

300615

9

2y



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

"ANALISIS Y FORMULACION DE UNA
PROPUESTA DE OBRA CIVIL, PARA
CONCURSAR EN EL EXTRANJERO"

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
FEDERICO ALBERTO DAMM CASTAÑOS

TESIS CON
FALLA DE OR.GEN

MEXICO, D. F.

1988



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

INDICE

1. Generalidades.	
1.1 Introducción.	1
1.2 Descripción general del proyecto.	5
2. Planeación de la obra.	
2.1 Estudio de la documentación.	18
2.2 Visita al lugar de la obra.	22
2.3 Estudio del mercado.	24
2.4 Definición del método constructivo. (excavación y revestimientos).	32
2.5 Estrategias de trabajo.	39
3. Procedimiento constructivo de la obra.	46
3.1 Antecedentes geotécnicos.	47
3.2 Descripción del método de excavación y revestimientos.	49
3.3 Análisis de las principales actividades.	55
3.4 Ciclos y tiempos de construcción.	74
3.5 Memoria descriptiva del procedimiento constructivo, de la obra.	80
4. Recursos y costos de construcción.	
4.1 Programación de recursos.	102
4.2 Programa de obra.	114
4.3 Análisis del costo directo.	117

5. Gastos generales.	
5.1 Definición de los costos.	124
5.2 Clasificación de los gastos generales. (costos indirectos).	126
5.3 Gastos indirectos fijos.	128
5.4 Gastos indirectos variables.	135
6. Cierre y presentación de la propuesta.	
6.1 Integración de los precios.	144
6.2 Programa de utilización de recursos.	147
6.3 Curva ocupacional.	148
6.4 Flujo de equipo.	149
6.5 Instalaciones de faena.	150
6.6 Formulación de la propuesta.	151
6.7 Presentación de la oferta.	154
Conclusiones y comentarios.	157
Bibliografía.	

Nota: Todos los esquemas son referidos al final de cada uno de los capítulos que le correspondan.

GENERALIDADES

1.1 Introducción

El análisis de una propuesta para construir una obra civil, es un trabajo que comprende una serie de aspectos técnico-económicos con el fin de conocer el costo y tiempo de ejecución de la misma.

Una vez que un contratista o empresa constructora se interesa por la ejecución de una obra civil, será necesario que presente su oferta técnico-económica a través de promociones directas y/o licitaciones públicas o privadas.

El presente trabajo tratará sobre la presentación de una oferta en licitación pública internacional, lo que implica tener que dar cumplimiento a cada uno de los requisitos que los clientes solicitan, así como la realización de un estudio lo suficientemente detallado que permita ofrecer la seguridad de poder ejecutar la obra al precio más bajo, cumpliendo con los plazos y calidades exigidas.

En la actualidad la actividad del mercado nacional e internacional de la construcción está muy competida debido a la crisis económica mundial que persiste de algunos años atrás.

En la mayoría de las obras, sus contratos de ejecución se obtienen a través de licitaciones públicas o privadas, por tal motivo el cálculo de presupuestos ha cobrado una vital importancia para la subsistencia de las empresas constructoras y aún más en nuestro medio, en donde la crisis económica se torna cada vez más aguda, por tal motivo las grandes empresas han tenido que incursionar en los mercados internacionales para mantener en actividad a sus plantas de trabajo.

Por la importancia que representa lo anterior, el objetivo que se busca es el de dar a conocer el proceso de análisis y formulación de una propuesta para concursar en el extranjero, señalando al final las conclusiones y comentarios pertinentes.

Para la realización de la tesis, se tomó como ejemplo una licitación con la que se concursó en la República de Chile, abarcando desde la misma descripción y objetivo del proyecto, hasta la presentación de la oferta, pasando por el estudio de la documentación, la planeación y el planteamiento del método de construcción, así como el análisis de costo, tiempo y rendimientos necesarios para presentar una buena cotización.

Para participar en una licitación de carácter internacional, representa el tener experiencia en la materia

por parte del contratista, para poder cumplir con los aspectos legales, financieros y técnicos requeridos por el cliente, así como las directrices impuestas por los bancos de créditos internacionales que condicionan al cliente y país interesado en obtener el financiamiento, para ejecutar la obra de infraestructura que impulsará el desarrollo de la economía que logre la realización de un proyecto de esta naturaleza.

Es importante dar a conocer la forma en que se debe elaborar una cotización a nivel internacional, para poder comprender los alcances y trascendencia de la misma, y con esto dar soluciones prácticas a las deficiencias que pudieran existir en esta clase de análisis en la industria de la construcción en México.

En el área de la construcción pesada es difícil determinar un principio fundamental de trabajo, debido a lo amplio y complejo de la especialidad, sin embargo, la tesis se fundamenta en un alto porcentaje en la consulta y asesoramiento de ingenieros especialistas con amplia experiencia en la formulación de las cotizaciones a nivel internacional.

Se considera de un gran interés e importancia, desarrollar un trabajo de esta naturaleza, sobre todo para definir e integrar un proceso de ingeniería que por sus

características es de gran utilidad en el ámbito del servicio de la construcción como fuente de divisas para nuestra economía.

Cabe señalar que en la actualidad existen lineamientos bien estructurados que organizan procesos de operación para la elaboración de las licitaciones, sin embargo, como en todos los métodos de la ingeniería, estos están sujetos a cambio, por lo tanto, la vigencia de la tesis, estará en función del progreso que se suscite en esta índole de trabajos.

Se espera, por el comportamiento que han tenido las licitaciones en los últimos años, que no se presenten cambios relevantes al respecto, y en caso de ser así, este trabajo será de gran utilidad para toda persona interesada o involucrada en el estudio de las licitaciones de obra civil en el extranjero.

El enfoque de la tesis, se presenta de una forma práctica y sencilla para facilitar la comprensión y uso que se le pueda dar como libro de consulta en la elaboración de los concursos a nivel internacional.

1.2 Descripción general del proyecto.

El proyecto que será sujeto de estudio y a su vez ejemplo para el desarrollo de la tesis, es un proyecto hidroeléctrico, cuyo objetivo principal es el de generar energía para cubrir las necesidades de este servicio, en aquellas zonas que así lo requieran de acuerdo a previo estudio de factibilidad realizado por el dueño del proyecto.

La secuencia descriptiva de la Central hidroeléctrica "Pehuenche", será de lo general a lo particular; la Central "Pehuenche" se ubicará en la región del Maule, en el curso superior del río del mismo nombre, a unos 67 km. al oriente de la ciudad de Talca, inmediatamente aguas arriba del embalse Colbun.

La concepción general del proyecto está basada en el aprovechamiento de los recursos económicamente explotables de los ríos Maule y Melado, existentes entre la descarga de la Central Isla y el embalse Colbun. En los esquemas número 1 y 1a se presenta la localización del proyecto.

La zona en que se construirán las obras de la Central "Pehuenche", se caracteriza por su relieve montañoso, vegetación arbórea de cierta importancia y una precipitación anual promedio de 2445 mm.

El diseño de las obras considera el uso de un caudal medio anual de 182 m³/s y una altura de caída bruta de 205.4 m., condiciones que permiten instalar una central con una potencia de 500 MW. que tendrá una generación media anual de 2765 GWh.

Los recursos hídricos del río Maule se captarán 5 km. aguas abajo de su confluencia con el río Colorado mediante una bocatoma que tendrá una capacidad de 140 m³/s. Luego, a través de un corto canal trapecial (453 m.) y un túnel acueducto, sección tipo herradura de 7.85 m. de diámetro y 6.7 km. de largo, estos caudales serán transvasados al valle del río Melado, donde se juntarán en el embalse Melado con los recursos de dicho río.

El embalse Melado se creará mediante el cierre del valle por una presa de tierra de 90 m. de altura que se situará en una angostura del río Melado que está a unos 5 km. aguas arriba de su confluencia con el río Maule.

Las aguas acumuladas en el embalse Melado, serán conducidas hasta la zona de caída, mediante las obras de la Aducción Común constituidas por una bocatoma de tipo profundo de una capacidad de 300 m³/s. y un túnel revestido de concreto con sección circular de 8.7 m. de diámetro y 6.5 km. de largo.

Estas obras incluyen una chimenea de equilibrio subterránea, de tipo diferencial, de 80.1 m. de altura y 20.5 m. de diámetro interior. Las obras de la zona de caída serán todas subterráneas e incluyen un pique de presión, túneles a presión, una caverna de válvulas y la caverna de máquinas que alojará dos unidades de generación de 250 MW. cada una con sus correspondientes transformadores de poder y equipos auxiliares de protección, control y medida.

Desde el término de los difusores se desarrollará el sistema de evacuación, formado por un túnel acueducto y un canal trapecial, que devolverá las aguas al río Maule.

La energía de la central se transmitirá mediante una línea doble circuito de 220 Kv. y 25 km. de longitud, que se desarrollará entre la subestación Pehuenche y la subestación Colbun en donde se efectuará la interconexión con el sistema de 500 Kv. existente.

Sin embargo, para el desarrollo de la presente tesis, únicamente una de las obras del proyecto hidroeléctrico será objeto de análisis.

La obra trata de la construcción del túnel Maule, que servirá de transvase de las aguas del río Maule al embalse del río Melado.

El túnel tendrá una longitud de 6755 m., su sección será del tipo herradura modificada con revestimiento de concreto proyectado, radier (fondo de bóveda invertida) de concreto convencional y tendrá un diámetro de 7.85 m.

En las zonas de entrada y salida del túnel y en aquellos puntos en el que la calidad de la roca así lo aconseje, la sección del túnel llevará revestimiento de concreto y tendrá un diámetro de 7.25 m.

La pendiente de diseño es de 2.3×10^{-3} , con lo cual el funcionamiento hidráulico es con superficie libre en todo el rango de caudales previsto .

Las obras de entrada del túnel Maule estarán constituidas fundamentalmente por una sección de rejillas de 10.4 m. de ancho por 6.6 m. de alto, seguida de una compuerta de control.

Las obras de entrega al embalse Melado consisten en una estructura de compuertas seguida de una obra de disipación de energía.

Cuando se requiera inspeccionar el túnel, la estructura de compuertas permitirá aislarlo de la influencia del embalse Melado, mediante la colocación de dos compuertas de tableros de 4.2 m. de ancho y 4.8 m. de alto. El esquema

número 2 ilustra todo lo anterior.

Ahora bien, para el estudio de la propuesta es necesario contar con la documentación correspondiente de la licitación, la cual se divide de la siguiente forma:

a) Bases administrativas y especificaciones técnicas, que contienen:

Parte 1 Instrucciones a los proponentes.

Parte 2 Bases especiales.

Parte 3 Planos del contrato (lista).

Parte 4 Especificaciones técnicas particulares.

Parte 5 Bases de medición y pago.

Parte 6 Formulario de la propuesta.

Parte 7 Convenio de formalización del contrato.

b) Apéndices y series de preguntas y respuestas que se emitan.

c) Bases generales del cliente.

d) Juego de planos (correspondiente a la parte 3 : planos del contrato).

e) Especificaciones técnicas generales del cliente.

