

# PROYECTO HIDROELECTRICO DE SAN CARLOS

## LOCALIZACION Y CAUDALES

El Proyecto de San Carlos está localizado en el Departamento de Antioquia, sobre el río Guatapé, a una distancia por carretera de 150 kms., al este de Medellín.

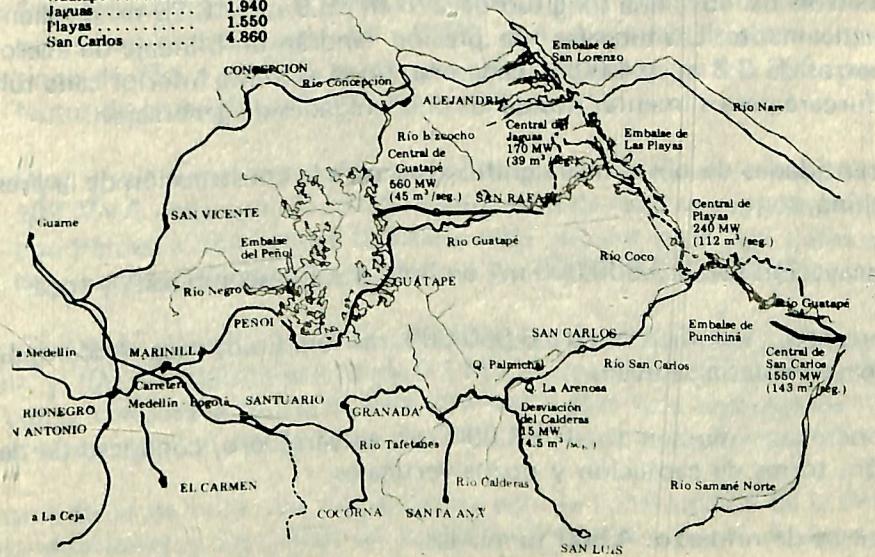
La Central de San Carlos utilizará el caudal natural del río Guatapé, incrementado con el caudal desviado desde el río Nare, a través de la central de Guatapé. Contará además con los caudales del río Nare aguas abajo de la presa de Santa Rita que se desviarán hacia el río Guatapé mediante la presa de Lorenzo y la Central de Jaguas. Finalmente se desviarán las aguas del río Calderas y del río Tafetanes hacia el río San Carlos. El caudal medio total que alimentará la Central será de 143 m<sup>3</sup>/seg., regulado mediante el embalse creado por la presa de Punchiná, con un almacenamiento total de 72 millones de m<sup>3</sup> de los cuales 50 millones se utilizarán para la regulación de caudales.

## PRESA

Dentro de las obras que conforman el proyecto, se construirá la presa de Punchiná, localizada sobre el río Guatapé, cerca al caserío de Puerto Belo. Esta presa tendrá 70 m. de altura, 800 m. de longitud y 6 millones de m<sup>3</sup> de

## FACTORES DE CONVERSIÓN KW/m<sup>3</sup>/seg.

Guatapé . . . . .	7.080
Jaguas . . . . .	1.940
Playas . . . . .	1.550
San Carlos . . . . .	4.860



## Sistemas de aprovechamiento de los ríos Nare y Guatapé.

## I lleno de suelos residuales compactados.

La desviación del río para la construcción de la presa principal, se hará por medio de un conducto de concreto de sección rectangular, de doble cuerpo, localizado en el estribo derecho, de 414 m. de longitud y 35 m<sup>2</sup> de sección. Este conducto se utilizará posteriormente como descarga de fondo, controlado por compuertas. El rebosadero será de tipo de canal superficial de concreto, con un ancho inicial de 130 m. en el azud de entrada y el tramo inclinado de sección variable con un ancho final de 60 metros.

El rebosadero fue diseñado para evacuar la creciente máxima probable que se ha estimado que tendrá un caudal pico de 7.400 m<sup>3</sup>/seg. y un volumen de 202 millones de m<sup>3</sup>.

