



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

RESUMEN

91409861



consultoría colombiana ltda.

CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS





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



333.9140986
ISA
EJ1

CONTRATO No. 4257

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD TECNICA DE LOS
APROVECHAMIENTOS HIDROELECTRICOS

RIOS PAEZ Y LA PLATA

RESUMEN



consultoría colombiana Ltda.

CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS



INDICE

	<u>Pág.</u>
LISTA DE CUADROS.	
LISTA DE FIGURAS.	
1.- INTRODUCCION.	1
2.- INFORMACION BASICA.	3
2.1. <u>Localización.</u>	3
2.2. <u>Estudios Hidrológicos.</u>	3
2.3. <u>Cartografía y Topografía.</u>	4
2.4. <u>Geología, Sismología y Geotecnia.</u>	5
3.- ALTERNATIVAS DE DESARROLLO.	7
4.- POTENCIA Y ENERGIA.	8
5.- DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS.	10
5.1. <u>Proyecto Piedra Grande.</u>	10
5.2. <u>Proyecto Macama.</u>	11
5.3. <u>Proyecto Guinea.</u>	12
5.4. <u>Proyecto Paicol.</u>	13
6.- INFRAESTRUCTURA.	17
6.1. <u>Líneas de Transmisión.</u>	17
6.2. <u>Vías.</u>	17
7.- ESTUDIOS VARIOS.	19
7.1. <u>Estudios Ecológicos.</u>	19
7.2. <u>Estudios Agrológicos.</u>	19
7.3. <u>Estudios Socioeconómicos.</u>	19

8.-	COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE CONSTRUCCION.	21
9.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	22
9.1.	<u>Conclusiones.</u>	22
9.2.	<u>Recomendaciones.</u>	25

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
BIBLIOTECA

LISTA DE CUADROS

- | | | |
|--------|---|--|
| Cuadro | 1 | Resumen Información Hidrológica de los Proyectos. |
| Cuadro | 2 | Cifras de Generación de los Proyectos Operando Conjunta_mente. |
| Cuadro | 3 | Fichas Técnicas. |
| Cuadro | 4 | Resumen de Costos. |

LISTA DE FIGURAS

- | | | |
|--------|----|---|
| Figura | 1 | Localización de la Hoya y el Proyecto. |
| Figura | 2 | Información Hidrológica de los Proyectos. |
| Figura | 3 | Mapa Geológico y Tectónico Regional. |
| Figura | 4 | Fuentes de Materiales. |
| Figura | 5 | Alternativas de Cadenas Analizadas. |
| Figura | 6 | Selección del Esquema de Desarrollo. |
| Figura | 7 | Proyecto Piedra Grande Geología Regional. |
| Figura | 8 | Proyecto Piedra Grande Planta General de Proyecto. |
| Figura | 9 | Proyecto Macama Geología Regional. |
| Figura | 10 | Proyecto Macama Planta General del Proyecto. |
| Figura | 11 | Proyecto Guinea Geología Regional. |
| Figura | 12 | Proyecto Guinea Planta General del Proyecto. |
| Figura | 13 | Proyecto Paicol Planta General de la Presa, Estructuras de Desviación y Bocatoma. |
| Figura | 14 | Proyecto Paicol Geología Zona de Túnel. |
| Figura | 15 | Proyecto Paicol Localización de las obras Proyecto Paicol en una etapa. |
| Figura | 16 | Proyecto Paicol Perfil del Desarrollo en una Etapa. |
| Figura | 17 | Proyecto Paicol Localización de las Obras Proyecto Paicol en Cascada. |
| Figura | 18 | Proyecto Paicol Perfil del Desarrollo en Cascada. |
| Figura | 19 | Sistema de Transmisión. |

1.- INTRODUCCION.

Los estudios de prefactibilidad del aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos Páez y La Plata se realizaron en cumplimiento del Contrato N° 4257 de 1.982 celebrado entre el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica - ICEL-, la Electrificador del Huila y el Consorcio formado por las firmas "Consultores Civiles e Hidráulicos Limitada" y Consultoría Colombiana Limitada". El Contrato fué firmado el 31 de Julio de 1.981, con un plazo total contractual de 17 meses; los trabajos fueron iniciados el día 21 de Noviembre de 1.981.

La financiación de los estudios ha sido realizada con fondos del Instituto Colombiano de Energía Eléctrica - ICEL -, la Electrificadora del Huila S.A. y del préstamo otorgado por el Fondo Nacional de Proyectos de Desarrollo - FONADE -.

El aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos Páez y La Plata había sido estudiado anteriormente por el estudio del sector de Energía Eléctrica ESEE, - y por el Instituto Colombiano de Energía Eléctrica en el año de 1.979.

La información obtenida ha quedado consignada en los informes, Inventario de los Recursos Hidroeléctricos, Estudio del Sector de Energía Eléctrica - ESEE-, y Reconocimiento del Potencial Hidroeléctrico de los ríos Páez y La Plata, Consultores Civiles e Hidráulicos Limitada, 1.979.

El esquema seleccionado para el desarrollo de los Recursos Hidroenergéticos de las cuencas de los ríos Páez y La Plata está compuesto por la cadena de los siguientes proyectos:

NOMBRE	CAPACIDAD INSTALADA (Mw) ^{1/}	ENERGIA MEDIA (Gw-h)	COSTOS	
			US \$/Kw	US \$/Kw-h
Piedra Grande	115.0	850	1.632.61	0.0266
Macama.	306.0	1.674	1.280.58	0.0282
Guinea.	106.0	677	1.795.67	0.0339
Paicol.	960.	4.206	929.51	0.0255
TOTAL.	1.487.0	7.407	1.117.98 ^{2/}	0.0270

En la figura 1 se presenta la localización de la Hoya y la de los proyectos seleccionados.

1/ Para factores de planta de 0.5.

2/ Promedio ponderado.

2.- INFORMACION BASICA.

2.1. LOCALIZACION.

El desarrollo está ubicado en las hoyas de los ríos Páez y La Plata, localizadas en el flanco oriental de la cordillera Central, entre los departamentos del Huila y Cauca. Existen conexiones viales con las ciudades de Neiva y Popayán mediante dos (2) carreteras de 100 Km y 150 Km respectivamente.

2.2. ESTUDIOS HIDROLOGICOS.

El área total de la cuenca hasta el sitio del proyecto Paicol es de 4.765 Km², la elevación media de la cuenca es de 2.450 m.s.n.m. La cuenca del río Páez cuenta con trece (13) estaciones pluviométricas, tres (3) meteorológicas y cuatro (4) hidrológicas, las cuales disponen de información con períodos de registro variable entre 5 y 10 años; la humedad relativa se estima en un 80%.

La distribución anual de la precipitación es bimodal, con períodos de máxima precipitación en los meses de Abril, Mayo, Octubre y Noviembre para los cuales se presenta en promedio el 19% y el 22% de la precipitación total anual respectiva; la precipitación media es de 1.808 mm/año.

Las series de caudales fueron extendidas a un período común de 21 años (1.961 - 1.981) mediante el análisis de correlación.

Para estimar los caudales medios mensuales en los sitios de los proyectos Piedra Grande y Guinea se efectuó una transposición de datos desde las estaciones de Puente Ricaurte y Vega El Salado. Para los sitios de los proyectos de Paicol y Macama estos coincidieron con las estaciones hidrométricas. Los caudales medios anuales encontrados fueron: Piedra Grande 52 m³/s, Macama 93 m³/s, Guinea 42 m³/s y Paicol 176 m³/s.

Para el análisis de eventos extremos se probaron distribuciones Gumbel,-

Pearson tipo III, log-normal y Log-Pearson tipo III, encontrándose resultados satisfactorios con la distribución log-normal para todas las series, - menos para el proyecto Paicol donde se acomodó mejor la distribución Log-Pearson III. Para un período de recurrencia de 25 años se obtuvieron los siguientes valores: Paicol 2.000 m³/s, Macama 920 m³/s, Piedra Grande 680 m³/s y Guinea 429 m³/s.

Para el cálculo de la crecida máxima probable (CMP) se aplicó el método - Hershfield. Los picos obtenidos fueron: para Paicol 15.200 m³/s, Macama- 7.810 m³/s, Piedra Grande 3.541 m³/s y Guinea 4.571 m³/s.

Los cálculos de sedimentos en los embalses se basaron en las mediciones de sedimentos en suspensión, llevados a cabo en la estación Páez - Paicol; se obtuvo una producción en la cuenca de 1.320 ton/año/Km².

Se estimó la distribución de sedimentos dentro de los embalses por medio - del método de "Reducción Empírica del Area".

En el cuadro 1 y en la figura 2 se presenta un resumen de la información - hidrológica de los proyectos.

2.3. CARTOGRAFIA Y TOPOGRAFIA.

Los planos existentes del IGAC en escala 1:25.000 cubrían un 48% del área - de la cuenca. Estos fueron reducidos a escalas 1:50.000, 1:100.000 y - 1:200.000 para su utilización en los estudios de Hidrología y Geología regional. Durante los estudios se realizó la cartografía de 66.000 Ha a par - tír de fotografías y control de campo existente, así como se realizaron - restituciones de segundo orden para los sitios de proyecto en escala 1:5000 cubriendo las siguientes zonas por proyecto: Piedra Grande 86 Ha, Macama - 410 Ha y Guinea 104 Ha.

Se llevaron poligonales taquimétricas a lo largo de los ríos Páez y La Plata, se levantaron 86.4 Km tomando la cota del río aproximadamente cada 300 m. Para los sitios de los proyectos Paicol y Macama se realizaron levantamientos detallados de la topografía.

2.4. GEOLOGIA, SISMOLOGIA Y GEOTECNIA.

Los estudios Geológicos comprendieron los reconocimientos de campo para la elaboración del mapa geológico y Tectónico regional en escala 1:200.000 - y los levantamientos semidetallados de los sitios de presa, estructuras túneles y áreas de embalse con los cuales se elaboraron los mapas geológicos de cada proyecto en escala 1:25.000 y 1:5.000. El área total investigada fué de 4.000 Km².

El área del proyecto muestra una gran variedad de rocas igneas, (efusivas e intrusivas) metamórficas y sedimentarias, asociadas a una gran variedad igneo-tectónica permitiendo el desarrollo de sistemas estructurales regionales.

En la zona del proyecto se identificaron, las siguientes unidades litológicas: Macizo de La Plata (Pep), Granito Gráfico de Villa Lozada (Pzv), Complejo de Macama (Pzm), Conglomerado del Guámbico (Trg), Formación Coquiyú (TRsc), Formación del Saldaña (Trs), Granito de Cohetandillo (Jc), Formación Caballos (Kic), Formación Villeta (Kv), Formación Guadalupe (Kg), Formación Guaduas (TKg), Formación Gualanday (Tg), Formación Honda (Th), Formación Popayán (TQpy), Piroclastos (Qp) y depósitos recientes.

Con la gran actividad tectónica de la cordillera se formaron grandes estructuras en el área denominada de Oeste a Este como: Falla Páez, Falla Avirama, Falla Grillo, Falla Frayles, Falla Macama, Falla La Plata, Falla de La Azufrada, Falla Guamito, Falla Magdalena, Falla Altamira. Estructuras Sinclinales de San Andrés, Tesalia y los Anticlinales de La venta, Motilones y La Ocha.

En la figura 3 se presenta el Mapa Geológico y Tectónico Regional.

El estudio sismológico del área abarcó el análisis del marco tectónico general del Territorio Nacional y la Sismicidad regional dentro de un área de influencia de 200 Km de radio con centro en el sitio del Proyecto Paicol.

De los resultados de este estudio, se considera que un valor de la aceleración del terreno firme, o roca base de cimentación, podría ser del orden del 18% de la aceleración de la gravedad.

Los estudios de Suelos y Materiales comprendieron la ejecución de 111 sondeos, para obtener los datos necesarios a fin de evaluar las propiedades mecánicas y las características de los materiales; se investigaron varias fuentes para la explotación de materiales finos, siendo las más importantes las de Nátaga, La Balsa y La Esmeralda.

Se estudiaron y se analizaron cuatro (4) tipos de rocas diferentes en las cercanías de los proyectos para la construcción de pedraplenes: rocas sedimentarias del cretáceo, rocas ígneas de tipo granito y rocas ígneas de tipo gabro.

Los materiales para concreto se obtendrán principalmente de los aluviales de los ríos Páez, La Plata y Magdalena y en algunas terrazas y vegas cercanas a los sitios de proyecto, complementados por medio de explotación de la Formación Gualanday Superior (Tgs), en cercanías del municipio de Tesalia, y de la explotación y trituración de areniscas de la Formación Caballos (Kic).

En la figura 4 se presenta la localización de las fuentes de materiales analizadas.

3.- ALTERNATIVAS DE DESARROLLO.

La metodología aplicada para la selección del esquema de desarrollo fué del tipo incremental, analizando inicialmente un gran número de proyectos, cuarenta (40), comparándolos entre sí bajo un reducido número de parámetros físicos y eliminando aquellos con problemas evidentes. Posteriormente se incrementaron los parámetros de comparación hasta lograr la selección de quince (15) proyectos. Para cada uno de los quince (15) proyectos se realizaron anteproyectos para diversas alturas de presa y longitudes de las conducciones, se calcularon las energías generadas así como las cantidades de obra y los costos asociados.

A partir de la energía generada y los costos de cada alternativa se seleccionó la altura de presa y la longitud de la conducción óptima para cada uno de los quince (15) proyectos.

Con los mejores proyectos resultantes entre los mutuamente excluyentes, se plantearon cuatro (4) esquemas alternativos de desarrollo de los recursos de la cuenca, analizando la operación de sus embalses en cadena.

En la figura 5 se presentan las alternativas de cadena analizadas.

Para el proyecto Paicol se analizaron dos (2) alternativas de desarrollo a saber:

El esquema de desarrollo en una etapa, el cual aprovecha la diferencia de nivel existente entre el embalse del Proyecto Paicol 960 m.s.n.m. y el río Magdalena 575 m.s.n.m.

El esquema de desarrollo en cascada el cual prevee el aprovechamiento del mismo salto neto, dividido en dos (2) proyectos en serie, uno a continuación del otro, el primero entre las cotas 960 m.s.n.m. y 700 m.s.n.m. y el segundo entre las cotas 700 m.s.n.m. y 575 m.s.n.m..

4.- POTENCIA Y ENERGIA.

El alcance de los estudios de Potencia y Energía abarcó la simulación de la operación de los embalses para todos los proyectos identificados operando - en forma individual con el fin de seleccionar para cada uno de ellos la altura de presa y longitud de las conducciones, cuantificar las energías generadas y las capacidades instalables, y estimar los costos y beneficios obtenibles por la venta de energía generada por cada proyecto.

Seleccionados los mejores proyectos se plantearon cuatro (4) alternativas de desarrollo en cadena; se realizó la simulación de operación de los embalses en serie y paralelo para cuantificar las energías generadas, las capacidades instaladas, los costos y beneficios asociados con cada cadena. Las cuatro (4) cadenas se compararon entre sí y se seleccionó el esquema de desarrollo de la cuenca.

En la figura 6 se presenta la comparación de beneficios de las cadenas analizadas.

Los estudios de generación de potencia realizados permitieron evaluar, la energía firme anual, con un 100% de confiabilidad, la energía secundaria promedio anual, la energía media anual, la capacidad confiable y la capacidad instalada para los factores de planta variables entre 0.1 y 0.9 y el desembalse máximo.

A pesar de haber analizado la operación de los proyectos para diversos factores de planta, las cifras de potencia, energía y costos unitarios han sido calculados para todos los proyectos operando factores de planta de 0.5, valor usualmente aceptado por el sector eléctrico para estudios de prefactibilidad.

Los análisis de operación de embalses se realizaron utilizando un modelo de simulación, desarrollado por "Consultores Civiles e Hidráulicos Limitada".

Para la cadena de desarrollo seleccionada, se analizó la influencia produ

14

cida sobre la operación del embalse del Proyecto Betania.

En el cuadro 2 se presentan las cifras de generación de los proyectos del esquema de desarrollo seleccionado.

5.- DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS.

La información técnica de las diversas estructuras que componen cada uno de los proyectos se presenta en la ficha técnica relacionada en el cuadro 3. La descripción general de las obras de cada proyecto es la siguiente:

5.1. PROYECTO PIEDRA GRANDE.

Es el primer proyecto sobre el río Páez localizado en jurisdicción del municipio Páez un (1) Km aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Moras.

El esquema del proyecto consiste en una presa de enrocado con pantalla de concreto de 118 m de altura, con un volumen de llenos de 5.09 Mm^3 , y taludes 1 vertical por 1.6 horizontal; el embalse de Piedra Grande tiene un volumen útil de 14.5 Mm^3 , y un desembalse máximo de 17.5 m.

La desviación se realiza mediante un túnel de 0.6 Km de longitud y 7.5 m de diámetro. El túnel de desviación será utilizado para colocar una válvula tipo Howell - Bungler, que operará como descargador de fondo. La atagüa principal tendrá 25 m de altura con la corona en el nivel 1.530 m.s.n.m.

La estructura del rebosadero tiene tres (3) compuertas radiales de 14 x 13 m canal de evacuación de ancho y profundidad variables y dissipador de energía tipo salto de skí.

La bocatoma será de tipo pozo vertical sumergido. El control del flujo se realiza por medio de compuertas Wagon localizadas dentro de una cámara de compuertas ubicada en el túnel de carga. El túnel de conducción estará dividido en dos (2) tramos, el primero de 6 Km de longitud y 5 m de diámetro, y el segundo de 300 m de longitud y 4.5 m de diámetro. La tubería de carga tiene una longitud de 650 m y diámetro interno de 4.5 m. La almenara localizada en la abscisa K 6 +000 del túnel de conducción tiene un diámetro de 10.8 m y longitud de 84 m.

La central del tipo superficial localizada en la cola del embalse del proyecto Macama, en la margen derecha del río Páez, alojará dos (2) unidades Pelton de eje vertical de 57.5 Mw, acopladas a generadores sincrónicos de 66 MVA a 240 r.p.m.

El patio de conexiones estará localizado al lado izquierdo de la casa de máquinas, tendrá un área aproximada de 4.000 m². Se instalarán dos (2) transformadores trifásicos de 76 MVA, tipo FOA.

En las figuras 7 y 8 se presentan la Geología Regional y Planta General del Proyecto Piedra Grande.

5.2. PROYECTO MACAMA.

El segundo proyecto de la cadena del río Páez es el proyecto Macama. Localizado en los municipios de Páez e Inzá, 750 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Negro y Páez.

Su esquema consiste en una presa de enrocado con pantalla de concreto, de 120 m y un volumen de 5.20 Mm³. El volumen útil del embalse creado por la presa será de 146.8 Mm³.

Para la construcción de la presa se ha previsto una desviación sobre la margen derecha del río, mediante un túnel de 560 m de longitud y 8 m de diámetro. Este túnel será utilizado para alojar en su interior una válvula tipo Howell - Bunger que operará como descarga de fondo.

Para la evacuación de la máxima creciente se ha diseñado un vertedero de cresta ancha tipo OGEE localizado en la margen derecha; el control se realizará mediante tres (3) compuertas radiales de 13.3 x 12 m, tendrá un canal de evacuación de 150 m al final del cual se encuentra un dissipador de energía tipo salto de Skí.

11-
BIBLIOTECA

La estructura de toma, de tipo vertical estará ubicada en la margen izquierda del río, empata con el túnel de presión, el cual tiene una longitud de 14.85 Km.

En la abscisa K 14 + 000 se encuentra ubicada una almenara de 12.6 m de diámetro y altura de 129 m.

La tubería de presión tiene una longitud de 470 m y 5.6 m de diámetro. La casa de máquinas es de tipo superficial, aloja cuatro (4) unidades Francis de eje vertical de 76.5 Mw cada una, acopladas a generadores sincrónicos de 87.5 MVA girando a 514.28 r.p.m.

El número de transformadores previstos es de 9 con 50 MVA de potencia cada uno, tipo FOA.

En las figuras 9 y 10 se presentan la Geología Regional y Planta General del proyecto.

5.3. PROYECTO GUINEA.

Sobre el río La Plata se encuentra el Proyecto Guinea localizado en jurisdicción del municipio de La Plata 3 Km aguas abajo de la confluencia de los ríos Loro y Aguacatal.

El esquema consiste en una presa de enrocado con pantalla de concreto, de 88 m de altura, taludes iguales 1 vertical, 1.6 horizontal, con un volumen total de 1.785.000 m³.

El volumen útil del embalse será de 60 Mm³ y el desembalse máximo de 26.6 m.

Para la construcción de la presa se ha previsto desviar el río por medio de un túnel de 340 m de longitud ubicado en la margen izquierda, sección circular de 7.5 m de diámetro. Alojara una válvula tipo Howell - Bunger de 50

pulgadas de diámetro. La ataguía provisional tendrá una altura de 15 m.

El rebosadero es frontal a tajo abierto, con perfil en la cresta tipo OGEE y una estructura de control a flujo libre de 45.0 m de ancho; se han previsto tres (3) compuertas radiales de 13.3 x 10.0 m.

La captación se hará por medio de una bocatoma de tipo vertical, localizada en la margen izquierda del río, el control de flujo se realiza mediante una compuerta Wagon y una de rodillos, localizadas dentro de una cámara de compuertas ubicada en el túnel de carga.

Las obras de conducción comprenden un tramo de túnel de presión con 11.22 Km de longitud y 5.50 m de diámetro, una almenara circular de diámetro interno 8.50 m y una altura de 101 m, y una tubería de carga de 1.200 m de longitud, y 5.5. m de diámetro.

La casa de máquinas, se ubica en inmediaciones de La Plata, es de tipo superficial la cual aloja dos (2) turbinas Francis de eje vertical y 53 Mw, girando a 450 r.p.m., acopladas a generadores sincrónicos de 16 polos de 60.6 MVA de potencia.

La subestación está localizada al lado izquierdo de la central, aloja dos (2) transformadores trifásicos de 70 MVA tipo FOA.

En las figuras 11 y 12 se presentan la Geología Regional y Planta General del Proyecto.

5.4. PROYECTO PAICOL.

El proyecto Paicol está localizado a 1.500 m aguas abajo de la confluencia de los ríos Páez y Negro de Nárvaez.

Se han seleccionado dos (2) alternativas para el proyecto Paicol cuya diferencia radica en que el salto disponible se aprovecha mediante un sólo proyecto o mediante dos (2) en cascada y que por lo tanto las conducciones se realizarán en una o en dos (2) etapas.

5.4.1. Obras Comunes a las dos (2) Alternativas.

La presa, es de enrocado con pantalla de concreto, de 160 m de altura, taludes 1.6 horizontal por 1 vertical, con un volumen de llenos de 13.89 Mm^3 , forma el embalse del Proyecto Paicol el cual tiene un volumen útil de 436 Mm^3 y un volumen total al nivel máximo extraordinario de 775 Mm^3 , cubriendo un área de 20 Km^2 .

La desviación se realiza mediante dos (2) túneles por la margen derecha de 900 m de longitud y de 9.5 m de diámetro cada uno, de los cuales uno se utilizará posteriormente como descarga de fondo a través de una válvula tipo Howell - Bunger.

