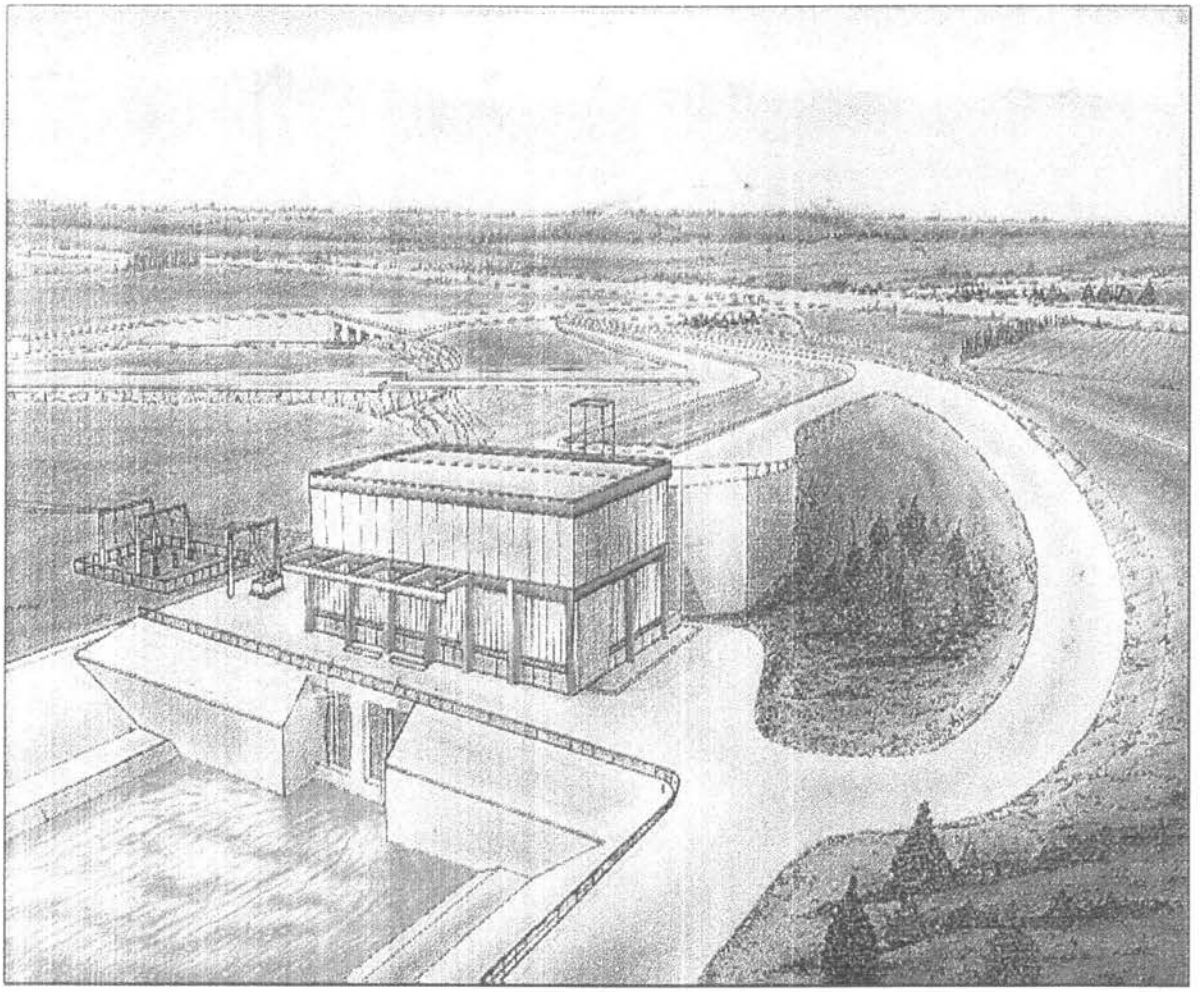
COLBUN S.A.

PROYECTO CENTRAL SAN IGNACIO



MINUTA DESCRIPTIVA

APROBADO
Res: DGA(Exento) 2018 04.
Depto. Adm. de Recursos Hídricos
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

MARZO 1997

PROY-4284
v.1 c.1

COLBUN S.A.

PROYECTO HIDROELECTRICO SAN IGNACIO

MINUTA DESCRIPTIVA

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
Centro de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación

APROBADO
Res: 264 Cuerpo 1 20/8/04
Depto. Adm. de Recursos Hídricos
DIRECCION GENERAL DE AGUAS

MARZO 1997

1 SUR 835 - PISO 3 - Tel 226183 - FAX 231713 - CASILLA 27 - TALCA
AV. 11 DE SEPTIEMBRE 2353, P.5 - TEL 2313414 - FAX 2316609 - STGO

COLBUN S.A.

INDICE GENERAL

I.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

I.1 DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO 1

I.1.1 Ubicación del Proyecto 1

I.1.2 Clima y Vegetación 2

I.1.3 Vías de acceso y Vegetación 3

I.2 DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO 4

I.2.1 Características Generales 4

I.2.2 Descripción de las Obras 4

I.3 DESCRIPCION SISTEMATICA DEL FLUJO 5

I.4 DISPOSITIVOS DE CONTROL Y MONITOREO 8

I.5 ANALISIS DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL E HIDRAULICA 8

I.5.1 Concepción General del Proyecto 8

I.5.2 Seguridad de Terceros 8

I.5.3 Identificación de Posibles Fallas 9

1 SUR 835 - PISO 3 - Tel 226183 - FAX 231713 - CASILLA 27 - TALCA
AV. 11 DE SEPTIEMBRE 2353, P.5 - TEL 2313414 - FAX 2316609 - STGO

II.- PROYECTOS ESPECIFICOS 11

II.1 DESCRIPCION DETALLADA DE LAS OBRAS DEL PROYECTO 11

II.1.1 Zona de Captación 11
II.1.2 Canal de Aducción 12
II.1.3 Vertedero Lateral 12
II.1.4 Cámara de Carga 13
II.1.5 Obra de Toma 14
II.1.6 Casa de Máquinas 14
II.1.7 Canal de Evacuación y Obra de Entrega al Río 14
II.1.8 Pretil de Protección 15
II.1.9 Obras Asociadas al Riego 16
II.1.10 Obras de Infraestructura 16
II.1.11 Conexión al Sistema Interconectado central 16

II.2 ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA 17

II.2.1 Antecedentes Topográficos y Cartográficos 17
II.2.2 Estudios Geológicos y Geotécnicos 19
II.2.3 Estudios Hidrológicos 20
II.2.4 Estudios Complementarios 20

II.3. DISEÑO ESTRUCTURAL E HIDRAULICO 21

II.3.1 Criterios de Diseño Estructural 21
II.3.2 Criterios de Diseño Hidráulico 22

II.4 SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO 23

II.5 INSPECCION DE SEGURIDAD 23

II.6 PLAN DE PUESTA EN SERVICIO 24

II.6.1 Secuencia de las Pruebas 25
II.6.2 Personal e Instrumental de Pruebas 26
II.6.3 Puesta en Agua de la Central 27
II.6.4 Medidas de Seguridad 28

II.7 PLAN Y PROCEDIMIENTO DE EMERGENCIA 28

II.7.1 Durante la Construcción de las Obras 28
II.7.2 Durante la Operación 29

II.8 PLAN DE MANEJO DE LA INFORMACION TECNICA 30

II.9 PLANIFICACION Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION 30

II.9.1 Contratos de Construcción 31
II.9.2 Programa de Construcción de la Central 32

II.10 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION 34

II.11 PLANOS 34

COLBUN S.A.

ANEXOS

ANEXO I INGENIERIA BASICA

- A EVALUACION REDES DE FLUJO
- B CASA DE MAQUINAS Y CANAL DE EVACUACION
  EXCAVACIONES Y AGOTAMIENTO

ANEXO II MEMORIAS DE CALCULO

- A MEMORIA DE CALCULO HIDRAULICO
  - A1 CANAL DE ADUCCION Y OBRA DE SEGURIDAD
  - A2 CANAL DE EVACUACION
- B MEMORIA DE CALCULO ESTRUCTURAL
  - B1 OBRAS DE ADUCCION
  - B2 CAMARA DE CARGA
  - B3 BOCATOMA

ANEXO III ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

ANEXO IV PLANOS

COLBUN S.A.

CENTRAL HIDROELECTRICA SAN IGNACIO

MINUTA DESCRIPTIVA

I.- DESCRIPCION DEL PROYECTO

I.1. DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA DEL PROYECTO

I.1.1 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La Central San Ignacio se ubica en la VII Región, comuna de Yerbas Buenas a unos 45 km. Al suroriente de la ciudad de Talca (Ver FIGURA 1) y corresponde a una central de pasada menor derivada del complejo eléctrico Colbún Machicura.