Es importante interaccionar el estudio de cada uno de los incisos indicados anteriormente, para comprender los alcances y limitaciones de la obra.

Sin embargo, los planos y especificaciones tanto particulares como generales, así como el formulario o catálogo de conceptos son prioritarios para una prevalorización del concurso, a fin de poder definir la conveniencia de participar en la licitación.

También es importante señalar en términos generales, los conceptos de obra que conforman la propuesta, para tener una idea más clara sobre los trabajos que comprenden la ejecución de la obra.

A continuación se enuncian en orden cronológico, los principales conceptos de obra:

Descripción	Unidad	Cantidad
A) Instalaciones de faena.		
1. Instalaciones del contratista		
a) Talleres, bodegas y oficinas	gl.	1.
b) Planta de áridos	gl.	1.
c) Planta de concreto	gl.	1.
d) Campamento	gl.	1.
e) Instalaciones para el suministro de energía eléctrica y combustibles	gl.	1.
f) Otras instalaciones	gl.	1.

2. Instalaciones para la inspección		
Oficinas transportables	m2.	60.
3. Desarme de instalaciones.	gl.	1.
B) Excavaciones Abiertas.		
1. Excavaciones en material común		
a) Escarpes	m3.	11.
b) Canal Maule y sistema de drenaje		
Obras de entrada y portal de entrada		
Túnel Maule	m3.	90800.
c) Obra de entrega	m3.	3100.
2. Excavaciones en roca		
a) Obra de entrada y portal de entrada		
Túnel Maule	m3.	900.
b) Obra de entrega Túnel Maule	m3.	17300.
C) Excavaciones Subterráneas.		
1. Túnel Maule y portal de salida		
a) Roca base tipo 1	m3.	357200.
b) Recargo roca tipo 2	m3.	237000.
c) Recargo roca tipo 3	m3.	900.
D) Sostenimiento de excavaciones.		
1. Pernos sellados diámetro 25		
a) Componente fija	c/u.	172.
b) Componente variable	m.	51600.
2. Malla soldada		
Diámetro 4 mm. (10 x 10 cm.)	m2.	8900.
3. Concreto proyectado (sostenimiento y revestimiento)		

a) Capa de 3 cm.	m2.	148800.
b) Capa adicional	m3.	11.
c) Cemento	ton.	2200.
d) Acelerador de fraguado	kg.	88500.
4. Marcos metálicos		
a) de refuerzo (flexibles)	kg.	44230.
b) de soporte (rígidos)	kg.	35400.
5. Marchiavantis.		
	kg.	8500.
E) Rellenos.		
1. Rellenos		
a) Rellenos permeables B tipo 1	m3.	1400.
b) Rellenos permeables B tipo 2	m3.	2300.
c) Filtro tipo 1	m3.	6.
d) Filtro tipo 2	m3.	1800.
e) Carpeta de rodado	m3.	400.
F) Concretos.		
1. Canal Maule		
a) Revestimiento taludes	m3.	1500.
b) Revestimiento radier	m3.	340.
2. Obra de entrada, portal de entrada y obra de entrega Túnel Maule		
	m3.	2200.
3. Túnel Maule		
a) Portal de salida	m3.	130.
b) Revestimiento de concreto sin arma	m3.	136.
c) Revestimiento de concreto armado	m3.	140.
4. Concreto armado para obras de arte y obras menores (cámaras y otros)		
	m3.	25.

5. Concreto sin armar para obras menores (canaletas y contrafosos)	m3.	20.
6. Cemento para concretos	ton.	5620.
7. Armaduras Calidad A63-42H	kg.	115100.
G) Inyecciones.		
1. Inyecciones de relleno de clave	m.	260.
H) Miscelánea.		
1. Elementos metálicos embebidos en ler. concreto y placas de anclaje.		
a) Suministro	kg.	2.
b) Montaje	kg.	2000.
2. Barandas	kg.	12.
3. Barras de anclaje		
a) Barras	kg.	11250.
b) Perforación e instalación	m.	2900.
4. Perforación de drenaje diámetro > 3".	m.	60.
5. Tratamiento de fallas y fracturas.		
a) Grietas espesor > 30 cm.	m3.	40.
b) Grietas 3 cm. < e. < 30 cm.	l.	70000.
c) Grietas 1 cm. < e. < 3 cm.	l.	19.
6. Tubos de drenaje de cemento comprimido		
a) Diámetro 40 cm.	m.	910.
b) Diámetro 50 cm.	m.	250.
7. Barbacanas diámetro 1.5"	m.	110.
8. Geotextil del sistema de drenaje del Canal Maule		
	m2.	1350.

I) Itemes eventuales.

**1. Sondajes de reconocimiento con
extracción de testigos.**

a) Instalación	c/u.	5.
b) Perforación diámetro NX	m.	100.

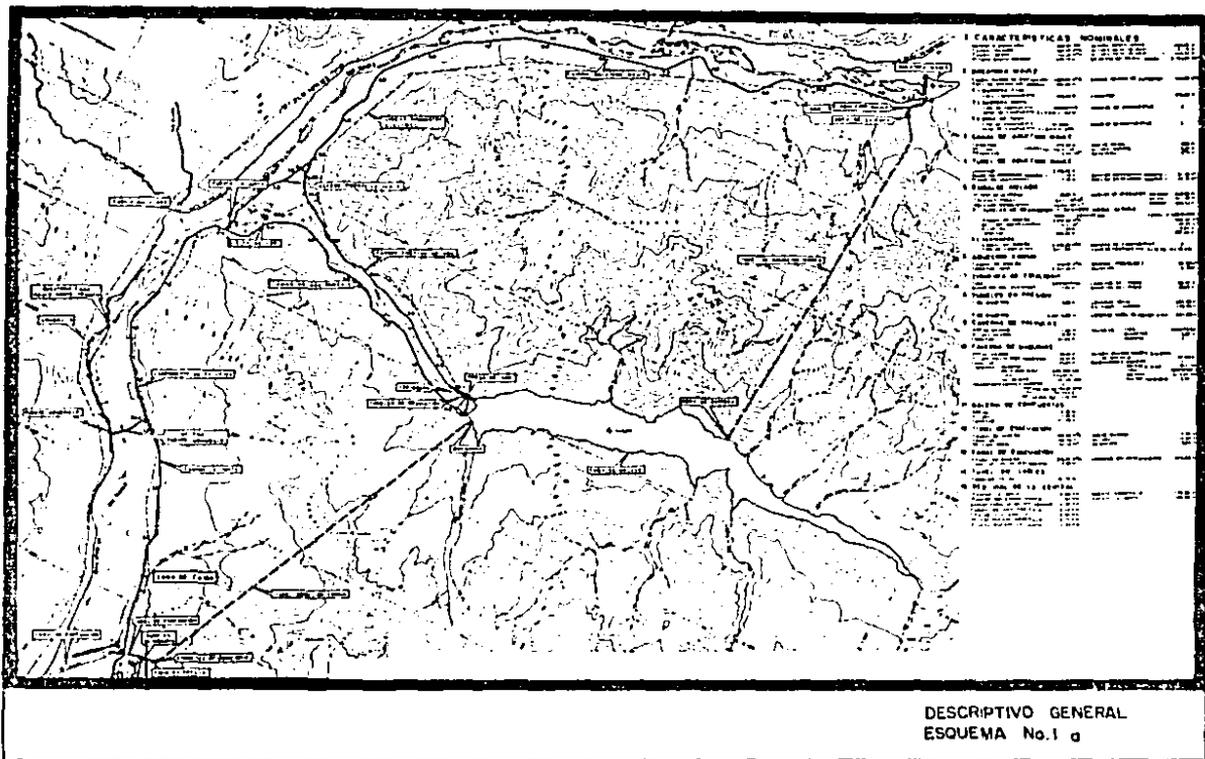
2. Elementos de seguridad

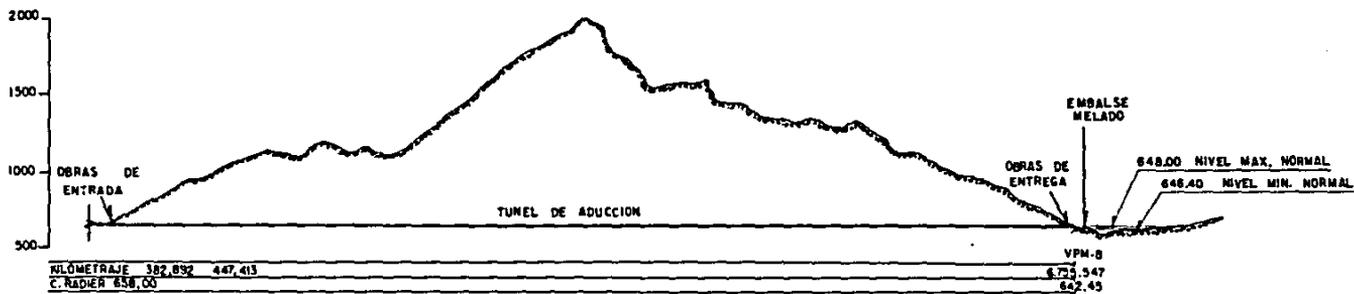
a) Cercas tipo 5A, según manual de carreteras	m.	1250.
b) Portones dobles, según manual de carreteras	c/u.	2.

3. Relleno con material vegetal m3. 200.

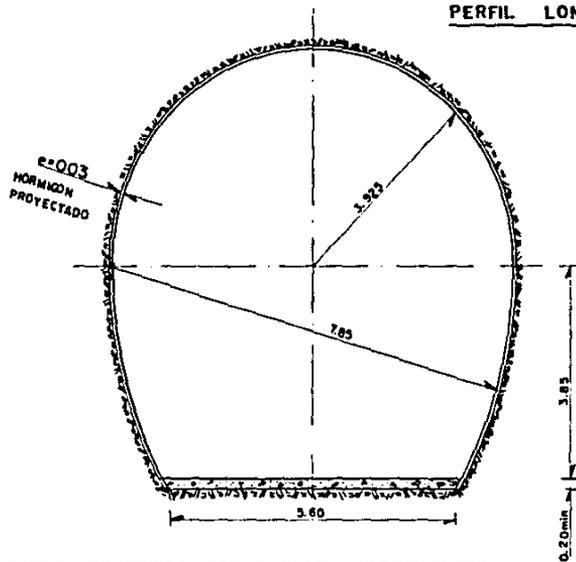
4. Oficina estacionaria m2. 141.

Sin embargo, para fines del análisis del costo básico en el procedimiento constructivo del estudio de la tesis, únicamente se eligieron los volúmenes que se refieren a la excavación y revestimiento del Túnel Maule, para dar un ejemplo del cálculo de la propuesta.

