

CENTRAL CANUTILLAR

INTRODUCCION

Entre los proyectos de inversión que se están realizando en nuestro país, sin duda alguna la Central Canutillar se destaca por su importancia nacional y por su concepción sencilla respecto a la explotación de los recursos naturales que se encuentran en el lago Chapo.

Situado a unos 40 km al oriente de la ciudad de Puerto Montt, este lago de 43 km² de superficie, 298 m de profundidad máxima y 3 300 millones de m³ de volumen total, dista menos de 7 km del estuario del río Negro y su nivel está a unos 240 m sobre el nivel del mar. Si a esta ubicación privilegiada del Chapo se suma el hecho de que la precipitación media en los 321 km² de su hoya es superior a los 3 000 mm anuales, es fácil entender porqué hemos bautizado a este lago como "un regalo de la naturaleza".

CENTRAL CANUTILLAR

El aprovechamiento del lago para el lago Chapo, que se describe en adelante, permite utilizar un volumen de regulación del orden de los 500 millones de m³, su desnivel respecto al mar (240m), y un caudal medio anual de 68 m³/s, al complementar el proyecto con la explotación de los recursos de los ríos Blanco y Lencu hacia la zona del Chapo.

Con la construcción de este proyecto el Sistema Eléctrico Interconectado Central (que cubre el territorio nacional desde Magallanes hasta la Isla Grande de Chile), dispondrá de una nueva fuente nacional de 130 000 kw y de una energía media anual de 600 millones de kWh. Por la distribución estacional de los recursos, que es complementaria con la de las centrales hidroeléctricas de la zona central, y por el respaldo que significa el volumen de regulación del lago Chapo, se trata de un significativo aporte que reforzará el abastecimiento energético chileno a partir del mes de mayo de 1991.

CONDICIONES BÁSICAS DEL PROYECTO

Para describir el proyecto es interesante mencionar aquellos factores generales que en alguna medida condicionan la ejecución de obras eléctricas:

Geología. La ubicación del lago Chapo requiere atravesar el macizo montañoso que lo separa del mar, lo que necesariamente deberá ser hecho por medio de un túnel en presión para así poder

CENTRAL CANUTILLAR *

1. INTRODUCCION

Entre los proyectos de inversión que se están realizando en nuestro país, sin duda alguna la Central Canutillar se destaca por su trascendencia nacional y por su concepción sencilla respecto a como aprovechar ese regalo de la naturaleza que es el potencial hidroeléctrico del lago Chapo.

Ubicado a unos 40 km al oriente de la ciudad de Puerto Montt, este lago de 45 km² de superficie, 298 m de profundidad máxima y 8 300 millones de m³ de volumen total, dista menos de 7 km del estuario de Reloncaví y su superficie está a unos 240 m sobre el nivel del mar. Si a esta ubicación privilegiada del Chapo se suma el hecho de que la precipitación media en los 323 km² de su hoya es superior a los 5 000 mm anuales, es fácil entender porqué hemos calificado a este lago como "un regalo de la naturaleza".

El aprovechamiento concebido para el lago Chapo, que se describe más adelante, permite utilizar un volumen de regulación del orden de los 800 millones de m³, su desnivel respecto al mar (240m) y un caudal medio anual de 58 m³/s, al complementar el proyecto con la desviación de los recursos de los ríos Blanco y Lenca hacia la hoya del Chapo.

Con la construcción de este proyecto el Sistema Eléctrico Interconectado Central (que cubre el territorio nacional desde Diego de Almagro hasta la Isla Grande de Chiloé), dispondrá de una potencia firme adicional de 130 000 kW y de una energía media anual de 950 millones de kWh. Por la distribución estacional de sus recursos, que es complementaria con la de las centrales generadoras de la zona central, y por el respaldo que significa el volumen de regulación del lago Chapo, se trata de un significativo aporte que reforzará el abastecimiento energético chileno a partir del invierno de 1991.

2. ANTECEDENTES BASICOS DEL PROYECTO

Antes de describir el proyecto es interesante mencionar aquellos aspectos generales que en alguna medida condicionan la disposición de obras elegida :

- **Morfología.** La ubicación del lago Chapo requiere atravesar el cordón montañoso que lo separa del mar, lo que necesariamente debe ser hecho por medio de un túnel en presión para así poder

* Información proporcionada gentilmente por ENDESA.

aprovechar el volumen de regulación ya mencionado. Para controlar el efluente natural del Chapo -que es el río Chamiza- se hace necesario construir en su desagüe una barrera de dimensiones menores.

