



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

DIVISIÓN DE INGENIERÍA CIVIL, TOPOGRÁFICA Y GEODÉSICA

**PLANEACIÓN GENERAL DEL PROYECTO
HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN, NAYARIT**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

FRANCISCO JAVIER DELGADO CHONG

DIRECTOR DE TESIS

ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI MALDONADO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN
FING/DCTG/SEAC/UTIT/119/04

Señor
FRANCISCO JAVIER DELGADO CHONG
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. CARLOS MANUEL CHÁVARRI MALDONADO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

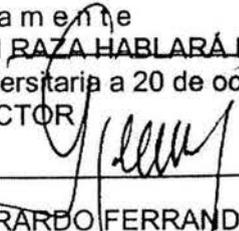
"PLANEACIÓN GENERAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN, NAYARIT"

- INTRODUCCIÓN
- I. ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DEL PROYECTO
 - II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ETAPAS DEL PROYECTO
 - III. PLANEACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO. PROGRAMAS DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN. ANÁLISIS ECONÓMICO
 - IV. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria a 20 de octubre de 2004.
EL DIRECTOR


M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO
GFB/AJP/crc.

Dedicatorias....

Primero a Dios, por permitirme terminar esta meta en mi vida, y a Quien ahora Le pido me dé fuerzas para los retos que siguen, y que nunca me permita olvidar que estamos aquí para servir a los demás, no para ser servidos.

A mis Padres:

José Delgado García y Guadalupe Chong Álvarez. El esfuerzo que me haya costado llegar hasta este punto se los dedico a ustedes, por tantos sacrificios que han hecho en su vida para que mis hermanos y yo hagamos grandes cosas en nuestras vidas, por todas sus noches de desvelo y por todas las madrugadas en hospitales cuando haya sido necesario, por no permitirme nunca olvidar a Dios ni a mi familia en los momentos más inciertos y por creer en mí...pero sobre todo por su Amor.

Es más fácil escribir estas palabras que durarán para siempre: **Los Quiero Muchísimo.**

A mis Hermanos:

José Carlos; por ser un modelo a seguir en las cosas que has logrado, y sobre todo por aconsejarme en todas esas noches y hacerme comprender los errores que como mi hermano mayor me ayudaste a evitar y así crecer. Te admiro y te quiero mucho.

Fabiola; por tus logros no sólo eres un ejemplo para la comunidad de la UNAM, sino más importante, eres mi hermana y por eso te quiero. Gracias por tus palabras de ánimo y guía que las recordaré para siempre.

Fernando; Mi infancia y juventud no hubieran sido las mismas sin ti. Me has visto crecer al mismo tiempo que yo siempre te he admirado en silencio. Tus sueños y metas, que sé alcanzarás, las hago mías también porque eres mi hermano y te quiero.

A mis primos Gerardo y Toño: Los quiero mucho y admiro su fortaleza y unión para seguir adelante en sus vidas, muchas gracias por los momentos que vivimos juntos desde niños. Tía María nunca te olvidaré. A mi familia en Nayarit y en especial a la familia Delgado San Román por haberme recibido y hacerme sentir en casa el tiempo que viví con ustedes.

A todos los que me han acompañado:

A mis amigos de la Facultad: Luis Rodrigo, Ismael, Alejandro, Moisés y Yeshica por los momentos que vivimos juntos en la Sociedad Estudiantil y por su amistad sincera, y también Alfonso.

A todos los compañeros anónimos que tuve a lo largo de mis estudios, cada uno de ellos me brindó algo y en buena forma me ha hecho lo que soy.

A Benjamín, a quien puedo llamar un amigo sincero, te deseo lo mejor en la vida, tienes lo más importante y lo que me has enseñado: no rendirte nunca y creer en uno mismo ante lo adverso.

A mi gran amigo Rodolfo, por todas las noches de desvelo y corajes y alegrías que pasamos juntos o por separado pero siempre con un objetivo en común y que sé que nunca olvidaremos; en mis recuerdos de estos años increíbles siempre estarás tú, Sr. Rudolph, y espero estemos listos para lo que sigue en la vida profesional y gremial, nuestro plan sigue adelante: CIVILES UNIDOS.

El terminar la carrera se lo dedico a mi amigo, Eduardo Martínez Rojo, y poder cumplir la promesa que le hice a tu familia; Eduardo, sé que desde el Cielo me ayudaste a seguir y no caer... *Amigo: ¡Lo logramos!* Nunca te olvidaré.

Finalmente:

A los compañeros de toda mi vida, antes que nada son mis mejores amigos: Adriana y José Alejandro. En todos estos años, Siempre creyeron en mí y Nunca dejaron de apoyarme. Los quiero mucho y sobre todo... ***Gracias.***

--"What we do in life echoes in eternity."--
+ Maximus Decimus Meridius.

Mi Sincero Agradecimiento....

A la Universidad Nacional Autónoma de México; aprendí a querer tus colores desde la Preparatoria y a vivir tu orgullo y prestigio desde Ciudad Universitaria, no tengo más que palabras de agradecimiento y compromiso para ti mi Universidad y para mi Facultad de Ingeniería. Sé que pude hacerlo mejor, pero ahora tengo la oportunidad de esforzarme por ser mejor Ingeniero cada día, en cada obra, en cada proyecto, en cada comunidad de nuestro país que necesita más desarrollo... ahí podré hacerlo mejor, y poder regresar algo de lo que he recibido aquí: El compromiso con México, su progreso y su gente. Hoy más que nunca, ***Por Mi Raza Hablará El Espíritu.***

A todos los Profesores que me ofrecieron en las aulas y fuera de ellas su tiempo y guía a lo largo de la carrera; no sólo recibí de ustedes la formación profesional, sino el compromiso de ejercer siendo una mejor persona.

A las autoridades de la Facultad de Ingeniería; de la División de Ingeniería Civil, Topográfica y Geodésica, y del Colegio de Ingenieros Civiles de México por su apoyo incondicional durante mi gestión y de mis compañeros en el Club de Estudiantes del CICM de nuestra Facultad, de junio del 2001 a mayo del 2003, por todo el apoyo recibido. Las actividades que tuvimos oportunidad de realizar me comprometieron aún más con los objetivos de una formación integral en la carrera y la oportunidad de servirle al Colegio en la difusión tan necesaria con los futuros ingenieros y en la creación de actividades y concursos que lo relacionen con la comunidad interuniversitaria de la Ciudad de México y el Área Metropolitana.

Al Maestro Gabriel Moreno Pecero por su paciencia y enseñarme a ser prudente en cualquier actividad, durante estos años en los que siempre estuvo presente para orientarnos.

A los Ingenieros de ICA, Fundación ICA, CFE y de la SCT; a los que les agradezco profundamente las oportunidades recibidas como pasante y la experiencia obtenida al permitirme colaborar con ustedes también en actividades gremiales.

A mi director de tesis el Ingeniero Carlos Manuel Chavarri y a mis sinodales por su tiempo y guía para la realización de esta Tesis.

Francisco Javier Delgado Chong. Noviembre 2004

“PLANEACIÓN GENERAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN, NAYARIT”

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

Pág.

i

CAPITULO I ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DEL PROYECTO

I.1.- Ubicación geográfica y características principales del sitio de construcción.

1

I.2.- Objetivos del Proyecto en materia energética. Sistema Hidrológico Santiago. Impacto Social e Impacto Ambiental.

4

CAPITULO II DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ETAPAS DEL PROYECTO

II.1.- Obra de Desvío.

9

II.2.- Obra de Contención.

12

II.3.- Obras de Generación.

15

II.4.- Obra de Excedencias.

21

II.5.- Obras Asociadas.

23

CAPITULO III PLANEACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO. PROGRAMAS DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN. ANÁLISIS ECONÓMICO

III.1.- Obra de Inversión Financiada. Programas de Precios Unitarios y a Precio Alzado.

28

III.2.- Programa General de las obras. Ruta Crítica.
Planeación General del Proceso Constructivo.

30

III.3.- Costo estimado del proyecto. Costos por Áreas.

49

III.4.- Bancos disponibles y suministro de materiales.

56

III.5.- Maquinaria y equipo utilizado. Instrumentación del Proyecto.

62

III.6.- Organización del Personal Administrativo y Técnico. Mano de Obra.

73

III.7.- Medidas de Seguridad y Prevención. Programas de Protección Civil.

79

CAPITULO IV COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.

81

Referencias.

83

Introducción

El Presente trabajo, intitulado “*PLANEACIÓN GENERAL DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN, NAYARIT*”, el cual analiza al “*PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN, REFERENTE A LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES, OBRAS ELECTROMECAÓNICAS Y OBRAS ASOCIADAS, PROCURA, MONTAJE, INGENIERÍA, TRANSPORTE, PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE DOS UNIDADES TURBOGENERADORES*” está estructurado de tal forma que le permita al lector conocer de manera integral la organización, los procesos, la infraestructura necesaria y en general las partes que componen a dicho proyecto y la interrelación entre ellas, desde un punto de vista de Planeación en Ingeniería.

El Capítulo I, “*ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DEL PROYECTO*”, detalla la ubicación geográfica y características principales del sitio donde se lleva a cabo el proyecto, así como las metas que en materia de generación eléctrica se tienen y una descripción sobre el Impacto social y ambiental en la región y medidas de mitigación al respecto.

El Capítulo II, “*DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ETAPAS DEL PROYECTO*”, enumera de manera general los alcances de las 5 Principales Obras que conforman el P.H. El Cajón: Obra de Desvío, de Contención, de Generación, de Excedencias y las Obras Asociadas al Proyecto.

El Capítulo III, “*PLANEACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO. PROGRAMAS DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN. ANÁLISIS ECONÓMICO*”, describe las características particulares en las que fue contratada esta magna obra, los conceptos considerados a precio alzado y por precios unitarios, la ruta crítica del programa de obra, información sobre los bancos de préstamo y maquinaria y equipo utilizados, así como la organización de los recursos humanos y las medidas de prevención y seguridad en el trabajo aplicadas.

El Proyecto fue Licitado internacionalmente por la **Comisión Federal de Electricidad (CFE)**, y adjudicado al consorcio denominado **Constructora Internacional de Infraestructura, S.A. de C.V. (CIISA)**, conformada a su vez por:

- Constructora El Cajón S.A. (CECSA), dividida en Ingenieros Civiles Asociados (ICA), Promotora e Inversora Adisa (PIADISA) y Peninsular Compañía Constructora (PENINSULAR).
- Energomachexport Power Machines (ENERGO)

La duración total planeada para la construcción del proyecto es de 1620 días, a partir del 26 de Marzo del año 2003 hasta el 31 de Agosto del año 2007.

CAPITULO I **ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DEL** **PROYECTO**

I.1 Ubicación geográfica y características principales del sitio de construcción.

Ubicación geográfica.

El sitio de la construcción de las Obras de el **Proyecto Hidroeléctrico El Cajón, Nayarit** (ó P.H. El Cajón, Nay.), se encuentra ubicado en el estado de Nayarit, México; a una distancia aproximada de 47 km de la ciudad de Tepic, capital del estado, en los municipios de La Yesca y Santa María del Oro, en terrenos comunales del poblado Cantiles, sobre el río Santiago 60 km aguas arriba de la Central Hidroeléctrica Aguamilpa Solidaridad. Una vez terminado, y ya en funciones, se denominará "Central Hidroeléctrica El Cajón, Nayarit".

Coordenadas geográficas: 21° 25' 41" latitud norte. 104° 27' 14" longitud oeste.

Características principales del sitio.

Hidroclimatología.

- Temperatura media mensual máxima de 32°C en el mes de mayo y mínima de 23,2°C en el mes de enero.
- Evaporación media mensual máxima de 317,8 mm en mayo y mínima de 129 mm en diciembre.
- Precipitación media mensual máxima de 234,6 mm en julio y mínima de 10,7 mm en diciembre.
- Escurrimiento medio mensual máximo de 918,8 millones de m³ en el mes de agosto y mínimo de 83 millones de m³ en febrero.

En la zona de las obras, la temporada de lluvias se presenta muy marcada entre los meses de junio a octubre y el estiaje o sequía pronunciada entre los meses de noviembre a mayo. Durante el invierno se presentan lluvias en un porcentaje ligeramente mayor al 5% de la media anual.

Geología

En el macizo rocoso del sitio donde se ubican las obras y en especial en la margen derecha, se presenta un gran número de fallas geológicas y espesores superficiales de roca descomprimida con valores RQD de 0 a 50 % hasta 50 m de profundidad. Esta situación ha implicado en las obras a cielo abierto importantes excavaciones y tratamientos a la roca para desplantar estructuras.

Para la construcción de las obras subterráneas en ambos márgenes, se previnieron intensos tratamientos a la roca, analizando cuidadosamente las condiciones geológicas del sitio.

Cabe mencionar que la CFE proporcionó, a manera de contribución para la revisión de las condiciones geológicas del sitio, aunque sin que implicara responsabilidad alguna de su parte, un Informe geológico para la etapa de preconstrucción¹, editado por la Superintendencia de Estudios de la Zona Pacífico Norte de la CFE, y que se incluyeron en las bases del concurso.

CIISA tomó en cuenta los aspectos mencionados al elaborar el programa de construcción de las obras del proyecto y consideró las condiciones geológicas que influyen en las actividades de construcción, sobre todo en aquellas que se refieren al tratamiento de la roca y que se integran a los ciclos de excavación, como: anclaje, drenaje, concreto lanzado, colocación de marcos metálicos o ademes de concreto, etc. Así, tiene la responsabilidad de garantizar la estabilidad de las estructuras y excavaciones durante su construcción, llenado del embalse y durante todo el tiempo de vida útil de la planta.

De la misma manera, CFE realizó estudios geológicos para el desarrollo del P.H. El Cajón, tanto en su etapa de factibilidad como en su etapa de preconstrucción; el primer estudio Geológico data de 1994 y se complementó con información del año 2001.

Este estudio se entregó también dentro de las bases, con el objetivo de que sirviera de base para preparar la oferta técnica y económica, aunque las conclusiones e interpretaciones que de él se obtuvieran serían responsabilidad, en este caso, de CIISA, la cual verificó la información y realizó los estudios geológicos complementarios, necesarios para obtener el diseño ejecutivo del proyecto, considerando en su oferta los costos que implicaron estos trabajos. Lo referente a conceptos y costos se tratará en el Capítulo III.1 y III.3.

¹ "Informe geológico en la etapa de preconstrucción para el Proyecto Hidroeléctrico El Cajón, Nay.", SEZPN, CFE. 1995

Se presentan a continuación tablas con datos principales sobre el sitio de la Obra:

<u>Meteorológicos</u>		
Temperatura máxima/mínima (ambiente)	46 / 6,5	°C
Temperatura de diseño máxima/mínima (ambiente)	46 / 6,5	°C
Temperatura máxima promedio verano (ambiente)	42	°C
Temperatura mínima promedio verano (ambiente)	21,5	°C
Zona climática/Ambiente	Cálida subhúmeda/Rural	
Humedad relativa verano/invierno	36,4 / 48,6	%
Humedad relativa promedio	38	%
Aceleración horizontal máxima del terreno para sismo base de operación	0,2g	Gals
Aceleración horizontal máxima del terreno para sismo máximo creíble	0,3g	Gals
Presión barométrica	98	kPa
Velocidad del viento	110	km/h
Altitud para casa de máquinas	221,05	
Altitud para subestación	340	m
Temperatura máxima del agua	31,77	m
Temperatura promedio del agua	27,18	°C
Temperatura mínima del agua	23,83	°C

<u>Hidrológicos</u>		
Área de la cuenca	54 198	km ²
Escorrentamiento medio anual	3 326,35*10 ⁶	m ³
Escorrentamiento medio mensual	277,20*10 ⁶	m ³
Avenida máxima registrada	7 029,0	m ³ /s
Gasto medio anual	105,48	m ³ /s
Gasto medio aprovechable	100,4	m ³ /s
Periodo de registro	51	años

I.2 Objetivos del Proyecto en materia energética. Sistema Hidrológico Santiago. Impacto Social e Impacto Ambiental.

Objetivos del Proyecto en materia energética.

El P.H. El Cajón está diseñado para suministrar energía pico con potencia total instalada de **750 MW** por medio de 2 unidades turbogeneradoras de **375 MW** cada una. De esta forma, el aprovechamiento hidroeléctrico considera una Central equipada con dos grupos turbogeneradores los cuales permitirán una generación media anual total de **1 228,637 GWh**.

Además, el embalse contribuirá a regular los escurrimientos de cuenca propia y beneficiará a su vez a la C.H. Aguamilpa, ya que al recibir su vaso las aportaciones reguladas del río, incrementará su generación firme en **69,912 GWh** y se reducirán las probabilidades de derrama por el vertedor.

<u>Generación</u>		
Factor de planta	0,187	
Generación media anual	1 228,637	GWh
Generación media anual firme	864,386	GWh
Generación media anual secundaria	364,251	GWh
Generación media anual firme (Incremento en la C.H. Aguamilpa Nay.)	69,912	GWh

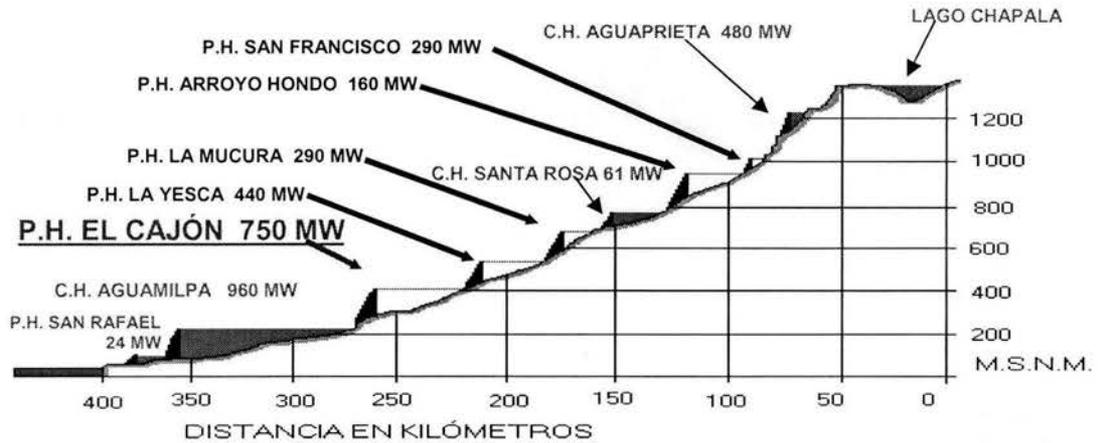
Así la generación media anual total será de **1 298,549 GWh**.

Su finalidad principal es la producción de energía eléctrica, en operación conjunta con otras plantas previstas y ya construidas a lo largo del río y con factores de planta bajos para atender picos de consumo.

Sistema Hidrológico Santiago.

A partir del Lago de Chapala, hasta su desembocadura en el mar, el río de 475 Kilómetros de longitud recibe el nombre de **Río Santiago**, el cual cuenta con un área de aportación de 78, 419 km². La cuenca del Alto Santiago comprende el área drenado por el cauce principal, desde la salida del Lago de Chapala hasta la Presa Santa Rosa (a 150 km del lago). Tiene una extensión territorial de 36, 077 km² y un total de seis cuencas; de las cuales las más extensas son Juchipila y Santa Rosa. La cuenca del Bajo Santiago comprende el área drenada por el cauce principal, desde la salida de la presa Santa Rosa hasta su desembocadura en el océano Pacífico. Cuenta con 5 cuencas y tiene una extensión de 42,342 km². Las cuencas más extensas son Carrizal y Bolaños.

SISTEMA HIDROELÉCTRICO DEL RÍO SANTIAGO COMO PARTE DEL SISTEMA HIDROLÓGICO SANTIAGO:



(Los P.H. San Francisco, Arroyo Hondo, La Mucura y La Yesca se encuentran en etapa de estudio o de licitación)

El Sistema Hidrológico Santiago incluye a los Ríos Santiago, Huaynamota, Bolaños, Juchipila, Verde y el Lago de Chapala. Tiene un potencial hidroenergético de **4,300 MW** por medio de 27 proyectos contemplados, de los cuales el P.H. El Cajón, con 750 MW, representa el 17.442 % del potencial total del Sistema. El Cajón forma parte del plan global de aprovechamiento hidroeléctrico del Río Santiago, y ocupará el segundo lugar en cuanto a potencia y generación del sistema, después de la C.H. Aguamilpa (con 960 MW), y el noveno lugar en el ámbito nacional.



Impacto Social.

Parte fundamental de los estudios previos de factibilidad para el P.H. El Cajón se relacionaron con la afectación directa o indirecta a las comunidades asentadas dentro del área de las obras del proyecto. Esta afectación se presenta principalmente en lo que será la futura área del embalse.

Personal de CFE se trasladó a los 12 poblados afectados para informarles sobre los alcances del proyecto, siempre respetando los puntos de vista de los pobladores y haciéndoles notar los beneficios que traería esta obra para la región, explicando que en caso de ser necesario un reacomodo de la población afectada, se les compensaría con apego a derecho.

El embalse del proyecto tendrá una superficie de 3,942 Ha, de las cuáles corresponden a 4 municipios de Nayarit en la siguiente proporción: La Yesca con 2,134 Ha. (54.1%), Jala con 505 Ha. (12.8%), Santa María del Oro con 879 Ha. (22.3%), Ixtlán del Río con 259 Ha. (6.6%) y a 1 municipio de Jalisco: Hostotipaquillo con 165 Ha. (4.2%).

El área del futuro vaso involucra la afectación parcial de 14 predios, cuya tenencia de la tierra corresponde a 4 de propiedad ejidal (21.8% del área de embalse), una comunidad indígena (58.7%), y 9 propiedades privadas (4.4%), el resto corresponde a la zona federal del río Santiago.

Mediante un censo realizado por CFE en el 2003, se identificaron 12 asentamientos humanos, de los cuales "El Ciruelo", con 100 habitantes, es el de mayores dimensiones, los 11 poblados restantes cuentan con población menor a 30 habitantes. El total de los pobladores es de 173 agrupados en 68 viviendas, de los cuales el 9% pertenece al grupo étnico Huichol.

CIISA por su parte, cuenta con un asesor en gestión social, el cual realiza actividades de apoyo e interrelación con las comunidades.

Es importante señalar que una vez terminado el proyecto, se pretende que la clínica del IMSS sea permanente, y cuente con la infraestructura humana y material suficiente para dar servicio no sólo a los trabajadores permanentes de la Central sino también a las comunidades cercanas que no fueran reubicadas y que requieran sus servicios.

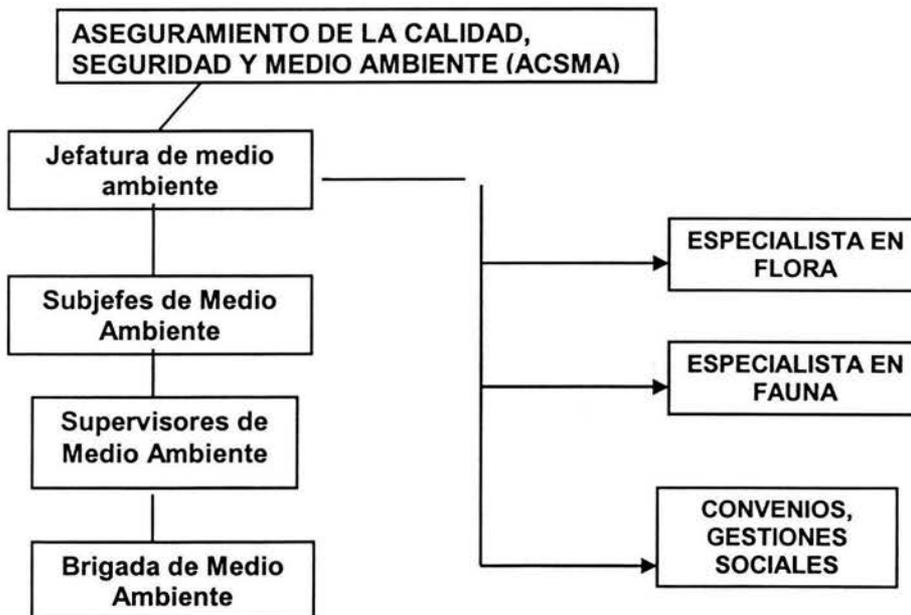
Impacto Ambiental.

Desde el comienzo de las primeras etapas de las obras, se tuvo especial cuidado en lo referente a los estudios previos del Impacto al medio ambiente en el sitio del proyecto. CIISA tiene el objetivo de reducir de manera importante cualquier afectación directa a las diversas especies de flora y fauna que se han encontrado en los lugares de las obras.

La **Mitigación** de estos efectos es de primordial importancia, por lo que se ha procurado preservar ejemplares de los animales encontrados para su recolección y posterior liberación en otro lugar con características ambientales similares, a una distancia prudente de los lugares de los trabajos. De la misma forma se ha recopilado ejemplares de la flora de los sitios donde fue necesaria la tala de árboles y retiro de vegetación para construir la Infraestructura necesaria del proyecto.

Organización del área de Protección Ambiental y Medio Ambiente de CIISA.

