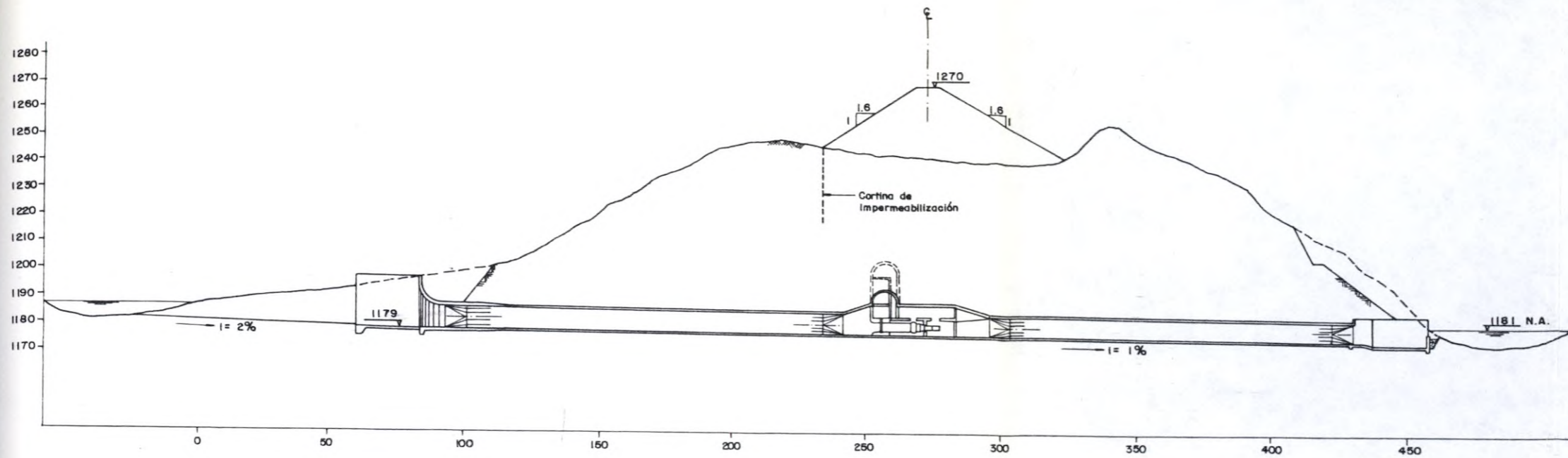
DETALLE 3 - PARAPETO
ESCALA 1:100



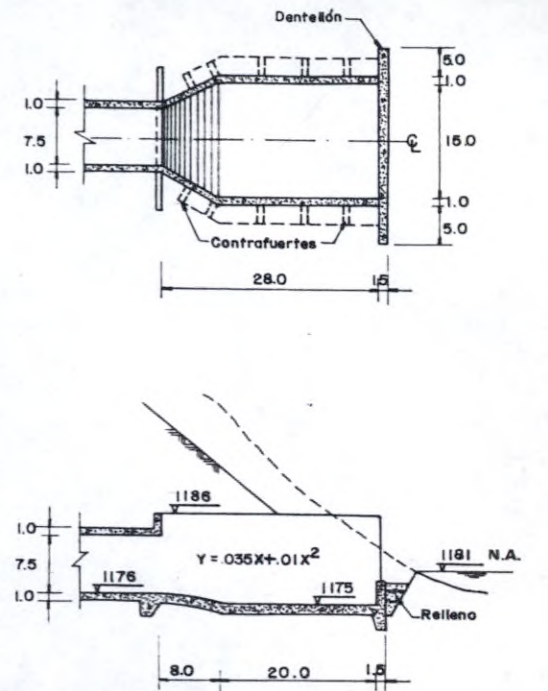
SECCION NORMAL AL EJE DE LA PRESA
ESCALA 1:2000

- (A) Placa de concreto
- (1) Enrocado especial para soporte de placa
- (2) Enrocado permeable tipo filtro
- (3A) Enrocado tamaño intermedio
- (3B) Enrocado con grandes bloques
- (3C) Enrocado procedente de excavaciones
- (4) Dique de piedras grandes
- (5A) Berma de material impermeable
- (5) Berma de enrocado para confinamiento
- (6) Acabado colocado

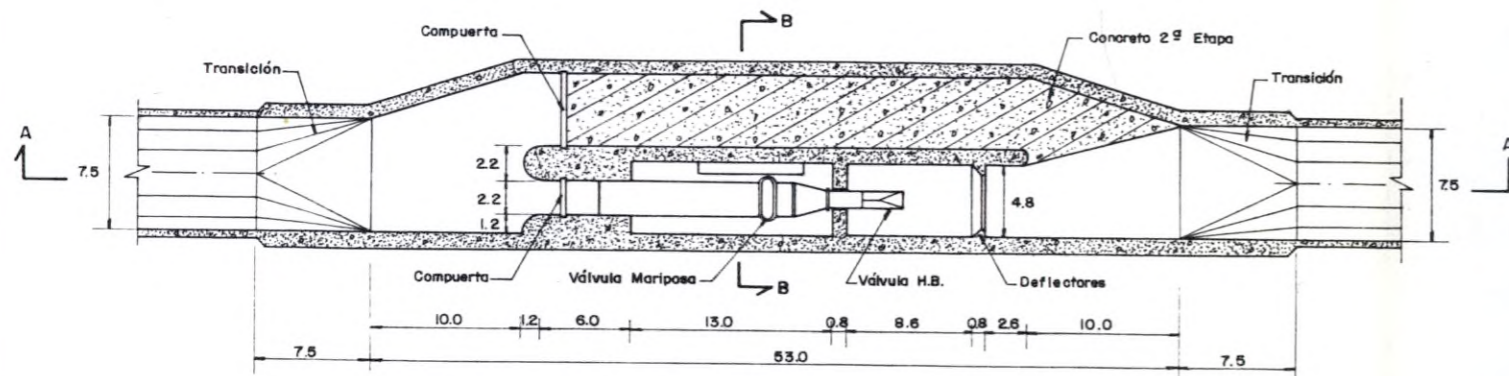
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO GUINEA		
CORTES DE LA PRESA - GALERIAS		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R. V. B.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana	Escala: Indicadas Fecha: Abril - 83	consultores civiles e hidráulicos



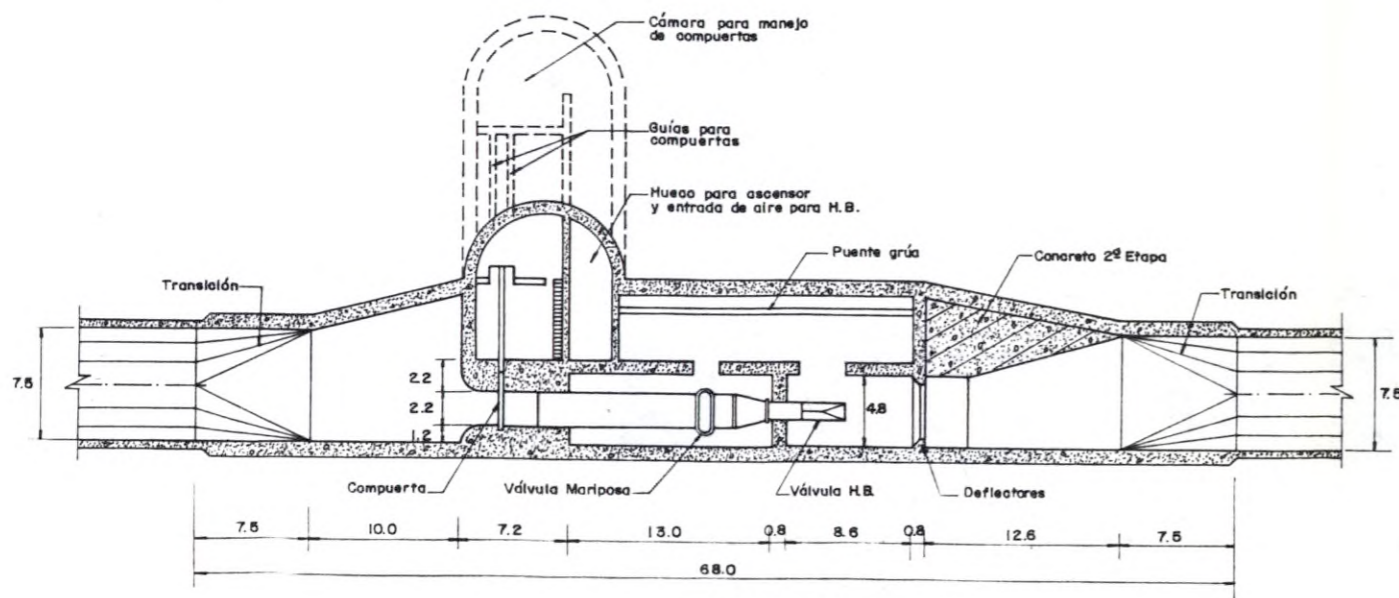
PERFIL LONGITUDINAL
ESCALA 1:2.000



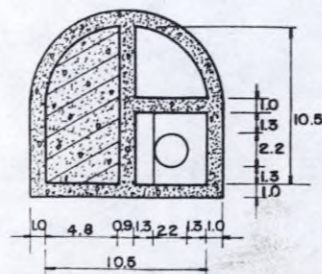
DETALLE DEL PORTAL DE SALIDA
TANQUE DE AQUIETAMIENTO
ESCALA 1:1000



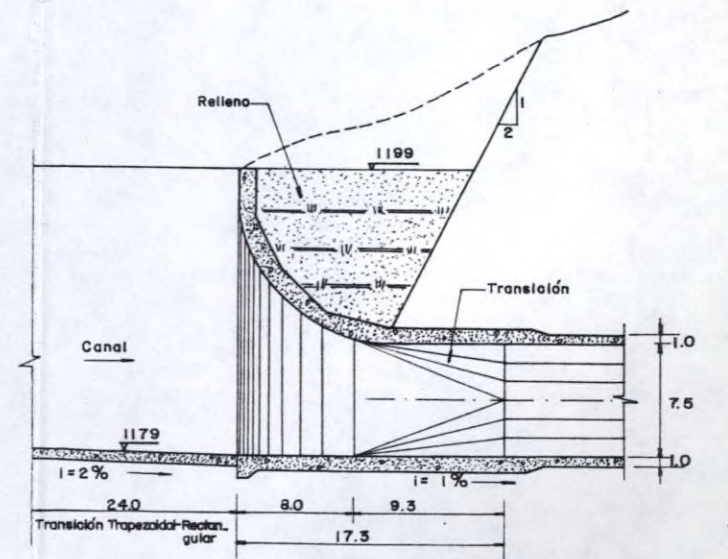
PLANTA DESCARGADOR DE FONDO
ESCALA 1:500







CORTE A-A
ESCALA 1:500

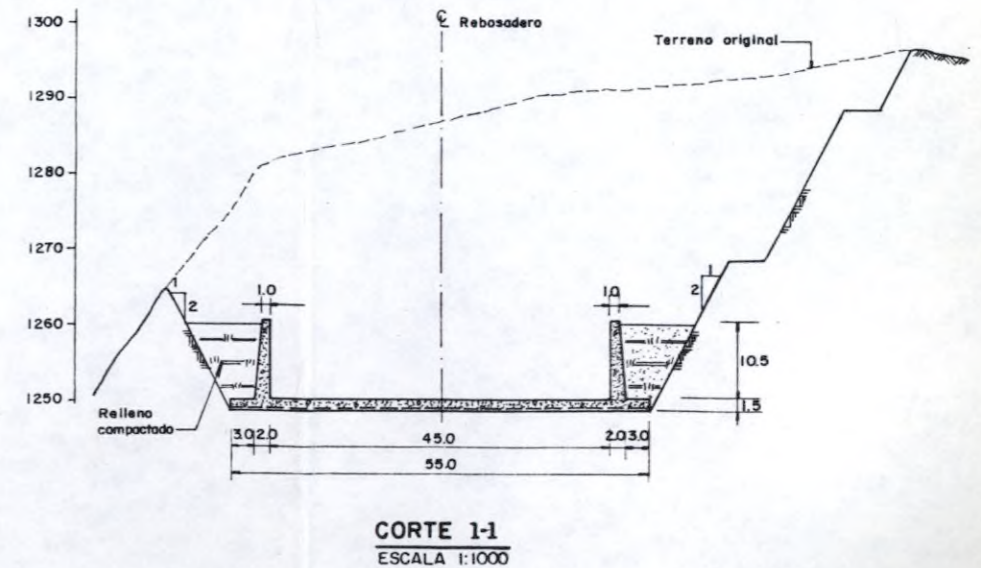
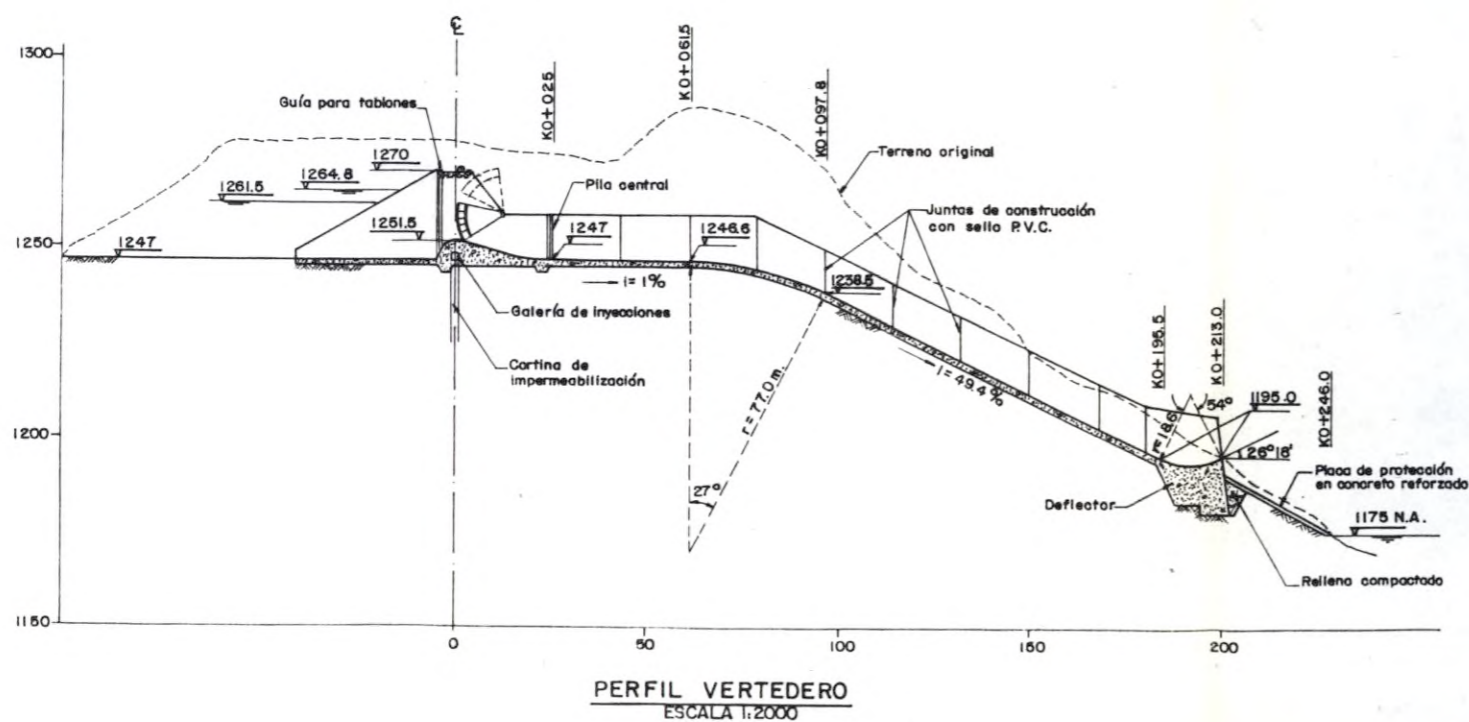
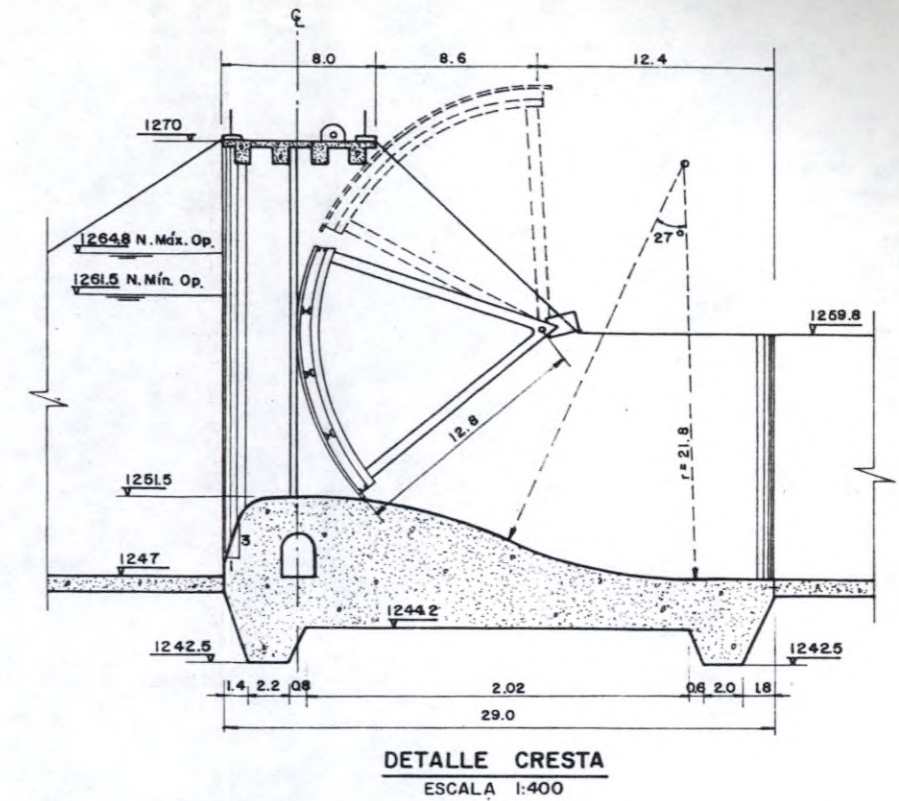
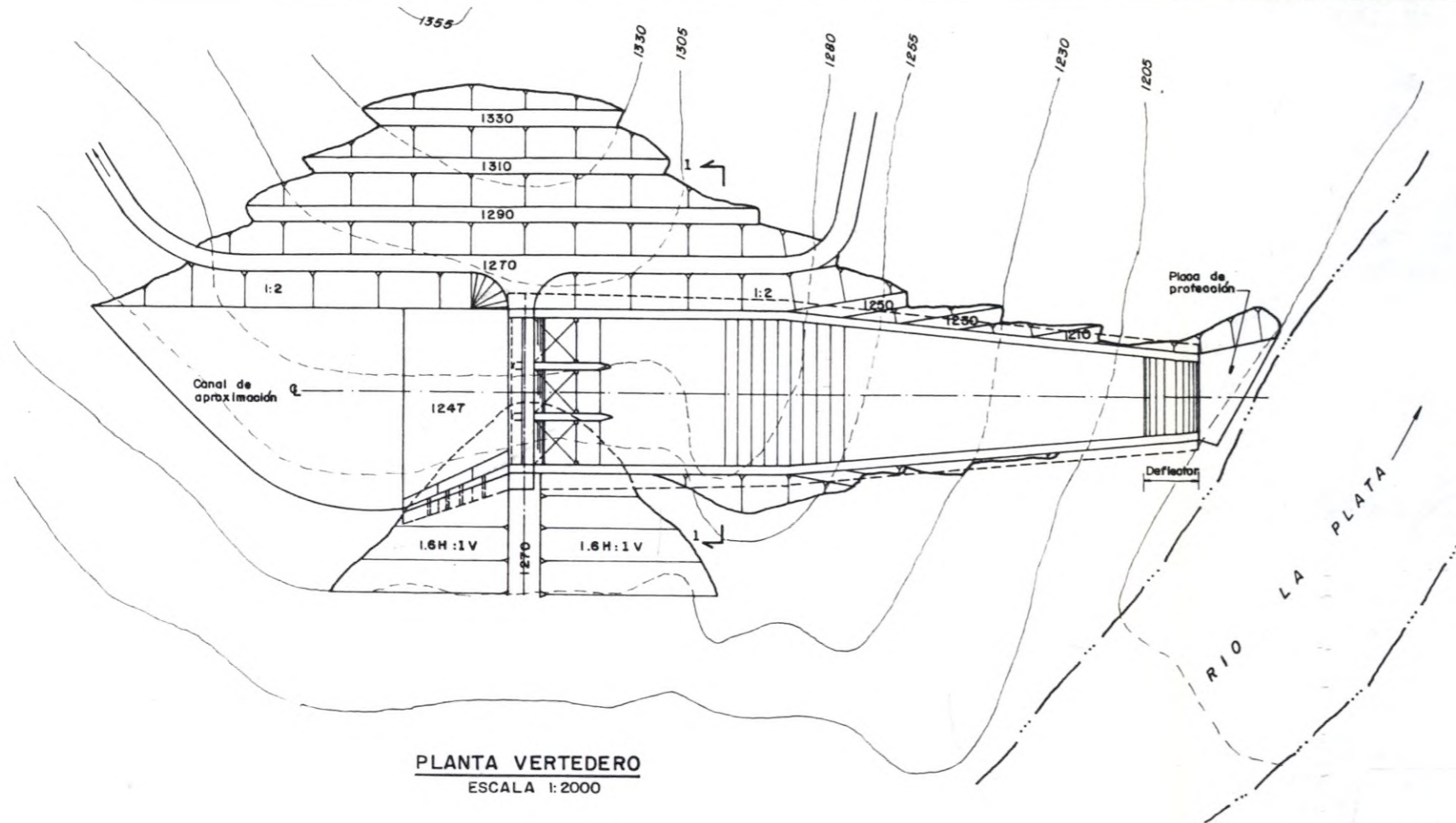


CORTE B-B
ESCALA 1:500

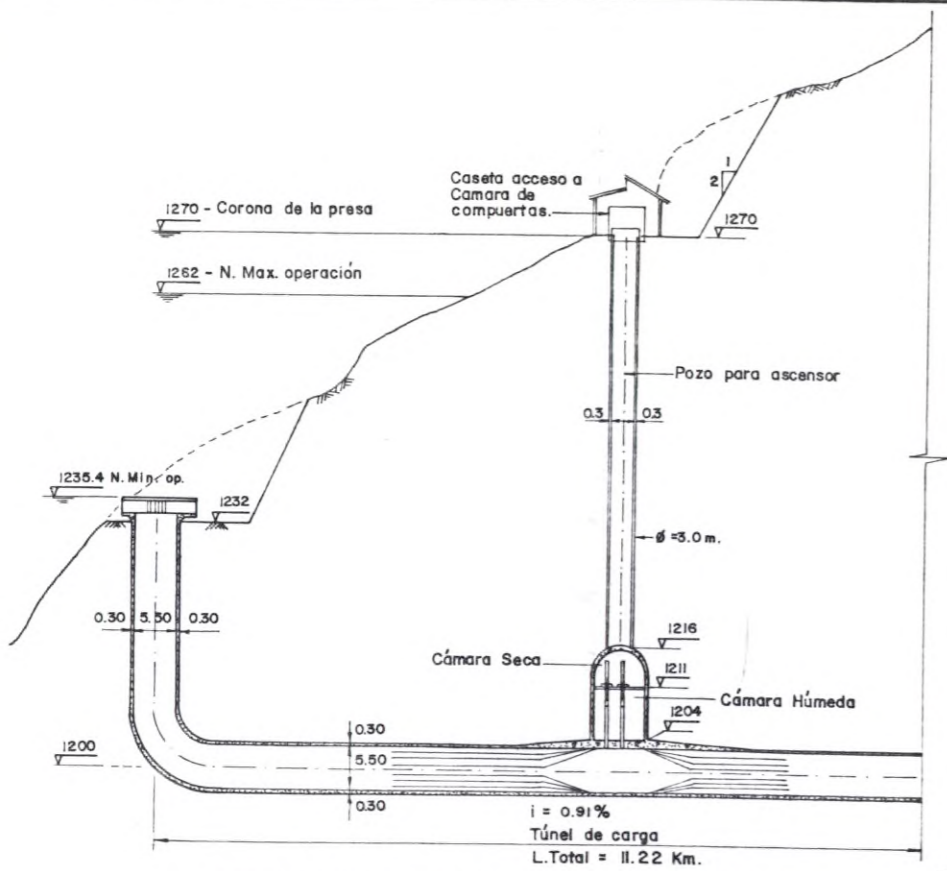


DETALLE DEL PORTAL DE ENTRADA
ESCALA 1:500

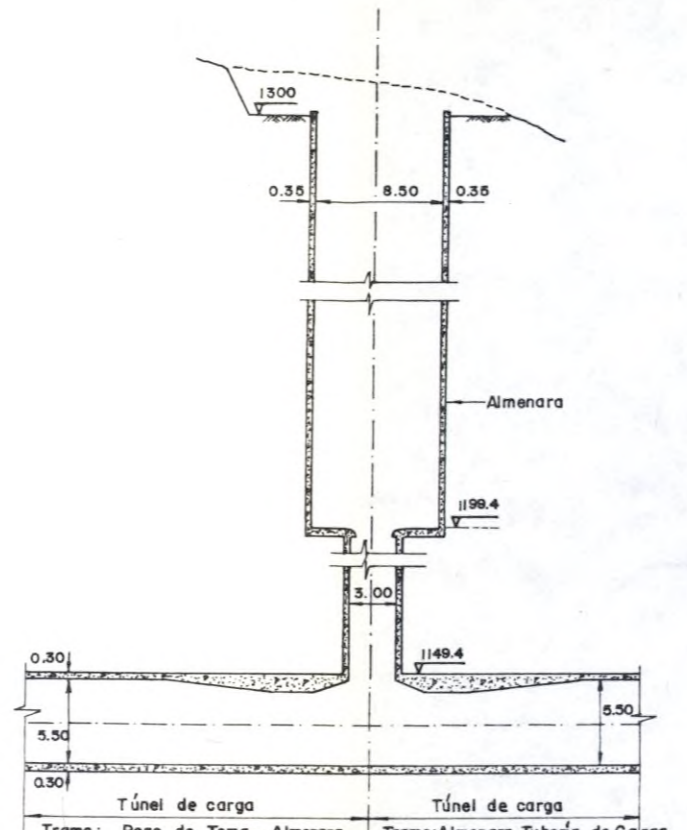
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA PROYECTO GUINEA		
DESVIACION DESCARGA DE FONDO		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: Indicadas Fecha: Abril - 83	 consultores civiles e hidráulicas



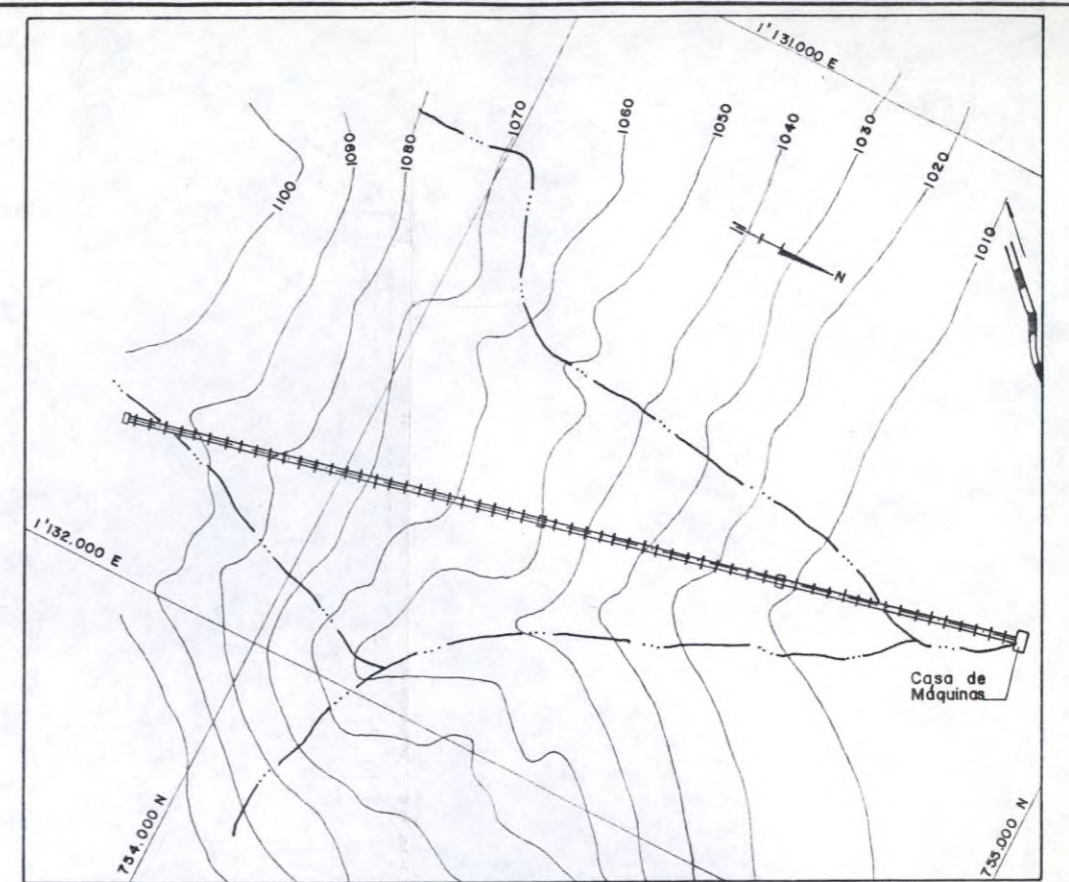
		INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.	
PROYECTO PAEZ - LA PLATA			
PROYECTO GUINEA			
REBOSADERO PLANTA-PERFIL Y DETALLES			
Diseñó:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:	
		Escala, indicadas Fecha: Abril - 83	



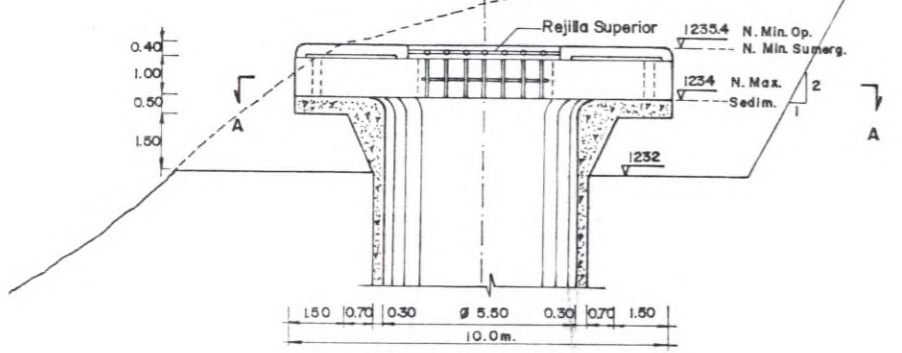
PERFIL BOCATOMA Y CAMARA DE COMPUERTAS
ESCALA 1:1.000