Las estructuras de captación para la Central, consistirán en dos torres de 54 m. de alto, controladas con compuertas cilíndricas diseñadas para captar los caudales requeridos para la generación de la central. Estas torres entregan sus caudales a los túneles de conducción por medio de dos pozos verticales de 147 m. de altura. Los túneles de conducción tendrán 4530 m. y 4570 m. de longitud con pendientes de 1.50/0 a 0.50/0 hacia aguas abajo. Los túneles estarán recubiertos en concreto y tendrán secciones circulares de 6.1 y 7.5 m. En la parte inferior de los túneles se ha previsto la construcción de almenaras del tipo de orificio restringido con una altura de 190 m. Los tanques superiores tendrán diámetros de 13.5 m. y 16.5 m. Los tanques inferiores de 5.5 m. y 6.5 m. Los túneles de conducción se dividirán en dos y tres tuberías de presión subterráneas respectivamente las cuales alimentarán las diez (10) unidades de generación del proyecto. Las tuberías de presión tendrán una inclinación de 45°; una longitud de 278 m., 5.5 m. y 6.75 m. de diámetro respectivamente. Las tuberías de presión tendrán un blindaje de acero con diámetros de 3.3 m. y 4.00 m. cada una. En el extremo inferior cada tubería se bifurcará para alimentar dos de las diez unidades de generación.

Las cantidades de obras más significativas para la construcción de la presa de Punchiná, son:

- Excavación total: 3.500.000 m<sup>3</sup> en limo, roca descompuesta y roca.
- Terraplen, volumen total: 6.050.000 m<sup>3</sup> en limo, roca descompuesta, roca y material aluvial.
- Concretos, volumen total: 64.000 m<sup>3</sup> en vertedero, conducto de desviación, torres de captación y pozos verticales.
- Aceros de refuerzo: 4.500 toneladas.

## CENTRAL

La Central de San Carlos estará alojada en dos cavernas subterráneas, una para las unidades de generación y la otra para los transformadores. La caverna principal tendrá una longitud total de 203 m. y 510 m<sup>2</sup> de sección.

La caverna de transformadores tendrá una longitud total de 195 m. y 190 m<sup>2</sup> de sección.

En la parte central de la caverna estará localizada la sala de montaje a la cual se llega desde el exterior por medio de un túnel vehicular de doble vía y 8.90/o de pendiente descendente y 1 km. de longitud.

Además, la Central estará comunicada con el exterior por medio de dos pozos de 330 m. por los cuales salen dos cables de potencia y control y un pozo para ventilación.

La Central podrá alojar un total de 10 unidades generadoras y 5 bancos de transformadores monofásicos que atenderán cada uno 2 unidades generadoras.

El equipo principal de la Central consistirá de:

- a). Diez turbinas Pelton de eje vertical, un solo rodete y seis chorros, de 155 MW de potencia nominal, cada una operando bajo una caída normal neta de 554 metros y a una velocidad nominal de 300 rpm. A la entrada de cada turbina se dispondrá una válvula esférica de 2.0 m. de diámetro.
- b). Diez generadores de eje vertical acoplados a las turbinas, de 155 MWA de potencia nominal cada uno a 60°C, con capacidad de sobrecarga continua de 150/o a 80°C; serán especificados para operar a 300 rpm. con factor de potencia de 0.9,60 Hz y 16 KV.
- c). Diez y seis transformadores monofásicos con una potencia nominal de 109 MVA cada uno, de los cuales uno será de reserva y los demás se dispondrán en cinco bancos trifásicos para atender cada uno a dos unidades, con una relación de transformación de 16 KV a 220 KV.

Los túneles de descarga tendrán una longitud de 1.630 m. y secciones de 69 m<sup>2</sup> y 100 m<sup>2</sup> con pendiente de 0.144o/o. Los túneles de descarga operarán como conductos de flujo libre, diseñados para una descarga de 132 y 198 m<sup>3</sup>/seg. con un borde libre de 2.60 m. la parte superior.