De acuerdo a los requerimientos establecidos en lo referente al impacto ambiental, autorización para el cambio de terrenos forestales y especificaciones particulares del P.H. El Cajón, CIISA cuenta con la siguiente estructura para el área de protección ambiental en el proyecto:



Los cuales tienen, entre otras, las siguientes funciones:

ACSMA: Definir los objetivos y metas ambientales en el proyecto en alineación con los de la empresa.

Jefe de Medio Ambiente: Verificar que se cumplan con las leyes, reglamentos, normas, manifiestos, resolutive de impacto ambiental. Elaborar planes y programas de medio ambiente. Promover la capacitación en materia de medio ambiente.

Subjefe de Medio Ambiente: Efectuar inspecciones de identificación ambiental. Investigar, cuantificar y reportar los accidentes ambientales ocurridos.

Supervisor de Medio Ambiente: Vigilar que el personal cumpla con las disposiciones ambientales. Coordinar actividades de la brigada de medio ambiente.

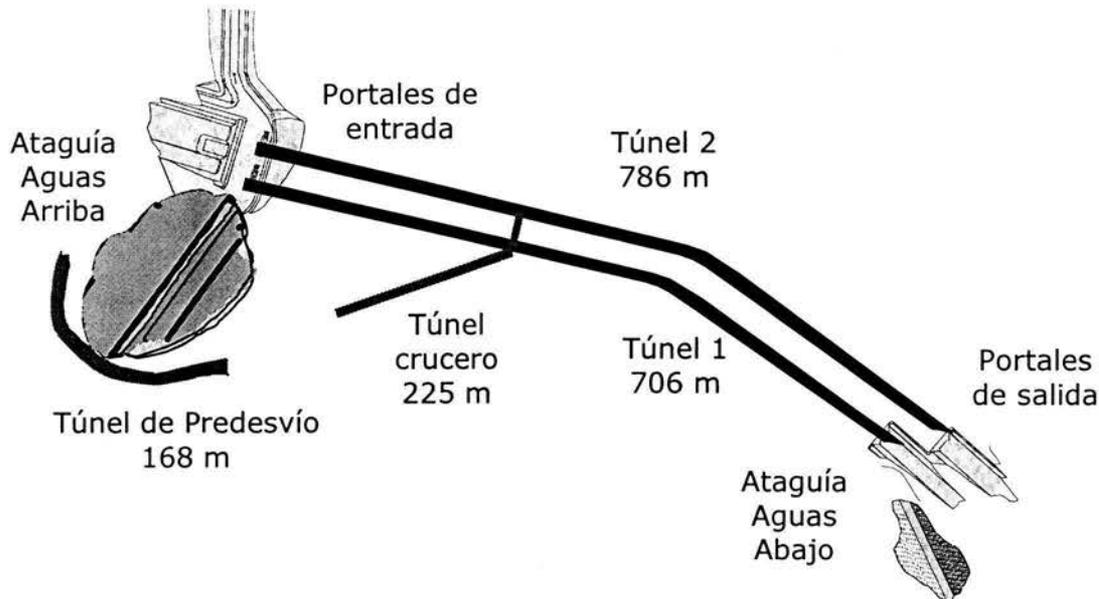
Brigada de Medio Ambiente: Control y mantenimiento de áreas de almacenamiento de residuos. Colocación y mantenimiento de señalamiento. Participación en brigadas de emergencia.

Se realizan acciones paralelas de mitigación, por medio de otras responsabilidades, que incluyen: Asesorar en identificación de especies bajo estado de conservación; capacitar y coordinar acciones para la protección de la flora. El especialista en fauna asesora en identificación de especies bajo estado de conservación, capacitar y coordinar actividades de protección a la fauna. El Ingeniero forestal asesora en actividades de reforestación y conservación de suelos.

CAPITULO II **DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ETAPAS DEL** **PROYECTO**

II.1 Obra de Desvío.

Se conforma por 2 túneles de sección portal ubicados en la Margen Izquierda del río, excavados en roca, revestidos de concreto hidráulico de acuerdo a lo indicado en los planos proporcionados por la CFE, así como concreto lanzado en bóveda, diseñados para transitar una avenida de $6481 \text{ m}^3/\text{s}$. Los portales de entrada y salida serán excavados en roca, cada túnel deberá contar con una lumbrera revestida de concreto para alojar y operar los obturadores para el control del flujo de agua. El nivel del piso del túnel 1 es inferior al del túnel 2. Este último cuenta con una lumbrera para la compuerta del cierre final de la presa e iniciar el llenado del embalse. La compuerta se deslizará por medio de un malacate, a través de una lumbrera vertical revestida de concreto; el mecanismo instalado estará en la plataforma junto al marco que soportará la compuerta durante el cierre final.



Cualquier modificación propuesta por CIISA se consideró de manera integral en las afectaciones en lumbreras, tratamientos, excavaciones, equipamiento electromecánico, etc. La obra de desvío se complementa con dos ataguías, las cuales están construidas con materiales graduados. El núcleo impermeable de ambas Ataguías (una a cada lado de la cortina, denominadas Ataguía Aguas Arriba y Ataguía Aguas Abajo) debe estar ligado a una pantalla impermeable construida a través del aluvión hasta la roca sana del fondo del cauce del río, para evitar filtraciones hacia la zona de construcción de la cortina.

Una aportación de CIISA en cuanto al diseño de la Obra de Desvío se refiere, es la construcción de la obra de Predesvío, que consistió de un túnel ubicado en la margen derecha del río, a un costado de la Ataguía aguas arriba. Para el desvío del río por el túnel 1 en marzo de 2004, el predesvío se obturó provisionalmente por medio de un bordo con material de relleno y posteriormente con un tapón de concreto para obturarlo de forma permanente.

Fue necesario realizar la construcción de las Ataguías antes del período de lluvias del año 2004; en las Conclusiones de este trabajo se menciona una posible consecuencia de haber tenido un atraso en la construcción de éstas, y otro comentario sobre la obra de predesvío.

Es importante señalar que una vez concluido el proyecto la Ataguía aguas abajo será retirada, mientras que la Ataguía aguas arriba no será retirada.

A continuación se presentan tablas con información general de esta Obra:

<u>Obra de desvío</u>		
Tipo	Túnel	
Longitud (túnel 1/ túnel 2)	734,09 / 811,05	m
Número de túneles	2	
Gasto máximo de diseño	6481	m ³ /s
Volumen de la avenida	1 930,39* 10 ⁶	m ³
Elevación de entrada (túnel 1/ túnel 2)	223 / 227	m
Elevación de salida (túnel 1 / túnel 2)	220,50 / 220,50	m
Elevación de la plataforma de operación para obturadores de cierre provisional del Túnel 1	268,5	m
Elevación del umbral de obturadores de cierre provisional del Túnel 1	222,848	m
Nivel de agua máximo para el obturador de cierre provisional Túnel 1 (Fase de cierre)	226,5	m
Nivel de agua máximo para el obturador de cierre provisional Túnel 1 (Fase de recuperación)	236,5	m
Elevación de la plataforma de operación para obturadores de cierre provisional del Túnel 2	268,5	m
Elevación del umbral de obturadores de cierre provisional del túnel 2	226,851	m
Nivel de agua máximo para el obturador de cierre provisional Túnel 2 (Fase de cierre)	236,5	m
Nivel de agua máximo para el obturador de cierre provisional Túnel 2 (Fase de recuperación)	243,00	m

Descripción de las Obras.

Elevación de la plataforma de operación para obturador de cierre final del Túnel 2	355,00	m
Elevación del umbral de obturador de cierre final del Túnel 2	225,056	m
Nivel de agua máximo para el obturador de cierre final Túnel 2 (Fase de cierre)	0 (en seco)	m
Nivel de agua máximo para el obturador de cierre final Túnel 2 (Fase de izaje), con cargas equilibradas	346,00	m
Elevación máxima de descarga	233,385	m
Velocidad máxima de descarga	14,96	m/s
Periodo de retorno (Tr) para el diseño	50	años
Elementos de cierre provisional.	Son los mismos obturadores que se utilizaron en la C.H. Aguamilpa	
Cantidad (para el túnel N° 1-para el túnel N° 2)	2 - 1	pza
Dimensiones (ancho x alto)(túnel N° 1 - túnel N° 2)	6 x 14 / 14 x 14	m
Carga hidráulica máxima (túnel N° 1/ túnel N °2)	27 / 38	m
Masa estimada de cada obturador (túnel N° 1/ túnel N° 2)	86 / 220	ton
Mecanismo de izaje (tipo y capacidad) para el cierre provisional	(Los mismos que se utilizaron en la C.H. Aguamilpa)	
Elementos de cierre final (en túnel N°2).	(Los mismos que se utilizaron en la C.H. Aguamilpa)	
Cantidad	1	pza
Dimensiones (ancho x alto)	7 x 13	m
Carga hidráulica máxima	169,14	m
Masa estimada de la compuerta	160	t
Mecanismo de izaje para el cierre final	(Los mismos que se utilizaron en la C.H. Aguamilpa)	
<u>Ataguía aguas arriba</u>		
Elevación de la corona	268,5	m
Ancho de la corona	8,0	m
Longitud de la corona	248,0	m
Volumen	708 532	m ³
<u>Ataguía aguas abajo</u>		
Elevación de la corona	235,0	m
Ancho de la corona	8,0	m
Longitud de la corona	128,5	m
Volumen	60 444	m ³

II.2 Obra de Contención.

Características Generales para una Presa de Enrocamiento con Cara de Concreto (CFRD).

En el P.H. EL Cajón, dentro de las obras de contención, **La Cortina** de esta Presa, del tipo Enrocamiento con Cara de Concreto (ó CFRD por sus siglas en inglés), es la obra principal y de hecho es la de mayor magnitud en el proyecto. Alcanzará con el parapeto sobre la corona la elevación 396.5 msnm, para una altura de la cortina de 186.5 m. Los taludes, tanto el de aguas arriba como el de aguas abajo, serán con inclinación 1,4:1.

La impermeabilidad de la presa estará dada por medio de una losa de concreto en el talud aguas arriba con inicio a partir de la estructura de apoyo llamada **plinto**. Este último es una zapata corrida desplantada en roca. La impermeabilidad en el entorno subterráneo se logrará por medio de una pantalla de inyecciones efectuadas a partir del mismo plinto.

La Cortina del P.H. El Cajón es una estructura de 186.5 m de altura. En el talud de aguas arriba de la cortina se localiza la barrera impermeable, consiste en una losa de concreto de espesor variable denominada cara de concreto; esta losa forma parte del plano de estanqueidad de la cortina. El área de la cara de concreto es del orden de 107 208 m²; la unión de la cara de concreto con la roca tanto en la zona del cauce como en las laderas de empotramiento, se forma, como se menciona líneas arriba, por medio del plinto, una losa perimetral de concreto armado anclada a la roca con acero corrugado de alta resistencia e inyectado con mortero de cemento, desde el cual se deben ejecutar las inyecciones de contacto concreto roca, consolidación e impermeabilización de la roca de cimentación, para prolongar el plano de estanqueidad o pantalla impermeable hacia el interior de la masa rocosa.

El cuerpo principal de la cortina y ataguías, es de material procesado producto de voladuras con explosivos de pedreras ubicadas en la margen derecha aguas abajo y de productos de excavación de las zonas donde se ubicarán las estructuras del proyecto, principalmente del Vertedor.

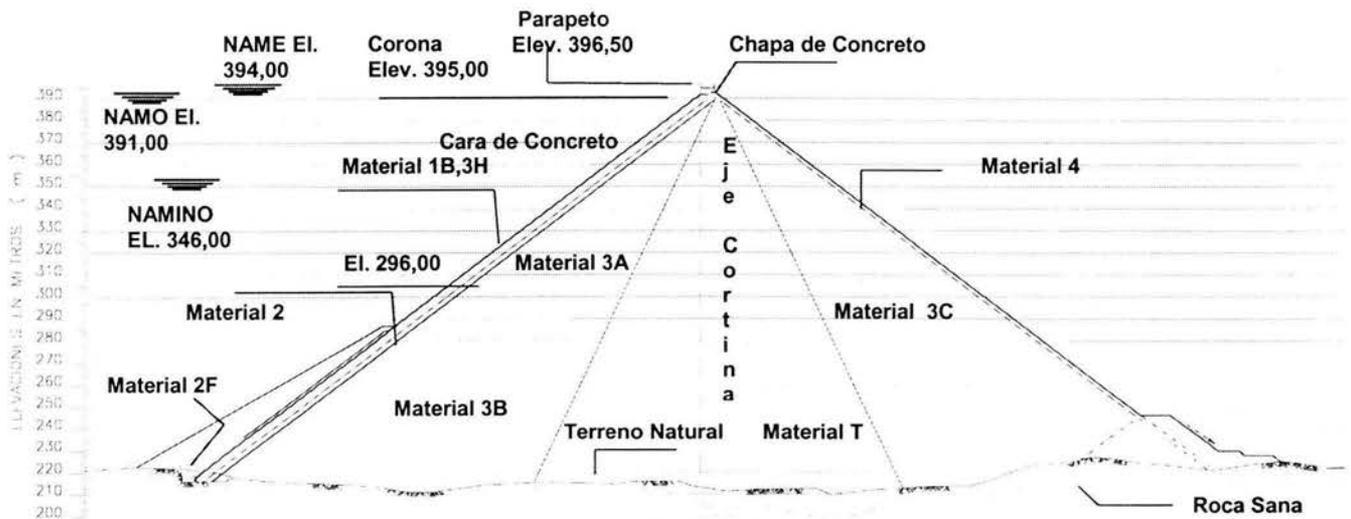
(Nota: En el P.H. El Cajón las Ataguías corresponden a la Obra de Desvío para fines de Diseño, aunque se consideran en el área de Contención para fines Constructivos.)

Como se mencionó las Ataguías son estructuras que se construyen como parte de las Obras para desviar el río durante el proceso de construcción de la cortina.

Información acerca de los Bancos de Materiales se tratará en el Capítulo III.4 de este trabajo.

Cortina

Tipo	Enrocamiento con Cara de Concreto (CFRD)
Elevación de la corona	395,0 m
Elevación máxima del parapeto	396,50 m
Longitud de la corona	550,0 m
Altura total de la Cortina	186,5 m
Volumen total de terracerías	10 299 696 m ³
Talud aguas arriba	1,4:1
Talud aguas abajo	1,4:1
Altura bordo libre	2,00 m



Zonificación y características de los materiales que conforman a la cortina.

MATERIAL	ZONA EN LA ESTRUCTURA	VOLUMEN (m ³)	CARACTERÍSTICAS
1B	SOBRE LOSA DE CONCRETO	25 686	Arena fina limosa sin plasticidad
2F	FILTRO BAJO JUNTA PERIMETRAL Y JUNTAS DE TENSION	7 930	Grava arena limosa bien graduada
2	SOPORTE DE LOSA	358 650	Grava arena limosa con contenido de finos 6 y 10% y al menos 35% pasando la malla No. 4
3A	FILTRO/TRANSICIÓN ENTRE ZONA 2 Y 3B	232 495	Enrocamiento bien graduado con 20 cm de tamaño máximo
3B	ENROCAMIENTO PRINCIPAL	3 269 511	Enrocamiento bien graduado con capas de espesor de 80 cm. Tamaño máximo igual a 65 cm
T	TRANSICIÓN	3 434 422	Enrocamiento bien graduado con capas de espesor de 100 cm. Tamaño máximo de 80 cm
3C	RESPALDO DE AGUAS ABAJO	3 418 465	Enrocamiento bien graduado con capas de espesor de 140 cm. Tamaño máximo de 110 cm
3H	PROTECCIÓN DE MATERIAL 1B	183 593	Rezaga libre de materiales arcillosos y de roca intemperizada, con 30 cm de tamaño máximo
4	ENROCAMIENTO DE PROTECCIÓN	159 955	Fragmentos de roca sana con tamaño mayor que 100 cm. Colocado con un ancho de 3.0 m

Adicionalmente, la **Galería de Captación de Filtraciones**, a la elev. 228.60, se ubicará para el aforo de las filtraciones a través de la cortina por mínimas que sean, aguas debajo de ésta. Sobre el talud de aguas abajo, a la elev. 340.00, se ubica el camino de acceso a la Subestación en margen derecha.

II.3 Obras de Generación.

Descritas en el sentido del flujo de agua y localizadas en la Margen Derecha del río, inician con la **Obra de Toma**, de concreto reforzado y alojada en un canal a cielo abierto excavado en roca; la bocatoma cuenta con rejillas finas metálicas para impedir el paso de cuerpos extraños que puedan dañar las turbinas.

Aguas abajo de la obra de toma se encuentran los **Conductos a Presión (o Tubería Forzada o Tubería a Presión)**, que consisten en túneles circulares inclinados excavados en roca, revestidos con concreto reforzado en su primera parte y posteriormente con camisa metálica, la cual estará empacada con concreto.

Aguas abajo de las tuberías a presión se encuentra la **Casa de Máquinas**, alojada en una caverna excavada en roca; las losas y muros serán de concreto reforzado, y la bóveda de concreto lanzado, en ella se deben instalar **dos turbogeneradores y una turbina auxiliar**; las turbinas deben ser tipo Francis de eje vertical y la auxiliar del tipo Francis de eje horizontal.

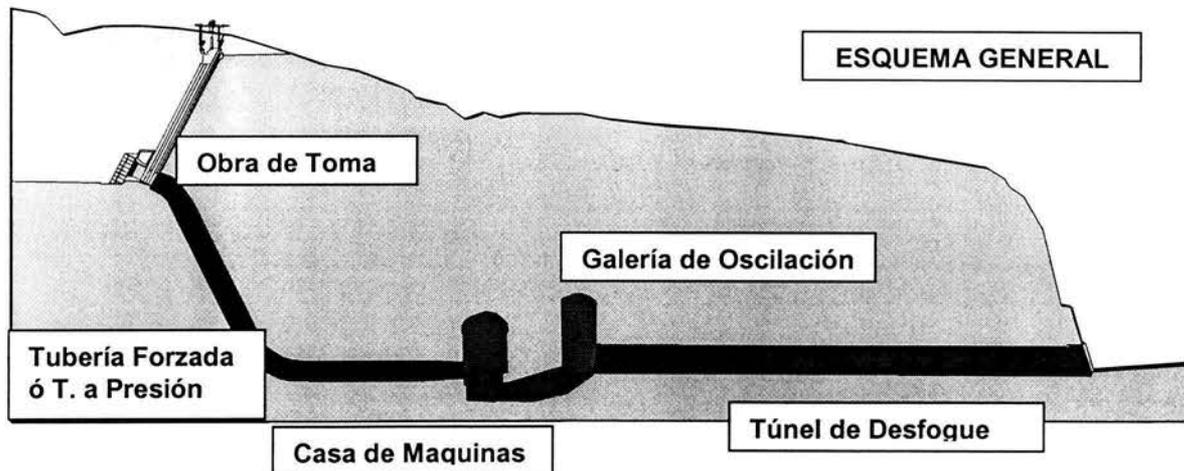
La casa de máquinas debe contar con un sistema forzado de ventilación por medio de lumbreras verticales (Lumbreras de Ventilación), adicionalmente se debe construir otra lumbrera para alojar todos los cables de control, fuerza y medición (Lumbrera de Buses).

En la margen izquierda del río, se encuentra una subestación que servirá para suministrar la energía eléctrica durante el periodo de construcción de la Central a partir de las líneas en 115 kV que provienen de las subestaciones Tepic I y Ahuacatlán y que posteriormente servirá como respaldo de alimentación de los Servicios Auxiliares de la Central.

Las obras de generación se complementan con la **Galería de Oscilación**, excavada en roca y revestida de concreto reforzado y concreto lanzado en bóveda, la cual se comunica con la casa de máquinas por medio de Túneles de Aspiración (o Tubos de Aspiración).

En la galería de oscilación se alojarán compuertas deslizantes movidas con una grúa viajera para poder aislar cualquiera de las dos unidades para mantenimiento.

Después de la galería de oscilación el agua turbinada finalmente se regresa al cauce del río por el **Túnel de Desfogue** revestido de concreto reforzado en piso y muros y concreto lanzado en bóveda.



Subestación

La Subestación de las Obras de Generación se ubica entre la cortina y la obra de excedencias en la margen derecha, a la elevación 340,00.

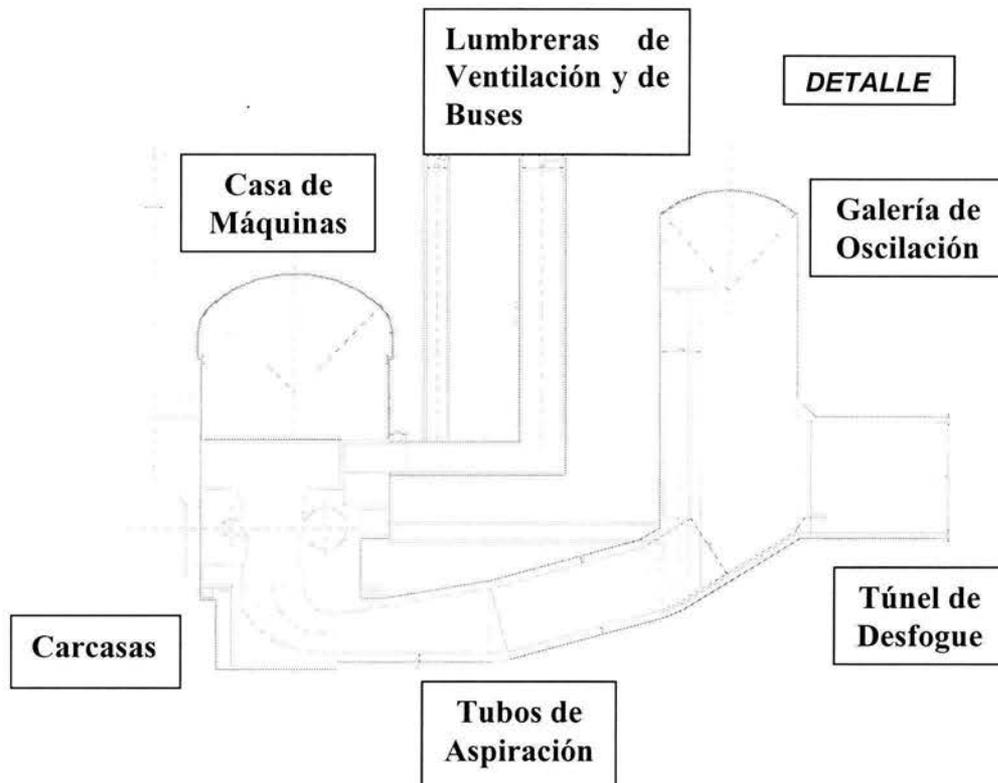
Grúas viajeras de casa de máquinas.

Habrán dos grúas viajeras completas e independientes, para las maniobras del equipo electromecánico en la casa de máquinas; incluyendo un dispositivo de izaje para acoplar ambas grúas y permitir el izaje de la pieza más pesada (rotor del generador completo).

La capacidad preliminar de las dos grúas acopladas es de 6 867 kN, siendo las capacidades de 3 433 kN para cada gancho principal y 343,35 kN para cada uno de los ganchos auxiliares.

Unidad auxiliar (turbina tipo Francis)

Se requiere una unidad auxiliar con turbina tipo Francis de eje horizontal, para suministrar la energía eléctrica necesaria para arrancar y poner en operación las unidades principales, los servicios generales y los servicios auxiliares necesarios, en caso de falla de la alimentación eléctrica normal. La capacidad mínima del generador deberá ser de 3 000 kVA, siendo necesario cubrir esta capacidad en la condición más desfavorable del embalse 346,00 m (NAMINO) y la elevación en el desfogue de 217,00 m (nivel normal, sin unidades principales operando).



A continuación se presentan tablas con información general de esta obra.