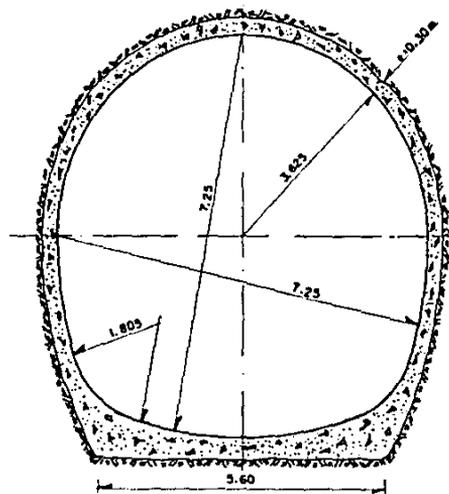




PERFIL LONGITUDINAL



SECCION REVESTIDA CON HORMIGON PROYECTADO



SECCION REVESTIDA CON HORMIGON

PLANEACION DE LA OBRA

2.1 Estudio de la documentación.

Los documentos de la licitación están disponibles en las oficinas del cliente para que se adquieran por cuenta de las compañías constructoras previamente calificadas para la licitación en cuestión, invitando a formular ofertas de acuerdo con las exigencias de tipo técnico y legal que acompañan a la petición.

Los documentos de la licitación describen las características de la obra que serán evaluadas, el tipo de información necesaria de las partes para las que se requiere detalle de las horas de labor ingenieril, de planeación y construcción, de costos de materiales, mano de obra y demás informes útiles que deberán ser evaluados e informados por el contratista.

Generalmente dentro de los documentos, se incluye toda la información de diseño que el contratista requiere para evaluar la propuesta, tales como planos, volúmenes, geología, hidrología, etc.

Algunos pliegos de condiciones contienen exigencias de carácter técnico que son muy importantes, otros, en cambio, pueden establecer las propuestas en términos muy amplios,

dando así al contratista margen sobre lo que pueda describirse o presentarse.

Cuando se tiene un concepto detallado de lo que se describe y de cuales son los aspectos en que habrá problemas, los documentos de la licitación serán muy específicos sobre el tipo de información que se requiera, como regla general, el grado de detalle que se pudiera citar y la precisión de las exigencias sobre la propuesta técnica, dependen en principio de los requisitos que solicite el cliente y en segunda instancia del grado de afiné que el contratista quiera elaborar.

Es muy importante que los ingenieros del departamento técnico de la empresa licitadora, estudien el pliego de condiciones y las especificaciones en conjunción con los planos, para poder programar sistemas de trabajo y definir la presentación y grado de detalle con que se deba formular la oferta.

Para el estudio de los documentos de la licitación se debe despojar de la mente toda idea preconcebida sobre lo que se requiere para elaborar la propuesta y estudiar cuidadosamente las especificaciones con un pensamiento objetivo y criterio abierto, para conocer todos los detalles de la documentación .

Es importante que aquéllas personas que coordinan la ejecución del proyecto conozcan a detalle tanto las especificaciones generales y particulares, así como la visualización de cada uno de los planos en particular.

La selección del método constructivo básico para formular la oferta, es la decisión más importante, considerada por separado, que determinará el buen desempeño de la propuesta en su fase de comprensión y análisis.

Resulta esencial que se mantenga un concepto clarísimo y total control sobre el proyecto técnico general . Lo cual por cierto, es más fácil de decir que de hacer, pues el responsable de la coordinación del proyecto, quien básicamente es un técnico especialista de gran experiencia en obra y gabinete, debe superar constantemente la tentación de dejarse envolver a fondo por algún problema del proyecto que exigiría una desproporcionada cantidad de su tiempo y energía.

No se pretende decir con esto, que los impedimentos o deficiencias deban de ser ignorados por el responsable, sino sencillamente, que el principal deber del ingeniero que coordina el trabajo, es el de reconocer y evaluar la importancia de un problema y delegar la responsabilidad de su resolución al subordinado que le parezca más competente.

Los documentos de la licitación establecen la

organización, procedimientos y en general las condiciones que deben cumplirse al presentar la propuesta técnica del contratista.

Este tipo de información incluye usualmente, aspectos legales y financieros, la descripción técnica, plazos propuestos, detalle de costos, experiencia, descripción de las instalaciones, programa de obra y resumen de equipo para cumplir con el formulario de la propuesta.

La descripción técnica deberá estar redactada de manera que cubra completamente los factores de evaluación a utilizar, cuya naturaleza podrá, por supuesto, conocer o deducir el contratista partiendo de un parámetro real.

Aparte de esa evaluación de factores con carácter de probabilidad, el responsable ha de estar cierto de que la descripción técnica cubra todas las exigencias significativas de las especificaciones así como los puntos contenidos en el pliego de condiciones.

El presentar detalladamente los costos exige el desglose de los mismos, en sus renglones de materiales, mano de obra, equipo, herramientas, transportes, subcontratistas, etc., que en definitiva, forman parte de todos y cada uno de los precios de la oferta propuesta.

El grado en que se descompongan los costos dependerá de lo pedido en el pliego de condiciones y es importante que el coordinador del trabajo comprenda las exigencias allí contenidas y luego se atenga estrictamente a las mismas.

La propuesta técnica cubrirá todos los aspectos estipulados y otros previsibles sobre los cuales han de evaluarse las propuestas y se deberá subrayar lo que se estime convenientemente, para contribuir a reforzar la posición de la compañía ofertante.

Al respecto, vale la pena recalcar que el planteamiento de la estrategia para el desarrollo de la elaboración de la oferta, será definitivo en el resultado obtenido en el concurso de la licitación.

2.2 Visita al lugar de la obra.

La visita al sitio donde se ejecutará la obra, se efectuará en la fecha, hora y lugar que se especifique en los documentos de la licitación.

Los representantes de los proponentes deberán presentarse por sus propios medios y generalmente sólo podrán asistir a esta visita aquellos participantes que hayan adquirido los documentos de la licitación.

En ocasiones, para poder concurrir a esta visita, los participantes pueden solicitar por escrito o vía telex credenciales para las personas que asistirán.

Es importante que los proponentes, inspeccionen y examinen los terrenos donde se construirán las obras, sus alrededores, y en su caso las obras ya construidas, antes de presentar su oferta.

Se recomienda tener un conocimiento adecuado respecto del tipo de suelo, de la forma y características del terreno, de las condiciones climáticas, geológicas e hidrológicas, de las cantidades, ubicación y naturaleza de los trabajos, de los materiales necesarios para la ejecución de las obras, de los accesos al lugar, de las instalaciones que se necesitarán, de las condiciones locales de mano de obra, de las leyes, reglamentos, de créditos y normas técnicas vigentes y de toda otra condición que pudiere afectar sus costos, los plazos de ejecución y la calidad de las obras.

En general, el participante será el único responsable de obtener toda la información necesaria con respecto a los riesgos, contingencias y otras circunstancias que pudieren afectar o influir en su oferta.

Ya que no es posible que todos los implicados en la elaboración de la oferta asistan a la visita del sitio, es

conveniente hacer un informe técnico de la visita, tanto escrito, como fotográfico, detallando los lugares y tipos de materiales más importantes de la zona de construcción con los respectivos comentarios objetivos de los principales aspectos de la zona, el cual le son un órgano de consulta muy importante durante los análisis de la propuesta.

2.3 Estudio del mercado.

Para llevar a cabo un estudio completo del mercado en la zona o país que se piensa concursar, es necesario comprender varios aspectos tanto previos como durante la etapa de la evaluación de todos los factores, que influyen en la determinación de los mejores recursos técnicos para el planteamiento de las directrices a seguir en la elaboración del concurso.

Es importante señalar que el conocimiento de los dos puntos anteriores, estudio de la documentación y visita al lugar, se deben de interaccionar con el estudio y conocimiento de la zona en lo particular, es decir, vale la pena conocer todos los detalles que en un momento pudieran definir el desarrollo de la propuesta.

Para el mejor conocimiento de todos los aspectos que le pudieran interesar al contratista durante el proceso de la licitación y posteriormente durante la ejecución del

contrato, es recomendable que se tenga un socio local, mismo que deberá reunir todas las características afines que le convengan al contratista foráneo, se debe tener presente en la búsqueda del socio, que se deberán cumplir con los acuerdos que se establezcan entre las dos partes, para que de esta forma se alcancen los intereses recíprocos en la elaboración de la propuesta.

Una vez que se tiene el enlace con el socio local, se deberán marcar las directrices a seguir, tanto en la comunicación bilateral, como en la transmisión clara y oportuna de la información requerida para el mejor planteamiento de la oferta. Se recomienda que exista una supervisión directa en la investigación del mercado por parte del contratista, para que el socio local no deje de considerar algunos puntos que pudieran no parecerle de mayor importancia y que de alguna forma pasaran a ser relevantes en la información solicitada.

Previo a la visita de parte del contratista representado por uno o dos ingenieros de su entera confianza, es incuestionable la preparación de un plan de trabajo, con su respectivo temario sencillo en sus objetivos, pero muy completo en sus alcances, para poder recopilar una investigación objetiva de las variables y condiciones que integran el estudio del mercado.

Una investigación completa deberá comprender, cinco principales recursos que se tienen que evaluar; mano de obra, materiales, equipo para la operación del trabajo, posibles subcontratistas y el estudio de la situación política y económica del país.

a) Mano de obra:

Para la mano de obra se debe conseguir el tabulador general de salarios (el oficial y el acostumbrado para el tipo de obra que se estudia), así como investigar sobre las eficiencias, calidad y rendimientos que pudieran influir directamente en el costo de la obra, pero , por otro lado se debe preguntar sobre las costumbres, tradiciones del lugar, horarios de trabajo, las necesidades de transporte, comida, recreaciones y aspectos importantes, en el análisis de los salarios para cada una de las categorías y especialidades del personal que se pudieran requerir en el proyecto, como son el caso de prestaciones sociales, seguros, los principales esquemas de la ley laboral que rija en el país donde se realiza la investigación, y otros factores que en mayor o menor medida pudieran determinar la integración del salario.

También se debe acordar con el socio la aportación y balanceo del personal técnico, administrativo y obrero para la realización del proyecto y que este análisis o curva

ocupacional quede bien fundamentada para la formulación de la propuesta, pues suele suceder que por incongruencias en este punto, se ponga en juego el resultado de la oferta y el de la propia ejecución del proyecto.

Las jornadas de trabajo o clasificación de turnos, es el producto de toda la información anterior y este aspecto se verá comprendido, en el planteamiento y análisis del procedimiento constructivo, sin embargo, no está por demás obtener antecedentes y estadísticas al respecto en la zona de la obra por construir, pues muchas veces la experiencia es mejor aliada que todos los pronósticos más optimistas que se pudieran plantear en cuanto a la eficiencia de la ejecución de la obra.

b) Materiales:

En lo que respecta a las cotizaciones de materiales, no se trata únicamente de consultar a los proveedores locales y extranjeros para obtener precios de lista, sino es en realidad todo un programa completo por ejecutar, en cuanto a solicitar información de precios de oportunidad a corto, mediano y largo plazo, ya sea en el país de origen de los materiales o el suministro a mayor y menor escala de los insumos que harán incidencia en el presupuesto, manejando las posibles cantidades y programas de entrega en favor de la obra.

Se debe escatimar en los precios de los materiales, para obtener el mayor margen de ahorro y utilidad en los costos, si fuera necesario habría que consultar vía telex o telefónica, otros mercados que pudieran competir en el suministro de los materiales por ocuparse en la obra.