- **Geología.** Las rocas fundamentales de la zona del proyecto son casi exclusivamente de naturaleza intrusiva, de composición predominante tonalítica-diorítica asociadas al cinturón plutovolcánico andino. Sobre este basamento rocoso se encuentran algunas áreas con rocas derivadas del centro volcánico del Calbuco y de centros emisores menores. De acuerdo a los estudios realizados, el túnel de aducción atravesará sólo rocas intrusivas, con algunas zonas de extensión limitada en que se cortarían fallas geológicas con fracturas abiertas y desprovistas de relleno arcilloso. En las excavaciones subterráneas de la zona de caída, que se ubicarán en la misma unidad geológica ya mencionada, habrá más dificultades por las filtraciones a través de fracturas y, en general, la calidad geotécnica de la roca será algo inferior. Las prospecciones realizadas llevaron a la decisión de ubicar la casa de máquinas al exterior.

- **Mecánica de suelos.** El depósito de suelo existente en el área del proyecto está formado por cenizas y piroclastos, ligados principalmente a la actividad del volcán Calbuco. Por el alto contenido de humedad que presentan estos suelos en estado natural y por las características del clima de la zona, son muy difíciles de compactar. Todo ello ha condicionado fuertemente el diseño de las obras exteriores, consistentes principalmente en los caminos.

- **Recursos hidráulicos disponibles.** De acuerdo a las estadísticas recogidas, básicamente al partir de 1941, se han deducido los siguientes caudales medios mensuales de ríos que son de interés para el proyecto.

a) Chamiza en desagüe lago Chapo	47,0 m ³ /s
b) Blanco en junta con Chamiza	4,3 m ³ /s
c) Lenca antes de captación	9,4 m ³ /s

De este último río, por la ubicación de la bocatoma y por su caudal de diseño, dejarían de captarse unos 2,2 m³/s. Del estudio de operación simulada de la central se deduce que se verterá por sobre la barrera Chamiza un caudal medio de 0,3 m³/s. De lo anterior resulta que el caudal medio generado por Canutillar alcanzará a 58,2 m³/s.

- **Medio ambiente.** La particularidad que le da su ubicación a este proyecto está en que él se encuentra en una zona de gran densidad boscosa, parte de la cual corresponde al Parque Nacional Alerce Andino, y en que se altera el curso natural de las aguas del lago Chapo. Por otra parte, el hecho de que la casa de máquinas esté ubicada a orillas del mar ha hecho necesario considerar aspectos tales como mareas, tsunamis,

oleaje, salinidad del agua y ambiente marino. Estos antecedentes básicos han demandado la ejecución de una serie de estudios, algunos se mencionan en el punto 5, y han exigido adaptar el diseño y la construcción de modo de reducir los impactos negativos del proyecto sobre los sistemas acuáticos y terrestres de la zona, sacrificando incluso soluciones más económicas.

3. DESCRIPCION DE LAS OBRAS

Una descripción general del proyecto se muestra en la figura 1.

Las aguas del lago Chapo son captadas en su extremo suroriente, por medio de una bocatoma profunda que posibilitará una fluctuación del nivel del lago de hasta 17 m (la fluctuación normal anual, de acuerdo al estudio de operación simulada, es de 7 a 8 m). Dicha bocatoma profunda difiere de las anteriormente construidas en el país por cuanto el disparo de conexión al lago se hará con contrapresión de agua por el lado del túnel. La disposición de esta obra se muestra en la figura 2, en la que se distinguen el tapón de roca que se debe excavar con el disparo final, la taza destinada a contener el material proveniente de dicho disparo, un pique de rejas (que contiene ese elemento y una compuerta de emergencia) y un pique de compuerta que permite aislar el lago Chapo del túnel de aducción y de la central (no se muestra en la figura, pues se ubica 650 m aguas abajo del pique de rejas).