Las principales obras de la central, tales como la cámara de carga y la casa de máquinas, se ubicarían en el extremo final del canal de Devolución de la Central Machicura, adyacente a la denominada Obra de Distribución Terminal (ODT) del Complejo Hidroeléctrico Colbún Machicura.

I.1.2 CLIMA Y VEGETACION

La hoya del río Maule se encuentra sometida a regímenes muy diferentes en las estaciones extremas. En verano el anticiclón del Pacífico trae un clima estable. templado y seco. En invierno el desplazamiento del anticiclón hacia el norte. permite la entrada de sistemas depresionarios desde el oeste que traen consigo tiempo variable con frecuentes precipitaciones.

UBICACIÓN CENTRAL SAN IGNACIO

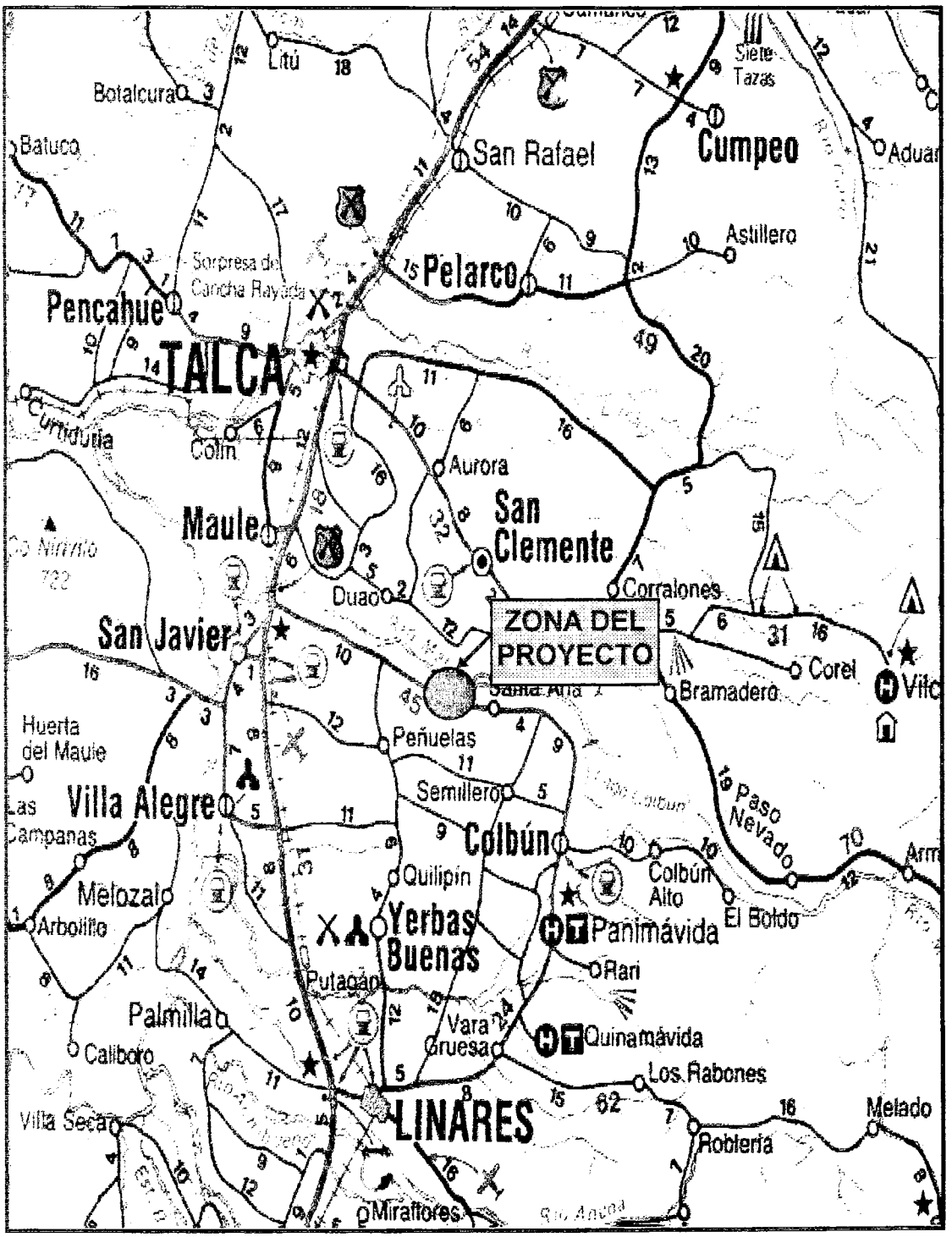


FIGURA Nº 1

En el área del proyecto llueve un promedio de 85 días al año, de los cuales 61 días registran una precipitación superior a 1 mm. La precipitación media anual en Colbún es de 1.212 mm (promedio de los últimos 30 años), concentrada principalmente entre abril y septiembre. Usualmente no cae nieve en la zona. La temperatura media anual es del orden de 13,5 °C y las temperaturas mínimas se producen entre los meses de abril y agosto. Valores bajo 0 °C se producen sólo en algunas noches de los meses mencionados. Por otro lado, en los meses cálidos, la temperatura sobrepasa pocas veces los 30 °C.

Las obras se desarrollan en terrenos destinados a la producción agrícola de temporada, gran parte de los cuales ya se encuentran intervenidos producto de la construcción de las obras del complejo Colbún Machicura, sin que se observen en el área especies arbustivas de interés.

I.1.3. VIAS DE ACCESO Y COMUNICACION

El acceso a las obras es bastante expedito y se efectúa a través de la ruta 5 Sur desviándose en el Km. 275 hacia el Oriente tomando el camino Bobadilla - El Llano, que está totalmente pavimentado, recorriendo por éste unos 15 Km.

En la zona de las obras existe comunicación telefónica pública y privada y aledaña a ésta se ubican distintos centros poblados que cuentan con servicios públicos como ser; Carabineros, Bomberos, Policlínica etc. En lo general, dada su cercanía a la ciudad de Talca, en la zona de las obras no se ha desarrollado una adecuada infraestructura hotelera o de servicio de hospedaje.

COLBUN S.A.

DIRECCION GENERAL DE AGUAS
Centro de Información Recursos Hídricos
Área de Documentación

I.2.- DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

I.2.1 CARACTERISTICAS GENERALES.

Las características principales del proyecto son:

Caudal de diseño	=	180 m^3/s
Altura de caída bruta	=	21,23 m
Potencia instalada	=	33 MW
Factor planta	=	71%
N° de Unidades de generación	=	1
Tipo de Turbina	=	Kaplán
Energía media anual	=	205,5 GWh

I.2.2 DESCRIPCION DE LAS OBRAS

La central San Ignacio captará sus aguas directamente de la bocatoma existente en la zona de la obra de distribución terminal (ODT) del canal de devolución de la central Machicura. Para este objeto deberán montarse compuertas planas de servicio en el Vertedero Barrera ubicado aguas abajo de la ODT también existente, cuya finalidad será permitir el desvío de los 180 m^3/s de caudal máximo para la generación de la central.

Las aguas captadas se conducirán a la cámara de carga de la central a través de un corto canal rectangular de aproximadamente 250 m de longitud y cuyas dimensiones básicas son 20 m de ancho basal, 5,75 m de altura con muros estructurales de espesor variable.

La cámara de carga de la central, que se diseñó para dar la sumergencia necesaria, dispondrá de un vertedero lateral de sección rectangular, cuya finalidad es evacuar las aguas provenientes de un rechazo de carga de la central. Este vertedero lateral de emergencia, de la misma longitud y adyacente al canal de aducción, traspasará las aguas provenientes de un rechazo de carga por medio de un canal

de interconexión perpendicular al vertedero lateral y que cuenta con una obra dentada disipadora de energía hacia el canal de evacuación de la central Machicura.

La casa de máquinas dispondrá de una turbina Kaplán diseñada para una altura neta de 21 m y 180 m^3/s, irá conectada a un generador sincrónico de eje vertical con una velocidad de 125 r.p.m. y potencia aparente de 35 MVA. Las aguas generadas se entregarán a un canal de evacuación de 2,9 kilómetros de longitud. que se desarrolla en tierra, por medio del cual se devolverán las aguas al río Maule.

La energía generada se transmitirá a la subestación Talca, del Sistema Interconectado Central, a través de una línea de 66 KV, de simple circuito y de una longitud aproximada de 23 km. El área de influencia de la central va desde la subestación San Ignacio hasta la subestación Talca.