Se debe de plantear una estrategia en la adquisición y compra de materiales, sobre los descuentos y distintas formas de pago, con las que se pueda operar en moneda local o divisas internacionales.

Se debe considerar en los materiales: flates, almacenamiento, impuestos e imprevistos en el flujo del suministro de los principales volúmenes de obra por ejecutar, pero por otro lado se tiene que cumplir con la calidad y requerimientos solicitados por el cliente en los plazos que se hayan previamente establecido.

Cabe señalar, que es importante solicitar las cotizaciones con su respectiva seriedad de cumplimiento de precio en el tiempo que indique el proveedor, pues la falta de esto pudiera afectar posteriormente en el costo de la obra. En su defecto se deberán medir los riesgos que pudieran alterar la seriedad de la propuesta.

c) Equipo de construcción:

El equipo de construcción requiere que se le compare y formule en alternativas de trabajo para optimizar la oferta. Se debe analizar tanto el costo de adquisición local y extranjero con sus respectivos impuestos de importación, así como la depreciación misma del equipo y el costo de recuperación, ya sea como un equipo que se pudiera reactivar o en ocasiones, si ya cumple por demás con su vida útil, pensar en venderlo en el futuro como chatarra, para poder aprovechar únicamente, el acero y las materias primas con las que éste fue manufacturado.

Para poder vender el equipo como desecho o chatarra, habrá que investigar como contratista, las condiciones e imposiciones que pudieran tener las leyes de comercio e importaciones al respecto, pues definitivamente involucran una serie de trámites administrativos, que valdría la pena considerarlos como un factor en la propuesta.

El equipo alquilado debe estar implícito en el balance de maquinaria, para lo cual habrá que estimar únicamente el necesario en el cálculo de la oferta.

Por otro lado, queda sobreentendido que el contratista, tiene conocimiento real sobre el estado y condiciones en las que se pudiera encontrar su equipo en propiedad, y así poder

analizar el procedimiento en función de sus recursos y los que se tengan que adquirir.

d) Posibles subcontratistas:

También queda implícito en el estudio de mercado o mercadeo, solicitar diversas cotizaciones según las necesidades de la obra, para la participación de algunos subcontratistas, sobre todo para instalaciones varias, como son el caso de montajes de compuertas, perforaciones, inyecciones, campamentos, acarreos, etc., que según los alcances o conveniencias del contratista, será oportuno o no, concecionar algunos servicios o partes de la obra.

e) Situación política y económica:

Por otro lado, es conveniente tener conocimiento sobre aspectos económicos del país anfitrión de la obra, como son el caso de la paridad de la moneda, la inflación interna, la procedencia de los fondos que financiarán el proyecto, ya sean por parte del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), el Banco Interamericano de Reconstrucción y Fomento (BIRF), o alguna otra institución que otorgue créditos internacionales, así como también el porcentaje que aportará la nación sede para la realización del proyecto, para esto vale la pena conocer la solvencia económica del cliente y con esto tener una idea de los aspectos económicos

del contratante, así como la situación financiera del gobierno interesado en la construcción de la obra.

Todo lo anterior, referente al área financiera, definirá la posición del contratista en cuanto a la solicitud de algunos créditos de las instituciones bancarias locales o dependiendo de la magnitud del proyecto, solicitar apoyo y respaldo, para poder alcanzar un financiamiento de alguna línea de crédito de renombre internacional.

También se deben investigar aspectos como los impuestos especiales del país sede, los gastos por contribuciones e inscripciones a institutos u organismos que fueran necesarios afiliarse para la autorización de la ejecución de la obra.

Todos los tópicos anteriores, se deben de considerar en el costo financiero de la propuesta y así poder calcular el financiamiento de la misma.

Por otro lado, es recomendable tener conocimiento sobre la situación política y el aspecto seguridad, actual y a futuro del país en el que se piensa concursar.

En resumen, el estudio del mercado debe ser trascendente en la planeación y planteamiento del análisis básico de la propuesta para obtener un buen resultado, con la firme intención de ganar el concurso.

2.4 Definición del método constructivo (excavación y revestimientos).

Después de haber estudiado los planos y especificaciones del proyecto, de haber realizado la visita al sitio de la obra, y de haber revisado las condiciones físicas del proyecto (clima, pluviosidad, temperatura, curvas del flujo de los ríos, geología, etc.), la primera gran decisión que se debe de tomar es la selección del método de construcción.

Esta decisión será más adecuada entre más gente con experiencia y conocimiento del proyecto intervenga en ella. Para ésto se deben esquematizar, en la medida de lo posible, algunas alternativas al respecto, y así, discutir los sistemas constructivos más económicos, y según las necesidades que se tengan, habrá que realizar un estudio más detallado para la elección definitiva.

Una vez establecidos los métodos constructivos, y de acuerdo con las condiciones del trabajo, se seleccionarán los equipos que se emplearán.

Cuando no sea evidente cuales equipos son los más eficientes, se realizará un estudio económico comparativo para determinarlos, tan afinado como lo permita el tiempo que se tenga para presentar la oferta.

Para poder realizar correctamente la selección del equipo y los métodos adecuados de construcción es necesario tener un programa de obra preliminar y es en base a este programa, que se determina el número de equipos que se necesitan para cada actividad.

Los anteriores análisis, para el planteamiento del método de construcción, se deben de analizar con números gruesos, es decir, sin detallar los cálculos en resultados exactos, pues para fines del estudio, no hay necesidad de dedicarles mayor tiempo, sino únicamente un periodo razonable, para obtener soluciones óptimas del plan de trabajo.

Cuando se alcanzan a distinguir todas las variables comprendidas en el planteamiento, se procede entonces, a desarrollar propiamente el método constructivo, el cual deberá cumplir con los requerimientos técnicos y financieros de la obra.

Para la definición del método constructivo del túnel en cuestión, en un principio se describe de una forma general la secuencia de las actividades y después se particulariza en los principales aspectos de los métodos de construcción de túneles en roca.

La secuencia de las actividades, variará en función del tipo y tamaño del túnel, con el método de ataque, y con la

clase de formación rocosa que se encuentra.

La construcción puede ser con uno, dos o de ser necesario hasta tres turnos diarios.

Para un túnel perforado a través de roca, pueden aplicarse en términos generales las siguientes actividades, para un método constructivo convencional.

- 1) Instalación y principio de la barrenación.
- 2) Carga y detonación de los explosivos.
- 3) Ventilación y remoción del polvo después de una explosión.
- 4) Carga y acarreo de los escombros.
- 5) Abatimiento del nivel freático, si es necesario.
- 6) Erección de los ademes para los hastiales y la bóveda, si se necesitan.
- 7) Colocación de refuerzos metálicos.
- 8) Colocación del revestimiento de concreto.

Las primeras cuatro actividades están relacionadas a la perforación del túnel, y con frecuencia establecen la velocidad de avance en la construcción del mismo. El desarrollo de las otras actividades debe de estar coordinado con la velocidad de perforación, mientras se necesiten en la excavación del túnel.

Ahora bien, para la construcción de túneles en roca es

importante conocer lo siguiente:

a) Métodos de excavación.

Se puede atacar a plena sección con apuntalamiento eventual mediante pernos de anclaje, pero para secciones mayores, es recomendable atacar en dos escalones, primeramente la sección superior (bóveda) y luego la inferior (destroza). Entre otras ventajas, esta táctica conduce a cierta economía de explosivos.

b) Barrenación.

La barrenación se realiza con martillos de aire comprimido con inyección de agua o electro hidráulicos. Los jumbos de perforación se colocan en posición tan pronto como se termina la carga y evacuación de los escombros, y después se quitan del frente de ataque.

Los jumbos se retiran hacia atrás hasta una distancia de 100 m. aproximadamente, para protegerlos contra los materiales proyectados por las voladuras.

c) Voladura.

El volumen de roca existente en una sección y longitud determinadas, que es disgregado y proyectado por la explosión de los barrenos se le llama voladura.

El rendimiento de los explosivos se determina por la estructura de la roca.

El explosivo trabaja de diferente forma, según la profundidad, inclinación y carga de los barrenos.

Es necesario repartir los barrenos sobre el frente de ataque dándoles el diámetro, longitud, inclinación y carga necesarios para obtener el volumen deseado de voladura.

El principio de voladura consiste en disponer cargas que se hacen estallar sucesivamente con cebo, retardo o microretardo y que liberan primeramente el centro de la sección (tapón), después una zona anular alrededor del tapón (ensanche), dos zonas laterales (paramentos) y una zona superior (corona) y, por último la zona inferior (elevación). Lo anterior se ilustra en el esquema No. 3.

d) Ventilación.

En promedio se necesita un volumen de aire fresco del orden de 3 m³/min. por cada hombre en el frente de trabajo, pero en los túneles en los que se utilizan motores de combustión de gases tóxicos de escapes o resultantes de las voladuras, se necesita un mayor volumen de aire para la ventilación.

Los ventiladores están instalados al aire libre. El aire se hace circular por conducciones de chapa de diámetro que varía de 30 a 100 cm.

A medida que se aumenta la profundidad de los túneles se comprueba una elevación de temperatura. Cuando la temperatura sobrepasa los 25° c. resulta molesta para el trabajo, y debe combatirse mediante una ventilación energética cuyo efecto puede completarse mediante pulverizaciones de agua fría en el aire sobre la boca e instalando refrigeradores.

e) Carga y acarreo.

Después de la explosión, los escombros recubren el suelo del túnel en una distancia que puede llegar a 30 o 50 m. con los tapones ordinarios.

Para la eliminación de los escombros se utilizan traillas, palas cargadoras, cargadores frontales o algún otro equipo de carga de escombros.

Los escombros se pueden transportar por vía férrea o sobre neumáticos en camiones volteo del tipo fuera de carretera o los convencionales camiones roqueros de 6 m³. de capacidad de carga.

f) Control nivel freático.

El nivel freático se debe de abatir en caso de ser necesario, y para ésto se calcula un sistema de bombeo que cubra las necesidades del procedimiento constructivo.

g) Entibación o erección de los ademes.

En terreno rocoso homogéneo y compacto, es posible, dentro de ciertos límites, perforar a plena sección sin entibación, pero en terrenos compuestos por roca dislocada, agrietada, disgregada o que empuja mucho (anhidritas), hay que recurrir a la entibación y avanzar a veces en sección pequeña como en los terrenos sueltos.

Para la entibación de túneles en roca existen entibadores metálicos y de madera.

En caso de que se presentaran fenómenos de descompresión en la roca se deben utilizar los pernos de anclaje, distinguiéndose principalmente los siguientes: pernos de ranura y cuña, pernos con cono de anclaje y pernos anclados con mortero de cemento.

h) Colocación del revestimiento de concreto.

Para los túneles en roca sin entibación o con entibación incorporada al revestimiento, se coloca el concreto a plena sección con cimbras metálicas, generalmente telescópicas, que se desplazan sobre pórticos.

La fabricación del concreto se realiza, en general en el túnel, por un tren de colado que se desplaza sobre carriles.