El vertedero es del tipo frontal a tajo abierto, localizado en el estribo derecho con perfil en la cresta tipo OGEE y control mediante cuatro (4) compuertas radiales de $20.00 \times 15.00 \text{ m}$. El canal de evacuación será rectangular, tiene un ancho variable de 90 a 37 m, 195 m de longitud y disipador de energía tipo salto de Skí. La bocatoma tipo pozo vertical sumergido con rejillas. La cámara de compuertas es subterránea y aloja cuatro (4) compuertas, dos (2) tipo Wagon y dos (2) tipo rodillo.

En las figuras 13 y 14 se presentan la Geología Regional y Planta General del proyecto.

5.4.2. Obras Específicas del Desarrollo en una Etapa.

A partir de la cámara de compuertas continua el túnel de herradura de 8.8 m de diámetro hasta un pozo vertical de 261.8 m ubicado en la abscisa -

K 2+000. Sobre el pozo vertical se localiza una almenara simple de 156 m de longitud y 13.35 m de diámetro interno. La casa de máquinas será de tipo subterránea, en la margen izquierda al nivel 600 m.s.n.m., aloja seis (6) unidades de 160 Mw tipo Francis de eje vertical, acopladas a generadores sincrónicos de 183 MVA girando a 300 r.p.m.; en la cámara de la caverna se alojarán 19 transformadores de 70 MVA monofásicos tipo FOW.

El canal de fuga será un túnel a flujo libre de 24.0 Km de longitud y 9.5-m de diámetro sección baúl con pendiente de 0.07% con cuatro (4) ventanas-intermedias para ventilación y alivio.

En las figuras 15 y 16 se presenta la Localización y el Perfil del Proyecto.

5.4.3. Obras Específicas del Desarrollo en Cascada.

a.- Proyecto Paicol I: A partir de la cámara de compuertas continúa el túnel superior de carga con sección en herradura con 9.25 m de diámetro. En la abscisa K 2 + 000 se ha localizado un pozo vertical de 155.9 m, así como la almenara de 14.5 m de diámetro y 132 m de altura.

La casa de máquinas N° 1 será del tipo subterránea, localizada sobre la margen izquierda al nivel 712.5 m.s.n.m., aloja cuatro (4) unidades de 182.5 Mw cada una, tipo Francis de eje vertical, acopladas a generadores sincrónicos de 208 MVA, girando a 327.27 r.p.m. La caverna alojará trece (13) transformadores monofásicos de 80 MVA y el canal colector de agua turbinada. El canal de descarga será un túnel a flujo libre de 10.0 m de diámetro y 13 Km de longitud descargando en el nivel 700 m.s.n.m., en la margen izquierda del río Páez.

b.- Proyecto Paicol II: A la salida del túnel de fuga del proyecto Paicol I, las aguas se colectan en un tanque de compensación de 125.000-m³ y de allí directamente mediante una bocatoma de pozo vertical se

6.- INFRAESTRUCTURA.

6.1. LINEAS DE TRANSMISION.

6.1.1. Sistema de Transmisión del Conjunto.

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 alrededor a los proyectos.

La configuración propuesta se presenta en la figura 19 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, 80 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 Electrohuila a 115 - Kv, la subestación Guinea puede conectarse, con éste nivel de voltaje a la subestación Altamira y suministrar parte de la demanda de la región.

6.2. VIAS.

Los estudios en el área de vías tuvieron por objeto el estudiar, a nivel de anteproyecto, las variantes necesarias a las vías existentes para reemplazar los tramos que serán inundados por los embalses, y las vías adicio-

nales necesarias para construir y operar las estructuras y obras que forman parte de cada proyecto.

Las variantes necesarias a las vías existentes son las siguientes:

Proyecto Guinea:	La Plata - Belén 6.68 Km.
Proyecto Piedra Grande:	Belalcázar - Tálaga y Tóez 7.85 Km.
Proyecto Macama:	Vía Pedregal - Puerto Valencia 4 Km, Puerto Valencia - Belalcázar 16 Km y vía Belalcázar - Inzá 7.28 Km.
Proyecto Paicol:	Paicol - La Plata 15.3 Km y 2.5 Km Paicol - Nátaga.

Para la construcción de las obras y estructuras se ha proyectado la construcción de 27 Km de vías secundarias.

7.- ESTUDIOS VARIOS.

7.1. ESTUDIOS ECOLOGICOS.

Los estudios ecológicos se realizaron al nivel de reconocimiento, teniendo como objetivo el planeamiento preliminar de la problemática ambiental generada por los desarrollos hidroeléctricos de los ríos Páez y La Plata.

Se considera que los proyectos no presentarán problemas ecológicos de importancia ya que inundarán zonas de menor importancia, con excepción del proyecto Guinea que inunda los caseríos de Gallego y Villa Lozada; no afectarán ictiofauna de importancia y solamente podrán producir modificaciones en el micro clima en las áreas aledañas de los embalses.

7.2. ESTUDIOS AGROLOGICOS.

El estudio agrológico tuvo por objeto analizar y cuantificar el impacto - producido por los proyectos como consecuencia de la inundación de tierras- así como los beneficios producidos por la irrigación a las tierras adyacentes.

A pesar de que los embalses inundarán 2.924 Ha, de tierras actualmente cubiertas de pastos y bosques, la posibilidad de irrigar por gravedad desde el Proyecto Paicol, 2.400 nuevas hectáreas para cultivos de arroz, pastos- para ganadería y cultivos de subsistencia, produce unos beneficios netos,- por el incremento de productividad, estimada en 532.8 millones de pesos anuales.

7.3. ESTUDIOS SOCIOECONOMICOS.

El objetivo de éste estudio fué el estimar el impacto de los proyectos sobre la socioeconomía no sólo dentro del contexto de la cuenca, sino tener algunos órdenes de magnitud sobre los departamentos del Cauca y Huila.

Los proyectos no afectaron la población ni las zonas agrológicas de impor

tancia de la región. La demanda temporal de mano de obra no calificada re-
querida para la construcción de las obras reducirá la migración de pobla-
ción del área. Para la región, se espera un mejoramiento de la vida conse-
cuencia de los ingresos provenientes de la aplicación de la Ley 56, y por-
los ingresos procedentes del turismo y la pesca creada por los embalses.

-20-
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
BIBLIOTECA

8.- COSTOS, PRESUPUESTOS Y PROGRAMAS DE CONSTRUCCION.

Los estimativos de costos fueron realizados con base en las cantidades de obra y preselección de los equipos realizados para cada proyecto, y en los estudios de precios unitarios en obras similares realizadas recientemente en el país, actualizados a Julio de 1.982.

En el cuadro 4 se presenta el resumen de costos de los proyectos estudiados y del Proyecto Paicol en Cascada.

Los programas de trabajo y estimativos de tiempo de construcción han sido calculados utilizando el sistema de programación de ruta crítica, con base en rendimientos promedios obtenidos en proyectos similares ejecutados y en ejecución en Colombia, con los siguientes resultados:

Piedra Grande 5 años, Macama 5 años, Guinea 5 y medio años, Paicol en I etapa 7 años, Paicol en Cascada 12 años.

Los programas de desembolso se realizaron con base en los estimativos de costos y los cronogramas de ejecución, suponiendo que las inversiones se realizarán proporcionalmente a la duración de cada actividad.

9.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Con base en los resultados de las investigaciones de campo, los análisis de las alternativas y los diversos estudios realizados, las compañías miembros del Consorcio, se permiten presentar las conclusiones del estudio y hacer algunas recomendaciones para ser tenidas en cuenta durante los estudios de factibilidad.

9.1. CONCLUSIONES.

El estudio de prefactibilidad, demuestra que es viable, técnica y económica mente desarrollar el potencial hidroeléctrico de los ríos Páez y La Plata y que el costo unitario promedio de potencia instalada y energía generada es aceptable dentro del panorama nacional, con valores extremos bajos y altos respecto a los promedios nacionales; sin embargo se anota la diferencia tan marcada en el tamaño de los proyectos y en los costos por Kw instalado y generado, que se prevee un natural ordenamiento en la ejecución de los proyectos según su tamaño y costo de acuerdo con el siguiente orden: Paicol, Macama, Piedra Grande y Guinea. El costo previsible por Kw instalado de los proyectos de Guinea y Piedra Grande es alto comparativamente, aunque para este último el costo de la energía generada es muy atractivo.

El esquema de desarrollo de los recursos hidroenergéticos de las cuencas de los ríos Páez y La Plata está compuesto por la cadena de los siguientes proyectos:

NOMBRE	CAPACIDAD INSTALADA (Mw)	ENERGIA MEDIA (Gw-h)	COSTOS	
			US \$/Kw	US \$/Kw-h.
Piedra Grande.	115.0	850	1.632.61	0.0266
Macama.	306.0	1.674	1.280.58	0.0282
Guinea.	106.0	677	1.795.67	0.0339
Paicol.	960.	4.206	929.51	0.0255
TOTAL.	1.487.0	7.407	1.117.88 ¹⁾	0.027 ¹⁾

1) Promedio Ponderado.

Las características técnicas y los costos previsibles para el proyecto Paicol, lo convierten en una de las más atractivas alternativas de generación para el sistema ICEL, y como muy competitivo dentro del panorama nacional.

El grado de regulación sobre los ríos Páez y La Plata obtenidos por el embalse de Paicol y el factor de carga óptimo obtenido en los estudios de generación permite establecer que los proyectos Paicol y Guinea deben ser considerados como proyectos de energía y no como proyectos de potencia. Los proyectos Piedra Grande y Macama deberán considerarse como proyectos de potencia operando con factores de planta entre 0.3 y 0.4 debido al reducido volumen de sus embalses.

Las características topográficas de la zona para el emplazamiento de presas y para crear zonas de embalses, no son las más convenientes, razón por la cual los volúmenes de materiales para las presas son altos y con excepción del embalse del proyecto Paicol, los volúmenes de embalse son reducidos.

Las características geológicas del área para el emplazamiento de presas y construcción de túneles son muy buenas y existen materiales adecuados en calidad y volumen para realizar las obras proyectadas.

La geología de la zona atravesada por el túnel de Paicol es adecuada en la mayoría de su longitud. Es posible prever algunos problemas al atravesar las zonas de fallas y las Formaciones Villeta y Guaduas, zonas donde se ha previsto utilizar soportes, inyecciones, revestimiento en concreto reforzado y aún blindaje en el cruce de las zonas de la falla. Los costos correspondientes a estas obras han sido considerados dentro de los presupuestos realizados.

En los embalses de los Proyectos Piedra Grande y Macama se detectaron zonas potencialmente inestables, con las variaciones súbitas del nivel del

embalse, las cuales deberán ser investigadas durante los estudios de factibilidad.

Los proyectos estan situados en una zona de sismicidad media alta, aspecto que deberá ser analizado con mayor profundidad durante los estudios de factibilidad.

La energía firme que puede ser generada por los cuatro (4) proyectos es de 5038 Gwh, la energía media es de 7407 Gwh, con una capacidad instalada total de 1487 Mw, operando con factores de planta de 0.5.

El proyecto Paicol, principal proyecto del desarrollo, tendría una generación firme anual de 3.155 Gwh y promedio anual de 4.205 Gwh, una capacidad instalada de 960 Mw y factor de planta de 0.5. La regulación previa producida por el embalse del Proyecto Paicol sobre el embalse del Proyecto Betania, permite que éste proyecto aumente la energía firme anual en 300 Gwh, y la energía media en 100 Gwh, sin requerir inversiones adicionales.

Los costos obtenidos para los proyectos del desarrollo oscilan entre US \$ 929 y US \$ 1795 por Kw instalado y entre US \$ 0.0255 y US \$ 0.0339 por Kw generado.

Los costos por Kw instalado principalmente el costo por Kw generado obtenidos para el proyecto Paicol en una etapa se consideran muy competitivos con los que se están obteniendo en otros proyectos similares estudiados por ICEL y las otras entidades del Sector Eléctrico.

Adicionalmente si se cuantifica económicamente los beneficios producidos por el proyecto Paicol sobre el proyecto Betania, al aumentar su generación firme en 300 Gwh por año, y la energía media en 100 Gwh por año, y estos beneficios se suman a los directamente producidos por venta de energía del Proyecto Paicol, el costo de energía generada en el proyecto Paicol se reduce de US \$ 0.0255 a US \$ 0.0249.

El proyecto Paicol debe ser considerado como proyecto de propósito múltiple, al permitir irrigar 3420 Ha de terrazas aptas para el cultivo de arroz y ganadería en los municipios de Paicol y Tesalia. Con este fin se han previsto las obras necesarias y reservado un caudal de 10 m³/s.

Los beneficios adicionales generados por el incremento de la productividad de las tierras actualmente irrigadas por bombeo, y el volumen adicional de producción al incorporar 2400 Ha adicionales al distrito de riego se estiman en 532 millones de pesos anuales.

Con excepción del traslado y relocalización de dos (2) pequeños poblados inundados por el embalse del Proyecto Guinea, no se prevén impactos sobre la ecología o la socioeconomía de la región que limiten o eliminen alguno de los proyectos.

9.2. RECOMENDACIONES.

Se recomienda continuar prioritariamente los estudios de factibilidad de los proyectos Paicol y Macama con el fin de que el ICEL pueda presentarlos ante el Ministerio de Minas y Energía, Planeación Nacional, ISA y las demás entidades del sector para competir en los próximos programas de generación del sector. Esta recomendación tiene mayor validez si se tiene en cuenta que los proyectos del Alto Magdalena, ubicados en la misma área, serán estudiados al nivel de factibilidad, que por el hecho de ser proyectos competitivos, deberían tener el mismo nivel de estudio para compararlos entre sí y fijar las prioridades de ejecución.

Se recomienda que los estudios de factibilidad del Proyecto Paicol abarquen seleccionen y definan la mejor alternativa de desarrollo entre las dos (2) alternativas planteadas en el presente estudio.

Se recomienda como segundo proyecto en orden de elegibilidad para continuar los estudios, el proyecto Macama.

- Se recomienda continuar sin interrupciones, las mediciones hidrológicas y sedimentológicas en los sitios de Paicol, río Negro de Nárvaez, Puente Ricaurte y Vega El Salado.
- Se recomienda contratar de inmediato las aerofotografías y restituciones en escala 1:25.000 faltantes en la cuenca.
- Se recomienda instalar una red de microsismos para evaluar con mayor precisión durante los estudios posteriores, los riesgos sísmicos.
- Se recomienda estudiar durante la etapa de factibilidad la operación conjunta de los proyectos Betania y Paicol con el fin de optimizar la mayor cantidad de energía secundaria.

CUADROS



PROYECTO DE INVESTIGACION



INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

PROYECTO DE INVESTIGACION DE LAS ENFERMEDADES TRANSMISIBLES EN LA COMUNIDAD DE LOS ANGELES

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

CUADROS

GRUPO	INDICADOR	VALOR	UNIDAD	COMENTARIOS
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50



	UNIDAD	PROYECTO PIEDRA GRANDE	PROYECTO MACAMA	PROYECTO GUINEA	PROYECTO PAICOL
1.- AREA DE LA CUENCA	Km ²	1208	2163	1266	4765
2.- PRECIPITACION MEDIA ANUAL	m.m.	1859	1831	1830	1808
3.- EVAPORACION MEDIA ANUAL	m.m.	492	492	923	923
4.- CAUDALES MEDIOS MULTIANUALES	m ³ /s	52	93	42	176
5.- HIDROGRAMA DE CRECIENTES					
5.1- Máximo 5 años:					
- Caudal pico	m ³ /s	561	760	324	1350
- Volumen	Mm ³	56.8	85.1	39.6	258.7
- Duración	horas	78	78	69	121
5.2- Máximo 25 años:					
- Caudal pico	m ³ /s	680	920	429	2000
- Volumen	Mm ³	64.7	97.8	48.5	338.9
- Duración	horas	78	78	69	121
5.3- Máximo probable:					
- Caudal pico	m ³ /s	3541	7810	4571	15.200
- Volumen	Mm ³	136	320	185	836
- Duración	horas	75	120	97	144
6.- VOLUMEN DE SEDIMENTOS	Mm ³				
- 10 años	-	12.2	23.0	16.2	51.1
- 25 años		27.3	56.1	33.2	120.2
- 50 años		55.3	109.4	62.8	239.3

CUADROS

CIFRAS DE GENERACION DE LOS PROYECTOS OPERANDO CONJUNTAMENTE

PROYECTO	POTENCIA		ENERGIA		FACTOR DE PLANTA		FACTOR DE CARGA	DESEMBALSE MAXIMO (m)
	CONFIABLE (MW)	INSTALADA (MW)	CONTINUA (GWh)	MEDIA (GWh)	UTILIZADO	OPTIMO		
PIEDRAGRANDE	106	115	464	851	0.5	0.35	0.84	17.50
MACAMA	234	306	1.024	1.674	0.5	0.4	0.62	49
GUINEA	90	106	395	677	0.5	0.45	0.73	28
PAICOL - ALTERNATIVA I	720	960	3.155	4.205	0.5	0.5	0.5	65.50
TOTALES	1.150	1.487	5.038	7.407				
PAICOL EN CASCADA								
PAICOL I	473	730	2.073	2.841	0.5	0.5	0.44	65.50
PAICOL II	300	300	977	1.331	0.37	—	0.51	—
TOTALES	1.203	1.557	4.933	7.374				

FICHA TECNICA DE LOS PROYECTOS

	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PAICOL EN CASCADA	
	PIEDRA GRANDE	MACAMA	GUINEA	PAICOL	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	Túnel
Número de conductos	1	1	1	2	2	
Díámetro 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	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PAICOL EN CASCADA	
	PIEDRA GRANDE	MACAMA	GUINEA	PAICOL	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 Octogonal	Pozo Vertical Exagonal	Pozo Vertical Rectangular	Pozo Vertical Exagonal	Pozo Vertical Exagonal	Pozo Vertical Vertical
Dimensiones						
Area de rejas (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 PIEDRA GRANDE	PROYECTO MACAMA	PROYECTO GUINEA	PROYECTO PAICOL	PAICOL EN CASCADA	
					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
d. TUBERIA DE PRESION						almenara.
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	5 / 24	4 / 18	3 / 57			
Macizos / Silletas						
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	

∩ CN Concreto Neumático - CR Concreto Reforzado - BL Bindaje

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

PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO
PIEDRA GRANDE	MACAMA	GUINEA	PAICOL	PAICOL I	PAICOL II
115.0	306	106	960	730	300
105.9	234	90.1	721	475	300
464.0	1024	395.0	3155	2073	977
386.6	650	281.9	1051	768	354
850.6	1674	676.9	4206	2841	1331
0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.37
0.84	0.62	0.73	0.51	0.41	0.50
1632.61	1280.58	1795.67	929.51	996.65	
0.0266	0.0282	0.0339	0.0255	0.0296	

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	



INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A

PROYECTO PAEZ - LA PLATA



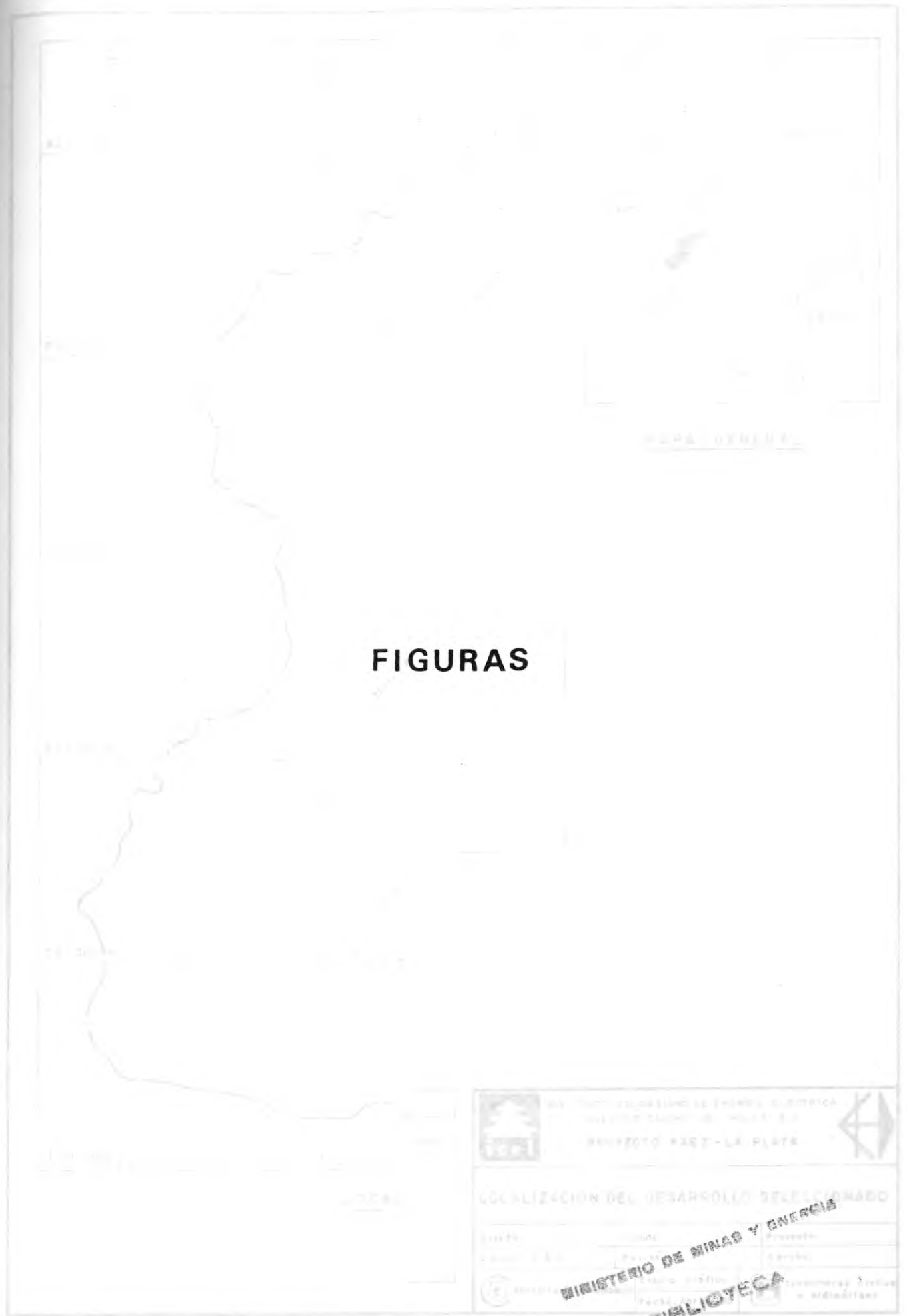
RESUMEN DE COSTOS
(US \$ x 10³ - JULIO 1982)