La descripción general de las obras se muestra en la FIGURA 2

I.3. DESCRIPCION SISTEMATICA DEL FLUJO

Las aguas a utilizar en la Central San Ignacio provienen del Río Maule. embalsadas con fines hidroeléctricos en el Embalse Colbún y corresponden a parte de las aguas que han sido previamente generadas en la centrales Colbún y Machicura, descontadas de éstas los recursos necesarios para satisfacer las actuales y futuras demandas de riego. Luego de generadas en San Ignacio. las aguas son devueltas al río Maule en un punto distante unos 22 km. del Embalse Colbún.

Desde la captación de las aguas hasta su punto de entrega al río, las aguas en ningún momento quedan sometidas a descargas de contaminantes ya que las obras se desarrollan en terrenos de propiedad de Colbún, de acceso restringido y controlado por lo que no se verán interferidos ya sea por industrias o centros poblados que constituyen potenciales fuentes de contaminación química física o biológica.. En la FIGURA 3 se presenta un diagrama unifilar que muestra una caracterización sistemática del flujo.

COLBUN S.A.

DISPOSICION GENERAL DE LAS OBRAS

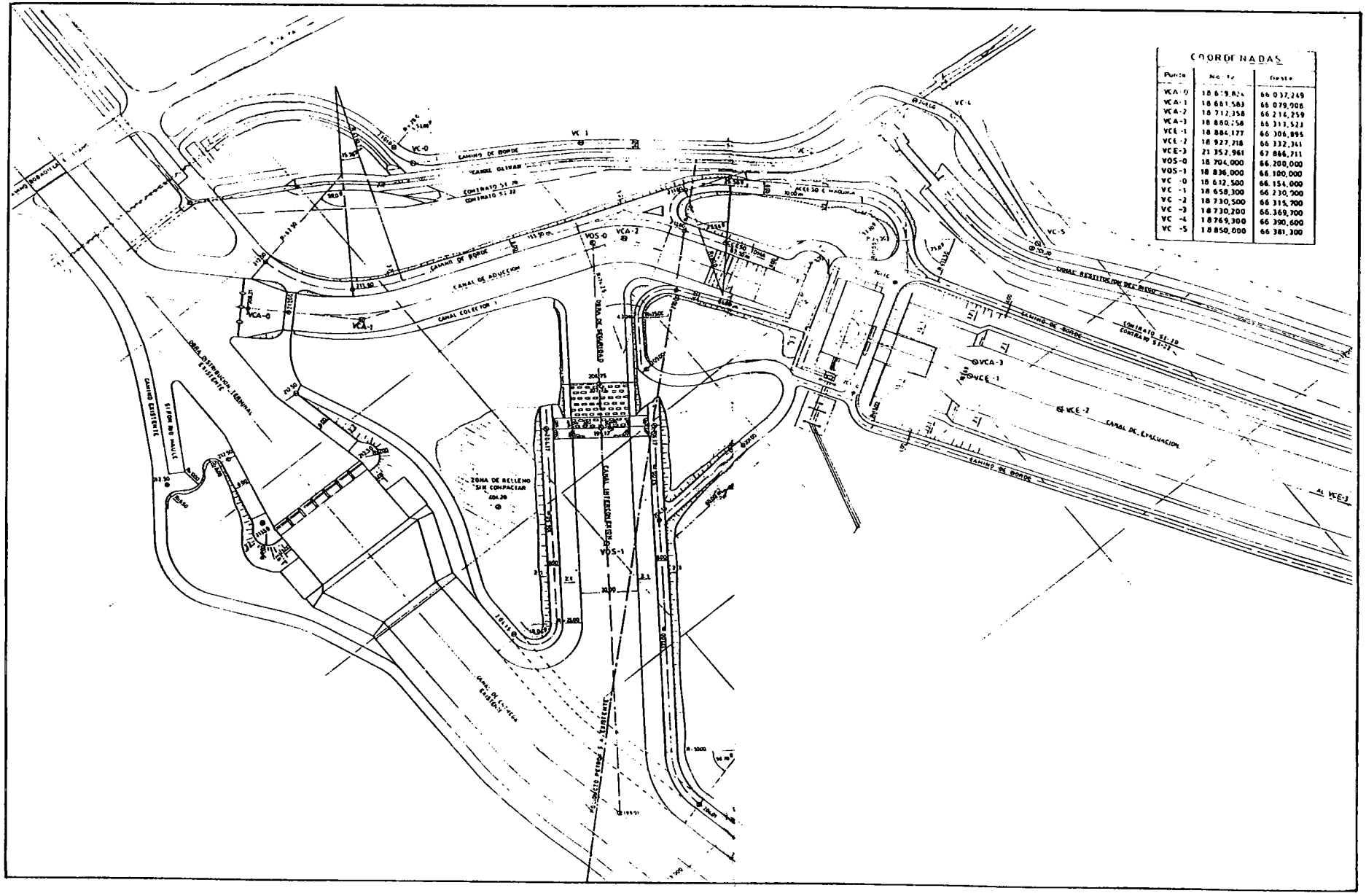


FIGURA N°2

DESCRIPCION SISTEMA DEL FLUJO

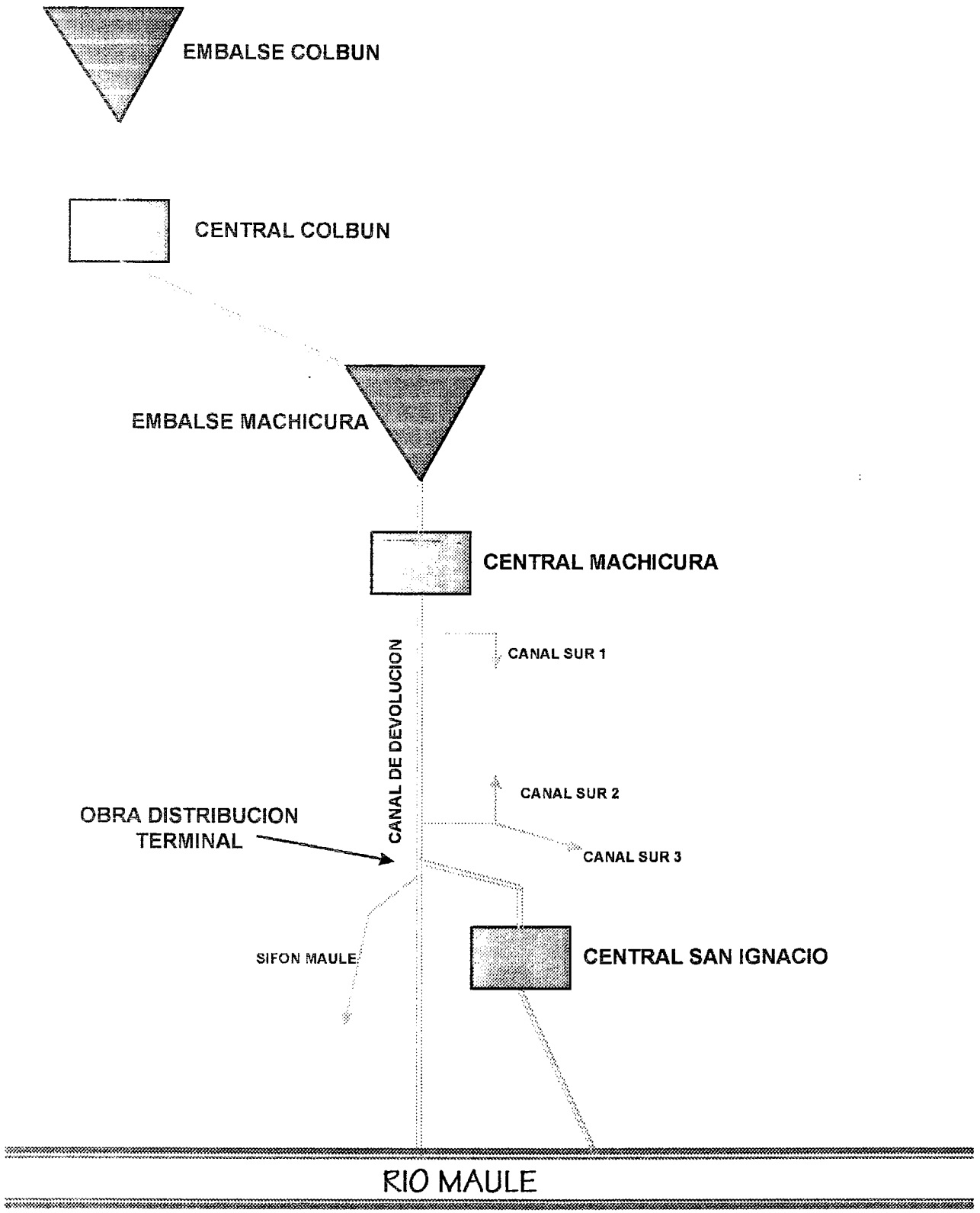


FIGURA Nº 3

I.4.- DISPOSITIVOS DE CONTROL Y MONITOREO

Las obras de la Central San Ignacio se pueden calificar como tradicionales y ampliamente probadas, por lo que sólo se consideran los dispositivos de control y monitoreo propios de este tipo de obras orientados principalmente al control y registro de los caudales captados y sus respectivos niveles de agua.