La obra de aducción es un túnel en presión, revestido en hormigón, de 7,2 km de longitud y 4,8 m de diámetro que atraviesa bajo el cordón montañoso que separa el lago Chapo del mar y que conducirá un caudal máximo de 75,5 m³/s. La zona de caída se inicia con una chimenea de equilibrio de orificio restringido, que permite controlar los fenómenos transientes originados por la operación de la central. A continuación de la chimenea se desarrollan un pique vertical y un túnel en mayor presión de 4,0 m de diámetro y 250 m de longitud total, revestido en hormigón armado, seguido de un túnel blindado en acero de igual diámetro y 295 m de longitud. Al llegar a casa de máquinas ese túnel blindado se divide en 2 ramales de 2,8 m de diámetro y 60 m de longitud. Un perfil longitudinal de toda esta zona se muestra en la figura 3.

La casa de máquinas de la central Canutillar es de tipo exterior y se ubica en la orilla oeste del estuario de Reloncaví. La disposición general se muestra en la figura 4. En ella se alojan las 2 unidades generadoras de 71,9 MW cada una, constituidas por turbinas Francis de eje vertical acopladas directamente a generadores trifásicos sincrónicos. Dicha estructura aloja además a los transformadores trifásicos, a la subestación compacta, del tipo encapsulada en hexafluoruro de azufre, y todos los equipos auxiliares: equipos de protección, control y medida, válvulas esféricas, sistema de refrigeración y drenaje, puentes grúa, servicios eléctricos, grupo diesel de emergencia, sistemas de telecontrol y comunicaciones, etc.

Ambas unidades descargarán el mar en forma independiente, disponiendo de compuertas a la salida de los difusores.

La entrega de la energía de la central al Sistema Eléctrico Interconectado Central se hará en la S/E Puerto Montt, a través de una línea de 60 km de longitud, 220 kV, doble circuito, que se iniciará en la subestación encapsulada ya mencionada.

Tal como se indicara en la Introducción, en el proyecto se contempla complementar los caudales utilizables en la central Canutillar desviando los recursos de los ríos Blanco y Lenca. Para aprovechar el río Blanco, que es un afluente natural del río Chamiza, basta con construir la pequeña barrera de cierre del lago Chapo en el último de estos ríos, inmediatamente aguas abajo de la confluencia de ambos.

Para aprovechar los recursos del río Lenca, que no es afluente del Chamiza, será necesario construir una bocatoma y una aducción hasta el lago Chapo, que será fundamentalmente un túnel acueducto no revestido de 3,2 m de diámetro y 9,1 km de longitud.

La construcción de todas las obras descritas ha requerido habilitar las siguientes obras de infraestructura :

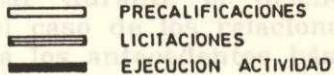
- Camino a zona de caída. Este camino, de 47 km de longitud, se inicia en la zona de Ensenada, junto al lago Llanquihue. Los primeros 29 km han sido mejorados y pavimentados. Los 18 km restantes, que bordean el estuario de Reloncaví, han sido construidos como camino de toda temporada.
- Camino de zona de caída a bocatoma en el lago Chapo. Fue necesario construir un camino de toda temporada de 13 km de longitud, que permite el acceso al pique de rejas de la bocatoma mediante un túnel de 600 m de longitud. Este último tramo es subterráneo para evitar un daño mayor al entorno.
- Camino a desagüe lago Chapo y captación Lenca. Se utiliza el camino que va de Puerto Montt a Correntoso para luego bordear el cerro Hornohuínco y terminar en el desagüe del lago. Este camino de 45 km de longitud es ripiado y transitable a lo largo del año. Para el acceso a las obras del Lenca deberá desarrollarse un camino de construcción desde Correntoso hasta la ubicación de la bocatoma y otro desde la zona del desagüe del lago hasta la salida del túnel de aducción del Lenca.
- Abastecimiento de energía durante la construcción. Para satisfacer esta demanda fue necesario adelantar la construcción de la línea de 220 kV Puerto Montt-Canutillar, energizándola en 66 kV desde la actual subestación Puerto Montt.
- Campamentos y oficinas. Tanto el personal de la ENDESA como el personal de los contratistas han requerido la construcción de oficinas, laboratorios, casino y una red caminera interna.

Como la zona carecía de una infraestructura habitacional adecuada, fue necesaria la construcción de campamentos.