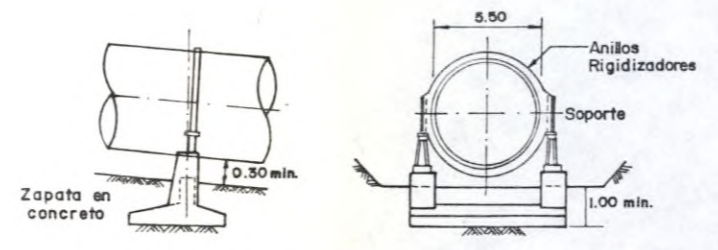
DETALLE ALMENARA
ESCALA 1:500



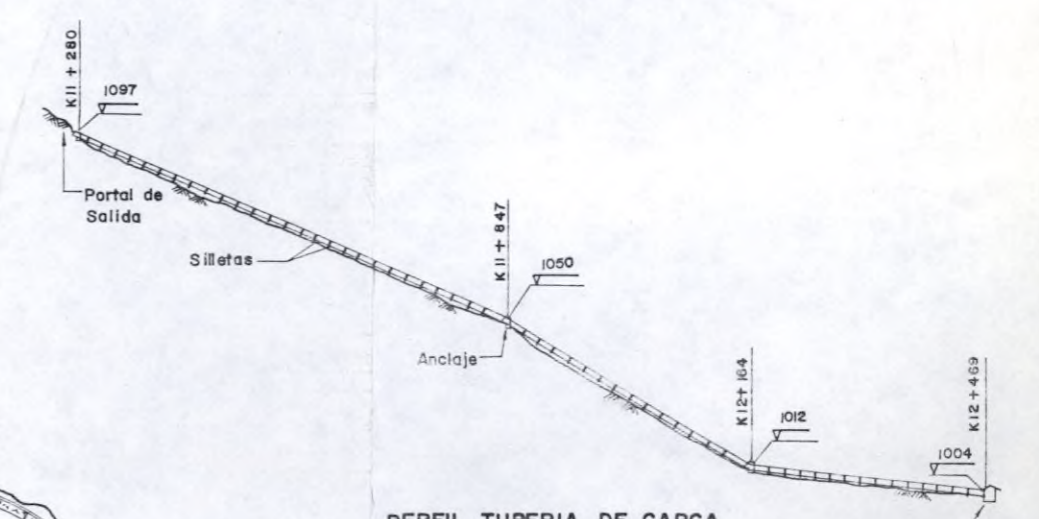
PLANTA TUBERIA DE CARGA
ESCALA 1:10.000



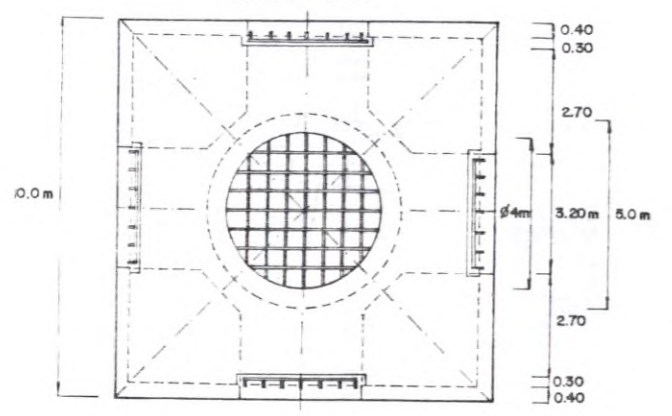
DETALLE BOCATOMA
ESCALA 1:100



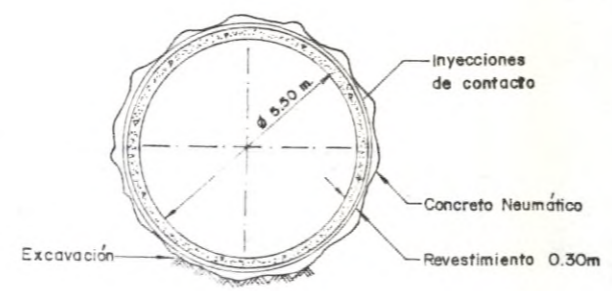
SECCION TIPICA DE SILLETAS
ESCALA 1:400



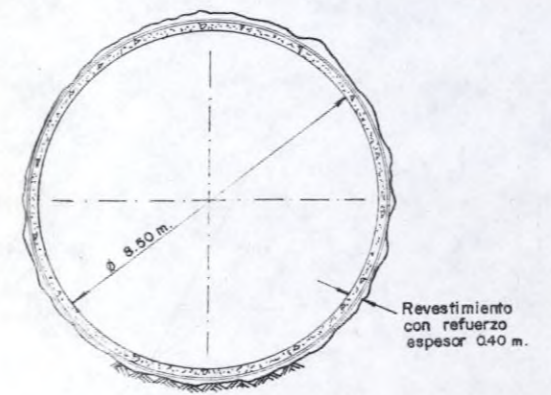
PERFIL TUBERIA DE CARGA
ESCALA H. 1:10.000
ESCALA V. 1:2.000



CORTE A-A
ESCALA 1:200

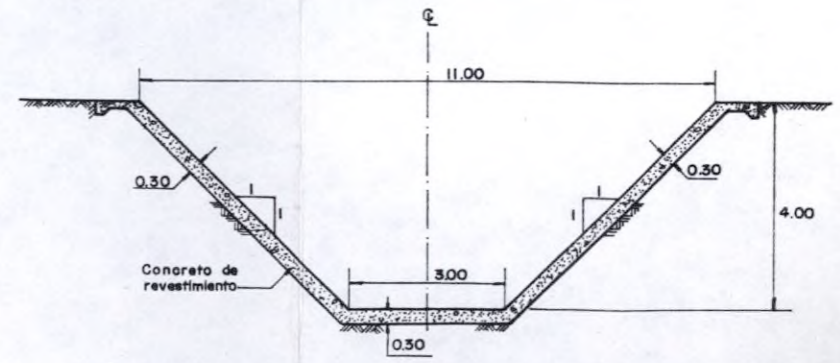
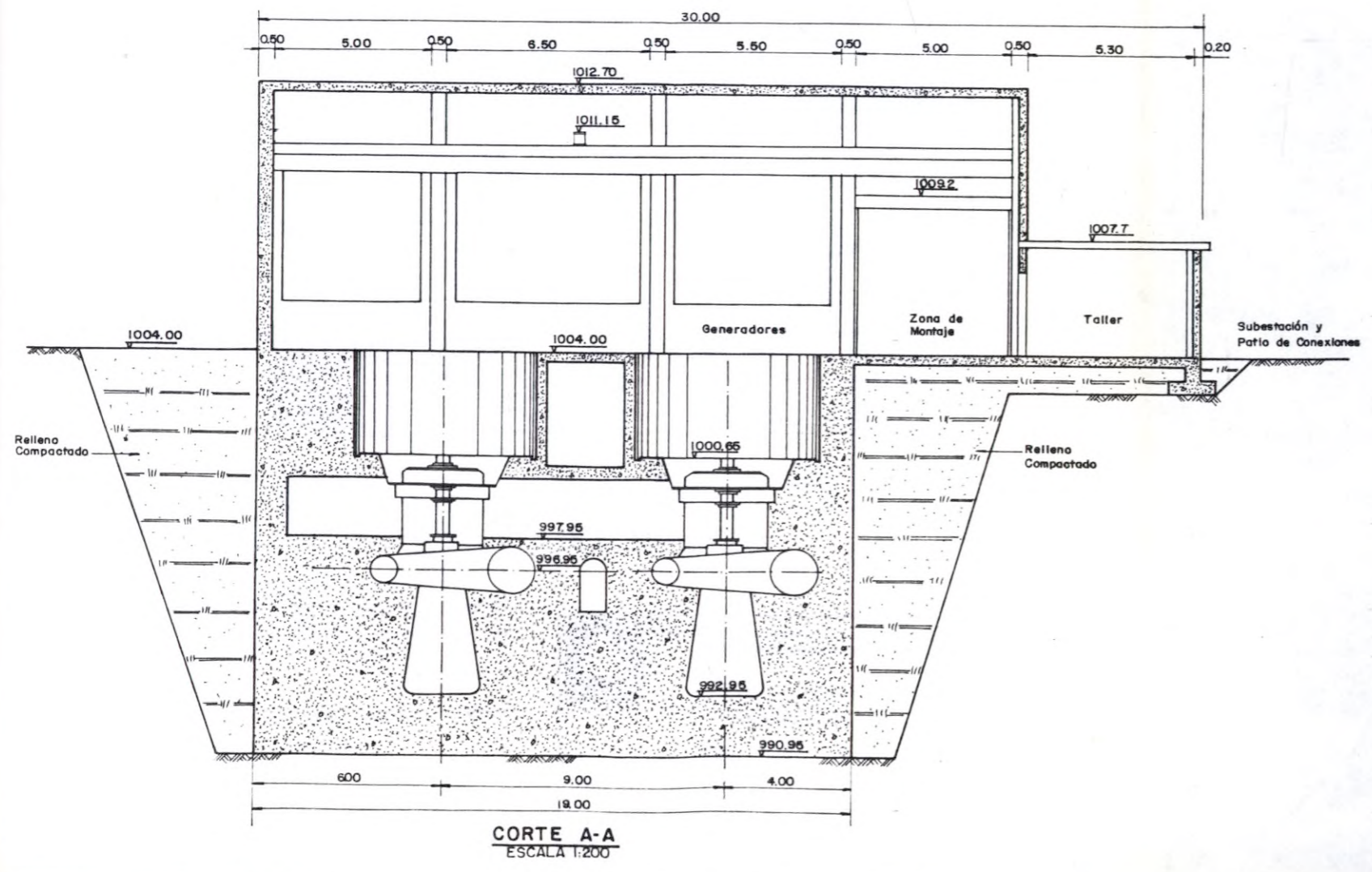
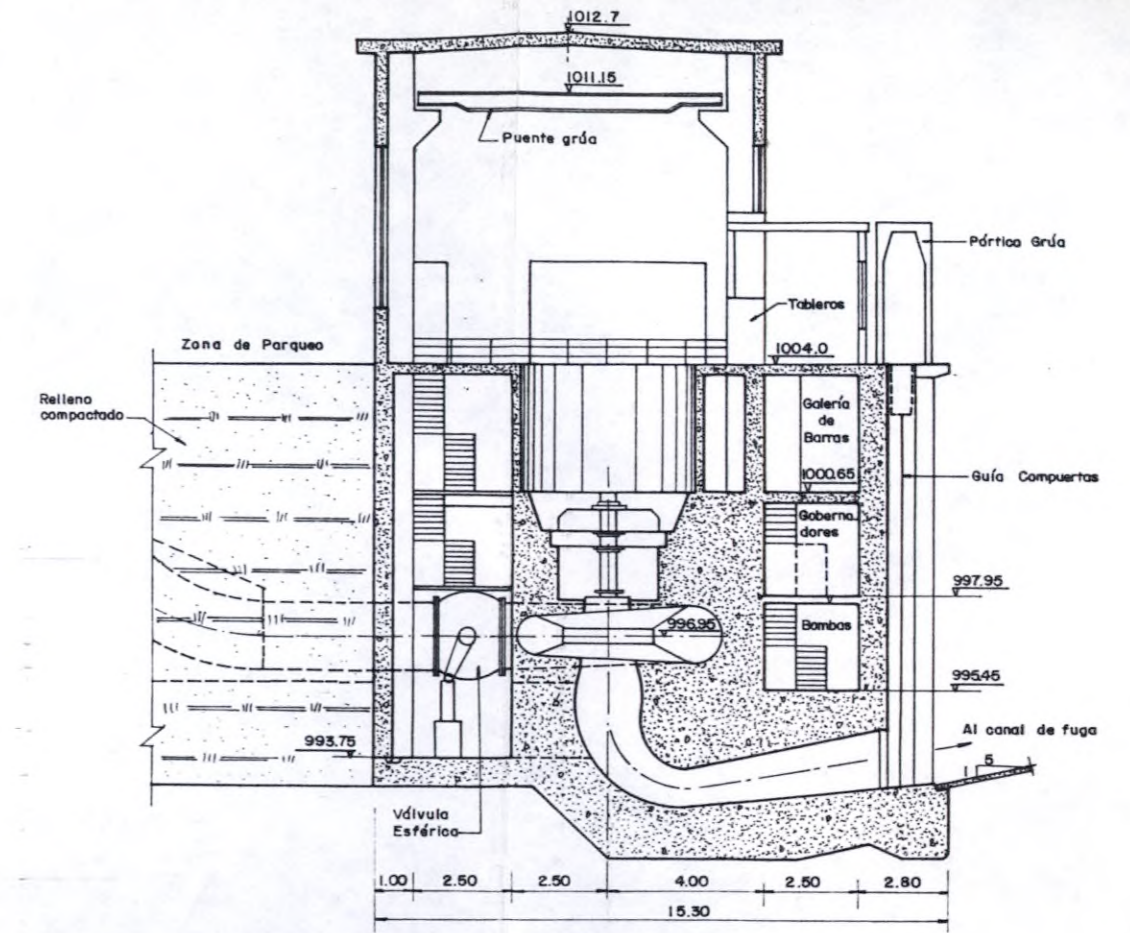
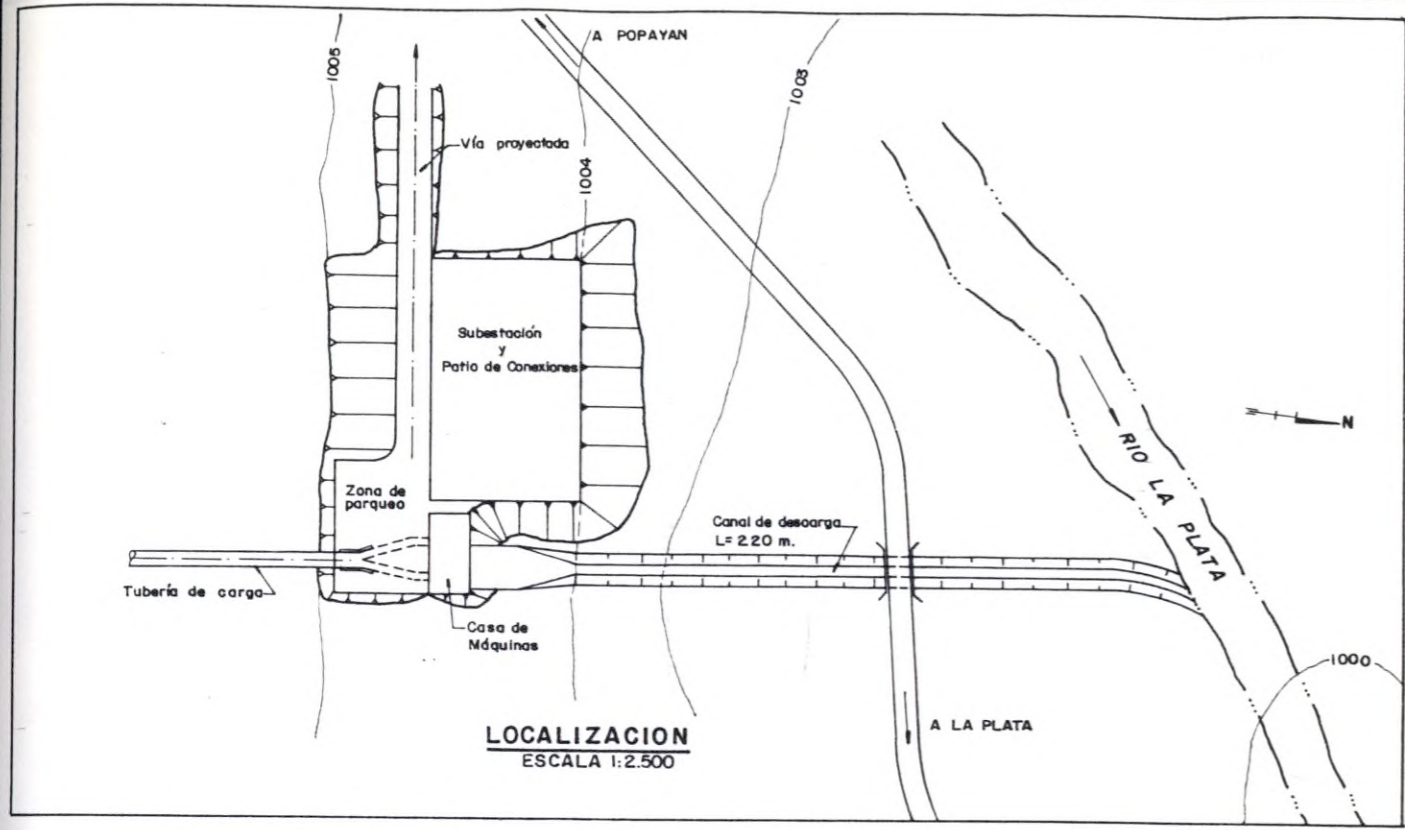






SECCION TUNEL DE CARGA
ESCALA 1:200

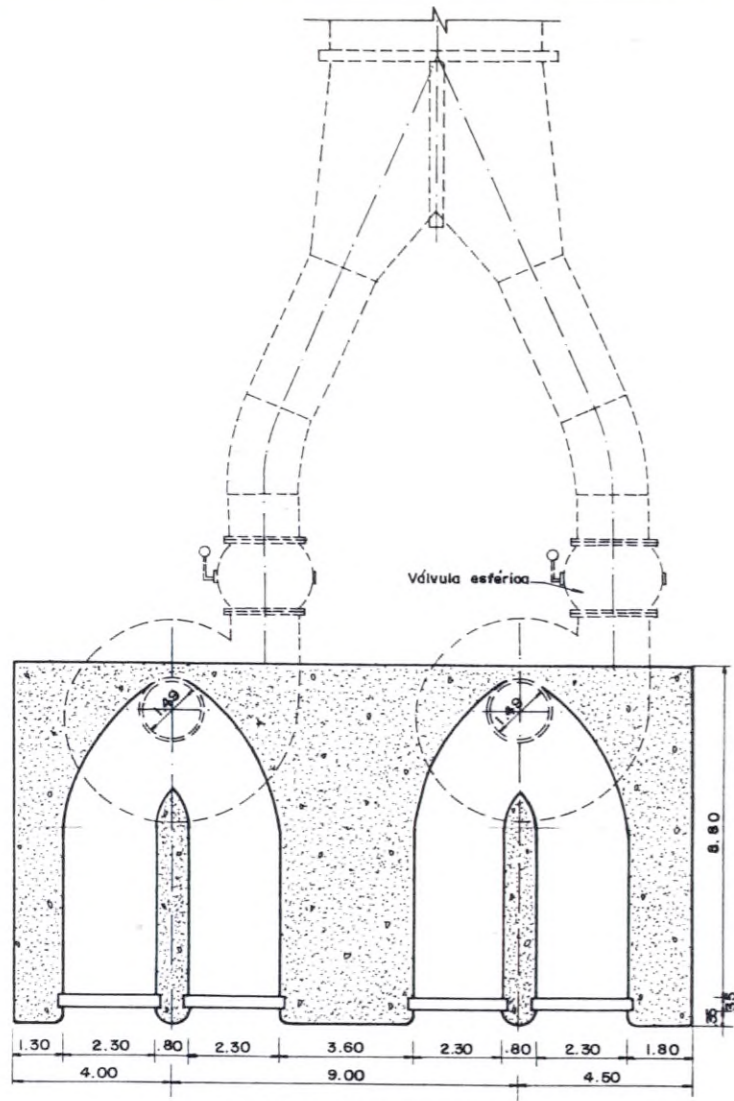


SECCION ALMENARA
ESCALA 1:200

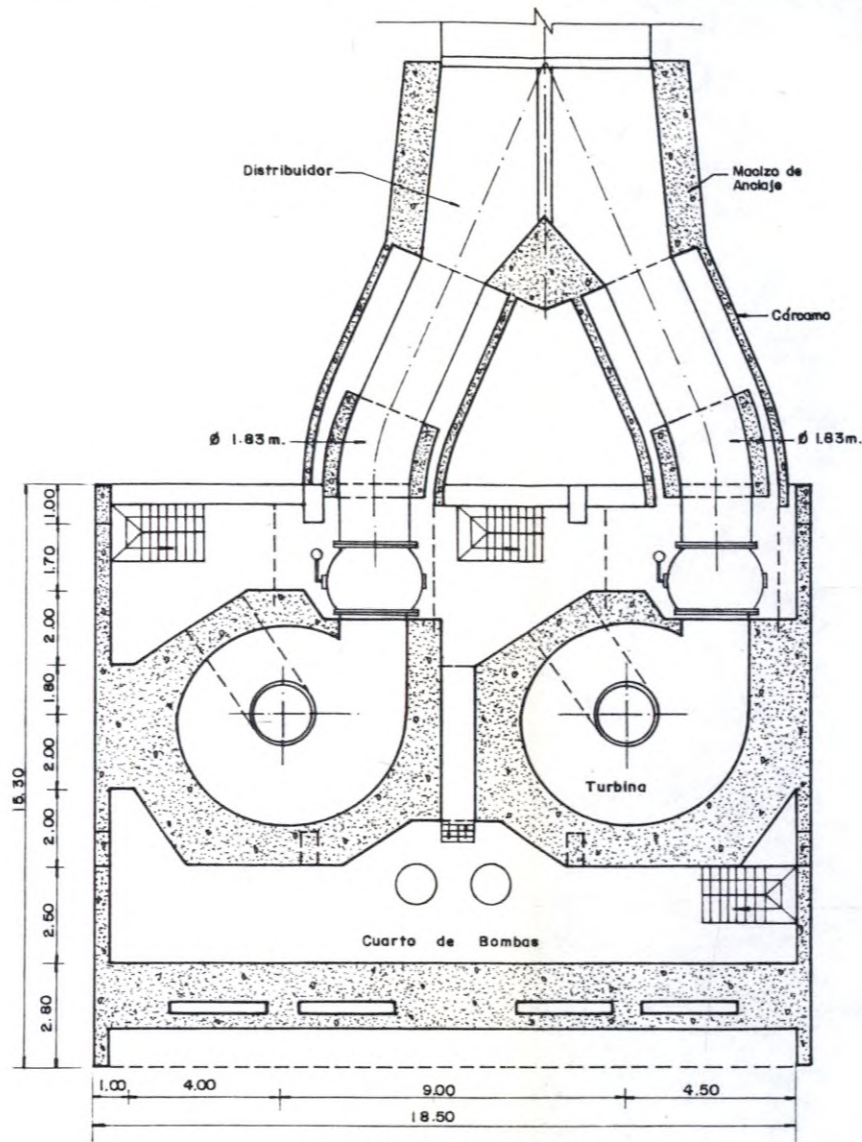
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ LA PLATA		
PROYECTO GUINEA BOCATOMA CONDUCCION-ALMENARA-TUBERIA DE CARGA APOYOS Y SILLETAS		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana		consultores civiles e hidráulicos
Escala: Indicadas		Fecha: Abril - 83



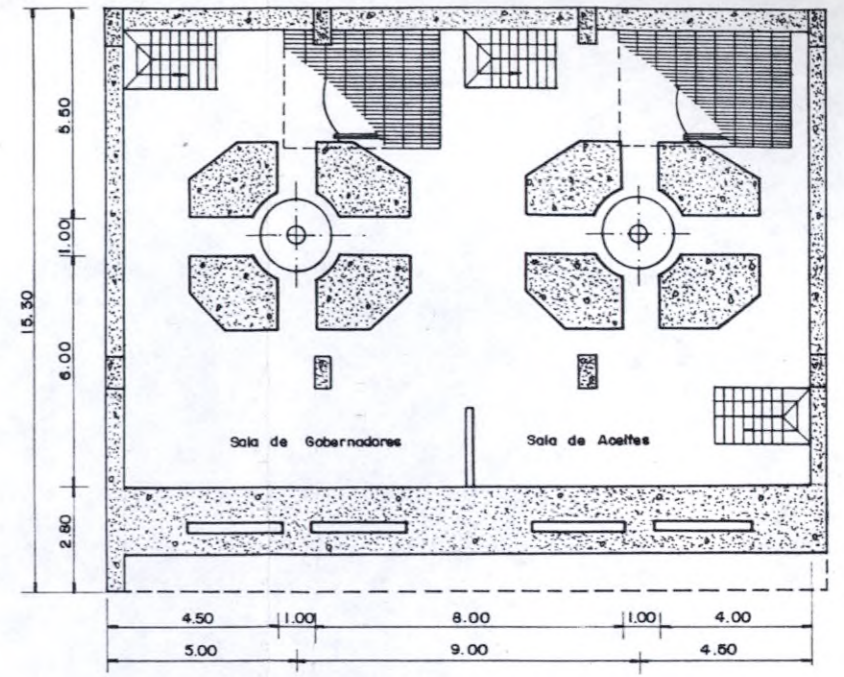
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA PROYECTO GUINEA CASA DE MAQUINAS-CORTES		
Diseñó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: indicados Fecha: Abril - 65	 consultores civiles e hidráulicos



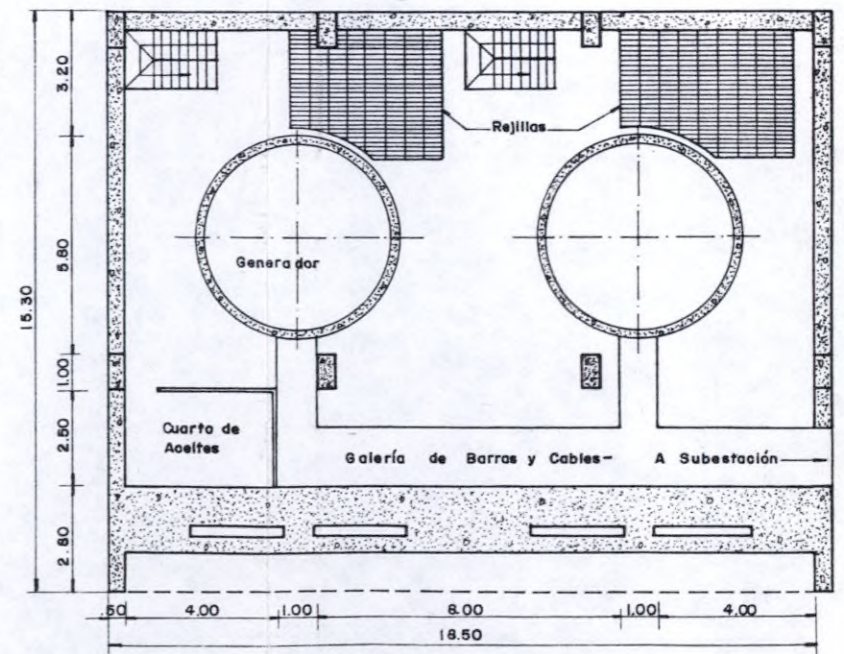
PLANTA NIVEL 993.75



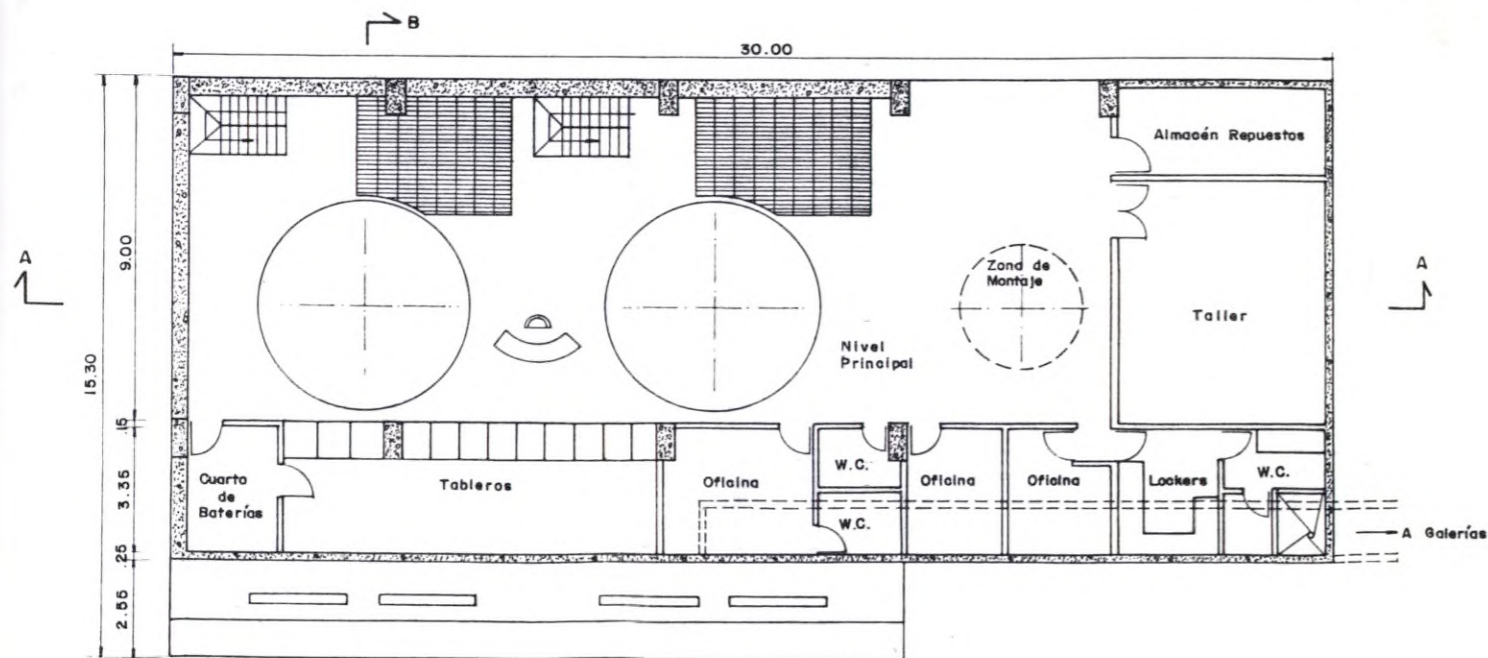
PLANTA NIVEL 996.95



PLANTA NIVEL 997.95



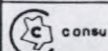
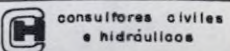


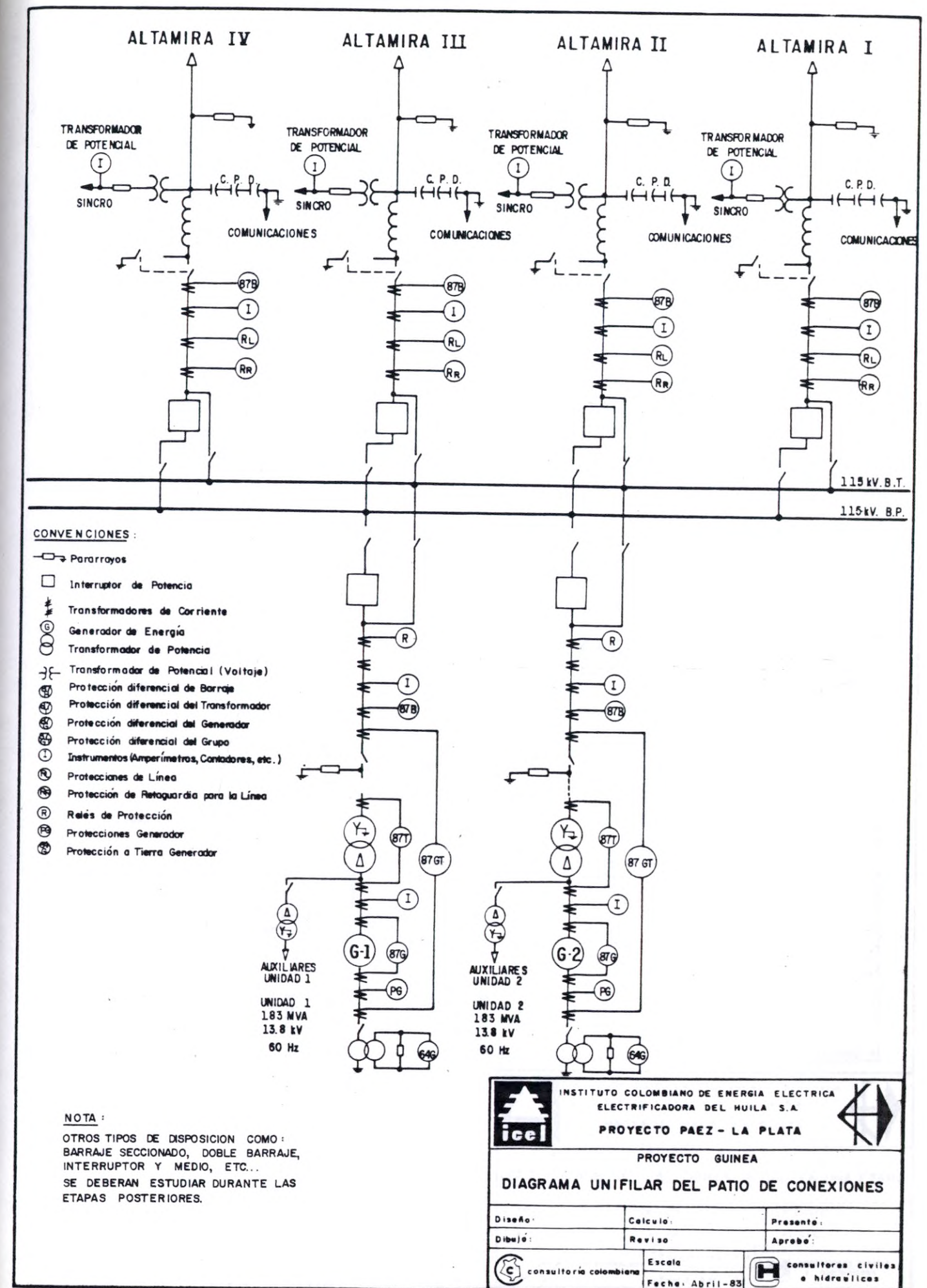
PLANTA NIVEL 1000.65



PLANTA NIVEL 1004.00

NOTA:
Los cortes se encuentran localizados en la figura 32.