Adicionalmente a éstos se considera una serie de elementos de control y monitoreo de variables tales como presión, temperatura, vibraciones etc. que son característicos en este tipo de obra y que las normas establecen para la seguridad de los equipos electromecánicos que se alojan en los distintos pisos de la casa de máquinas.

I.5. ANALISIS DE LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL E HIDRAULICA

I.5.1 CONCEPCION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto de la Central San Ignacio y sus obras anexas basó su concepción general en la aplicación de altos estándares de seguridad hidráulica y estructural, basados tanto en las recomendaciones del U.S.B.R. como en la experiencia en el diseño de obras similares de Colbún S.A. y especialistas externos, todos ellos en plena armonía con el medio ambiente y la seguridad de terceros.

Los criterios de diseño utilizados, que se detallan en el punto II.3, aseguran la estabilidad y funcionamiento de las obras , con plena seguridad para terceros y para el medio ambiente, aún en condiciones extremas como sismos de magnitudes nunca antes registradas, lo que minimiza al máximo el riesgo de colapso o falla parcial que puedan perjudicar la calidad de las aguas, el medio ambiente y la seguridad de terceros.

I.5.2. SEGURIDAD DE TERCEROS

Además de las obras hidráulicas y estructurales principales, el proyecto contempla una serie de obras menores y elementos orientados principalmente a la seguridad de terceros, entre las cuales se destacan:

a) Barandas: Se considera la colocación de barandas de seguridad en todas aquellas obras de altura.

b) Mallas y Cables: En el sector del camino público, aguas abajo de la obra de cruce del camino con el Canal de Devolución, se cuenta con un cable que permitiría a una persona sostenerse ante una eventual caída al canal.

c) Rejas: En sectores aguas arriba de la cámara de carga se dispondrá adicionalmente de rejas.

d) Defensas Camineras: Se dispondrá en las diversas obras viales que consulta el proyecto, de las correspondientes defensas camineras, de acuerdo lo establecen las normas de la Dirección de Vialidad según la clasificación del camino o ruta interferida.

e) Cercos y Control de Acceso: La zona de emplazamiento de las obras de propiedad de Colbún S.A. contará con cercos de protección a ambos lados. con acceso a las obras en forma restringida y controlada .

f) Señalización: En diversos puntos de la obra se dispondrá de señalización preventiva por medio de la cual se señale el riesgo asociado; alta tensión, zona de derrumbes , velocidad reducida , salida de emergencia , etc.

I.5.3.- IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES FALLAS

Dadas las características de las obras y la concepción general de una obra de alta seguridad hidráulica y estructural utilizada en el diseño, sólo resultan previsibles fallas, que pudieran afectar la seguridad de terceros, en los equipos electromecánicos asociados a las obras la Central.

Para la detección y control de éstas se contará con un programa de mantención periódico. Se contará además con una red de caminos internos y de borde de tránsito expedito para cualquier época del año que permitirá acceder con rapidez y seguridad a cualquier punto de las obras.

Por otra parte se debe considerar que la central San Ignacio utiliza aguas ya generadas y controladas desde el embalse Machicura, por lo que su canal de aducción, compuertas de servicio y otros componentes hidráulicos no estarán sujetos a fenómenos de crecidas, por lo que los riesgos asociados a estas eventualidades son nulos. De igual manera, dada las características del proceso de generación hidroeléctrica, pueden considerarse nulos o despreciables efectos indeseables asociados a procesos de contaminación de las aguas.

Por lo anteriormente expuesto los eventos que puedan afectar la seguridad de terceros, se concentran en :

- **Rechazos de Carga :** La eventualidad de rechazos de carga o detenciones instantáneas de la unidad de generación produce un peralte brusco del nivel de agua, similar a una onda de crecida. Para evitar desbordes del canal de aducción o interferencias con la obra de cruce del canal de Devolución con el camino público Bobadilla - El Llano, se dispone de un vertedero de seguridad para la evacuación total del caudal de diseño que permite el restablecimiento del régimen uniforme de escurrimiento con anterioridad (aguas abajo) de la obra vial.

  Cabe destacar que la eficiencia y funcionalidad de ésta obra de seguridad fue verificada mediante un modelo hidráulico desarrollado por el Departamento de Ingeniería Hidráulica de la Universidad de Chile.

- **Cortocircuitos :** La ocurrencia de estos eventos puede provocar incendios que podrían afectar la seguridad de terceros y sus instalaciones. Como medidas de seguridad se cuenta con sofisticados sistemas de detección y control de incendios internacionalmente aprobados.

II. PROYECTOS ESPECIFICOS

II.1. DESCRIPCION DETALLADA DE LAS OBRAS DEL PROYECTO

II.1.1. ZONA DE CAPTACIÓN

Como se mencionó anteriormente, en la Obra de Distribución Terminal (ODT) deberán efectuarse las obras necesarias para controlar el nivel de captación de la central San Ignacio y además permitir el flujo constante de caudales hacia el canal de aducción de la Central San Ignacio.

La obra de distribución terminal existente comprende diversas instalaciones que fueron construidas durante el período de ejecución del Complejo Colbún-Machicura, entre los años 1983 y 1985, entre ellas:

- Obra de Toma Canales de Riego Sur 2 y Sur 3
- Canal de Entrega a Sifón río Maule
- Obra de Entrega a Central San Ignacio
- Vertedero Barrera.

Esta última obra está compuesta por siete vanos de 7,20 m. cada uno, por las cuales se evacuan actualmente las aguas generadas hacia el canal de entrega al río Maule. En estos vanos se deberán instalar compuertas de servicio que permitan derivar las aguas hacia el canal de aducción de la central San Ignacio y evacuar el excedente hacia el canal de devolución existente, con lo cual esta obra cumplirá una función reguladora del caudal.

Estas compuertas planas de 7,20 m. x 1,80 m., serán accionadas por dos servomotores alimentados por un sistema oleohidráulico de operación automática comandado por un controlador programable. Además, se dispondrá de una compuerta adicional para emergencias.

La obra de entrega a la central San Ignacio existente en la ODT, posee cuatro vanos de 4 metros de altura y de igual ancho que las del vertedero de la Obra de Distribución Terminal, lo que permite, en caso de requerirse, aislar el canal de aducción de la central utilizando las mismas compuertas de la ODT.

II.1.2. CANAL DE ADUCCIÓN

El canal de aducción es de sección rectangular y se empalma a la obra de captación por medio de una transición de 20 m. de longitud. Las características de este canal rectangular son:

- Ancho basal = 20 m.
- Longitud = 250 m.
- Pendiente = 0,0382 %
- Altura mayor = 5,75 m.

Los muros serán de hormigón armado de un espesor variable desde 0,55 m en su base hasta 0.25 m en el umbral.

El muro derecho del canal de aducción , que corresponde a un muro común con el umbral del vertedero de seguridad tiene altura de 3.6 metros por sobre el cual vierten los excesos de agua.

Se dispondrá además de un camino de borde de 4 m de ancho, con una carpeta de rodado de 30 cm. de espesor, el cual se conectará con la plataforma de maniobras de la cámara de carga y acceso de la central.

II.1.3. VERTEDERO LATERAL

Para el control de la onda producida por el rechazo de carga de la central se diseñó un vertedero lateral de sección rectangular de longitud total de 223 m, ancho variable entre 2,00 y 6,9 m y una altura también variable comprendida entre 5,75 y

4,20 m., adosado al muro derecho del canal de aducción. El excedente de agua producto del rechazo de carga desborda hacia dos canales laterales que convergen a un canal rectangular, casi perpendicular al canal de aducción, de aproximados 37 metros de desarrollo , 4 metros de alto y un ancho constante de 30 m. el cual se empalma a una obra de disipación para su posterior entrega al canal de devolución al río Maule de las centrales Colbún y Machicura

La obra de disipación está compuesta de una caída dentada que tiene 30 m de ancho, 24 m de longitud en planta y cubre un desnivel de 10,8 m que permiten trasvasar las aguas al canal de Devolución al río Maule.

II.1.4. CAMARA DE CARGA

Al término del canal de aducción se ubica la cámara de carga, con dimensiones tales de entregar la sumergencia mínima a la máquina y permitir además que la velocidad del escurrimiento sea lo suficientemente lenta, para evitar vibraciones en la reja y en su equipo de limpieza ubicados a la entrada de la tubería en presión.

Las dimensiones de la cámara de carga son de 43 m de longitud, 20 m de ancho y 14,5 m de altura, con muros estructurales de espesor variable. A la entrada de la tubería se dispuso dos paños de rejas hidráulicas de 10,0 m cada uno, separados por un machón de 1,20 m de espesor.