El agua se conduce del exterior mediante tuberías o se capta en el túnel.

El tren de colado no es necesario, naturalmente, más que para longitudes apreciables del túnel.

Es importante considerar las inyecciones con cemento después del revestimiento para:

- 1) Llenar los huecos que puedan quedar entre el revestimiento y el terreno o en los resultantes de las uniones entre anillos sucesivos.
- 2) Tapar las fisuras de la masa del terreno, que ya existan naturalmente antes de la perforación o provengan de la rotura consecutiva a la perforación.

2.5 Estrategias de trabajo.

Para cumplir con las estrategias de trabajo, el contratista debe estructurar un plan de licitación que contemple todos y cada uno de los aspectos; técnicos, financieros, legales y administrativos del concurso, para poder delimitar los alcances del mismo .

La construcción pesada es un campo muy competido, por lo tanto, el contratista debe preparar la oferta lo más precisa. En ocasiones, si el costo estimado es muy bajo y el contratista obtiene el contrato de la obra este tomará un alto riesgo de perder dinero en el proyecto. Por otro lado, si el costo estimado es muy elevado, el contratista tendrá

pocas oportunidades de ser el oferente más bajo y de obtener el contrato de la obra.

Por lo anterior, la valorización debe estar basada en los sistemas de construcción más eficientes, en un programa de trabajo apropiado y en un análisis preciso de los costos de cada concepto de trabajo. El contratista deposita una gran confianza en la habilidad e integridad de su estimador ya que una oferta correcta es esencial para su éxito.

La estimación de costos es de vital importancia en la industria de la construcción, pues el constructor es el único productor que debe fijar el precio de su producto antes de haberlo producido.

Si el contratista gana la licitación y realiza la construcción del proyecto, el orden, seguridad y profundidad de la preparación de la oferta será de una gran utilidad para la ejecución de la obra.

Cabe recalcar, que en este tipo de trabajos, vale la pena asociarse con un contratista local, es decir, formar un consorcio o "Joint venture" (sociedad que se forma entre dos o más contratistas, para la realización de un proyecto), para incrementar la estabilidad económica y poder participar en proyectos más ambiciosos.

Por otro lado, es importante tener una idea clara, sobre el estimado oficial de la obra y de esta forma saber sobre las posibilidades de adjudicación del contrato.

En la presentación de la propuesta existen una serie de estrategias financieras sobre el buen uso del dinero, para poder balancear los precios razonablemente y en beneficio de la oferta. Para ésto se calcula el flujo de efectivos en función del estimado de ingresos y egresos según el programa de obra y de esta forma se obtienen ventajas en el pago de intereses a favor del contratista. De igual forma se pueden desbalancear los precios, en función de los volúmenes de obra por ejecutar, siempre y cuando no se afecte el importe total de la propuesta.

Muchas veces, se pueden llegar a presentar oportunidades en la explotación de agregados, por las condiciones de los bancos de materiales que permiten al contratista minimizar sus costos en la explotación y acarreo, y así ofrecer más garantías en la buena ejecución de la obra.

Una de las estrategias de mayor trascendencia en la propuesta, es la obtención de anticipos, pagos por movilizaciones o reconocimiento y compensaciones por reservas de agregados o materiales que tengan mayor incidencia en la oferta, por parte del cliente para el contratista.

Otra de las estrategias que se debe de considerar es la escalación, siempre y cuando el cálculo de la fórmula de ajuste, le permita desbalancear los insumos al contratista.

Sin embargo, el objetivo principal del estudio técnico-económico del proyecto, es calcular el costo lógico y el tiempo de construcción, con un precio de oferta que permita al contratista obtener una utilidad razonable, según los intereses de trabajo que le permitan abrir mercado en un país, en el cual no tenga antecedentes de trabajo, así como también poder depreciar su equipo en función de las necesidades del contratista.

Por último, la estrategia a seguir en la presentación de la oferta debe de consistir en la medida de lo posible en obtener la adjudicación del contrato, para ésto, el contratista debe de contemplar todos los recursos necesarios para el desarrollo del trabajo.

A continuación se ilustra un diagrama de flujo, para observar la secuencia de la formulación de las propuestas.

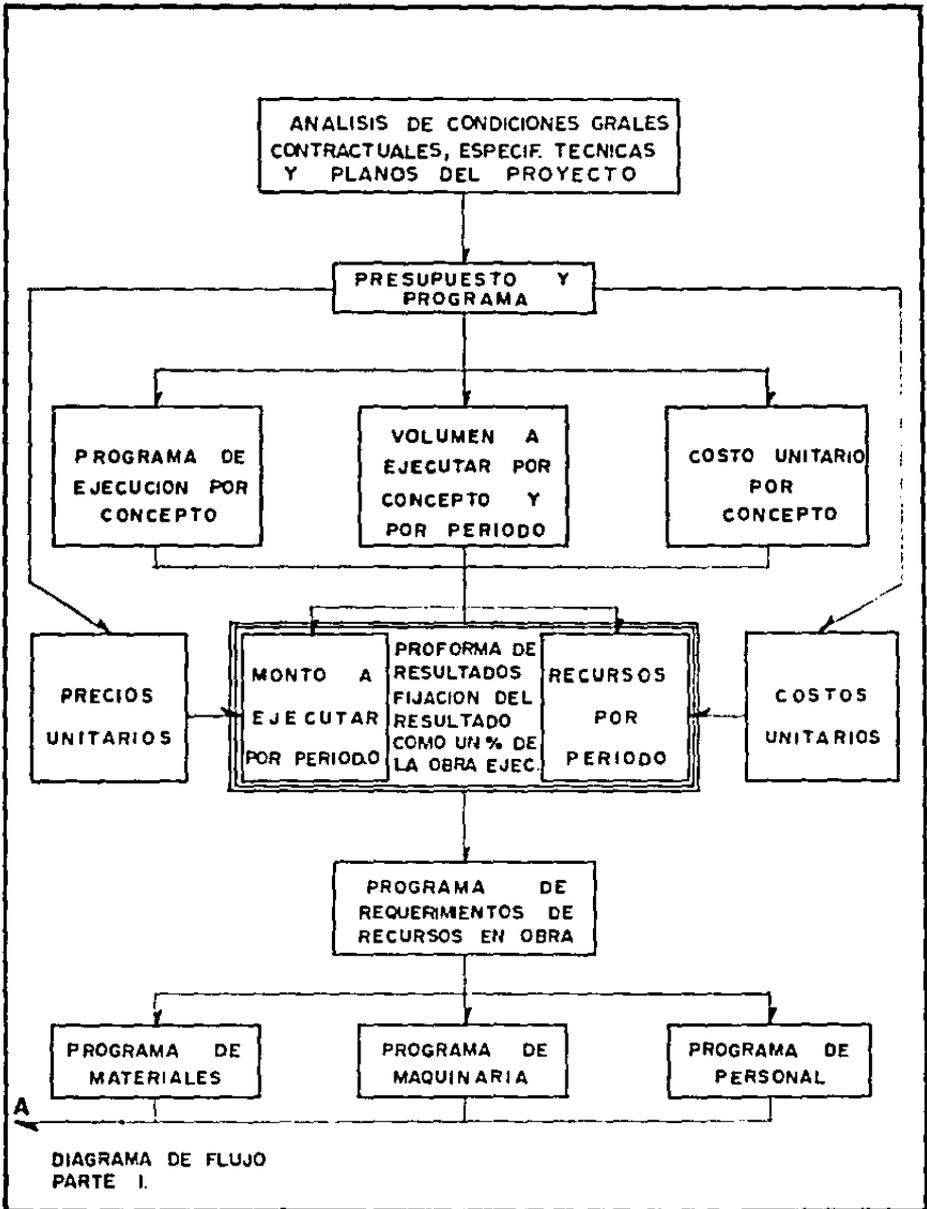


DIAGRAMA DE FLUJO
PARTE I.

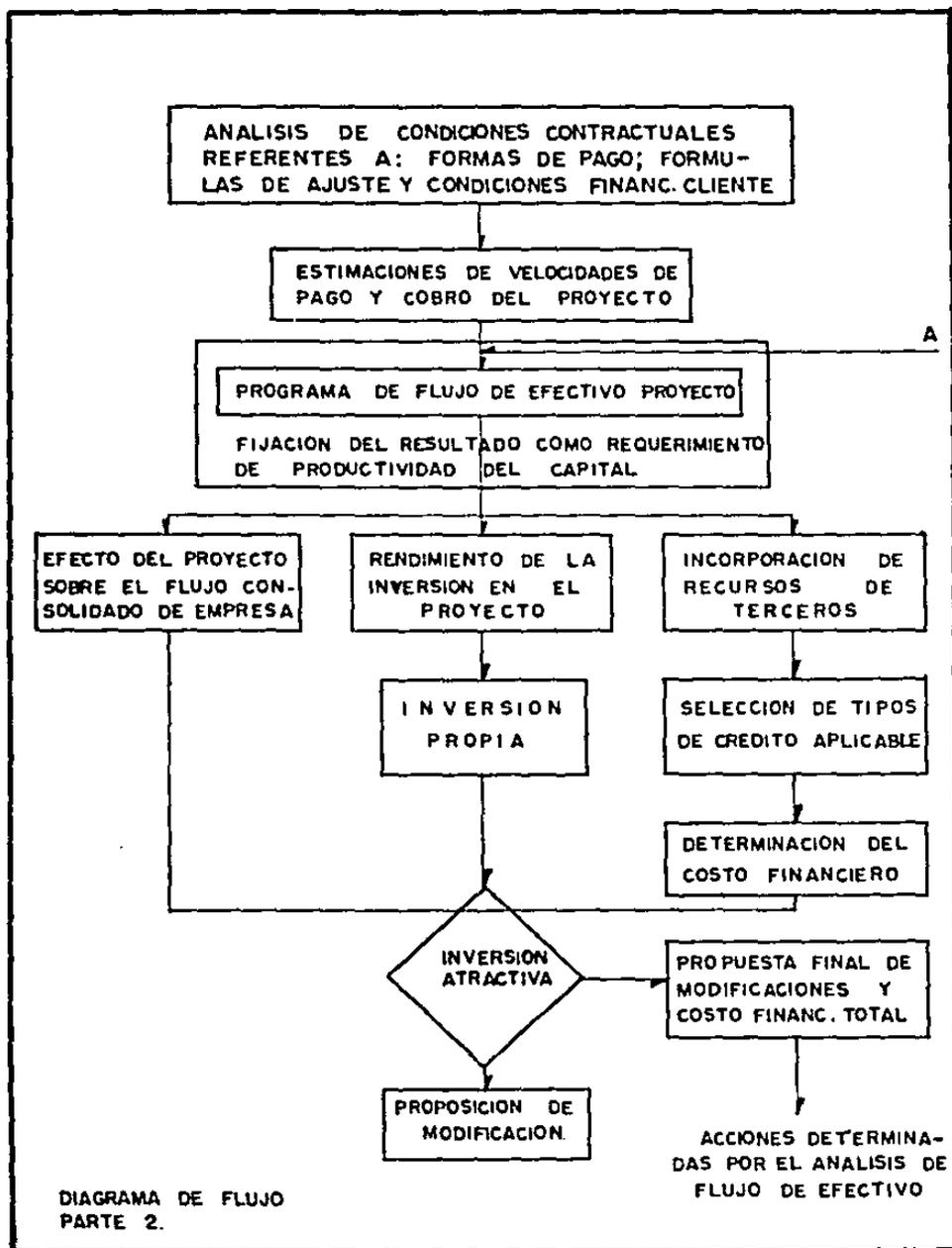
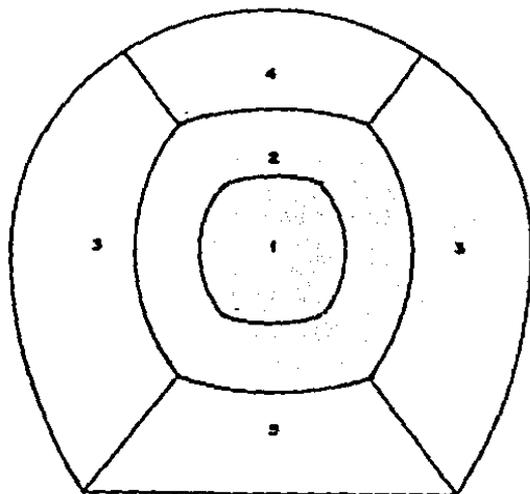


DIAGRAMA DE FLUJO
PARTE 2.