No	ITEM	PROYECTO					
		PIEDRA GRANDE	MACAMA	GUINEA	PAICOL EN la ETAPA	PAICOL I	PAICOL II
I	Obras de infraestructa	12759,35	35867,70	16465,13	34767,06	29869,75	4949,32
II	Presa y obras anexas	49052,05	48293,07	24400,12	140483,72	140483,72	
III	Desviación, Ataguías, Descargador de fondo	7025,69	14715,73	8306,34	31182,06	31182,06	
IV	Vertedero	25489,54	17846,01	19979,58	38574,13	38574,13	
V	Bocatoma o tanque	1938,65	5652,56	6628,04	6962,63	7235,89	1334,43
VI	Túnel de carga	17952,47	100352,87	39938,38	15075,61	16473,10	228167,95
VII	Tubería de carga	6209,20	35268,91	11709,49			
VIII	Casa de máquinas	2624,72	2212,23	1045,02	18748,44	13176,59	5888,26
IX	Equipos electromecánicos	19870,00	36512,44	16313,88	89607,00	71744,89	37980,00
X	Túnel o canal de fuga			391,38	303264,66	153359,77	
	Subtotal C.D.	142921,67	296721,52	145177,36	678665,31	502099,90	278319,96
	Imprevistos						
	Obra civil	21625,57	48593,26	22217,11	108674,53	76952,76	48029,08
	Equipos	4147,83	6281,43	3777,30	14536,95	12382,16	4557,60
	Subtotal C.D + I	168695,07	351596,21	171171,77	801876,79	591434,82	330906,64
	Ing. y administración						
	Obra civil	15570,41	34987,15	15996,32	78245,66	55405,98	34580,94
	Equipos	3484,18	5276,40	3172,93	12211,04	10401,02	3828,38
	TOTAL	187749,66	391859,76	190341,02	892333,49	657241,82	369315,96
	TOTAL U.S. \$ /KW	1632,61	1280,58	1795,67	929,51	900,33	1231,05

ITEM	UNIDAD	VALOR	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD	VALOR	DESCRIPCION
1	m ²	153102	...	...	...	...	...
2	m ²	98145714	...	...	...	...	...
3	m ²	305838	...	...	...	...	...
4	m ²	20860304	...	...	...	...	...
5	m ²	20860302	...	...	...	...	...
6	m ²	20860301	...	...	...	...	...
7	m ²	20860300	...	...	...	...	...
8	m ²	20860299	...	...	...	...	...
9	m ²	20860298	...	...	...	...	...
10	m ²	20860297	...	...	...	...	...
11	m ²	20860296	...	...	...	...	...
12	m ²	20860295	...	...	...	...	...
13	m ²	20860294	...	...	...	...	...
14	m ²	20860293	...	...	...	...	...
15	m ²	20860292	...	...	...	...	...
16	m ²	20860291	...	...	...	...	...
17	m ²	20860290	...	...	...	...	...
18	m ²	20860289	...	...	...	...	...
19	m ²	20860288	...	...	...	...	...
20	m ²	20860287	...	...	...	...	...
21	m ²	20860286	...	...	...	...	...
22	m ²	20860285	...	...	...	...	...
23	m ²	20860284	...	...	...	...	...
24	m ²	20860283	...	...	...	...	...
25	m ²	20860282	...	...	...	...	...
26	m ²	20860281	...	...	...	...	...
27	m ²	20860280	...	...	...	...	...
28	m ²	20860279	...	...	...	...	...
29	m ²	20860278	...	...	...	...	...
30	m ²	20860277	...	...	...	...	...
31	m ²	20860276	...	...	...	...	...
32	m ²	20860275	...	...	...	...	...
33	m ²	20860274	...	...	...	...	...
34	m ²	20860273	...	...	...	...	...
35	m ²	20860272	...	...	...	...	...
36	m ²	20860271	...	...	...	...	...
37	m ²	20860270	...	...	...	...	...
38	m ²	20860269	...	...	...	...	...
39	m ²	20860268	...	...	...	...	...
40	m ²	20860267	...	...	...	...	...
41	m ²	20860266	...	...	...	...	...
42	m ²	20860265	...	...	...	...	...
43	m ²	20860264	...	...	...	...	...
44	m ²	20860263	...	...	...	...	...
45	m ²	20860262	...	...	...	...	...
46	m ²	20860261	...	...	...	...	...
47	m ²	20860260	...	...	...	...	...
48	m ²	20860259	...	...	...	...	...
49	m ²	20860258	...	...	...	...	...
50	m ²	20860257	...	...	...	...	...
51	m ²	20860256	...	...	...	...	...
52	m ²	20860255	...	...	...	...	...
53	m ²	20860254	...	...	...	...	...
54	m ²	20860253	...	...	...	...	...
55	m ²	20860252	...	...	...	...	...
56	m ²	20860251	...	...	...	...	...
57	m ²	20860250	...	...	...	...	...
58	m ²	20860249	...	...	...	...	...
59	m ²	20860248	...	...	...	...	...
60	m ²	20860247	...	...	...	...	...
61	m ²	20860246	...	...	...	...	...
62	m ²	20860245	...	...	...	...	...
63	m ²	20860244	...	...	...	...	...
64	m ²	20860243	...	...	...	...	...
65	m ²	20860242	...	...	...	...	...
66	m ²	20860241	...	...	...	...	...
67	m ²	20860240	...	...	...	...	...
68	m ²	20860239	...	...	...	...	...
69	m ²	20860238	...	...	...	...	...
70	m ²	20860237	...	...	...	...	...
71	m ²	20860236	...	...	...	...	...
72	m ²	20860235	...	...	...	...	...
73	m ²	20860234	...	...	...	...	...
74	m ²	20860233	...	...	...	...	...
75	m ²	20860232	...	...	...	...	...
76	m ²	20860231	...	...	...	...	...
77	m ²	20860230	...	...	...	...	...
78	m ²	20860229	...	...	...	...	...
79	m ²	20860228	...	...	...	...	...
80	m ²	20860227	...	...	...	...	...
81	m ²	20860226	...	...	...	...	...
82	m ²	20860225	...	...	...	...	...
83	m ²	20860224	...	...	...	...	...
84	m ²	20860223	...	...	...	...	...
85	m ²	20860222	...	...	...	...	...
86	m ²	20860221	...	...	...	...	...
87	m ²	20860220	...	...	...	...	...
88	m ²	20860219	...	...	...	...	...
89	m ²	20860218	...	...	...	...	...
90	m ²	20860217	...	...	...	...	...
91	m ²	20860216	...	...	...	...	...
92	m ²	20860215	...	...	...	...	...
93	m ²	20860214	...	...	...	...	...
94	m ²	20860213	...	...	...	...	...
95	m ²	20860212	...	...	...	...	...
96	m ²	20860211	...	...	...	...	...
97	m ²	20860210	...	...	...	...	...
98	m ²	20860209	...	...	...	...	...
99	m ²	20860208	...	...	...	...	...
100	m ²	20860207	...	...	...	...	...

DEPARTAMENTO DE MINAS Y ENERGIA



FIGURAS

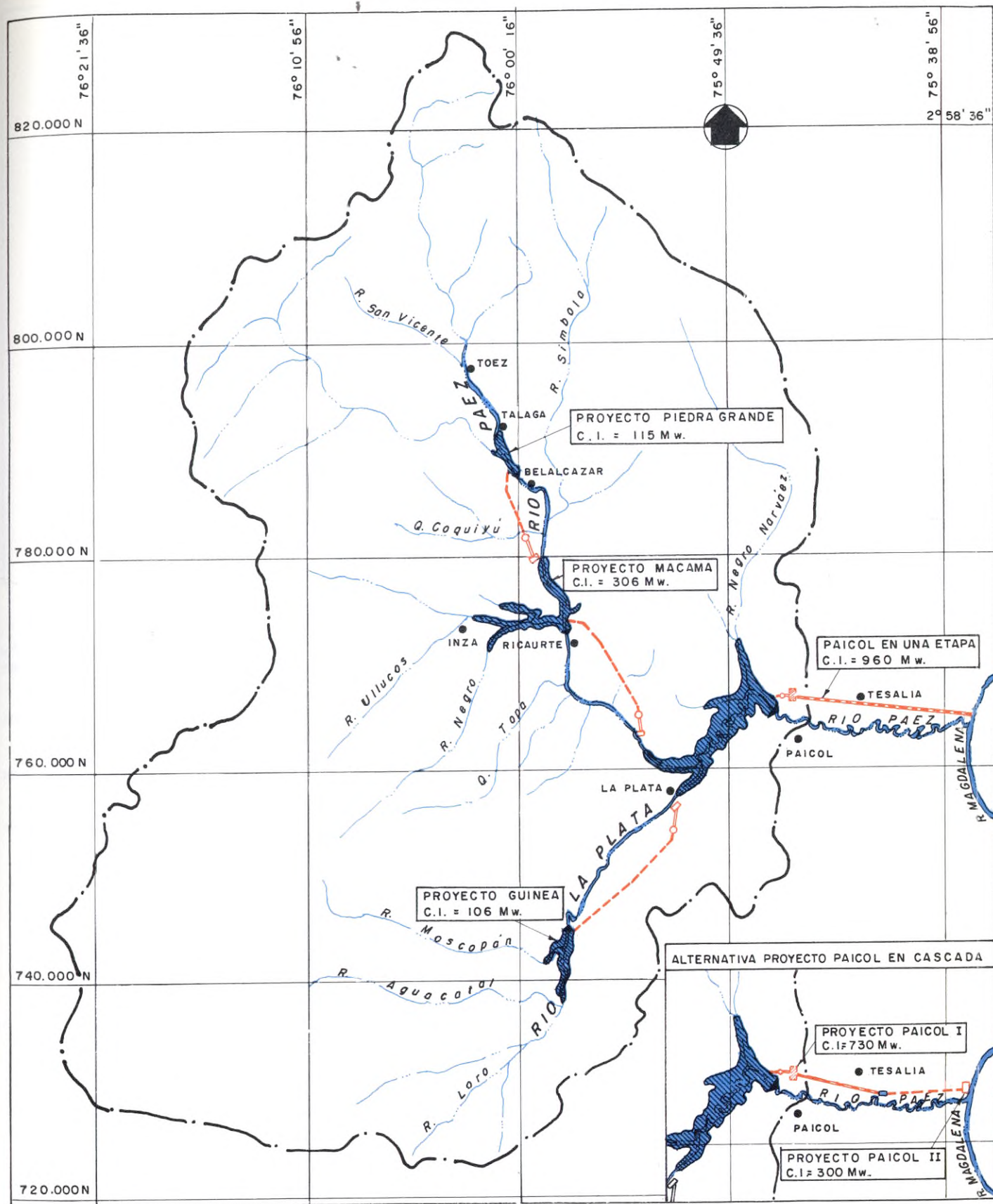

 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 PROYECTO RAZZ-LA PLATA

LOCALIZACION DEL DESARROLLO SELECCIONADO

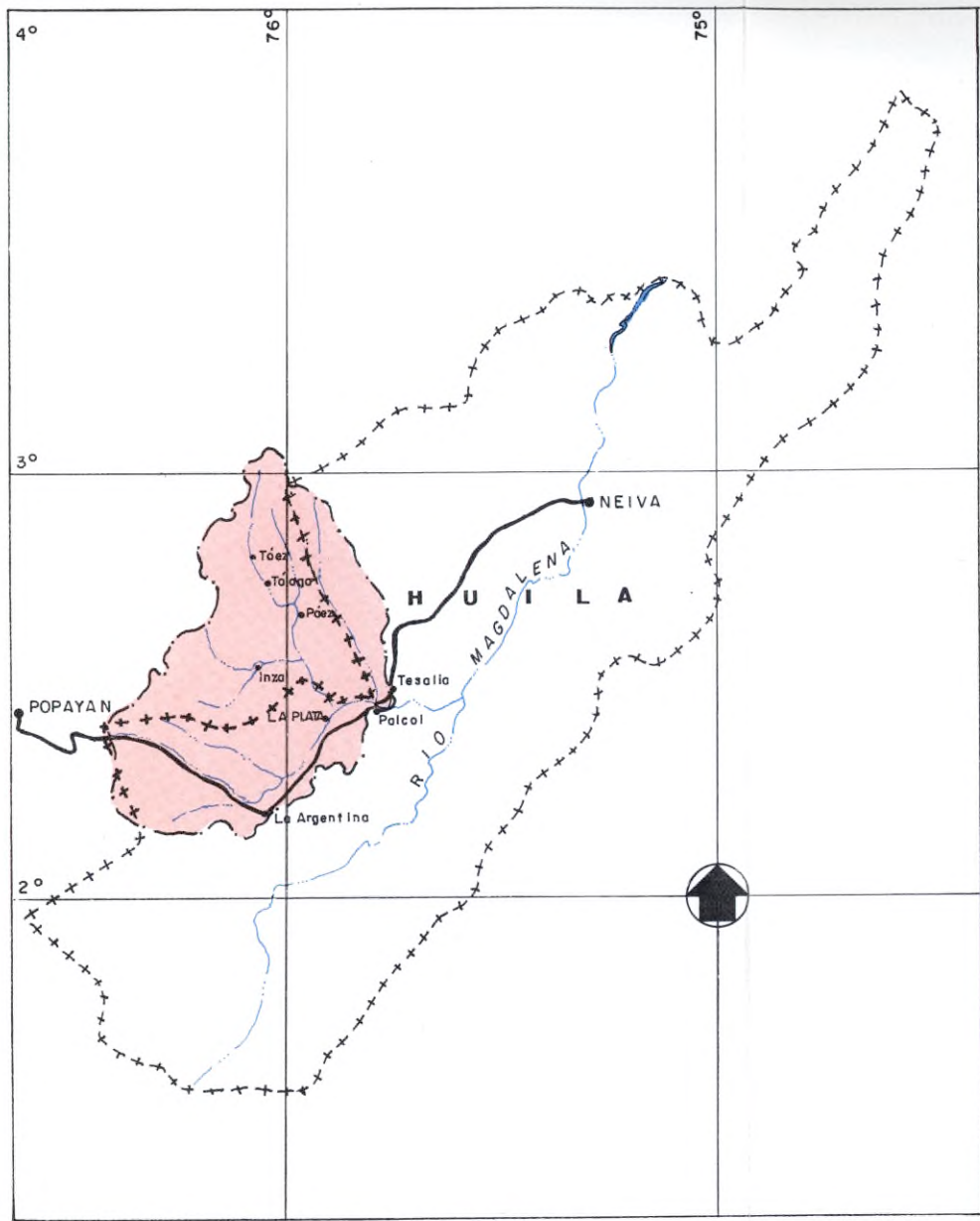
Estado: _____ Municipio: _____
 Corregimiento: _____ Parroquia: _____
 Censo: _____

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 BIBLIOTECA

FIGURA 1



LOCALIZACION DE LOS PROYECTOS



ZONA DE INFLUENCIA REGIONAL



MAPA GENERAL

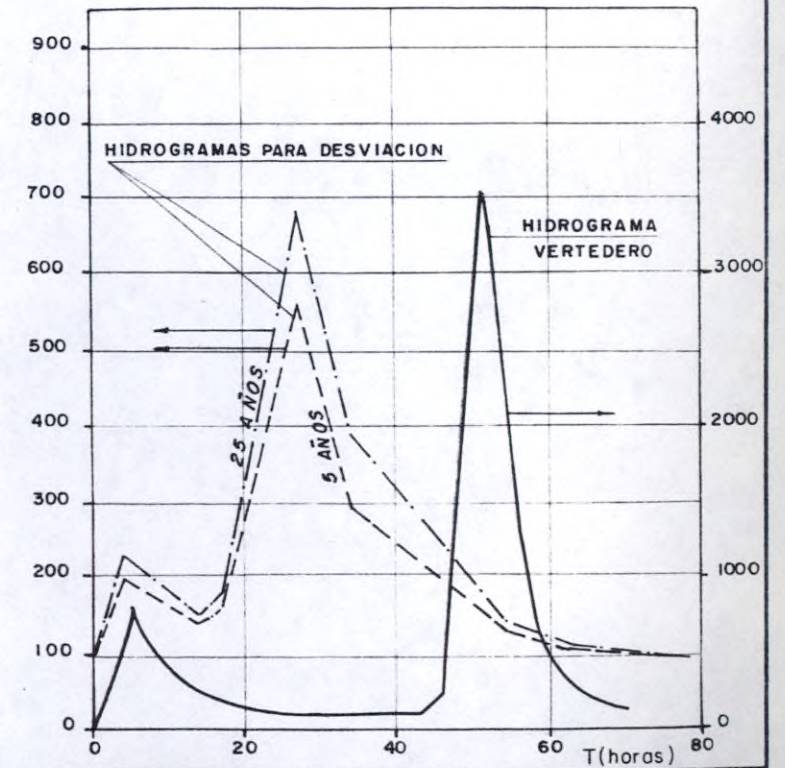
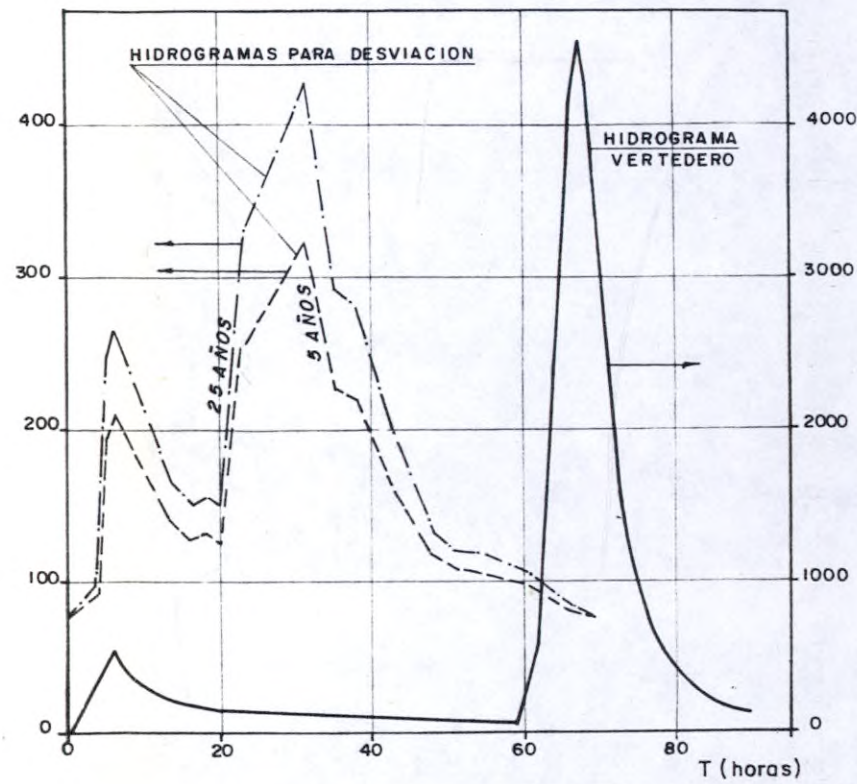
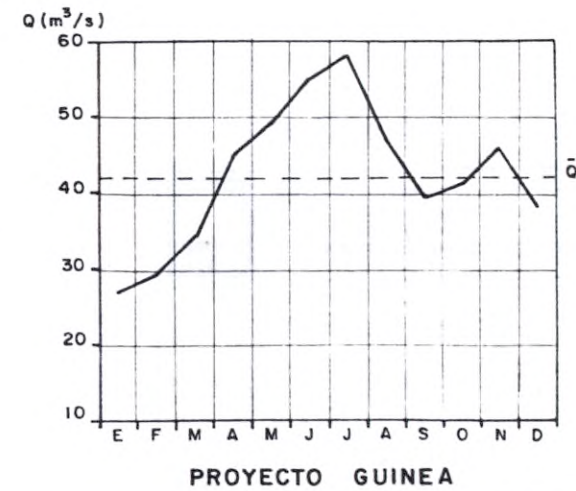
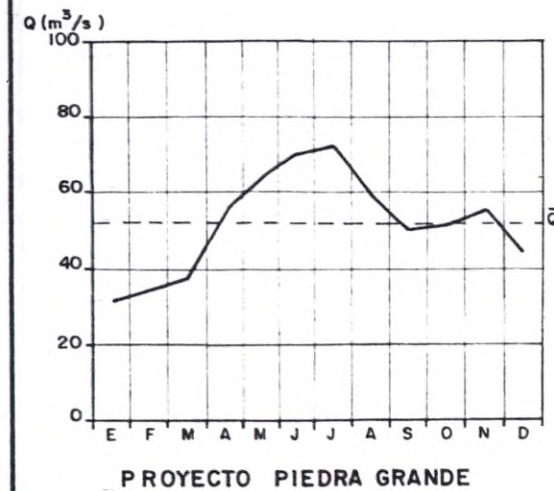
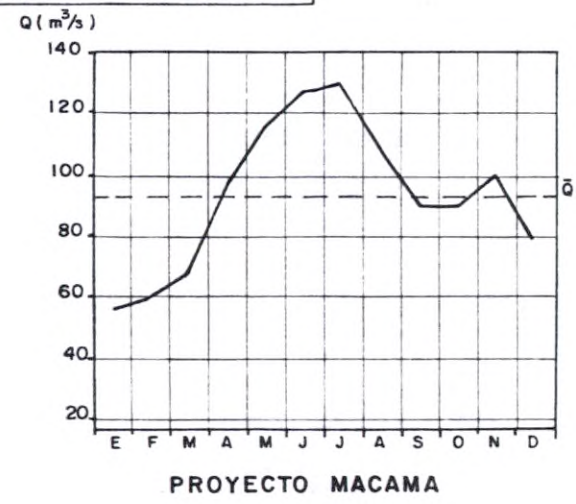
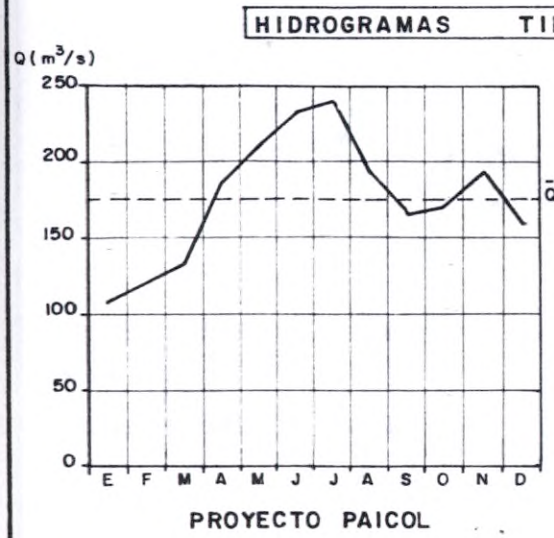
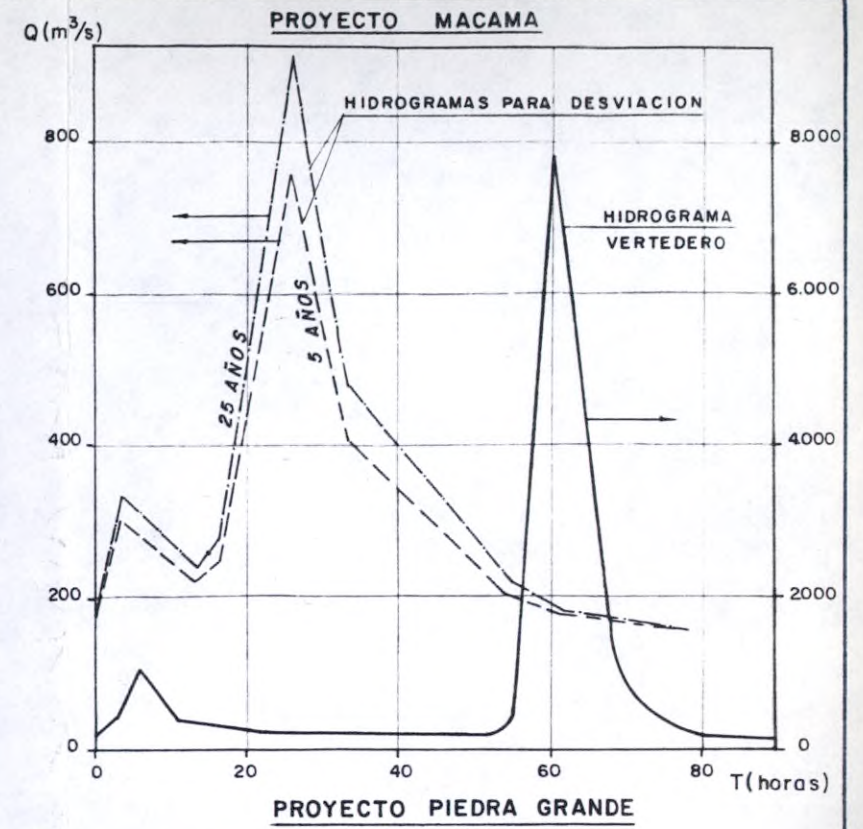
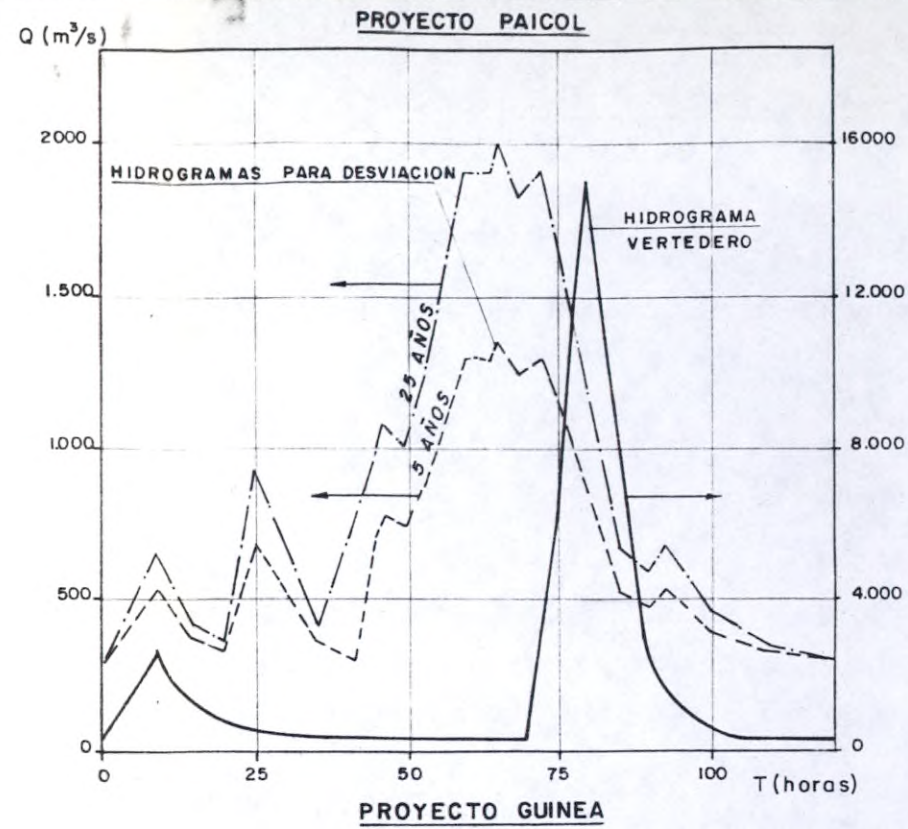
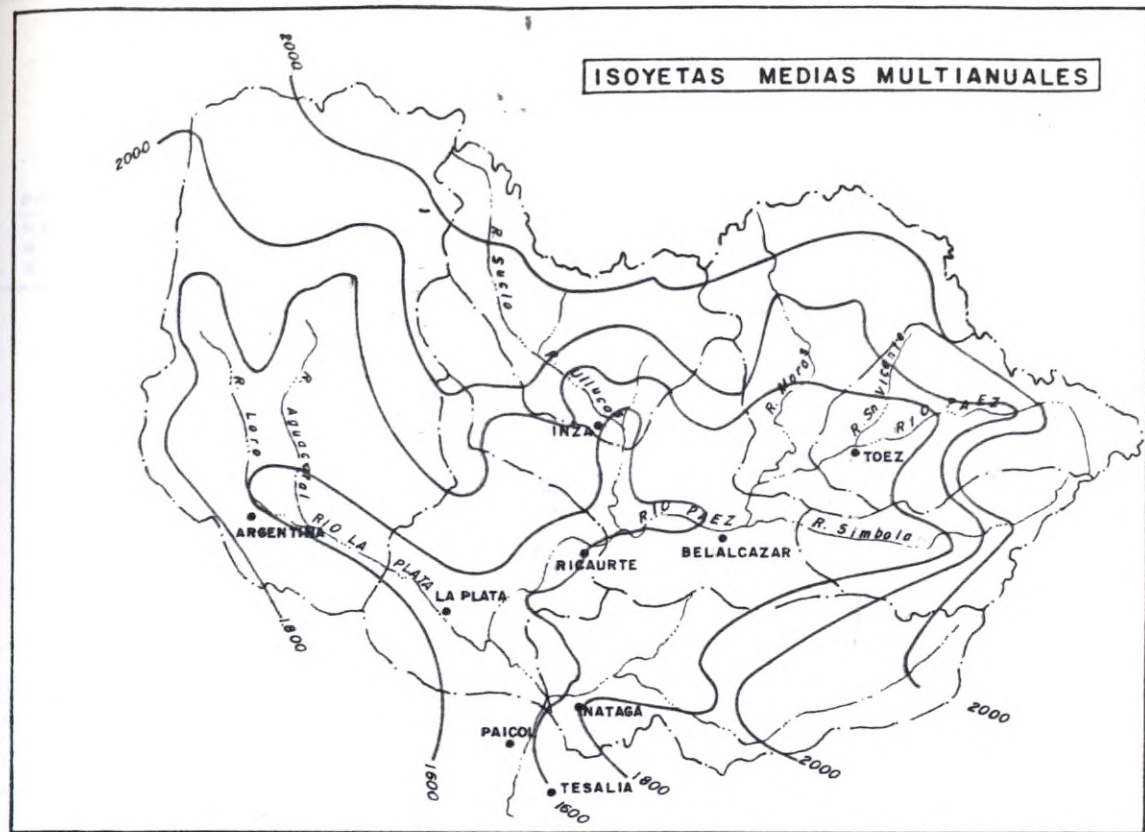
CONVENCIONES	
	Túnel de fuga
	Túnel de carga
	Tubería de presión
	Almenara
	Embalse
	Casa de máquinas superficial
	Casa de máquinas subterránea
	Ríos o quebradas
	Límite de la cuenca.
	Límite departamental.
	Municipio.
	Carretera.