Vaso de almacenamiento		
Nivel de diseño (corresponde a la carga de diseño de la turbina)	380,07	m
Elevación al NAMINO	346,00	m
Elevación al NAMO	391,00	m
Elevación al NAME	394,00	m
Capacidad para azolve (Elev. 319,50 m)	482,4*10 ⁶	m ³
Capacidad útil para generación (NAMO - NAMINO)	1 316,2*10 ⁶	m ³
Capacidad de control de avenidas (NAME - NAMO)	117,5*10 ⁶	m ³
Área al NAME	3 982*10 ⁶	m ²
Área al NAMO	3 852*10 ⁶	m ²
Área al NAMINO	2 087*10 ⁶	m ²

Obra de Generación

Obra de toma

Carga hidráulica máxima	22,05	m
Masa estimada del tablero (completo)	144	t
Número de conductos	2	
Dimensiones del vano (ancho, alto)	6,244 x 7,95	m
Elevación del canal de llamada	322,402	m
Dimensiones de las rejillas (ancho, alto) por conducto	15,38 x 18,89	m
Elevación de la plataforma de operación de compuertas	396,00	m
Elementos de cierre auxiliar (para mantenimiento)	Compuerta tipo rodante	
Cantidad	1	pza
Elevación del umbral de la compuerta auxiliar	324,332	m
Dimensiones (ancho x alto)	6,244 x 7,95	m
Carga hidráulica máxima	71,13	m
Masa estimada del elemento auxiliar	75	t
Mecanismo de izaje (tipo / capacidad) para elementos de cierre auxiliar.	Grúa pórtico / 100 t	

Tubería a presión

Tipo	Acero	
Diámetro	7,95	m
Longitud (concreto-acero)	37.28 – 222.49	m
Gasto de diseño	259,77	m ³ /s

Casa de Máquinas

Tipo	Subterránea	
Dimensiones (ancho, largo, alto)	22,2 x 97,5 x 49,5	m
Elevación piso de excitadores	224,2	m
Potencia total instalada (generadores)	789,48	MVA
Grúa viajera (cantidad-capacidad)	2 x 350	t

Galería de oscilación

Tipo	Subterránea	
Dimensiones	16 x 66,70	m
Altura máxima	52,75	m
Dimensiones del vano para compuerta (ancho, alto)	7,30x9,74	m
Nivel del agua con vertedor en operación (a gasto de 5 750 m ³ /s) y dos unidades operando a gasto de diseño	241,18	m
Nivel de agua sin unidades operando	217,00	m
Nivel de agua con una unidad operando a gasto de diseño	220,65	m
Nivel de agua con dos unidades operando a gasto de diseño	222,73	m
Ancho total del canal de desfogue de las turbinas	16,60	m
Elementos de cierre	Compuertas deslizantes	
Cantidad	4	pza
Carga hidráulica máxima	42,70	m
Masa estimada	60	t
Mecanismo de izaje (tipo y capacidad) para elementos de cierre	Grúa viajera (75)	t
Distancia entre rieles del puente grúa	5,00	m

<u>Subestación</u>		
Tipo	Interior blindada aislada con gas SF6	
Tensión	400	KV
Area total en plataforma Elev. 340 m	15 252	m ²
Elevación de la plataforma	340	m
Arreglo	Interruptor y medio	
Número de líneas	2	
Longitud hacia la red	18	km
Calibre del conductor	2Cxfase de 1113	ACSR
Tensión	400	kV

Equipamiento Electromecánico

Turbinas

Tipo (posición del eje)	Francis (vertical)	
Número de unidades	2	
Velocidad síncrona nominal (preliminar)	150	rpm
Altura de succión	-7,645	m
Caída bruta de diseño	157,97	m
Caída neta de diseño	156,54	M
Potencia máxima (turbina)	422,56	MW
Potencia mínima (turbina)	249,19	MW
Potencia nominal (en la turbina a carga neta de diseño)	380,33	MW
Gasto de diseño	259,7	m ³ /s
Gasto considerado para caída máxima	269,86	m ³ /s
Eficiencia considerada a caída de diseño (100% de carga)	95,4	%
Velocidad específica	167,07	KW-m/s

Desfogue

Tipo	Sección portal	
Dimensiones (diámetro)	13,90	m
Longitud	310,33	m
Nivel del agua en el río con 1 Unid/ 2 Unid (a gasto de diseño)	220,38 / 222,10	m

II.4 Obra de Excedencias

Esta obra inicia con un **Canal de Llamada** excavado a cielo abierto en la margen derecha del río, diseñada para un gasto máximo de 15915 m³/s de entrada y 14 864 m³/s de salida. La Obra de excedencias debe contar con una **Zona de Control** formada de cimacio y pilas de concreto reforzado para conformar 6 vanos equipados con **Compuertas** radiales, accionadas por servomotores.

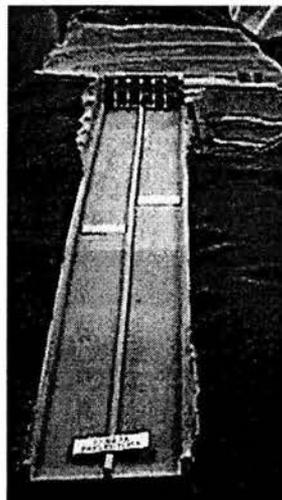
Dadas las características de operación del vertedor, para casos de emergencia, en la zona de control se debe incluir una planta generadora de energía eléctrica de combustión interna alojada en una caseta. Sobre las pilas se deben ubicar **casetas** para el equipo oleodinámico que operará los servomotores, será una caseta por cada dos compuertas.

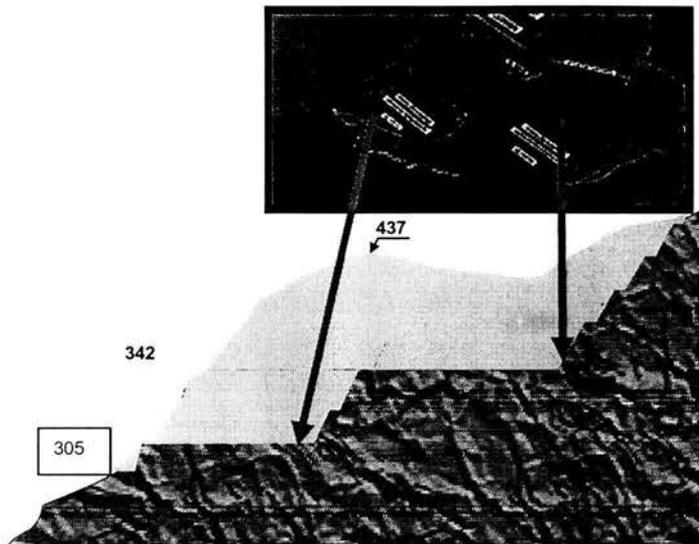
El **Canal de Descarga** deberá revestirse con concreto reforzado, debido tanto a la velocidad del agua como a la longitud del canal; éste debe contar con aireadores en el piso. (5 aireadores distribuidos a lo largo de la longitud del Canal)

El canal está dividido por un muro separador a lo largo del canal para tener **dos secciones iguales**, por lo que cada uno quedará alimentado con tres compuertas radiales. El muro central también sirve como captación de todas las filtraciones que recibe la red de drenaje que se colocará debajo de la losa de piso del canal de descarga. En su punto de salida, el flujo de agua debe ser alejado de la ladera por medio de una estructura deflectora de concreto reforzado.

Compuertas, mecanismos de operación y grúa pórtico del vertedor.

Esta obra incluye seis compuertas radiales de 20,70 de altura por 12,00 m de ancho y radio de 25 m, tres centrales oleodinámicas y tableros eléctricos alojados en tres casetas (una central oleodinámica para operar dos compuertas radiales), un juego de agujas para obturación de un vano (9 en total iguales e intercambiables), una viga pescadora, y una grúa pórtico para la colocación y retiro de las agujas.

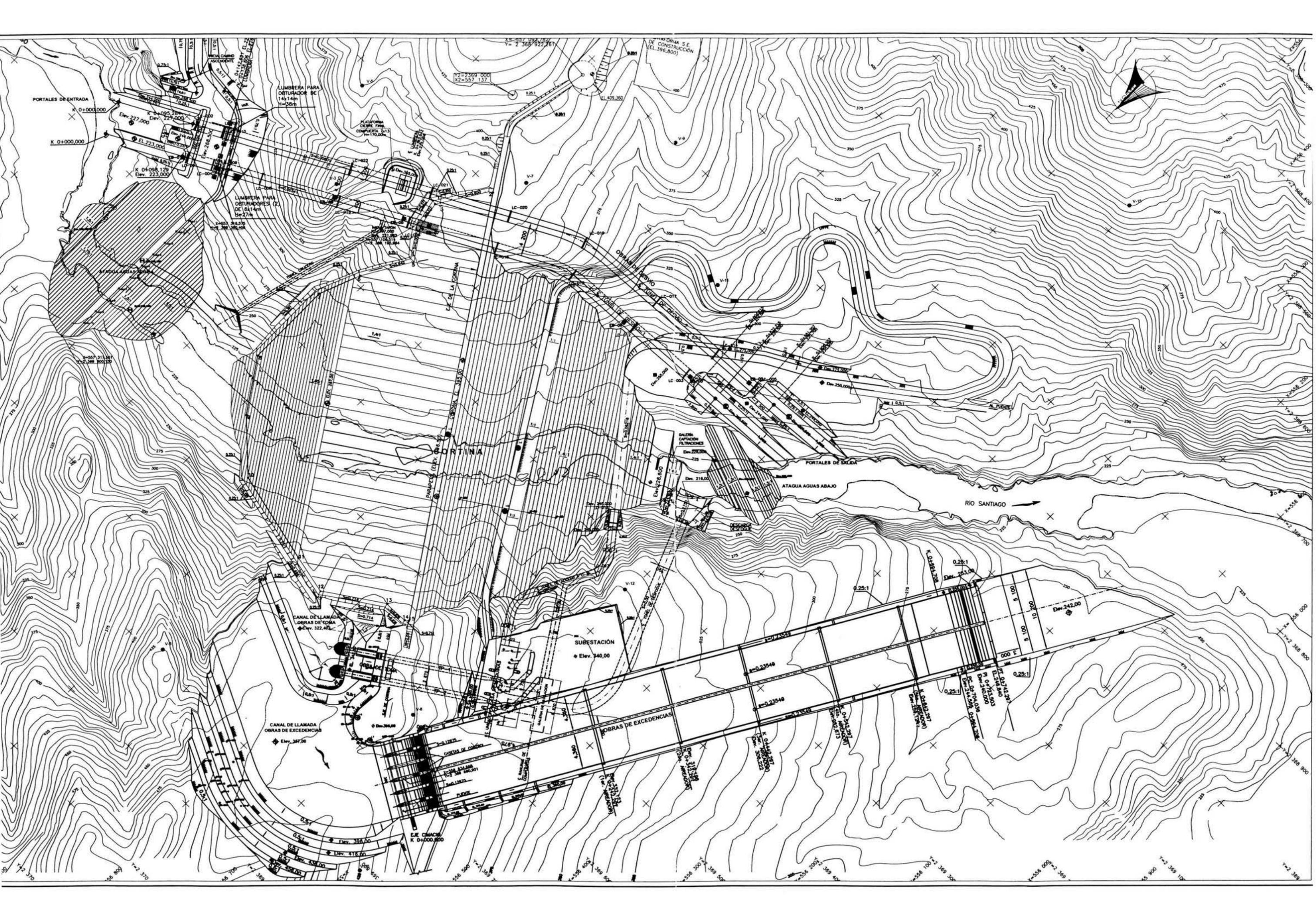




A continuación se presenta una tabla con información sobre esta Obra.

Obra de Excedencias

Tipo	Controlado	
Avenida máxima probable	15 915	m ³ /s
Gasto máximo de diseño	14 864	m ³ /s
Gasto unitario máximo de descarga	207,01	m ³ /s/m
Volumen de la avenida de diseño	5 238*10 ⁶	m ³
Periodo de retorno de la avenida de diseño (Tr)	10 000	años
Velocidad máxima en la descarga	46	m/s
Carga sobre la cresta	22	m
Elevación de la cresta	372,00	m
Elevación del umbral compuertas/ agujas	371,597 / 371,95	m
Elevación de la plataforma de operación de compuertas y agujas	396,0	m
Elevación del eje de rotación de la compuerta radial	382,301	m
Radio de la compuerta radial	25	m
Longitud total de la cresta	72	m
Elementos de cierre	Compuertas radiales	
Cantidad	6	pza
Dimensiones (ancho x alto)	12 x 20,70	m
Relación alto / ancho	1,73	
Carga hidráulica máxima	20,7	m
Masa estimada de cada compuerta	178	ton
Mecanismo de izaje para la compuerta radial	Servomotores	
Elementos de cierre auxiliar (para mantenimiento)	Tablero de agujas	
Cantidad	1	
Dimensiones del tablero completo (ancho x alto)	12 x 22,05	m



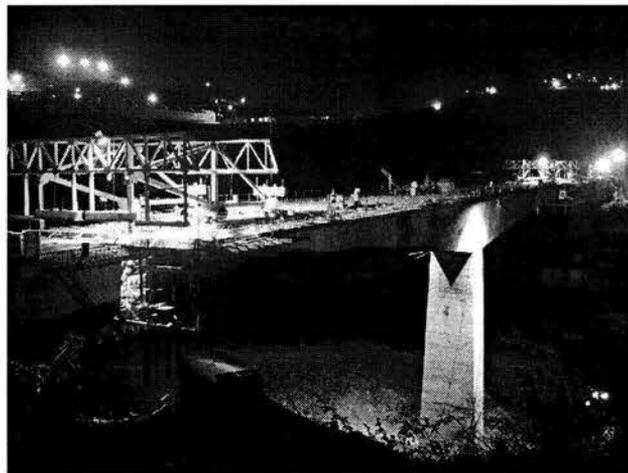
II.5 Obras Asociadas

Las Obras Asociadas al P.H. El Cajón se refieren a la Infraestructura de apoyo e Infraestructura permanente necesaria durante la construcción y operación de la Central, respectivamente; así mismo están consideradas las Vialidades Internas Definitivas (referidas en obra como VD), que comunican las obras principales del proyecto y los edificios e instalaciones que se requieren para el personal que operará y vigilará la Central.

Puente “Río Santiago”

Este puente se emplea para cruzar el río, consta de tres claros, dos laterales simétricos, así como un claro central, los tramos laterales tienen una longitud aproximada de 65 m, mientras que el claro central es de 110 m de longitud, con un ancho de calzada de 10.50 m, para permitir durante la construcción del proyecto, el paso simultáneo de dos vehículos cargados en ambas direcciones.

La cimentación del puente se apoya sobre roca, la superestructura a su vez se soportará en estribos de concreto en cada arranque del puente, así como dos pilas centrales desplantadas en el cauce del río. En la construcción de la superestructura se utilizaron dovelas de concreto reforzado, con postensados para permitir el lanzamiento de las mismas, en voladizos simétricos, a partir de las pilas centrales.



Puente Río Santiago

Taller mecánico y eléctrico

Constará de dos áreas, para alojar el taller eléctrico-mecánico y la segunda contiene baños y puesto de fábrica. El área ocupada será de 25,56 x 17,60 m.



Campamentos

La construcción de los campamentos tiene el fin de que una vez que ya no se utilicen sean retirados del lugar. Estas instalaciones incluyen: dormitorios, oficinas, comedores y canchas deportivas (básquetbol, voleibol y fútbol rápido).

Los campamentos se construyeron con los criterios generales siguientes:

a) Dormitorios tipo para personal de mandos medios:

Pisos de concreto pulido, muros y techos de material desmontable, 3.2 m² por persona, 2 camas por habitación, 16 habitaciones, capacidad del módulo: 32, 16 sanitarios y 16 regaderas.

b) Dormitorio tipo para obreros:

Pisos de concreto pulido, muros y techos de material desmontable, 3.2 m² por persona 4 camas por habitación, 20 habitaciones, capacidad el módulo: 80, 20 sanitarios y 20 regaderas.

Otros servicios complementarios, dirigidos al personal acampamentado incluyen lavandería, mensajería, tienda de productos básicos, servicios bancarios y teléfono público.

Información sobre la distribución y capacidad de la fuerza acampamentada se comentará en el capítulo III.6 de este trabajo.

Comedores

Deben tener una capacidad mínima para 80 personas, incluyendo baños, tarjas y parrillas eléctricas o calentar los alimentos con gas, también refrigeradores con capacidad suficiente para preservar alimentos perecederos. El control del servicio para cada alimento se lleva por medio de las respectivas "comandas".

Clínica del IMSS

CIISA construyó una clínica con la capacidad suficiente para dar servicio al personal afiliado que trabaje en el área de influencia del P.H. El Cajón; para esto se acordó con el Instituto Mexicano del Seguro Social la operación y administración de la misma.



Cuenta con los servicios de urgencias, consulta externa, módulo de atención al derechohabiente, medicina preventiva (vacunación) y encamados (adultos).

La fuerza de trabajo con la que llegará a su máxima capacidad a finales del año 2004 y durante el 2005, consiste de 6 médicos generales, 12 enfermeras(os), 20 trabajadores de intendencia, 6 operadores de ambulancia, 2 ambulancias (incluyendo la del campamento Las Yeguas) y 3 trabajadores administrativos.

Esta clínica depende directamente de la delegación del IMSS de Tepic, bajo la categoría de Unidad Médica Familiar (UMF).

Energía eléctrica

CIISA es responsable del suministro de energía eléctrica a todas las instalaciones que conforman la infraestructura de la obra y los frentes de trabajo de la misma. La energía eléctrica para la ejecución de los trabajos es tomada de la subestación eléctrica de 115/13.8 KV construida por la CFE en la margen izquierda, específicamente para proporcionar este servicio durante la construcción del proyecto. Para poder contar con el servicio, CIISA celebró un contrato con la Superintendencia de Distribución de la CFE de la zona correspondiente.

Almacenes

Almacén central para material y equipo personal de protección y herramienta; almacén de alta y baja rotación de 15,75 x 70 m (incluye bodega para equipo de buceo); almacenes 1 y 2 de residuos peligrosos 5,15 x 15,45 m y almacén de ceniza volante 34,00 x 4,00 m.



Almacén Central

Plataforma

Esta plataforma se ubicará en la zona de loma bonita frente a la subestación que abastece a la construcción del proyecto, a la elevación 407,90 y tendrá como dimensiones 150 x 30 m, en ella se alojarán el almacén de alta y baja rotación, el taller mecánico y eléctrico, un comedor y el almacén de ceniza volante.

En cuanto a los Servicios básicos, indispensables para el funcionamiento de la infraestructura, CIISA también fue responsable del diseño, construcción, instalación y operación de los servicios de Suministro de agua, Sistema de drenaje, Comunicaciones (servicio telefónico de larga distancia y el servicio de comunicación por radio en el área de construcción del proyecto),

Obras de apoyo

Adicionalmente a las instalaciones de infraestructura se encuentran 1 helipuerto en la zona de Loma Bonita, casetas de control y vigilancia, caseta de bomberos y gasolinera, cuyo combustible es proporcionado por PEMEX.



Helipuerto

Camino de Acceso

El acceso original al sitio de las obras, a partir de la ciudad de Tepic, se lograba mediante un recorrido total de 78 km; éste iniciaba por la carretera federal No. 15 o por la autopista Tepic-Guadalajara, con un desarrollo de 26 km hasta el entronque "La Lobera", donde se tomaba la desviación por la carretera estatal al poblado y Laguna de Santa María del Oro con un desarrollo de 20 km. A partir de la Laguna de Santa María del Oro se tomaba un camino rural de 6 km de terracería al poblado de El Buruato, y de ahí hasta el sitio del proyecto se recorrían 26 km por un camino tipo brecha de terracería, en ese entonces en malas condiciones de rodamiento.

Los Caminos antes descritos fueron construidos por la CFE para realizar diversos estudios previos del Proyecto, y en esas condiciones se entregaron a CIISA, a la cual le correspondió terminar los accesos definitivos al sitio del Proyecto.

Dentro del alcance de las Obras Asociadas se encuentra la construcción de la segunda etapa del camino de acceso al sitio del Proyecto que consiste en la ejecución de las terracerías y obras de drenaje del km 0+000 al km 7+257, y la pavimentación y señalamientos del km 0+000 al km 42+861.



CAPITULO III

PLANEACIÓN INTEGRAL DEL PROYECTO.

PROGRAMAS DE CONTROL Y ADMINISTRACIÓN.

ANÁLISIS ECONÓMICO

III.1 Obra de Inversión Financiada. Programas de Precios Unitarios y a Precio Alzado.

Obra de Inversión Financiada.

El P.H. El Cajón es una Obra de Inversión Financiada bajo la modalidad de **Obra Pública Financiada**, que consiste en que dicho proyecto fue Licitado internacionalmente y posteriormente adjudicado. Así el Licitante ganador, en este caso el consorcio CIISA, deberá obtener por su cuenta la totalidad de los recursos monetarios necesarios durante el período de construcción del Proyecto y las Obras que lo conforman.

Ya puesta en marcha la Operación de la Central, CFE procederá entonces al pago del monto total a CIISA, programado en 2 etapas durante el 2007.

La obtención de los recursos públicos consiste en que El H. Congreso de la Unión autorice que el costo para algún proyecto a realizarse en México que requiera de grandes recursos económicos, como éste, pueda ser financiada por un capital privado y que el pago de la Obra terminada y en operación sea absorbido en el Presupuesto de Egresos de forma diferida, es decir a ser cubierta la deuda a lo largo de varios años.

Más al respecto se menciona en los Comentarios y Conclusiones al final de este trabajo.

Programas de Precios Unitarios y a Precio Alzado.

CFE y CIISA tienen celebrado para El Cajón un **Contrato Mixto de Obra Pública Financiada**, lo cual se refiere a que contempla conceptos por Precios Unitarios y a Precio Alzado.

Precio alzado

Importe previamente acordado, de la remuneración o pago total fijo que debe cubrirse a CIISA por la obra totalmente terminada y ejecutada, en el plazo establecido, de acuerdo con el programa general de construcción formalizado por las partes conforme al proyecto, especificaciones, normas de calidad requeridas, pruebas y operación de sus equipos e instalaciones. Este precio no está sujeto a ajuste de costos.

Precios Unitarios

Son aquellos en que el importe de la remuneración o pago total que deba cubrirse a CIISA se hará por unidad de concepto de trabajo terminado y sí están sujetos a ajuste de costos:

Para el desarrollo de los trabajos adicionales que por su naturaleza no pueden ser previstos desde la etapa de licitación y que pudiesen ser necesarios por razones imprevisibles, incluyendo entre otros, caídos y tratamientos en las excavaciones de túneles de desvío, casa de máquinas, galería de oscilación, túneles de desfogue, obra de toma, de obra de excedencia, así como concretos adicionales en cada una de las obras anteriores, incremento en las longitudes de las galerías de inyecciones, incremento en las pantallas de inyecciones, la CFE elaborará un dictamen que defina el alcance de los trabajos a realizar debido a causas no imputables a CIISA, en la fecha en que dichos trabajos adicionales se requieran y se pagarán con la parte correspondiente a precios unitarios del contrato.

CIISA presentó un Estimado de **Monto de Precios Unitarios en su Oferta Económica**, la cual se encuentra en el punto III.3 de este capítulo.

De la misma forma, CIISA consideró en su propuesta el costo del transporte, alimentación, hospedaje y servicios para la totalidad de los trabajadores, en su relación de costos unitarios.

Cabe mencionar que los costos derivados de la construcción de la Infraestructura de apoyo al proyecto que incluye los campamentos de CIISA, así como las obras de apoyo y servicios complementarios (las cuales se describieron en el capítulo II.5 de este trabajo), fueron considerados en la propuesta económica de CIISA como indirectos, ya que no son objeto de un pago específico.

El Costo Estimado Total del Proyecto y por Áreas se trata en el punto III.3 de este capítulo.

III.2 Programa General de las obras. Ruta Crítica.

PLANEACIÓN GENERAL DEL PROCESO CONSTRUCTIVO

Construcción de Instalaciones

Para el inicio de los trabajos de construcción, fue indispensable la aprobación de los diseños por parte de la CFE y los acuerdos de aceptación por parte de los propietarios de las tierras, donde se pretenda establecer las obras que van a ser construidas.

Una vez obtenido lo anterior, CIISA asume la responsabilidad ante la CFE para acatar lo establecido en las especificaciones e informar respecto al desarrollo de las actividades de construcción de las obras.

El encargado de la construcción debe coordinarse con la Residencia de la CFE para el seguimiento de las actividades, fundamentalmente en lo relativo a los aspectos Técnicos, de Calidad, Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo.

Vialidades para construcción

La construcción del P.H. El Cajón implica una problemática especial de construcción, por las condiciones geológicas del terreno, por la gran cantidad de trabajo por ejecutar y porque su programa de ejecución es muy agresivo, requiriendo el ataque simultáneo de varios frentes de trabajo; todo lo cual trae por consecuencia que el arreglo de vialidades para construcción debe ser realizado después de una cuidadosa planeación. CIISA debe asegurar que la planeación, arreglo y construcción de vialidades permita la construcción del proyecto de acuerdo con el programa previsto, evitando interferencias y diseñando los caminos que construya para que posteriormente se utilicen como vialidad definitiva, con el propósito de reducir costos e impactos al medio ambiente.

Es muy importante mencionar que para la construcción y habilitación de los Caminos de Acceso y Vialidades internas, se aprovechó la Topografía natural del Sitio de Construcción.

Parámetros de diseño: En este aspecto hay que tener en cuenta que el equipo de construcción considerado está representado por un camión fuera de carretera marca Caterpillar tipo 773 B, cuyas dimensiones son las siguientes:

Capacidad de carga (ton)	Longitud total (m)	Altura al borde del protector (m)	Altura a pleno volteo (m)	Ancho de operación (m)
56	9,27	4,33	8,70	4,70

Durante los estudios de factibilidad realizados con anterioridad por la CFE, se construyeron algunas brechas que se consideran aprovechables aunque, por sus condiciones y características, es necesario rehabilitarlas y adecuarlas a los requerimientos del equipo que se utilice durante el proceso constructivo.

La CFE elaboró 3 etapas de vialidades: inicial (mes 6), intermedia (12 meses) y definitiva (terminación de las obras), las cuales están vinculadas con el proceso constructivo del programa general.