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRICADORA DEL HUILA S.A.		
	PROYECTO PAEZ - LA PLATA PROYECTO GUINEA CASA DE MAQUINAS		
Diseñó:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:	
 consultoría colombiana	Escala: 1:200	 consultoras civiles e hidráulicas	
Fecha: Abril - 83			



CONVENCIONES :

- ☐ Pararrayos
- Interruptor de Potencia
- ⊗ Transformadores de Corriente
- ⊕ Generador de Energía
- ⊙ Transformador de Potencia
- ⌋ Transformador de Potencial (Voltaje)
- ⊕⊖ Protección diferencial de Barraje
- ⊕⊖ Protección diferencial del Transformador
- ⊕⊖ Protección diferencial del Generador
- ⊕⊖ Protección diferencial del Grupo
- ⊕⊖ Instrumentos (Amperímetros, Contadores, etc.)
- ⊕⊖ Protecciones de Línea
- ⊕⊖ Protección de Retaguardia para la Línea
- ⊕⊖ Relés de Protección
- ⊕⊖ Protecciones Generador
- ⊕⊖ Protección a Tierra Generador

NOTA :
 OTROS TIPOS DE DISPOSICION COMO:
 BARRAJE SECCIONADO, DOBLE BARRAJE,
 INTERRUPTOR Y MEDIO, ETC..
 SE DEBERAN ESTUDIAR DURANTE LAS
 ETAPAS POSTERIORES.

icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

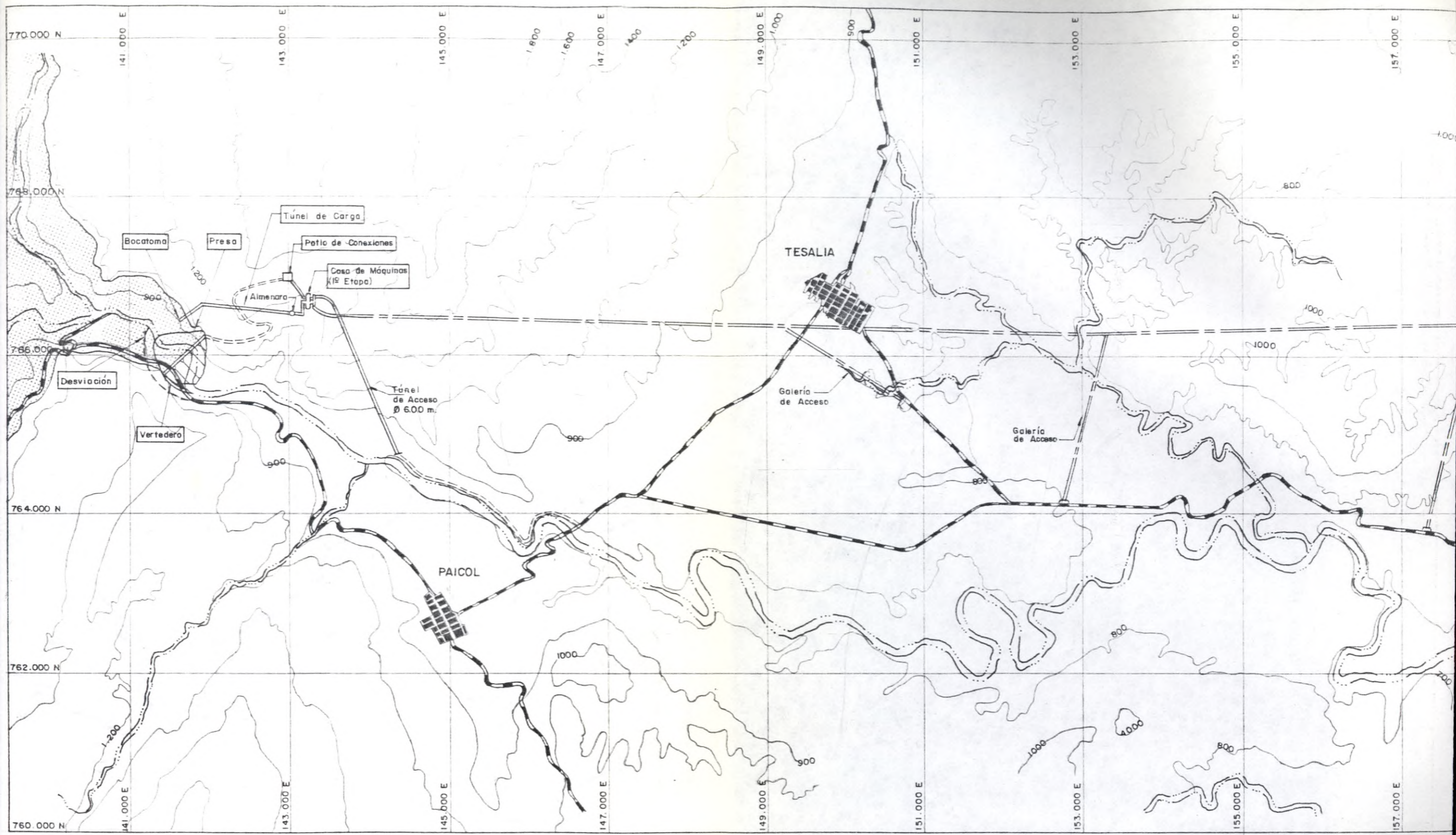
PROYECTO GUINEA

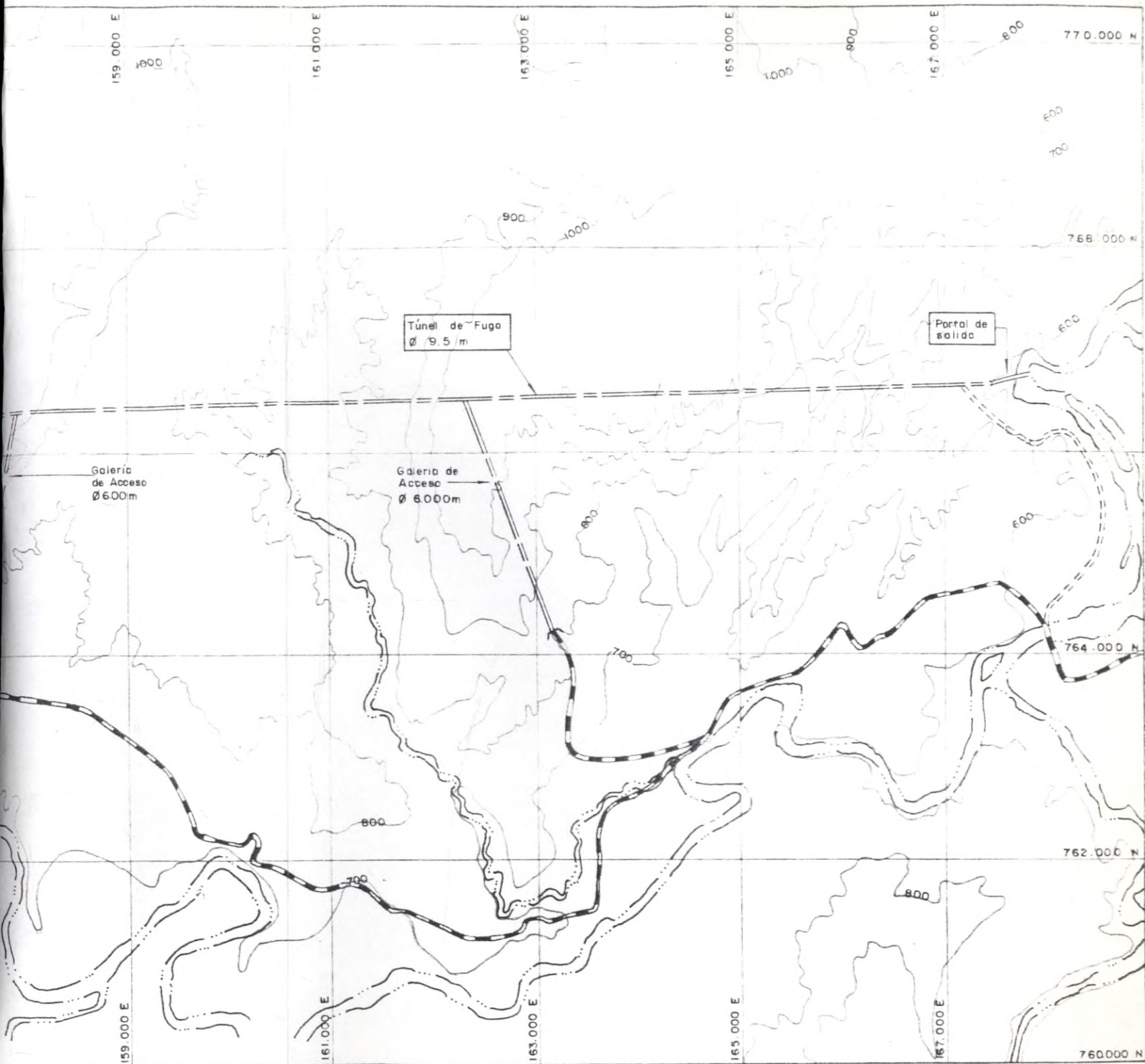
DIAGRAMA UNIFILAR DEL PATIO DE CONEXIONES

Diseño:	Calculo:	Presente:
Dibujó:	Revisó:	Aprobó:

Escala: _____
 Fecha: Abril-83

consultores civiles e hidráulicos









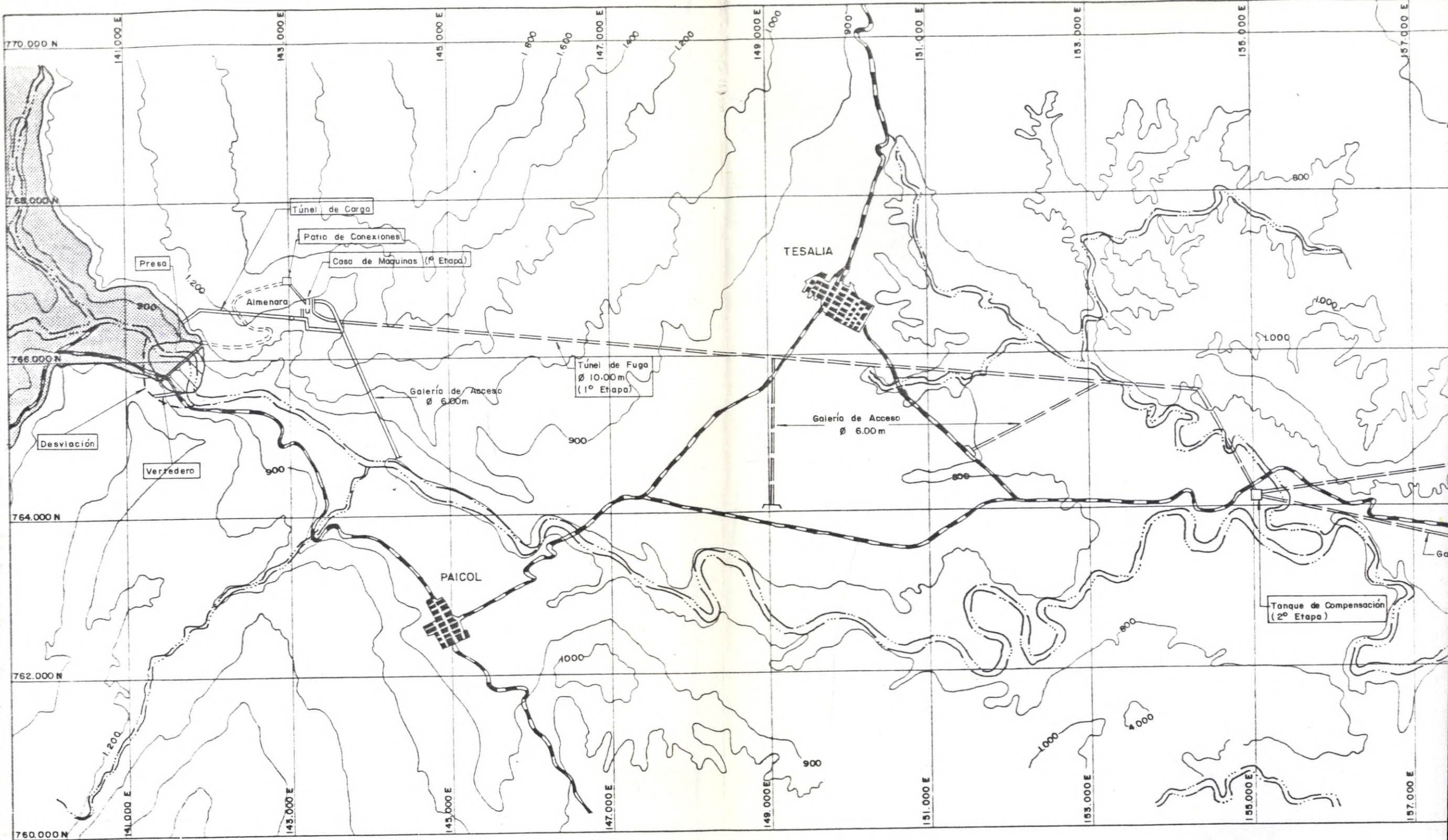
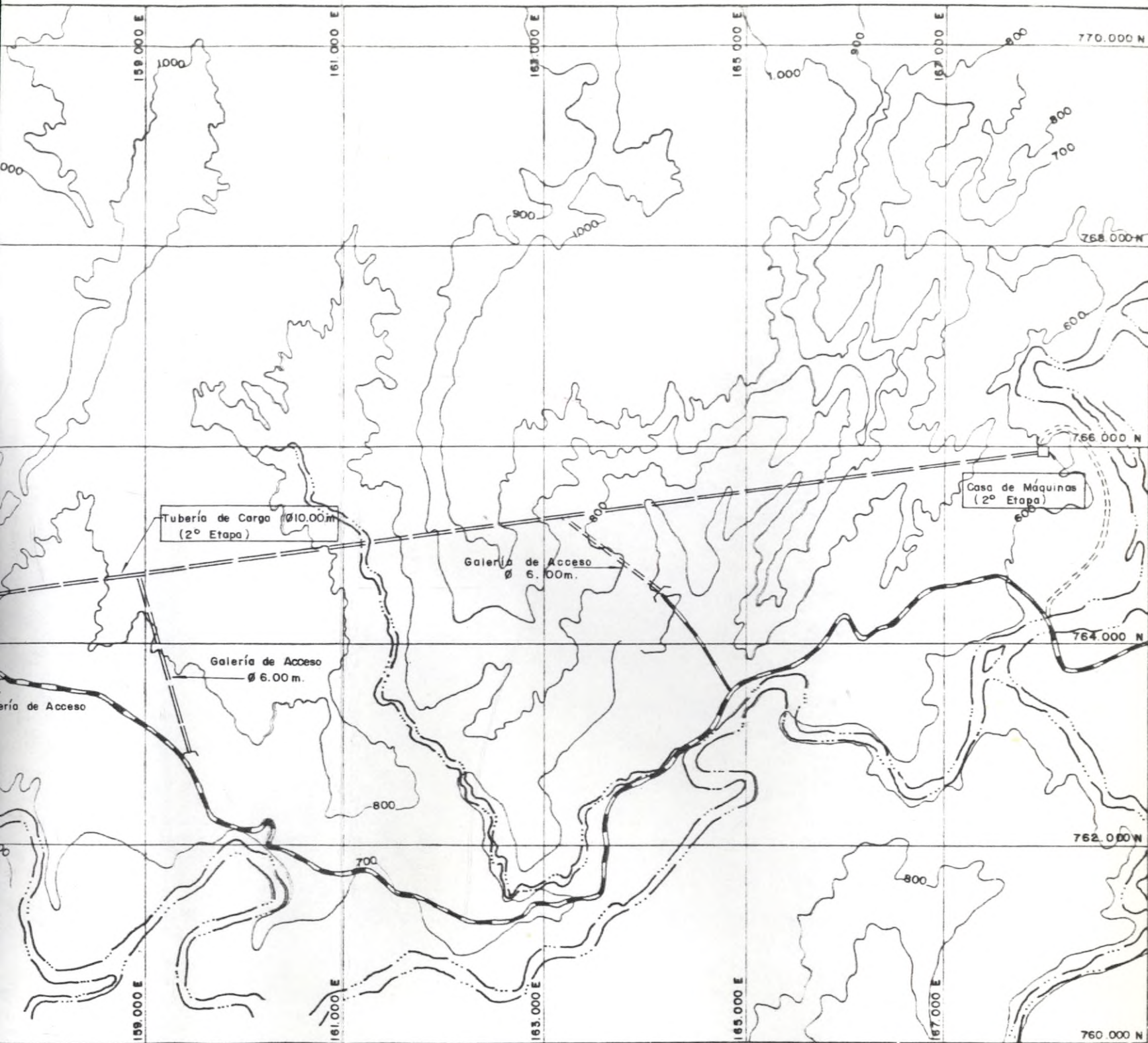


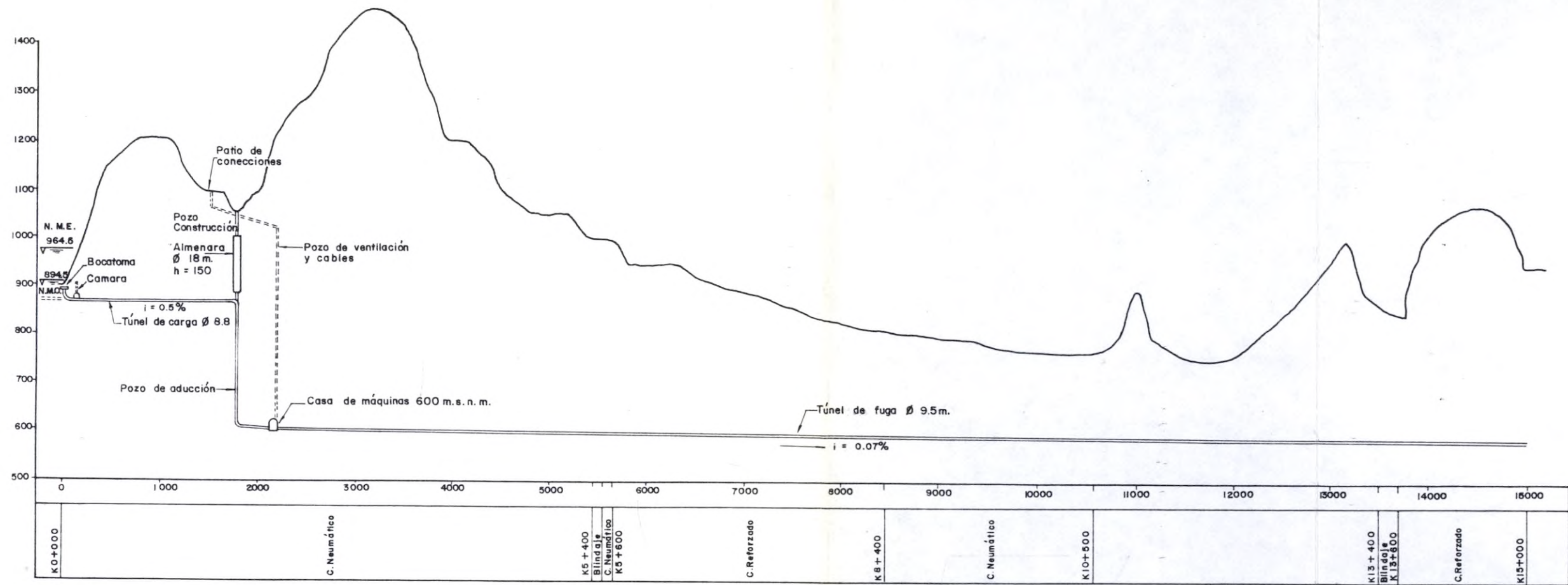
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
	PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO PAICOL			
LOCALIZACION DE LAS OBRAS PAICOL EN UNA ETAPA			
Diseño:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:	
 consultoría colombiana	Escala: Indicado Fecha: Abril/85	 consultores civiles e hidraulicos	

FIGURA 35



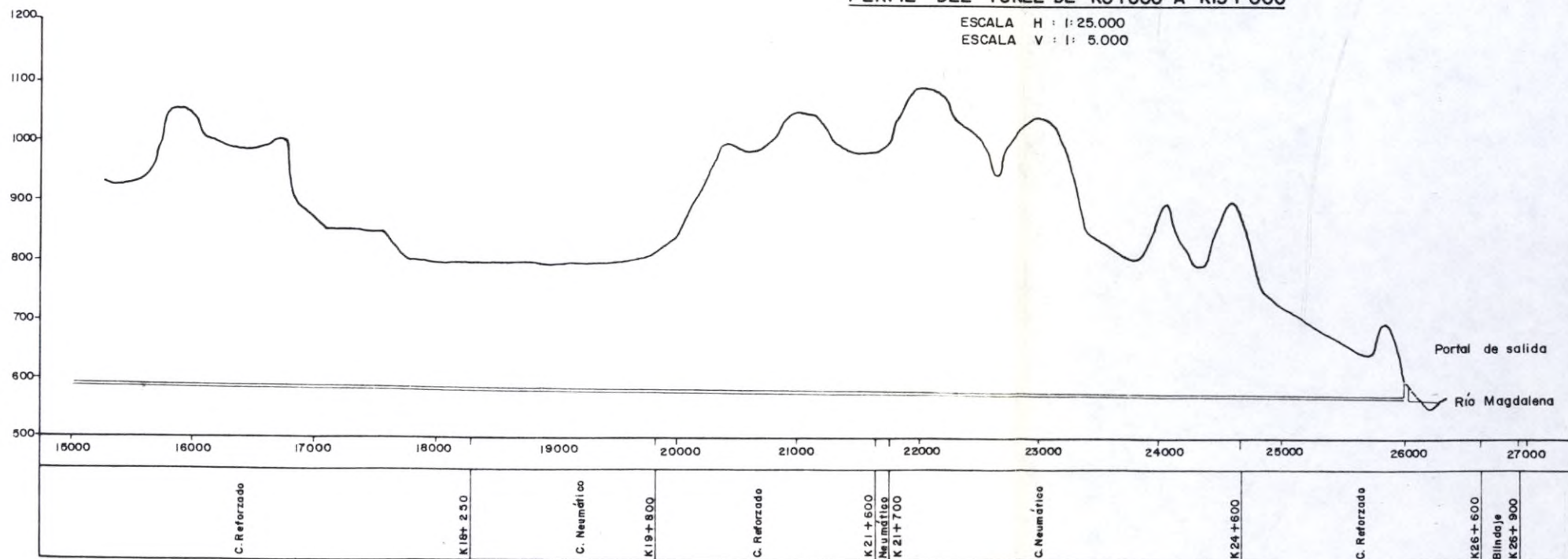


 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO PAICOL		
LOCALIZACION DE LAS OBRAS PAICOL EN CASCADA		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: Indicada Fecha: Abril / 85	 consultores civiles e hidráulicos






PERFIL DEL TUNEL DE K0+000 A K15+000

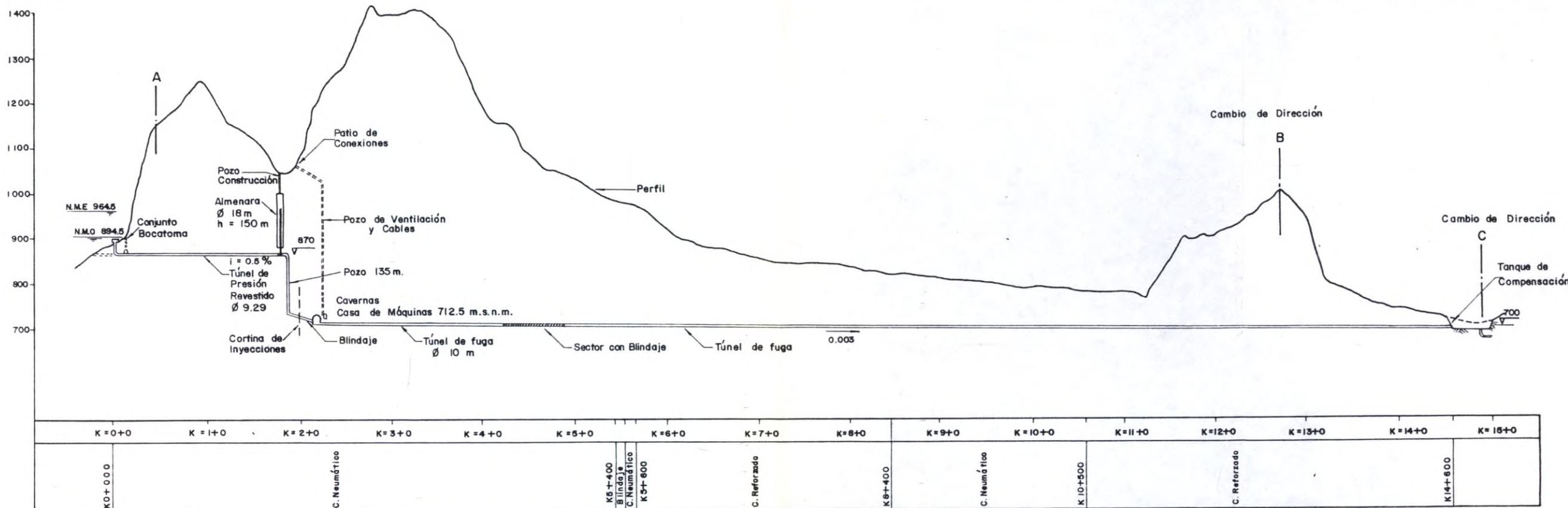
ESCALA H : 1:25.000
ESCALA V : 1:5.000



PERFIL DEL TUNEL K15+000 A K26+900

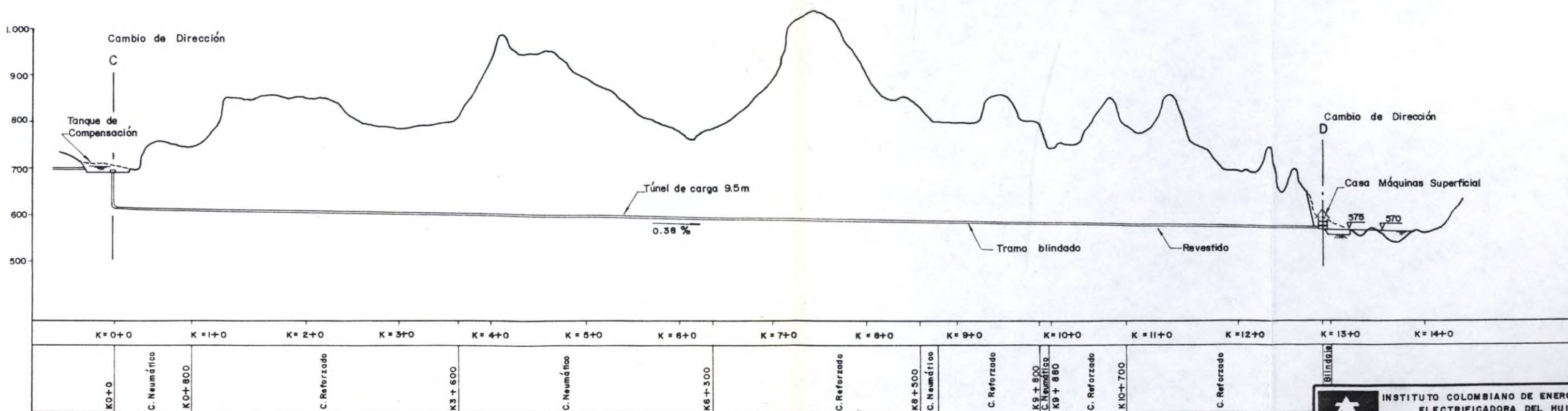
ESCALA H : 1:25.000
ESCALA V : 1:5.000

 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ LA PLATA		
PROYECTO PAICOL PERFIL DEL DESARROLLO EN UNA ETAPA		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: Indicadas Fecha: Abril - 85	 consultoras civiles e hidráulicas