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

LOCALIZACION DEL DESARROLLO SELECCIONADO

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

consultoría colombiana Escala gráfica Fecha: Abril - 83 consultores civiles e hidráulicos



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

PROYECTO PAEZ - LA PLATA

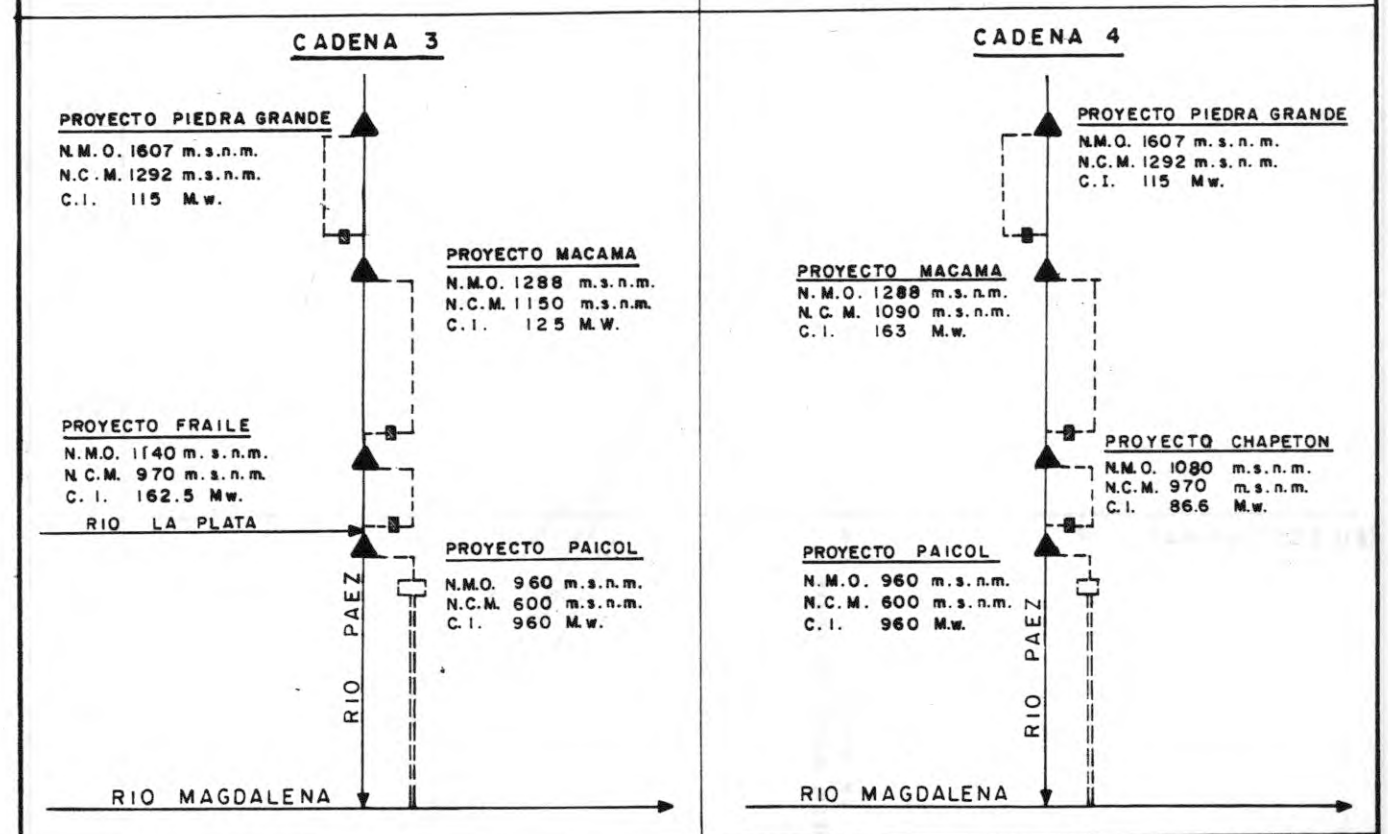
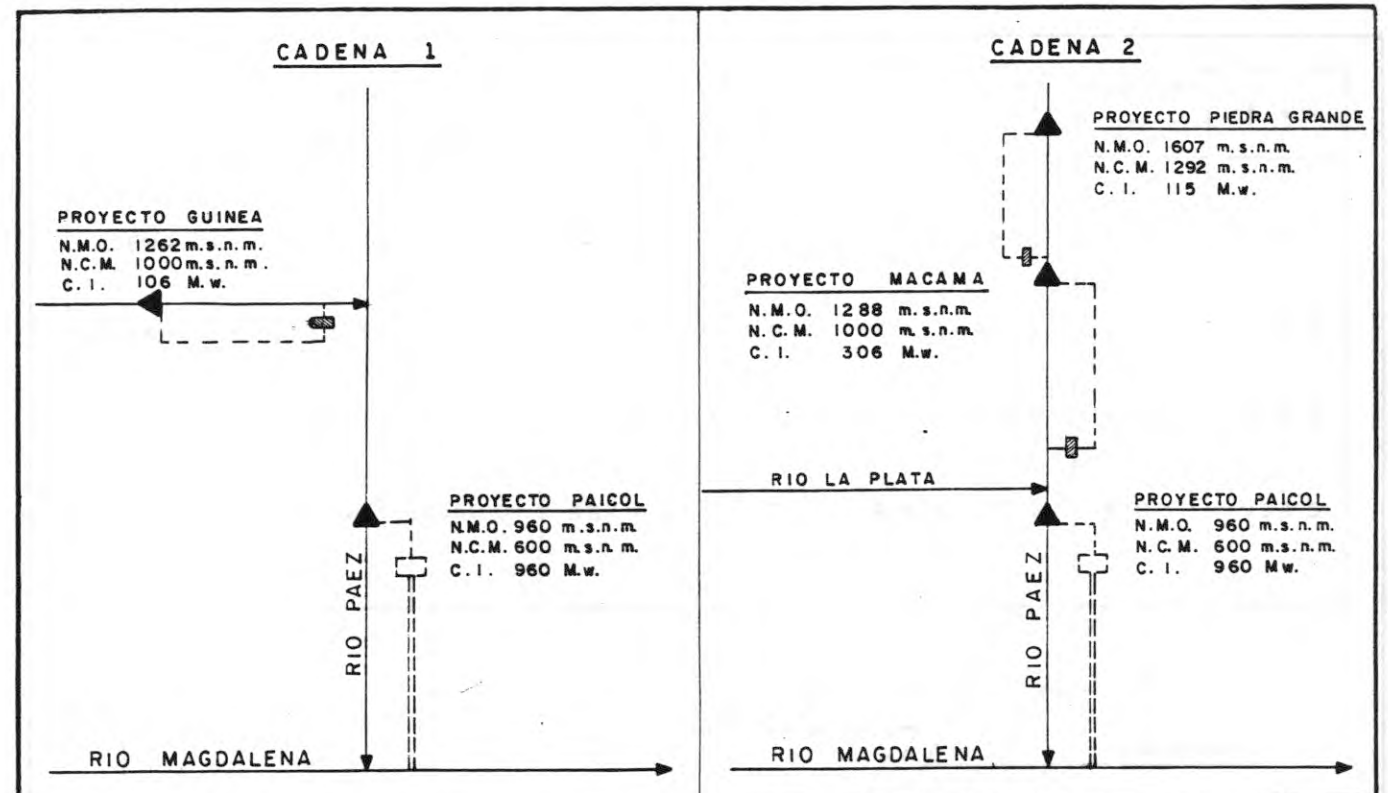
INFORMACION HIDROLOGICA DE LOS PROYECTOS

Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó:	Revisó:	Aprobó:

consultoría colombiana

Fecha: Abril/83

consultoras civiles e hidráulicas



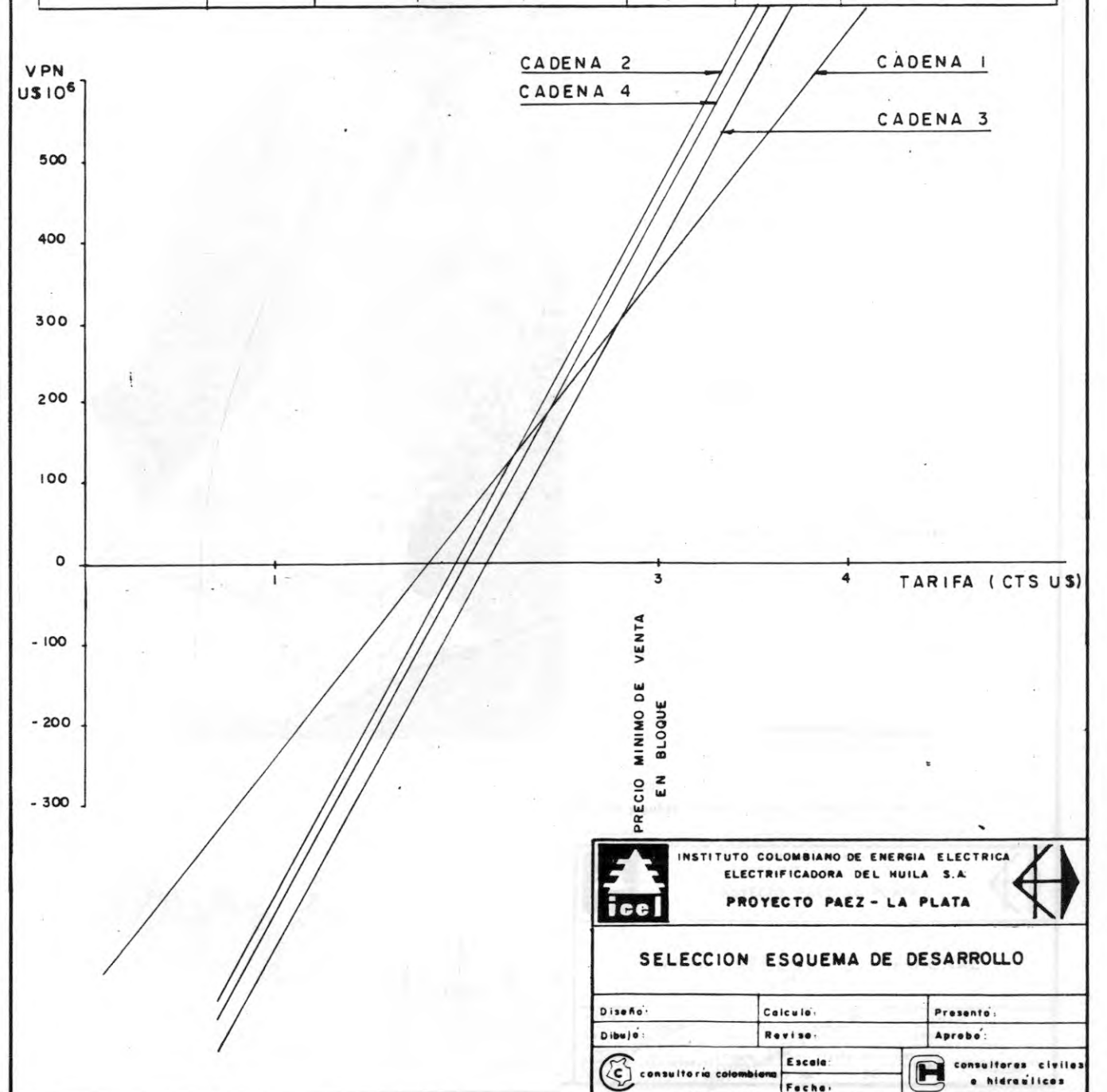
icel INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
 ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.
 PROYECTO PAEZ - LA PLATA

ALTERNATIVA DE CADENAS

Diseño:	Calculo:	Presento:
Dibujo:	Reviso:	Aprobo:
Escala: Indicado	Fecha: Abril/83	consultores civiles e hidraulicos

FIGURA 5

ALTERNATIVA	E. MEDIA	F. CONT.	COSTO	VPN 1	VPN 2	VPN 3	CAP. CONF.	U\$ KW
	GWH/AÑO	GWH/AÑO	U\$ x 10 ⁶	IC/KWH U\$ x 10 ⁶	2C/KWH U\$ x 10 ⁶	4C/KWH U\$ x 10 ⁶	M.W	
CADENA 1	3923.00	2813.0	609.7	- 283.8	+ 41.9	+ 693.5	642.2	949.3
CADENA 2	5386.00	3655.0	876.9	- 429.5	+ 17.7	+ 912.3	834.4	1050.8
CADENA 3	5288.00	3567.0	930.0	- 490.0	- 51.6	+ 826.6	814.3	876.3
CADENA 4	5290.00	3550.0	887.1	- 447.7	- 8.4	+ 870.2	810.5	1094.5