- Vialidad inicial mes No. 6

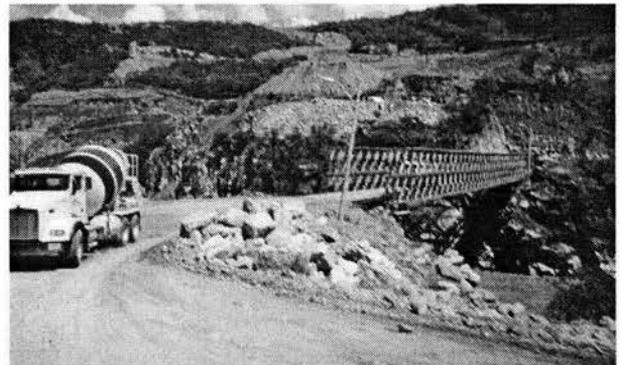
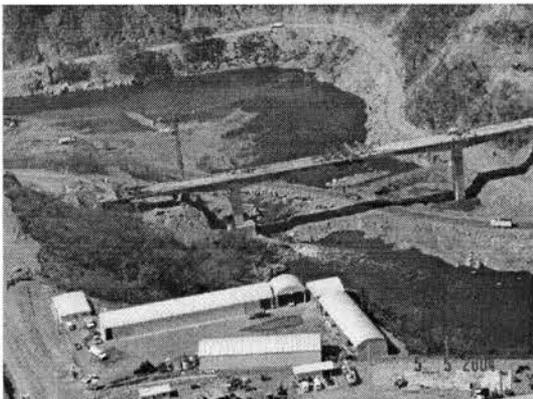
Comprende las prioridades respecto al acondicionamiento de las brechas existentes y la apertura de nuevos caminos durante los primeros 6 meses de trabajo, necesarios para iniciar las actividades en los frentes indicados por el programa general de construcción. El objetivo es tener en condiciones de funcionamiento los siguientes caminos:

Margen derecha

Camino de acceso hacia la margen derecha del río Santiago mediante la construcción de un vado sobre el río, para contar de inmediato con un cruce provisional entre una margen y otra, durante la época de estiaje.

Camino de acceso entre el vado sobre el río Santiago y el Puente Provisional previo al Puente Definitivo sobre el Río Santiago, que comunica las dos márgenes del río para no depender del vado durante la época de lluvias; Camino de acceso a partir del puente provisional sobre el río Santiago hasta el portal de entrada del túnel diseñado para ingresar a la casa de máquinas; Camino de acceso al banco de roca "El Vertedor"; Camino de acceso al banco de desperdicio de margen derecha.

Cabe mencionar que el Puente Provisional tipo Bailey que comunica ambas márgenes ha resultado de vital importancia para el flujo de vehículos tanto de carga de materiales y de personal, debido a su uso continuo. Más al respecto se menciona en los Comentarios y Conclusiones de este trabajo.



Margen izquierda

Camino de acceso del vado sobre el arroyo cantiles a la zona de subestación y helipuerto; Camino de acceso de la subestación al puente provisional sobre el río Santiago; Camino de acceso al túnel cruce de los túneles de desvío; Camino que comunica los túneles de desvíos con el polvorín de explosivos; Camino del portal de entrada a los desvíos hasta el banco de desperdicio de margen izquierda; Camino de acceso de la subestación al banco de desperdicio de margen izquierda.

- Vialidad intermedia mes No. 12.

Esta etapa comprende la vialidad que debe funcionar cuando inicia la colocación de materiales en la cortina en la zona de materiales graduados que darán apoyo a la cara de concreto.

Debido a que las ataguías de aguas arriba y aguas abajo deben estar terminadas, servirán como acceso entre ambas márgenes; a la elevación 245 del portal de salida del desfogue debe diseñarse con un ancho de por lo menos 11 m; Camino de acceso entre el canal de llamada de la obra de toma y el banco de desperdicio de margen derecha.

Conforme el desarrollo de los trabajos de cortina lo requiera, será necesario abrir accesos hasta el sitio de colocación de los materiales para acarrear éstos desde el patio de almacenamiento o de otras fuentes de suministro. CIISA debe diseñar accesos a diferentes niveles de la cortina, según se avance en la construcción.

- Vialidad definitiva.

La vialidad definitiva del proyecto debe ser construida durante el proceso de construcción del proyecto, y sólo la carpeta asfáltica se debe construir una vez que estén concluidas las estructuras principales para evitar su deterioro. Los caminos correspondientes deben ser pavimentados y para el efecto se consideran como una extensión del camino definitivo entre Tepic y el P. H. El Cajón.

La vialidad definitiva debe quedar concluida como condición obligatoria para la entrega-recepción del proyecto a la CFE. Esta vialidad incluye los siguientes caminos:

Camino por la corona de la Cortina, Camino sobre el talud de aguas abajo de la cortina, Camino que comunica la corona de la cortina con el camino de acceso al proyecto y que tiene su desarrollo desde la ciudad de Tepic, Camino que conduce hacia el embarcadero del embalse de la presa ubicado en la margen derecha, Inicio del camino que comunicará el P. H. El Cajón con el poblado El Roble, en lo que corresponde a la zona de protección del proyecto.

Características Camino de Acceso Definitivo:

Sección Estructural: Sub-Base 15 cm, Base 15 cm, Carpeta 7.5 cm.
Vialidades Internas Definitivas: 10 Km.

Planeación de los trabajos para la Obra de Desvío.

Como se mencionó en el Capítulo II, la Obra de Desvío consiste en dos túneles de 734 y 800 m de longitud; cada túnel tiene una sección portal de 6 x 14 y 14 x 14 m.

La superficie de excavación lleva un revestimiento de concreto lanzado, para lo cual requiere de un intenso tratamiento en la roca para la perfecta interacción entre ésta y el concreto.

Para la estabilización de las excavaciones se realizaron tratamientos al macizo rocoso, consistentes en preanclajes, anclajes, y concreto lanzado.

El Túnel Crucero es una obra de excavación que comienza entre la ubicación de la cortina y la Ataguía aguas arriba, e intersecta a ambos túneles, y fue de importancia como uno de los frentes de excavación de la Obra de Desvío.

En los Portales de entrada y salida y en algunas partes del Túnel Crucero se deberán utilizar ademes metálicos. Para el cierre final se debe construir un Tapón de concreto en el túnel 1 y en el túnel 2 el cierre se hará con la compuerta de cierre final.

Al inicio de los trabajos, se realizaron trabajos simultáneos tanto en el frente de los Portales de Entrada y de Salida y en el Túnel crucero.



Planeación de los trabajos para la Casa de Máquinas.

Las obras de generación serán subterráneas, ubicadas en la margen derecha del río, la cual incluye la Casa de máquinas, como se ha mencionado.

La casa de máquinas, de tipo caverna o subterránea, maneja las siguientes dimensiones: Ancho de 22.2 m, Largo de 97.5 m y Alto de 49.2 m y aloja a las dos turbinas tipo Francis.

De forma similar a las obras de desvío, en el caso de los trabajos en casa de máquinas, para la estabilización de las excavaciones se realizaron tratamientos al macizo rocoso, y la colocación de varios ademes metálicos debido a la presencia de algunas fallas pequeñas inesperadas.

El volumen total de excavaciones en la casa de máquinas es de 80,500 m³. Se realizarán banqueos para lograr la excavación y construcción. En total, las obras subterráneas, implican obras de aproximadamente 1,600 m de longitud.

Acceso a Casa de Máquinas:

A la elev. 245, proveniente de la Ataguía aguas abajo, se tendrá el camino de acceso a la casa de máquinas. Se ingresa desde el exterior mediante un túnel de acceso vehicular dimensionado de acuerdo con las partes mayores de los equipos que se van a instalar.

La resistencia del concreto utilizado para losas y muros de las Obras de Generación es de $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ (24.5 Mpa). El concreto lanzado utilizado en los túneles de desvío y en la caverna de casa de máquinas, tiene una resistencia de $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ (34.3 Mpa).

Planeación de los trabajos para las Ataguías.

El corazón impermeable de las Ataguías se obtiene de bancos de material arcilloso, los materiales para filtros y transición deben ser obtenidos de bancos de aluvión sobre el cauce del río y/o por medio de trituración de roca, el enrocamiento de respaldo y protección son producto de excavaciones principalmente de las obras de desvío.



Ataguía aguas arriba y Predesvío

Para la obtención de material de núcleo de las Ataguías es necesario explotar bancos de arcilla. Se ha identificado que en el banco "El Polvorín" sobreyace a la roca una capa de arcilla que puede ser aprovechada para satisfacer las necesidades de este material.

Se cargará el material acopiado por un cargador CAT 966 a camiones de volteo con capacidad de 12 m³ y se transportará al lugar requerido en las Ataguías. La carga de los camiones será con retroexcavadora tipo CAT serie 330 o similar y los camiones serán de 12 m³.

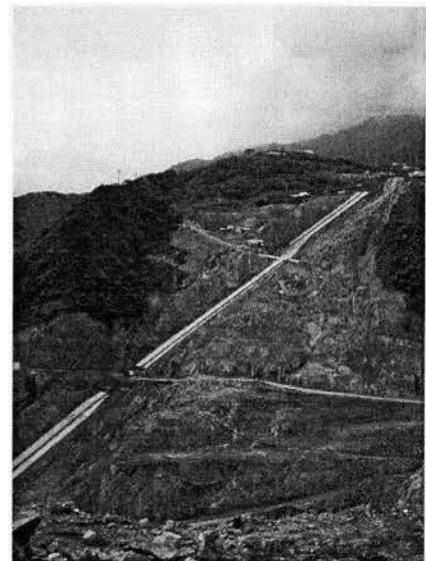


Con el desvío del río se tienen entonces las condiciones de trabajo para iniciar la construcción de la Cortina del P.H. El Cajón.

Construcción Plinto

El proceso constructivo de colados en el plinto en laderas se hace mediante el sistema de Deslizado, cuya secuencia a seguir es la siguiente:

- a) Excavación hasta el nivel de desplante del plinto en roca sana.
- b) Colocación de concreto dental si fuera necesario.
- c) Anclaje de piso.
- d) Colocación de acero de refuerzo y de la junta de cobre.
- e) Colado del plinto deslizado dejando preparativos para las inyecciones.
- f) Inyecciones desde el plinto, para consolidación e impermeabilización.



Al concluir las excavaciones en la margen izquierda, se iniciará con la excavación para el plinto de la margen derecha, la cual se hará en dos etapas, la primera entre las elevaciones 218 y la 296, y la segunda en la parte superior entre las elevaciones 296 y 392.

Planeación de los trabajos para la construcción de la Cortina

El desplante de la cortina en la zona del cauce se lleva a cabo sobre el aluvión, toda vez que sea removida una capa del orden de 3 m en el desplante del material 3B. En general el desplante estará entre las elevaciones 210 y 220.

El tractor D8R extenderá el material en capas de 50 cm. La pipa incorporará agua a chorro para que escurra por la pendiente que tendrá el banco y se dejará en reposo el material para que absorba la humedad esperando un tiempo aproximado de 24 horas. Si bien en todos los bancos se tendrá cuidado de explotar sólo el material requerido, en este caso se tendrá un mayor control para evitar material explotado y preparado sin ser colocado.



El proceso de relleno en la cortina se ha dividido en etapas de las cuales siempre se busca mantener un tramo avanzado del talud aguas arriba a efecto de que en forma secuencial los concretos en la cara y el plinto puedan ejecutarse lo más pronto posible.

La Colocación de Materiales en la Cortina se realizará en 6 Etapas de Relleno:



- Colocación de Materiales Etapa 1

Se hará el terraplén para alcanzar la elevación 296 en la parte de aguas arriba y se escalona en la parte central en la elevación 255 y en la zona aguas abajo en la 245. En la zona del pie del talud de aguas abajo, se construirá una galería de concreto reforzado para captar las filtraciones que fluyan a través del aluvión.

- Colocación de Materiales Etapa 2

A continuación de la primera etapa, se nivelará el relleno hasta la elevación 296 en la parte de aguas abajo, permitiendo mientras el avance de los concretos en la cara.



- Colocación de Materiales Etapa 3

En forma semejante a lo indicado para las dos primeras etapas, se desarrollarán las siguientes dos etapas. La tercera alcanza en el talud aguas arriba la elevación 360 manteniendo la zona de aguas abajo a la elevación 340.

- Colocación de Materiales Etapa 4

Se procederá a nivelar el terraplén a la elevación 360 y desde este nivel, el proceso es reiterativo hasta alcanzar la corona y los taludes aguas arriba y aguas abajo.

- Colocación de Materiales Etapas 5 y 6

En la Etapa 5 se efectuará el relleno entre las elevaciones 360 y la 388.5, permitiendo así la segunda etapa del deslizado de la losa.

En la Etapa 6 se hará el relleno desde la elevación 388.5 hasta la 392,00 para dar por terminado el proceso de colocación de relleno en la cortina.

Colocación de Concreto en Losas

El concreto de la losa será de 21 MPa. El deslizado de la losa de concreto se hará en tres etapas acordes con el crecimiento de la cortina, es decir, una primera etapa a la elevación 296, la segunda etapa comprende hasta la elevación 388 y la final hasta el parapeto.

- Deslizado Losas Etapa 1

El procedimiento de construcción establece colar en un inicio las losas de arranque para posteriormente construir en colado continuo las franjas mediante cimbra deslizante alternándose entre ellas.

Se tendrán 34 franjas de 15 metros de ancho y el espesor variará de 78 cm en la parte inferior, hasta 30 cm al llegar al parapeto. Esto se logrará modificando la pendiente de la cara exterior de la losa, manteniendo la inclinación de la cara inferior.

- Deslizado Losas Etapa 2 (Elev. 388) y Etapa 3 (Elev. 394)

Los trabajos para la colocación de concretos en las etapas 2 y 3 de la losa son tal y como se ha descrito para la etapa 1

Planeación para la Obtención de Materiales en obra

Los agregados para concretos se obtendrán en su mayoría de los aluviones y es necesario complementarlos con explotación de banco de roca. En este caso se ha previsto el banco llamado "El Polvorín", ubicado aguas arriba del portal de entrada de los túneles de desvío sobre la margen izquierda.

Del banco "El Polvorín" se obtendrán los agregados para producir por medio de mezclas estabilizadas los materiales 2A y TA de las Ataguías así como los materiales 2, 2F y 1B (parcial) de la presa. La diferencia del material 1B de la presa se obtendrá directamente de la explotación de los bancos de limos.

Los materiales para la cortina serán obtenidos de los frentes de excavación de las obras del proyecto, del Banco de Roca "El Vertedor" principalmente y en complemento también se obtendrá material del banco "El Polvorín".

Las excavaciones se realizarán dejando siempre en cada momento salida libre a las aguas, para lo cual se harán cunetas o zanjas con la cuchilla del tractor D8 o similar. Para el acarreo de la roca explotada, en el Banco El Polvorín, se usarán en general camiones fuera de carretera, 773 D o equivalente. El cargador será del tipo CAT 990-II, o similar.

Planeación para la Obra de Excedencias

Las actividades para la construcción del Vertedor comenzarán con la construcción de los caminos de acceso principales; al banco de desperdicio sobre margen derecha y a la zona de almacenamiento. Aprovechando la topografía del terreno natural, se construirán caminos auxiliares conforme sea requerido por los frentes de excavación.



Canal de Llamada, Obra de Toma

En la cota 475 se iniciará la excavación del Canal de Llamada, los equipos a utilizar consistirán básicamente en tractores de hoja topadora para realizar las excavaciones de suelo y de pie de talud. Para la excavación de roca se utilizarán perforadoras y agentes explosivos.

La barrenación será realizada con equipo tipo Hidrotrack con barrenación de 76,2 mm (3"). El material producto de la excavación será cargado a camiones para el acarreo al sitio destinado como almacén o colocación en alguna estructura.

La secuencia de excavación será tal que se dará prioridad a la Obra de Toma, luego el canal de llamada del vertedor, la estructura de control, la subestación y finalmente los canales de descarga del vertedor.

Para esto se dividirá la excavación en tres grandes etapas:

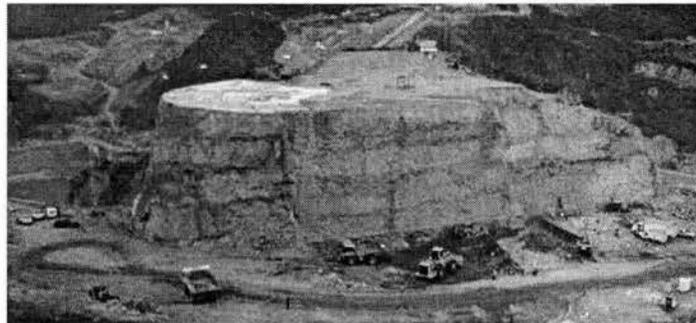
- a) Excavación hasta la berma 396.
- b) Rampa de acceso a la berma 342 de la Obra de Toma.
- c) Terminación de excavación del canal de llamada del vertedor y resto de las estructuras.

Se realizarán banqueos de producción de 10 metros a lo largo de toda la extensión de las plataformas que se van formando a cada nivel, a excepción de la zona de 12 metros aledaños a los taludes de la excavación, en la cual, el material se barrena y vuela en banqueos de 5 metros manteniendo esta área como acceso para los equipos de tratamientos de taludes.

Se considera la primera etapa a la excavación sobre la elevación 436. La segunda llega a la cota 396 con lo cual se tendrá un acceso franco a la corona de la presa y a la estructura de control. A partir de la elevación 396, se incorporará un segundo grupo de trabajo para atacar en forma simultánea dos frentes, el canal de llamada y la estructura de control. Para llegar a la Obra de Toma se construirá una rampa de acceso del nivel 396 al nivel 367.

Zona de Control y Canal de Descarga

Como se describió en el proceso de excavación del Canal de Llamada, a partir de la excavación en la elevación 396, se inicia la excavación simultánea del canal de llamada y de la zona de la estructura de control, hasta la cota 367.



Se habilitarán rampas entre las zonas de excavación con pendiente menor al 10%. El proceso de excavación será el mismo indicado para el canal de llamada.

También mencionado en el Capítulo II, la obra para la conducción de los volúmenes desalojados por el vertedor consiste en dos canales a cielo abierto de sección cajón de 43,60 m de ancho cada uno y muros de concreto de 8,00 a 9,00 m de altura. La longitud total de los canales de desfogue es de 742,29 m, contando con 5 aireadores a cada cien metros. Tiene un desnivel total de 125,16 m desde la cresta del cimacio hasta la estructura de amortiguamiento final.

Se mantendrá una rampa que permanecerá como acceso para los trabajos en la estructura de control y desde ésta hacia el canal de descarga, la cual se mantendrá hasta que se termine el puente sobre la estructura de control.

El ataque de la excavación en los canales se realiza en el sentido de la estructura de control hacia la salida de los canales.

A Continuación se presenta el **Programa General del Proyecto**. La **Ruta Crítica**, la cual indica las actividades que deben terminarse antes de continuar con otra actividad sucesiva que la afecte directamente, está marcada con el color más oscuro.

Clave de Actividad	Descripción de Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano	2003	2004	2005	2006	2007
PROYECTO HIDROELECTRICO "EL CAJON"									
ACTIVIDADES PREVIAS									
FECHAS DE PRESENTACION									
00010	PRESENTACION DE LA PROPUESTA	0	19-FEB-03						
00020	APERTURA ECONOMICA	0	08-MAR-03						
00030	FALLO DE LA LICITACION	0	15-MAR-03						
00040	FIRMA DEL CONTRATO	0	25-MAR-03						
MOVILIZACIONES									
00050	MOVILIZACION Y TRASLADO DE EQUIPO	36	26-MAR-03	09-MAY-03					
OBRAS ELECTROMECHANICAS									
CONCEPTOS MECANICOS									
+ TURBINAS HIDRAULICAS TIPO FRANCIS DE EJE VERTI									
		0		30-JUN-07	[Barra de Avance]				
+ CHUMACERAS GUIA Y COMBINAFDA DE CARGA GUIA P/EL									
		718	01-JUN-04	13-NOV-06	[Barra de Avance]				
+ REGULAR DE VELOCIDAD ELECTROHIDRAULICO									
		715	15-JUL-04	20-DIC-06	[Barra de Avance]				
+ COMPUERTAS, MECANISMOS DE OPERACION DEL VERTEDOR									
		858	02-AGO-03	30-JUN-06	[Barra de Avance]				
+ COMPUERTAS, MECANISMOS DE OPERACION DE O.T.									
		794	23-OCT-03	30-JUN-06	[Barra de Avance]				
+ GRUAS VIAJERAS PARA CASA DE MAQUINAS									
		609	01-ABR-03	28-ABR-05	[Barra de Avance]				
+ COMPUERTAS, MECANISMOS DE OP. Y GRUA DESFOGÜE									
		704	11-FEB-04	30-JUN-06	[Barra de Avance]				
+ UNIDAD AUXILIAR CON TURBINA TIPO FRANCIS									
		952	06-OCT-03	28-DIC-06	[Barra de Avance]				
+ EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO									
		766	01-JUL-04	10-FEB-07	[Barra de Avance]				
+ SISTEMA DE PROTECCION CONTRA INCENDIO									
		843	09-ABR-04	21-FEB-07	[Barra de Avance]				
+ SISTEMA DE DESAGÜE Y ACHIQUE									
		738	09-ABR-04	16-OCT-06	[Barra de Avance]				
+ SISTEMA DE VENTILACION									
		740	05-ABR-04	13-OCT-06	[Barra de Avance]				
+ OBTURADORES MECANISMOS DE OPE.									
		859	01-AGO-03	30-JUN-06	[Barra de Avance]				

FABRICACIÓN

MONTAJE

Fecha de Inicio: 19-FEB-03
 Fecha de Terminación: 29-AGO-07
 Fecha de Corte: 19-FEB-03
 Fecha Corrida: 02-SEP-04 12:54

[Barra Temprana]
 [Barra de Avance]
 [Actividad Crítica]

PHCA
 C.I.I.S.A.
 P.H. "EL CAJON"
 REPRESENTANTE LEGAL
 ING. JUAN JOSÉ LUIS GRAGEDA SALINAS

Hoja 1 de 8

Clave de Actividad	Descripción de Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano					
					2003	2004	2005	2006	2007
+ EQUIPO DE TALLER MECANICO		589	22-MAR-05	22-MAR-07					
+ EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADA		600	09-NOV-04	22-NOV-06					
+ SISTEMA DE MEDICION DE LOS NIVELES DE EMBALSE		615	09-NOV-04	09-DIC-06					
+ SISTEMA DE AIRE DE SERVICIOS.		585	04-ENE-05	28-DIC-06					
+ SISTEMA DE AGUA DE SERVICIO		499	07-ABR-05	15-DIC-06					
+ GRUA PUENTE P/CASETA DE LA SUBESTACION ELECTRICA		466	02-DIC-04	30-JUN-06					
CONCEPTOS ELECTRICOS									
+ GENERADORES ELECTRICOS		1,080	14-OCT-03	12-JUN-07					
+ FABRICACION DE BARRAS		590	12-NOV-03	15-NOV-05					
+ SIST. DE EXCITACION ESTATICO		844	12-AGO-04	25-JUN-07					
+ TRANSFORMADORES TIPO SECO 5		675	01-OCT-04	15-ENE-07					
+ BUS DE FASE DE SALIDDA		675	01-OCT-04	15-ENE-07					
+ TRANSFORMADORES DE POTENCIA		701	03-SEP-04	20-ENE-07					
+ SISTEMA DE CONTROL AUTOM. Y ADQUISICION DE DATOS		765	10-JUN-04	20-ENE-07					
+ SUBESTACIONES BLINDADAS AISLADAS CON GAS SF6		790	09-MAR-04	16-NOV-06					
+ TABLEROS DE PROTECCION CON RELEVADORES DE EDO.		758	19-JUN-04	20-ENE-07					
+ TABLEROS DE SERVICIOS AUXILIARES		756	01-JUN-04	29-DIC-06					
+ TABLEROS METALICOS BLINDADOS TIPO "METAL CLAD"		756	01-JUN-04	29-DIC-06					
+ ELECTRODUCTO ALIMENTADOR DE BAJA IMPEDANCIA		685	14-JUN-04	17-OCT-06					
+ EQUIPOS DE COMUNICACIONES		558	27-DIC-04	18-NOV-06					
+ TRAMPAS DE ONDAS		535	01-FEB-05	25-NOV-06					
+ APARTARRAYOS DE OXIDOS METALICOS PARA SUBEST.		518	11-DIC-04	19-SEP-06					
+ BATERIAS ABIERTAS PARA SERVICIO ESTACIONARIO		518	11-DIC-04	19-SEP-06					