PERFIL PAICOL 1ª ETAPA

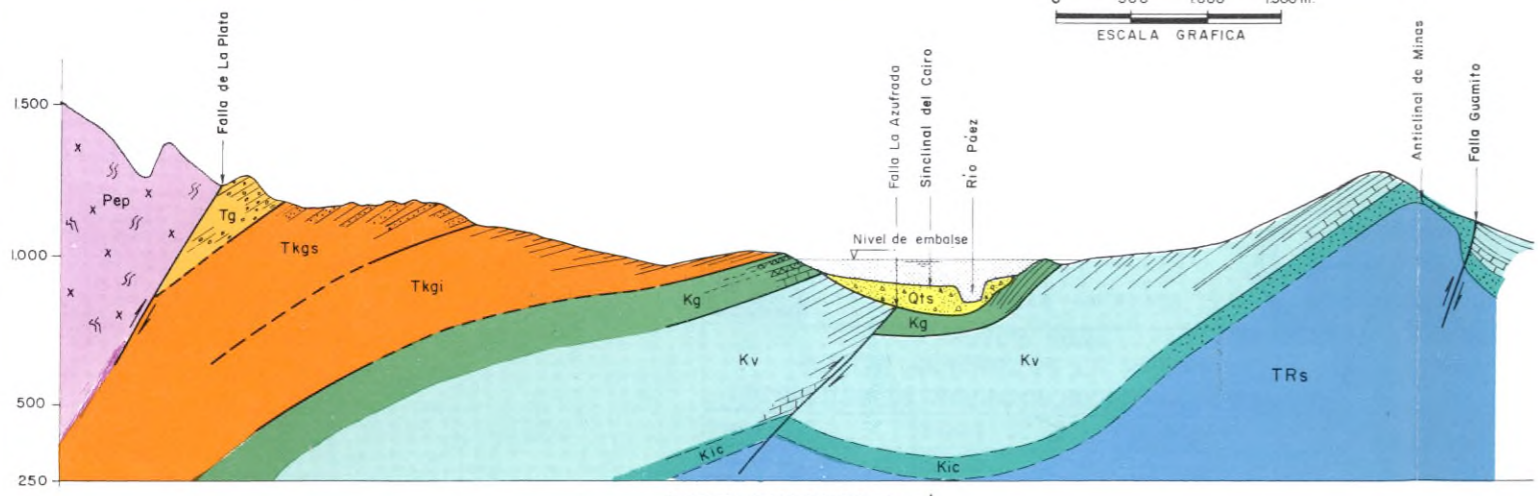
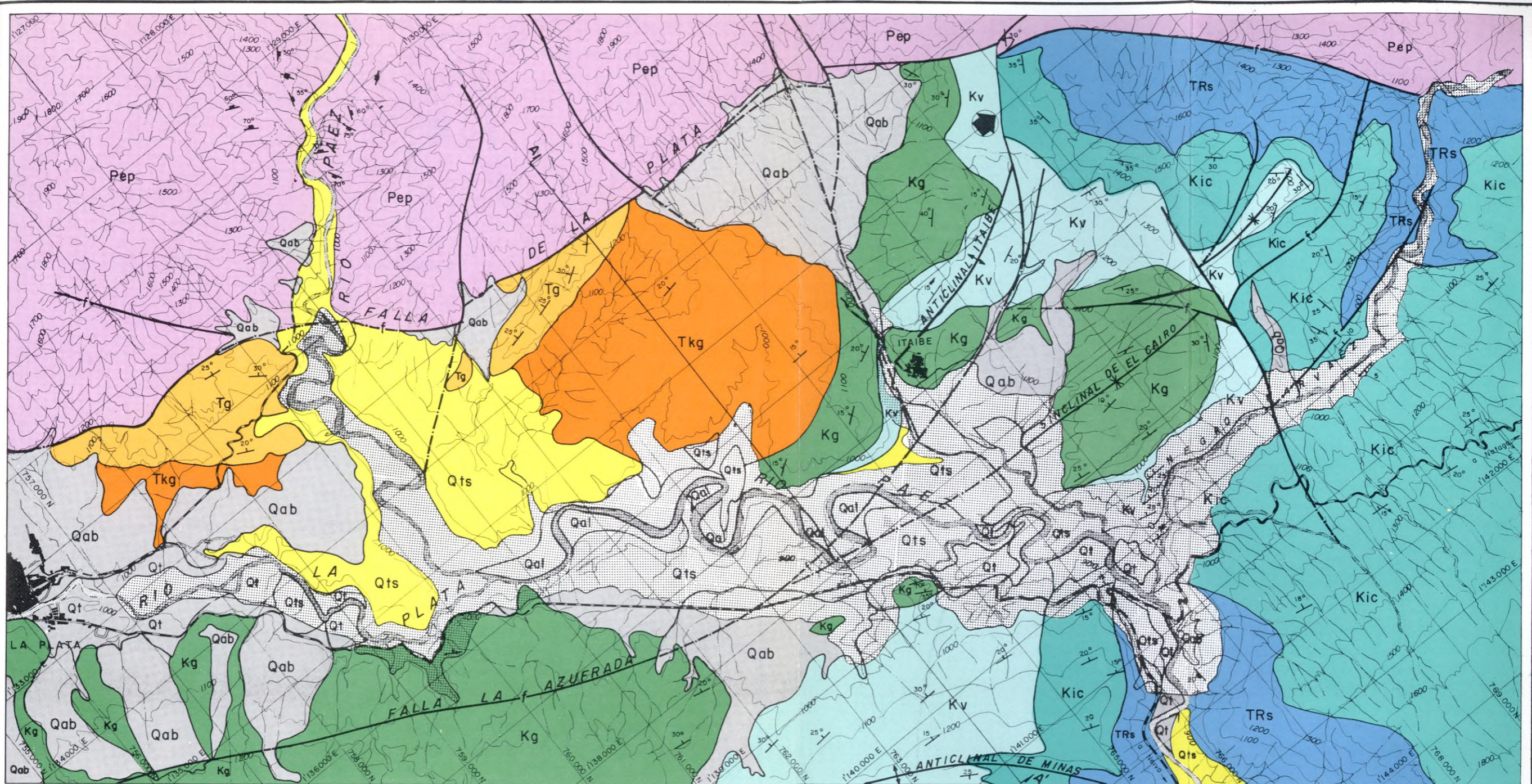
ESCALA H 1:25.000
ESCALA V 1:5.000



PERFIL PAICOL 2ª ETAPA

ESCALA H 1:25.000
ESCALA V 1:5.000

	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
	PROYECTO PAEZ LA PLATA		
PROYECTO PAICOL			
PERFIL DEL DESARROLLO EN CASCADA			
Diseñó:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:	
consultoría colombiana	Escala: Indicadas Fecha: Abril-83	consultores civiles e hidráulicos	



CORTE GEOLOGICO A-A'

CONVENCIONES LITOLÓGICAS	
	Llanuras de inundación - gravas, arenas limos.
	Abanicos aluviales - bloques, cantos, arenas y limos.
	Depósitos de terraza - cantos, arenas.
	Depósitos tobáceo - sedimentarios, cantos, gravas, arenas, limos.
	Formación Gualanday - conglomerados, arcillolitas, areniscas.
	Formación Guaduas - arcillolitas, areniscas.
	Formación Guadalupe - calizas, lutitas, chert.
	Formación Villeta - calizas, lutitas.
	Formación Caballos - areniscas.
	Formación Saldaña - ignimbritas.
	Macizo de La Plata - granitos, neises.

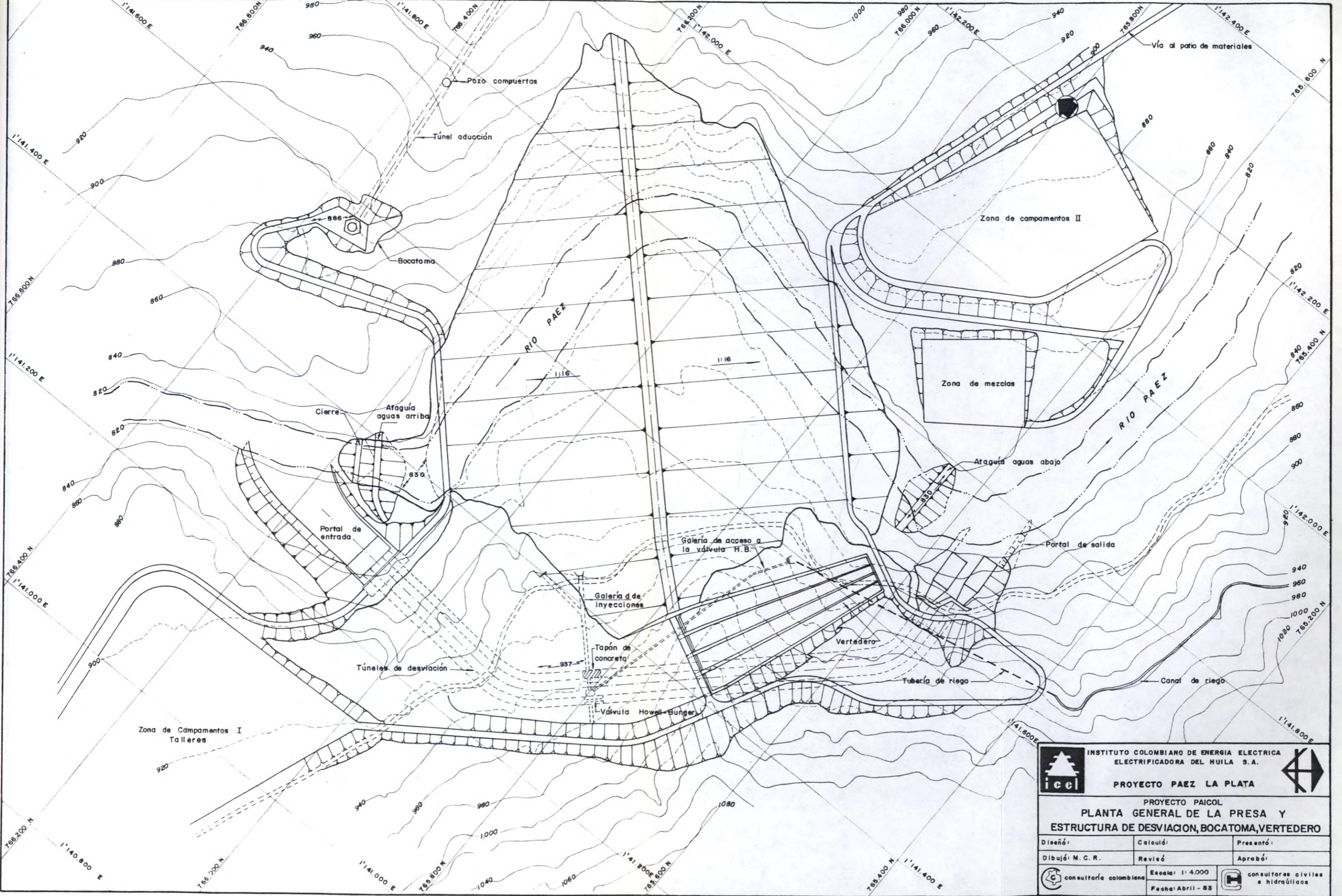
CONVENCIONES ESTRUCTURALES			
	Límites litológicos.		20° Rumbo y buzamiento de estratos.
	Fallamiento comprobado.		Ríos y quebradas.
	Fallamiento asumido.		Zona de embalse.
	Plegamiento sinclinal.		Carreteras.
	Plegamiento anclinal.		Poblaciones.
	Rumbo y buzamiento de diaclasas.		

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

PROYECTO PAICOL
GEOLOGIA DEL EMBALSE

Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: N. B. A.	Revisó:	Aprobó:
Escala: Gráfica		Fecha: Abril-1983
CONSULTORIA COLOMBIANA		CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS
PLANO No. DE		







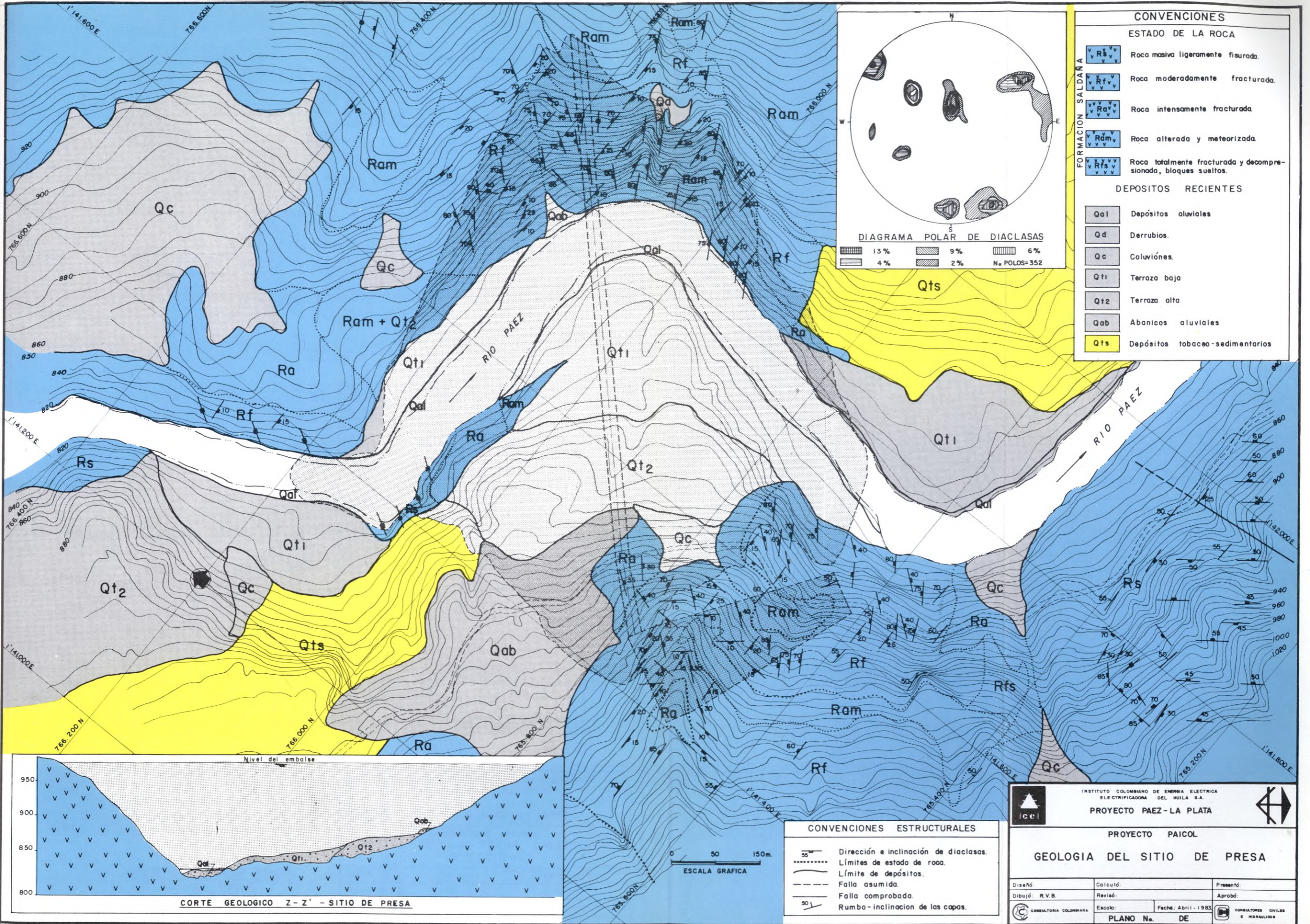
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRICADORA DEL HUILA S.A.			
PROYECTO PAEZ LA PLATA			
PROYECTO PAICOL PLANTA GENERAL DE LA PRESA Y ESTRUCTURA DE DESVIACION, BOCATOMA, VERTEDERO			
Diseño:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: M. C. R.	Revisó:	Aprobó:	
 consultoría colombiana	Escala: 1:4.000 Fecha: Abril - 83	 consultores civiles e hidráulicos	

FIGURA 40



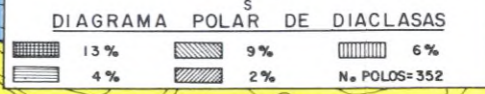
CONVENCIONES

ESTADO DE LA ROCA

	Roca masiva ligeramente fisurada.
	Roca moderadamente fracturada.
	Roca intensamente fracturada.
	Roca alterada y meteorizada.
	Roca totalmente fracturada y decompressionada, bloques sueltos.

DEPOSITOS RECIENTES

	Depósitos aluviales
	Derrubios.
	Coluviones.
	Terraza baja
	Terraza alta
	Abanicos aluviales
	Depósitos tobacoo-sedimentarios



CONVENCIONES ESTRUCTURALES

	Dirección e inclinación de diaclasas.
	Límites de estado de roca.
	Límite de depósitos.
	Falla asumida.
	Falla comprobada.
	Rumbo-inclinación de las capas.

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

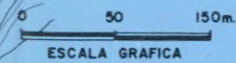
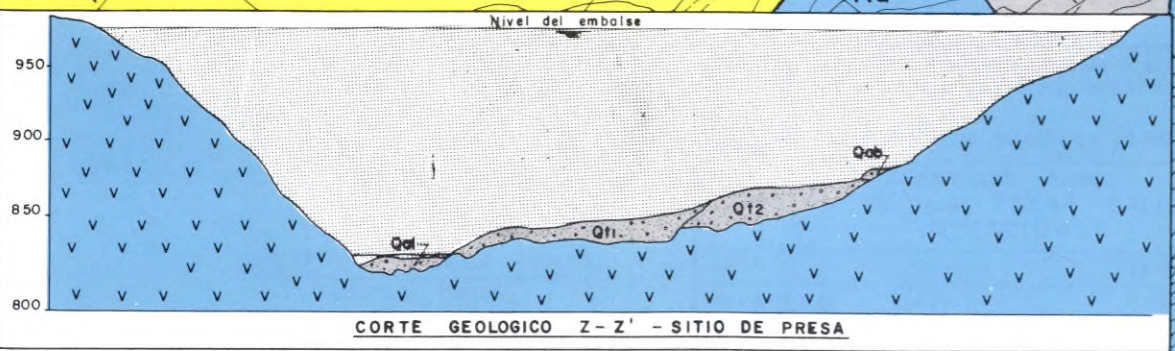
PROYECTO PAEZ-LA PLATA

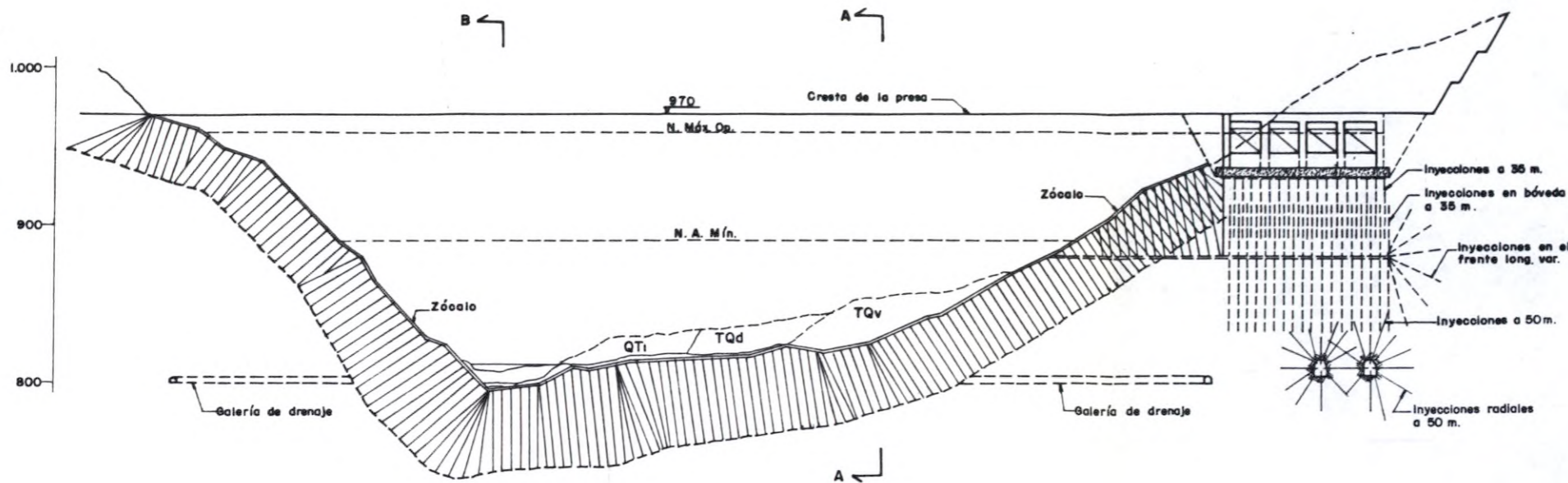
PROYECTO PAICOL

GEOLOGIA DEL SITIO DE PRESA

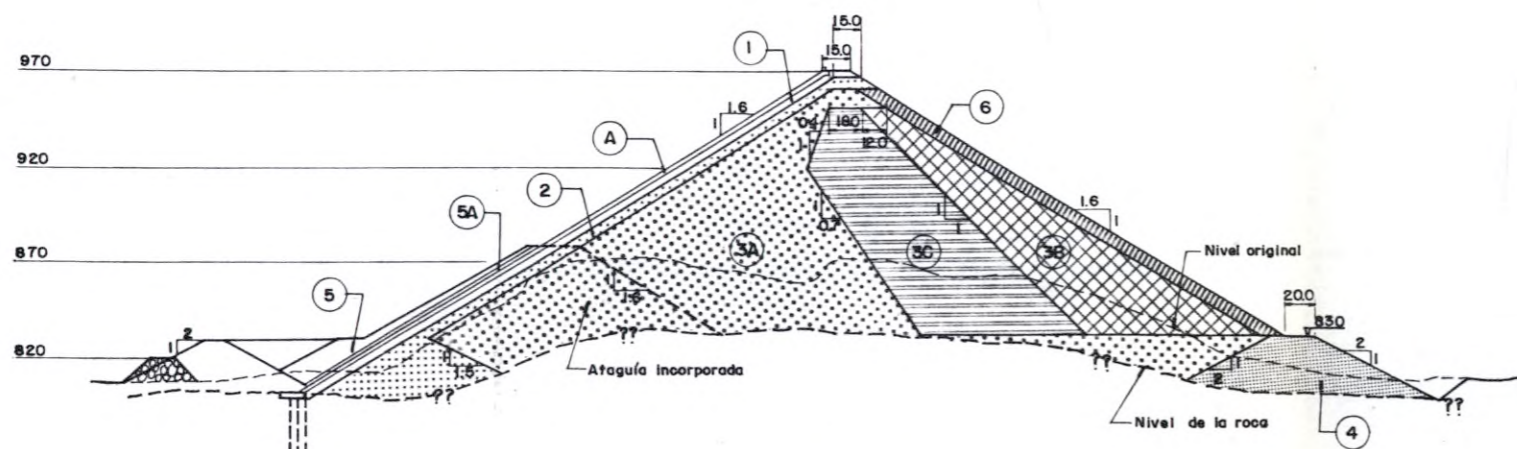
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
Escala:	Fecha: Abril - 1983	
PLANO No. DE		

CONSULTORIA COLOMBIANA CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS

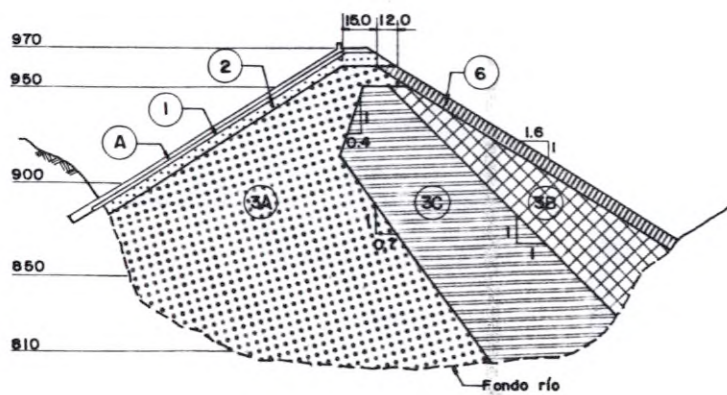




CORTE PRESA PAICOL
ESCALA 1:4000

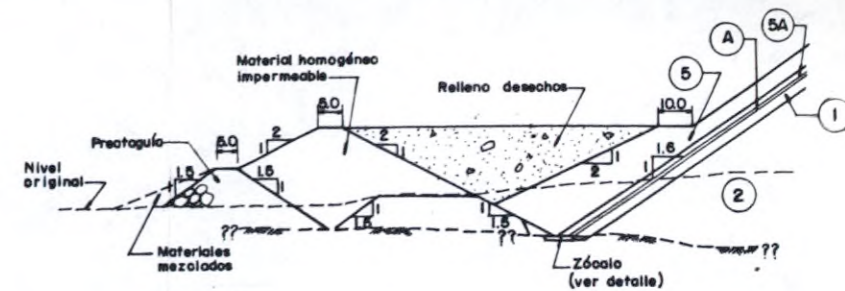


CORTE A-A - PRESA PAICOL
ESCALA 1:4000

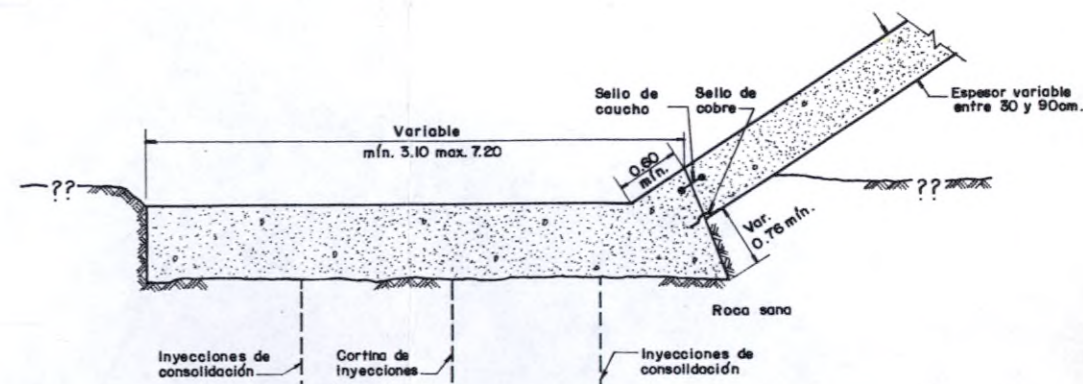


CORTE B-B - PRESA PAICOL
ESCALA 1:4000

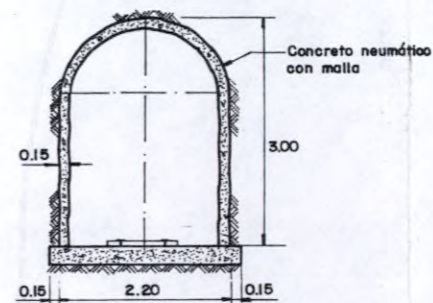
REF	MATERIALES	ESPESOR
(A)	Placa de concreto	VAR.
(1)	Enrocado especial para soporte de placa	3.0
(2)	Enrocado permeable tipo filtro	VAR.
(3A)	Enrocado tamaño intermedio	-
(3B)	Enrocado con grandes bloques	-
(3C)	Enrocado procedente de excavaciones	-
(4)	Dique de piedras grandes	-
(5A)	Berma de material impermeable	2.0
(5)	Berma de enrocado para confinamiento	4.0
(6)	Enrocado de acabado colocado	6.0



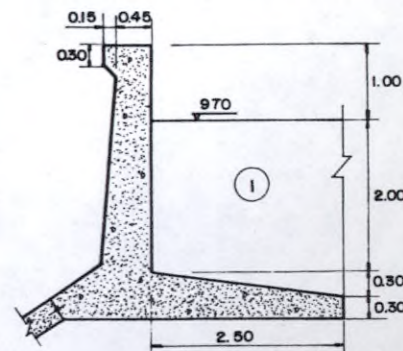
CIERRE Y ATAGUIA AGUAS ARRIBA
ESCALA 1:2000



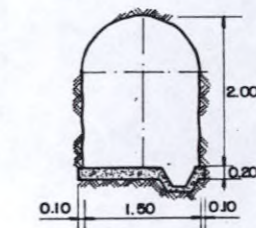
DETALLE ZOCALO
ESCALA 1:100



GALERIAS DE INYECCION
ESCALA 1:100



DETALLE PARAPETO
ESCALA 1:100



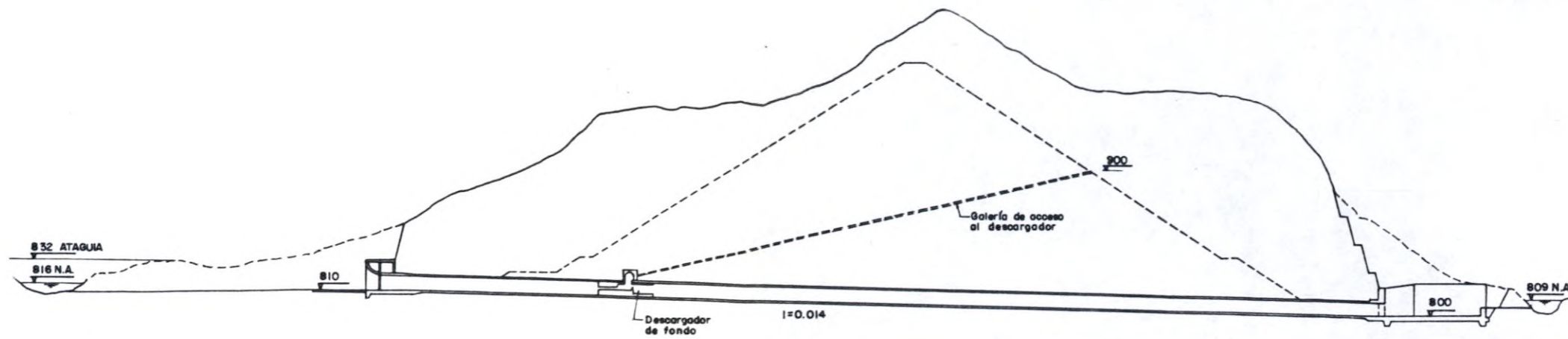
GALERIA DE DRENAJE
ESCALA 1:100

icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

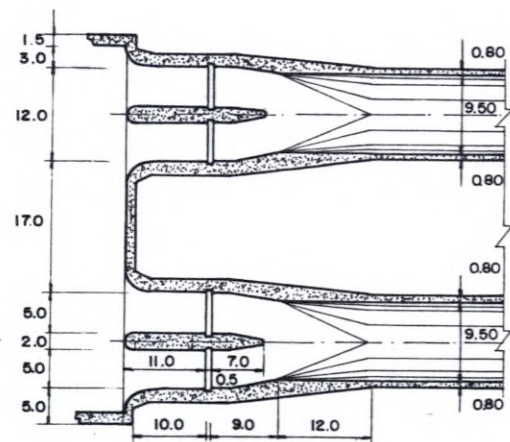
PROYECTO PAEZ - LA PLATA

PROYECTO PAICOL
CORTES DE LA PRESA GALERIAS E INYECCIONES

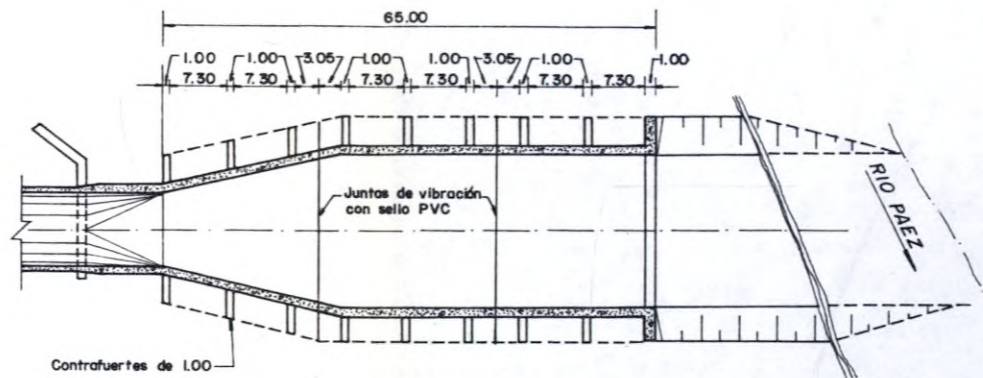
Diseñó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana	Escala: Indicadas	consultores civiles e hidráulicos
Fecha: Abril - 83		