4. PRESUPUESTO, PROGRAMA Y AVANCE

El costo directo total previsto a la fecha, cuando ya están en plena ejecución los contratos más importantes del proyecto, alcanza a 195 millones de dólares equivalentes, a nivel de precios del 1° de Enero de 1987. Si se agregan los gastos generales y financieros, el costo total del proyecto alcanza a 267 millones de dólares equivalentes.

En cuanto al programa de ejecución del proyecto, éste se muestra en la siguiente carta Gantt resumida :

PROYECTO CANUTILLAR PROGRAMA RESUMEN									
									
ACTIVIDAD	AÑO-84	AÑO-85	AÑO-86	AÑO-87	AÑO-88	AÑO-89	AÑO-90	AÑO-91	
INGENIERIA Y ADM. DE LA CONSTRUCCION									
ANTEPROYECTO		██████████	██████████	██████████					
DISEÑO BASICO		██████████	██████████	██████████	██████████				
DISEÑO DE EJECUCION			██████████	██████████	██████████	██████████			
INSPECCION				██████████	██████████	██████████	██████████		
INFRAESTRUCTURA									
CONCESION ELECTRICA Y MERCED AGUA		██████████	██████████	██████████	██████████				
ADQUISICION TERRENOS Y SERVIDUMBRES		██████████	██████████	██████████	██████████				
CAMINOS			██████████	██████████	██████████	██████████			
LINEA Y S/E FAENAS			██████████	██████████	██████████	██████████			
INSTALACIONES DE INSPECCION				██████████	██████████	██████████			
OBRAS CIVILES									
CENTRAL				██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	
BARRERA CHAMIZA Y CAPIACIONES						██████████	██████████	██████████	
SUMINISTRO DE EQUIPOS									
CENTRAL				██████████	██████████	██████████	██████████	██████████	
BARRERA CHAMIZA Y CAPIACIONES						██████████	██████████	██████████	
MONTAJES Y PRUEBAS									
CENTRAL						██████████	██████████	██████████	
BARRERA CHAMIZA Y CAPIACIONES							██████████	██████████	
LINEA CANUTILLAR - PUERTO MONIT									
EQUIPAMIENTO							██████████	██████████	
OBRAS CIVILES Y MONTAJE									

PUESTA EN SERVICIO

A fines de Febrero de 1988 ya se había finalizado la ejecución de la totalidad de las obras de infraestructura asociadas a la central propiamente tal y estaban en pleno desarrollo los contratos principales correspondientes a las obras civiles y al suministro de equipos. A la fecha indicada se encuentran totalmente excavadas la totalidad de las ventanas de construcción de las áreas de bocatoma, túnel de aducción y zona de caída de la central.

El túnel de aducción está en proceso de excavación en tres frentes de trabajo, con una longitud total excavada de aprox. 700m. En la zona de caída se encuentra totalmente excavado el túnel en presión que se desarrolla aguas abajo del pique vertical y este último se encuentra excavado parcialmente, con un avance de alrededor de 50%.

Para la Casa de Máquinas se han excavado algo más de 100.000 m³, con un avance de alrededor del 95%. La excavación deberá quedar terminada en el mes de Abril, iniciándose así los hormigones correspondientes. El avance total ponderado de la construcción de las obras es de aproximadamente 25% y está de acuerdo al programa, por lo que se estima que no habrá problemas en poner en servicio el proyecto el 1 de Abril de 1991.