La tubería de hormigón armado que conecta la cámara de carga con la casa de máquinas de la central será de sección variable, que va de rectangular a la entrada, con una altura 14,5 m hasta una circular de diámetro 7 m a la llegada al caracol de la turbina.

A fin de aislar la casa de máquinas para faenas de mantención y reparación, en el tramo central de la tubería se dispondrá de una estructura para el montaje de una compuerta plana cuyas dimensiones serán de 11.0 m de ancho por 8,5 m de altura, accionada por un servomotor con su respectivo sistema oleohidráulico.

II.1.5. OBRA DE TOMA

La obra de toma que se inicia en la cámara de carga tiene en su origen 14,5 m de altura y 20,0 m de ancho , a partir de ésta se desarrolla un ducto rectangular hasta la compuerta de entrada de 11,0 x 8,5 m y está provista de servomotor para su operación. Desde la compuerta hasta la casa de máquinas se desarrolla una transición desde la sección rectangular a la sección circular de 7.00 m de diámetro.

II.1.6. CASA DE MÁQUINAS

La casa de máquinas, cámara de carga y obras de control de rechazo de carga fueron diseñadas para las siguientes condiciones:

Caudal máximo	:	180 m^3/s
Altura Bruta de Generación	:	21,23 m
Equipos de Generación	:	1 turbina Kaplán
Cota inicio Canal Aducción	:	208,31 msnm
Nivel mínimo Canal Aducción	:	210,20 msnm
Nivel máximo Canal Aducción	:	211,82 msnm
Cota inicio canal Evacuación	:	187,69 msnm
Cota final canal Evacuación	:	186,25 msnm
Nivel mínimo Canal Evacuación	:	188,85 msnm
Nivel máximo Canal Evacuación	:	190,47 msnm

II.1.7. CANAL DE EVACUACIÓN Y OBRA DE ENTREGA AL RIO

La central San Ignacio restituye al río Maule las aguas generadas a través del canal de evacuación.

Las características geométricas básicas de este canal son las siguientes:

Longitud total	=	2.858 m.
Ancho basal	=	35 m.
Altura total	=	5,0 m. (altura normal = 2,95 m)
Taludes cuneta	=	2 : 1 (H : V)
Taludes mesa	=	1,2 : 1
Pendiente de fondo	=	0,05%

Durante el trazado del canal se desarrollan alturas de cortes variables desde aproximados 20 m en sus inicios hasta la entrega al río en que el canal se desarrolla en terraplén.

Si bien fue concebido sin revestimiento, no obstante se estima que cerca del 10 al 15% requerirá de una protección de bolones debido a la baja granulometría del material existente y a las velocidades de escurrimiento consideradas en el diseño.

Al término del Canal de Evacuación y para conseguir una entrega de las aguas en forma controlada al río Maule, se diseñó una "Obra de Entrega" consistente en una grada de aproximados 1 metro de altura conformada por enrocados consolidados que permite además evitar, en crecidas frecuentes, la influencia del río Maule en el eje hidráulico del canal .

II.1.8. PRETIL DE PROTECCIÓN

Para proteger el canal de evacuación de la central San Ignacio de las crecidas del río, se proyectó la construcción de un pretil de protección de enrocados de gran diámetro (Wc >= 1000 k.) que se empalma con el pretil existente del canal de Devolución del Complejo.

Hacia aguas arriba del río Maule, este pretil de enrocados desarrolla una longitud aproximadamente 1,8 km., hacia aguas abajo se considera un pretil de aproximadamente 200 m de longitud.

II.1.9. OBRAS ASOCIADAS AL RIEGO

El trazado de las obras de la central San Ignacio interfiere algunas obras de riego existentes en la zona, por lo cual se debe efectuar algunas modificaciones. incorporando obras hidráulicas que permitan mantener inalterables las condiciones de riego del sector.

Dichas obras se encuentran incorporadas a las obras de restitución de riego asociadas al Complejo Colbún Machicura y forman parte de expedientes administrativos específicos actualmente en trámite por parte de la DGA.

No obstante lo anterior, se puede indicar que se ha diseñado un sistema de restitución de riego abastecido con total independencia de la generación de la central San Ignacio, ya que la captación de las aguas de riego se ubica aguas arriba de la aducción de la central.

II.1.10 OBRAS DE INFRAESTRUCTURA

En este proyecto dada su ubicación y vías de acceso sólo se contempla la construcción de caminos menores de explotación incluido un camino de borde que se desarrolla por los costados del canal y que permite acceder hasta la obra de entrega al río Maule.

II.1.11 CONEXIÓN AL SISTEMA INTERCONECTADO CENTRAL

La conexión al SIC se realiza a través de una línea de simple circuito, la que tendrá una longitud aproximada de 23 Km. La materialización de ella se efectuará con postes de hormigón armado de 15 m de altura con un conductor que corresponderá al tipo de aleación de aluminio con una sección de 465,4 MCM y nombre de código Cairo.

El trazado de la línea se realizaría en su mayor parte sobre terrenos cultivables de poca pendiente, presentando como principales singularidades el cruce de la carretera Panamericana, 2 Km. al Sur de la S/E Talca, el cruce de la línea de 154 KV Parral-Itahue y el cruce del río Maule en un punto ubicado entre las descargas al río del Canal de Devolución de Machicura y de la central San Ignacio.

La llegada de la línea a la S/E Talca se realizaría utilizando en un tramo de aproximadamente 2 Km. las estructuras metálicas de la línea de 66 KV Talca-Linares.

II.2. ESTUDIOS DE INGENIERIA BASICA

Los estudios de ingeniería básica realizados con motivo de la ejecución del proyecto hidroeléctrico San Ignacio se adjuntan en ANEXO I. Dentro de éstos se destacan.

II.2.1 ANTECEDENTES TOPOGRÁFICOS Y CARTOGRAFICOS

Desde 1965 con motivo del estudio del proyecto Colbún se han realizado numerosos levantamientos topográficos del sector algunos de los cuales cubren parte de la zona del proyecto San Ignacio, los que fueron complementados con una serie de trabajos topográficos de carácter específico. Se cuenta además con los antecedentes cartográficos, a diversas escalas, elaborados por el Instituto Geográfico Militar.

El resumen de los antecedentes topográficos utilizados es el siguiente:

a) Levantamiento taquimétrico escala 1:200 de la zona de aducción y casa de máquinas de la central.

b) Perfiles transversales cada 50 m en los sectores de canal de evacuación y pretil de protección.

c) Plano de levantamiento planimétrico esc. 1:5000 de todo el terreno involucrado en el proyecto; ejecutado por Illanes-Espinoza, Geodesia Ltda. febrero de 1994.

d) Planos a escala 1:2000 de Perfiles Transversales cada 10 mts a lo largo del canal de Evacuación; ejecutado por INGENDESA, febrero de 1994.

e) Planos a escala 1:1000 de levantamientos específicos zona casa de máquinas, cruce Estero Pando y Pretil de Protección; ejecutado por INGENDESA febrero de 1994.

f) Plano escala 1:5.000, obtenido de una fotogrametría realizada por OTAG en el año 1992.

f) Planos de proyecto del contrato CM-24 de las centrales Colbún-Machicura "Construcción obras de entrega al río y restitución del riego sector Sur".

g) Planos a escala 1:1.000, con curvas de nivel cada 0,5 m, correspondientes a un levantamiento aerofotométrico realizado por el I.G.M. en julio de 1979..

h) Planos escala 1:10.000, con curvas de nivel cada 5 m, correspondientes a un levantamiento realizado por la empresa Delta Consult Ltda. en abril de 1970. Abarca toda la zona del proyecto Colbún.

Los antecedentes cartográficos utilizados proveniente del Instituto Geográfico Militar, son los que se indican en el CUADRO 1.

COLBUN S.A.

CUADRO 1

ANTECEDENTES CARTOGRAFICOS DEL I.G.M.

CODIGO	NOMBRE	ESCALA
5-04-06-0049-00	TALCA	1: 50.000
5-04-06-0050-00	PELARCO	1: 50.000
5-04-06-0051-00	AGUA FRIA	1: 50.000
5-04-06-0052-00	RIO LONTUE	1: 50.000
5-04-06-0059-00	SAN JAVIER	1: 50.000
5-04-06-0060-00	SAN CLEMENTE	1: 50.000
5-04-06-0061-00	VILCHES	1: 50.000
5-04-06-0062-00	RIO CLARO	1: 50.000
5-04-06-0069-00	LINARES	1: 50.000
5-04-06-0070-00	PANIMAVIDA	1: 50.000
SI-19-1-3-1-4	TALCA	1: 250.000

II.2.2. ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS

El sector donde se proyecta construir la central San Ignacio, corresponde a una terraza fluvial del río Maule de características geológicas bastante estudiadas ya que durante la construcción de las obras de evacuación de las centrales Colbún y Machicura y del Sifón Maule se efectuaron excavaciones profundas en toda la extensión de dicha terraza, que permitieron obtener datos de calidad de suelos e infiltración de la napa subterránea.