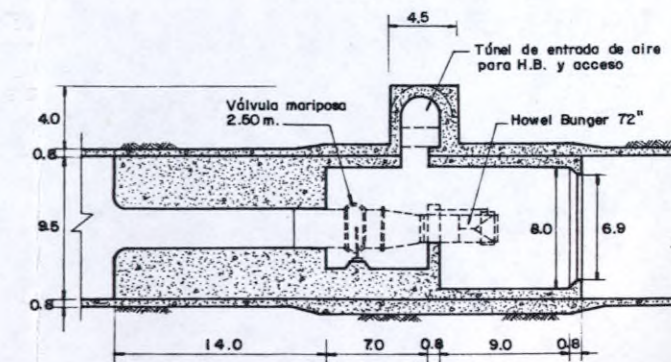
DESVIACION PAICOL - CORTE
ESCALA 1:4.000



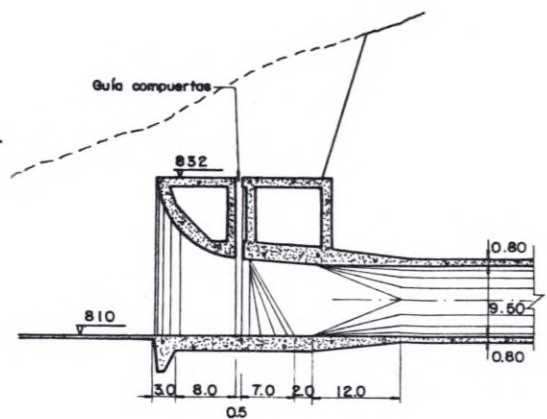
PLANTA



PLANTA

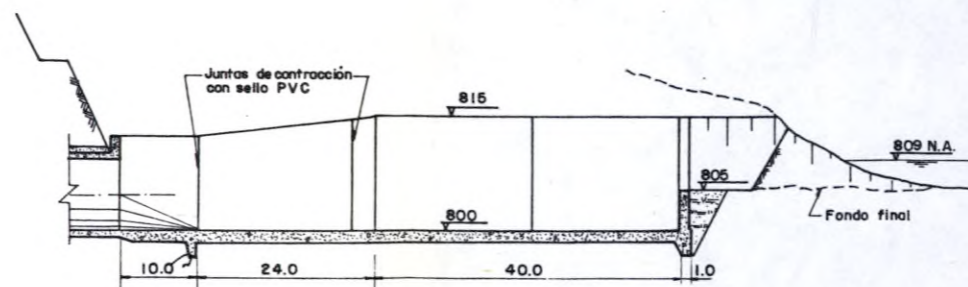


DETALLE
DESCARGADOR DE FONDO
ESCALA 1:500



PERFIL

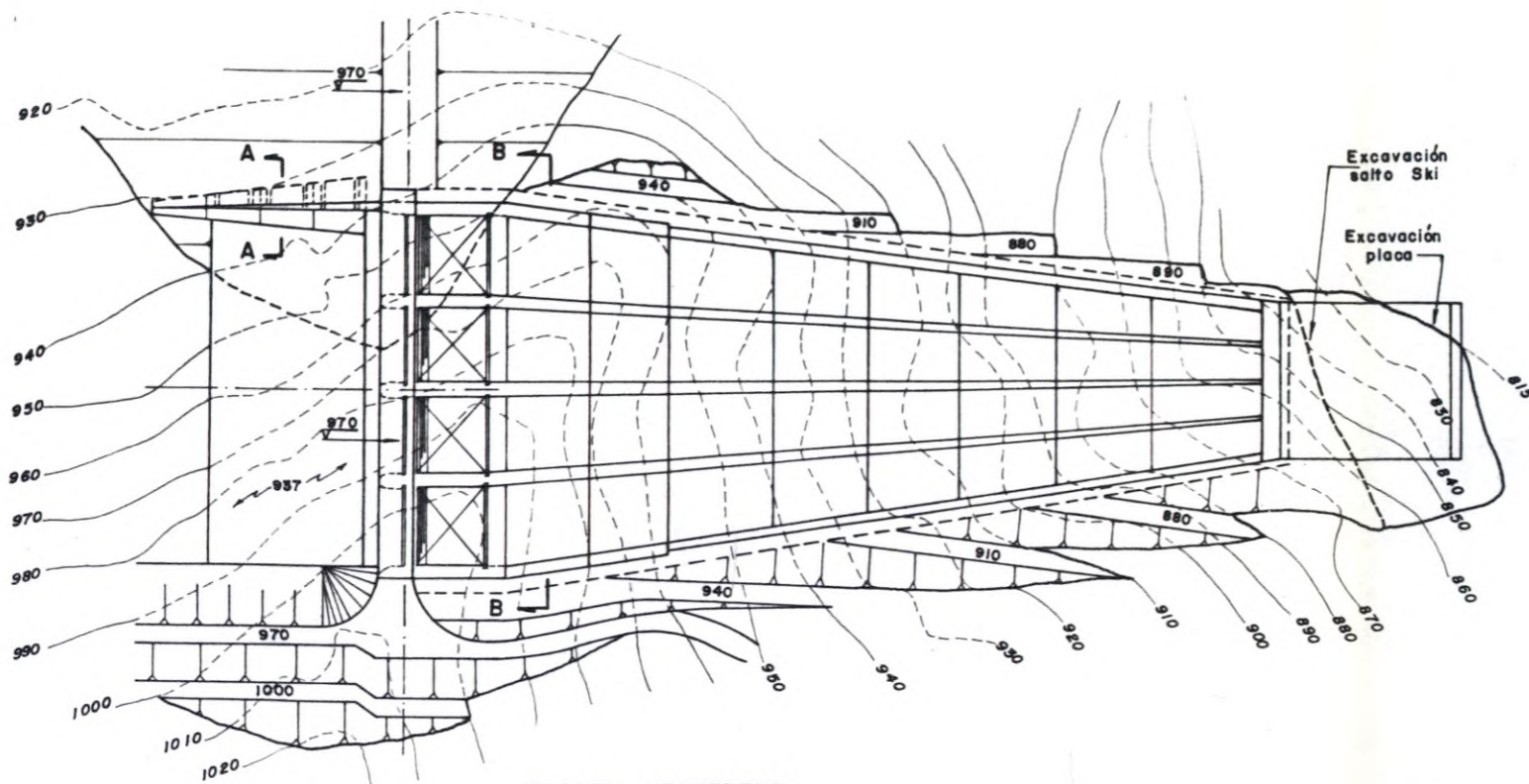
PORTAL DE ENTRADA DEL TUNEL DE DESVIACION
ESCALA 1:1.000



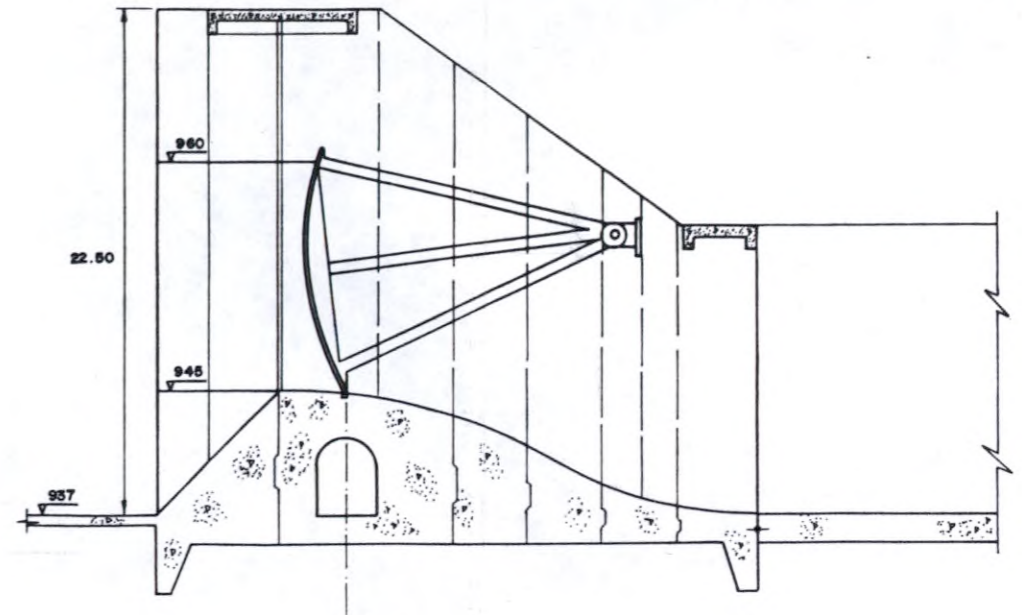
PERFIL

PORTAL DE SALIDA DE LA DESVIACION CON TANQUE DE AQUIETAMIENTO
ESCALA 1:1.000

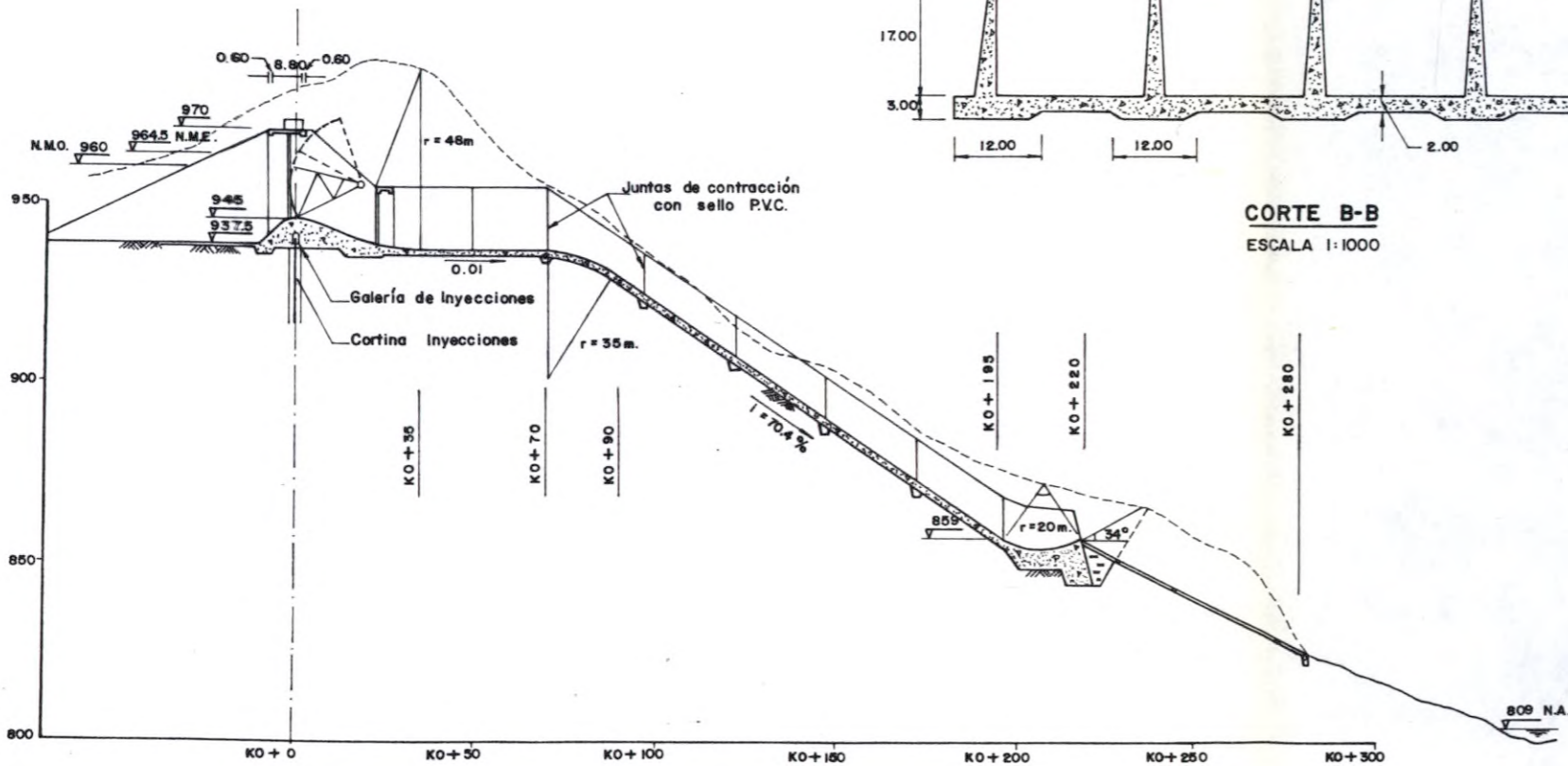
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.					
PROYECTO PAEZ LA PLATA PROYECTO PAICOL DESVIACION DESCARGA DE FONDO					
Diseño: J. C. R.		Calculó:		Presentó:	
Dibujó: R. V. B.		Revisó:		Aprobó:	
 consultoría colombiana		Escala: indicadas		 consultores civiles e hidráulicos	
Fecha: Abril - 83					



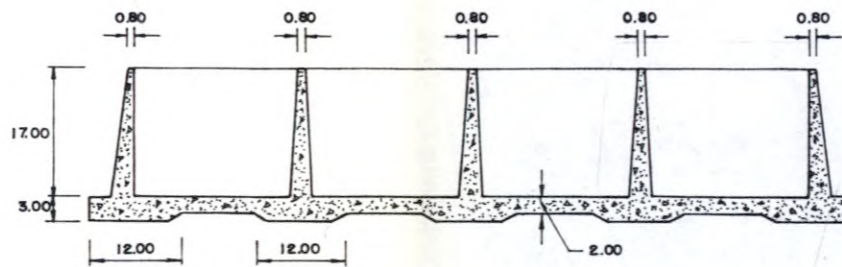
PLANTA VERTEDERO
ESCALA 1:2000



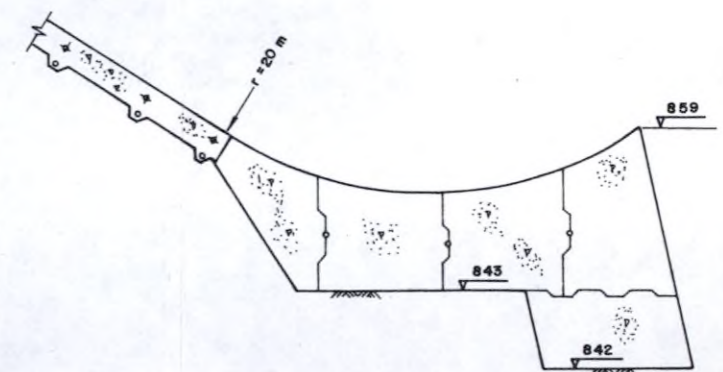
DETALLE CRESTA
ESCALA 1:500



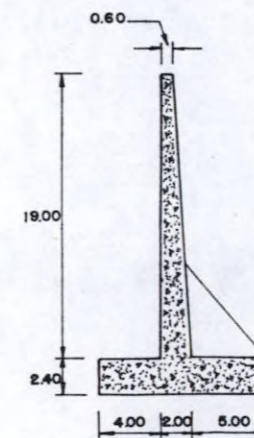
PERFIL VERTEDERO
ESCALA 1:2000







CORTE B-B
ESCALA 1:1000

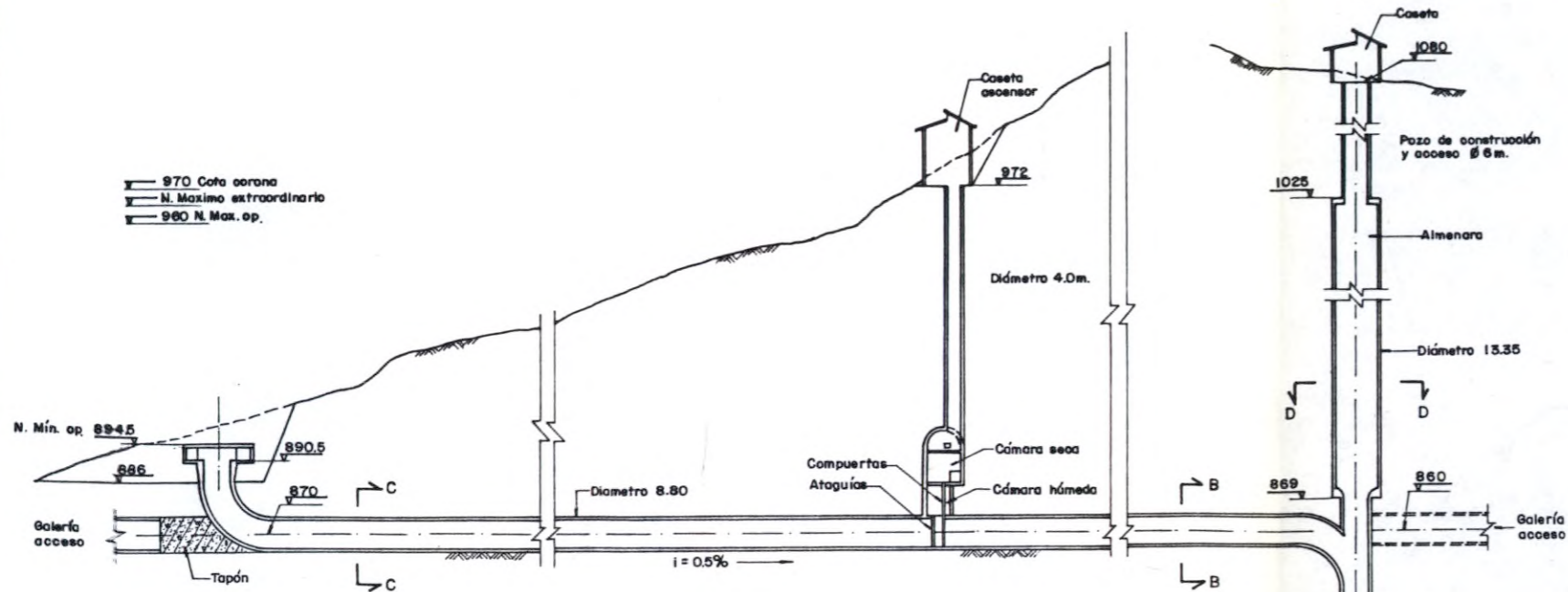


DETALLE SALTO DE SKI
ESCALA 1:500

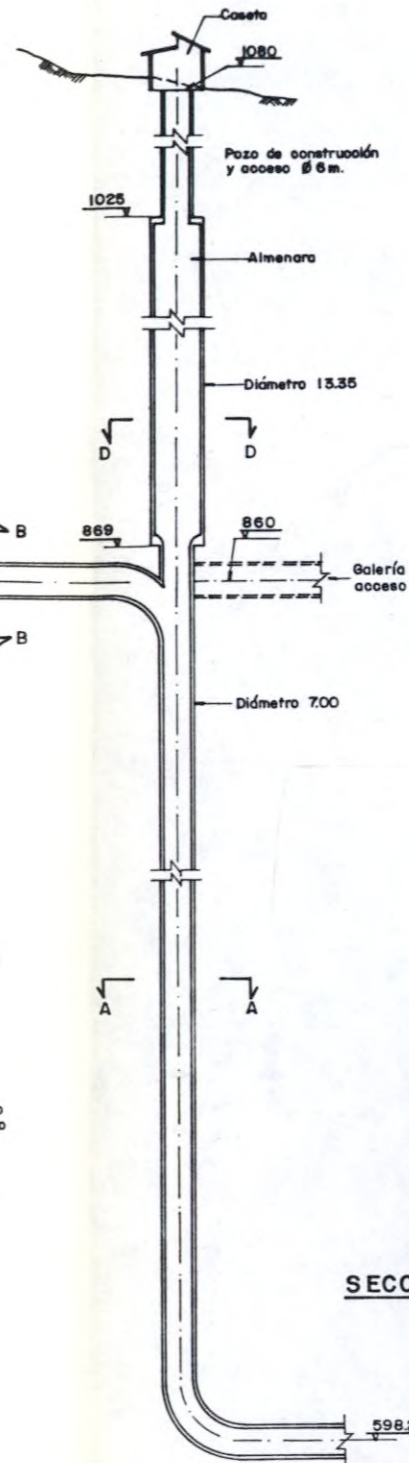


CORTE A-A
ESCALA 1:500

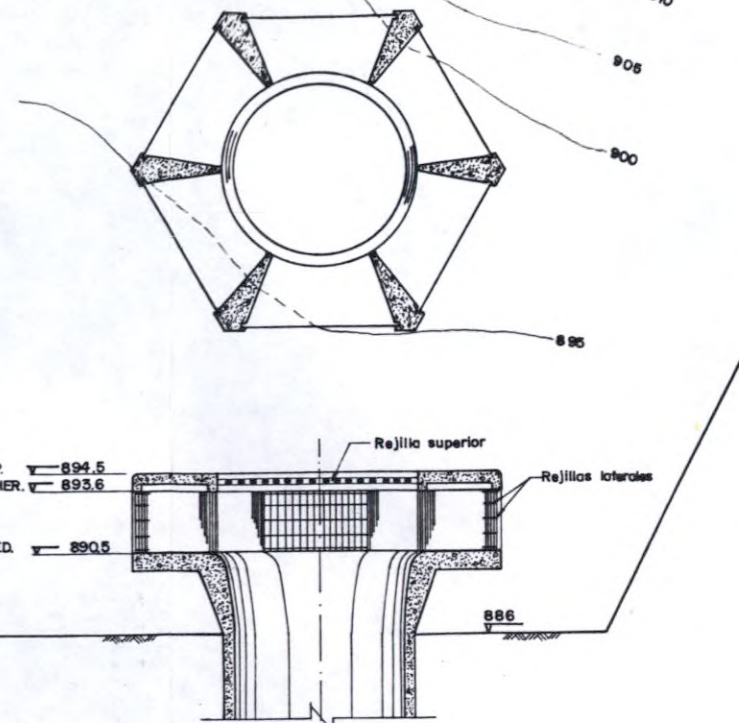
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.					
PROYECTO PAEZ LA PLATA					
PROYECTO PAICOL					
REBOSADERO : PLANTA-PERFIL-DETALLES					
Diseño:		Calculó:		Presentó:	
Dibujó: M.C.R.		Revisó:		Aprobó:	
 consultoría colombiana		Escala: Indicadas		 consultores civiles e hidráulicos	
Fecha: Abril - 83					



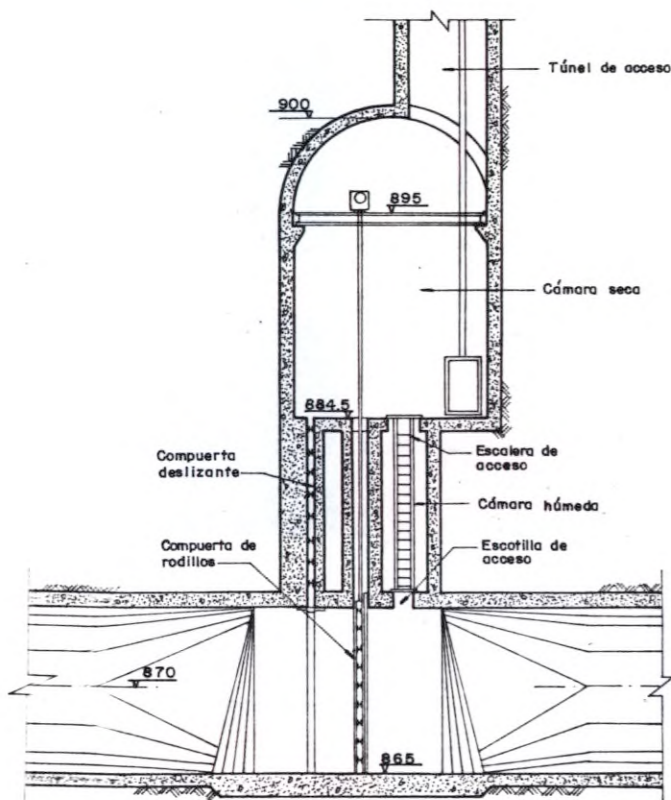
BOCATOMA PAICOL
ESCALA 1:2000



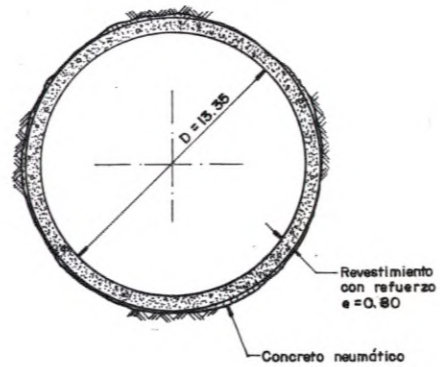
POZO Y ALMENARA
ESCALA 1:2000



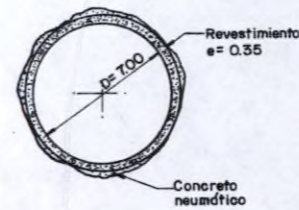
**PLANTA Y CORTE
DETALLE BOCATOMA**
ESCALA 1:400



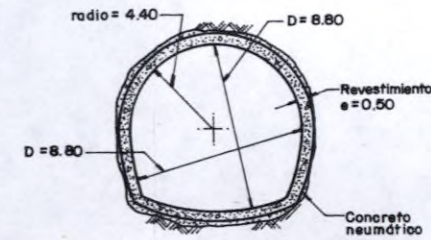
**DETALLE COMPUERTAS
BOCATOMA PAICOL**
ESCALA 1:400



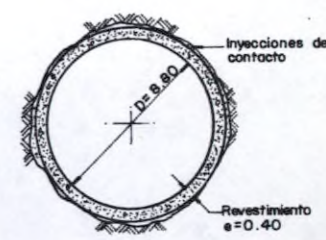
SECCION ALMENARA
ESCALA 1:400



SECCION TIPICA A-A
ESCALA 1:400

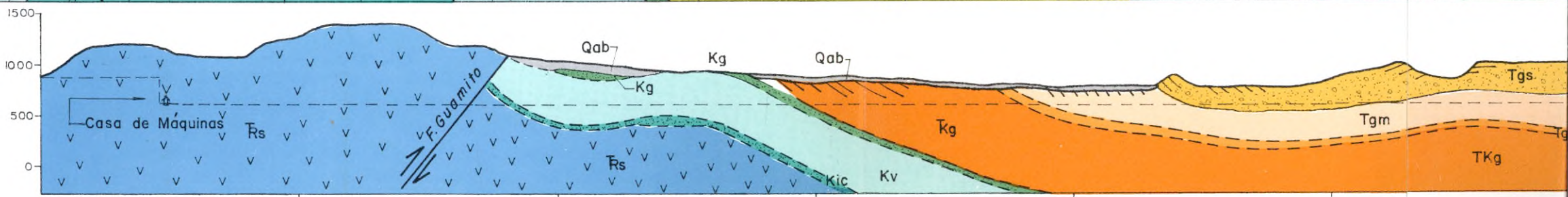
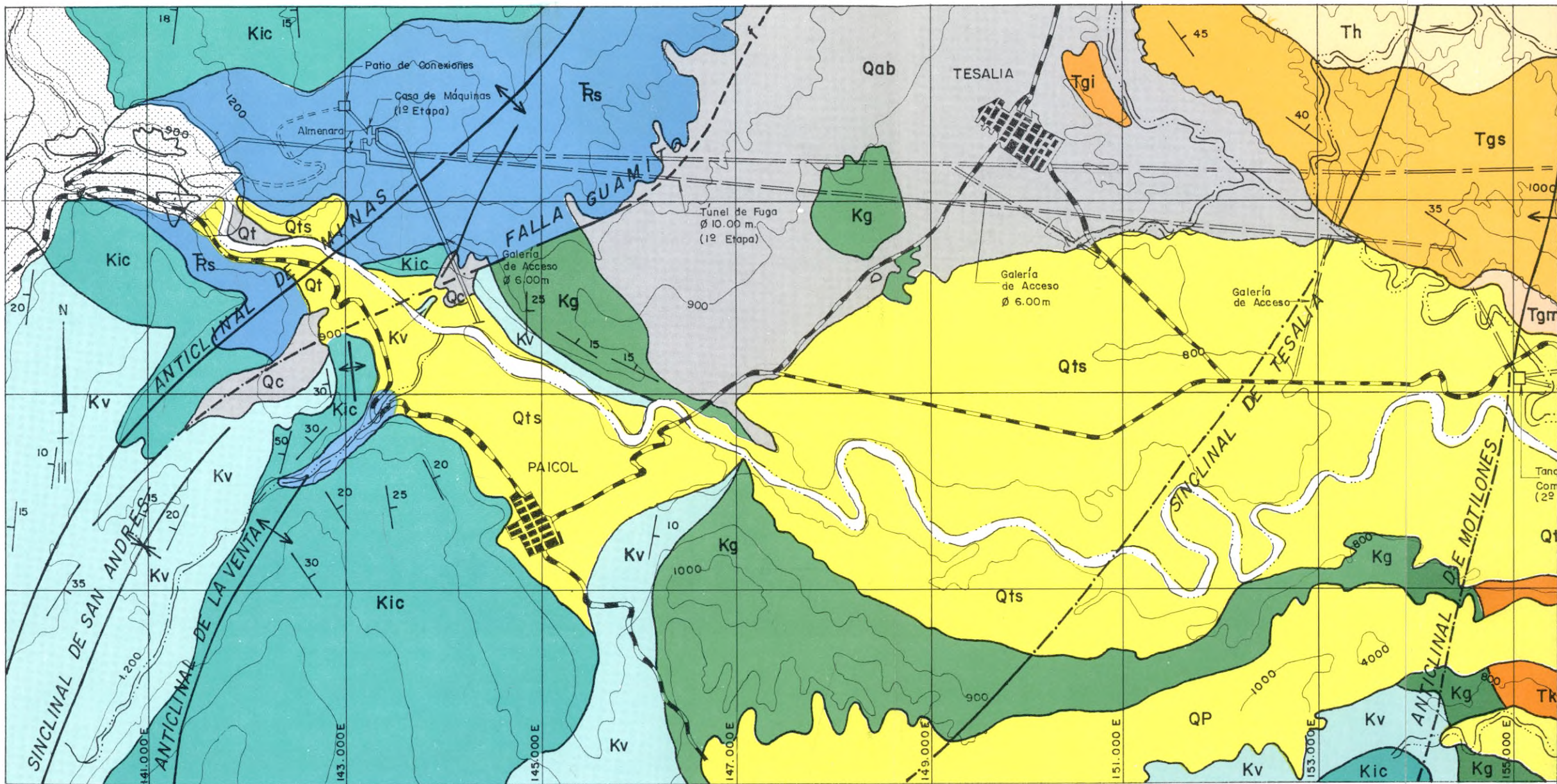