Clave de Actividad	Descripción de Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano						
					2003	2004	2005	2006	2007	
+ CARGADOR DE BATERIAS		410	03-ENE-06	23-MAY-07						
+ TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVO		261	01-NOV-05	20-SEP-06						
+ SISTEMAS DE ALUMBRADO		819	03-DIC-03	19-SEP-06						
+ SISTEMA DE REDES DE TIERRA EN PLANTA		457	03-ABR-03	27-OCT-04						
+ SISTEMA DE INTERCOMUNICACION Y VOCEO		476	04-ABR-05	15-NOV-06						
+ SISTEMA DE MONITOREO MEDIANTE CIRCUITO CERRADO		476	04-ABR-05	15-NOV-06						
+ CONDUCTORES CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA		605	02-OCT-04	21-OCT-06						
+ CABLES DE CONTROL CON AISLAMIENTO		605	02-OCT-04	21-OCT-06						
+ CHAROLAS PARA CABLES CONDUCTORES		610	03-AGO-04	31-AGO-06						
+ CABLE DE GUARDA		512	04-NOV-04	31-JUL-06						
+ PLANTA GENERADORA CON MOTRO A COMBUSTION		556	10-SEP-04	31-JUL-06						
+ HERRAJES Y ACCESORIOS		482	09-DIC-04	31-JUL-06						
+ CABLES DE ALUMINIO CON CABLEADO CONCENTRICO		531	12-OCT-04	28-JUL-06						
+ AISLADORES DE SUSPENSION PORCELANA		482	09-DIC-04	31-JUL-06						
+ CABLES DE POTENCIA MONOPOLARES		627	01-SEP-04	19-OCT-06						
+ ALIMENTADORES DE DISTRIBUCION AEREOS.		528	12-OCT-04	25-JUL-06						
OBRA CIVIL										
COSTOS INDIRECTOS										
CAMINOS DE ACCESO										
+ CAMINOS MARGEN DERECHA		900	07-ABR-03	27-ABR-06						
+ CAMINOS MARGEN IZQUIERDA		316	07-ABR-03	03-MAY-04						
+ CONSTRUCCION DE PLATAFORMAS		1,021	21-ABR-03	14-OCT-06						
+ TALLERES		1,034	27-MAR-03	07-OCT-06						
+ VARIOS		835	29-NOV-03	05-OCT-06						

Clave de Actividad	Descripción de Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano	Año				
					2003	2004	2005	2006	2007
OBAS DE DESVIO									
ATAGUIAS									
+ EXCAVACIONES		154	01-NOV-03	07-MAY-04					
+ COLOCACIONES		177	04-DIC-03	08-JUL-04					
+ PANTALLA DE INYECCIONES		104	02-ENE-04	06-MAY-04					
PORTALES (SECCION INFERIOR)									
+ EXCAVACION		89	16-MAY-03	06-SEP-03					
+ TRATAMIENTOS		24	07-AGO-03	06-SEP-03					
+ CONCRETO		102	13-AGO-03	15-DIC-03					
TUNELES DE DESVIO									
+ EXCAVACIONES		172	27-MAR-03	30-OCT-03					
+ TRATAMIENTOS		1,118	14-ABR-03	02-FEB-07					
+ CONCRETOS		1,028	14-ABR-03	16-OCT-06					
ESTRUCTURAS DE CIERRE FINAL Y PROVISIONAL									
+ EXCAVACIONES CIELO ABIERTO		15	01-ABR-03	19-ABR-03					
+ EXCAVACIONES DE LUMBRERAS		208	10-MAY-03	26-ENE-04					
+ TRATAMIENTOS		896	07-ABR-03	22-ABR-06					
+ CONCRETOS		96	12-NOV-03	08-MAR-04					
TUNEL CRUCERO									
+ EXCAVACIONES Y TRATAMIENTOS SUPERFICIALES		22	27-MAR-03	23-ABR-03					
+ EXCAVACIONES Y TRATAMIENTOS SUBTERRANEOS		59	24-ABR-03	04-JUL-03					
OBRAS DE CONTENCIÓN									
CORTINA									
+ PLINTO		928	06-MAY-03	30-JUN-06					
+ COLOCACION MATERIAL		759	01-NOV-03	27-MAY-06					
+ TRITURACION MATERIAL 3B		856	30-ABR-03	28-MAR-06					
+ ESTABILIZADO EN MATERIAL TA,2A,2,3A,2F,1B		636	29-ENE-04	25-MAR-06					
+ BORDO EXTRUSADO		661	01-MAR-04	27-MAY-06					
+ CONCRETO EN PLINTO		343	06-OCT-03	01-DIC-04					

Clave de Actividad	Descripción de Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano	2003					2004					2005					2006					2007				
+ CARA DE CONCRETO																													
		0		18-OCT-06																									
+ EXCAVACION DE LADERAS																													
		853	01-ABR-03	25-FEB-06																									
+ BOMBEO EN EL LECHO DEL RIO																													
		699	15-ENE-04	27-MAY-06																									
+ GALERIAS																													
		392	18-JUN-03	22-OCT-04																									
+ TRATAMIENTOS DESDE GALERIAS)																													
		325	01-NOV-03	07-DIC-04																									
+ PANTALLA IMPERMEABLE																													
		339	01-NOV-03	23-DIC-04																									
+ INSTRUMENTACION																													
		683	01-MAR-04	23-JUN-06																									
PLANTA HIDROELECTRICA																													
CANAL DE LLAMADA OBRA DE TOMA																													
+ EXCAVACION A CIELO ABIERTO																													
		57	07-MAY-04	15-JUL-04																									
+ TRATAMIENTOS CANAL DE LLAMADA																													
		58	08-MAY-04	19-JUL-04																									
+ CONCRETO																													
		0		21-ENE-06																									
+ VARIOS																													
		72	13-DIC-04	11-MAR-05																									
ESTRUCTURA DE CONTROL																													
+ CONCRETOS																													
		522	16-JUL-04	25-ABR-06																									
+ MONTAJES																													
		788	01-OCT-04	31-MAY-07																									
CONDUCCIONES A PRESION																													
+ EXCAVACIONES SUBTERRANEAS																													
		240	01-ABR-04	27-ENE-05																									
+ TRATAMIENTOS DE TUBERIAS A PRESION																													
		490	01-ABR-04	03-DIC-05																									
+ EXCAVACION TUNEL DE CONSTRUCCION																													
		43	24-ENE-04	15-MAR-04																									
+ BLINDAJE																													
		0		01-JUL-06																									
+ CONCRETOS																													
		380	21-SEP-04	03-ENE-06																									
CASA DE MAQUINAS																													
+ EXCAVACION CASA DE MAQUINAS																													
		195	23-ENE-04	23-SEP-04																									
+ EXC. LUMBRERAS VERT., BUSES, CABLES Y VENT.																													
		161	16-AGO-04	02-MAR-05																									
+ CONCRETOS																													
		0		15-SEP-05																									
+ TRATAMIENTOS CASA DE MAQUINAS																													
		336	23-ENE-04	14-MAR-05																									

Clave de Actividad	Descripción de Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano	Año					
					2003	2004	2005	2006	2007	
TUNEL DE ASPIRACION										
+ EXCAVACIONES EN TUNELES 1 Y 2		61	01-JUL-04	20-SEP-04						
+ TRATAMIENTOS		212	07-JUL-04	28-MAR-05						
+ CONCRETOS		157	07-JUL-04	21-ENE-05						
GALERIA DE OSCILACION										
+ TUNEL DE ACCESO A GALERIA DE OSCILACION		44	01-DIC-03	24-ENE-04						
+ EXCAVACION EN BOVEDA Y CAVERNA GAL. DE OSC.		151	26-ENE-04	29-JUL-04						
+ TRATAMIENTOS GALERIA DE OSCILACION		151	26-ENE-04	29-JUL-04						
+ CONCRETOS		338	26-ENE-04	18-MAR-05						
DESFOGUE										
+ EXCAVACIONES A CIELO ABIERTO		29	14-OCT-03	15-NOV-03						
+ EXCAVACIONES SUBTERRANEAS		135	17-NOV-03	29-ABR-04						
+ TRATAMIENTOS ESTRUCTURA DE SALIDA		164	14-OCT-03	29-ABR-04						
+ CONCRETOS		578	17-NOV-03	05-NOV-05						
TUNEL DE ACCESO Y AUXILIAR DE CONSTRUCCION										
+ EXCAVACION		0		03-MAY-04						
+ TRATAMIENTOS		179	02-OCT-03	06-MAY-04						
+ CONCRETOS		686	02-OCT-03	27-ENE-06						
+ VARIOS		60	04-ENE-06	15-MAR-06						
OBRAS DE EXCEDENCIA										
CANAL DE LLAMADA										
+ EXCAVACIONES Y ACARREOS		608	01-NOV-03	25-NOV-05						
+ TRATAMIENTOS		612	01-NOV-03	30-NOV-05						
ESTRUCTURA DE CONTROL										
+ EXCAVACIONES Y ACARREOS		133	23-FEB-04	05-AGO-04						
+ TRATAMIENTOS		36	19-JUL-04	03-SEP-04						
+ CONCRETOS		0		12-OCT-05						
CANALES DE DESCARGA										
+ EXCAVACIONES Y ACARREOS		143	28-SEP-04	18-MAR-05						

Clave de Actividad	Descripción de Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano	2003					2004					2005					2006					2007				
+ TRATAMIENTOS		168	13-OCT-04	05-MAY-05																									
+ CONCRETOS		570	12-OCT-04	19-SEP-06																									
SUBESTACION ELEVADORA																													
SUBESTACION ELEVADORA (OBRA CIVIL)																													
+ EXCAVACIONES Y TRATAMIENTOS		51	15-MAR-04	15-MAY-04																									
+ CONCRETOS Y ALBAÑILERIA		409	25-OCT-04	11-MAR-06																									
OBRAS ASOCIADAS																													
EDIFICIOS PARA OPERACION																													
+ ALAMCEN DE RESIDUOS PELIGROSOS 1		88	15-FEB-05	31-MAY-05																									
+ ALMACEN DE RESIDUOS PELIGROSOS 2		120	15-FEB-05	11-JUL-05																									
+ CLINICA DEL IMSS		130	31-MAY-03	12-NOV-03																									
+ ALMACEN DE CENIZA VOLANTE		60	30-ABR-04	13-JUL-04																									
+ TALLER MECANICO Y ELECTRICO		528	19-SEP-03	01-JUL-05																									
+ EMBARCADERO		50	29-ABR-04	29-JUN-04																									
+ COMEDOR PARA OPERACION		100	12-ABR-05	15-AGO-05																									
+ ALMACEN DE ALTA Y BAJA ROTACION		147	02-MAR-04	02-SEP-04																									
+ OBRAS DE SEGURIDAD FISICA		105	18-MAY-05	30-SEP-05																									
OBRAS AMBIENTALES																													
+ OBRAS AMBIENTALES		1,034	01-ABR-03	12-OCT-06																									
+ VIALIDADES DEFINITIVAS		1,157	02-MAY-03	10-ABR-07																									
CAMINOS Y PUENTES																													
CAMINO DE ACCESO 2DA ETAPA KM 0+000 AL 42+861																													
+ MANTENIMIENTO DE CAMINO		103	08-ABR-03	14-AGO-03																									
+ TERRACERIAS		73	02-MAY-03	01-AGO-03																									
+ OBRAS DE DRENAJE		237	02-MAY-03	21-FEB-04																									
+ PROTECCION DE TALUDES		29	22-MAY-03	26-JUN-03																									
+ PAVIMENTOS DEL KM 0+000 AL 42+861		93	05-NOV-03	26-FEB-04																									

Clave de Actividad	Descripción de Actividad	Dur Orig	Inicio Temprano	Final Temprano	2003												2004												2005												2006												2007																																																																							
+ PUENTE SOBRE EL RIO SANTIAGO																																																																																																																												
		329	03-MAY-03	14-JUN-04																																																																																																																								
+ SEÑALAMIENTO																																																																																																																												
		17	10-FEB-04	28-FEB-04																																																																																																																								
+ ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS																																																																																																																												
		143	06-SEP-03	28-FEB-04																																																																																																																								
+ ASEGURAMIENTO DE CALIDAD																																																																																																																												
		1,268	02-MAY-03	29-AGO-07																																																																																																																								
+ SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO																																																																																																																												
		1,268	02-MAY-03	29-AGO-07																																																																																																																								
+ MODELO ELECTRONICO TRIDIMENSIONAL																																																																																																																												
		1,148	03-OCT-03	29-AGO-07																																																																																																																								
TERMINO DE OBRA																																																																																																																												
00090	LLENADO DEL EMBALSE DE LA PRESA	0		01-JUL-06R																																																																																																																								
00092	ACEPTACION PROV. DE LA 1ERA UNIDAD GENERAD	0		28-FEB-07R																																																																																																																								
00100	CULMINACION DEL PROYECTO	0		31-AGO-07R																																																																																																																								
00110	TERMINACION OBRAS CIVILES	0		18-OCT-06R																																																																																																																								

III.3 Costo estimado del proyecto. Costos por Áreas.

El Precio del Contrato es el Costo de todos los trabajos que ejecuta CIISA, incluyendo el suministro completo de equipos electromecánicos y materiales de instalación permanente, mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas necesarios para el desarrollo de todos y cada uno de los conceptos de trabajo, de todas las obras permanentes y provisionales del proyecto, incluyendo costos directos e indirectos para el proyecto totalmente terminado.

El 28 de Febrero del año 2007, se tiene contemplado que entre en funcionamiento y completa operación la 1ª Turbina de generación (U-1, con pruebas desde Noviembre del año 2006), de ser así, será en esta ocasión cuando CFE le pague a CIISA el 60% del costo total del proyecto.

A su vez, el 31 de mayo del año 2007 se tiene contemplado la operación de la 2ª Turbina (U-2), y así se procederá a pagarle el 40% restante el 31 de agosto del mismo año.

A continuación se presentan tablas con información sintetizada de los Montos que corresponden a la Oferta Económica presentada por CIISA para Precios Unitarios y Precio Alzado para la Obra Civil, así como las correspondientes a las Obras Asociadas, Eléctricas y Mecánicas.

Después se presenta una tabla que integra los montos para el Costo Total Estimado del Proyecto.

**MONTOS PARA LA PARTE A PRECIO ALZADO POR
CONCEPTOS DE OBRAS CIVILES**

LICITACIÓN No: 18164093-011-02:		PLAZO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS: 1620 DÍAS
OBRA: PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN		TERMINO: 31 de agosto 2007
FECHA DE INICIO: 26 de marzo, 2003		
	ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES	IMPORTE TOTAL
CONCEPTOS DE OBRAS CIVILES		
→	OBRA DE DESVÍO	USD 44,255,629.31
	ATAGUÍAS	11,384,072.19
	PORTALES (SECCIÓN INFERIOR)	1,736,238.15
	TÚNELES DE DESVÍO	25,982,022.72
	ESTRUCTURAS DE CIERRE FINAL Y PROVISIONAL	5,153,296.25
→	OBRA DE CONTENCIÓN	USD 184,414,909.76
	CORTINA	152,458,846.99
	GALERÍAS	7,081,340.72
	TRATAMIENTOS DESDE LAS GALERÍAS	198,075.00
	PANTALLA IMPERMEABLE	2,712,793.48
	Pantalla de Impermeabilización desde las Galerías	1,216,120.19
	CONSOLIDACIÓN Y CONEXIÓN DE PANTALLA	307,416.62
	PANTALLA DE DRENAJE	730,821.23
	Desde el Plinto	458,435.43
	INSTRUMENTACIÓN DE LA CORTINA	16,313,383.44
	INSTRUM. HIDROMETEOROLÓGICA DE LA CUENCA	5,650,470.14
→	PLANTA HIDROELÉCTRICA	USD 92,607,435.12
	CANAL DE LLAMADA DE LA OBRA DE TOMA	7,720,646.88
	ESTRUCTURA DE CONTROL	5,861,994.94
	CONDUCCIONES A PRESIÓN	34,875,885.51
	CASA DE MÁQUINAS	22,383,471.43
	TÚNEL DE ASPIRACIÓN	3,911,488.65
	GALERÍA DE OSCILACIÓN	5,101,617.04
	DESFOGUE	6,063,596.35
	TÚNELES DE ACCESO A CASA DE MAQUINAS Y GALERIA DE OSCILACIÓN	6,688,734.32
→	OBRAS DE EXCEDENCIAS	USD 106,058,690.78
	CANAL DE LLAMADA	30,496,918.58
	ESTRUCTURA DE CONTROL	23,572,774.37
	CANALES DE DESCARGA	51,988,997.84
→	SUBESTACIÓN ELEVADORA	USD 5,350,395.66
	SUBESTACIÓN ELEVADORA (OBRA CIVIL)	4,547,416.03
	EDIFICIO DE CONTROL (OBRA CIVIL)	802,979.63
TOTAL		\$ 432'687,060.6 USD

**MONTOS PARA LA PARTE A PRECIO ALZADO POR
CONCEPTOS DE OBRAS ASOCIADAS**

LICITACIÓN No: 18164093-011-02:		PLAZO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS: 1620 DÍAS
PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN		TERMINO: 31 de agosto 2007
FECHA DE INICIO: 26 de marzo, 2003		
	ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES	IMPORTE TOTAL
CONCEPTOS DE OBRAS ASOCIADAS		
→	EDIFICIOS PARA OPERACIÓN	USD 4,587,235.86
	Almacén de Residuos Peligrosos I (15,45 X 5,15 m)	108,964.90
	Almacén de Residuos Peligrosos II (15,45 X 5,15 m)	108,944.08
	Clinica del IMSS	714,552.34
	Almacén de ceniza volante (4,00 x 4,00 m)	18,374.34
	Taller Mecánico y Eléctrico (25,56 X 17,60 m)	644,825.39
	Embarcadero (incluye camino de acceso a rampas de concreto)	284,135.21
	Comedor para operación (13,76 X 9,04 m)	165,999.42
	Almacén de alta y baja rotación (70,00 X 15,75 m)	835,459.38
	Obras de seguridad física	1,552,715.69
	Plataforma para almacén de alta y baja rotación y taller mecánico y eléctrico	153,265.10
→	OBRAS AMBIENTALES	USD 16,585,737.71
→	VIALIDADES DEFINITIVAS	USD 26,376,731.88
→	CAMINOS Y PUENTES	USD 26,302,930.07
	CAMINO DE ACCESO 2A. ETAPA DEL KM 0+000 AL KM 42+861 Y PUENTES	5,749,260.85
	PAVIMENTOS DEL KM 0+000 AL KM 42+861	10,472,830.79
	PUENTE SOBRE EL RÍO SANTIAGO	9,750,095.06
	SEÑALAMIENTO	330,743.37
→	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	USD 5,003,707.62
→	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	USD 7,109,190.11
→	MODELO ELECTRONICO TRIDIMENSIONAL INTELIGENTE	USD 5,819,927.51
TOTAL		\$ 91'785,460.7 USD

**MONTOS PARA LA PARTE A PRECIOS UNITARIOS
DE LOS CONCEPTOS DE OBRAS CIVILES. Oferta Económica.**

LICITACIÓN No: 18164093-011-02: PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN		PLAZO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS: 1620 DÍAS
FECHA DE INICIO: 26 de marzo, 2003		TERMINO: 31 de agosto 2007
	ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES	IMPORTE TOTAL
CONCEPTOS DE OBRAS CIVILES		
	→ OBRA DE DESVIO	USD 24,988,514.62
	ATAGUÍAS	3,082,378.01
	PORTALES (SECCIÓN INFERIOR)	111,751.84
	TÚNELES DE DESVIO	19,904,236.83
	ESTRUCTURAS DE CIERRE FINAL Y PROVISIONAL	1,890,147.94
	→ OBRA DE CONTENCIÓN	USD 22,605,357.76
	CORTINA	16,153,228.66
	GALERIAS	1,112,691.71
	TRATAMIENTOS DESDE LAS GALERÍAS	329,757.72
	PANTALLA IMPERMEABLE	5,009,679.67
	Pantalla de Impermeabilización desde las Galerías	3,290,585.81
	CONSOLIDACIÓN Y CONEXIÓN DE PANTALLA	627,792.23
	PANTALLA DE DRENAJE	38,464.28
	Desde el Plinto	1,052,837.36
	→ PLANTA HIDROELÉCTRICA	USD 15,906,922.18
	CANAL DE LLAMADA DE LA OBRA DE TOMA	606,454.55
	ESTRUCTURA DE CONTROL	11,197.20
	CONDUCCIONES A PRESIÓN	3,297,331.12
	CASA DE MÁQUINAS	2,362,093.32
	TÚNEL DE ASPIRACIÓN	1,234,266.39
	GALERÍA DE OSCILACIÓN	1,850,374.52
	DESFOGUE	4,513,751.61
	TÚNELES DE ACCESO A CASA DE MAQUINAS Y GALERIA DE OSCILACIÓN	2,031,453.46
	→ OBRAS DE EXCEDENCIAS	USD 2,272,278.03
	CANAL DE LLAMADA	819,948.63
	ESTRUCTURA DE CONTROL	690,902.24
	CANALES DE DESCARGA	761,427.16
TOTAL		\$65,773,072.55 USD

**MONTOS PARA LA PARTE A PRECIO
ALZADO POR CONCEPTOS ELÉCTRICOS**

LICITACIÓN No: 18164093-011-02:		PLAZO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS: 1620 DÍAS
PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN		
FECHA DE INICIO: 26 de marzo, 2003		TERMINO: 31 de agosto 2007
	ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES	IMPORTE TOTAL
CONCEPTOS ELÉCTRICOS		
	GENERADORES ELÉCTRICOS.	USD 21,546,561.72
	FABRICACIÓN DE BARRAS Y BOBINAS PARA ESTADORES DE GENERADORES ELÉCTRICOS	USD 5,048,464.72
	SISTEMA DE EXCITACIÓN ESTÁTICO PARA GENERADORES ELÉCTRICOS.	USD 1,655,563.30
	TRANSFORMADORES TIPO SECO PARA EXCITACIÓN DE GENERADORES ELÉCTRICOS.	USD 503,528.05
	BUS DE FASE AISLADA Y FASE SEGREGADA	USD 9,102,822.22
	TRANSFORMADORES DE POTENCIA DE 10 MVA Y MAYORES.	USD 9,772,391.96
	SISTEMA DE CONTROL, AUTOMATIZACIÓN Y ADQUISICIÓN DE DATOS (SCAAD)	USD 5,692,011.66
	SUBESTACIONES BLINDADAS AISLADAS CON GAS SF6 (HEXAFLORURO DE AZUFRE) PARA TENSIONES DE 123 A 420 KV.	USD 17,630,038.49
	TABLEROS DE PROTECCIÓN CON RELEVADORES DE ESTADO SÓLIDO Y/O DIGITALES.	USD 453,051.73
	TABLEROS DE SERVICIOS AUXILIARES	USD 1,420,870.08
	TABLEROS METÁLICOS BLINDADOS TIPO "METAL CLAD" PARA TENSIONES NOMINALES DE 15 A 38 KV.	USD 1,931,057.46
	ELECTRODUCTO ALIMENTADOR DE BAJA IMPEDANCIA.	USD 670,978.54
	EQUIPOS DE COMUNICACIONES	USD 2,913,220.06
	TRAMPAS DE ONDA	USD 450,292.83
	APARTARRAYOS DE ÓXIDOS METÁLICOS PARA SUBESTACIÓN	USD 83,538.69
	BATERÍAS ABIERTAS PARA SERVICIO ESTACIONARIO	USD 374,855.42
	CARGADOR DE BATERÍAS.	USD 224,424.05
	TRANSFORMADORES DE POTENCIAL CAPACITIVO.	USD 143,586.14
	SISTEMAS DE ALUMBRADO	USD 337,878.96
	SISTEMA DE REDES DE TIERRA EN PLANTA Y SUBESTACIONES ELÉCTRICAS.	USD 295,745.41
	SISTEMA DE INTERCOMUNICACIÓN Y VOCEO	USD 59,329.85
	SISTEMA DE MONITOREO MEDIANTE CIRCUITO CERRADO DE TELEVISIÓN	USD 155,190.11
	CONDUCTORES CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA TERMOFIJOS LIBRES DE HALOGENOS PARA INSTALACIONES HASTA 600V 90°C.	USD 596,751.78
	CABLES DE CONTROL CON AISLAMIENTO TERMOFIJO LIBRE DE HALOGENOS PARA 90°C.	USD 637,216.06
	CHAROLAS PARA CABLES CONDUCTORES DE FUERZA Y CONTROL.	USD 580,260.21
	CABLE DE GUARDA.	USD 108,216.93

PLANTA GENERADORA CON MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA HASTA 2000 KW	USD 989,140.64
HERRAJES Y ACCESORIOS	USD 369,876.07
CABLES DE ALUMINIO CON CABLEADO CONCÉNTRICO Y ALMA DE ACERO (ACSR).	USD 220,485.15
AISLADORES DE SUSPENSIÓN DE PORCELANA O DE VIDRIO TEMPLADO.	USD 39,420.09
CABLES DE POTENCIA MONOPOLARES DE 5 A 35 KV.	USD 317,044.01
ALIMENTADORES DE DISTRIBUCIÓN AÉREOS EN 13,8 KV	USD 286,027.16
TOTAL	\$ 84'609,839.55 USD

**MONTOS PARA LA PARTE A PRECIO
ALZADO
POR CONCEPTOS MECÁNICOS**

LICITACIÓN No: 18164093-011-02:		PLAZO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS: 1620 DÍAS
OBRA: PROYECTO HIDROELÉCTRICO EL CAJÓN		TERMINO: 31 de agosto 2007
FECHA DE INICIO: 26 de marzo, 2003		
	ACTIVIDADES Y SUBACTIVIDADES	IMPORTE TOTAL
CONCEPTOS MECÁNICOS		
	TURBINAS HIDRÁULICAS TIPO FRANCIS DE EJE VERTICAL	USD 28,029,242.03
	CHUMACERAS GUÍA Y COMBINADA DE CARGA GUÍA PARA EL GRUPO	USD 2,892,523.39
	REGULADOR DE VELOCIDAD ELECTROHIDRÁULICO CON CONTROL DIGITAL PROGRAMABLE PARA TURBINAS	USD 4,410,942.98
	COMPUERTAS, MECANISMOS DE OPERACIÓN Y GRÚA PÓRTICO DEL VERTEDEDOR	USD 15,663,514.54
	COMPUERTA, MECANISMOS DE OPERACIÓN Y GRÚA DE OBRA DE TOMA	USD 4,710,250.68
	GRÚAS VIAJERAS PARA CASA DE MÁQUINAS	USD 6,775,330.86
	COMPUERTAS, MECANISMOS DE OPERACIÓN Y GRÚA PARA DESFOGUE	USD 2,153,716.95
	UNIDAD AUXILIAR CON TURBINA TIPO FRANCIS	USD 2,801,546.01
	EQUIPOS PARA EL SISTEMA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO	USD 1,360,391.33
	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO	USD 1,220,564.51
	SISTEMA DE DESAGÜE Y ACHIQUE	USD 1,197,096.65
	SISTEMA DE VENTILACIÓN	USD 560,982.95
	OBTURADORES Y MECANISMOS DE OPERACIÓN PARA OBRA DE DESVÍO DE LA C. H. EL CAJÓN, NAY.	USD 1,763,853.35
	EQUIPO DE TALLER MECÁNICO	USD 197,223.89
	EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO	USD 285,257.53
	SISTEMA DE MEDICIÓN DE LOS NIVELES DE EMBALSE Y DESFOGUE	USD 166,889.28
	SISTEMA DE AIRE DE SERVICIOS	USD 248,306.56
	SISTEMA DE AGUA DE SERVICIO	USD 104,656.00
	GRÚA PUENTE PARA LA CASETA DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA SF6	USD 151,764.90
TOTAL		\$ 74'694,054.39 USD

Costo Total Estimado del Proyecto.