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

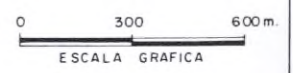
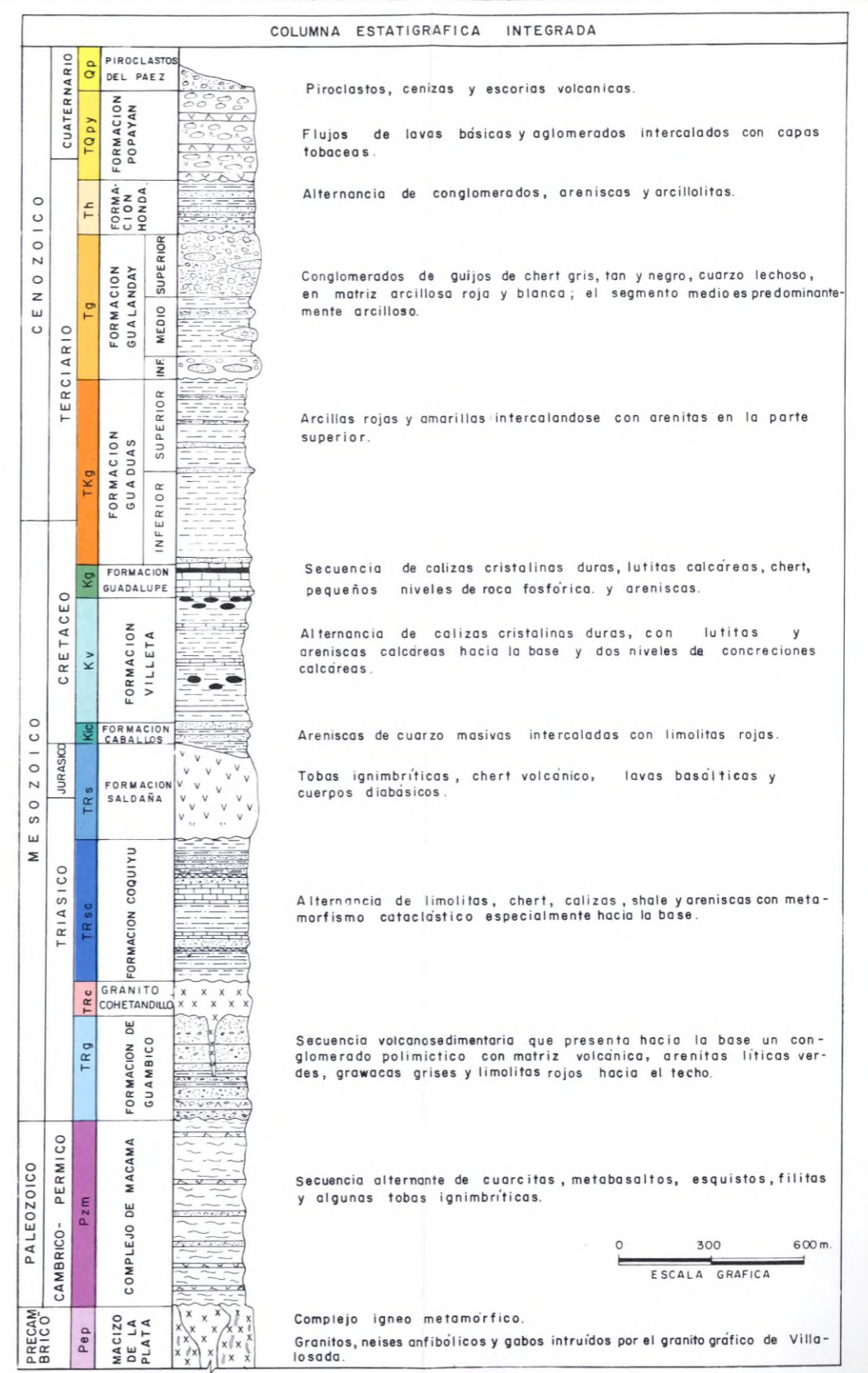
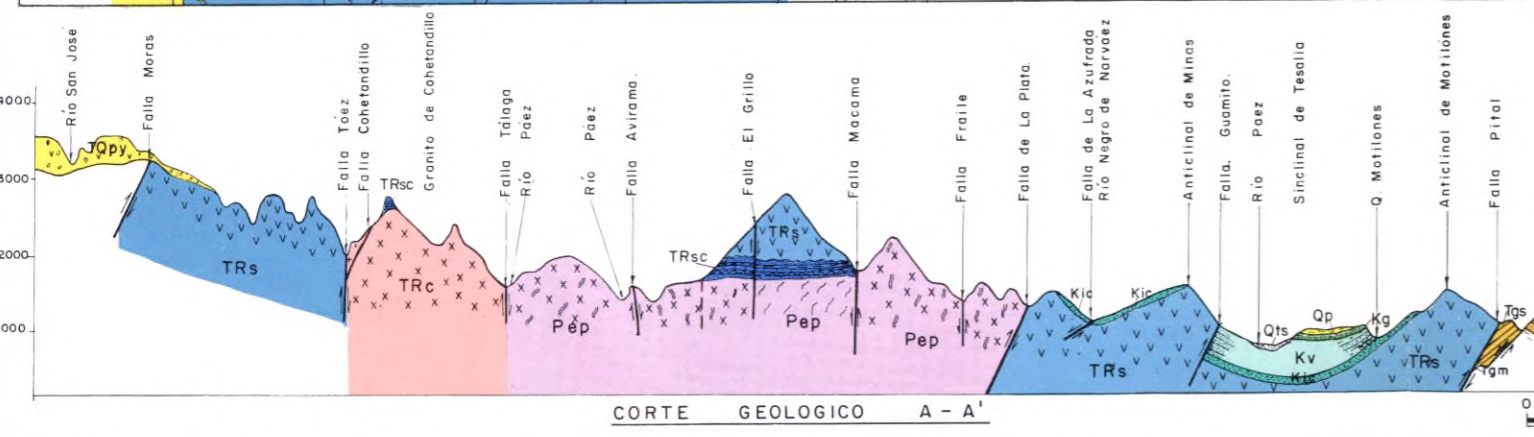
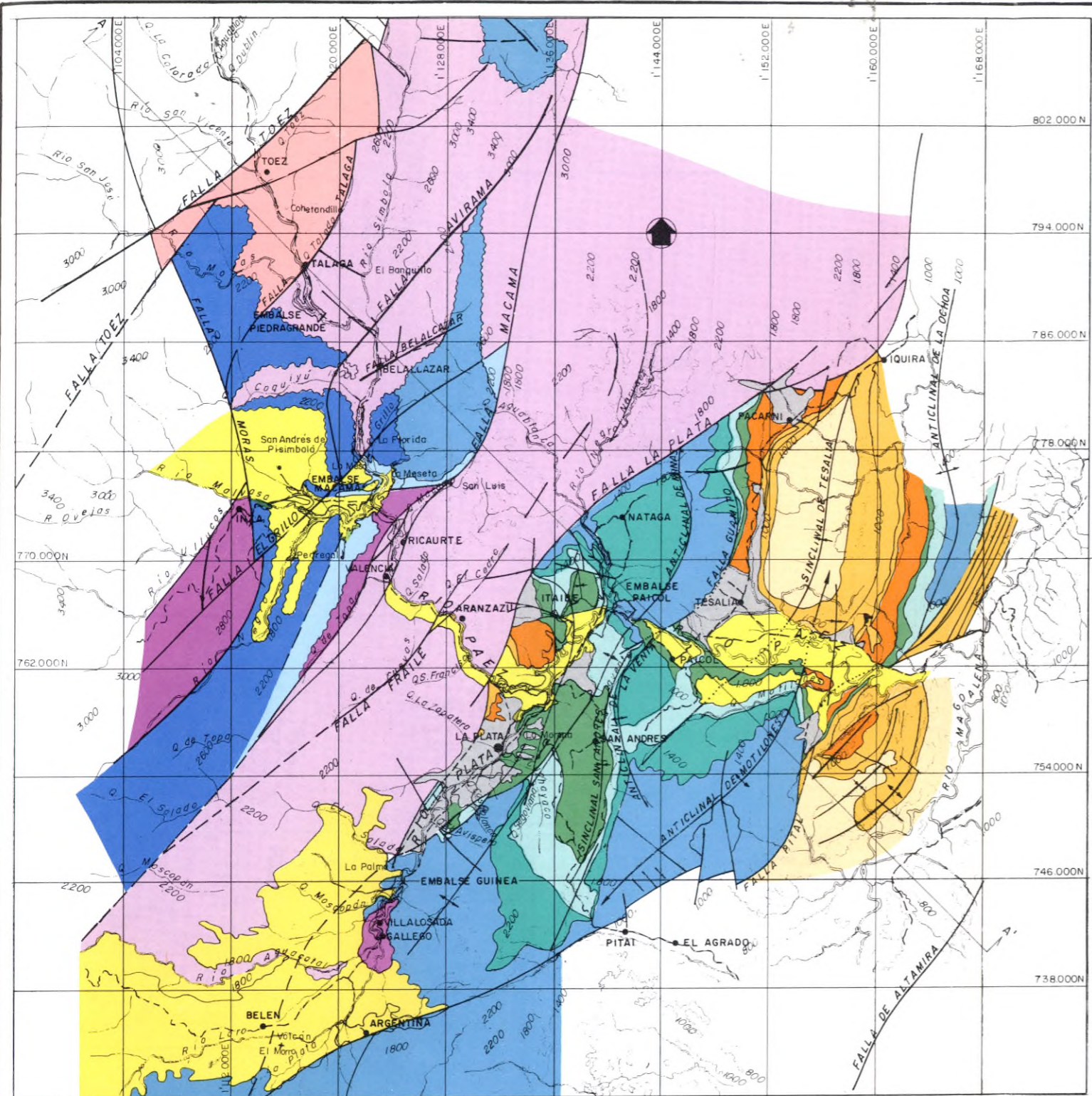
SELECCION ESQUEMA DE DESARROLLO

Diseño:	Calculo:	Presento:
Dibujo:	Revise:	Aprobó:

Escala: _____
Fecha: _____

consultoria colombiana consultores civiles e hidráulicos

FIGURA 6



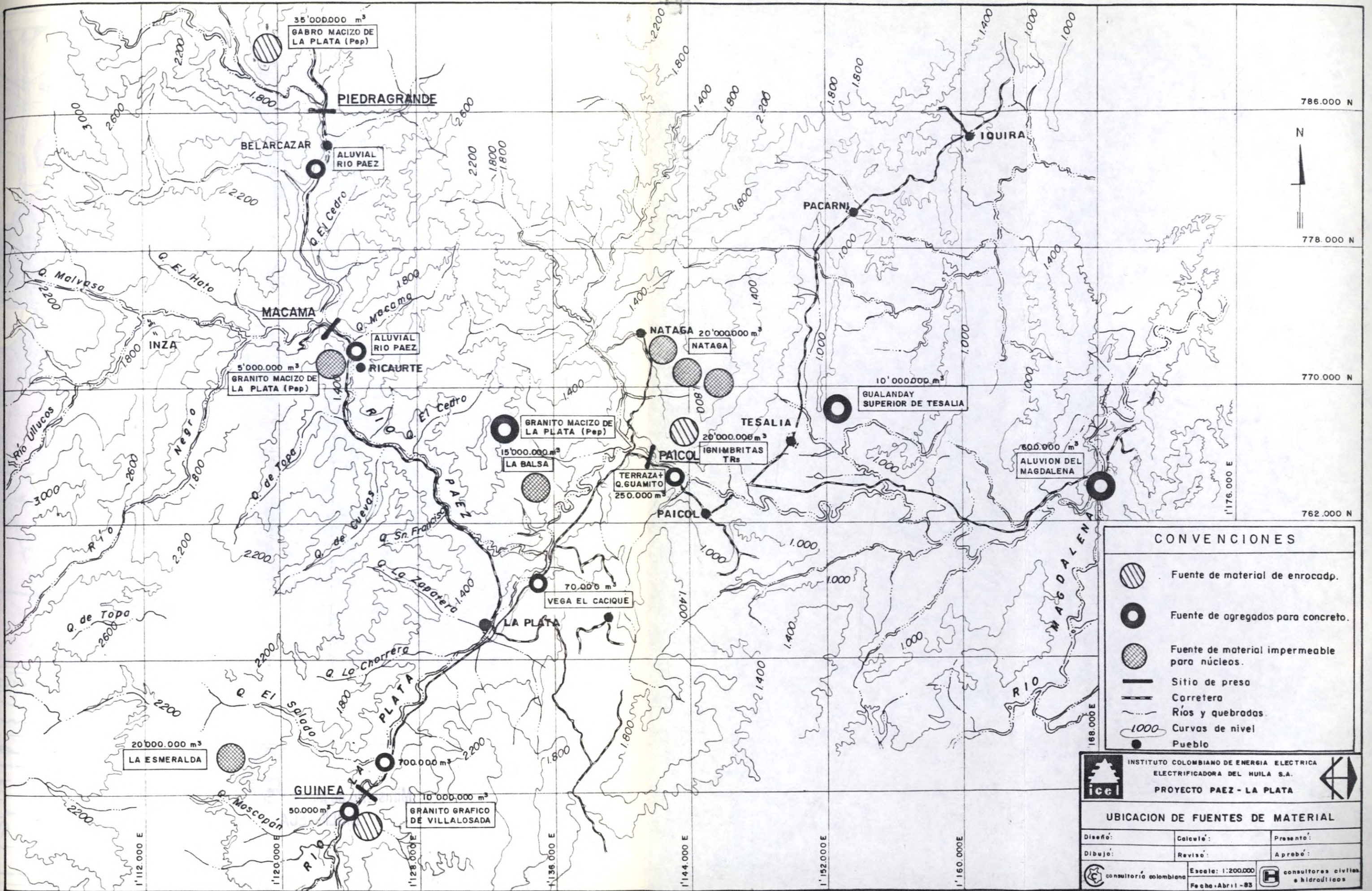
- CONVENCIONES**
- Contacto geológico.
 - Estructura geológica inferida
 - ~ Discordancia
 - - - Fallamiento
 - - - Falla geológica inferida.
 - ∩ Anticlinal
 - ∪ Sinclinal
 - Río
 - Curva de nivel
 - Población

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









PROYECTO PAEZ-LA PLATA



MAPA GEOLOGICO REGIONAL

Diseño:	Calculo:	Presento:
Dibujó: N. B.	Revisó:	Aprobó:
Escala grafica		Fecha: Abril-1983
CONSULTORIA COLOMBIANA		PLANO No DE
CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS		





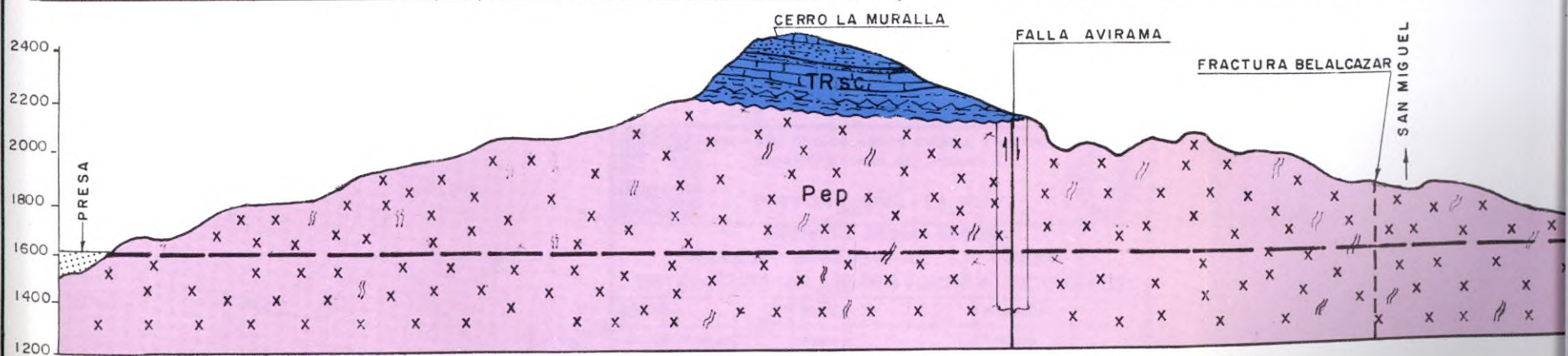
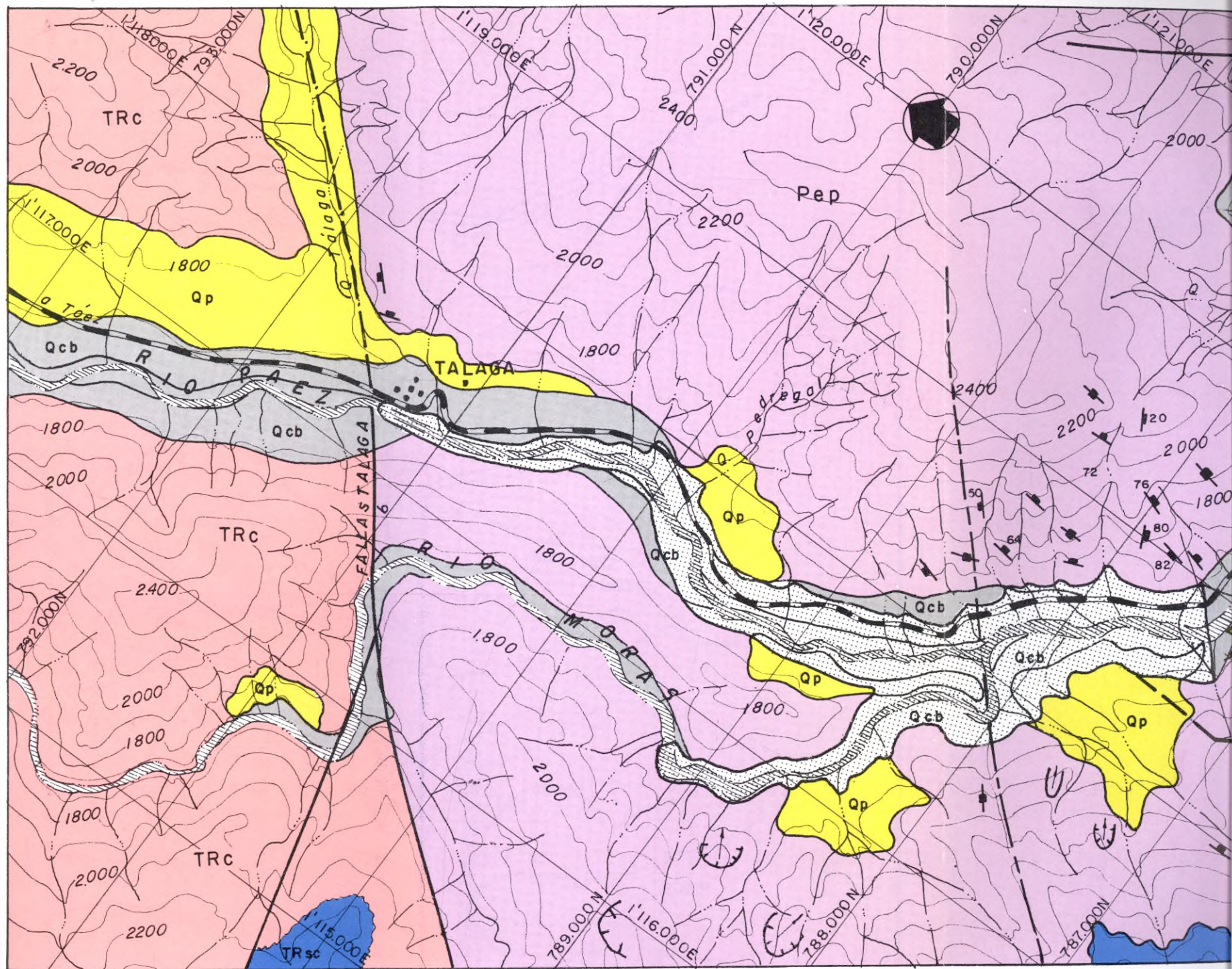
CONVENCIONES

-  Fuente de material de enrocapd.
-  Fuente de agregados para concreto.
-  Fuente de material impermeable para núcleos.
-  Sitio de presa
-  Carretera
-  Ríos y quebradas.
-  Curvas de nivel
-  Pueblo

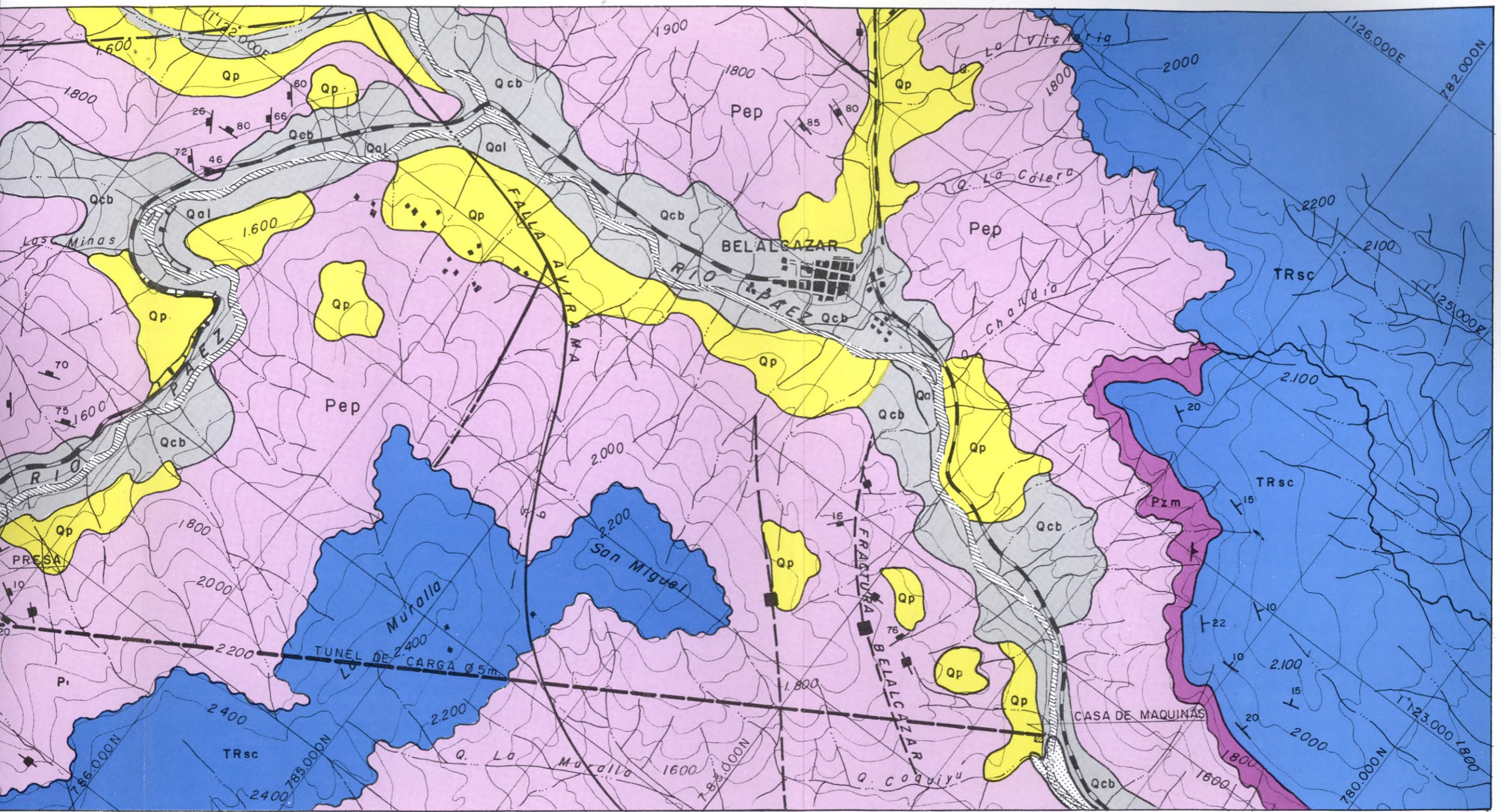
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.
PROYECTO PAEZ - LA PLATA 

UBICACION DE FUENTES DE MATERIAL

Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujo:	Revisó:	Aprobó:
 consultoría colombiana	Escala: 1:200.000 Fecha: Abril - 83	 consultoras civiles e hidráulicas



CORTE GEOLOGICO A TRAVES DEL TUNEL DE CARGA



CONVENCIONES LITOLÓGICAS

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

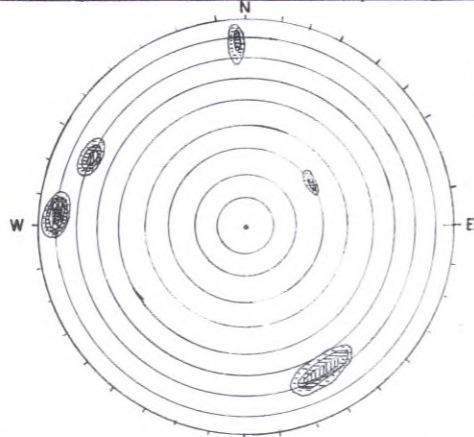
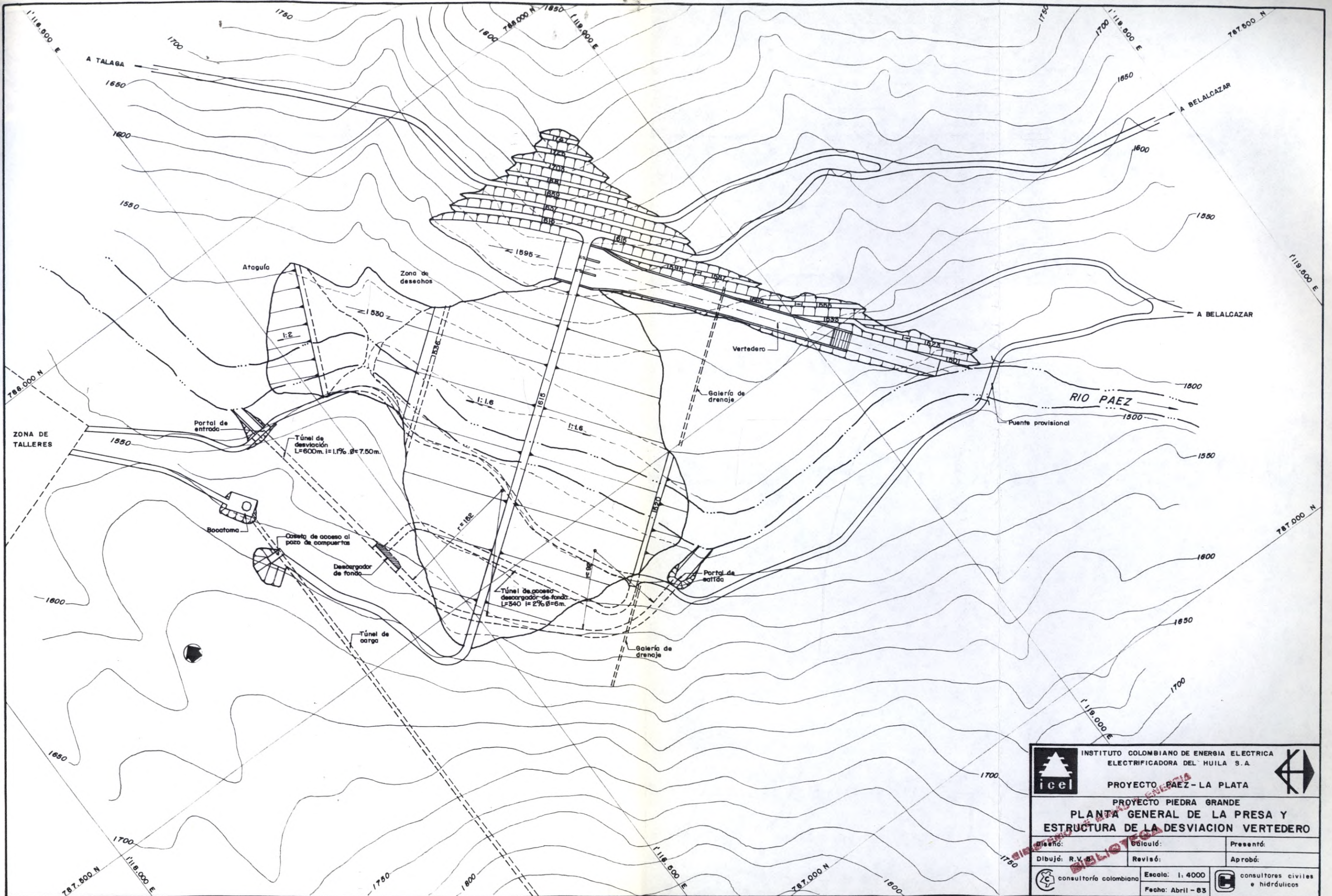