PRINCIPIO DE VOLADURA



- 1 TAPON
- 2 ENSANCHE
- 3 PARAMENTO
- 4 CORONA
- 5 LEVANTAMIENTO

PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DE LA OBRA

El procedimiento constructivo de la obra se debe de analizar cuando los sistemas constructivos por emplear y los correspondientes equipos de construcción , esten parcialmente definidos.

El procedimiento requiere que los analistas conozcan totalmente el proyecto y que lo visualicen como un conjunto de operaciones interdependientes y no como una serie de actividades aisladas. Con lo anterior en mente, se determinan las horas del equipo de construcción empleadas, los materiales de consumo y la mano de obra requerida , así como los materiales y equipos permanentes, para determinar las ligas de recursos necesarios para la realización del trabajo.

Ahora bien, es importante señalar que en la construcción de los túneles convencionales se identifican dos problemas principales: la ejecución de la excavación y la colocación del revestimiento.

Los tramos de excavación y revestimiento, se escalonan detrás de cada frente de ataque y la duración de realización de la obra depende del número de frentes de ataque que puedan utilizarse simultaneamente. Evidentemente para

incrementar la eficiencia del trabajo conviene multiplicar los frentes de ataque, siempre y cuando esto se refleje en la economía del proyecto.

Para el ejemplo en cuestión se planeó la construcción con dos frentes de trabajo:

Frentes de trabajo
de la excavación.

1. Por el portal de entrada.
2. Por el portal de salida.

A continuación, el siguiente subcapítulo señala algunos datos geotécnicos generales de la zona de construcción del terreno.

3.1 Antecedentes Geotécnicos.

En el área de trabajo, afloran rocas estratificadas y rocas intrusivas, según las notas al respecto de las especificaciones técnicas particulares de la geología del lugar de la obra.

Las rocas estratificadas son volcánicas y volvanoclásticas, en general presentan metamorfismo de contacto y silificación debido a las fosas magmáticas que

dieron origen a las intrusivas. Las rocas intrusivas corresponden a " stocks " o cúpulas batolíticas, cuerpos hipabisales y/o subvolcánicas y a numerosos diques y diques mantos.

Naturalmente que al existir ambos tipos de rocas, se presentarán en las zonas de contactos "rocas de mezcla " o sea, rocas estratificadas parcialmente asimiladas y rocas intrusivas contaminadas.

Es necesario destacar sin embargo, que desde el punto de vista geotécnico, los tipos litológicos encontrados en la superficie del área del trazado, tanto de rocas estratificadas como de rocas intrusivas y rocas de mezcla, presentan características muy similares entre sí.

Se trata de rocas ígneas que en general son duras a muy duras con una resistencia a la compresión sobre los 1000kg/cm². Son resistentes tanto a la acción mecánica como a la alteración química y su densidad es alta (superior a 2.6 gr/cm³). Se estima sin embargo, que las rocas estratificadas, pueden ser más abrasivas que las intrusivas, debido a la silificación general que normalmente presentan.

El macizo rocoso formado por éste conjunto de rocas, originalmente resistentes y duras, está surcado por varios tipos de estructuras donde circularon soluciones

hidrotermales las que localmente alteraron a las rocas.

Las estructuras corresponden a fallas, zonas de fracturas y sistemas de diaclasas. Las áreas más afectadas por la alteración hidrotermal de tipo argílica, cuarzo sericitica y propilitica, son; zonas de fallas y zonas más densamente fracturadas.

3.2 Descripción del método de excavación y revestimientos.

Según la naturaleza del terreno, puede atacarse la excavación con una sección de tamaño convencional y en función de las restricciones impuestas por el cliente para la construcción del túnel.

En el caso de nuestro ejemplo, estas secciones estan previamente definidas por el cliente en los planos de licitación y el proponente se deberá ajustar a los perfiles transversales y longitudinales diseñados de tal forma, que la ejecución del trabajo, este dentro del entorno ingenieril del diseño convencional de los túneles.

En el esquema No.2, se indica gráficamente los cortes longitudinales y transversales del túnel, y en base a esto, así como a los antecedentes geotécnicos, se analiza el procedimiento de excavación y revestimiento seleccionado por los analistas del concurso.

Para el planteamiento del análisis, es necesario sujetarse a las especificaciones generales que se refieren a las excavaciones subterráneas, dichas especificaciones se anuncian en seguida;

Especificaciones técnicas generales de;

- (ETG) Trabajos topográficos
- (ETG) Perforaciones, Muestreos, Pruebas y
 Ensayos en sondajes.
- (ETG) Excavaciones subterráneas.
- (ETG) Sostenimiento de roca.
- (ETG) Obras de concreto.
- (ETG) Concreto proyectado.
- (ETG) Trabajos de inyección.

Después de haber estudiado detenidamente cada una de las anteriores especificaciones se define que se debe de emplear el método tradicional empleando explosivos y se procede a diseñar un plan de trabajo, considerando los siguientes aspectos para el análisis de las excavaciones y revestimientos;

- a) Separación entre barrenos.
- b) Cantidad de explosivos.
- c) Materiales de sobra; que no sean procesados como material petreo para concreto, se deben depositar en

botaderos definidos en los planos.

d) Volúmenes de excavación por voladura, secciones teóricas, (sobreexcavaciones incluidas).

También están incluidos: acuñaduras, drenajes, agotamiento (bombeo), limpieza, instalaciones de drenaje, iluminación, ventilación, agua, energía eléctrica, aire comprimido, captaciones, desviaciones, evacuación de aguas de filtración (cualquier caudal), carga, y transporte de rezaga, equipo y materiales necesarios.

e) Tipos de roca a considerar;

1) Roca base tipo 1; sin sostenimiento (no requiere sostenimiento sistemático), sólo se considera la utilización de pernos sellados aislados.

2) Roca tipo 2; requiere empleo de sostenimiento, pernos sellados, concreto proyectado, concreto proyectado con malla de refuerzo, concreto proyectado armado o marcos metálicos de refuerzo.

3) Roca tipo 3; requiere utilización de marcos metálicos de soporte solos o combinados con otra forma de sostenimiento, incluso marchiavantis o bien marcos metálicos circulares o con trabesaño inferior, tornapunta.

Para el sostenimiento de las excavaciones, se toman en cuenta;

f) Pernos sellados de dos componentes:

1) Componente fija; Por unidad instalada, incluyen los costos de la parte exterior a la perforación, con sus accesorios, instalaciones y retiros de equipo, así como todo otro factor que sea independiente de la longitud del perno dentro de la perforación.

2) Componente variable; por la longitud en metros lineales, incluye todos los factores del costo que son variables en función de la longitud de perforación y del perno en el interior de la misma.

Se debe considerar el suministro de los pernos completos, con sus placas y sistemas de ariete, tener un "stock" de repuestos, la perforación, el relleno con mortero, lechada o resinas y la instalación, operación y retiro de equipos de trabajo.

g) Malla soldada: Suministro, colocación y fijación.

h) Concreto aplicado neumáticamente (CAN): la primera capa se cuantifica en m². El precio no debe incluir el cemento, ni el acelerador de fraguado.

Las capas adicionales serán por volumen teórico, colocado según orden en m³.

i) Marcos metálicos en kg; Incluyen, madera para bloqueo, apuntalamiento o encostillado, acuñaduras y excavaciones adicionales, para su colocación.

- j) Marchiavantis en kg; Agujas metálicas, incluye dispositivo de empuje.
- k) Concreto en m³; teórico, incluye cimbra y equipo para su colocación.

Para las perforaciones e inyecciones, se considera:

- l) Inyecciones de relleno de clave o bóveda; se calculan por metro de túnel revestido, medido por su eje longitudinal, incluye todos los trabajos y materiales necesarios. (inclusive cemento).
- m) Barras de anclaje en kg.: incluye su perforación y su inyección de mortero.
- n) Perforaciones e instalaciones de alivio de presión en metros que incluye su tubería de drenaje.

Después de haber analizado y comprendido, todos y cada uno de los incisos anteriores, en conjunto con los antecedentes geotécnicos y características particulares del túnel, se dispone el analista a enumerar de una manera general, las actividades dentro del túnel con una secuencia lógica de los trabajos por efectuar para la construcción de la obra;

- a) Excavación.
 1. Trazo topográfico y movimiento del equipo.
 2. Barrenación para excavación en roca.
 3. Cargue y voladura de la roca con explosivos.

4. Ventilación del frente.
5. Amacise de la roca suelta y extracción de la rezaga.
6. Instalación eléctrica, neumática y ventilación.
(generalmente es simultánea con la 1,2 y 3).
7. Peines y/o rellenos (es simultánea con la siguiente voladura en caso de ser necesaria).
8. Bombeo de agua de filtraciones y/o canales por gravedad.
(esta actividad es permanente durante toda la construcción).

b) Soporte y revestimiento.

1. Primera fase concreto proyectado.
2. Colocación marcos de refuerzo y/o soporte.
3. Colocación de los marchiavantis.
4. Barrenación para colocación de los pernos sellados.
5. Colocación e inyección de los pernos sellados.
6. Colocación malla electro-soldada y/o acero de refuerzo.
7. Colocación segunda fase concreto proyectado.
8. Perforación para relleno en clave.
9. Inyección para relleno en clave.
10. Perforación por tratamiento de grietas.
11. Lanzado para tratamiento de grietas.
12. Colocación concreto en cubeta (radier).
13. Colocación concreto en hastiales y bóveda.
14. Perforaciones para drenaje.
15. Relleno cárcamos bombeo, canales, galerías, etc.
16. Ventilación túnel.