SECCION TIPICA B-B
ESCALA 1:400

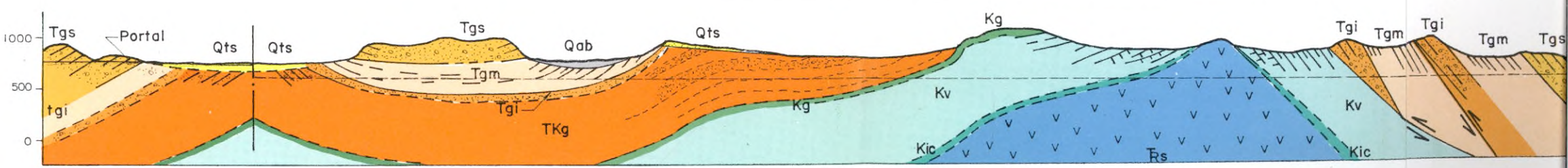


SECCION TIPICA C-C
ESCALA 1:400

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO PAICOL DESARROLLO EN UNA ETAPA		
BOCATOMA - CONDUCCION Y ALMENARA		
Diseñó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana	Escala: Indicados Fecha: Abril - 83	consultores civiles e hidráulicos

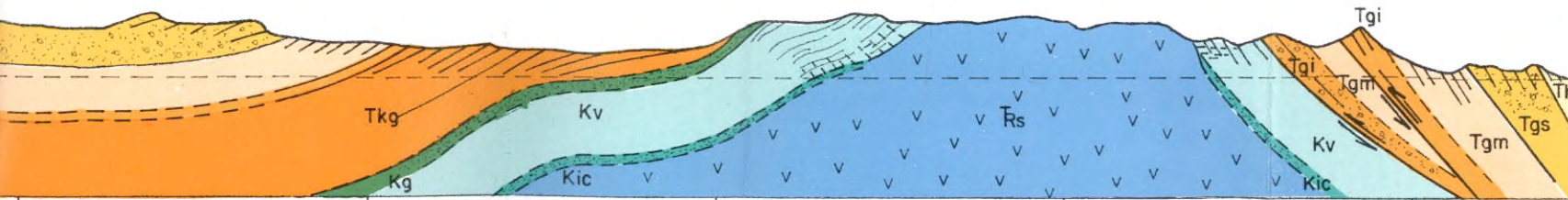
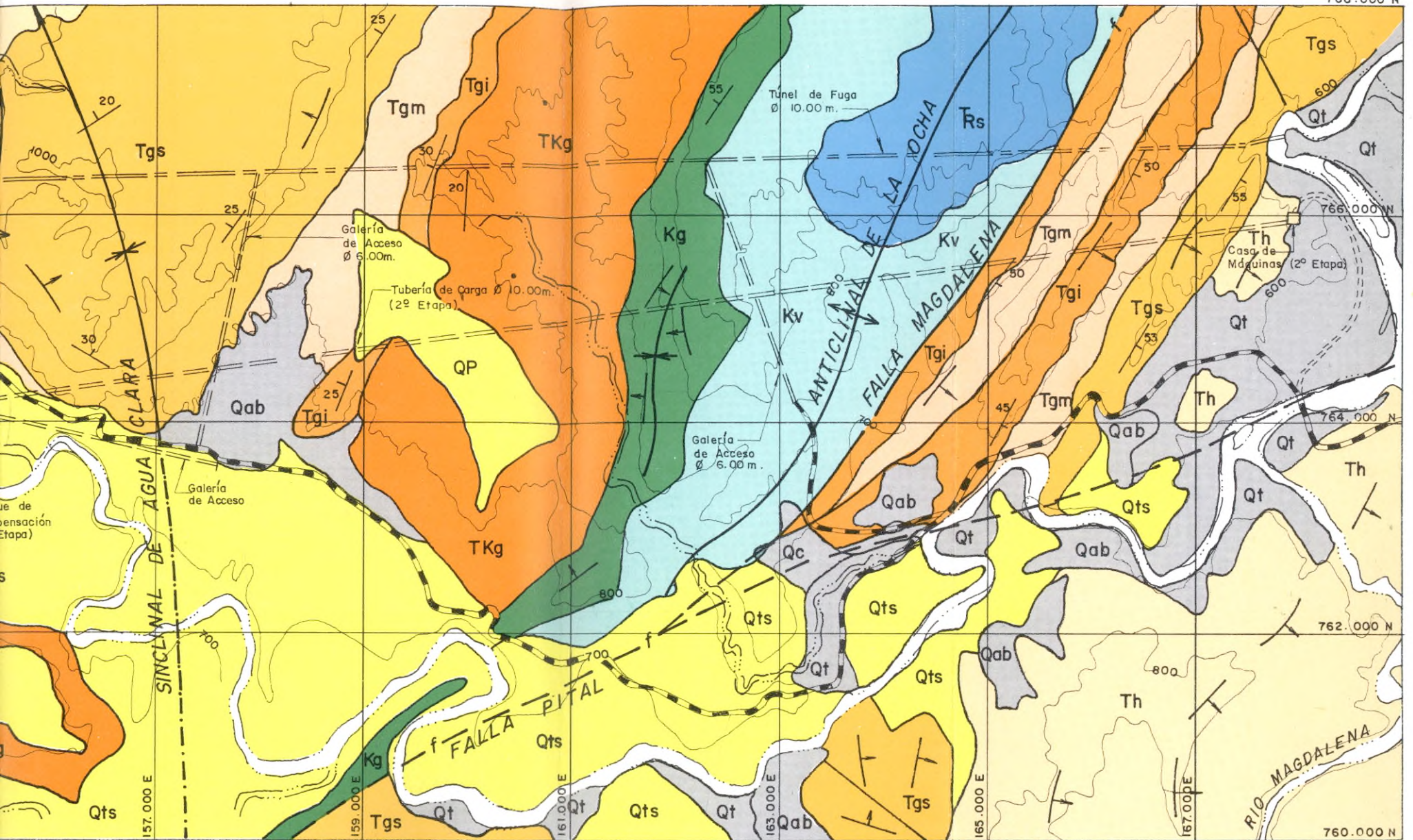


CORTE GEOLOGICO LONGITUDINAL ALTERNATIVA 1



Final de la Primera Etapa Iniciación Segunda Etapa

CORTE GEOLOGICO LONGITUDINAL ALTERNATIVA 2



CONVENCIONES LITOLÓGICAS

	Depósitos Coluvión Abanicos aluviales		Formación Guaduas
	Depósito Tobaceo-Sedimentarios		Formación Guadalupe
	Piroclastos		Formación Villeta
	Formación Honda		Formación Caballos
	Formación Gualanday Superior		Formación Saldaña
	Formación Gualanday Medio		
	Formación Gualanday Inferior		

CONVENCIONES ESTRUCTURALES

	Eje anticlinal
	Eje sinclinal
	Fallamientos
	Falla asumida
	Rumbo y buzamiento
	Rumbo y buzamiento fotogeológico.

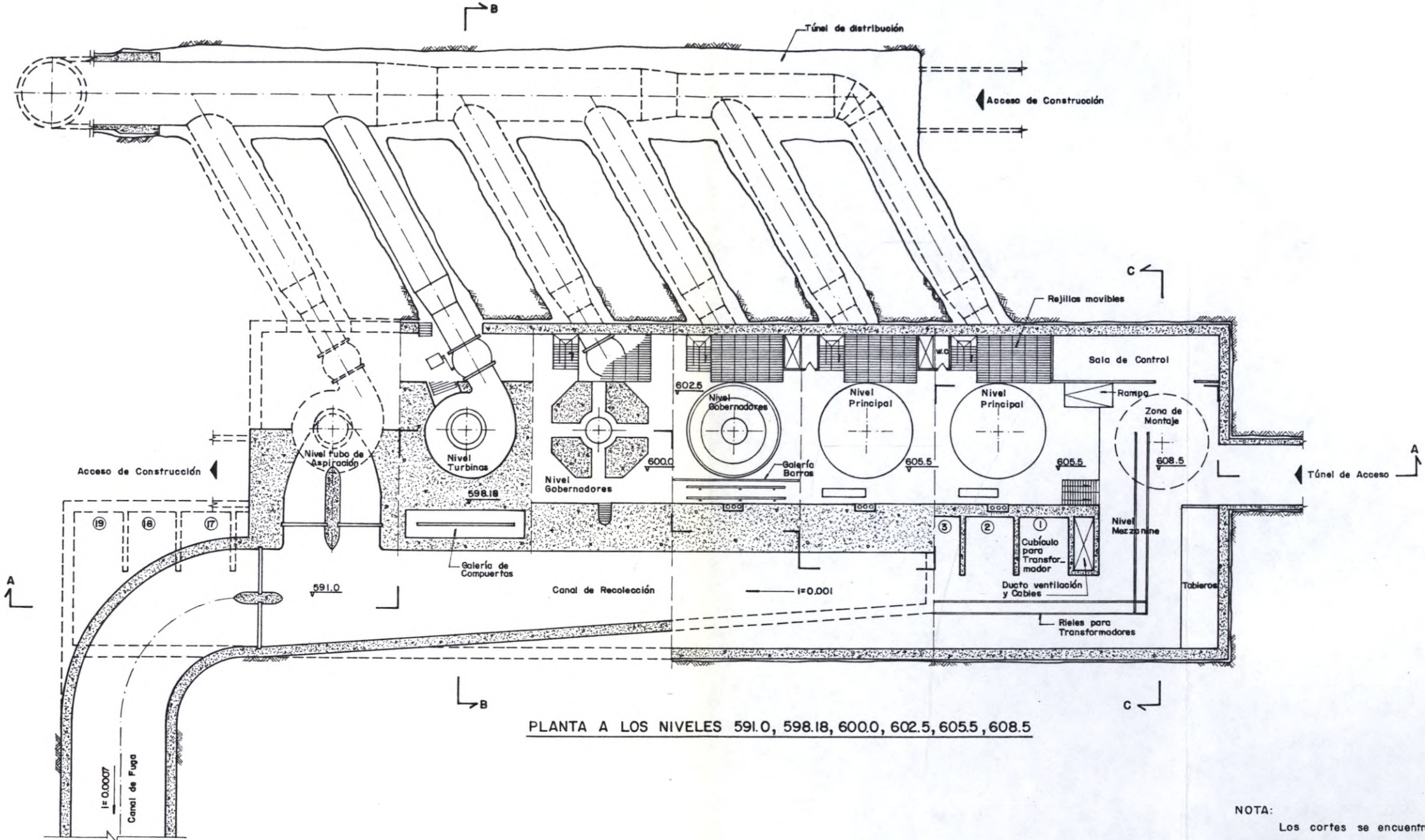


INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.
PROYECTO PAEZ - LA PLATA







PROYECTO PAICOL
GEOLOGIA ZONA DE TUNELES

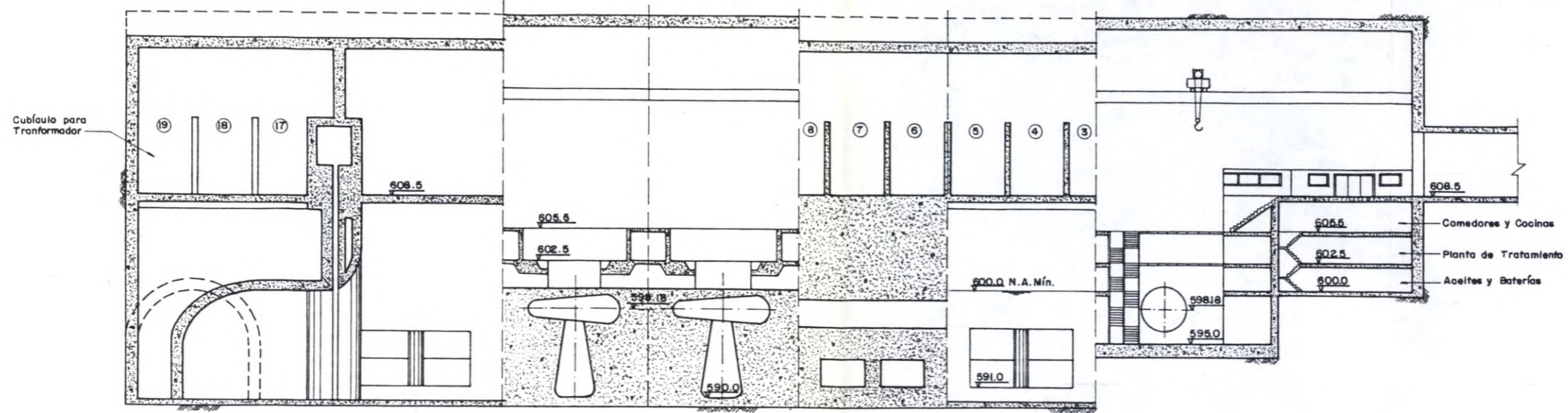
Diseñó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:
	Escala: Indicada	
	Fecha: Abril / 83	



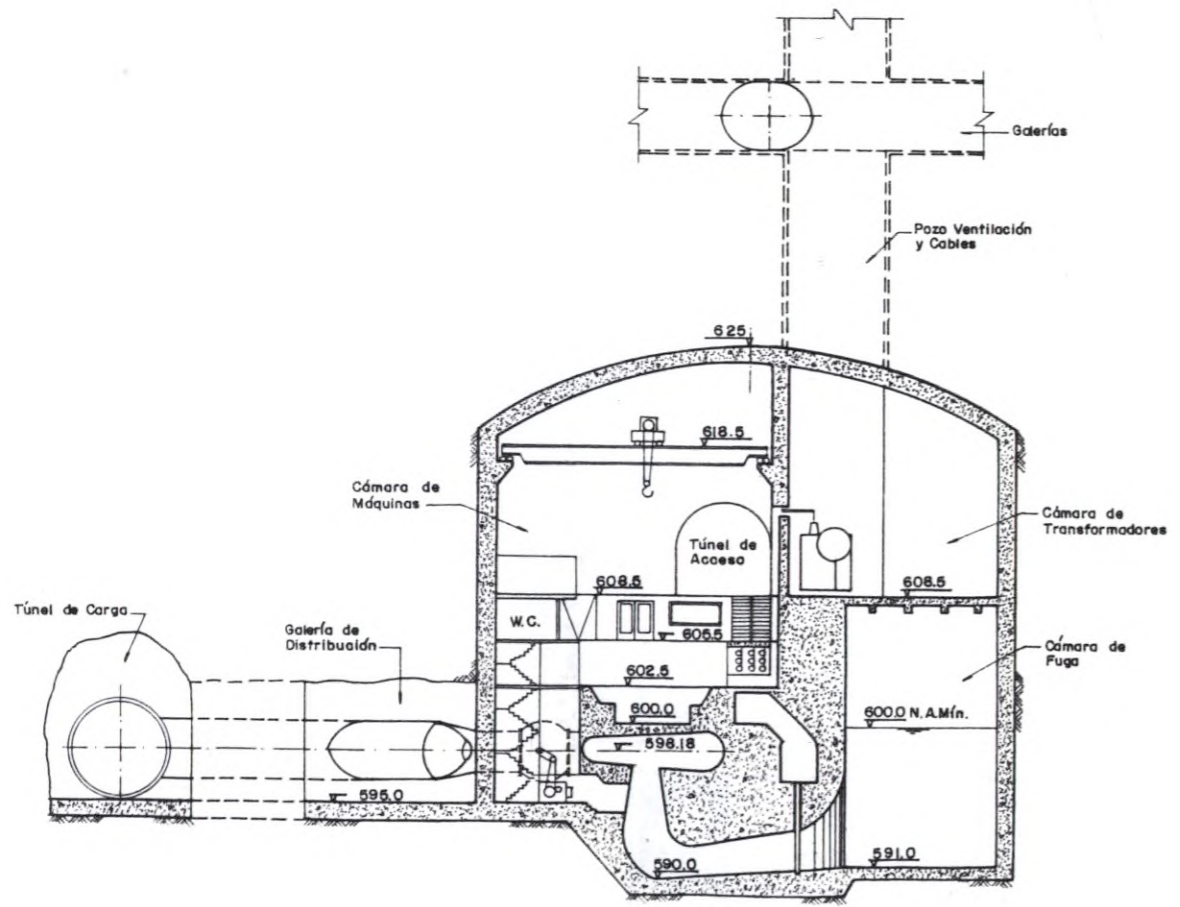
PLANTA A LOS NIVELES 591.0, 598.18, 600.0, 602.5, 605.5, 608.5

NOTA:
Los cortes se encuentran en la figura 48.

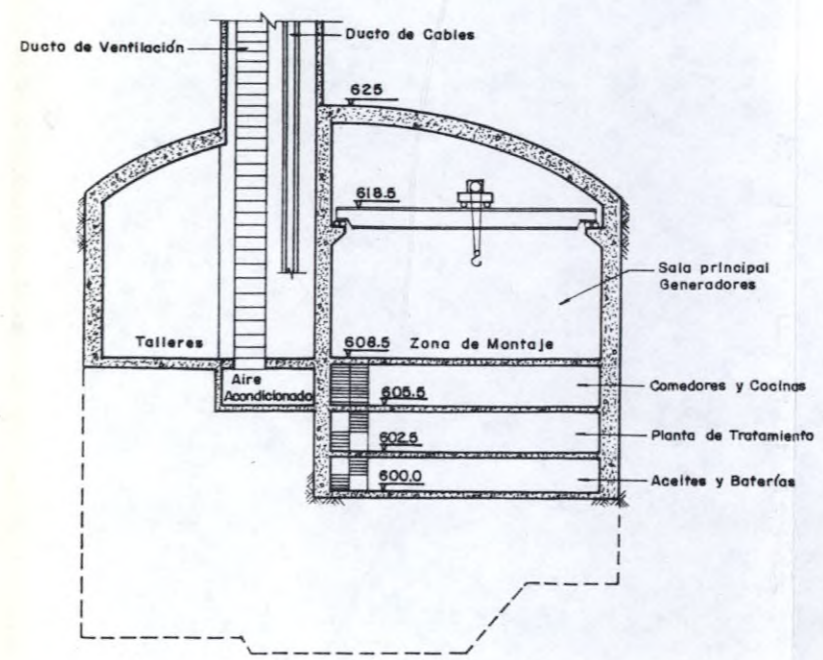
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO PAICOL - DESARROLLO EN UNA ETAPA CASA DE MAQUINAS - PLANTA		
Diseño: J.C.R.	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: 1: 500 Fecha: Abril - 83	 consultores civiles e hidráulicos



CORTE A-A



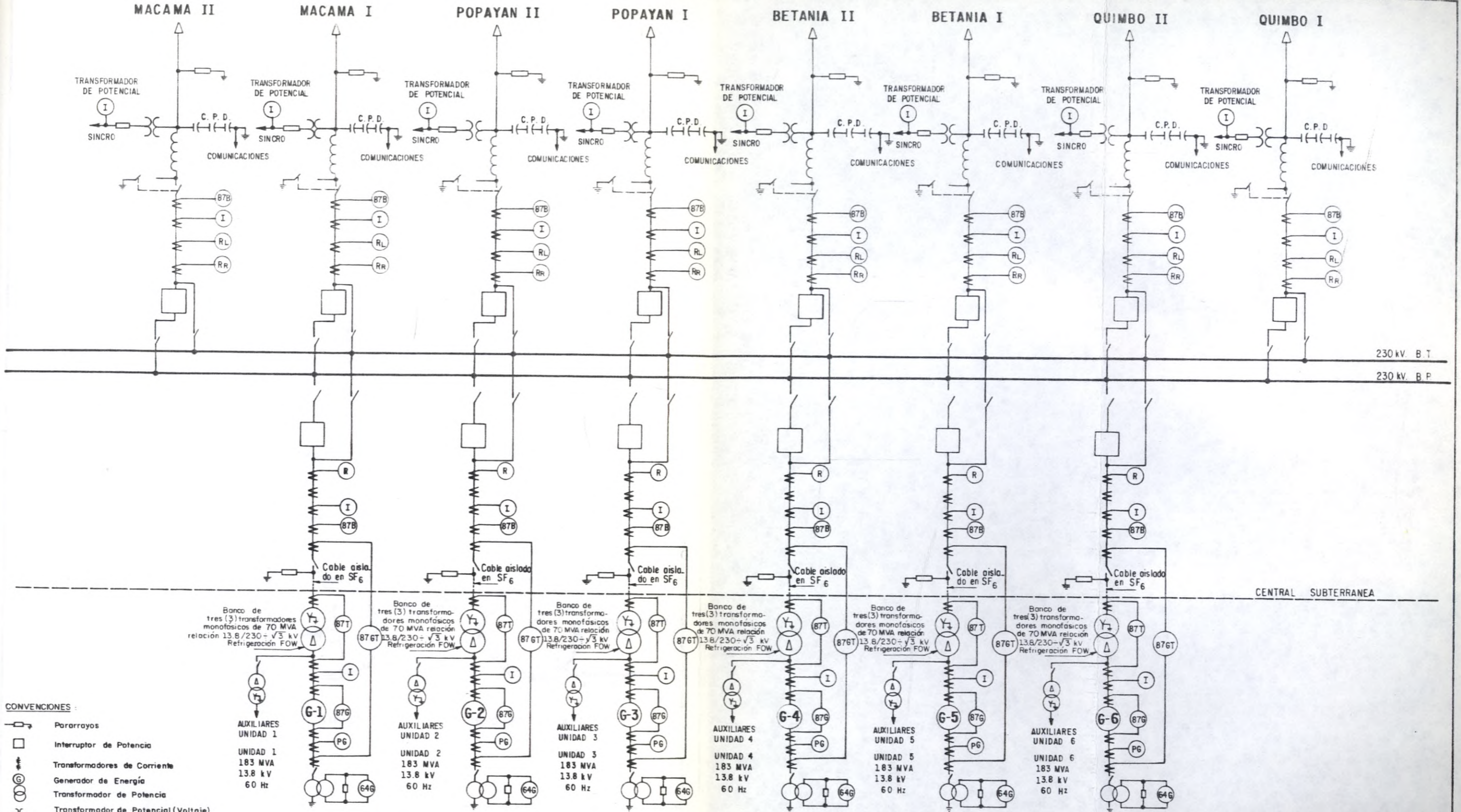
CORTE B-B



CORTE C-C

NOTA: Los cortes se encuentran indicados en la figura 47.

INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRICADORA DEL HUILA S. A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO PAICOL - DESARROLLO EN UNA ETAPA CASA DE MAQUINAS - CORTES		
Diseño: J.C.R.	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana	Escala: 1: 500 Fecha: Abril - 83	consultores civiles e hidráulicos



- CONVENCIONES :**
- Pararrayos
 - Interruptor de Potencia
 - Transformadores de Corriente
 - Generador de Energia
 - Transformador de Potencia
 - Transformador de Potencial (Voltaje)
 - Protección diferencial de Barraje
 - Protección diferencial del Transformador
 - Protección diferencial del Generador
 - Protección diferencial del Grupo
 - Instrumentos (Amperímetros, Contadores, etc.)
 - Protecciones de Línea
 - Protección de Retaguardia para la Línea
 - Reles de Protección
 - Protecciones Generador
 - Protección a Tierra Generador

Banco de tres (3) transformadores monofásicos de 70 MVA relación 13,8/230- $\sqrt{3}$ kV Refrigeración FOW

Cable aislado en SF₆

AUXILIARES UNIDAD 1
UNIDAD 1
183 MVA
13.8 kV
60 Hz

AUXILIARES UNIDAD 2
UNIDAD 2
183 MVA
13.8 kV
60 Hz

AUXILIARES UNIDAD 3
UNIDAD 3
183 MVA
13.8 kV
60 Hz

AUXILIARES UNIDAD 4
UNIDAD 4
183 MVA
13.8 kV
60 Hz

AUXILIARES UNIDAD 5
UNIDAD 5
183 MVA
13.8 kV
60 Hz

AUXILIARES UNIDAD 6
UNIDAD 6
183 MVA
13.8 kV
60 Hz

NOTA : OTROS TIPOS DE DISPOSICION COMO: BARRAJE SECCIONADO, DOBLE BARRAJE, INTERRUPTOR Y MEDIO, ETC..... SE DEBERAN ESTUDIAR DURANTE LAS ETAPAS POSTERIORES.

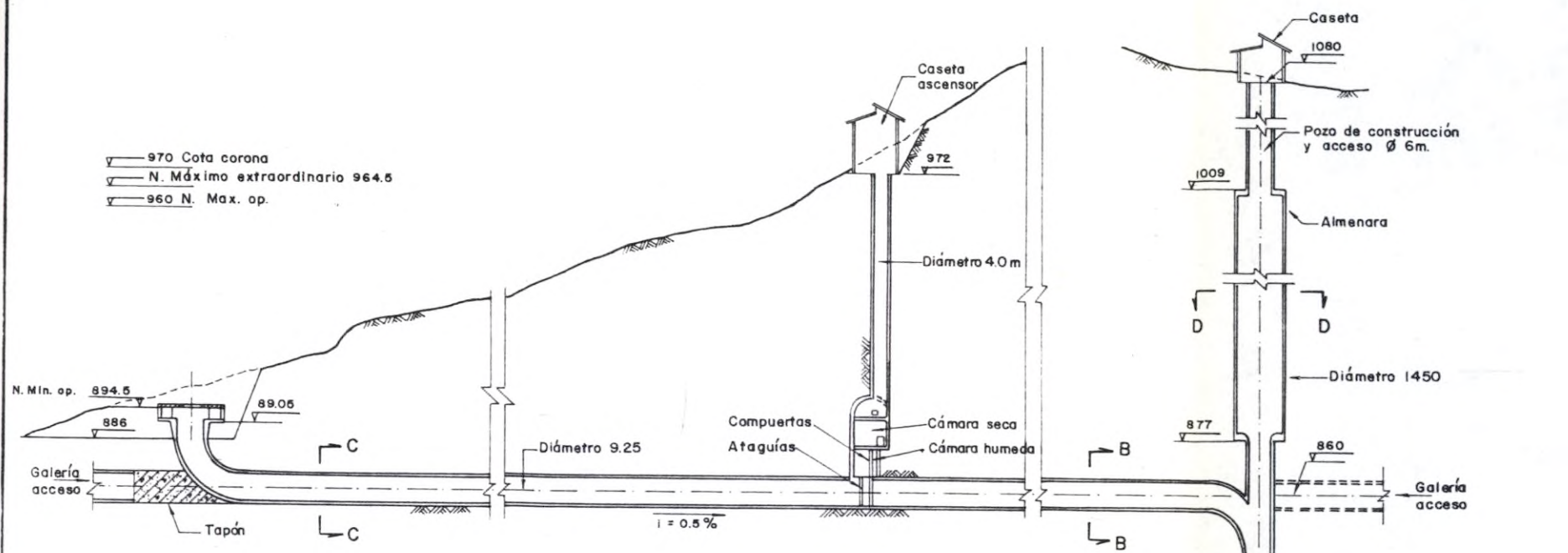
icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

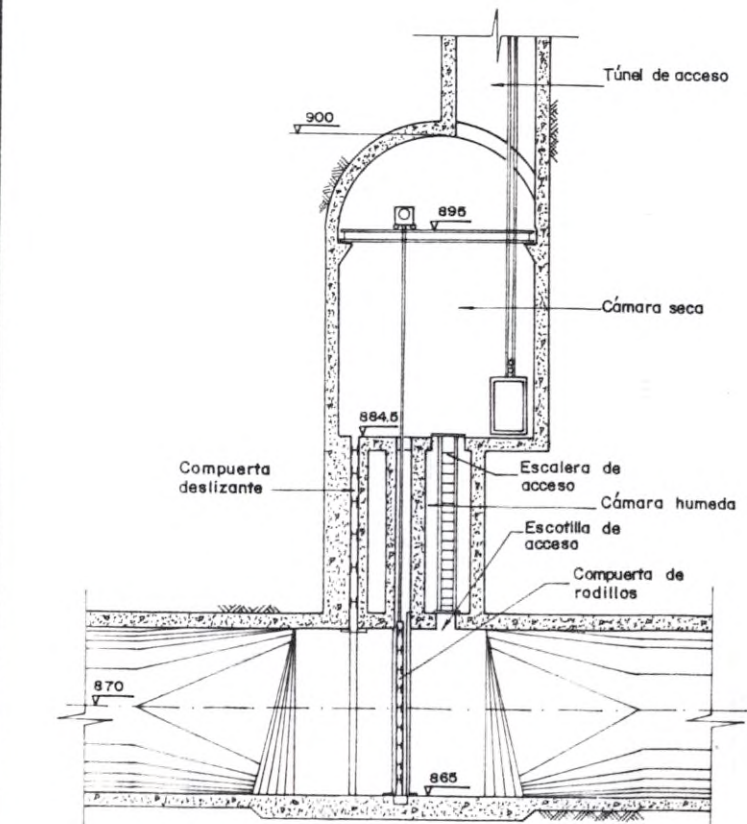
PROYECTO PAICOL DESARROLLO EN UNA ETAPA
DIAGRAMA UNIFILAR DEL PATIO DE CONEXIONES

Disenó:	Calculó:	Presentó:
Dibujó:	Revisó:	Aprobó:
Escala:	Fecha: Abril / 83	consultores civiles e hidráulicos

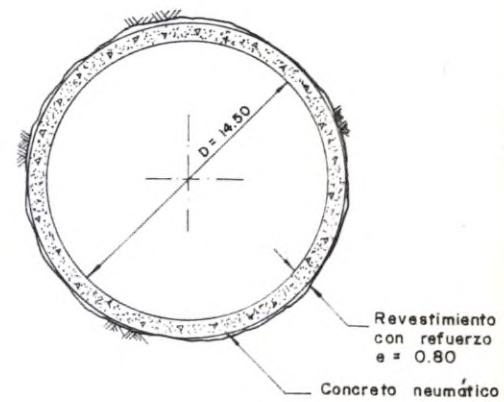
970 Cota corona
 N. Máximo extraordinario 964.5
 960 N. Max. op.