Las cantidades de obra más significativas para la construcción de la Central, las conducciones y los pozos de cables y aireación y túnel de fuga, son:

- Excavación subterránea total: 1.165.000 m<sup>3</sup>.
- Volumen total de concreto: 242.000 m<sup>3</sup>
- Acero de refuerzo y soportes metálicos: 13.400 toneladas

## **SUBESTACION**

La ubicación de la subestación se seleccionó teniendo en cuenta las posibles expansiones futuras del sistema interconectado, incluyendo la Costa Atlántica. Su distancia hasta la Central es de 3.0 kilómetros y estará conectada con ésta a través de cables aislados a 220 KV en una longitud de unos 360 m. y líneas aéreas desde la estructura de salida de cables hasta la subestación. La subestación será del tipo de interruptor y medio con interruptores de capacidad nominal de 230 KV, 1250 A y 15.000 MVA.

## **LINEAS DE TRANSMISION**

Para realizar las transferencias de energía de la Central hacia los distintos centros de consumo a través de la red de interconexión nacional será necesario construir las siguientes líneas de transmisión adicionales, con características eléctricas y mecánicas similares a las de la actual red de interconexión nacional.

- a). Línea San Carlos - Guatapé: tendrá una longitud aproximada de 34 KM. de doble circuito a 220 KV.
- b). Línea San Carlos - Bogotá: Tendrá una longitud de 210 KM. de doble circuito a 220 KV.
- c). Línea San Carlos - Medellín: tendrá una longitud de 90 KM. de doble circuito a 220 KV.
- d). Línea Esmeralda - Yumbo: refuerzo de esta línea existente, en doble circuito de 220 KV en una longitud de 195 KM.

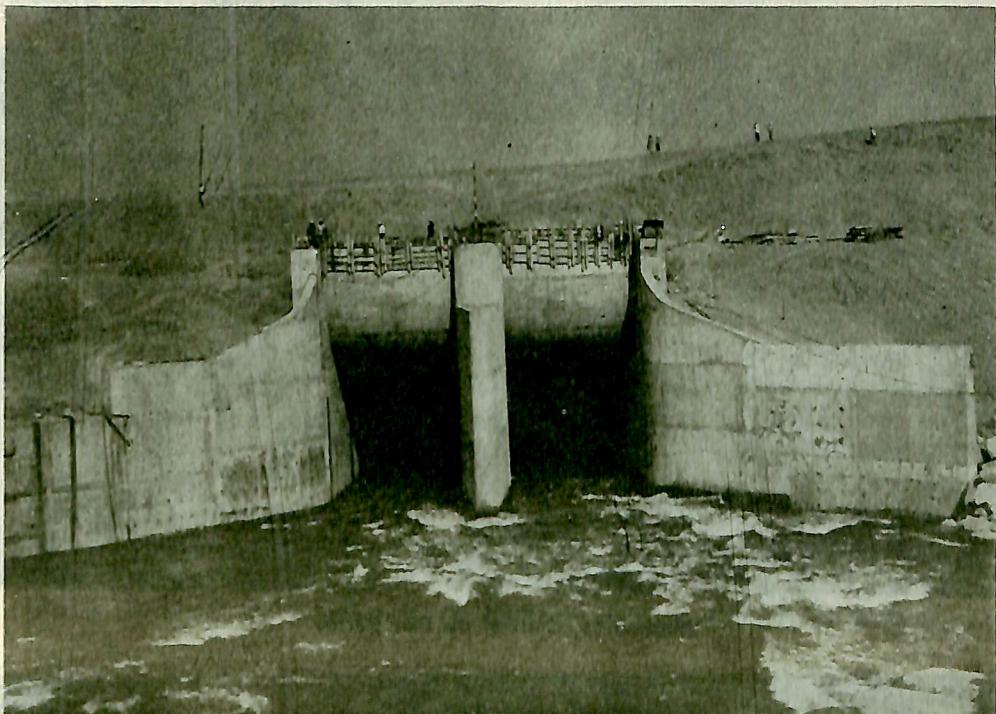
Aun cuando no hace parte del Proyecto Hidroeléctrico San Carlos, cabe anotar que desde la subestación de Juanes partirá la línea San Carlos-Sabana-larga a 500 KV y 520 KM de longitud, la cual interconectará la Costa Atlántica con el interior del país.