Por lo anterior los estudios geológicos y geotécnicos complementarios se orientaron fundamentalmente a obtener información adicional asociadas a la excavación necesaria para fundar la casa de máquinas, centrándose en el análisis de estabilidad de taludes tanto de construcción como de operación y en la evaluación del caudal de infiltración.

Para el efecto y a fin de obtener mediciones de campo, previo a los estudios geológicos y geotécnicos se desarrollaron 2 sondajes y numerosas calicatas que junto con estudios realizados para la construcción de las obras de Colbún y Machicura, sirvieron de referencia para el desarrollo de los estudios que se indican a continuación y que se incluyen en ANEXO I :

a) Análisis permeabilidad Central San Ignacio. PETRUS Ingenieros Ltda

b) Central Hidroeléctrica San Ignacio. Casa de Máquinas y Canal de Evacuación. Excavaciones y Agotamiento. EDIC - Julio 1993.

II.2.3. ESTUDIOS HIDROLOGICOS

El caudal posible de utilizar es el que escurre por la sección final del canal de Devolución y que equivale al gasto utilizado por la central Machicura menos las extracciones que se hacen para el riego, es decir la ocurrencia de recursos hídricos para la Central San Ignacio dependen de los programas de generación de las centrales Colbún y Machicura, por lo que no se realizaron estudios de disponibilidad hídrica.

De igual manera dado que el proyecto no considera obras de captación en cauces naturales, río Maule, no resulta necesario la elaboración de estudios de crecidas adicionales o complementarios a los realizados para el desarrollo de los proyectos del embalse Colbún, su vertedero y los programas de operación del mismo.

II.2.4. ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS

a) **Ejes hidráulicos Río Maule**: A fin de determinar los niveles de agua en crecidas en los sectores adyacentes a la obra de entrega al río Maule y la influencia en éstos de los pretiles de protección, se calcularon los ejes hidráulicos para distintas periodos de retorno considerando la situación con y sin proyecto. Este estudio fue elaborado por la firma AC Ing. Civiles.

b) **Modelo hidráulico**: Con el objeto de conocer mejor el comportamiento de algunas de las obras hidráulicas del proyecto, se contrató la ejecución de un modelo a escala 1:30 con el Centro de Recursos Hidráulicos de la Universidad de Chile. En este modelo se analizó el funcionamiento de las siguientes obras:

- Canal de Evacuación de la central Machicura, en el sector adyacente a la ODT.
- Alcantarilla puente camino Bobadilla - El Llano.
- Entrega canal Sur 2 y Sur 3.
- Entrega Sifón Maule.
- Vertedero Barrera.
- Canal de Aducción Central San Ignacio.
- Vertedero de seguridad y caída dentada de entrega al canal de devolución .
- Cámara de carga de la central.

II.3.- DISEÑO ESTRUCTURAL E HIDRAULICO

II.3.1 CRITERIOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

a) Hormigones H20, H25 y H30

b) Aceros Estructural A37 - 24ES
Hormigón Armado A63 - 42H

c) Análisis sísmico pseudo-estático con coeficiente sísmico de 0.2g

d) Diseño hormigón armado según teoría clásica y verificación fase I

e) Verificaciones al deslizamiento, vuelco y tubificación de fundaciones.

f) Dimensionamiento de tuberías según publicaciones del U.S.B.R.

III.3.2 CRITERIOS DE DISEÑO HIDRÁULICO

Canales

a) Coeficiente de Manning: Canal Aducción n = 0.015
Canal Evacuación n = 0.025

b) Revancha : Canal Aducción R = 0.70 m
Canal Evacuación R = 2 m

c) Relación Bernoulli normal Bernoulli crítico >= 1.1

Tubería en Presión

a) Cálculo de pérdidas friccionales según Manning

b) Pérdidas singulares según "Internal Flow System"

c) Golpe de ariete por medio del método inelástico considerando cierre lineal.

d) Sumergencia según fórmula de Gordon

Como se deduce de los puntos anteriores, los criterios y métodos de cálculo utilizados en el diseño de las obras corresponden a los normalmente usados para obras hidráulicas de éste tipo.

Las memorias de cálculo hidráulico y estructural para cada una de las obras hidráulicas que conforman el proyecto se incluyen en ANEXO II

Por su parte las características de las obras permite la aplicación de métodos constructivos de tipo tradicional con alternativas tecnológicas de mercado, por lo que se estimó innecesario efectuar pruebas o ensayos asociados a los métodos constructivos durante el desarrollo del proyecto.

II.4.- SISTEMAS DE CONTROL Y MONITOREO

Dadas las características de la obra y de acuerdo a lo indicado en I.4, los principales sistemas de control, además de los de medición de caudales, se refieren a los que las normas establecen para la seguridad de los equipos electromecánicos que se alojan en los distintos pisos de la casa de máquinas, los que se vigilarán y controlarán de acuerdo a las indicaciones de los fabricantes de dichos equipos.

II.5.- INSPECCIONES DE SEGURIDAD

Dentro de la concepción general de la obra, está implícito un funcionamiento seguro y eficiente de la misma, por lo tanto se considera necesario el desarrollo de inspecciones orientado a lograr este objetivo. Desde ese punto de vista interesará conocer el comportamiento de la obra a lo largo del tiempo y la adecuada programación de los trabajos de mantenimiento y eventuales reparaciones.

Para lograr ese objetivo, las obras civiles estarán sujetas a constantes inspecciones de frecuencia diaria a cargo de personal especializado. Dado que éstas se desarrollan a nivel de superficie con vías de acceso expeditas, éstas inspecciones podrán ser de carácter visual y abarcarán las principales componentes de las obras civiles. Se debe tener presente que de acuerdo a lo indicado en el punto I.5.3. los sectores de mayor riesgo, como son las obras de toma, contarán con supervisión permanente desde las casetas de control y comando.

Por su parte los equipos electromecánicos, salvo indicación contraria de los fabricantes, quedan normalmente sometidos, al menos dos veces al año, a procesos de mantenimiento y supervisión que requieren la detención de las unidades generadoras que permitirán supervisiones más detalladas de las obras civiles involucradas.

Estas labores de mantenimiento e inspección serán ejecutadas por personal altamente calificado del Departamento de Mantenimiento Mecánico y Civil de Colbún S.A., que estará a cargo además de la recopilación y procesamiento de la información la que será analizada por personal especializado en el área de la ingeniería civil de manera de definir en conjunto, si procede, las acciones correctivas y reprogramar sobre la base de la experiencia e información obtenida los nuevos programas de inspección, mantenimiento y control.

En consideración a la frecuencia de inspecciones de seguridad y al equipo de control que disponen los equipos electromecánicos de centrales hidroeléctricas como la Central San Ignacio, se estima innecesario definir un plan de inspecciones para el caso de emergencia adicional al estandarizado para este tipo de obras.

II.6 PLAN DE PUESTA EN SERVICIO

En lo básico las pruebas de funcionamiento permiten simular en un plazo breve y sin riesgo para la obra las posibles situaciones a que ésta se puede ver enfrentada en el desarrollo de su vida útil.

Las pruebas de puesta en servicio de las instalaciones constituyen la última etapa de las pruebas, ensayos y verificaciones, antes de la operación comercial de la unidad generadora, por medio de los cuales se comprueba y demuestra que cada uno de los elementos y su conjunto cumplen con los requisitos establecidos en el proyecto.

II.6.1 SECUENCIA DE LAS PRUEBAS.

En general, en las pruebas de puesta en servicio de la Central San Ignacio pueden distinguirse las fases siguientes con mención de los elementos y equipos que se controlan:

- **Pruebas en seco previas al llenado de la aducción.**

  a) Pruebas a motores eléctricos.
  b) Pruebas de control eléctrico correspondientes.
  c) Obras civiles
  d) Válvulas menores.
  e) Compuertas de Toma.
  f) Turbina.

- **Pruebas de equipos y sistemas no ligados directamente a los equipos de generación.**

  a) Sistema de drenaje de la Casa de Máquina.
  b) Puente grúa.
  c) Compuertas de Evacuación Turbina.

- **Pruebas previas al primer giro de la unidad.**

  a) Sistema de agua de refrigeración.
  b) Turbina.
  c) Regulador de velocidad.
  d) Generador sincrónico.
  e) Transformador de poder.
  f) Sistema de vaciado.
  g) Pruebas de control eléctrico correspondientes.
  h) Equipos del patio de alta tensión.