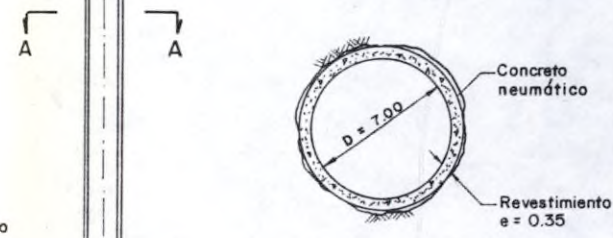
BOCATOMA PAICOL
ESCALA 1:200



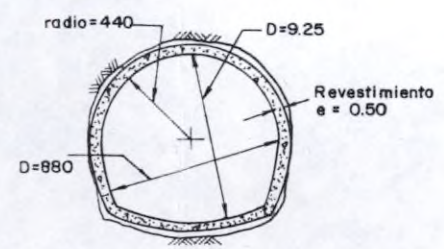
DETALLE COMPUERTAS
BOCATOMA PAICOL
ESCALA 1:400



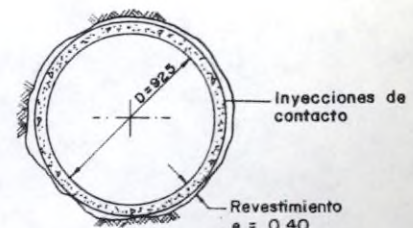
SECCION TIPICA D-D
ESCALA 1:400



SECCION TIPICA A-A
ESCALA 1:400

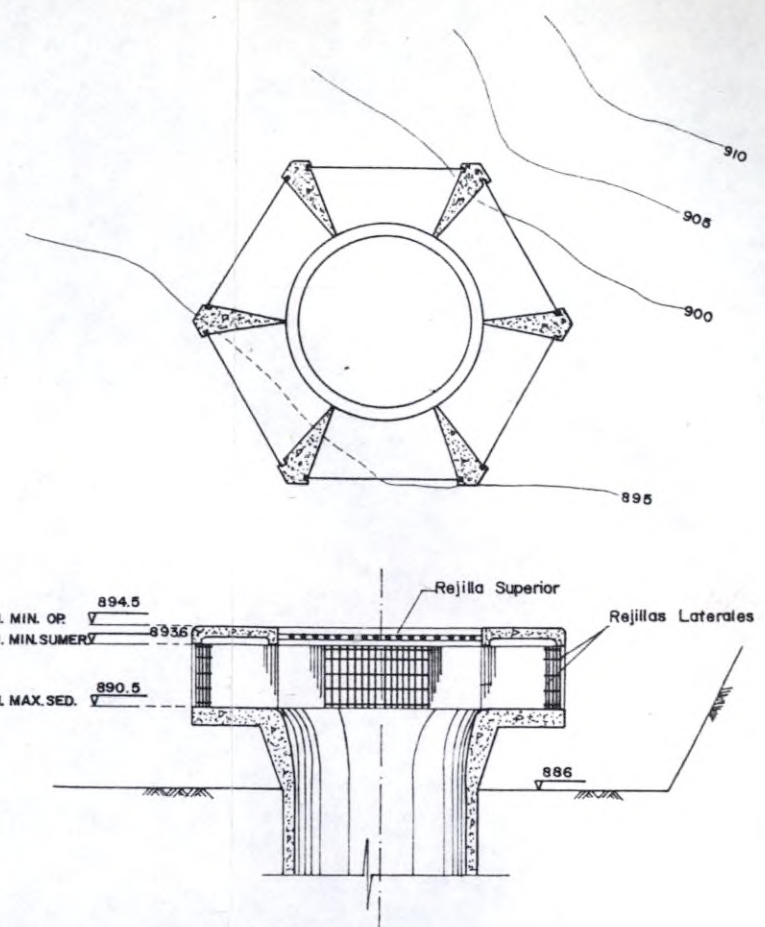


SECCION TIPICA B-B
ESCALA 1:400



SECCION TIPICA C-C
ESCALA 1:400

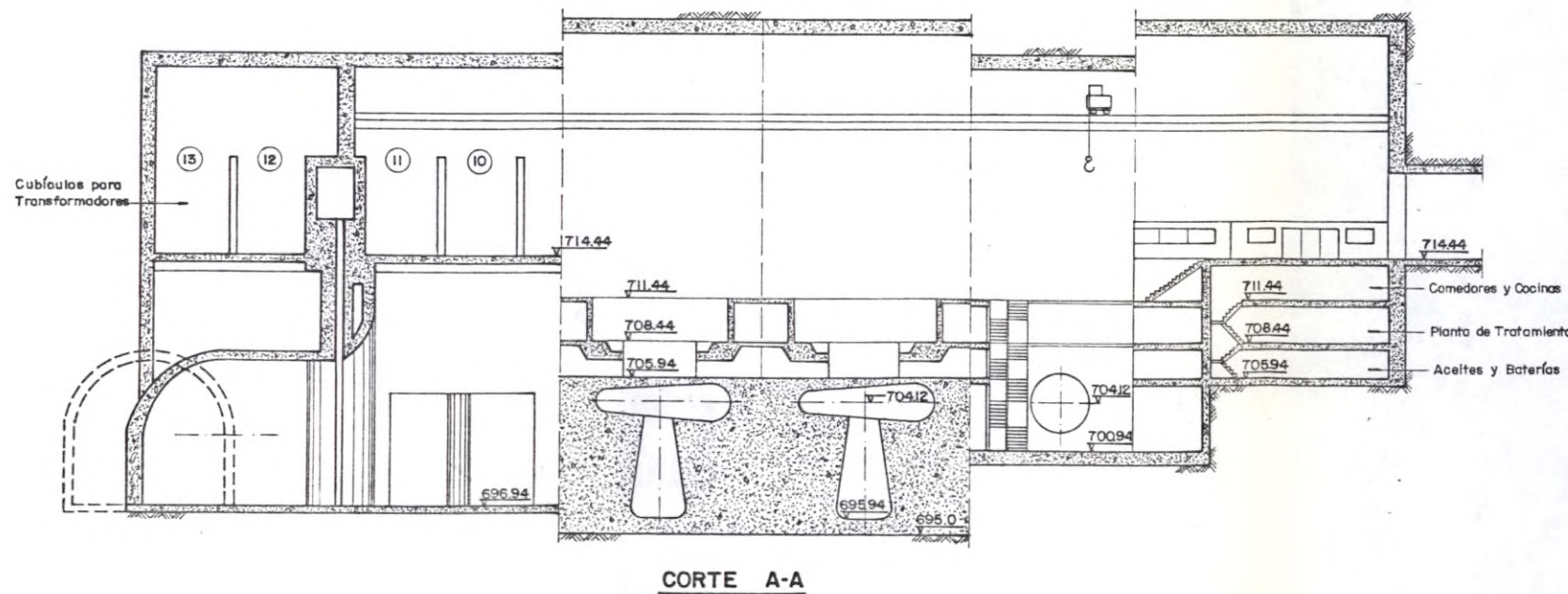
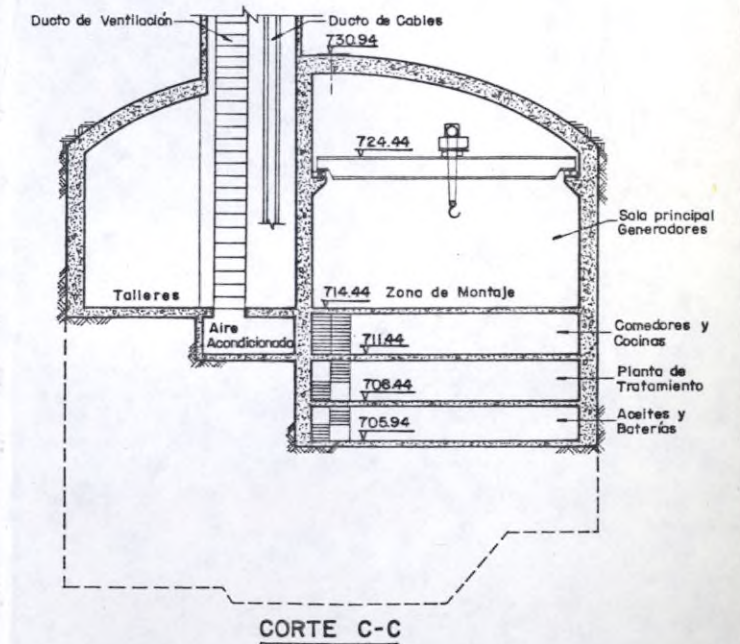
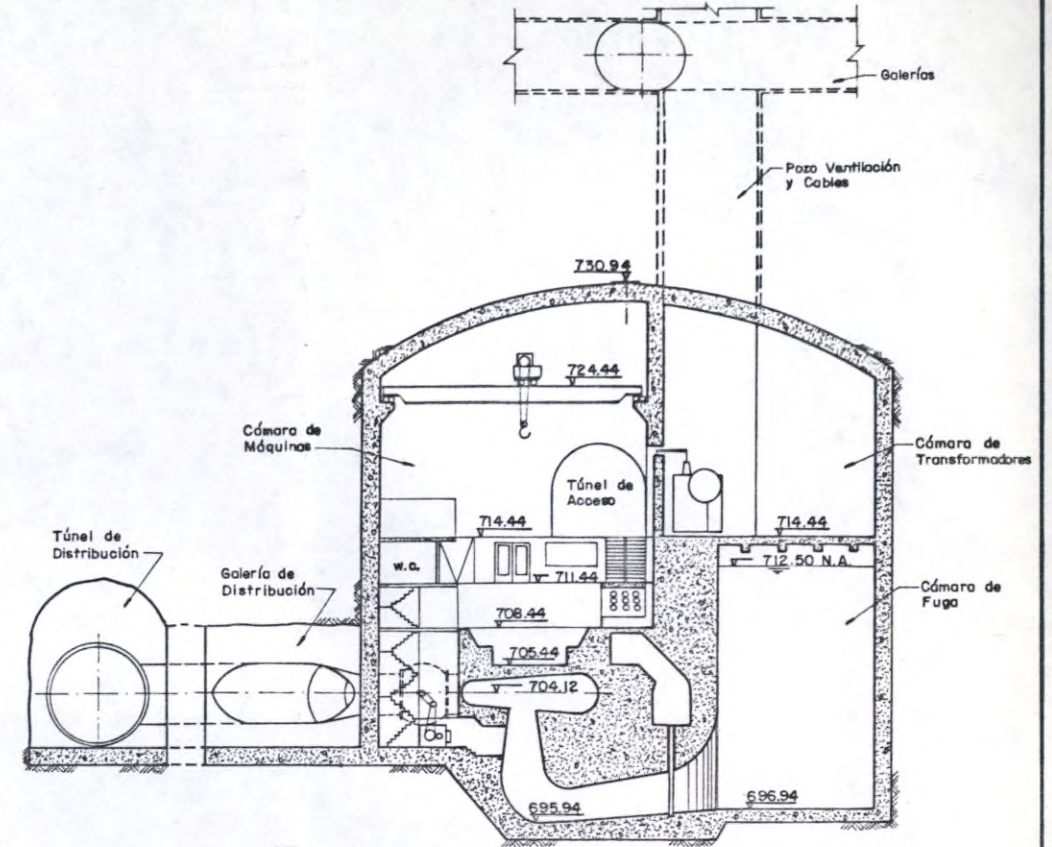
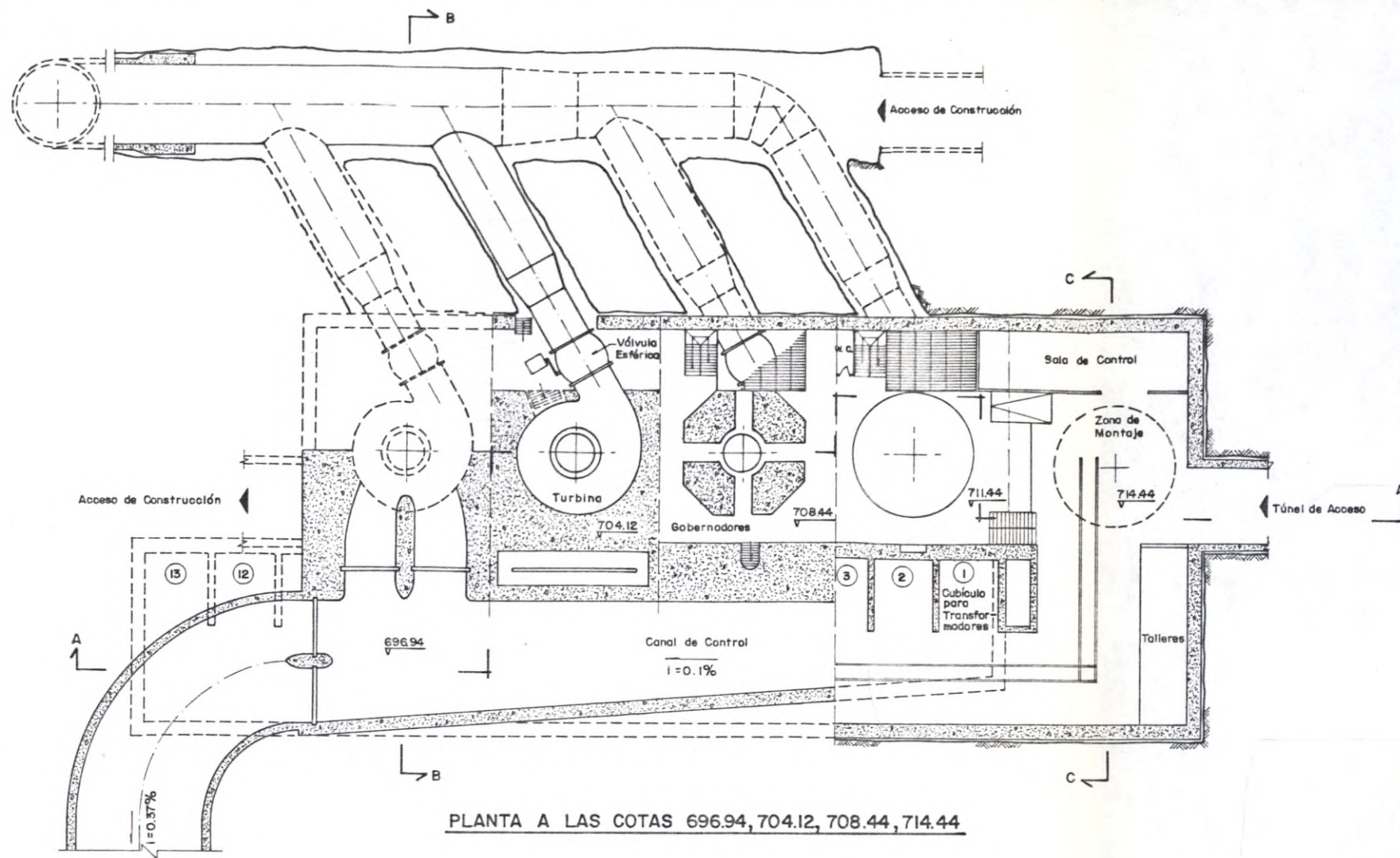
POZO Y ALMENARA
ESCALA 1:200





PLANTA Y CORTE
DETALLE BOCATOMA
ESCALA 1:400

icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 ELECTRICADORA DEL HUILA S.A.
PROYECTO PAEZ LA PLATA
 PROYECTO PAICOL I DESARROLLO EN CASCADA
BOCATOMA - CONDUCCION Y ALMENARA



Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:
Escala: Indicadas		consultores civiles e hidráulicos
Fecha: Abril - 83		

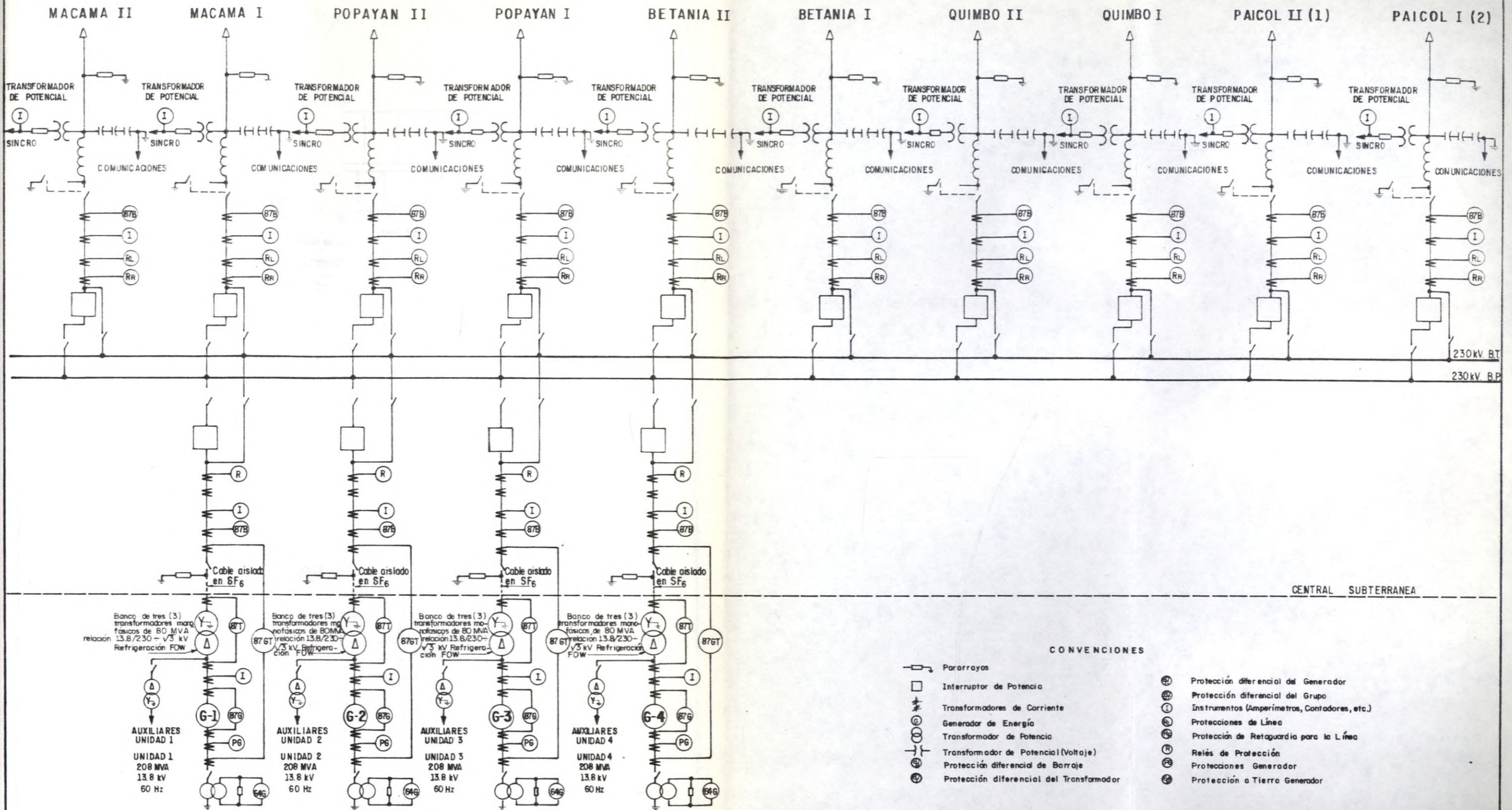



 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ LA PLATA


PROYECTO PAICOL I - DESARROLLO EN CASCADA
CASA DE MAQUINAS COTA 712.50

Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: R. V. B.	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: 1: 500 Fecha: Abril-83	 consultores civiles e hidraulicos



NOTA: OTROS TIPOS DE DISPOSICION COMO: BARRAJE SECCIONADO, DOBLE BARRAJE, INTERRUPTOR Y MEDIO, ETC.... SE DEBERAN ESTUDIAR DURANTE LAS ETAPAS POSTERIORES.

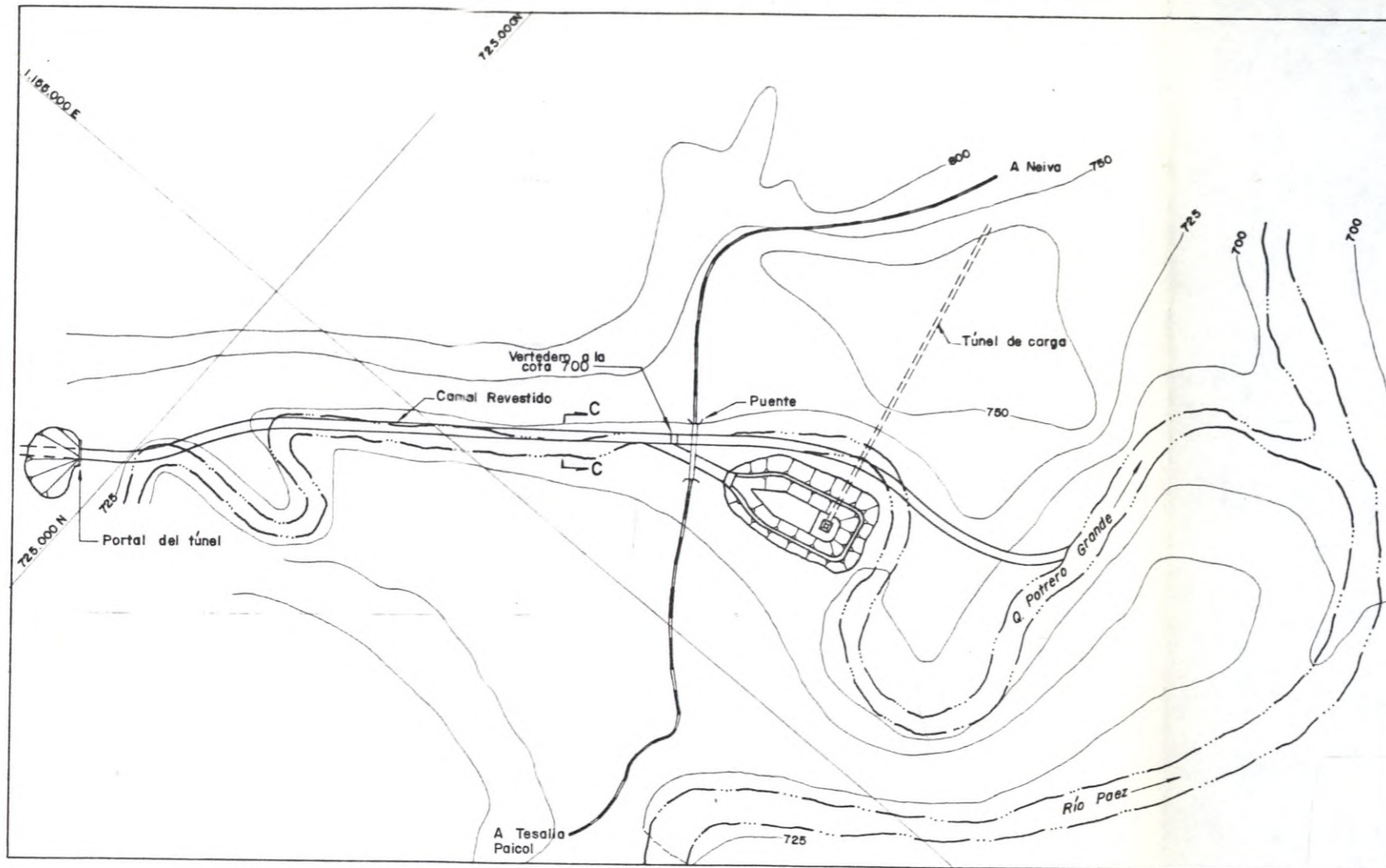
CONVENCIONES

- Pararrayos
- Interruptor de Potencia
- Transformadores de Corriente
- Generador de Energía
- Transformador de Potencia
- Transformador de Potencial (Voltaje)
- Protección diferencial de Barraje
- Protección diferencial del Transformador
- Protección diferencial del Generador
- Protección diferencial del Grupo
- Instrumentos (Amperímetros, Contadores, etc.)
- Protecciones de Línea
- Protección de Retaguardia para la Línea
- Relés de Protección
- Protecciones Generador
- Protección a Tierra Generador

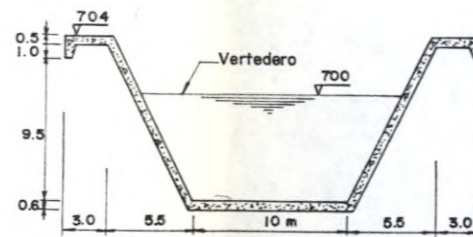
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 ELECTRICADORA DEL HUILA S.A.
PROYECTO PAEZ - LA PLATA

PROYECTO PAICOL I
DIAGRAMA UNIFILAR DEL PATIO DE CONEXIONES

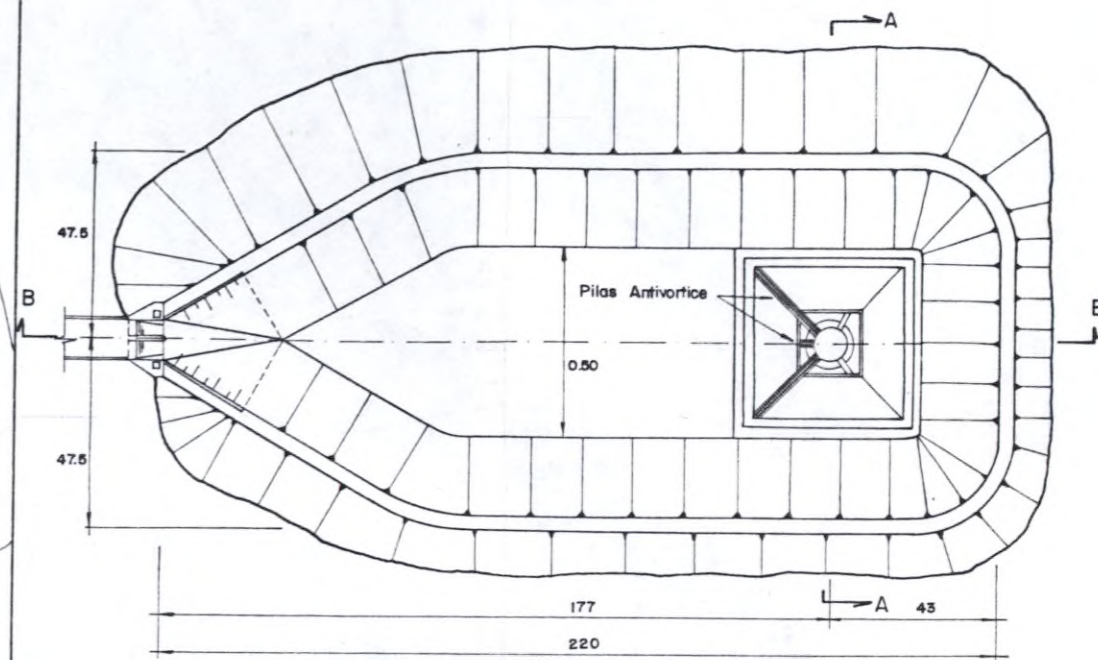
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó:	Revisó:	Aprobó:
Escala:		consultores civiles e hidráulicos
Fecha: Abril / 83		