17. Retiro de instalaciones y limpieza (vías eléctricas, aire y ventilación).

3.3 Análisis de las principales actividades.

Para elegir los sistemas y equipos necesarios en la construcción del túnel, se deben analizar y comparar las alternativas preestablecidas en la planeación del procedimiento constructivo, es por eso, que a continuación se enumeran las principales actividades del método, con sus respectivos análisis, comparando en algunos casos las posibles alternativas de elección.

a) Barrenación.

Es necesario hacer el cálculo de los volúmenes para excavación y sostenimiento. Los resultados del cálculo del área se presentan a continuación y en el esquema No.4 se ilustra la sección teórica.

Vol. de excavación teórica = 53.05 m³/m. (línea A)

Vol. total de excavación = 57.08 m³/m. (línea B)

Perímetro total = 26.34 m. (línea A)

Perímetro total = 27.30 m. (línea B)

Para la barrenación se analizaron dos alternativas de equipos de perforación.

Jumbo neumático
Modelo 620 A (Tamrock)

Jumbo electrohidráulico.
Modelo SAXIMATIC HS305 B
(Tamrock)

Bastidor portal sobre rieles
remolcado por locomotora.

Bastidor autopropulsado
sobre neumáticos.
Motor diesel c/propulsión
en las cuatro ruedas.

Con seis perforadoras
neumáticas.
de rotación y percusión.

Con tres perforadoras
hidráulicas.
de rotación y percusión.

Requiere dos compresores
eléctricos de 1500 pcm. c/u.

No requiere compresores.

Requiere 600 HP aprox.

Requiere 230 HP aprox.

Dos perforadoras neumáticas
hacen el trabajo de una
hidráulica.

Una perforadora hidráulica
hace el trabajo de dos
neumáticas.

Requerimientos de hombre-
operación son mayores.

Requerimientos de hombre-
operación son menores.

Mayor ventilación.

Menor ventilación.

Disminuye la visibilidad
de operación.

Aumenta la visibilidad
de operación.

Menor rango de penetración.

Mayor rango de penetración

Mayor producción de ruido.

Menor producción de ruido.

El mantenimiento se requiere
mayor número de veces.

El mant. se requiere
menor número de veces.

Valor de adquisición es mayor.

Valor de adquisición es
menor.

Repuestos más económicos.

Repuestos menos económicos

Como se distingue el jumbo electrohidráulico es mucho mejor que el neumático, sin embargo uno de los imponderables

para la selección del electrohidráulico, es el suministro de energía y reparaciones más especializadas, en el caso del ejemplo en cuestión no representaba ningún problema el suministro de la energía eléctrica y a su vez fue determinante el hecho de que hubieran obras de minería en la región, para su posterior comercialización.

Por otro lado, aunque los repuestos sean más caros para el jumbo electrohidráulico, si se le suman al valor de adquisición de este equipo, no llegan a ser ni por mucho equiparables al valor de adquisición del jumbo neumático.

Uno de los puntos que se tomó con mayor consideración, fue el hecho de que el jumbo electrohidráulico transita sobre neumáticos, y el procedimiento constructivo se planteó en función de la carga y transporte de la rezaga que será con camiones volteo y cargador frontal sobre neumáticos, es decir, no se consideran en ningún momento la instalación de vías en el túnel.

Además el jumbo electrohidráulico, tiene mayores posibilidades de reventa, definitivamente es más comerciable que el jumbo neumático, pues este último se diseña su estructura para las necesidades que se tengan en el túnel de excavación, y después resulta muy caro acondicionarlo para otra clase de trabajos. El jumbo electrohidráulico tiene una mayor versatilidad de adaptación a las características del

trabajo.

En el esquema No. 5 se ilustran los diagramas del jumbo electrohidráulico.

b) Carga y voladura .

Se analiza el diagrama de barrenación con cada uno de los barrenos típicos. El diseño de la plantilla de barrenación se muestra en el esquema No. 6.

Cálculo de la plantilla de barrenación.

Perforación $1 \frac{7}{8}" = 48 \text{ mm}$

Profundidad = 3.6 m , avance por voladura = $90\% = 3.25 \text{ m}$

Sección = 53.05 m² (Teórica Línea A)

Perímetro = 12.33 + 8.41 + 5.6 = 26.34 m (línea A)

1) Barrenos de piso.

v (distancia propuesta) = 1.15 < E = 1.25
entre separación de
los barrenos

d = L/v = 5.6/1.15 = 4.86 Espacios = 5

d = 5.6/5 = 1.12 m

d = distancia entre barrenos.
L = ancho en el piso del túnel
V = distancia propuesta
E = distancia teórica

Carga (se ha calculado según libro Técnica Sueca de Voladuras)

Profundidad = 3.6 m
 Fondo = $3.6 \times 1/3 = 1.2$ m
 0.9 kg/dm³
 = 1.95 kg/barreno

 Columna = $3.6 - 0.55 - 1.2 = 1.85$ m.
 0.45 kg/dm³
 = 1.5 kg/barreno

 Tapón = 0.55m.

 = 3.45 kg/barr.

2) Barrenos de precorte.

$v = 0.9$ v de piso = $0.9 \times 1.15 = 1.03$

Los Barrenos se consideran a 0.60 m.

Se toma el perímetro de la clave y
 hastiales hasta 2.0 m del piso.

$P = 12.33 + 4.41 = 16.74$ ml

No. de barrenos = $16.74 \text{ ml} / 0.60 \text{ m} = 27.9$ espacios = 28 esp.

Carga:

Profundidad = 3.6 m
 Fondo = $3.6 \times 1/3 = 1.2$ m
 0.15 kg/dm³
 = 0.32 kg/barr.

 Columna = $3.6 - 0.6 - 1.2 = 1.8$ m
 0.07 kg/dm³
 = 0.23 kg/barr.

 Tapón = 0.60 m

 = 0.55 kg/barr.

3) Cuña (ver esquema No. 7)

1er. cuadro;

Profundidad = 3.6 m
Fondo = $3.6 \times 1/3 = 1.2$ m.
0.30 kg/dm³
= 0.65 kg/barr.
Columna = $3.6 - 1.2 - 0.15 = 2.25$ m.
0.45 kg/dm³
= 1.82 kg/barr.
Tapón = 0.15 m
= 2.47 kg/barr.

2do. cuadro;

Profundidad = 3.6 m
Fondo = $3.6 \times 1/3 = 1.2$ m.
0.40 kg/dm³.
= 0.86 kg/barr.
Columna = $3.6 - 0.28 - 1.2 = 2.12$ m.
0.60 kg/dm³.
= 2.29 kg/barr.
Tapón = 0.28 m.
= 3.15 kg/barr.

3er. cuadro;

Profundidad = 3.6 m
Fondo = $3.6 \times 1/3 = 1.2$ m.
0.50 kg/dm³
= 1.08 kg/barr.
Columna = $3.6 - 0.44 - 1.2 = 1.96$ m.
0.75 kg/dm³.
= 2.56 kg/barr.
Tapón = 0.44 m.
= 3.64 kg/barr.

4) Barrenos de frente.

$$v = 1.2 \quad < \quad E = 1.3$$

Horizontales;

En centro $d = L/v = 5.2$ 6 esp.
d=1.04

+/- 1 m $d = L/v = 4.37$ 5 esp.
d=1.05

+/- 2 m $d = L/v = 3.79$ 4 esp.
d=1.14

+/- 3 m $d = L/v = 3.91$ 4 esp.
d=1.18

Vertical :

$d = L/v = 5.52$ 6 esp.
d=1.2

Carga :

Profundidad = 3.6 m

Fondo = $3.6 \times 1/3 = 1.2$ m.
0.85 kg/dm³.
= 1.83 kg/barr.

Columna = $3.6 - 1.2 - 0.6 = 1.8$ m.
0.40 kg/dm³.
= 1.30 kg/barr.

Tapón = 0.6 m.
= 3.13 kg/barr.

Resumen:**Análisis para barrenos de 3.6 m.**

Barrenos de 3.6 m 3.20 efectivos para material tipo 1.

Barreno	A	B	C	D	E
	No.Barr.	Mts.Perf.	Carga Fondo AxC=C	Carga Columna AxD=D	Total Carga C+D=E
Piso	6	21.6	1.95/11.7	1.5/9	3.50/20.7
Precorte	31	111.6	0.32/ 9.9	0.2/6.2	0.50/16.1
Cuña 1er c.	4	14.4	0.65/ 2.6	1.8/7.2	2.50/ 9.8
Cuña 2do.c.	4	14.4	0.86/ 3.5	2.3/9.2	3.20/12.7
Cuña 3er c.	4	14.4	1.08/ 4.3	2.6/10	3.70/14.3
Barrenos de frente	30	108.0	1.95/58.5	1.5/45	3.50/104
Sumas:	79	284.4	90.5	86.6	177.6
Dos barr. cebados.	2	7.2			
Sum. Total.	81	291.6	90.5	86.6	177.6

Volumen = 53.05 m² x 3.24 m = 171.88 m³.Carga específica = 177.60/171.88 = 1.04 kg/m³Barrenación específica = 291.6/177.60 = 1.7 m/m³**Análisis para barrenos de 3.00 m.**

Barrenos de 3.0 2.7 m efectivos para material tipo 2.

Barreno	A	B	C	D	E
	No.Barr.	Mts.Perf.	Carga Fondo AxC=C	Carga Columna AxD=D	Total Carga C+D=E
Piso	6	18	1.62/9.7	1.6/9.6	3.2/19.3
Precorte	31	93	0.27/8.4	0.2/6.2	0.5/14.6
Cuña 1er. c.	4	12	0.54/2.2	1.5/6.0	2.1/ 8.1
Cuña 2do. c.	4	12	0.72/2.9	1.9/7.6	2.6/10.5
Cuña 3er. c.	4	12	0.90/3.6	2.1/8.4	3.0/12.0
Pantalla	30	90	1.60/48	1.2/36	2.8/84.0
Sumas:	79	237	75	74	148.5
Dos barr. cebados.	2	6			
Sum. Total.	81	243	75	74	148.5

Volúmen = 53.05 x 2.7 = 143.24 m³

Carga específica = 148.50/143.24 = 1.04 kg/m³

Barrenación específica = 243/143.24 = 1.7 m /m³

Análisis para barrenos de 1.8 m.

Barrenos de 1.8 m 1.60 efectivos. Para material tipo 3.

Barreno	A No. barr.	B Mts.perf.	C Carga Fondo AxC=C	D Carga Columna AxD=D	E Total Carga C+D=E
Piso	6	10.8	1.0/6.0	0.8/4.8	1.8/10.8
Precorte	31	55.8	0.1/3.1	0.1/3.1	0.3/ 6.2
Cuña 1er. c.	4	7.2	0.3/1.2	0.9/3.6	1.2/ 4.8
Cuña 2do. c.	4	7.2	0.4/1.6	1.1/4.4	1.5/ 6.0
Cuña 3er. c.	4	7.2	0.5/2.0	1.3/5.2	1.8/ 7.2
Pantalla	30	54.0	1.0/30	0.8/24	1.8/54.0
Sumas:	79	142.2	45.4	44	89.5
Dos barrenos cebados.	2	3.6			
Sum. Total.	81	145.8	45.4	44	89.5

Volúmen = 53.05 x 1.62 = 85.94 m³

Carga específica = 89.00/85.94 = 1.04 kg/m³

Barrenación específica =145.8/85.94 = 1.7 m/m³

c) Ventilación .