CLAVE	DESCRIPCIÓN	IMPORTE PRECIO DE VENTA
I.	CONCEPTOS MECÁNICOS	\$74,694,054.39
II.	CONCEPTOS ELÉCTRICOS	\$84,609,839.55
III.	OBRAS CIVILES PRECIO ALZADO	\$432,687,060.66
III.1	OBRA DE DESVÍO	\$44,255,629.33
III.2	OBRA DE CONTENCIÓN	\$184,414,909.75
III.3	PLANTA HIDROELÉCTRICA	\$92,607,435.11
III.4	OBRAS DE EXCEDENCIAS	\$106,058,690.81
III.5	SUBESTACIÓN ELEVADORA	\$5,350,395.66
IV.	OBRAS ASOCIADAS	\$91,785,460.78
IV.1	EDIFICIOS PARA OPERACIÓN	\$4,587,235.85
IV.2	Obras Ambientales	\$16,585,737.71
IV.3	VIALIDADES DEFINITIVAS	\$26,376,731.90
IV.4	CAMINOS Y PUENTES	\$26,302,930.08
IV.6	ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	\$5,003,707.62
IV.7	SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	\$7,109,190.11
IV.8	MODELO ELECTRÓNICO TRIDIMENSIONAL INTELIGENTE	\$5,819,927.51
III.	OBRAS CIVILES PRECIO UNITARIO	\$65,773,072.55
III.1	OBRA DE DESVÍO	\$24,988,514.61
III.2	OBRA DE CONTENCIÓN	\$22,605,357.77
III.3	PLANTA HIDROELÉCTRICA	\$15,906,922.17
III.4	OBRAS DE EXCEDENCIAS	\$2,272,278.00

CLAVE	DESCRIPCIÓN	IMPORTE EL CAJÓN P. VENTA
I.	CONCEPTOS MECÁNICOS	\$74,694,054.39
II.	CONCEPTOS ELÉCTRICOS	\$84,609,839.55
	SUBTOTAL OBRA ELECTROMECAÁNICA	USD \$159,303,893.94
III.	OBRAS CIVILES PRECIO ALZADO	\$432,687,060.66
IV.	OBRAS ASOCIADAS	\$91,785,460.78
III.	OBRAS CIVILES PRECIO UNITARIO	\$65,773,072.55
	SUBTOTAL OBRA CIVIL	USD \$590,245,593.99
	IMPORTE TOTAL	USD \$749,549,487.93

Teniendo así un monto total de setecientos cuarenta y nueve millones, quinientos cuarenta y nueve mil, cuatrocientos ochenta y siete dólares americanos (USD), con noventa y 3 centavos de dólar. Sin embargo y por la naturaleza del Contrato Mixto de Obra Pública Financiada por el que está sujeto el proyecto, el límite para un posible ajuste global a dicha cantidad se menciona en las Conclusiones de este trabajo.

III.4 Bancos disponibles y suministro de materiales.

Generalidades para la explotación de bancos

Una vez que se cuente con el camino de acceso a cada banco, se hará la remoción de la capa vegetal, suelo vegetal, materia orgánica y roca si es que ésta presenta alteración o condiciones de intemperismo que afecten sus características mecánicas. A continuación se delimitará topográficamente la zona explotable y mediante un levantamiento se confirmará el volumen potencial del banco, para proceder a la explotación.

Banco El Polvorín.

Para la explotación de este banco de roca será necesario habilitar y mantener en servicio el acceso a la parte más alta del volumen previsto por explotar, para llegar al cero del inicio de la excavación

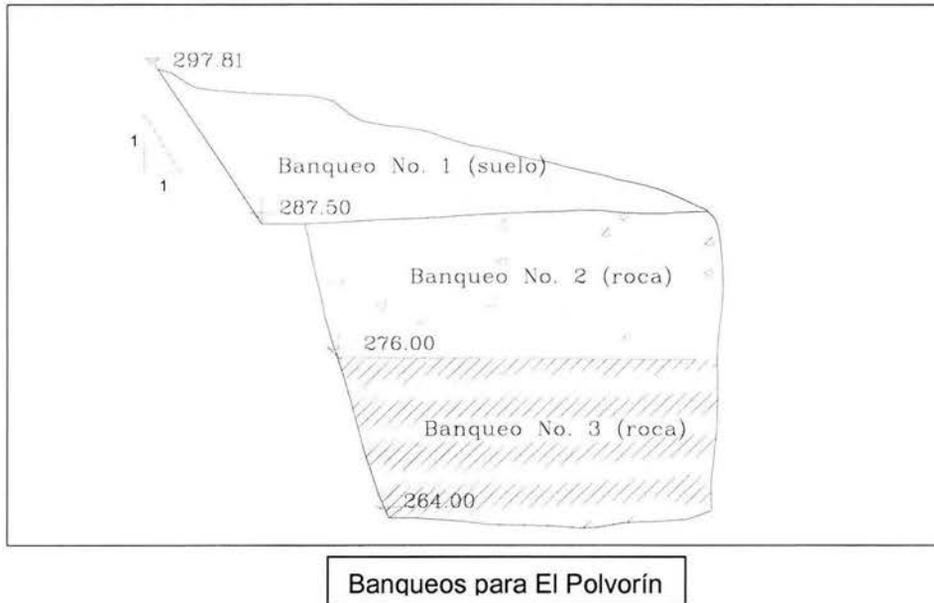
Se usará equipo de barrenación compuesto por track-drill y compresor. La barrenación será de 76,2 mm (3") de diámetro, manejando alturas medias de banco de 10 m.

El ataque se realizará en banqueos de 10 a 15 m de altura, inicialmente retirará todo el material suelto "arcilloso", utilizando parte de este material para la formación del núcleo en las ataguías, el corte se iniciará desde la parte superior del límite del mismo hacia abajo y el sentido de ataque será de aguas abajo hacia aguas arriba, aprovechando la topografía del terreno natural para la salida de los equipos de acarreo. La cara libre en la explotación de la roca será al norte.

Se considera que la explotación se hará en 3 niveles de banqueos para lograr explotar el volumen de roca necesario para la obtención parcial de agregados para concretos, materiales graduados de las ataguías y presa (2 y 2F).

Niveles de excavación para el Banco El Polvorín.

Banqueos	De cota	A cota	Volumen estimado (m ³)
1	Cero del corte	285,50	236 688
2	285,50	276,00	501 543
3	276,00	264,00	405 382



Banqueos para El Polvorín

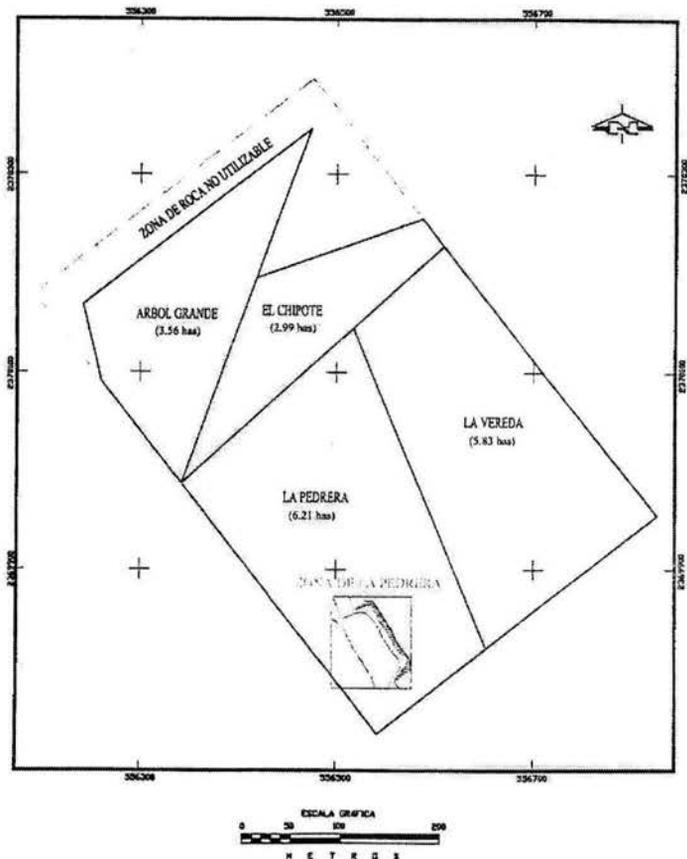
Banco El Vertedor

Por ser un banco de roca, muchos de los aspectos generales para el banco El Polvorín aplican para el banco El Vertedor. De este último se obtendrá material para la presa 3A, 3B, 3C, T y 4.

Por ser este banco para explotación masiva, los equipos de barrenación a emplear serán hidro-track's, con barrenación desde 76,2 hasta 114,3 mm (4.5") de diámetro con alturas de banco de 10 a 15 m.

El ataque se realizará en banqueros de 15 m de altura, desde la parte superior del límite del mismo hacia abajo y el sentido de ataque será de aguas abajo hacia aguas arriba, aprovechando la topografía misma del terreno natural para la salida de los equipos de acarreo.

Se tiene considerado que se podrán atacar hasta 7 etapas para llegar a la cota 396, sin embargo, pudieran ser menos si es que durante el proceso se alcanzara el volumen requerido. Los niveles para cada una de las etapas se indica en al siguiente tabla.



Niveles de excavación en el Banco El Vertedor

Banqueo	Elevación superior	Elevación inferior	Volumen estimado (m ³)
1	495	480	128 721
2	480	465	288 578
3	465	450	562 200
4	450	435	660 000
5	435	420	904 874
6	420	405	1'665 208
7	405	396	1'876 350

Aprovechando la topografía del terreno se construirá un camino principal, atravesando la mayor parte del banco desde la cota 396 hasta la cota superior 480. Se construirán caminos auxiliares formando peines entroncando con el camino principal a medida que se van bajando los banqueos.

Bancos de Aluvión y Limos

El uso de los bancos de aluvión en general es para el procesamiento de agregados para concretos y los bancos de limo para el material 1B de la presa.

Toda explotación de bancos para agregados deberá realizarse con anticipación al programa de colocación de concretos y/o agregados especiales, como son los materiales graduados para las ataguías y presa (2 y 2F).



Se iniciará la excavación con retroexcavadora con brazo de largo alcance. Se excavará hasta el total del alcance del brazo de la retroexcavadora que deberá ser de 6 a 8 metros o hasta encontrar roca si ésta aflora a menor profundidad.

CARACTERISTICAS DE LOS BANCOS DE ALUVION

BANCO No.	NOMBRE	UBICACION RESPECTO AL EJE DE CORTINA	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF. HASTA NIVEL DEL AGUA (m)	AREA (m ²)
1	Aguacaliente	A/Abajo MD	400	60	2.70	24 000
2	Cantiles	A/Abajo MI	100	50	1.80	5 000
3	Palmita	A/Arriba MD	150	50	2.00	7 500
4	Palmillas MD	A/Arriba MD	200	100	1.80	20 000
5	Palmillas MI	A/Arriba MI	400	40	1.50	16 000
6	El Brasil	A/Arriba MD	350	50	1.90	17 500
7	La Peña	A/Arriba MI	120	30	1.70	3 600
8	El Remanso	A/Arriba MI	120	30	2.00	3 600
9	Peña Morada	A/Arriba MI	300	50	1.40	15 000
10	La Islita	A/Abajo MD	150	30	1.40	4 500
11	El Arroyo	A/Arriba MD	430	35	1.70	15 500

NOTA: Los espesores aprovechables fueron determinados con métodos Geofísicos y a la fecha no se nos ha dado esa información, motivo por el cual, no se anotan los volúmenes.

PLANTA DE TRITURACIÓN EN LA MARGEN IZQUIERDA

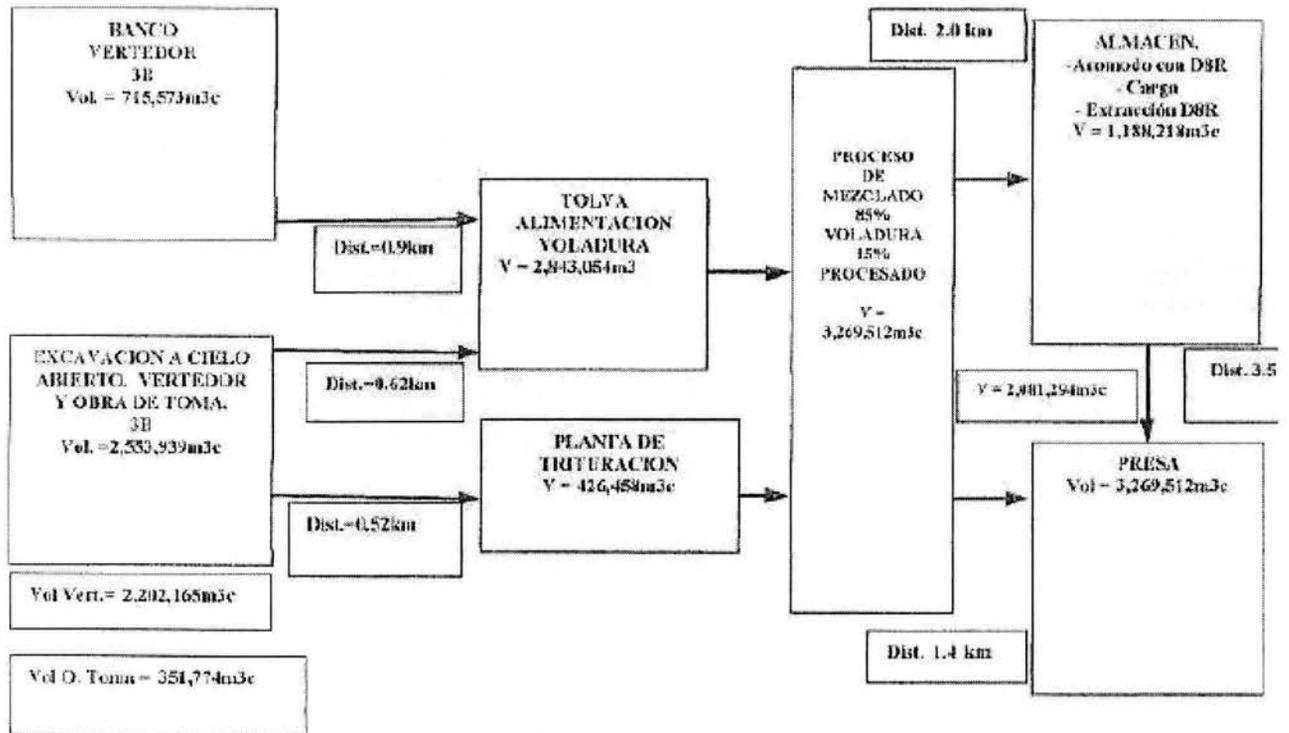
En la margen izquierda se procesarán los materiales para el ajuste de la granulometría de los materiales de las ataguías y la cortina y también se hará el triturado para los agregados de concreto.

PLANTA DE TRITURACIÓN EN LA MARGEN DERECHA

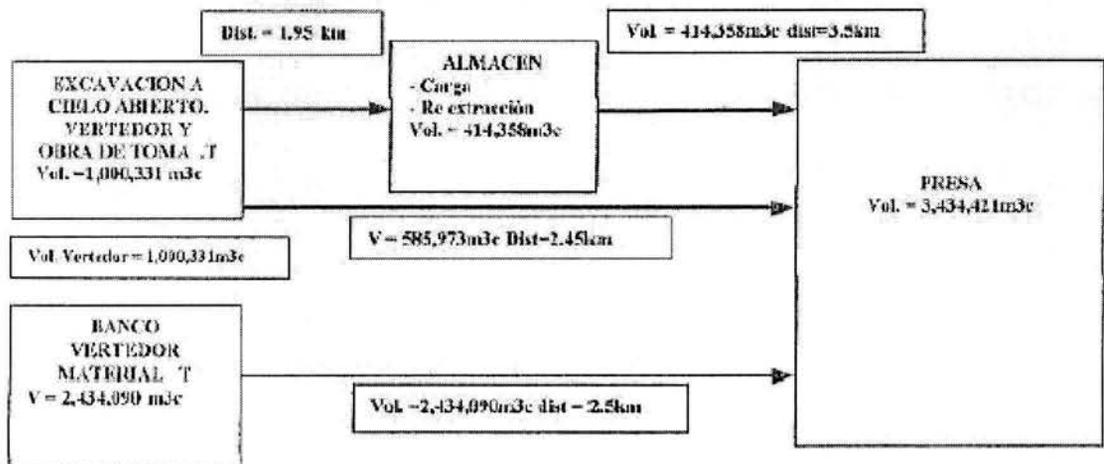
En esta margen se colocará una planta de trituración, de menores dimensiones respecto a la de la margen izquierda, dado que se usará para conseguir que la granulometría de los materiales obtenidos de bancos de explotación cumpla con las especificaciones del proyecto. En esta planta no se hará procesamiento para obtener agregados, ya que esto se hace únicamente en la margen izquierda.



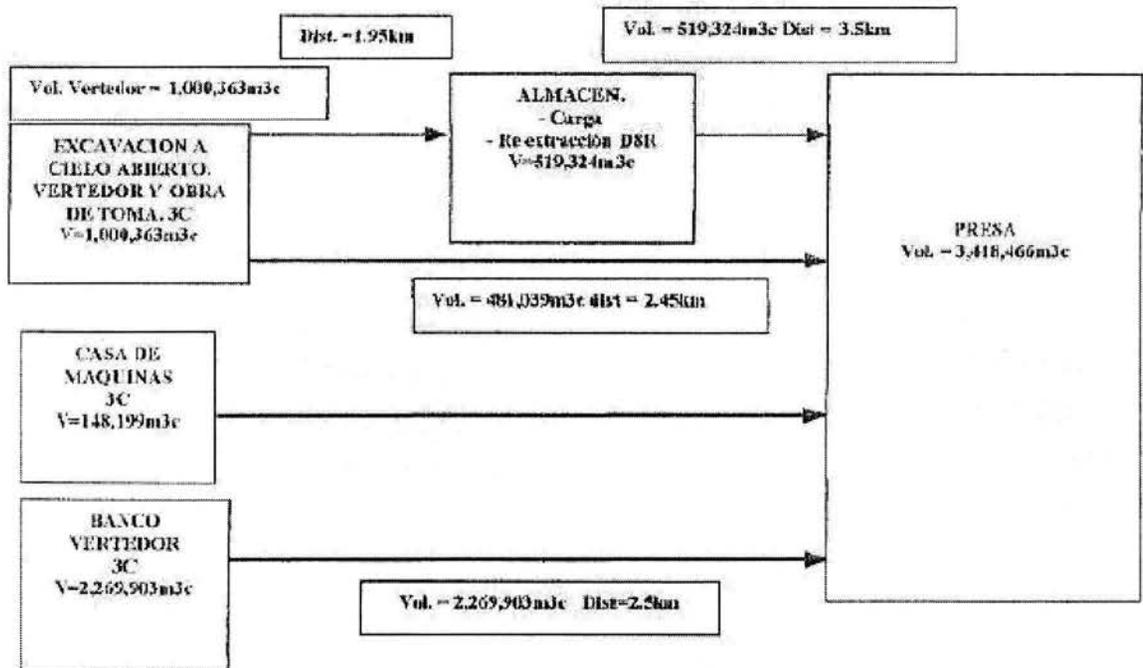
FLUJO DE MATERIAL 3B



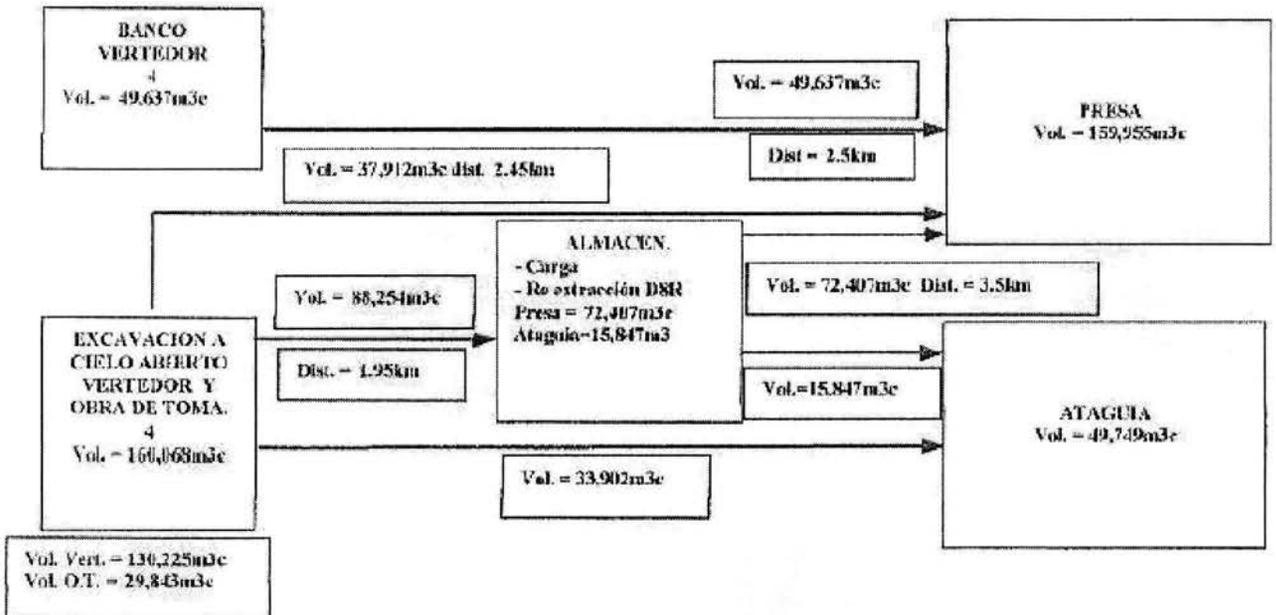
FLUJO DE MATERIAL T



FLUJO DE MATERIAL 3C



FLUJO MATERIAL 4.



III.5 Maquinaria y equipo utilizado.

El Total de la cantidad, tipos y costos generados por el uso de la Maquinaria y Equipo utilizados en el Proyecto fueron también previamente considerados por CIISA.

Con relación a las refacciones o partes de repuesto (lotes), también deben estar incluidas en el costo de los equipos y sistemas correspondientes. Adicionalmente se establece que CIISA deberá garantizar, por un periodo mínimo de 10 años la existencia de cualquiera de las refacciones requeridas para cada equipo o sistema suministrado.

A continuación se presenta el listado completo de la Maquinaria y equipo que fueron contemplados por CIISA para el P.H. El Cajón. Posteriormente presento algunos ejemplos representativos de la formulación de los Costos Horarios de Maquinaria y equipo utilizado.