Además será necesario complementar las subestaciones terminales con las transformaciones requeridas para la inconexión a nivel 220 KV.

## **INFRAESTRUCTURA**

La carretera existente entre la población de San Carlos y el río Samaná que-

dará parcialmente inundada por el embalse de Punchiná. Para relocalizarla, se ha terminado de construir una carretera sobre la margen izquierda del río Guatapé, partiendo del extremo aguas arriba del embalse, en dirección al



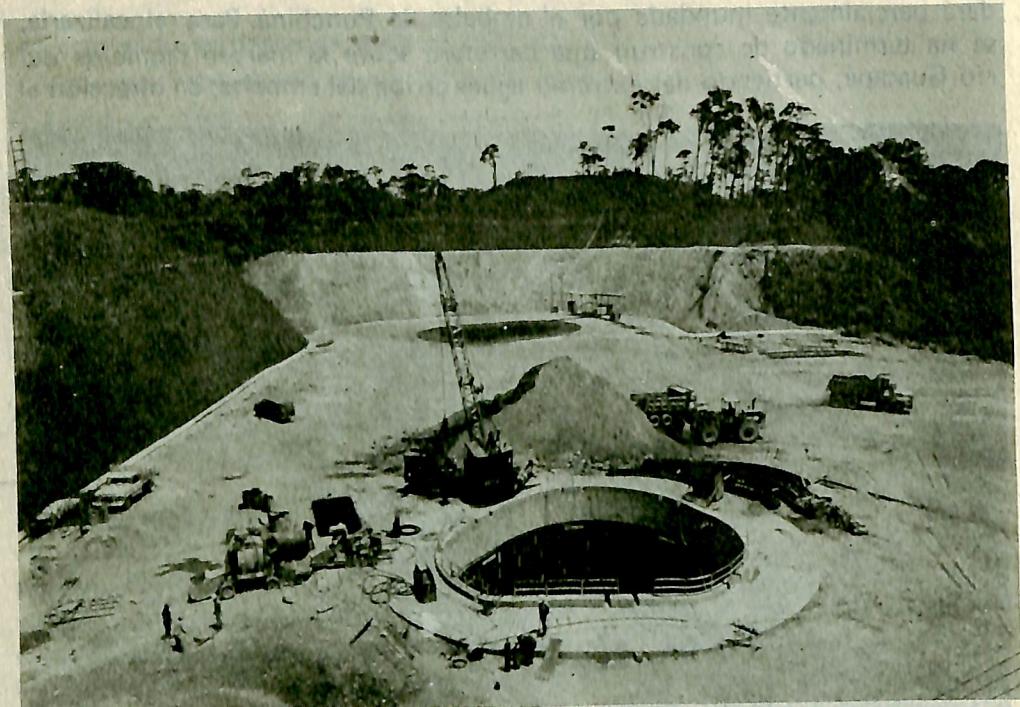
Conducto de desviación, Central Hidroeléctrica de San Carlos.

Corregimiento de El Jordán el cual se encuentra conectado por carretera, a la vía San Carlos - río Samaná. Además, se construyeron varias carreteras para acceso a los distintos frentes de obra y posteriormente para la operación del proyecto, que en total tendrán una longitud aproximada de 43 kms.

Para la ejecución de las obras fue necesario construir las instalaciones para el suministro de servicios, tales como energía eléctrica, acueducto, comunicaciones a los frentes de trabajo, oficinas, talleres y campamentos.