- **Verificaciones durante el llenado de la aducción.**

  a) Compuerta de Toma.

  b) Turbina.

- **Pruebas con flujo de agua sin carga (giro en vacío de la unidad).**

  a) Compuerta de Toma.

  b) Turbina - Generador.

- **Pruebas con flujo de agua con carga (la unidad conectada al sistema eléctrico).**

  a) Turbina - Generador.

- **Pruebas de verificación de valores y características garantizadas.**

  a) Generador sincrónico.

II.6.2 PERSONAL E INSTRUMENTAL DE PRUEBAS.

El personal que participa en las pruebas de puesta en servicio es altamente calificado en su especialidad, no obstante lo anterior se considera necesaria la contratación de personal especializado dependiente del fabricante.

Cada instrumento que se emplee será calibrado previamente y los certificados de calibración deberán ser sometidos a la aprobación de los especialistas. Luego de ejecutadas las pruebas, se efectuará una nueva calibración de dichos equipos e instrumentos.

COLBUN S.A.

II.6.3 PUESTA EN AGUA DE LA CENTRAL.

Con la puesta en agua de la Central San Ignacio, resultarán afectadas tanto las obras civiles de conducción hidráulica como los equipos electromecánicos de la central.

La puesta en agua de la Central seguirá, en lo fundamental, la secuencia siguiente:

A. Llenado de Canal, Cámara de Carga y Tubería de Presión.

El llenado del canal y cámara de carga, se realizará actuando sobre las Compuertas de la ODT. La velocidad y etapas de llenado, estarán determinadas por las características de la obra y las mediciones y pruebas que deben realizarse durante un proceso de calibración, en todo caso no podrá ser inferior a 8 horas.

El llenado de la tubería de presión, se realizará actuando sobre la Compuerta de Toma, la velocidad y etapas de llenado serán determinadas en la puesta en servicio, de acuerdo a las características de la obra y de los equipos.

B. Turbina, Difusor y Zona de la Descarga.

Se realizará a través de la cañería de vaciado de la tubería de presión y/o por otro método que se acuerde con el Contratista.

COLBUN S.A.

II.6.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Durante el desarrollo de las pruebas se cumplirá con las normas de seguridad, para evitar accidentes de las personas y equipos, manteniendo las áreas de pruebas iluminadas, eliminando cualquier condición insegura que se origine durante las pruebas o controles, como ser: agua, polvo en suspensión, materiales inflamables, pasillos de tránsito obstruidos, escotillas sin tapar, equipos o cables energizados sin protección, falta de barandas, escaleras y accesos no apropiados, etc.

Si cualquier prueba o control entraña peligro para las personas o equipos, tal actividad será inmediatamente interrumpida y se adoptarán todas las medidas de seguridad a satisfacción del Prevensionista de Colbún S.A. y sus asesores.

Durante las pruebas con alta tensión, se consulta aislar la zona del equipo, mediante cintas de color rojo, e instalar letreros de advertencia. En la medida que se vayan energizando los equipos, se irán instalando letreros con leyendas de advertencia que indiquen: **"Peligro Equipo Energizado"**.

II.7.- PLAN Y PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

II.7.1 DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS

Durante la construcción de las obras la Central San Ignacio es factible la ocurrencia de eventos no previstos que conducen a situaciones de emergencia. De acuerdo a las características de las obras estos eventos radican principalmente en la probabilidad de accidentes laborales.

Por lo anterior se dispondrá de expertos prevensionista quienes a inicios de las obras deberán presentar un programa de actividades de prevención de riesgos a fin de disminuir la ocurrencia de accidentes laborales y definirán los equipos y elementos de seguridad adecuado.

Frente a la eventualidad de accidentes, se dispondrá en forma permanente en faena de un servicio de policlínica provisto de ambulancias y paramédicos con comunicación directa con la Institución de Seguridad a la que se encuentre adscrito el contratista, de manera de asegurar el rápido traslado de los accidentados, coordinar la más efectiva y rápida atención en el centro hospitalario que corresponda y solicitar los refuerzos paramédicos o de traslado que sean necesarios, con principal preocupación en las faenas asociadas a las excavaciones de la casa de máquinas.

Por otra parte se mantendrá un medio de comunicación permanente y efectivo con Carabineros de Chile de manera de, si la situación lo requiere, coordinar las facilidades de acceso al centro asistencial que corresponda.

En función de la gravedad de la emergencia se propondrán cuatro centros de atención probables:

Lesiones leves y menos leves	Policlínica de faenas
Lesiones medianas	Policlínica del sector
Lesiones menos graves	Hospital en Talca
Lesiones graves	Hospital en Santiago

II.7.2 DURANTE LA OPERACIÓN

Como se ha dicho anteriormente, la concepción general del proyecto sitúa a la obra dentro de un rango de muy bajo riesgo y sólo se mantiene vigente la eventual ocurrencia de accidentes laborales del personal de operación, en cuyo caso, según sea la gravedad de éste, el accidentado se trasladará a los policlínicas del sector o centros asistenciales de la ciudad de Talca.

II.8.- PLAN DE MANEJO DE LA INFORMACION TECNICA

La información técnica de la obra, en original, estará almacenada en las oficinas centrales que se designen para el efecto y será de responsabilidad de la Sección Archivos y Planos, quien velará por su protección y adecuado uso. Cada una de las distintas unidades operativas tendrá copia de aquellos antecedentes relevantes asociados a su gestión.

Toda la información, incluyendo planos "as built", estará respaldada en archivos magnéticos, existiendo básicamente dos tipos de archivo; un archivo master que estará a cargo del Departamento de Computación quién velará por su uso y protección y archivos de trabajo y consulta que se encontrarán cargados a una red computacional común para las distintas sedes de la empresa, lo que permitirá un acceso inmediato a la información requerida, desde cualquiera de éstas unidades.

II.9.- PLANIFICACION Y PROGRAMA DE CONSTRUCCION

La ejecución del proyecto se llevará a cabo mediante la adjudicación de diferentes contratos, tanto para la construcción de las obras civiles como para el suministro y montaje de los diferentes equipos que componen el proyecto.

La dirección, administración, ingeniería e inspección de la obra, estará a cargo de personal de Colbún S.A. en forma directa, para lo cuales se creará una estructura que consistirá básicamente en un Inspector Jefe para todo el proyecto e Inspectores Residentes para cada uno de los contratos mayores, los cuales a su vez tendrán un equipo de Inspectores de Frente a su cargo.

II.9.1 CONTRATOS DE CONSTRUCCION

SI-20 "Exc. 1ra Etapa Obras de Evacuación y Restitución del Riego".

Este contrato consiste en la ejecución de las excavaciones iniciales en casa de máquinas y canal de evacuación y tiene por objeto lograr el inicio de ellas en una fecha temprana, dado que por sus características y simplicidad, permite disminuir la etapa de licitación en relación al resto de los contratos. Incluye también la construcción de las obras menores de riego que se ven interferidas por el proyecto.

SI-22 "Construcción Obras Civiles De La Central".

El contrato incluye el término de las excavaciones de la casa de máquinas y del canal de evacuación, la construcción de la casa de máquinas, canal de aducción, ducto en presión, obra de seguridad, etc. Esta orientado a contratistas con aptitudes en movimiento de tierra y amplia experiencia en casa de máquinas con ejecución de hormigones en forma masiva utilizando moldajes tradicionales y además, debe presentar aptitudes y experiencia suficiente para mantener una permanente coordinación con otros contratistas del área de montaje.

SI-50 "Suministro y Montaje de Equipos Electromecánicos"

Corresponde al suministro y montaje de los equipos electromecánicos en casa de máquinas, tales como turbina, generador, sistemas auxiliares y transformadores de poder etc.

SI-71 "Construcción Línea 66 Kv"

Se refiere a la construcción suministro y montaje de todas las obras y equipos asociados a la línea de transmisión.

SI-72 "Conexión Subestación Talca"

Este contrato se ha optado por considerarlo como un contrato independiente de la construcción de la línea de transmisión dado que involucra un grado de especialización adicional.

II.9.2 PROGRAMA DE CONSTRUCCION DE LA CENTRAL

El programa de construcción establecido para la central, fue elaborado con base en los antecedentes obtenidos durante el estudio a nivel de factibilidad.

En un proyecto de las características de la central San Ignacio, el plazo de construcción normalmente queda determinado por las faenas de obras civiles de la Casa de Máquinas, montaje y pruebas de los equipos electromecánicos, ya que las otras obras pueden abordarse con varios frentes de trabajo.

El cronograma establece básicamente, iniciar el período de licitación y estudio de las propuestas de las obras civiles y suministro de equipos electromecánicos a partir de marzo de 1994 hasta junio de 1994. A partir del mes de abril, se iniciarían los primeros trabajos de construcción de las obras que considera la 1ra Etapa de Excavaciones del Canal de Evacuación y las obras de restitución de riego, al que le seguirían, a partir de julio de 1994, los contratos de obras civiles de la central y suministro y montaje de equipos ya indicados.