Descripción	Unidad	c.u. USD
Maquinaria /Equipo		
CAMION ARTICULADO CAT 730	HR	71.42
CAMION FUERA DE CARRETERA CAT 773D	HR	141.48
GRUA TORRE LIEBHERR 100 LC	HR	31.93
GRUA TORRE LIEBHERR 50 TON	HR	161.3
GRUA TORRE POTAIN G20 4000K/24M	HR	71.8
GRUA TORRE CONST. LIEBHERR 22K 900 K	HR	17.87
EQUIPO GUIADO CASAGRANDE KRC2/30	HR	162.66
EXCAVADORA S/O L. BELT LS138H	HR	117.38
RETROEXCAVADORA CAT 330 CL	HR	38.17
RETROEXCAVADORA CAT 320 C	HR	42.9
CARGADOR SOBRE NEUMATICOS CAT 966G II	HR	57.37
CARGADOR FRONTAL S/NEUMATICOS 988 G	HR	130.84
CARGADOR 990 SERIE II (DOBLE CARGA) 12 YD3	HR	211.02
CARGADOR DE BAJO PERFIL TAMROCK TORO 400	HR	128.86
CARGADOR NEUM CAT 928G	HR	28.91
RETROEXCAVADORA CON CARGADOR CAT. 416 D	HR	11.9
CONTRAPOSERA TAMROCK 2.44 M Ø	HR	322.27
PERF. HID TAMROCK RANGER 600 DH550S 3.1/2"	HR	66.18
MOTOCONFORMADORA CAT 12H	HR	34.61
MOTOCONFORMADORA CAT 140G	HR	42.93
MOTOCONFORMADORA CAT 14H	HR	58.88
COMPACTADOR MIXTO VIBRATORIO INGERSOL RAND SD-175D PRO-PAC	HR	39.35
COMPACTADOR MIXTO VIBRATORIO CAT. CS 563 D	HR	33.03
COMPACTADOR MIXTO CAT. CS583D	HR	28.17
COMPACTADOR MIXTO VIBRATORIO CAT. CS 683 E	HR	35.82
VIBROCOMPACTADOR CAT. CB-214	HR	11.17
VIBROCOMPACTADOR CAT. TANDEM MOD CB-214	HR	8.11
COMPACTADOR TANDEM CAT CB534B	HR	16.72
COMPACTADOR NEUM CAT. PF-300	HR	21.02
TRACTOCOMPACTADOR CAT 815 F	HR	58.22

Planeación Integral del Proyecto.

ESTABILIZADORA PAV CEDARRAPIDS 696 540 TPH	HR	73.36
TRITURADORA TELSMITH 52FC	HR	108.47
TRITURADORA TELSMITH 1A 30 X 42"	HR	101.47
TRITURADORA TELSMITH 3A 48FC	HR	70.5
TRITURADORA TELSMITH 4A 44FC	HR	94.85
TRITURADORA TELSMITH 2A 48SGCC	HR	72.2
TRITURADORA TELSMITH 1A 36 X 48"	HR	104.92
TRITURADORA TELSMITH 2A 52SSMCC 218-454TM	HR	105.77
PLANTA CRIBADO TELSMITH SD824K	HR	47.17
PLANTA DE CRIBADO DE 8' x 24'	HR	46.98
PLANTA DE CONCRETO REX LOGO 10 120 M3	HR	101.6
EQUIPO PARA LANZADO DE CONCRETO ROBOJET ALIVA 500	HR	61.29
BOMB.CONCRE/CAM SCHWING BPL2020HDR 32-125	HR	85.94
COLOCADORA CRETER CRANE CC-200-24	HR	358.18
BARREDORA BROCE CROOM RC-350	HR	12.85
PLANTA ASF CMI PVM300	HR	325.5
PAVIMENTADORA S/O DEMAG DF 110C 6.5 M	HR	71.7
ESPARCIDOR DE SELLO AUTOP. W11 2.93 YD³	HR	35.55
JUMBO PERF.HCO. TAMROCK AXERA T10S-312C	HR	197.92
PLANTA DE LUZ DE 350 KW CAT. 3502 KW	HR	45
PLANTA DE LUZ OLYMPIA 80 KW CAT.	HR	34.37
PLANTA DE LUZ CAT 3412 545 KW CAT.	HR	66.04
PLANTA DE LUZ 160 KW CAT.	HR	24.83
COMPRESOR DE TALLER INGERSOL RAND DE 125 PCM UP6-30-125	HR	3.02
COMPRESOR PORTATIL INGERSOL RAND 600 PCM	HR	26.57
COMPRESOR PORT I.RAND P375	HR	14.98
COMPRESOR PORT I.RAND AP XHP750	HR	34.96
COMPRESOR PORTATIL I. RAND 350PCM	HR	14.97
TRACTOR SOBRE ORUGAS D6R XL	HR	50.92
TRACTOR S/ORUGAS CAT D8R II	HR	84.07
TRACTOR S/ORUGAS CAT D9R	HR	127.59
GRUA HID. GROVE 100 TON RT9100	HR	126.07
GRUA HIDRAULICA GROVE RT650 40 TON	HR	83.87
GRUA HID GROVE RT530 25 TON	HR	60.29
MANIPULADOR TELESCOPICO CAT. TH460	HR	39.62
GUARNICIONERA	HR	9.21
GUSANO CLASIFICADOR RELSMITH 54" x 34"	HR	12.94
BACHA CONC PISA 1 M3	HR	0.73
BANDA TRANSP EXCEL 36" X 18 M	HR	9.49
BANDA RADIAL EXCEL 30" X 80'	HR	6.45
BANDA TRANSPORTADORA EXCEL 30" x 120'	HR	16.16
BANDA TRANSPORTADORA EXCEL 30" x 90'	HR	9.7
BANDA TRANSPORTADORA EXCEL 36" X 80'	HR	9.7
BANDA TRANSPORTADORA EXCEL 42" X 80'	HR	8.32
BANDA TRANSPORTADORA EXCEL 60" x 60'	HR	13.91
BANDA TRANSPORTADORA EXCEL 48" x 90'	HR	12.08
BANDA TRANSP EXCEL 30" X 18 M	HR	7.03
BANDA TRANSP EXCEL 24 X 18 M	HR	5.29
ALIMENTADOR ELECTRO SYNTRON F-440	HR	4.28
ALIMENTADOR VIB SYNTRON F380 30X48"	HR	4.09
CUBETA P/CONC. CIPSA 1M3	HR	0.73
PERFORADORA/ORU I.R. CM 370	HR	56.21
PERFORADORA S/ORUGAS TUNEL TRAC STENUICK	HR	49.21
PERFORADORA/NEU STENUICK BBAS	HR	9.24
PERFORADORA NEUM PISO G DENVER S-58	HR	1.03

Planeación Integral del Proyecto.

COMPACTADOR VIB WACKER RS800	HR	2.31
COMPACTADOR DE PLACA WACKER BS600	HR	1.61
COMPACTADOR PLACA DYNAPAC CM13 135K	HR	1.61
MARTILLO MONTABERT 150	HR	7.22
REVOLVEDORA DE CONC CIPSA R10 1 SACO	HR	0.67
REVOLVEDORA S/CAMION (AUTO-HORMIGONERA) ITALMACCHINE MARINER 55	HR	46.36
OLLA REV. CONC FORSA 8 M3 DINA	HR	48.32
TURBO MEZCLADOR REISA 1000LTS	HR	5.62
REMEZCLADOR DE LECHADA 1000	HR	5.62
AGITADOR LECHADA FABREXIM 1 M3 1000	HR	2.14
PLANTA ESTABILIZADOR 180 m3/hr	HR	145.14
TOLVA AGREGADOS ODISA 15 MT3	HR	1.26
TOLVA DE PRODUCCION ODISA 500 TON	HR	5.59
SILO PARA CEMENTO SYCSA 600 TON	HR	6.53
BOMBA P/CONCRETO PUTZMEISTER BSA2110 HD	HR	67.42
LANZADORA CONC. ALIVA 260	HR	12.41
PLANTA DE INYECCION HANY 70IC70	HR	5.91
BOMBA GUSANO MOYNO 3L10	HR	7.13
BOMBA MOYNO 3L6 17GPM	HR	3.39
SOPLADOR DE CEMENTO SYCSA 450960 DE 100HP	HR	13.01
VIBRADOR CONC CPSA MVK8	HR	1.1
VIBRADOR CONC BOSH 18609 1 1/2"	HR	0.6
VIBRADOR NEUMATICO WACKER PIR55 2 1/4"Ø	HR	0.34
PETROLIZADORA/CAM SEAMAN G. 2100 CRM	HR	26.39
EQUIPO DE ILUMINACION INGERSOL RAND L5K	HR	6.81
CALDERA VAPOR CLAYTON EO 1001	HR	20.02
TRANSFORMADOR MECSA 500 KVA	HR	1.92
CONVERTIDOR BOSCH 15215 3KVA	HR	1.54
CONVERTIDOR BOSH 15180 2 KVA	HR	1.54
SIERRA CIRC INVICTA TR31	HR	1.35
SISTEMA DE BANDAS EXCEL 200m x 36"	HR	76.6
MALACATE ELECTRICO SKAGIT DE 70 TON G70GM	HR	34.08
MALACATE ELECTRICO IDECO DE 10 TON	HR	49.53
MALACATE MIPS A M2000 2000K	HR	7.68
MALACATE HIDRONEUMATICO MIPS A M1000	HR	5
TRACTOR AGRICOLA JOHN DEERE 5715S	HR	11.54
GRUA HIAB 90AW 4.5 TON	HR	23.09
GRUA S/CAM 8 HIAB 085-2TON	HR	27.1
CAMION MALACATE TULSA 10 TON	HR	24.13
DOBLADORA VARILLA ALBA DAR55	HR	4.4
CORTADORA VARILLA ALBA CRM55	HR	4.78
TALADRO COLUMNA JET ABM13N	HR	0.27
BOMBA DE POZO PROFUNDO MULTIPASO GRUNDFOS 100S-2500-6	HR	21.69
SOLDADORA DIE LINCOLN 300 AMP	HR	7.56
SOLDADORA RECTIFICADORA MILLER MI3400CD 400 AMP	HR	1.68
BOMBA PARA LODOS G. RUPP 4" T4A3S-B/FV	HR	8.15
BOMBA SUM FLYGHT BS2151 6" BS2151	HR	9.63
BOMBA CENTRIF BARNES 40MD 4" 40MD-3015 DF	HR	4.32
BOMBA SUMER. ELEC. FLYGHT BS2066 (5 H.P.)	HR	1.64
BOMBA SUMER. ELEC FLYGHT BS2151 (30 H.P.)	HR	6.49
BOMBA SUM FLYGHT BS2151HT 4"	HR	6.49
BOMBA SUM FLYGHT BS2125HT 3"	HR	3.57
VENTILADOR FLAKT 48" PHDM120	HR	13.51
VENTILADOR JOY 24" D	HR	5.78
PLATAFORMA CAMA ALTA 30 TON	HR	4.33

Planeación Integral del Proyecto.

CAMION PLATAF. 19 PIES MERCEDEZ BENZ C1517	HR	20.78
CAMION PIPA DE AGUA KENWORTH 10000 M3 T 300	HR	21.89
PIPA AGUA M.BENZ 8000 LT T300	HR	20.28
CAMIONETA PICK UP CHEVROLET C-20	HR	13.28
CAMIONETA ESTACAS CHEVROLET C-35 3.5 TON.	HR	13.62
CAMION VOLTEO DE 12 M3 KEWORTH T800	HR	44.44
CAMION VOLTEO DE 14 M3 KEWORTH T800	HR	31.17
CAMION VOLTEO 10 M3 ROCA KEWORTH T800	HR	46.29
CAMION VOLTEO KEWORTH T300 DE 7 M3	HR	22.82
GRUA S/CAMION PLATAFORMA HIAB 6 TON (140 W) KENW.HIAB T300/140AW	HR	27.23
MONITOR DE AGUA	HR	1.01
PERFORADORA NEUMATICA DE PIERNA G.DENVER S 83F	HR	2.2
ROMPEDORA PAV. ATLAS COPCO TEX42	HR	0.53
ASPERSORA DE CURACRETO	HR	0.27
EQUIPO OXIACETILENO	HR	0.24
GATO TENSAR EBERSPICE	HR	16.03
PULIDORA B.& DECKER 1 HP	HR	0.17
PLANTA HIELO 81 TON/DIA	HR	60.93
PLANTA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA DE 90 M3/DIA	HR	71.8
TALADRO HILTI DD100B	HR	1.41
TANQUE ALMACENAMIENTO DE AGUA 20 M3	HR	19.15

ANÁLISIS, CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS

EQUIPO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA
A152A	CAMION FUERA DE CARRETERA CAT 773D	
DATOS GENERALES:		
TIPO DE COMBUSTIBLE	GASOLINA	X OTRO
(Pm) PRECIO DE LA MÁQUINA	\$ 547,140.84	(HP) POTENCIA NOMINAL 682.00 HP
(Pn) PRECIO DE LAS LLANTAS	\$ 29,466.42	(Fo) FACTOR DE OPERACIÓN 0.800000
(Vm) VALOR DE ADQUISICIÓN	\$ 517,674.42	(HP) POTENCIA DE OPERACIÓN (HPxFo) 545.60 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	\$ 77,651.16	(CC) COEFICIENTE DE COMBUSTIBLE
(Ve) VIDA ECONÓMICA	11,450.00	(Pc) PRECIO DE COMBUSTIBLE \$ 0.50 LT
		H (C) CAPACIDAD DEL CÁRTER 68.00 LTS
(IC) INSTRUMENTO DE CAPACITACIÓN	ND	(t) HORAS DE CAMBIO DE LUB. 200.00 HO RA S
(i) TASA DE INTERÉS ANUAL	14.00%	(CL) COEFICIENTE DE LUBRICANTE 0.000260
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	4,000.00	H (PI) PRECIO DEL LUBRICANTE \$ 1.15 LT
(s) PRIMA ANUAL PROMEDIO	3.00%	(Vn) VIDA DE LAS LLANTAS 2,000.00 HORAS
(Ko) MANTENIMIENTO	33.82	(Ht) HORAS EFECTIVAS POR AÑO 0.00 HORAS
(Pa) PRECIO PIEZAS ESPECIALES	\$ 0.00	
(Gh) CANT. DE COMBUSTIBLE UTILIZADC	82.60384	(St) SALARIOS POR TURNO ND TURNO
(Ah) CANT. DE ACEITE LUBRICANTE	0.481856	(Va) VIDA PIEZAS ESPECIALES 0.00 HORAS
(Ga) CONSUMO/CAMBIO DE LUBRICANTES		
I. COSTOS FIJOS		
I.1 Depreciacion	$D = (Vm - Vr) / Ve$	= \$ 38.43
I.2 Inversion	$I = (Vm + Vr) / 2Ha$	= \$ 10.42
I.3 Seguros	$S = (Vm + Vr) / 2Ha$	= \$ 2.23
I.4 Mantenimiento	$T = Q.D$	= \$ 33.82
(1) SUMA CARGO =		\$ 84.90
II. CONSUMOS		
II.1 COMBUSTIBLES	$E = CCxHPFcxPc$	= \$ 41.30
II.3 LUBRICANTES	$AL = (c/t) + (CLxHPop)cPL$	= \$ 0.55
II.4 Llantas	$N = VnHV$	= \$ 14.73
II.5 Piezas especiales		= \$ 0.00
SUMA=		\$ 56.58
COSTO DIRECTO POR HORA		(1) + (2) + (3) = \$ 141.48

ANÁLISIS, CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS

EQUIPO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA
A212		RETROEXCAVADORA CAT 330 CL

DATOS GENERALES:

TIPO DE COMBUSTIBLE	GASOLINA	X	OTRO		
(Pm) PRECIO DE LA MÁQUINA	\$ 201,209.30			(HP) POTENCIA NOMINAL	128.00 HP
(Pn) PRECIO DE LAS LLANTAS	\$ 0.00			(Fo) FACTOR DE OPERACIÓN	0.800000
(Vm) VALOR DE ADQUISICIÓN	\$ 201,209.30			(HPi) POTENCIA DE OPERACIÓN (HPXF _o)	102.40 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	\$ 102,616.74			(CC) COEFICIENTE DE COMBUSTIBLE	
(Ve) VIDA ECONÓMICA	11,000.00			(Pc) PRECIO DE COMBUSTIBLE	\$ 0.50 LT
				H (C) CAPACIDAD DEL CÁRTER	31.00 LTS
(IC) INSTRUMENTO DE CAPACITACIÓN	ND			(t) HORAS DE CAMBIO DE LUB.	200.00 S
(i) TASA DE INTERÉS ANUAL	14.00%			(CL) COEFICIENTE DE LUBRICANTE	0.000260
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	4,000.00			H (PI) PRECIO DEL LUBRICANTE	\$ 1.15 LT
(s) PRIMA ANUAL PROMEDIO	3.00%			(Vn) VIDA DE LAS LLANTAS	0.00 HORAS
(Ko) MANTENIMIENTO	14.78			(Ht) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	0.00 HORAS
(Pa) PRECIO PIEZAS ESPECIALES	\$ 0.00			(St) SALARIOS POR TURNO	ND TURNO
(Gh) CANT. DE COMBUSTIBLE UTILIZADO	15.50336			(Va) VIDA PIEZAS ESPECIALES	0.00 HORAS
(Ah) CANT. DE ACEITE LUBRICANTE	0.181624				
(Ga) CONSUMO/CAMBIO DE LUBRICANTES					

I. COSTOS FIJOS

I.1 Depreciacion	D= (Vm-Vr)/Ve	:	=	\$ 8.96
I.2 Inversion	I= (Vm+Vr)/2Ha	:	=	\$ 5.32
I.3 Seguros	S= (Vm+Vr)s/2Ha	:	=	\$ 1.14
I.4 Mantenimiento	T=Q.D	:	=	\$ 14.78
(1) SUMA CARGO =				\$ 30.20

II. CONSUMOS

II.1 COMBUSTIBLES	E=CCxHPF _o xPc	=	\$ 7.75
II.3 LUBRICANTES	AL=(c/t)+(CLxHP _o)cPL	=	\$ 0.21
II.4 Llantas	N=VnHV	=	\$ 0.00
II.5 Piezas especiales		=	\$ 0.00
SUMA=			\$ 7.96
COSTO DIRECTO POR HORA			(1) + (2) + (3) = \$ 38.17

ANÁLISIS, CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS

EQUIPO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA
A740		TRACTOR SOBRE ORUGAS D6R XL

DATOS GENERALES:

TIPO DE COMBUSTIBLE	GASOLINA	X	OTRO		
(Pm) PRECIO DE LA MÁQUINA	\$ 193,395.35			(HP) POTENCIA NOMINAL	175.00 HP
(Pn) PRECIO DE LAS LLANTAS	\$ 0.00			(Fo) FACTOR DE OPERACIÓN	0.800000
(Vm) VALOR DE ADQUISICIÓN	\$ 193,395.35			(HP) POTENCIA DE OPERACIÓN (HPxFo)	140.00 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	\$ 59,217.66			(CC) COEFICIENTE DE COMBUSTIBLE	
(Ve) VIDA ECONÓMICA	10,000.00			(Pc) PRECIO DE COMBUSTIBLE	\$ 0.50 LT
				(C) CAPACIDAD DEL CÁRTER	28.00 LTS
(IC) INSTRUMENTO DE CAPACITACIÓN	ND			(t) HORAS DE CAMBIO DE LUB.	200.00 HO RA S
(i) TASA DE INTERÉS ANUAL	14.00%			(CL) COEFICIENTE DE LUBRICANTE	0.000260
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	4,000.00			(PI) PRECIO DEL LUBRICANTE	\$ 1.15 LT
(s) PRIMA ANUAL PROMEDIO	3.00%			(Vn) VIDA DE LAS LLANTAS	0.00 HORAS
(Ko) MANTENIMIENTO	21.34			(Ht) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	0.00 HORAS
(Pa) PRECIO PIEZAS ESPECIALES	\$ 0.00			(St) SALARIOS POR TURNO	ND TURNO
(Gh) CANT. DE COMBUSTIBLE UTILIZADC	21.196			(Va) VIDA PIEZAS ESPECIALES	0.00 HORAS
(Ah) CANT. DE ACEITE LUBRICANTE	0.1764				
(Ga) CONSUMO/CAMBIO DE LUBRICANTES					

I. COSTOS FIJOS

I.1 Depreciacion	$D = (Vm - Vr) / Ve$:	=	\$ 13.42
I.2 Inversion	$I = (Vm + Vr) / 2Ha$:	=	\$ 4.42
I.3 Seguros	$S = (Vm + Vr) / 2Ha$:	=	\$ 0.95
I.4 Mantenimiento	$T = Q.D$:	=	\$ 21.34
(1) SUMA CARGO =				\$ 40.13

II. CONSUMOS

II.1 COMBUSTIBLES	$E = CCxHPFo x Pc$	=	\$ 10.60
II.3 LUBRICNATES	$AL = (c/t) + (CLxHPop) cPL$	=	\$ 0.20
II.4 Llantas	$N = VnHV$	=	\$ 0.00
II.5 Piezas especiales		=	\$ 0.00
SUMA=			\$ 10.80
COSTO DIRECTO POR HORA			(1) + (2) + (3) = \$ 50.92

ANÁLISIS, CÁLCULO DE INTEGRACIÓN DE LOS COSTOS HORARIOS

EQUIPO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA
C156		CAMION VOLTEO DE 12 M3 KEWORTH T800

DATOS GENERALES:

TIPO DE COMBUSTIBLE	GASOLINA	X	OTRO		
(Pm) PRECIO DE LA MÁQUINA	\$ 84,097.67			(HP) POTENCIA NOMINAL	400.00 HP
(Pn) PRECIO DE LAS LLANTAS	\$ 2,441.86			(Fo) FACTOR DE OPERACIÓN	0.800000
(Vm) VALOR DE ADQUISICIÓN	\$ 81,655.81			(HP) POTENCIA DE OPERACIÓN (HPXF _o)	320.00 HP
(Vr) VALOR DE RESCATE	\$ 20,413.95			(CC) COEFICIENTE DE COMBUSTIBLE	
(Ve) VIDA ECONÓMICA	10,000.00			(Pc) PRECIO DE COMBUSTIBLE	\$ 0.50 LT
				(C) CAPACIDAD DEL CÁRTER	36.00 LTS
					HO
(IC) INSTRUMENTO DE CAPACITACIÓN	ND			(t) HORAS DE CAMBIO DE LUB.	200.00 S
(i) TASA DE INTERÉS ANUAL	14.00%			(CL) COEFICIENTE DE LUBRICANTE	0.000260
(Ha) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	2,400.00			(PI) PRECIO DEL LUBRICANTE	\$ 1.15 LT
(s) PRIMA ANUAL PROMEDIO	3.00%			(Vn) VIDA DE LAS LLANTAS	1,800.00 HORAS
(Ko) MANTENIMIENTO	8.81			(Ht) HORAS EFECTIVAS POR AÑO	0.00 HORAS
(Pa) PRECIO PIEZAS ESPECIALES	\$ 0.00				
(Gh) CANT. DE COMBUSTIBLE UTILIZADO	48.448			(St) SALARIOS POR TURNO	ND TURNO
(Ah) CANT. DE ACEITE LUBRICANTE	0.2632			(Va) VIDA PIEZAS ESPECIALES	0.00 HORAS
(Ga) CONSUMO/CAMBIO DE LUBRICANTES					

I. COSTOS FIJOS

I.1 Depreciacion	$D = (Vm - Vr) / Ve$:	=	\$ 6.12
I.2 Inversion	$I = (Vm + Vr) / i / 2Ha$:	=	\$ 2.98
I.3 Seguros	$S = (Vm + Vr) / s / 2Ha$:	=	\$ 0.64
I.4 Mantenimiento	$T = Q.D$:	=	\$ 8.81
(1) SUMA CARGO =				\$ 18.55

II. CONSUMOS

II.1 COMBUSTIBLES	$E = CCxHPFxPc$	=	\$ 24.22
II.3 LUBRICANTES	$AL = (c/t) + (CLxHPop)cPL$	=	\$ 0.30
II.4 Llantas	$N = VnHV$	=	\$ 1.36
II.5 Piezas especiales		=	\$ 0.00
SUMA=			\$ 25.88
COSTO DIRECTO POR HORA			(1) + (2) + (3) = \$ 44.44

Instrumentación del Proyecto.

La Instrumentación o Sistema de Auscultación del P. H. El Cajón, tiene el objetivo principal de monitorear el adecuado comportamiento durante la operación de la estructura, permitiendo corregir con oportunidad las anomalías o desviaciones al comportamiento esperado, contar con información cuantitativa para eventualmente introducir adecuaciones al diseño o a las especificaciones que permitan tener una estructura segura.

Los trabajos que realiza CIISA son:

- a) Suministro y administración de personal para la Residencia de Instrumentación, incluyendo herramienta menor, ropa de trabajo y equipo de protección.
- b) Suministro, colocación y protección de los instrumentos de medición del Sistema de Auscultación
- c) Suministro de materiales, accesorios, equipo de cómputo, equipo auxiliar, maquinaria, equipo de transporte y demás insumos, requeridos durante la obra, como se especifica en este documento.
- d) Elaboración de fichas de instalación, informe de medición y memoria de instrumentación.
- e) Realizar la toma de lecturas con la frecuencia establecida en los programas correspondientes.
- f) Suministro de archivos numéricos con los resultados de las mediciones y su proceso.

Instrumentación de la Cuenca.