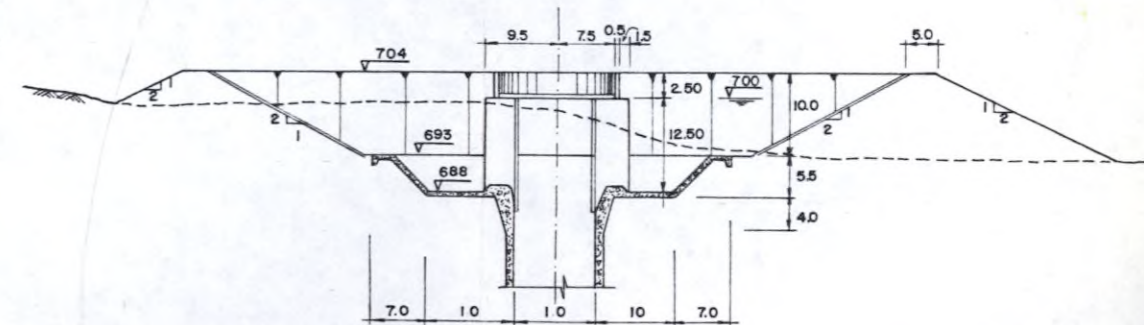
LOCALIZACION DEL TANQUE DE COMPENSACION
ESCALA 1:10.000



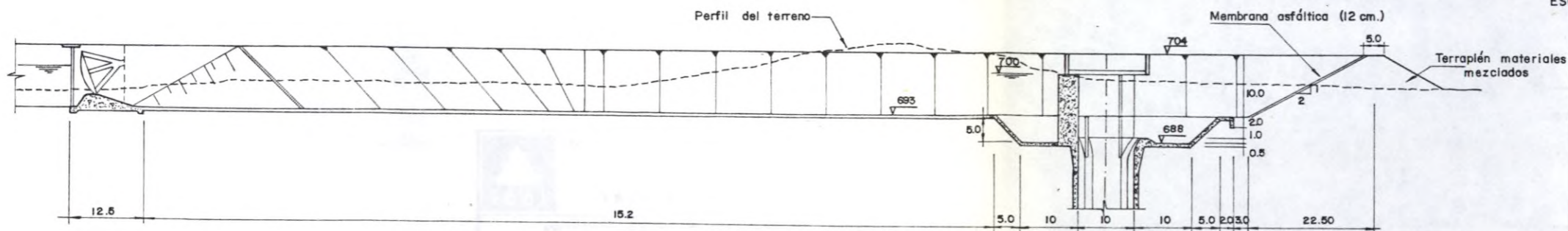
CORTE C-C
SECCION CANAL
ESCALA 1:500



PLANTA TANQUE DE COMPENSACION
ESCALA 1:2.000

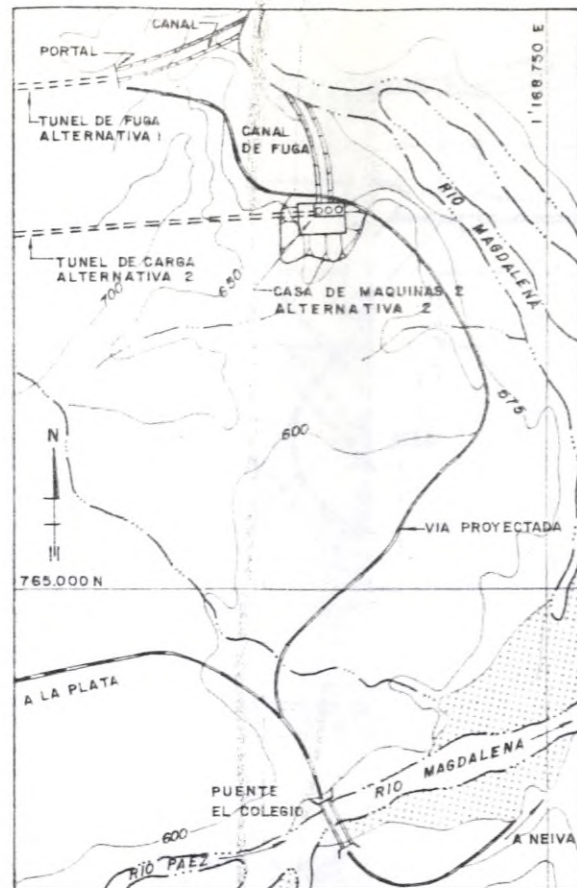


CORTE A-A
CORTE TANQUE DE COMPENSACION
ESCALA 1:1.000

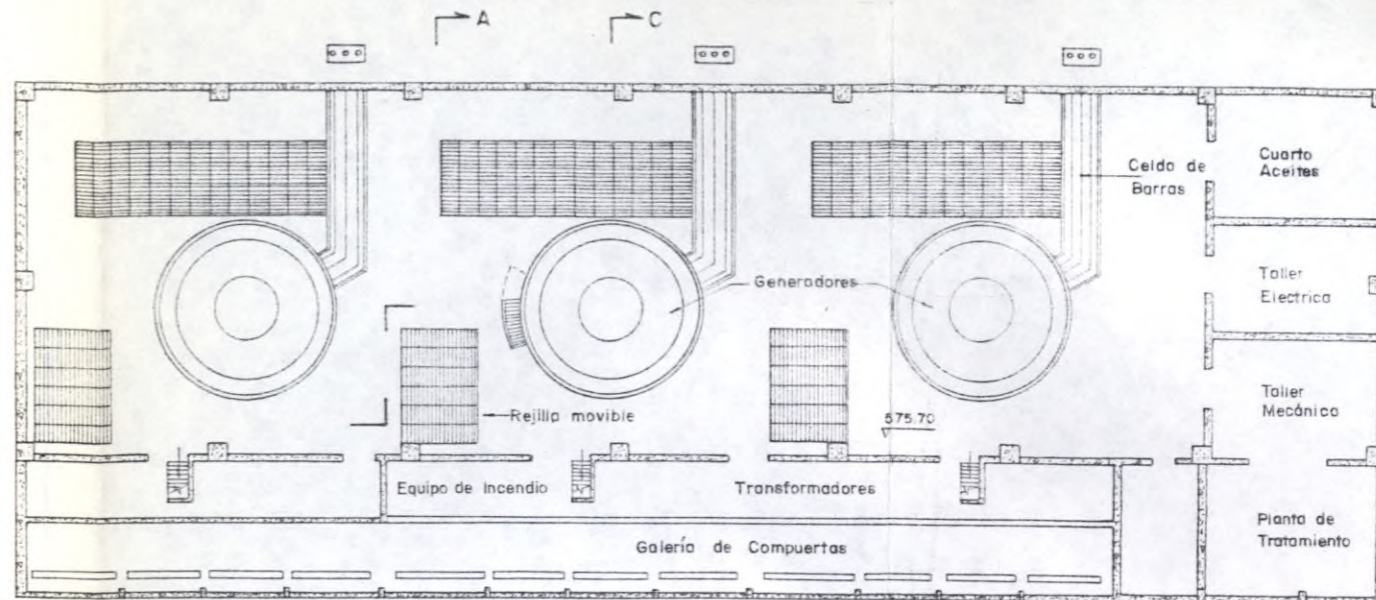


CORTE B-B
PERFIL TANQUE DE COMPENSACION
ESCALA 1:1.000

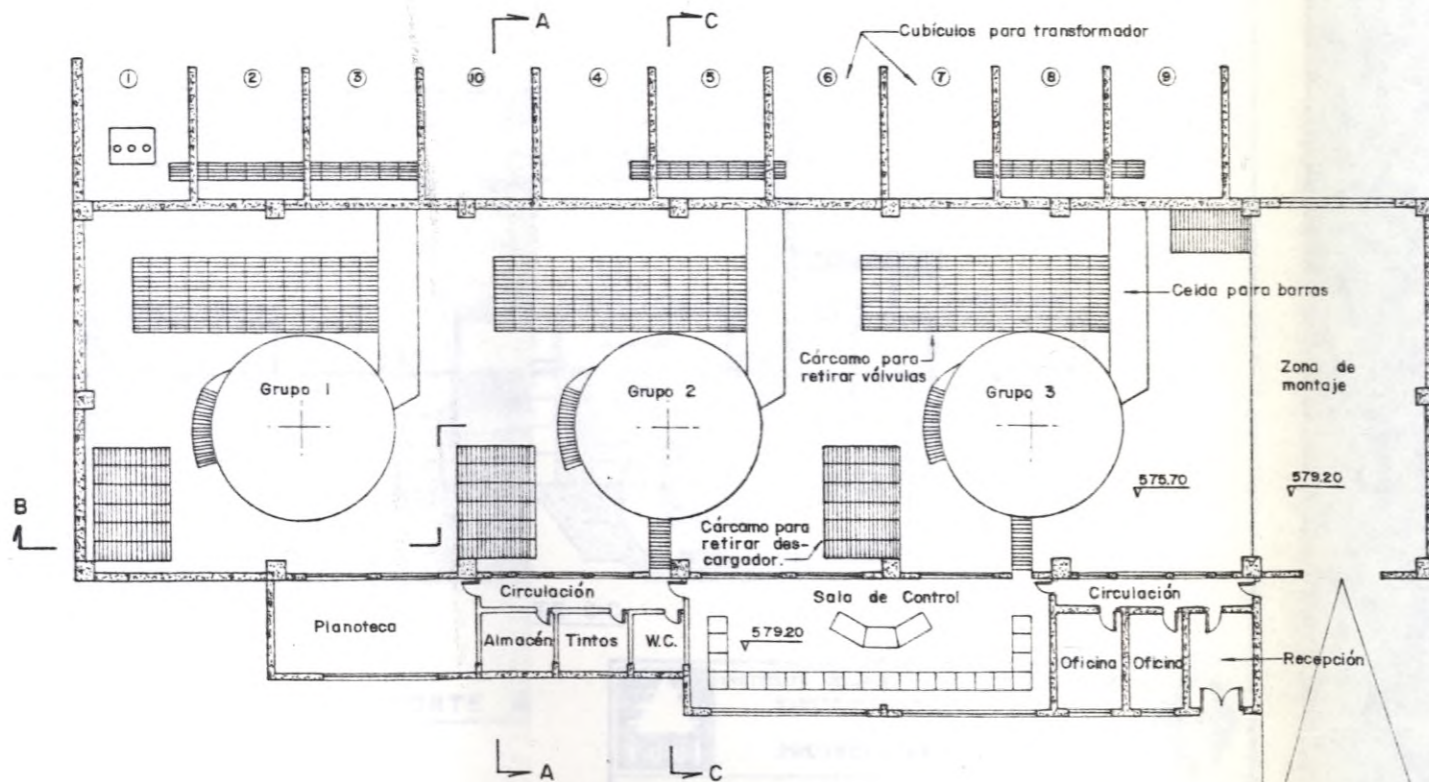
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ LA PLATA		
PROYECTO PAICOL II DESARROLLO EN CASCADA TANQUE DE COMPENSACION		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana		Escala: Indicadas Fecha: Abril - 83
consultores civiles e hidráulicos		



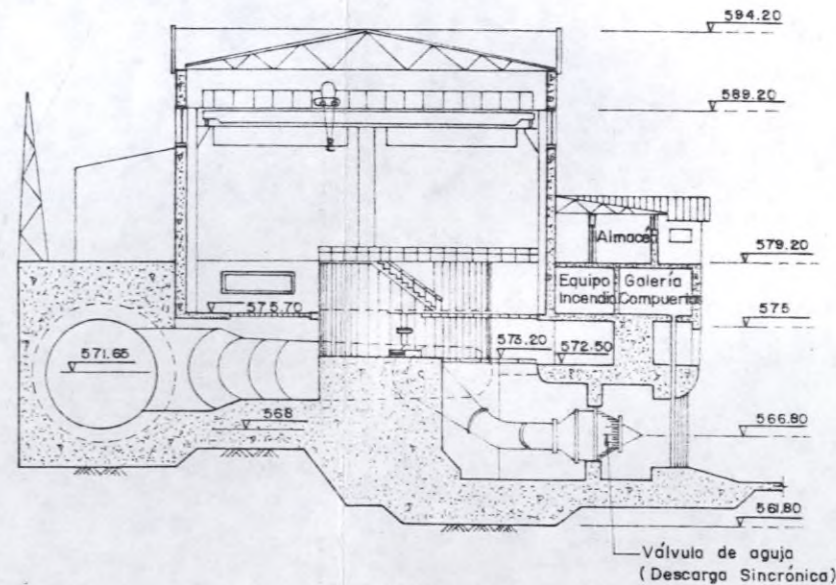
**LOCALIZACION
CASA DE MAQUINAS**
ESCALA 1:25.000



PLANTA AL NIVEL 575.70
ESCALA 1:500



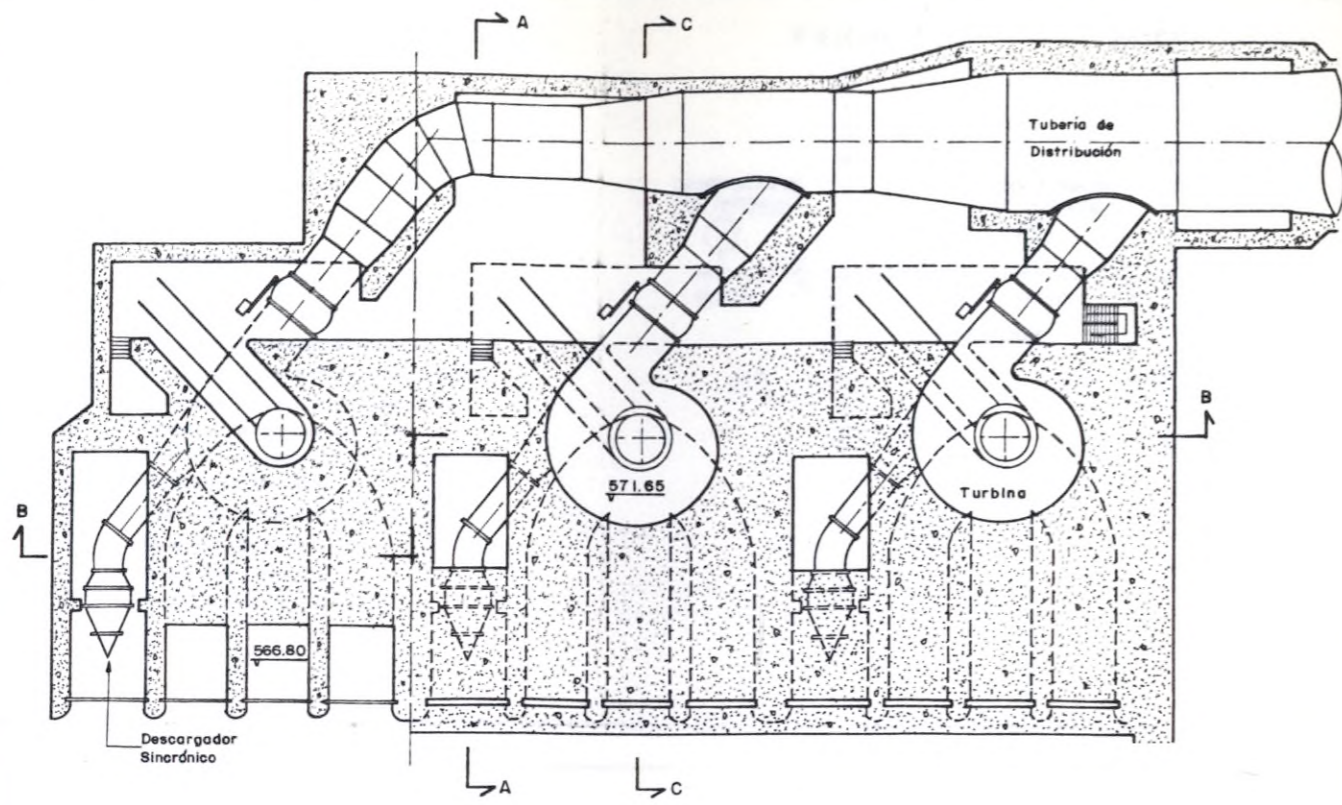
PLANTA A LA COTA 579.20
ESCALA 1:500



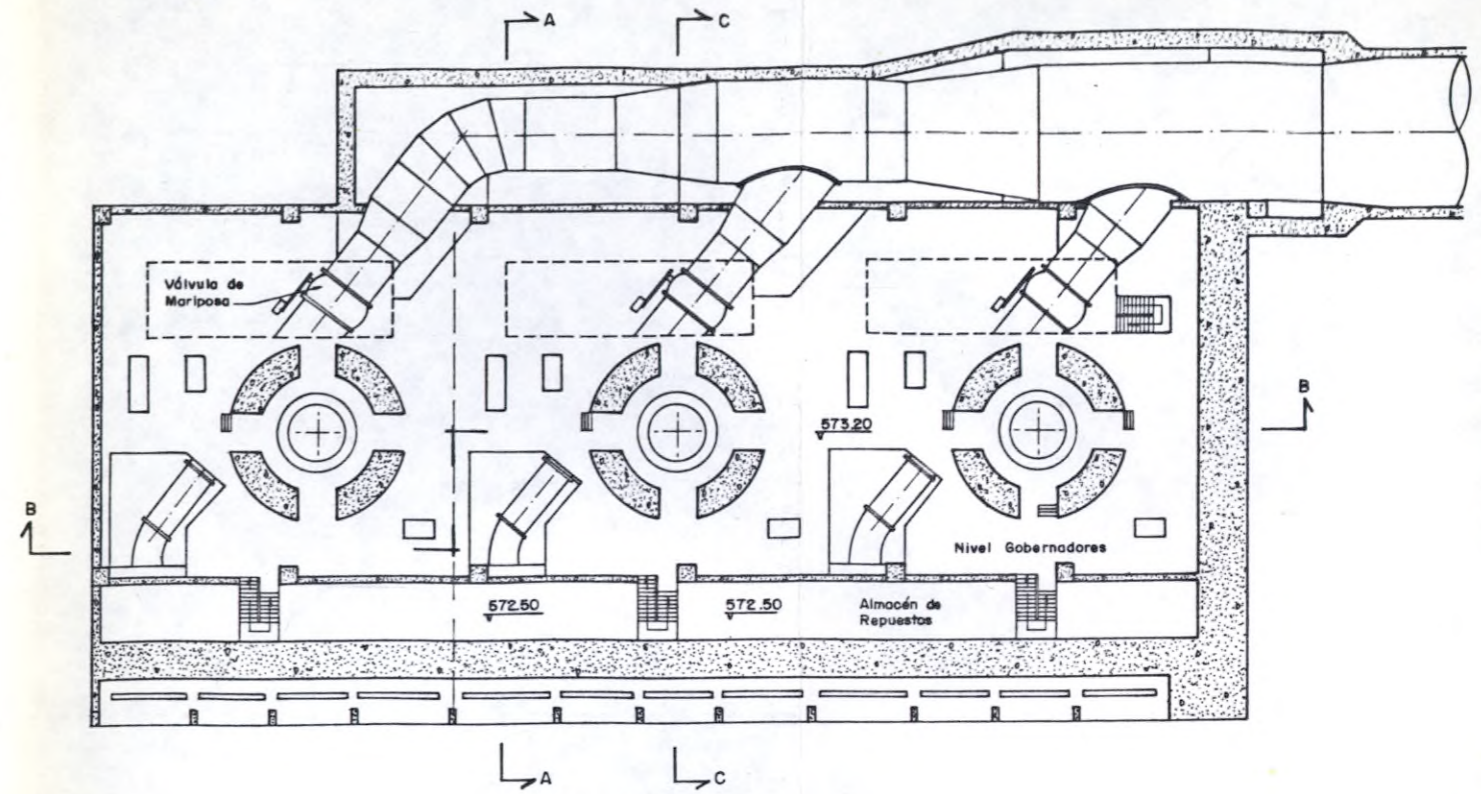
CORTE A-A
ESCALA 1:500

NOTA:
Los cortes B-B y C-C se encuentran localizados en la figura 55.

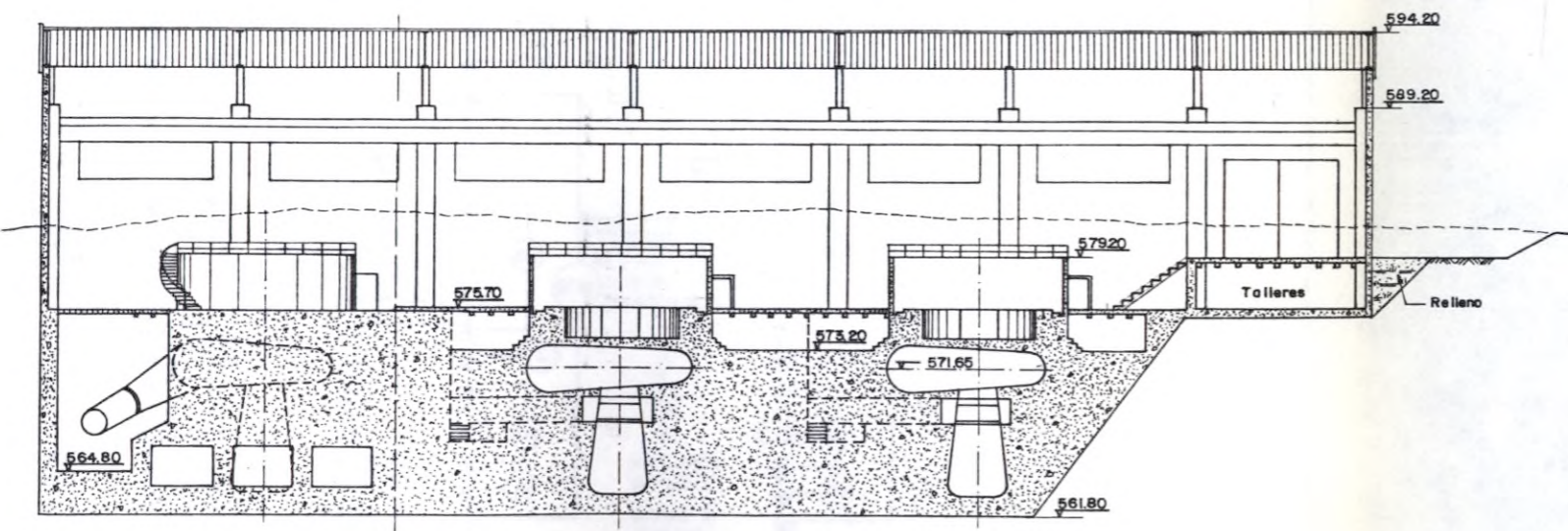
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
PROYECTO PAEZ - LA PLATA		
PROYECTO PAICOL II-DESARROLLO EN CASCADA		
CASA DE MAQUINAS		
Diseño: L. F. P.	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M. C. R.	Revisó:	Aprobó:
consultoría colombiana		Escala: Indicadas Fecha: Abril - 83
consultores civiles e hidráulicos		



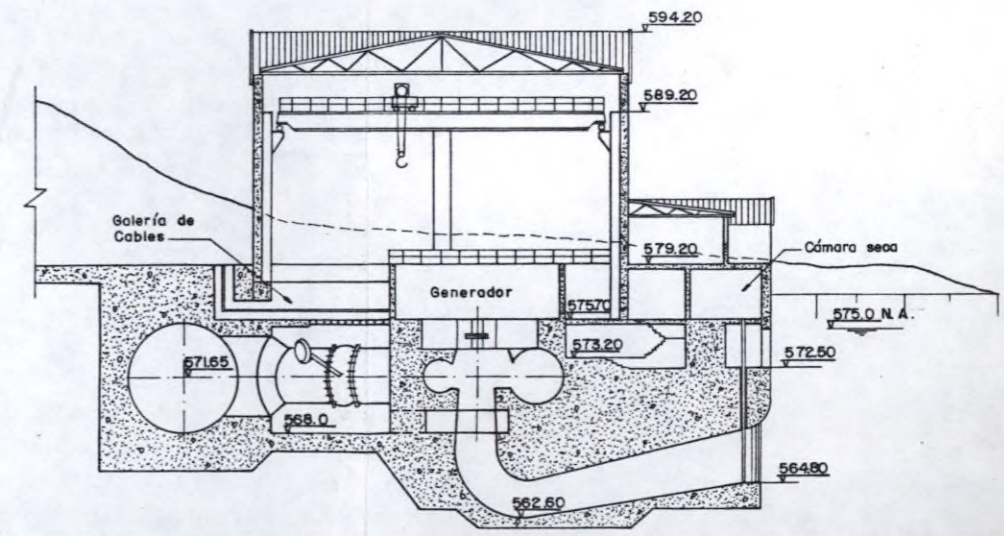
PLANTA A LOS NIVELES 566.80 Y 571.65



PLANTA AL NIVEL 573.20



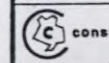
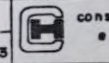


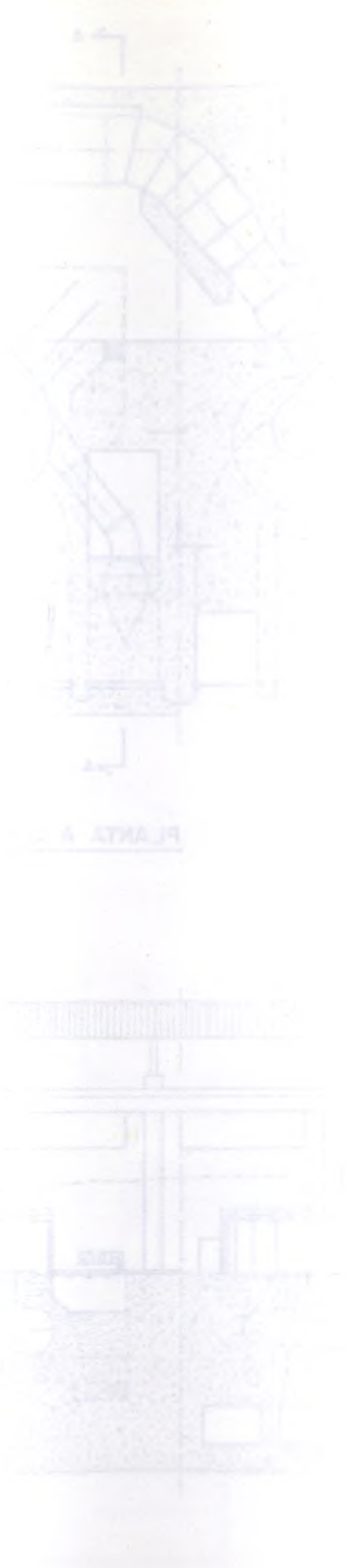
CORTE B-B



CORTE C-C

NOTA:
El corte A-A se encuentra localizado en la figura 54.

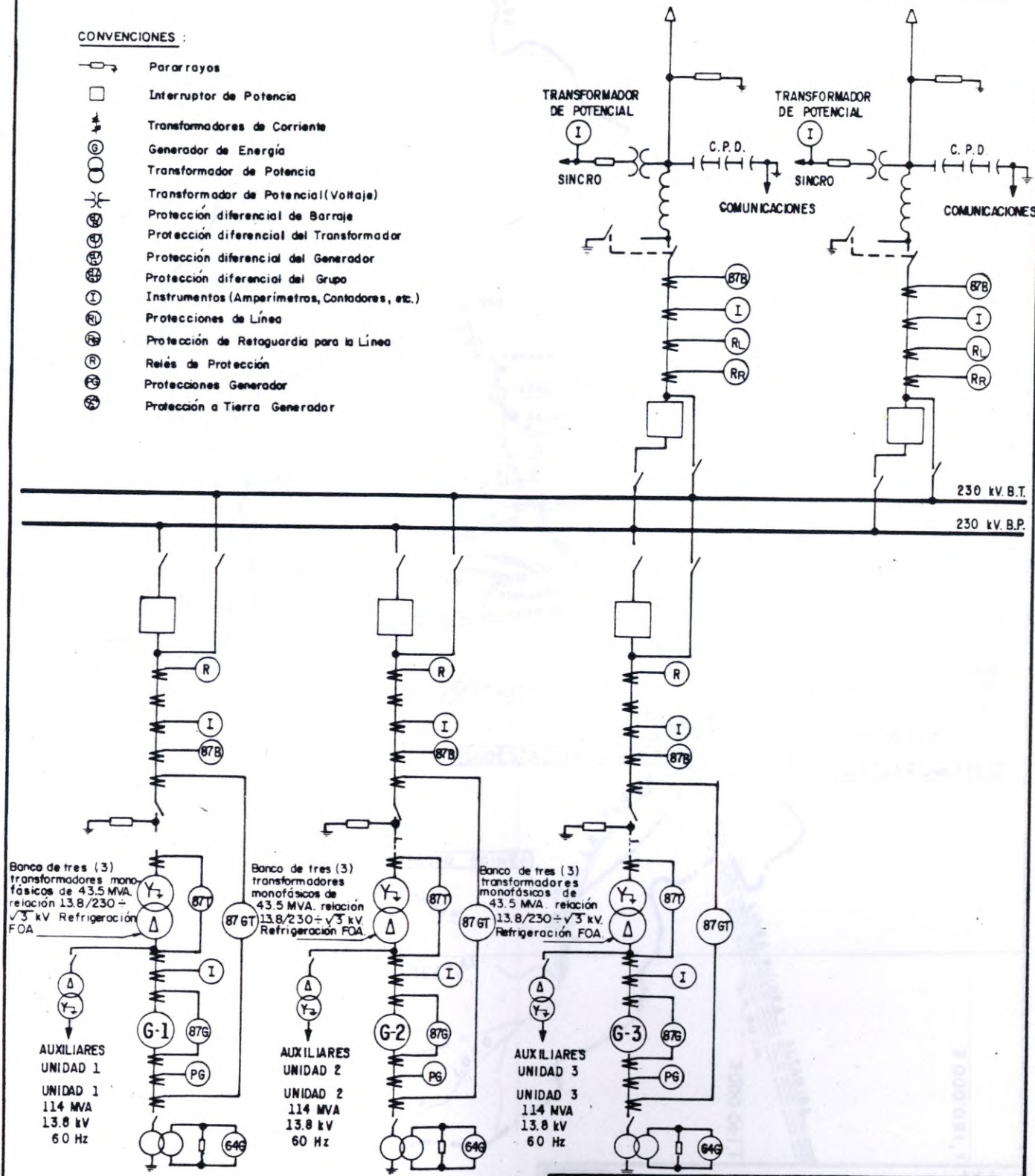
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S. A.			
PROYECTO PAEZ-LA PLATA			
PROYECTO PAICOL II DESARROLLO EN CASCADA			
CASA DE MAQUINAS-CORTES			
Diseñó:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: R.V.B.	Revisó:	Aprobó:	
 consultoría colombiana		Escala: 1:500 Fecha: Abril -83	 consultores civiles e hidráulicos



CONVENCIONES :

- Pararrayos
- Interruptor de Potencia
- Transformadores de Corriente
- Generador de Energía
- Transformador de Potencia
- Transformador de Potencial(Voltaje)
- Protección diferencial de Barraje
- Protección diferencial del Transformador
- Protección diferencial del Grupo
- Instrumentos(Amparímetros, Contadores, etc.)
- Protecciones de Línea
- Protección de Retaguardia para la Línea
- Relés de Protección
- Protecciones Generador
- Protección a Tierra Generador

PAICOL I (1) PAICOL II (2)



Banco de tres (3) transformadores monofásicos de 43.5 MVA. relación 13.8/230 - $\sqrt{3}$ kV Refrigeración FOA

Banco de tres (3) transformadores monofásicos de 43.5 MVA. relación 13.8/230 - $\sqrt{3}$ kV Refrigeración FOA

Banco de tres (3) transformadores monofásicos de 43.5 MVA. relación 13.8/230 - $\sqrt{3}$ kV Refrigeración FOA

AUXILIARES UNIDAD 1
UNIDAD 1
114 MVA
13.8 kV
60 Hz

AUXILIARES UNIDAD 2
UNIDAD 2
114 MVA
13.8 kV
60 Hz

AUXILIARES UNIDAD 3
UNIDAD 3
114 MVA
13.8 kV
60 Hz

NOTA:
OTROS TIPOS DE DISPOSICION COMO:
BARRAJE SECCIONADO, DOBLE BARRAJE,
INTERRUPTOR Y MEDIO, ETC. SE DEBERAN ESTUDIAR DURANTE LAS ETAPAS POSTERIORES.

icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

PROYECTO PAICOL II-DESARROLLO EN CASCADA

DIAGRAMA UNIFILAR DEL PATIO DE CONEXIONES

Diseño:	Calculo:	Presente:
Dibujo:	Reviso:	Aprobo:
Escala:		consultoras civiles e hidráulicas
Fecha: Abril- 83		

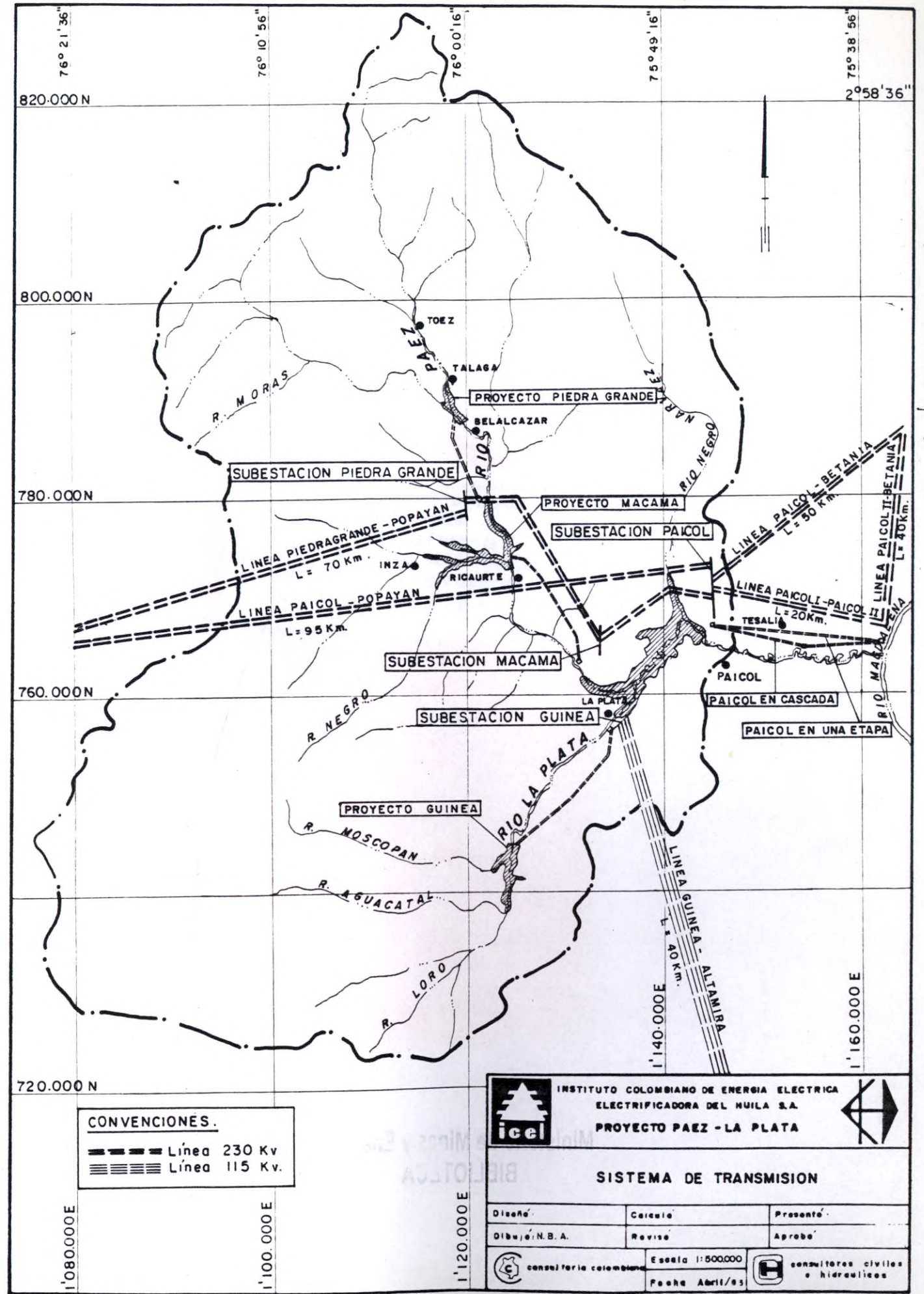


FIGURA 57



Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01000380

BIBLIOTECA

Estudio de prefactibilidad técnica
de los aprovechamientos
hidroeléctricos Rios Paez y la
Plata : contrato No. 4257 / Instituto
Colombiano de Energía Eléctrica
333.91409861 159e V.7 Ej.1