5. ESTUDIOS ESPECIALES

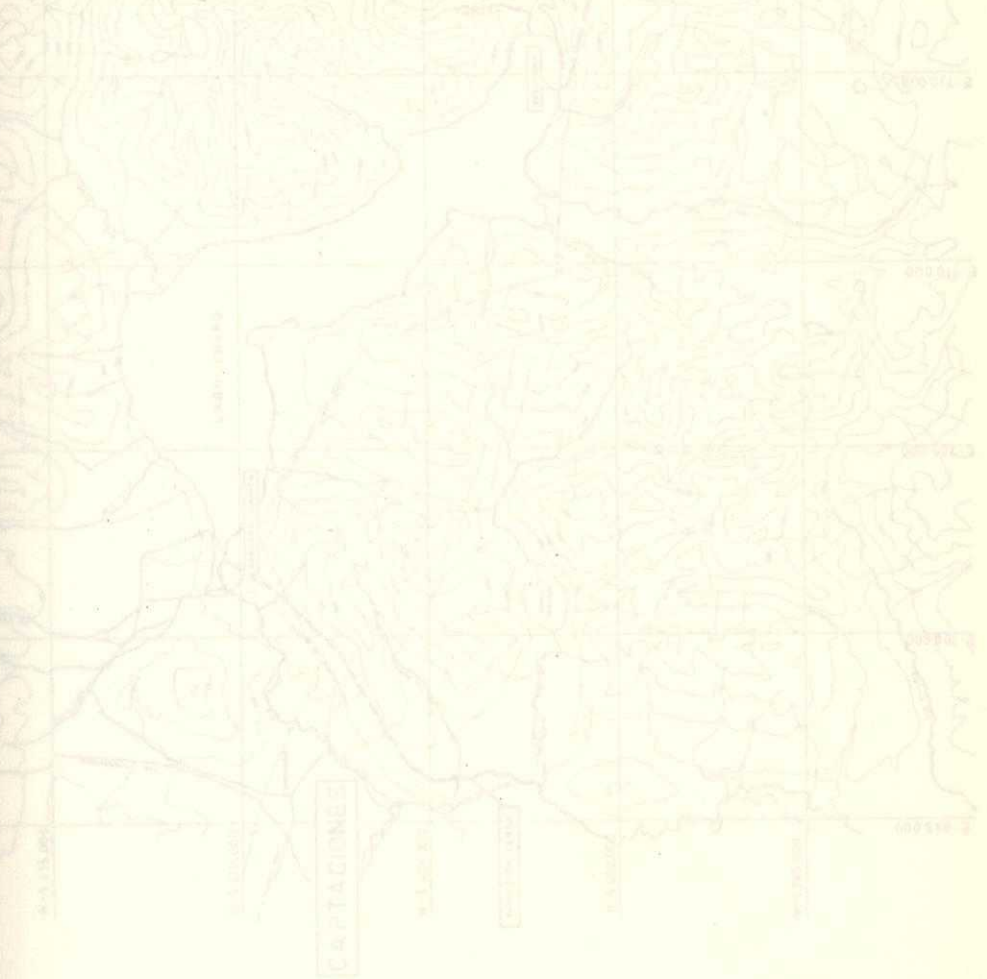
Es interesante mencionar, aunque sea muy brevemente, algunos de los estudios que se han debido realizar durante el diseño y construcción de las obras y que, salvo el caso de los relacionados con el medio ambiente, no corresponden a los antecedentes básicos mencionados en 2.