Con base en la necesidad de anticipar al máximo los efectos de las tormentas y avenidas que pueden ocurrir en las cuencas de aportación al sitio del proyecto durante la fase de construcción, se requiere:

- Instrumentar una red hidrometeorológica que opere a tiempo real con el fin de suministrar los datos relevantes climatológicos y del escurrimiento en las cuencas de aportación al sitio del proyecto, en los puestos de mando y control. Así como conocer los datos relevantes del escurrimiento en la cuenca del río Huaynamota para conocer con anticipación los escurrimientos a la C.H. Aguamilpa.

El proyecto de instrumentación contempla el suministro de 6 Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA), con las estructuras necesarias para su instalación así como de 7 Estaciones Automáticas con sensor de nivel (ESN), también con las estructuras necesarias para su instalación.

El proyecto también considera la obra civil que se requiera para la rehabilitación o adecuación de nuevos sitios para las estaciones de medición meteorológica y de niveles.

Las variables principales que permitirán evaluar el comportamiento de la obra bajo condiciones normales o extraordinarias son: las filtraciones a través del plano de estanqueidad formado por la cara de concreto y la pantalla de inyección; las deformaciones del terraplén y losas de concreto; los movimientos de las juntas entre las losas de concreto; y las aceleraciones sísmicas en el sitio del proyecto.

Las funciones de monitoreo de los instrumentos a instalar en el proyecto son:

Instrumentos topográficos, referencias, bases de medición y bancos de nivel.

Inclinómetros para la medición de desplazamientos horizontales.

Instrumentos para la medición de desplazamientos verticales.

Instrumentos para medir presión de poro y niveles de agua.

Dispositivos para el aforo de agua de filtraciones.

Celdas de presión para medir esfuerzos.

Extensómetros para medir deformaciones.

Extensómetros de barra para medir movimientos de bloques de roca.

Acelerógrafos para medir variaciones sísmicas.

Celdas de carga para medir fuerzas.



Es importante señalar que la característica principal que debe tener un instrumento es la Confiabilidad de su información.

ETÁPAS PLANEADAS DE INSTALACIÓN DE 11 INSTRUMENTOS. P.H. El Cajón

Instrumento	Cantidad total piezas	Ubicación	Etápas involucradas	Inicio - Término
Inclinómetro inclinado en Cara de Concreto	3	I-L16, I-L12,IL26	1a --> 6a	1a: 17V04 - 30XI04 6a: 15VII06 - 14VIII04
EXT	10	Plinto 5,8,10,12 16,21,26,30, 35A,35B	1a --> 3a	1a: 17V04 - 30XI04 3a: 1V05 - 15 I 06
EXB	8	Parapeto 3,7,12, 16,21,26,31,35	6a	15 VII 06 - 14 VIII 04
EXU	18	Juntas Verticales 2,3,4,5,6,7,8,9 10,11,27,28,29, 30,31,32,33,34	5a	2 III 06 - 14 V 06
Inclinómetro cuerpo de la cortina	6	Corona: I-1 L16, I-3 L21,I-5 L26 Respaldo: I-2 L16, I-4 L21,I-6 L26	1a --> 6a	1a: 17V04 - 30XI04 6a: 15VII06 - 14VIII04
Celdas eléctricas de Asentamiento	9	Plataforma 361, CEA 9,11,13,16 21,26,28,30 y 32	5a	2 III 06 - 14 V 06
Acelerógrafos	5	Corona,MI,MD Ladera, Pie	Parapeto	15 IX 06 - 14 XII 06
Piezómetros eléctricos	10	J16: PZE 1y 2 J18 y 21: 3,4,5 6,7 y 8 J26: 9 y 10	1a	17 V 04 - 30 XI 04
Dispositivos de Aforo automático	7	3 en MD 1 en pie 3 en MI	Parapeto	15 IX 06 - 14 XII 06
NHA Total pzas: 96	25	Elev 245: L21 VT 1-13 L26 VT 14-25	1a	17 V 04 - 30 XI 04
	30	Elev 290: L16 VT 26-35 L21 VT 36-45 L26 VT 46-55	2a	1 XII 04 - 30 IV 05
	24	Elev 330: L16 VT 56-63 L21 VT 64-71 L26 VT 72-79	3a	1 V 05 - 15 I 06
	17	Elev 361: VL 7-14 VL 16, VL 21 VL 26-32	4a	16 I 06 - 1 III 06
Grupo de 6 Celdas de presión y 6 extensómetros	2 grupos (24 pzas)	Elev 245 secc. L21 Gpo 1 y 2 en	1a	17 V 04 - 30 XI 04

III.6 Organización del Personal Administrativo y Técnico. Mano de Obra.

Para cumplir sus objetivos de manera eficaz, la Organización que tiene CIISA en cuanto al **Personal Técnico - Administrativo** en el sitio de construcción del P.H. El Cajón e incluso fuera de el, como en otras ciudades del país, le permite tener una comunicación directa entre las áreas que la integran.

Para el cumplimiento de los requisitos establecidos, se crea una estructura de Organización con los recursos humanos y materiales necesarios que brinden la confianza de que el Proyecto cumplirá con las especificaciones técnicas y de calidad establecidas.

Las **Áreas principales** en que está organizada CIISA son:

Dirección General del Proyecto: Coordina a las diversas Gerencias.

Gerencia de Construcción: Con alcances en todos los frentes y oficinas en Portal de Salida, Plantas de Trituración y Vertedor.

Gerencia de Ingeniería: Incluye el área de Diseño, Instrumentación y Topografía, Aseguramiento de la Calidad, Seguridad y Medio Ambiente (AC SMA) y Technoproject (subcontratada para estudios de Mecánica de Suelos y Geología).

Gerencia de Maquinaria: Lo relacionado al manejo y mantenimiento del Equipo.

Gerencia Jurídica: Área Jurídica, Seguridad Corporativa.

Gerencia de Administración y Finanzas: Contabilidad, Egresos, Auditoria, Servicios Generales, Comedores, Área fiscal, Recursos Humanos y Nóminas.

Gerencia de Procuración: Compras y Adquisiciones.

Gerencia de Sistemas de Gestión: Controla los procesos de Calidad, de los Aspectos Ambientales y de la Seguridad en el Trabajo.

Además de las oficinas de CIISA en Tepic e ICA Matriz en la Ciudad de México.

ORGANIZACIÓN EN OBRA CIISA

Dirección Proyecto

Gerencias

- Construcción
- Ingeniería
- Maquinaria
- Jurídico

- Administración y Finanzas
- Procuración
- Sistemas de Gestión

PERSONAL TÉCNICO - ADMINISTRATIVO Y DE SERVICIO COMO APOYO A LAS GERENCIAS PARA LA SUPERVISIÓN Y ADMINISTRACIÓN DE LOS TRABAJOS

CATEGORIAS	
OBRA CIVIL	JEFE DE ALMACEN SALIDAS
	DESPACHADOR
PERSONAL TÉCNICO	RECEPCION
SUPERINTENDENTE GENERAL	SUBGERENTE (JEFE DE SECTOR) SISTEMAS
SUPERINTENDENTE	SOPORTE TECNICO
JEFE DE OBRA	SOPORTE EN SISTEMAS
SOBRESTANTE	PROGRAMADOR
TOPOGRAFO	ANALISTA
CADENERO	PERSONAL DE APOYO
DIBUJANTE	INFORMACION FISCAL
JEFE DE FRENTE	
CHECADOR	
CAPTURISTA	OBRA ELECTROMECHANICA
AUXILIAR JEFE DE OBRA	
JEFE DE TOPOGRAFOS	DIRECTOR DE MONTAJE
BANDERERO	
CHOFER	PERSONAL TÉCNICO
JEFE DE LABORATORIO	JEFE SUPERVISOR TURBINA
LABORATORISTA TECNICO	JEFE SUPERVISOR GENERADOR
LABORATORISTA AUXILIAR	SUP. MECANISMOS TURBINA
JEFE DE CHECADORES	SUP. REGULADOR VELOCIDAD
	SUP. GENERADOR
PERSONAL ADMINISTRATIVO	SUP. SISTEMA EXCITACION
GERENTE ADMINISTRATIVO	SUP. TRANSFORMADORES
SUBGERENTE ADMINISTRATIVO	SUP. GRUAS Y MECANISMOS IZAJE
CONTADOR GENERAL	SUP. COMPUERTAS
CONTADOR (CXC), (CXP) Y SUPERVISOR	SUP. SCAAD Y PROTECCION
ARCHIVISTA	SUP. SUBESTACION
JEFE DE PERSONAL NOMINAS E IMPUESTOS O PAGOS	SUP. SISTEMAS CONTRAINCENDIO
JEFE DE RECLUTAMIENTO	SUP. SISTEMAS ELECTRICOS
JEFE DE TOMADORES DE TIEMPO	SUP. SISTEMAS MECANICOS
AUXILIAR ADMINISTRATIVO	ING. NIVEL I
TOMADOR DE TIEMPO	ING. NIVEL II
ARCHIVO Y CONTROL DE DOCUMENTOS	ING. NIVEL III
CAJERO FONDO FIJO	ING. NIVEL IV
ENCARGADO DE CAMPAMENTOS	
AFANADORA	PERSONAL ADMINISTRATIVO
PLOMERO	ADMINISTRADOR
CARPINTERO	J. PERSONAL
CHOFER	SERV. GENERALES
AYUDANTE GENERAL	SECRETARIAS
ENCARGADO DE VIGILANCIA	CHOFER
VIGILANTE	VELADOR
ENCARGADO DE FLETES	AFANADORA
JEFE DE ALMACEN	ALMACENISTA
JEFE DE ALMACEN ENTRADAS	BODEGUERO

CATEGORÍAS MANO DE OBRA	
AUXILIAR ELECTROMECANICO	OFICIAL ELECTRICISTA DE CORRIENTE DIRECTA
AYTE. OP. TRAILER	OFICIAL MECANICO
AYUDANTE ELECTRICISTA	OFICIAL ELECTRICISTA CORRIENTE A.
AYUDANTE ESPECIALIZADO	OFICIAL SOLDADOR
AYUDANTE GENERAL ELECTROMECÁNICO	OFICIAL CARPINTERO EN OBRA NEGRA
AYUDANTE MANIOBRISTA	OFICIAL ALBAÑIL
AYUDANTE MECANICO	OPERADOR DE AUTO-HORMIGONERA
BODEGUERO DE FRENTE	OPERADOR DE LANZADORA DE CONCRETO
CADENERO P/MONTAJE	OFICIAL PLOMERO
CHOFER CAMION 8 TN.	OFICIAL FIERRERO
CHOFER CAMION 8 TN. C/GRUA	PERFORISTA
CHOFER REDILAS 3 TN.	MANIOBRISTA
ELECTRICISTA	POBLADOR
MANIOBRISTA MONTADOR	VIBRADORISTA
MECANICO AUTOM.	OPERADOR DE PLANTA DE HIELO
MECANICO DE BANCO	RASTRILLERO
MONTADOR ELECTROMECANICO	TORNILLERO
OFICIAL. ELECTROMECANICO	CABO DE OFICIOS
OPERADOR DE GRUA ELECTROMECÁNICO	OFICIAL YESERO
OPERADOR DE TRAILER	OPERADOR DE COMPACTADOR DE PLACA
OPERADOR MAQ. STOCK	OPERADOR DE ESPARCIDOR O PAVIMENTADORA
PAILERO	OPERADOR DE PETROLIZADORA
PINTOR	TOPOGRAFO
SOLDADOR ELECTROMECÁNICO	LANZADOR DE CONCRETO
TOPOGRAFO P/MONTAJE	CABO DE TERRACERIAS
TUBERO	CADENERO
OPERADOR DE PLANTA DE ASFALTO	AYUDANTE GENERAL
OPERADOR DE TRITURADORA	ANCLADOR
OPERADOR DE PLANTA DE CONCRETO	OPERADOR DE JUMBO DE BARRENACION
OPERADOR DE BOMBA DE CONCRETO	INYECTISTA
OPERADOR DE TRACTOR (BULLDOZER)	OPERADOR DE GUARNICIONERA
OPERADOR DE TRACTOR AGRICOLA	OPERADOR DE BARREDORA
CHOFER DE VOLTEO PESADO	OPERADOR DE PLANTA DE INYECCION
OPERADOR DE MOTOCONFORMADORA	OPERADOR DE CAMION REVOLVEDORA
OPERADOR DE ESTABILIZADORA	INGENIERO ESPECIALIZADO A, INSTRUMENTACIÓN.
OPERADOR DE MAQ. ESPEC.	INGENIERO ESPECIALIZADO B, INSTRUMENTACIÓN.
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA	TÉCNICO D
OPERADOR DE GRUA ESPECIAL	TÉCNICO G
OPERADOR DE GRUA	INGENIERO ESPECIALIZADO C, INSTRUMENTACIÓN.
OPERADOR DE TRACTOCOMPACTADOR	OFICIAL HERRERO
OPERADOR DE COMPACTADOR	INGENIERO A CON ESP.AUTOCAD 2000
OPERADOR DE GRUA SOBRE CAMION	INGENIERO B CON ESP.AUTOCAD 2000
CHOFER DE CAMION	OPERADOR DE MALACATE
OPERADOR DE PIPA	
CHOFER DE CAMION FUERA DE RUTA Y/O ARTICULADO	
CHOFER DE CAMIONETA	
OPERADOR DE CARGADOR S/NEUMATICOS	
OPERADOR DE TRACK DRILL HIDRAULICO	
OPERADOR DE CONTRAOCERA	
OPERADOR DE COMPRESORA	
OPERADOR DE BOMBA DE AGUA	
OPERADOR DE PLANTA DE LUZ	

CATEGORIAS MANO DE OBRA
OPERADOR DE TRITURADORA
OPERADOR DE PLANTA DE CONCRETO
OPERADOR DE BOMBA DE CONCRETO
OPERADOR DE TRACTOR (BULLDOZER)
OPERADOR DE TRACTOR AGRICOLA
CHOFER DE VOLTEO PESADO
OPERADOR DE MOTOCONFORMADORA
OPERADOR DE ESTABILIZADORA
OPERADOR DE MAQ. ESPEC.
OPERADOR DE RETROEXCAVADORA
OPERADOR DE GRUA ESPECIAL
OPERADOR DE GRUA
OPERADOR DE COMPACTADOR
OPERADOR DE GRUA SOBRE CAMION
CHOFER DE CAMION
OPERADOR DE PIPA
CHOFER DE CAMION FUERA DE RUTA Y/O ARTICULADO
CHOFER DE CAMIONETA
OPERADOR DE CARGADOR S/NEUMATICOS
OPERADOR DE TRACK DRILL HIDRAULICO
OPERADOR DE CONTRAPOCERA
OPERADOR DE COMPRESORA
OPERADOR DE BOMBA DE AGUA
OPERADOR DE PLANTA DE LUZ
OFICIAL ELECTRICISTA DE CORRIENTE DIRECTA
OFICIAL MECANICO
OFICIAL SOLDADOR
OFICIAL CARPINTERO EN OBRA NEGRA
OFICIAL ALBAÑIL
OPERADOR DE AUTO-HORMIGONERA
OPERADOR DE LANZADORA DE CONCRETO
OFICIAL FERRERO
PERFORISTA
MANIOBRISTA
POBLADOR
VIBRADORISTA
OPERADOR DE PLANTA DE HIELO
CABO DE OFICIOS
OPERADOR DE COMPACTADOR DE PLACA
LANZADOR DE CONCRETO
CABO DE TERRACERIAS
AYUDANTE GENERAL
ANCLADOR
OPERADOR DE JUMBO DE BARRENACION
INYECTISTA
OPERADOR DE GUARNICIONERA
OPERADOR DE PLANTA DE INYECCION
OPERADOR DE CAMION REVOLVEDORA

Organización del Personal Acampamentado de CIISA

- Campamento Técnico Administrativo km 31, Las Yeguas.

6 módulos, 16 habitaciones dobles por módulo con una capacidad total de 192 personas. Estas habitaciones cuentan con baño, agua caliente, sistema de cable para TV y mobiliario completo. 2 módulos más para 80 personas en total en habitación doble con baños y regaderas comunes descritas en el capítulo II.5.

- Campamento Técnico Administrativo, El Huichol

5 módulos:

A) Módulo Gerencial: 10 habitaciones sencillas con sala, cocineta, baño y acabados de primera, aire acondicionado por habitación, TV, sistema de cable.

B) Módulo de Superintendentes B: 16 habitaciones sencillas con baño, aire acondicionado por habitación, mobiliario completo, TV, sistema de cable.

C) Módulo de Superintendentes C: 16 habitaciones sencillas, mismos detalles del módulo B con la diferencia que el aire acondicionado es centralizado. El sistema de cable es con plan hotelero.

D y E) Módulo Jefes de área: 16 habitaciones dobles cada una, aire acondicionado centralizado, sistema de cable plan hotelero.

- Campamento Personal Obrero km 31, Las Yeguas

12 módulos masculinos con capacidad para 80 personas cada uno (habitación cuádruple en 2 literas), 1 módulo femenino para 80 personas y 1 módulo más para 40 personas, para una capacidad total de 1080 personas.

- Campamento Personal Obrero km 28

4 módulos con capacidad para 49, 53, 28 y 30 personas respectivamente para una capacidad total de 160 personas.

- Campamento Personal Obrero San José de Mojarras

1 módulo dividido en Zona A, B y C para una capacidad total de 250 personas.

Alimentación

CIISA cuenta con 2 comedores para el personal Técnico administrativo: uno en el campamento del Km 31 (Las Yeguas) y el otro ubicado a un costado del Puente Río Santiago. Para el Personal Obrero uno también en el campamento del Km 31 ubicado a lado del comedor descrito antes y 3 "Palapas" más ubicadas y denominadas también en Trituradora Margen Izquierda, Portal de Salida y Vertedor. Para Jefes de área y Gerencia: Comedor El Huichol. Además existe otro comedor para personal de la CFE y de la supervisora externa PYPSA.

Transporte del Personal Técnico - Administrativo

Se utilizan camiones para pasajeros tipo Mercedes Benz o similar en los siguientes recorridos:



- Personal Acampamentado: Lunes 6 AM Tepic- Las Yeguas.
- Personal no acampamentado: Lunes a Sábado 6:30 AM Tepic – Oficinas en el Sitio.
- Personal Acampamentado: L – V Transporte interno Las Yeguas – Oficinas en el Sitio – Las Yeguas.
- Personal no Acampamentado: L – V Oficinas en el Sitio – Tepic.
- Personal en General: Sábados 1 PM Oficinas en el Sitio – Tepic.

Transporte del Personal Obrero

- Personal Acampamentado: Lunes a Sábado 5:30 AM, 50 Camiones de Pasajeros de Las Yeguas hacia los diferentes Frentes de trabajo en el Sitio.
- Personal en General: Sábados 6 PM Tepic Centro – Las Yeguas.

Los recorridos anteriores obedecen a los Horarios de las Jornadas laborales en Obra:

- Personal Sindicalizado: L – V 7 AM - 7 PM, Sábados 7 AM – 1 PM.
- Personal de Confianza: L – V 8 AM - 7 PM, Sábados 8 AM – 1 PM.

III.7 Medidas de Seguridad y Prevención. Programas de Protección Civil.

Medidas de Seguridad y Prevención.

Organización del Área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

El área de Administración de **Seguridad y Salud en el trabajo**, depende directamente del Responsable del Proyecto, sin embargo, técnica y normativamente depende de la Gerencia de Aseguramiento de Calidad, Seguridad y Medio Ambiente (ACSMA) de CIISA, a través de la Coordinación de Seguridad y Servicio Médico.

El área de Seguridad consta de 3 secciones de trabajo, con las siguientes actividades:

- Seguridad: Dedicada a la identificación, evaluación, control, prevención e investigación de los riesgos personales.
- Servicio Médico e Higiene: Dedicado a realizar prevención de enfermedades y accidentes, campañas de salud, diagnóstico precoz y tratamiento oportuno, atención de traumatizados, campañas de salud, vigilancia y control epidemiológico, inspecciones en Salud e Higiene.
- Vigilancia Industrial: Orientada a mantener el resguardo en accesos a áreas confinadas, salidas, equipamiento, así como mantener el orden y respeto, salvaguarda de los bienes de CIISA.

Organización y Responsabilidades:

- Jefe del área de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo:

Elaborar y dar seguimiento al Plan de Seguridad, cumplir con los aspectos legales vigentes.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

Inspecciona, detecta condiciones de riesgo, dando seguimiento a las acciones correctivas.

Formar y capacitar a las brigadas de auxilio de: emergencia, Primeros auxilios, rescate, prevención y combate de incendios y elaborar planes de acción y simulacros.

- Médico de Obra:

Efectuar exámenes médicos de admisión.

Dar atención de urgencia a lesionados

Llevar control de las incidencias médicas.

Cumplir con la vigilancia epidemiológica, mitigación y control, así como notificar a las autoridades sanitarias.

Llevar el control de los medicamentos, material y equipo.

Programas de Protección Civil.

Para la creación de Programas de Protección Civil, se cuenta con actividades específicas por parte de la Supervisión de Seguridad y Salud en el trabajo, que incluyen:

- Cumplir y hacer cumplir el Reglamento de Seguridad y el Plan de Seguridad al participar en la **Comisión de Seguridad:**

Registrar en la bitácora las observaciones e incidencias en materia de Seguridad. Prevenir conductas de riesgo en las actividades de los trabajadores, y verificar que se corrige el problema.

Reportar a su superior, los actos y condiciones inseguras que detecte.

Señalizar las zonas de riesgo de su área de trabajo.

Colocar y revisar periódicamente los equipos contra incendio.

Participar en la atención de lesionados en primeros auxilios y en cualquier otro tipo de emergencias

CAPITULO IV

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES.

- Fue de vital importancia el tener las Ataguías construidas y la Obra de Desvío en lo general funcionando antes de la temporada de lluvias del año 2004, y así proceder al desvío del río, de lo contrario se estima que si la entrada en operación de la planta hidroeléctrica de El Cajón se retrasara debido a esto un año, el costo sería del orden de los 1,500 millones de pesos.

Entre las causas que pudieron y pueden originar algún retraso se encuentra la presencia de tormentas importantes y sus consecuentes avenidas extraordinarias, que retrasarían los trabajos de construcción amén de la probable pérdida de estructuras ya construidas; teniendo en ese escenario como consecuencia el no cumplimiento de las 2 fechas planeadas para la puesta en marcha de las unidades generadoras, en el 2007.

- En cuanto a la obra de predesvío, la cual fue una modificación del diseño del proyecto original, fue propuesta por CIISA a la CFE, y representó un beneficio de un ahorro de tiempo aproximado de 2 meses, útiles para compensar, por ejemplo, atrasos ocasionados principalmente por las complicaciones para el acceso del total de la maquinaria debido a lo inadecuados de los caminos de acceso originales.
- En el aspecto de impacto social, CFE pretende que futuros proyectos siempre tomen como prioridad el aportar un beneficio a las comunidades afectadas, si las hubiere, haciendo de estas una "Obra socialmente deseada".
- CIISA debió resolver el acceso a la margen derecha mientras se construía el puente definitivo sobre el río Santiago; la solución a esto fue la adquisición e instalación de un puente tipo Bailey, puente prefabricado con estructura de acero, a un costo aproximado de \$850, 000.00 USD.

- Un beneficio que trae consigo este proyecto es la creación de 5000 empleos directos y 5000 indirectos a lo largo del tiempo que dure su construcción. La derrama económica en la región también será importante, beneficiando en particular a municipios como Santa María del Oro y la ciudad de Tepic.
- El costo máximo autorizado por el Congreso de la Unión para la construcción del P.H. El Cajón, es de 812 millones de dólares, bajo el esquema de Obra Pública Financiada. Para hacer viable el proyecto en materia del pago total del concurso, CFE deberá lograr la obtención de un crédito aproximado de 750 mdd para poder pagar un primer crédito a corto plazo en el año 2007, y después pagarlo a lo largo del tiempo con el dinero producto de la generación. Para la CFE, el tiempo para amortizar el proyecto es de 30 años aproximadamente.

Referencias.

- Instrumentación Hidrometeorológica de la Cuenca del Río Santiago para el P.H. El Cajón, Nayarit. CFE. Sep 2002
- Informe geológico en la etapa de preconstrucción para el Proyecto Hidroeléctrico El Cajón, Nay. SEZPN, CFE. 1995
- Sección 8 Adendum 4 de la Rev. 1. Bases de Licitación. P.H. El Cajón.
- Capítulo 11. Infraestructura. Ídem.
- Capítulo 15. Materiales del cuerpo de la Cortina y Ataguías. Ídem.
- Apuntes del Curso “Instrumentación Geotécnica para Presas de Materiales Térreos”. González Valencia, José Francisco.
- CD Fotografías P.H. El Cajón 2003 – 2004. Jefatura de los Sistemas de Gestión. CFE
- CD “La Ingeniería y la Infraestructura como Elemento de Desarrollo”, Fundación ICA.
- Comisión Nacional del Agua, “Presas y C.H. Luis Donaldo Colosio Murrieta (HUITES)”, Memoria Técnica, Tomo II. México, 1997.
- Páginas Web: www.cfe.gob.mx www.ica.com.mx