La energía para la construcción se tomó de las líneas que las Empresas Públicas de Medellín construyeron a 115 KV desde la Central de Guatapé, hasta la Fábrica de Cementos Nare y áreas adyacentes. La subestación de Construcción se alimenta de la línea antes indicada y se complementa con la instalación de dos unidades Diesel de 1.000 KVA cada una, las cuales servirán como fuentes de emergencia.

Dentro de los campamentos se construyeron las facilidades necesarias para alojar el personal de ISA y de la intervención y en áreas separadas previstas los contratistas construirán sus propias facilidades.



Almenaras, Central de San Carlos.

## COSTOS

Los valores estimados para la construcción de las obras, incluyendo todos los costos, son los siguientes:

Primera Etapa de San Carlos: US \$ 340.000.000

Segunda Etapa de San Carlos: US \$ 220.000.000

Subproyecto Calderas: US \$ 22.000.000

Los anteriores estimativos no incluyen los equipos correspondientes a las unidades de generación 9 y 10 de San Carlos, así como tampoco la obra civil necesaria con excepción de las excavaciones.

## PROYECTO HIDROELECTRICO DE CALDERAS

Dentro del Proyecto Hidroeléctrico de San Carlos se realizará la desviación del río Calderas hacia la cuenca del río San Carlos con el fin de utilizar este caudal adicional para producir 21.9 MW continuos en la Central de San Carlos. Esto constituirá lo que se ha denominado el Proyecto Hidroeléctrico de Calderas puesto que se ha previsto una pequeña central que procesará el

caudal desviado del río Calderas a través de dos unidades que generarían en promedio unos 7.4 MW continuos. A su vez este proyecto estará dimensionado para recibir la desviación del río Tafetanes el cual aportará 1.9 MW continuos en Calderas y 6.7 continuos en San Carlos.

En conjunto los ríos Calderas y Tafetanes aportarán 6 m<sup>3</sup> /seg. a la hoya del río San Carlos.

Los ríos Calderas y Tafetanes están localizados en los municipios de San Carlos y Granada en el Departamento de Antioquia. La zona del proyecto se encuentra a una distancia por carretera de 100 km. al Este de Medellín.

El proyecto básico para la desviación del Río Calderas constará de una presa de gravedad en concreto sobre este río, de 22 m. de altura, con un conducto de desviación que a su vez servirá de canal de purga para evacuar sedimentos del embalse; un canal rectangular de concreto de 25 m. de longitud y 4.5 m. de ancho controlado por una compuerta radial de 6.0 m. de altura, que servirá para desviar el río durante la etapa de construcción de la presa; la presa tendrá un azud de 55 m. y un deflector de chorro de 40 m. el cual hará las veces de vertedero; una captación de tipo frontal conectada a un pozo de presión sin revestir, de 2.60 m. de diámetro interior y 140 m. de profundidad; un túnel de conducción de 2800 m. de longitud y 5.4 m<sup>2</sup> de sección;



Caverna de generadores, Central Hidroeléctrica de San Carlos.



Túnel de conducción, Central de San Carlos.

un tramo final de 440 m. blindado en acero, de 1.9 m. de diámetro interior que se ramifica en dos tuberías de 1.10 m. de diámetro interior para llegar verticalmente a la casa de máquinas superficial, la cual estará constituida por un pozo circular de 17 m. de diámetro interior y 22 m. de profundidad y un edificio rectangular de 26.5 m. por 15.3 m. sobre pozo. La casa de máquinas incluirá dos turbinas Francis de eje vertical de 9.7 MW cada una, dos generadores sincrónicos de eje vertical con potencia nominal de 9.1 MVA y 13.8 KV. Por fuera de ella en la subestación habrá un transformador tipo FOA, trifásico de 18.7 MVA para 13.2/44 KV, el cual se conectará al sistema de 44 KV en la subestación de Rionegro, aprovechando la línea existente que sale de esta población y llega a San Carlos pasando por Granada; un canal de descarga a la quebrada La Arenosa, de 6 m. de ancho y 11 m. de longitud.