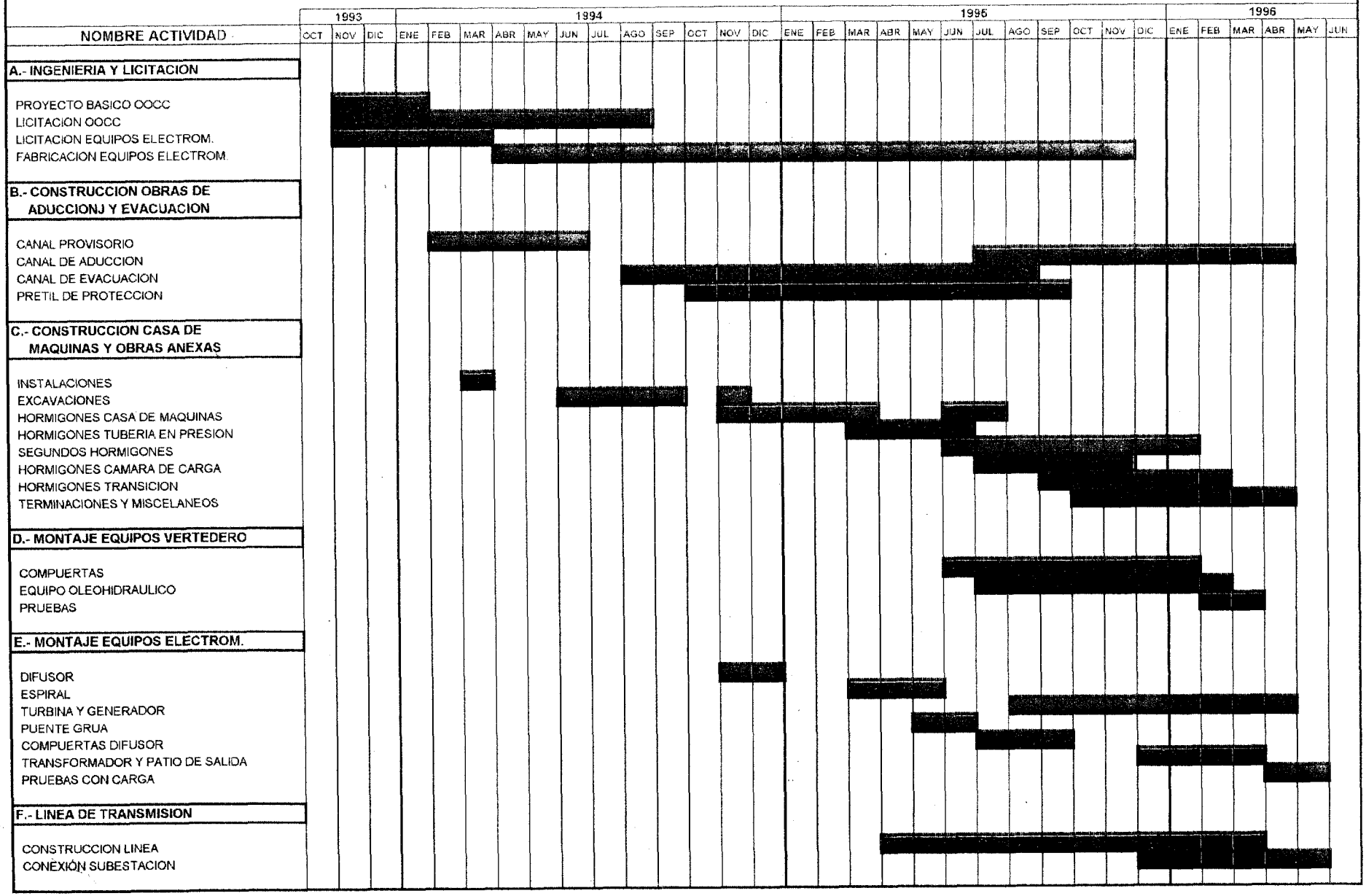
La programación de los contratos mencionados anteriormente, se encuentra estrechamente ligada a permitir poner la central en servicio en octubre de 1996. La ruta crítica del proyecto puede resumirse en las siguientes etapas:

- Aprobación y fase de licitación contrato SI-20
- Construcción obras civiles de la central
- Suministro y montaje de equipos electromecánicos
- Obras Anexas
- Primera y Segunda sincronización

Considerando rendimientos promedios, se ha elaborado el programa de construcción de la central y enlace el cual se muestra en la FIGURA 4 donde se destaca la ruta crítica del proyecto. Este Programa de Construcción se considera desde la fecha en que se emite la Orden de Proceder, o se firma el Contrato respectivo, hasta la puesta en servicio de las obras.

FIG 4

PROYECTO CENTRAL SAN IGNACIO
PROGRAMA GENERAL DE ACTIVIDADES



Tal como se mencionó en puntos anteriores, las obras civiles de la central, salvo el canal de evacuación y obra de entrega al río, se concentran en el entorno de la Casa de Máquinas, resultando por lo tanto, que los plazos podrán cumplirse en la medida que se logre una adecuada coordinación y programación de las distintas etapas de la construcción.

II.10 ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION

En el ANEXO III se adjuntan las especificación de construcción para la ejecución de las obras, en concordancia con la programación de las mismas indicada en el punto anterior.

II.11 PLANOS

Los planos del proyecto son los que se adjuntan en el ANEXO IV y corresponden al siguiente listado.

LISTADO DE PLANOS

PLANO N°	OBRA	DETALLE
H03-5-02k-0001	OBRAS CIVILES DE LA CENTRAL	OFICINAS, INSTALACIONES, BOTADEROS YACIMIENTOS
H03-5-02k-0002	OBRAS CIVILES DE LA CENTRAL	DESCRIPTIVO GENERAL COORDENADAS
H03-5-22d-0001	CANAL DE ADUCCION	CANAL DE ADUCCION DIMENSIONES
H03-5-22d-0002	CANAL DE ADUCCION	KM 0.024,85 A KM 0.242,352 CORTES B Y J
H03-5-22d-0003	CANAL DE ADUCCION	KM 0.024,85 A KM 0.242,352 CORTES A,C,D,E,G,H
H03-5-22d-0004	CANAL DE ADUCCION	PERFILES LONGITUDINALES
H03-5-22d-0010	CANAL DE ADUCCION	TRANSICION AGUAS ARRIBA, PLANTA Y CORTES
H03-5-24d-0002	CAMARA DE CARGA	PLANTA Y CORTES 3 AL 6, 14, 15
H03-5-24d-0003	CAMARA DE CARGA	CORTES 2, 7 AL 9, 16 Y 17
H03-5-24d-0004	CAMARA DE CARGA	CORTES 10 AL 12, 18 Y 19 VISTA 13
H03-5-26d-0002	TUBERIA EN PRESION	PLANTA 1 Y CORTES A Y B, DIMENSIONES
H03-5-26d-0004	TUBERIA EN PRESION	CORTES F AL H DIMENSIONES
H03-5-26d-0005	TUBERIA EN PRESION	DETALLES 1 AL 14 DIMENSIONES
H03-5-27d-0010	OBRA DE SEGURIDAD CAIDA DENTADA	PLANTA A, CORTE B, DET 1 AL 3 DIMENSIONES
H03-5-27d-0010	OBRA DE SEGURIDAD CAIDA DENTADA	VISTA C Y G, CORTE D AL F,H,I, DET. 4 Y 5, DIMENSIONES.
H03-5-50d-0059	CASA DE MAQUINAS	PLANTA Y CORTES
H03-5-70d-0001	CANAL DE EVACUACION TRANSICION	PLANTA GENERAL, CORTES Y DIMENSIONES
H03-5-70d-0002	CANAL DE EVACUACION TRANSICION	CORTES, DETALLES Y DIMENSIONES
H03-5-70d-0003	CANAL DE EVACUACION TRANSICION	CORTES, DETALLES Y DIMENSIONES
H03-5-73d-0001 (4 LAM)	CANAL DE EVACUACION	PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL , PERFILES
H03-5-73d-0003	CANAL DE EVACUACION, OBRA DE ENTREGA ESTERO PANDO	PLANTAS, PERFILES Y CORTES
H03-5-73d-0008	CANAL DE EVACUACION, OBRA DE ENTREGA AL RIO	PLANTA GENERAL Y CORTES
H03-5-74d-0003	PRETIL DE PROTECCION	PLANTA PERFIL LONGITUDINAL Y CORTES

CENTRO DE INFORMACION DE RECURSOS HIDRICOS
3 5617 00006 5060