DIAGRAMA POLAR DE DIACLASAS

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		
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujo: N.B.A.	Revisó:	Aprobó:
consultoria colombiana		consultores civiles e hidráulicos
Escala: 1:25,000		Fecha: Abril/83







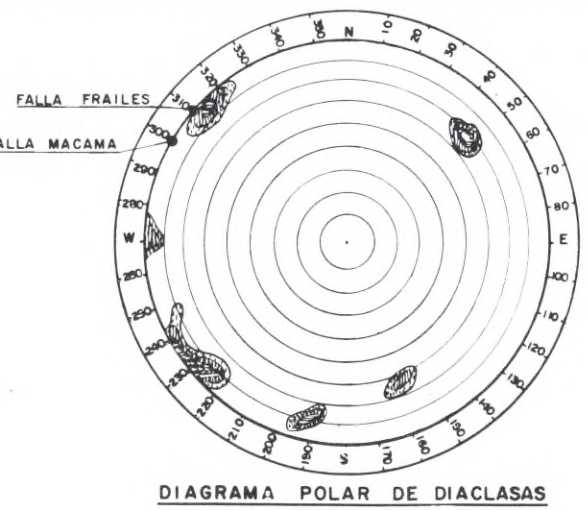
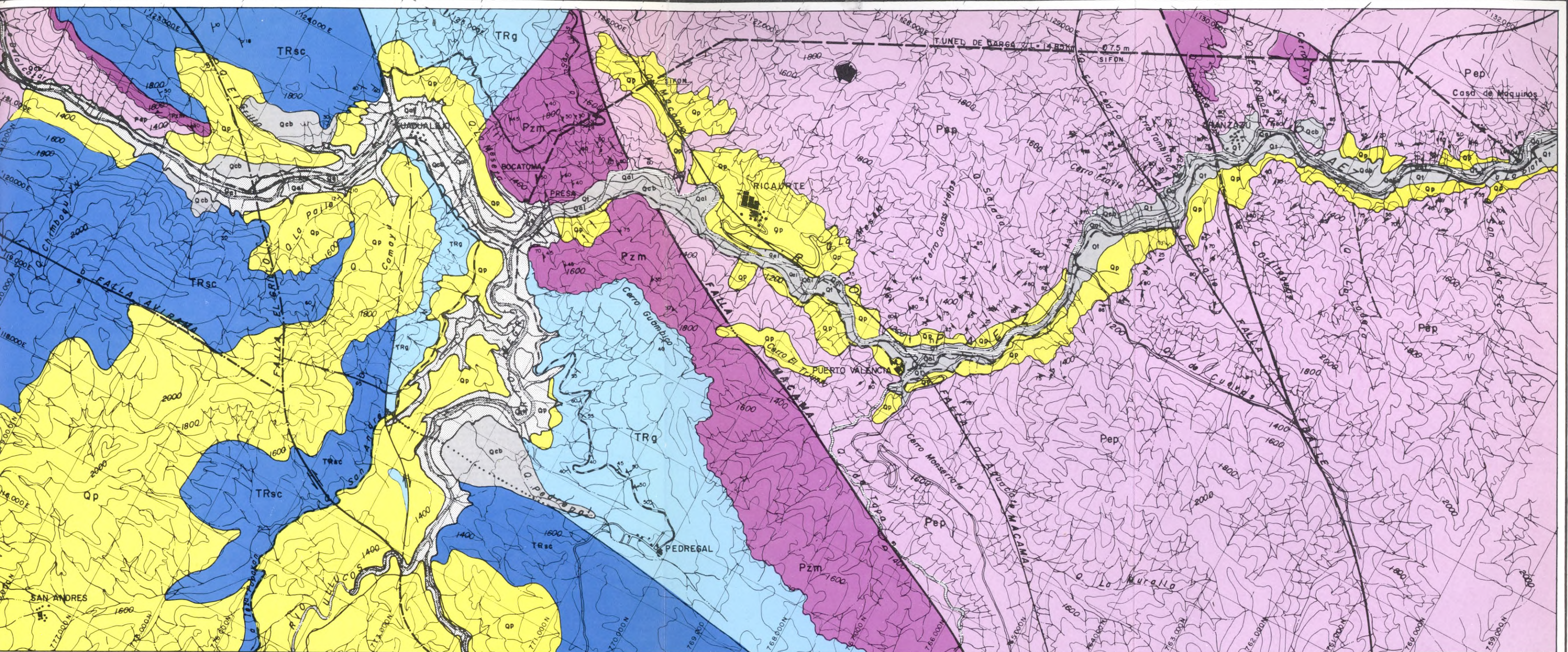
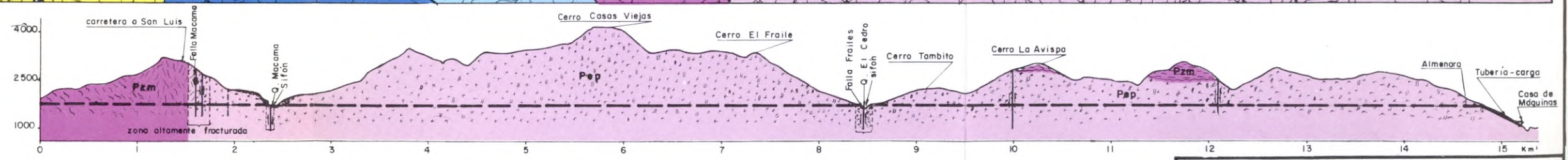
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRICIDAD DEL HUILA S.A.					
PROYECTO PAEZ - LA PLATA					
PROYECTO PIEDRA GRANDE PLANTA GENERAL DE LA PRESA Y ESTRUCTURA DE LA DESVIACION VERTEDERO					
Diseño:		Calculó:		Presentó:	
Dibujó: R.V.B.		Revisó:		Aprobó:	
 consultoría colombiana		Escala: 1:4000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

FIGURA 8



5%
4%
3%
2%
420 POLOS



CONVENCIONES LITOLÓGICAS

	Maciza de la Plata (neises - granitos - gabros).		Formación Coquiú (shale - limos - chert - calizas - areniscas con cataclasis fuerte a incipiente).
	Complejo de Macama (esquistos - cuarcitas - tobas 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

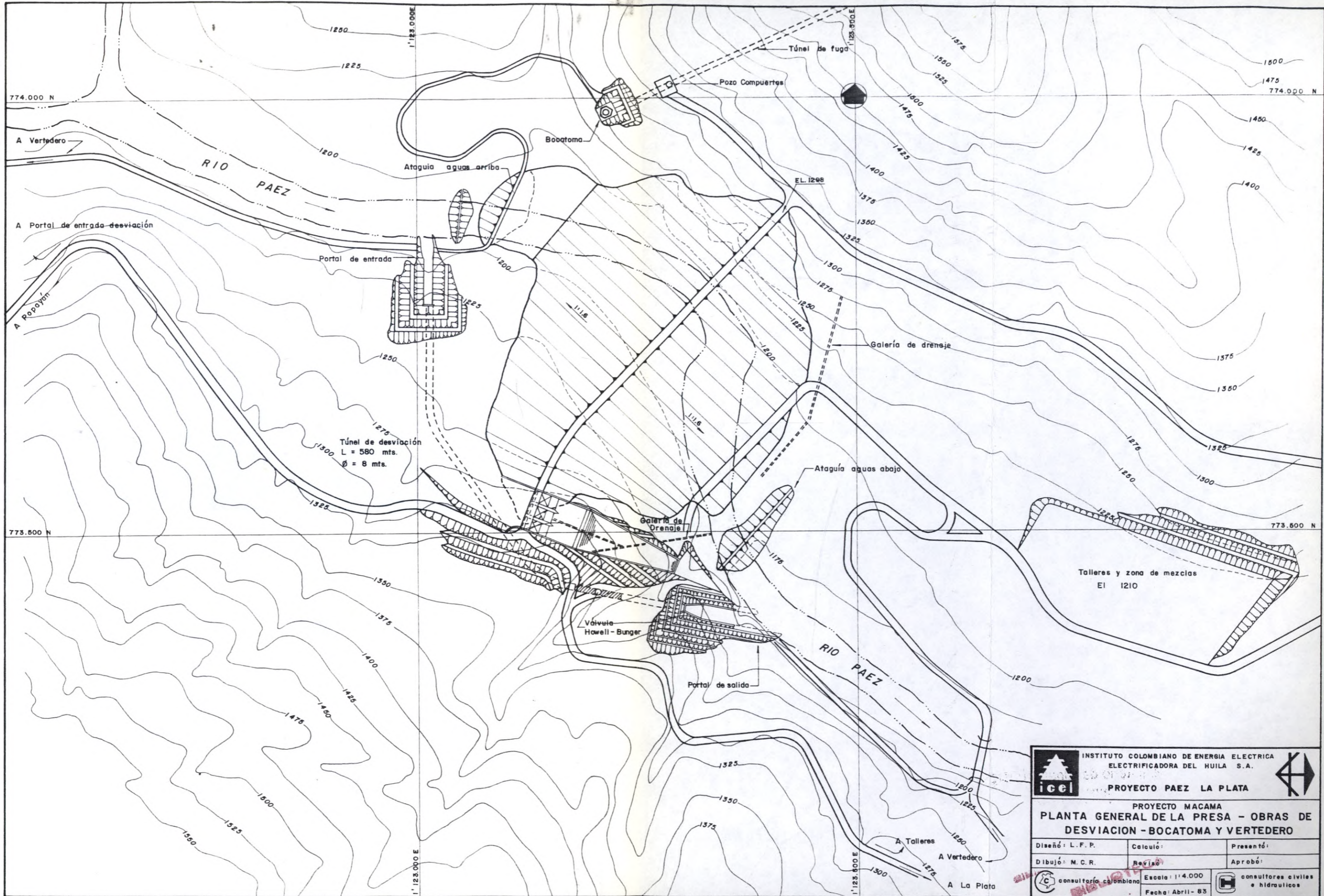
	Contacto geológico definido.		Rumbo y buzamiento de las capas.
	Contacto geológico inferido.		Rumbo y buzamiento de foliación.
	Contacto geológico probable.		Diaclasa vertical.
	Contacto geológico discordante.		Zona de deslizamiento activo.
	Borde de terraza.		Zona de influencia cataclástica y milonitas.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


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

PROYECTO PAEZ-LA PLATA

PROYECTO MACAMA
GEOLOGIA REGIONAL

Diseño: N B A	Calculó:	Presentó:
Revisó:	Escola Gráfica:	Aprobó:
Fecha Febrero-83	PLANO No. DE	CONSULTORES CIVILES E HIDRAULICOS




INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA 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 10

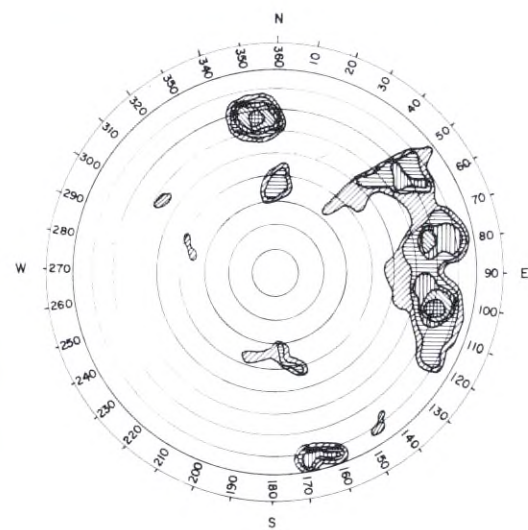
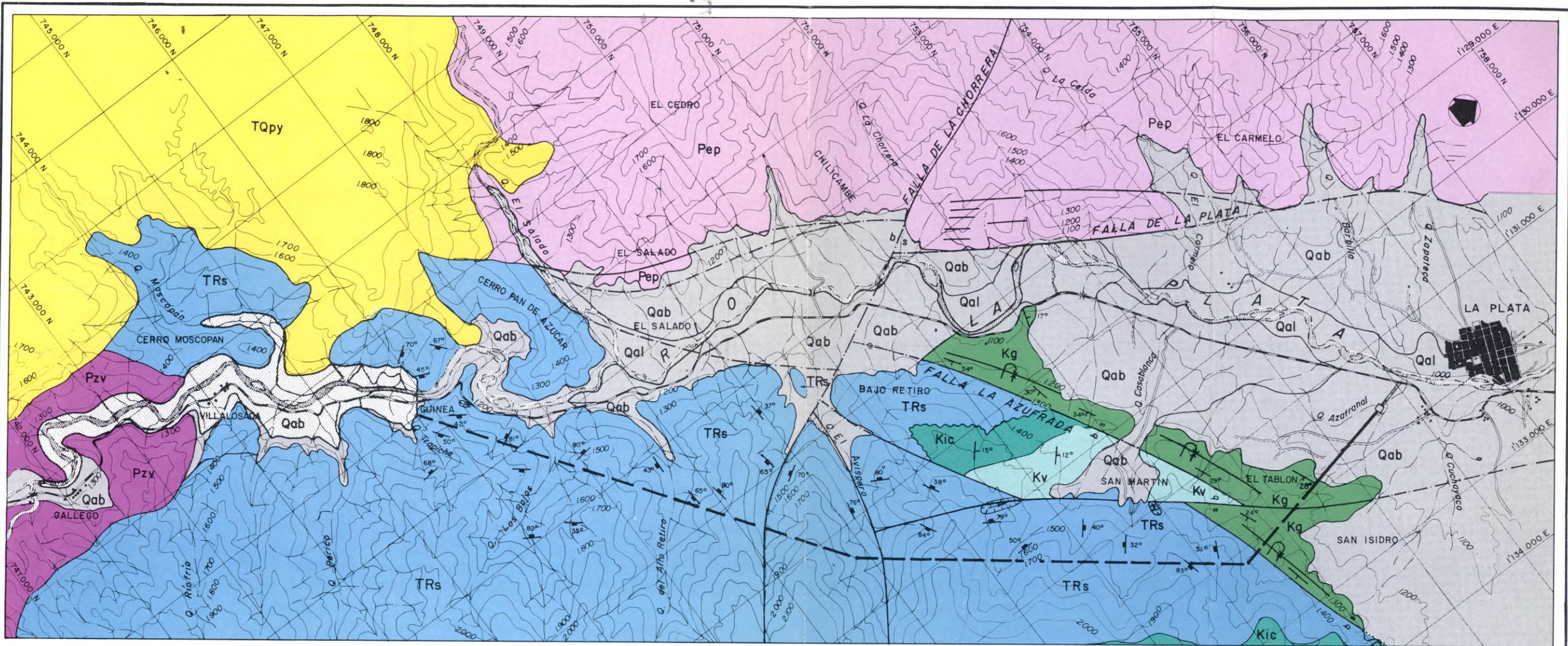
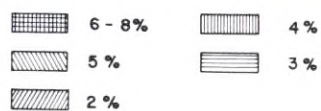
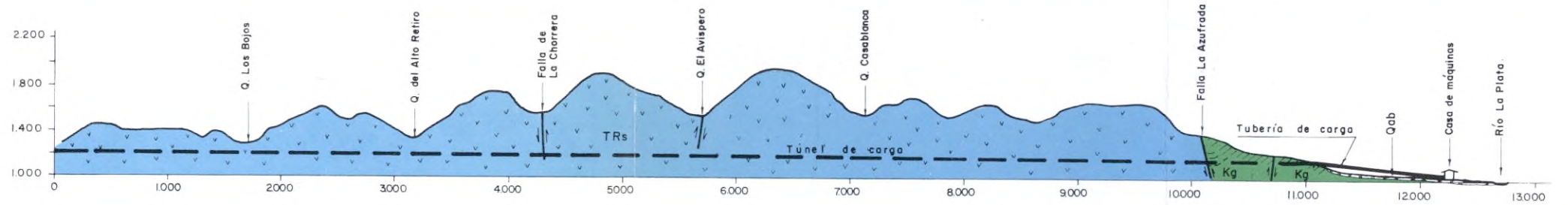


DIAGRAMA POLAR DE DIACLASAS



250 polos



CORTE GEOLOGICO LONGITUDINAL DEL TUNEL Y TUBERIA DE CARGA

CONVENCIONES LITOLOGICAS	
	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 diaclasa.
	Rumbo y buzamiento de las capas.
	Zona de deslizamiento activo.
	Trazo de túnel.



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

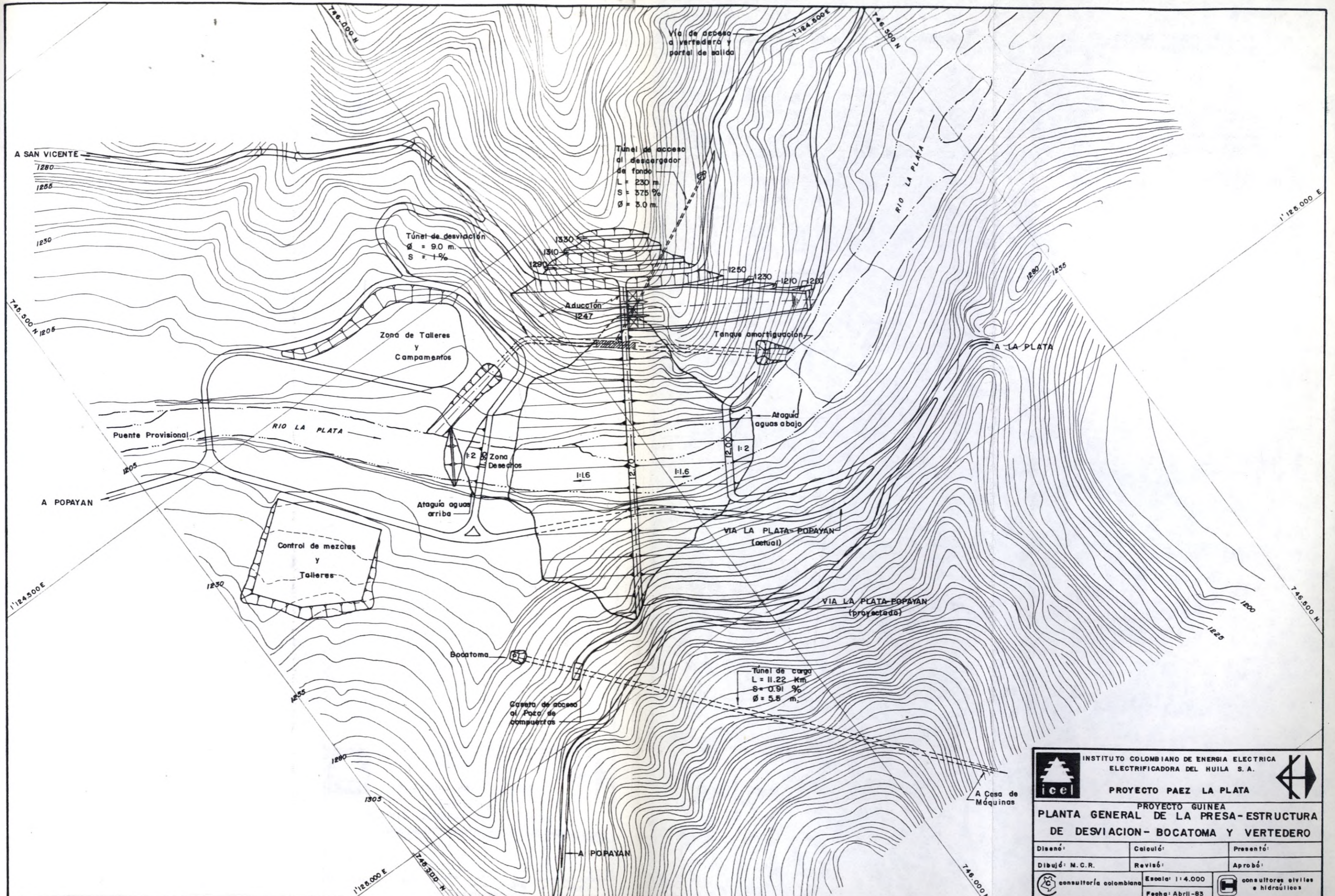
PROYECTO PAEZ LA PLATA

PROYECTO GUINEA

GEOLOGIA REGIONAL

Diseño: H. P.	Calculó:	Presentó:
Dibujó: G.R.	Revisó:	Aprobó:
Escala: gráfica		Fecha: Abril - 83
CONSULTORIA COLOMBIANA		CONSTRUCTORES CIVILES E HIDRAULICOS