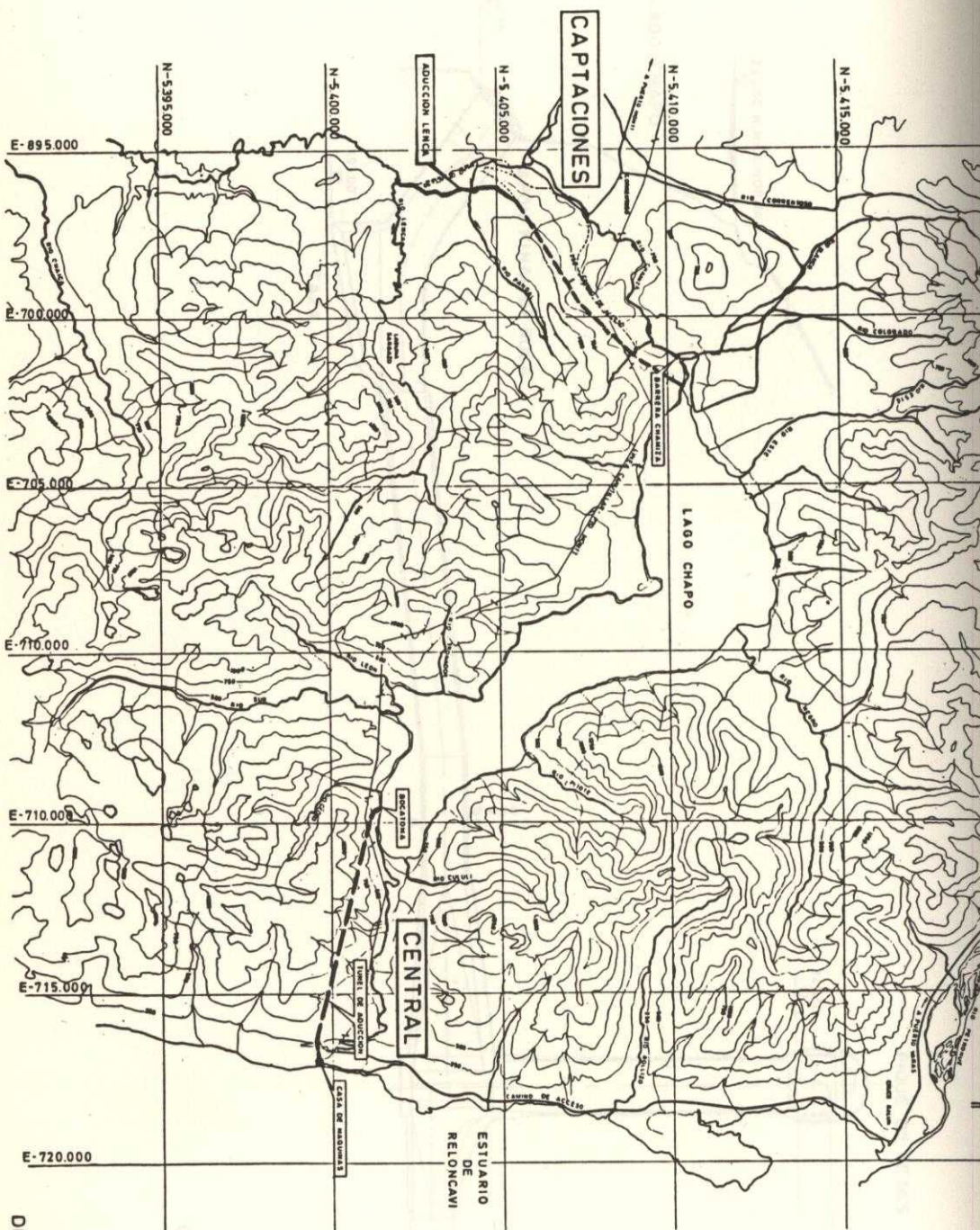
- Riesgo asociado a la existencia del volcán Calbuco y otros centros emisores menores en las vecindades del área del proyecto.
- Estudio general ambiental y ecológico. Corresponde básicamente a un diagnóstico y apreciación global de los efectos del proyecto en el medio ambiente. Recomienda algunas medidas de proyecto y algunos estudios específicos, pero concluye que el diseño se adapta adecuadamente a las condiciones de la zona.
- Influencia de la variación de caudales del río Chamiza sobre pradera de algas gracilarias existente en las proximidades de su desembocadura en el mar. Concluye que la única variable relacionada con ese río, que incide sobre la pradera de algas, corresponde al gasto sólido transportado por él y que forma el depósito sobre el cual viven las lagas. Por la pequeña magnitud del cambio que sufriría esa variable, los efectos de la central sobre las algas serían irrelevantes. En todo caso, se han establecido las estaciones de control necesarias para profundizar el análisis del problema.
- Implementación de una red de control y observación de recursos hídricos en zona inferior del valle del río Chamiza. Tendiente a confirmar estimaciones preliminares en cuanto a que tanto las variaciones de nivel de la napa subterránea como la influencia del mar y las mareas sobre dicho nivel serían poco importantes.
- Estudio de la fauna íctica de la hoya hidrográfica del los ríos Chamiza y Lenca, el que aún está en ejecución. El objetivo de este estudio es recomendar cursos de acción frente a los eventuales efectos de la disminución del caudal de los

mencionados ríos, efectos que en ningún caso afectarían en forma importante a las obras del proyecto.

- Estudio de los efectos en la depresión del nivel del lago Chapo sobre los cursos afluentes a él. Este trabajo determinará la degradación que potencialmente afectará a algunos afluentes al lago y las medidas que podrían adoptarse para controlar este proceso.
- Bocatoma profunda. Para el diseño de esta obra fue necesario contratar la ejecución de un estudio modelo, de modo de poder elegir el tipo de conexión a realizar con el lago Chapo y las dimensiones principales de cada elementos en juego. La materialización de esta obra exige el apoyo de asesorías extranjeras especializadas, tanto por parte del constructor como por parte del proyectista.
- Entrega al mar. El hecho de evacuar los caudales utilizados directamente al mar ha exigido, además de especificaciones especiales para el equipo involucrado, analizar los efectos de las mareas, oleajes y posibles tsunamis.