PLANO No. DE



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

PROYECTO PAEZ LA PLATA

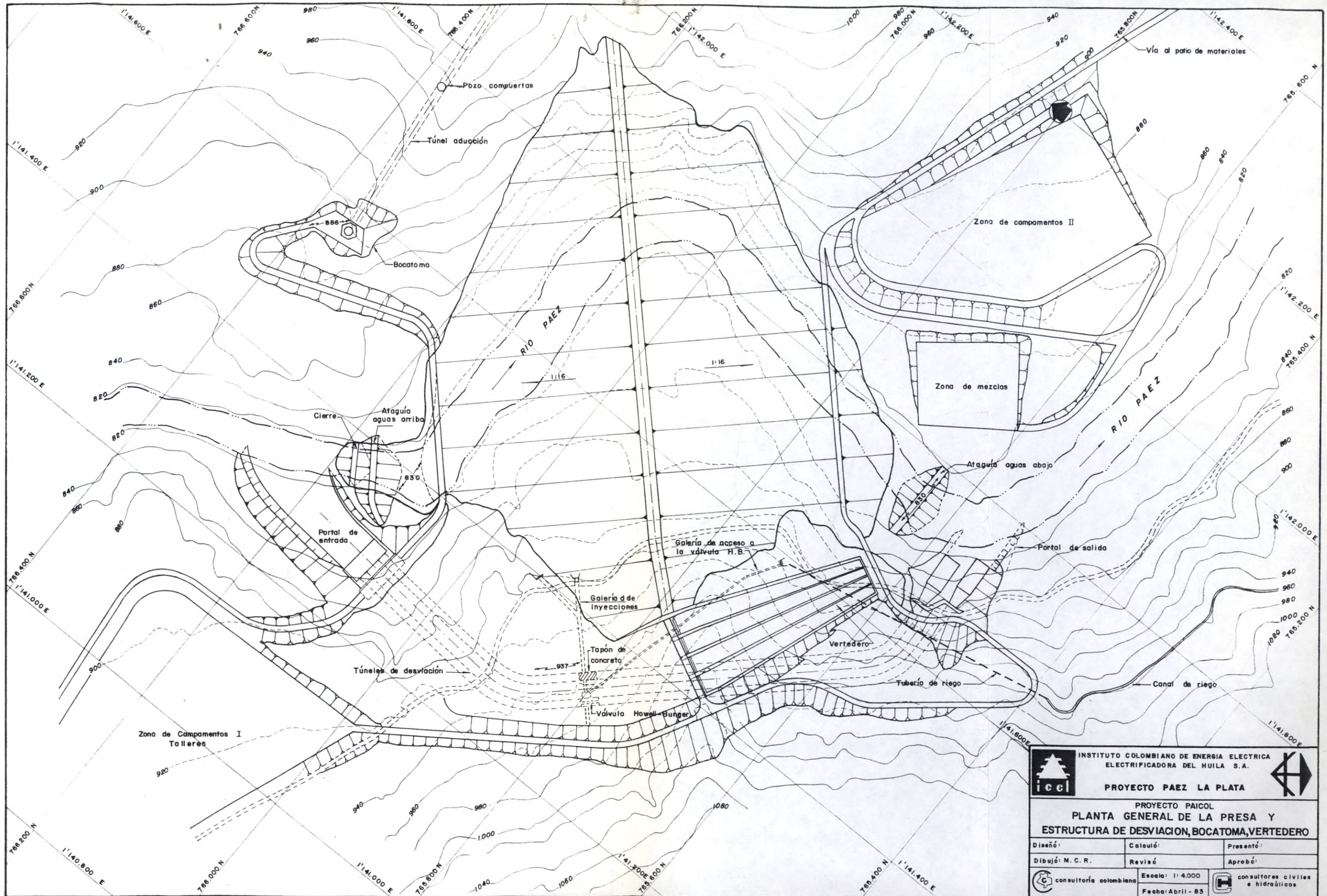
**PROYECTO GUINEA
PLANTA GENERAL DE LA PRESA-ESTRUCTURA
DE DESVIACION-BOCATOMA Y VERTEDERO**

Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:

Escala: 1:4.000
Fecha: Abril-83

consultoría colombiana consultores civiles e hidráulicos

FIGURA 12







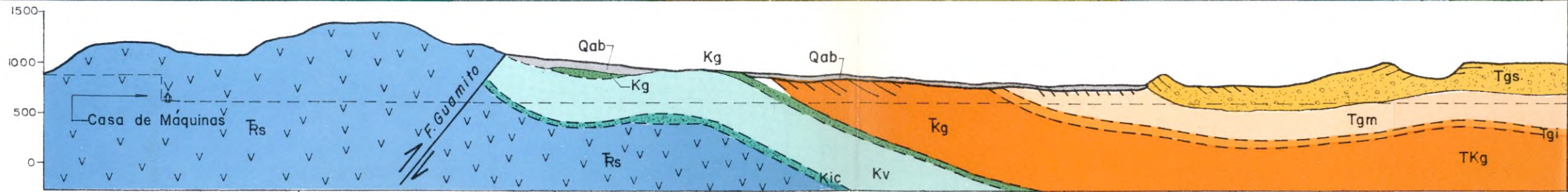
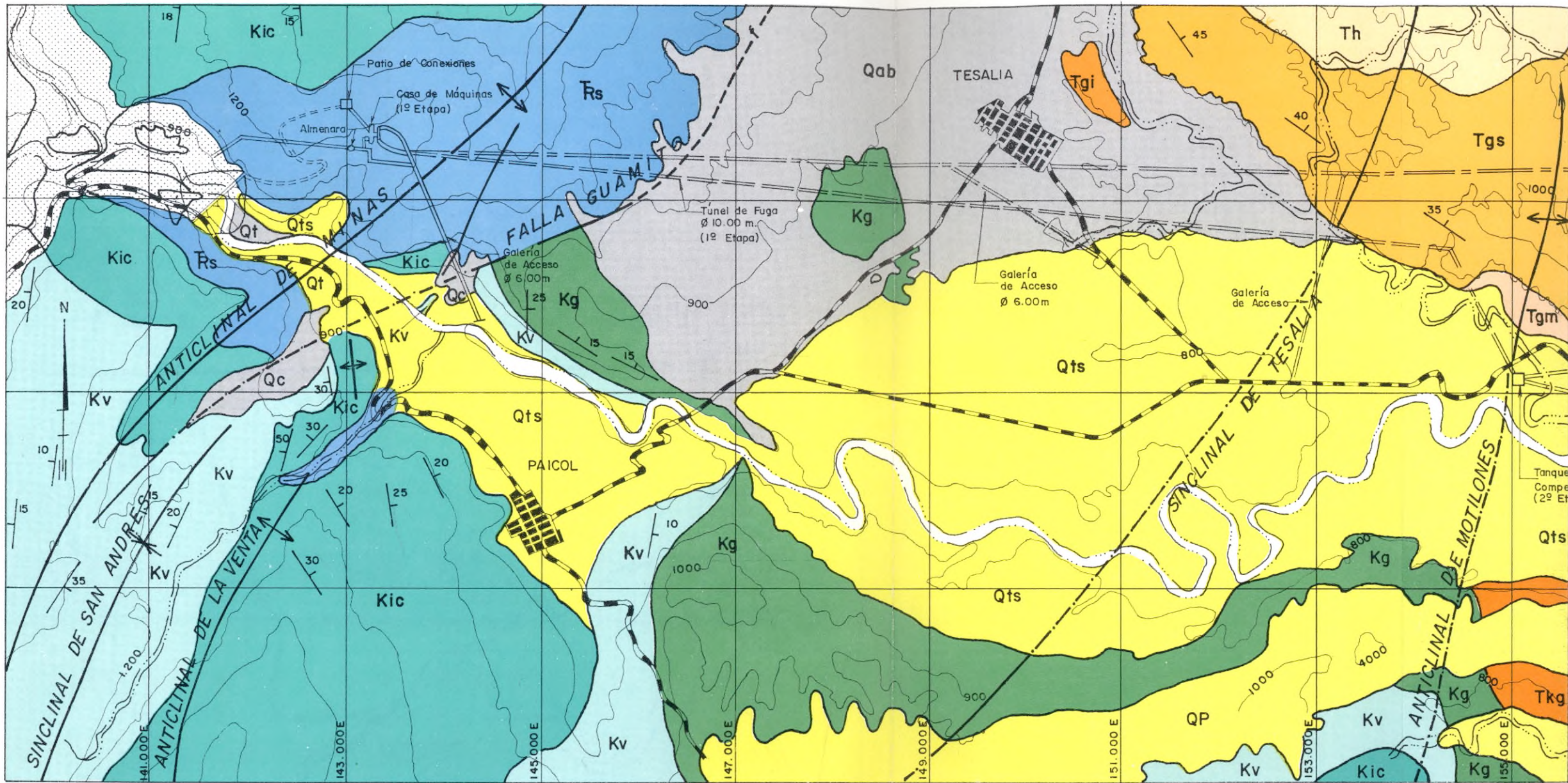
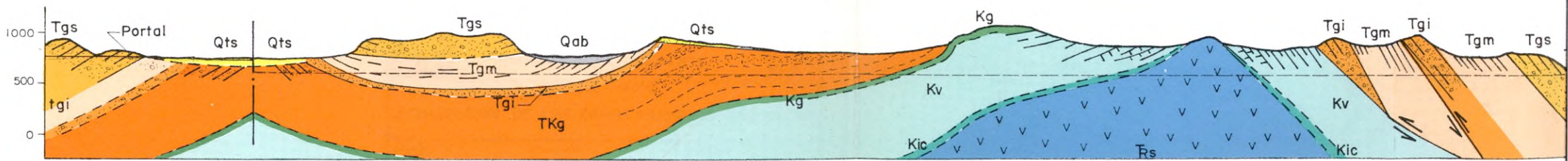
 INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRICADORA DEL HUILA S.A.			
PROYECTO PAEZ LA PLATA			
PROYECTO PAICOL PLANTA GENERAL DE LA PRESA Y ESTRUCTURA DE DESVIACION, BOCATOMA, VERTEDERO			
Diseño:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: M. C. R.	Revisó:	Aprobó:	
 consultoría colombiana	Escala: 1:4.000 Fecha: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

FIGURA 13

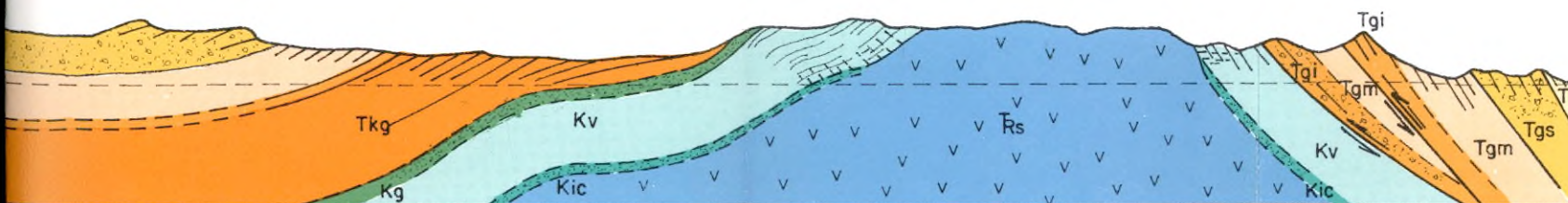
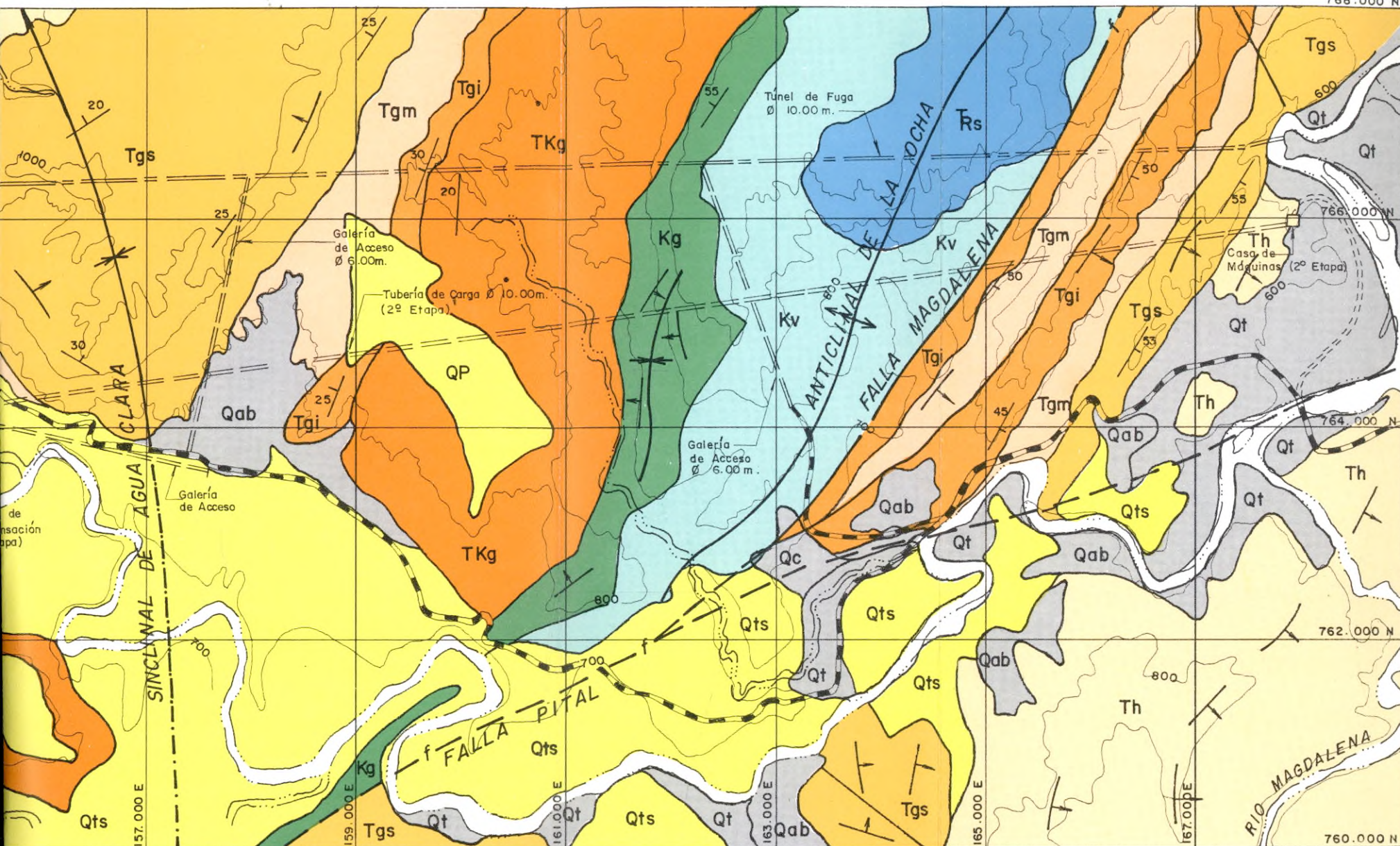


CORTE GEOLOGICO LONGITUDINAL ALTERNATIVA 1



Final de la Primera Etapa Iniciación Segunda Etapa

CORTE GEOLOGICO LONGITUDINAL ALTERNATIVA 2



CONVENCIONES LITOLÓGICAS

Qc Qab	Depósitos Coluvión Abanicos aluviales	Tkg	Formación Guaduas
Qts	Depósito Tobaceo-Sedimentarios	Kg	Formación Guadalupe
QP	Piroclastos	Kv	Formación Villeta
Th	Formación Honda	Kic	Formación Caballos
Tgs	Formación Gualanday Superior	Rsv	Formación Saldaña
Tgm	Formación Gualanday Medio		
Tgi	Formación Gualanday Inferior		

CONVENCIONES ESTRUCTURALES

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



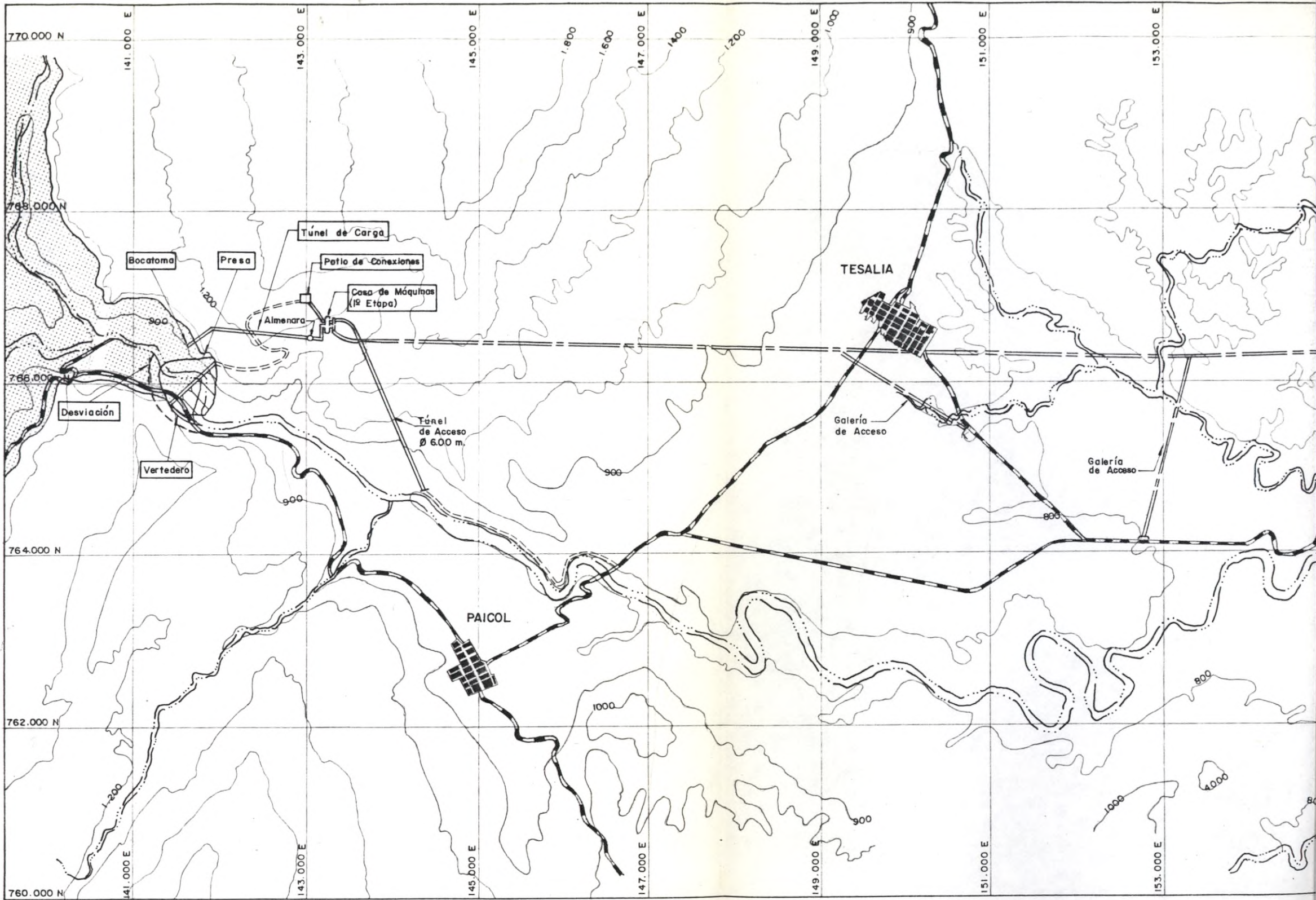
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.
PROYECTO PAEZ - LA PLATA

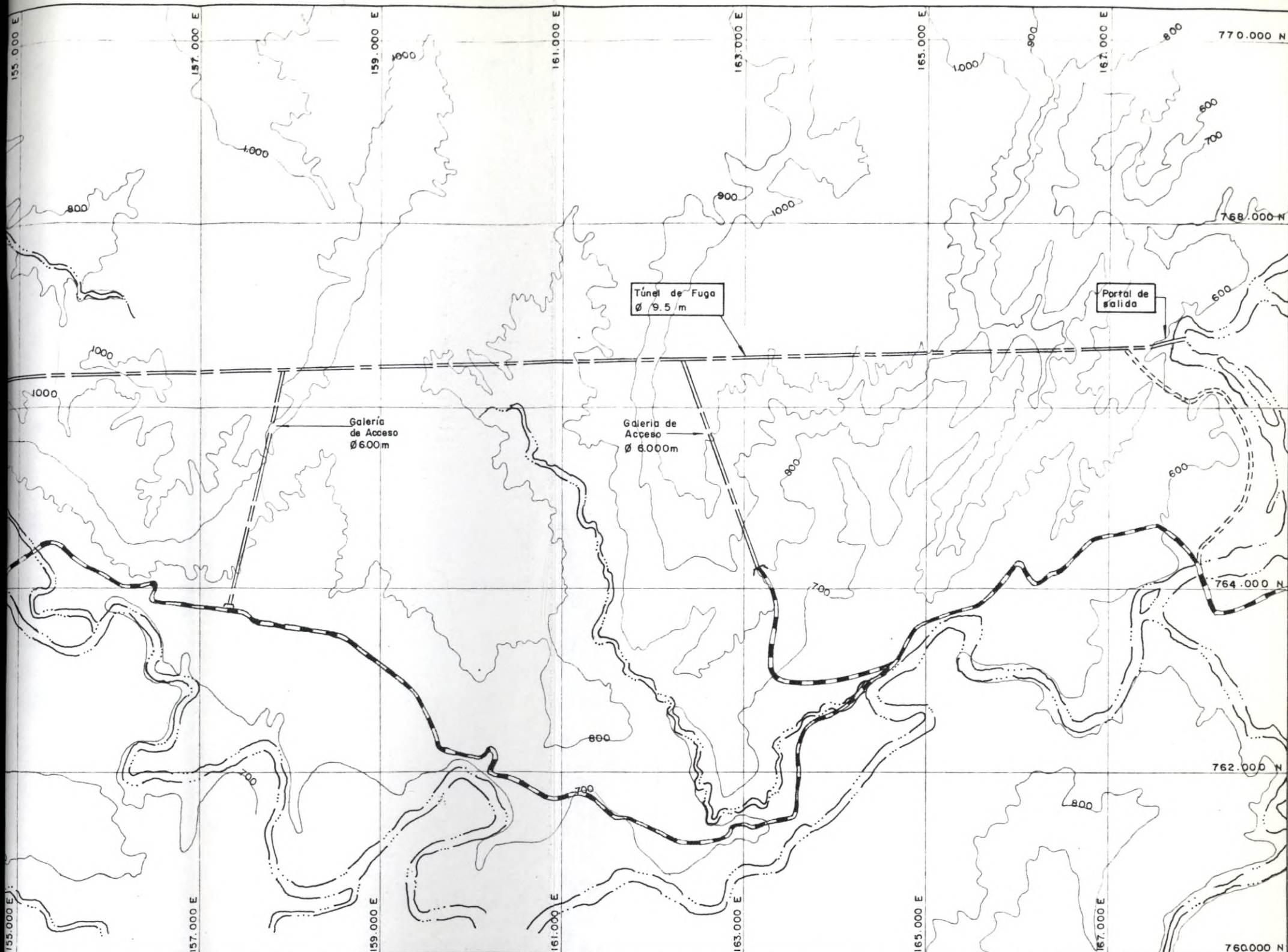




PROYECTO PAICOL

GEOLOGIA ZONA DE TUNELES

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

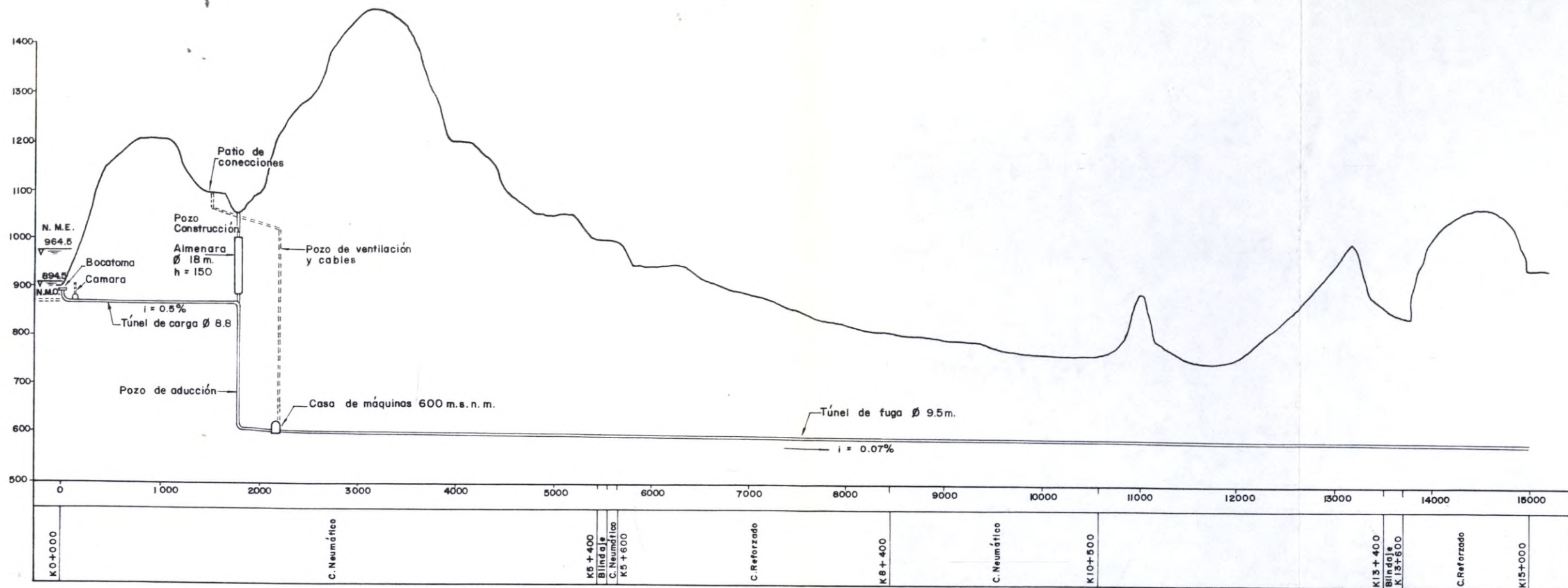
Diseño:	Calculó:	Presentó:
Dibujó: M. C. R.	Revisó:	Aprobó:


 consultoría colombiana
 Escala: Indicada


 consultores civiles e hidráulicos

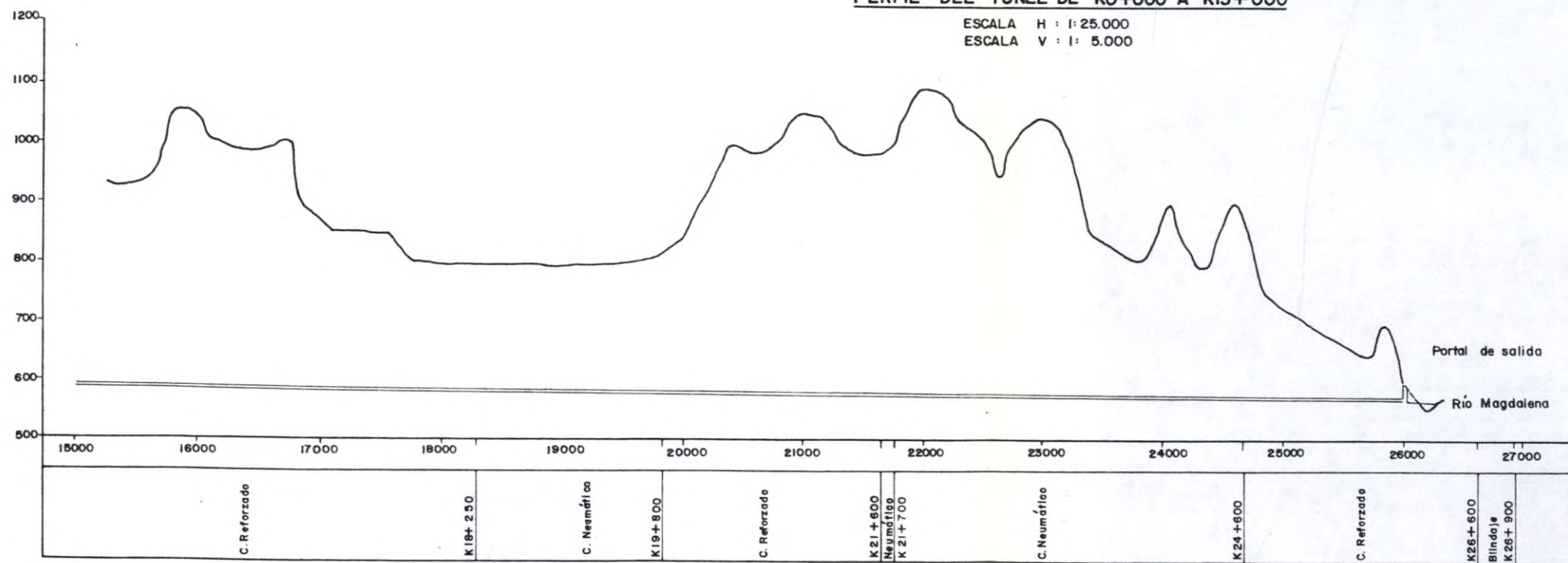
Fecha: Abril/83

FIGURA 15



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

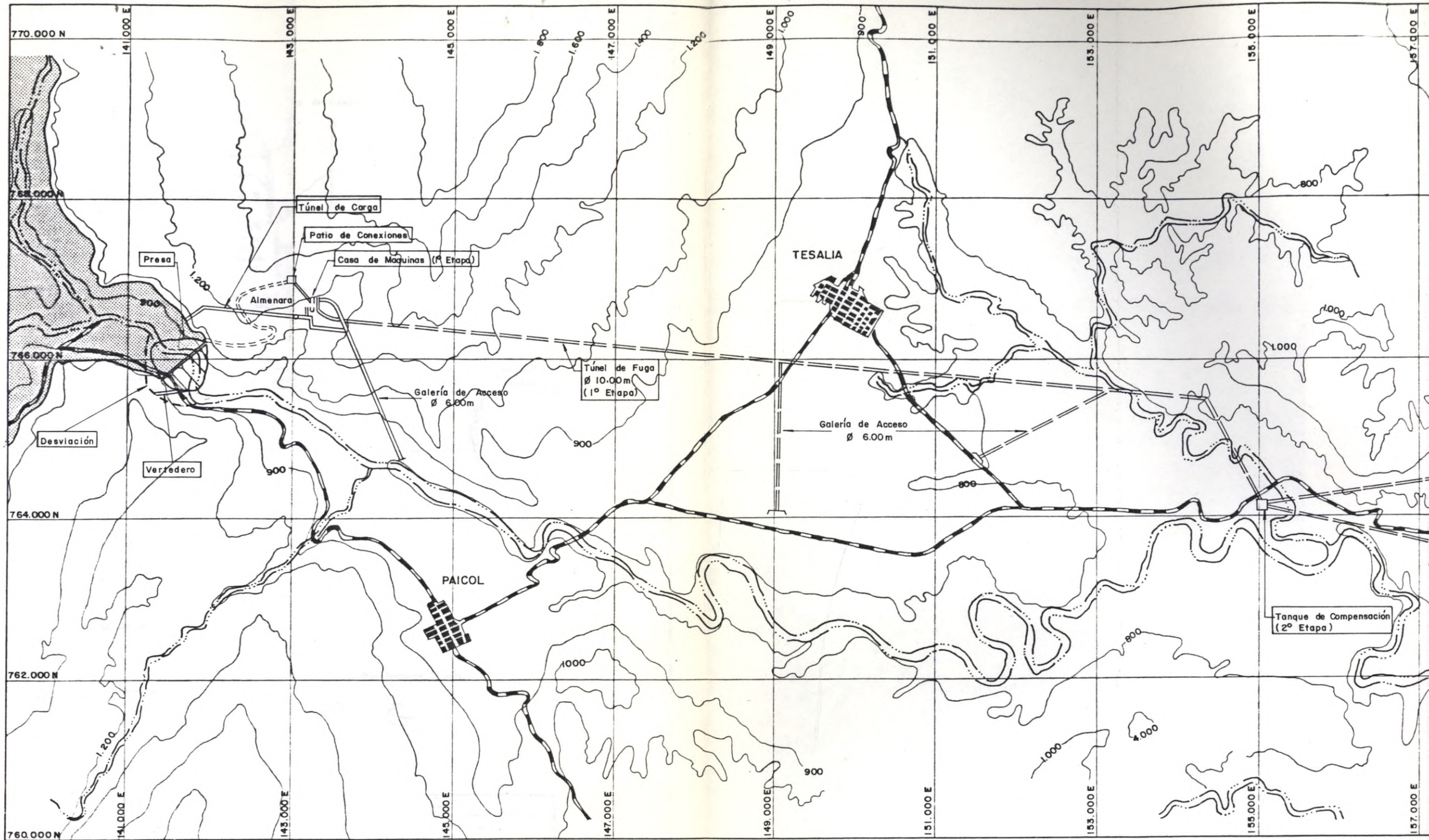
INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA
ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.

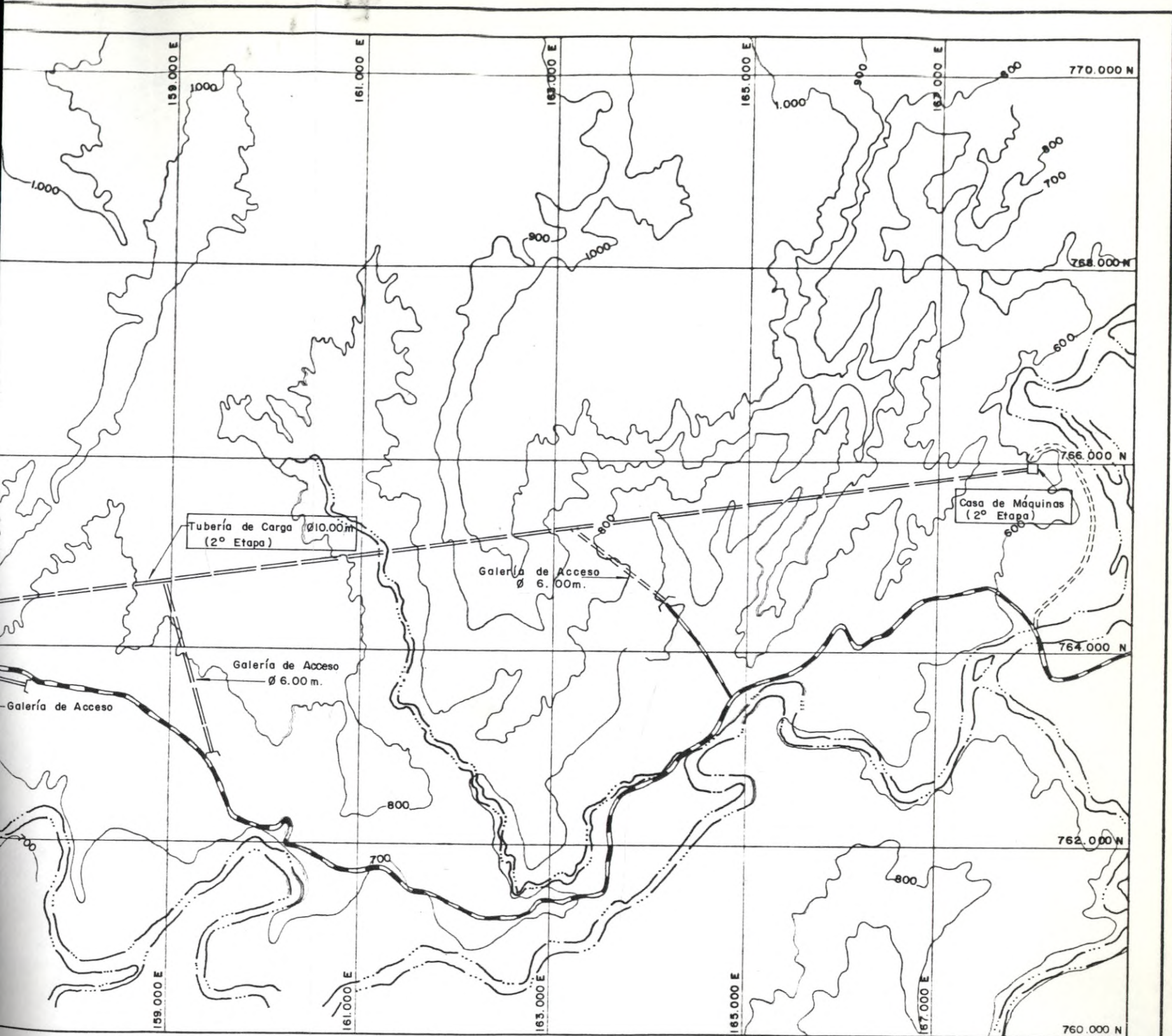
PROYECTO PAEZ LA PLATA

PROYECTO PAICOLAS

PERFIL DEL DESARROLLO EN UNA ETAPA

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








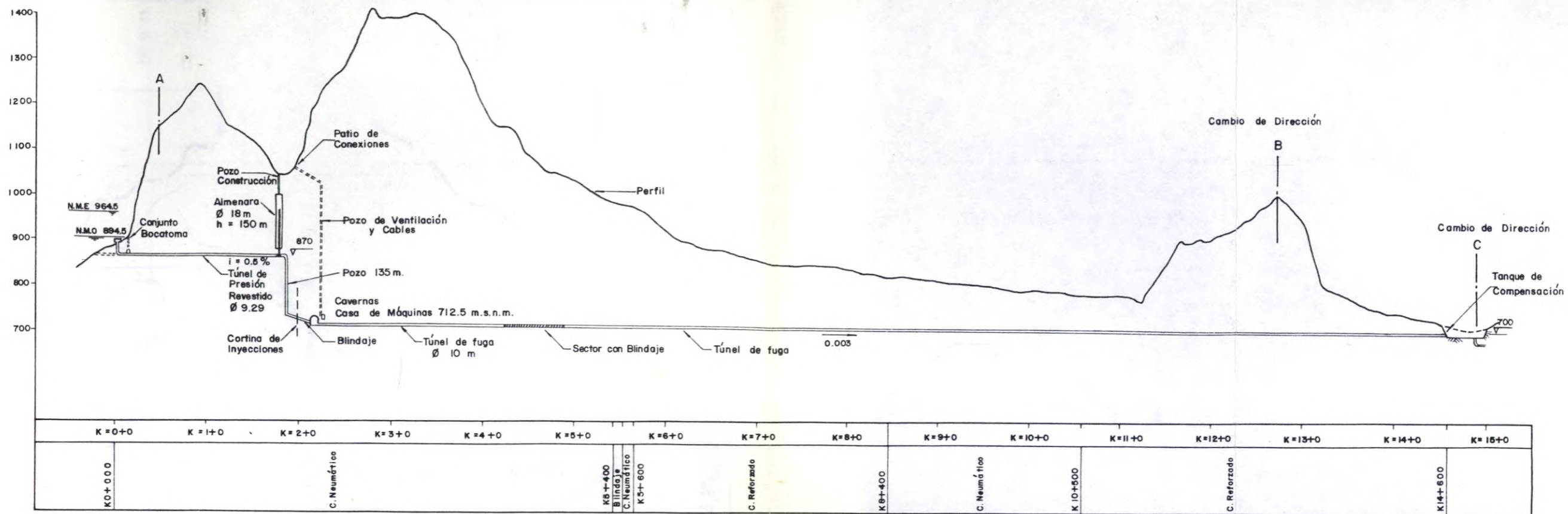
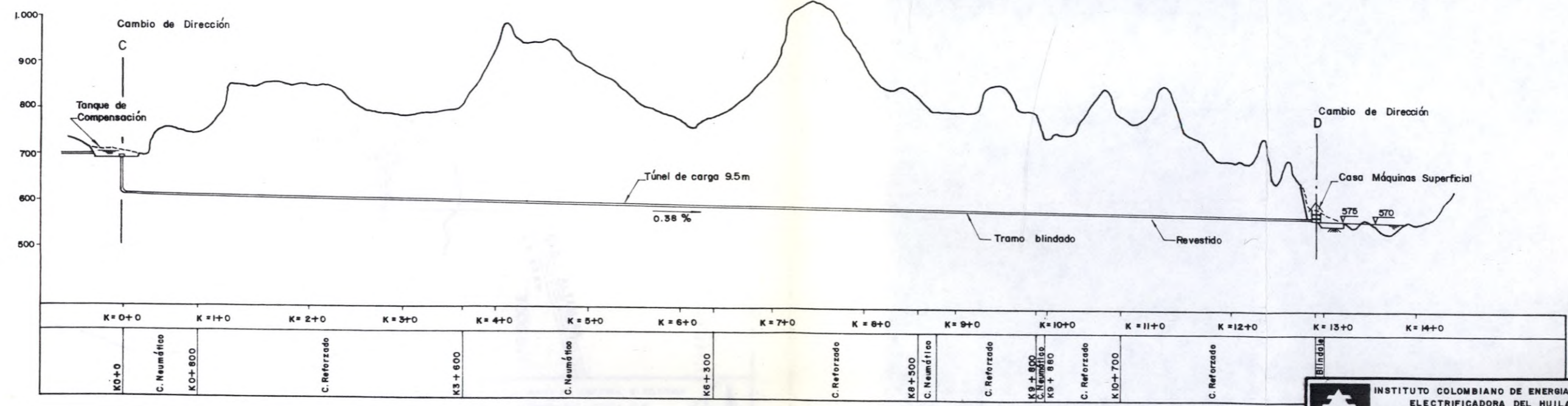
	INSTITUTO COLOMBIANO DE ENERGIA ELECTRICA ELECTRIFICADORA DEL HUILA S.A.		
	PROYECTO PAEZ-LA PLATA		
PROYECTO PAICOL			
LOCALIZACION DE LAS OBRAS PAICOL EN CASCADE			
Diseño:	Calculó:	Presentó:	
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:	
 consultoría colombiana	Escala: Indicada	 consultores civiles e hidráulicos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

FIGURA 17



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

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

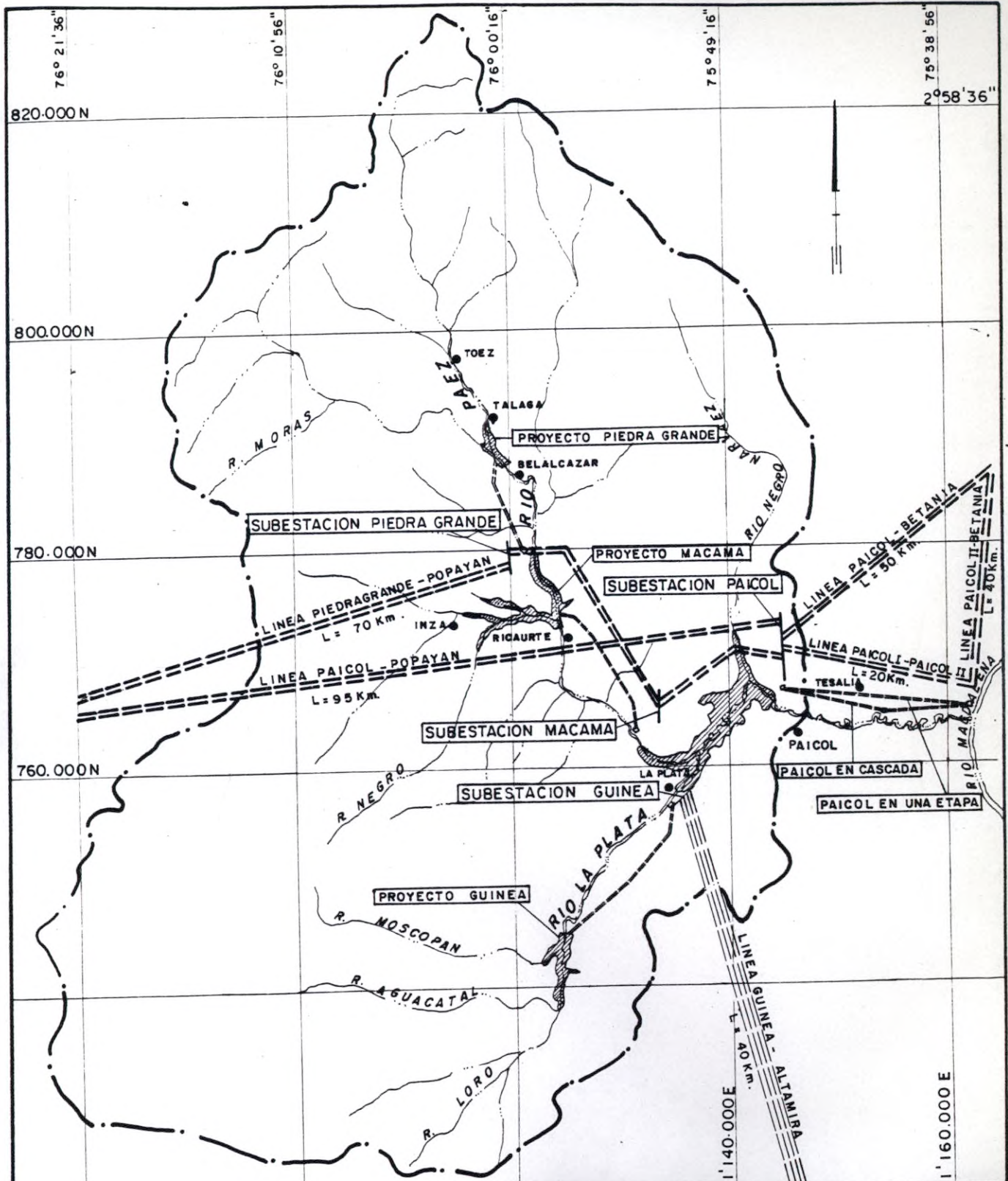
PROYECTO PAEZ LA PLATA

PROYECTO PAICOL

PERFIL DEL DESARROLLO EN CASCADA

Diseño:	Calculo:	Presentó:
Dibujó: M.C.R.	Revisó:	Aprobó:

consultoria colombiana Escala indicada Fecha: Abril-83 consultores civiles e hidráulicos



CONVENCIONES.
 - - - - Línea 230 Kv
 = = = = Línea 115 Kv.

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

SISTEMA DE TRANSMISION

Diseño	Califica	Presenta
Dibujo N.B.A.	Revisa	Aproba

Escala 1:500000
 Fecha Abril/83
 consultoria civil e hidraulica

FIGURA 19

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



01000384

BIBLIOTECA

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

Ministerio de Minas y Energía
BIBLIOTECA