FIGURA 1





PLANTA
DISPOSICION GENERAL
0 4 Km.
FIGURA 1

PIQUE DE REJAS

249.50

243.00 N. MAX. NORMAL

LAGO CHAPO

TAPON FINAL DE ROCA

~211.70

193.00

TAZA

φ 4.80

TUNEL DE
ADUCCION

BOCATOMA
CORTE LONGITUDINAL

0 20m

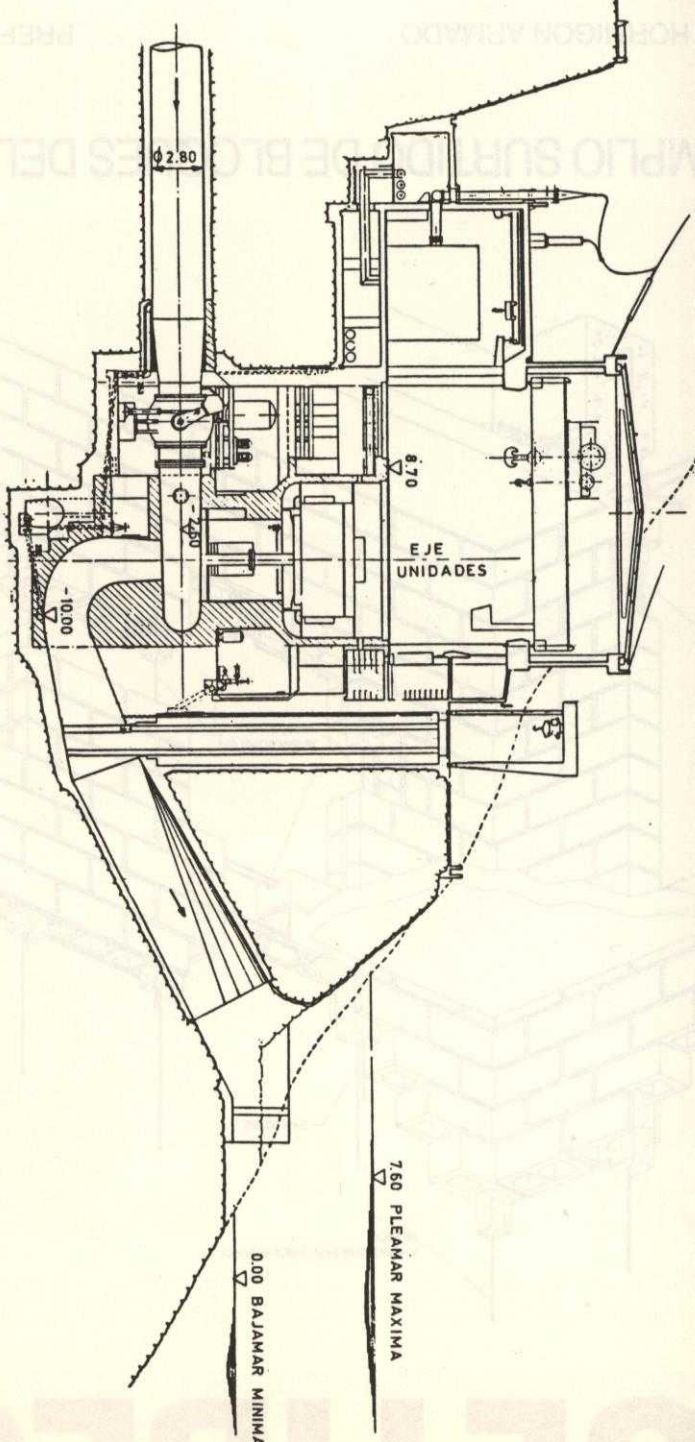
FIGURA 2

ZONA DE CALDA

PERFOR LONGITUDINAL

FIGURA 3

INGENIERIA INDUSTRIAL INEM SOC. LTDA.
NORMIONES INDUSTRIALES SUR SOC. LTDA.
VALENZUELA CASTILLO Y ASISTGO.
TELEFONOS 44177 - 223824



CASA DE MAQUINAS
CORTE TRANSVERSAL POR UNA UNIDAD



FIGURA 4