El presente análisis es para el cálculo de la ventilación.

Datos Básicos:

1. Consumo de explosivos (D) = $1.1 \text{ kg/m}^3 \times 55 \text{ m}^2 \times 3 \text{ m}$.
= 181.5/quema

Tiempo de extracción gases = 15 minutos.

Volumen requerido por persona (q) dentro del túnel
= 1.5 m³/min.

Gasto de aire requerido para extraer los gases.

$$Q_1 = (D \times 36)/t$$

D = Consumo de explosivos. (kg/quema)

t = Tiempo de ventilación (minuto)

$$Q_1 = (181.5 \times 36)/15 = 435.6 \text{ m}^3/\text{min}.$$
$$= 26136 \text{ m}^3/\text{hr}.$$

$$= 15374.7 \text{ CFM}$$

Considerando un 10% de fugas.

$$Q_1 = 26136 \times 1.1 = 28749.6 \text{ m}^3/\text{hr} = 16916.38 \text{ CFM}.$$

2. Gasto de aire requerido para suministro del frente.

Plantilla de personal = 15 personas.

$$Q_2 = N \times q$$

N = No. de personas.

q = Consumo de aire por persona.

$$Q_2 = 15 \times 1.5 = 22.5 \text{ m}^3/\text{min} = 1353.66 \text{ m}^3/\text{hr} = 804.88 \text{ CFM}$$

Considerando 10% de fugas.

$$Q_2 = 1353.66 \times 1.1 \text{ m}^3/\text{hr} = 1489.03 \text{ m}^3/\text{hr} = 885.37 \text{ CFM}$$

3. Gasto por combustión de motores accionados por diesel.

$$Q_3 = 2.5 \text{ m}^3/\text{min} \text{ por HP}$$

En principio se considera :

1 Cargador	= 170 HP
4 Camiones volteo de 136 HP/c.u.	= 136 x 4 = 544 HP
Total	= 714 HP

$Q_3 = 2.5 \times 714 = 1785 \text{ m}^3/\text{min.} = 107100 \text{ m}^3/\text{hr} = 62974.8 \text{ CFM}$

Considerando un 10% de fugas.

$Q_3 = 107100 \times 1.1 = 117810 \text{ m}^3/\text{hr} = 69272.28 \text{ CFM}$

Comparando los tres gastos, se deduce que predomina el diseño por gasto de combustión de vehículos de diesel.

$Q_3 > Q_1, Q_2$

Teniendo los ventiladores trabajando a 60 ciclos, las gráficas del fabricante nos dá:

2 Líneas de ventiladores de 1.0 m de diámetro, modelo PHMD, motor 4 polos, 60 Hz, trabajando a 1730 r.p.m., volumen de 59200 m³/hr c/u., (34800 PCM), con una presión total de 169 mm c.a., a T = 20° c. al nivel del mar (760° mm.hg).

Factor de corrección para la presión total por altura sobre el nivel del mar.

Nivel del mar	= 590 mm.hg.
Nivel obra	= 670 m = 643 mm.hg.
Factor	= 643/ 590 = 1.09

	Por 1	Por 2
Volúmen de aire	59200 m ³ /hr	118400 m ³ /hr
Presión total	155 mm.ca.	155 mm.ca.
Velocidad angular	1730 r.p.m.	1730 r.p.m.
Altura de operación	670 m/n. mar	670 m/n mar
Temperatura	18° c amb.	18° c amb.
Potencia necesaria	56 BHP	56 BHP
	(61.10 H.P.)	(61.10 H.P.)

Separación entre ventiladores.

$$Q_2 = 117810 \text{ m}^3/\text{hr.} = 32.73 \text{ m}^3/\text{seg.}$$
$$2 \text{ ventiladores de } 59200 \text{ m}^3/\text{hr}$$
$$= 16.44 \text{ m}^3/\text{seg.}$$

Diámetro del ducto = 1000 (914 mm)

Se obtiene de las tablas (1 y 2).

Velocidad del aire = 20 m/seg. para 16.44 m³/seg.

Resistencia estática = 0.32 mm c.a./m. de ducto.

Presión dinámica $P_d = (v^2/2g) D$ (mm.c.a.)

Densidad del aire $D = 1.2 \text{ kg/m}^3$

$$P_d = ((20)^2 \times 1.2) / (9.81 \times 2) = 24.46 \text{ mm. c.a.}$$

Presión estática.

$$P_s = P_t - P_d$$
$$P_s = 155 - 24.46 = 130.54 \text{ mm.}$$

Distancia máxima = $P_s /$ Resistencia estática.

$$\text{Distancia máxima} = 130.54/0.32 = 408 \text{ m.} = 416 \text{ m.}$$

según tabla No.2

No. de ventiladores = $6700 \text{ m.}/416 = 16 \times 2 = 32$ ventiladores.

Se incluyen las tablas de consulta No.1 y 2.

d) Escombrado.

Para el análisis del escombro de la rezaga, se deben analizar el conjunto de equipos que de alguna u otra forma participen en la realización de los trabajos del transporte del material producto de excavación.

El conjunto de este equipo, se integra por la siguiente maquinaria:

- Cargador 966 - C con cucharón de descarga lateral.
- Camiones F-600 de 5 a 6 m³ de capacidad de carga.

Así como también, es necesario considerar los nichos para el tránsito interno de los vehículos en el túnel.

A continuación se presenta el cálculo y diagramas del cargador 966-C;

Rendimiento cargador 966-C con cucharón descarga lateral.
de 2.29 m³ (3.00 yd³)

Cargando material dentro del túnel.

Capacidad camión F-600 = 5.85m³ ; No. de botazos
 $5.85/2.29 = 2.55$ botz.

Factor de corrección $2.55/3.0 = 0.85$

Capacidad corregida de carga = $2.29 \times 0.85 = 1.95$ m³/botazo.

Tiempo de ciclo = 0.5 min.; $60 \text{ min/hr} / 0.5 \text{ min.} = 120$ ciclos/hr
(según manual Caterpillar)

Rendimiento = $120 \text{ ciclos/hr} \times 1.95 \text{ m}^3/\text{ciclo} = 234 \text{ m}^3/\text{hr.}$

Rendimiento corregido = $234 \text{ m}^3/\text{hr.} \times 45/60 \times 0.75$ (factor de
operación) $\times 0.75$ (condiciones de
trabajo) $\times 0.90$ (tipo de material)
= 89 m³/hr.

Carga material roca dentro del túnel.

Rendimiento corregido = $234 \text{ m}^3/\text{hr} \times 45/60 \times 0.75 \times 0.75 \times 0.6$
= 59m³ /hr.

Para su utilización dentro del túnel es necesario que su
descarga sea lateral.

El esquema No.8 nos muestra gráficamente la operación de
carga del material.

Así como también, el cargador puede ser utilizado en casos especiales en el amacise de la roca, el mismo que se efectúa con barretas y peones abordo del cucharón.

Por otra parte, es oportuno comentar que con los cargadores también se pueden colocar marcos metálicos, hacer movimientos exteriores y en general realizar varios trabajos, dado la versatilidad de sus funciones.

En principio parecerá ilógico utilizar un cargador para actividades que no son propiamente para carga de materiales, pero en este tipo de obras, es más costeable y se evitan demoras ahorrando la compra y utilización de otros equipos que no tendrán mayor ocupación en la obra.

- Selección de los camiones F-600;

Para determinar la selección de los camiones F-600 de 5 a 6 m³ de capacidad, se debieron analizar varios aspectos, entre los cuales, existe uno que es determinante para inclinarse por el uso de los camiones F-600, este se refiere al tránsito de los vehículos dada la sección del túnel, pues es preferible tener dos carriles continuos y evitar en lo posible la construcción de libraderos o "nichos".

Se prefiere los vehículos sobre neumáticos, porque en el caso de instalar un sistema con vías para trenes, sería imposible el tránsito de otra clase de vehículos, como son

el caso de ambulancias, ollas revolvedoras, grúas etc.

Para inclinarse por los camiones roqueros de 6 m³ estrictamente debió hacerse un análisis comparativo de costos, pero la experiencia demuestra que para las longitudes de este túnel, aún es económico emplear equipos sobre neumáticos, por lo siguiente:

es un equipo más versátil, más comercial, con mantenimiento más convencional y además no se requiere equipo más especializado para el suministro del concreto.

Si el mantenimiento se les puede hacer a la luz del día y en los talleres de la obra, se puede considerar como un punto a favor, pues de otra forma se tendría que hacer en el frente de trabajo y en condiciones adversas para poder realizar un mantenimiento tanto preventivo como correctivo.

Para determinar el No. de camiones F-600 se calcula de la siguiente forma:

Determinación No. de camiones F-600.

Capacidad = 5.85 m³

Velocidad vacío en túnel, de frente = 15 km/hr.

Velocidad vacío en túnel, de reversa = 8 km/hr.

Velocidad cargado en túnel, de frente = 12 km/hr.

Tiempos:

Carga = 77 m³/hr. (5.85/77) = 0.08 hr.

Recorrido = ((3.378 + 0.2 km)/2)/12 km/hr = 0.15 hr.

cargado

Descarga = 0.5 min. = 0.01 hr.

Recorrido vacío = ((3.378+0.2-0.3 km)/2)/15 km/hr = 0.10 hr.

Cambio de dirección	= 0.5 min.	= 0.01 hr.
Recorrido en reversa	= (0.3/2)/10 km/hr	= 0.02 hr.
Maniobra para acomodo	= 0.5 min.	= 0.01 hr.
	Suma	= 0.38 hr.

No. de camiones por frente =

$$(0.38 - 0.08)/0.08 = 3.75 + 1 = 4.75 = 5 \text{ camiones.}$$

El esquema No.9 ilustra el tránsito de los vehículos.

Diseño de los nichos.

Para el diseño de los "nichos" (libraderos y/o volteaderos) en el túnel, se recomienda hacer un dibujo en planta del túnel con sus respectivos vehículos que transitarán en el, para poder visualizar ampliamente las distancias que deberán marcarse para la excavación y construcción de los nichos.

Los nichos deberán proyectarse a cada 500 mts. como máximo con respecto al frente de trabajo, en nuestro ejemplo se proyectaron a cada 300 mts., para tener un flujo constante del tránsito en el túnel.

Los nichos se deben de considerar como un sobrecosto en la excavación del túnel y el contratista los debe de prorratar según convenga a los intereses del presupuesto.

Generalmente se cargan todos los costos a las excavaciones.

También es necesario proyectar un dibujo en perspectiva considerando el vehículo crítico en sus dimensiones, para poder diseñar los "nichos" de la mejor forma, obteniendo los volúmenes de material que habrá que excavar y los refuerzos necesarios para estas obras auxiliares.

En nuestro ejemplo, el vehículo crítico por sus dimensiones es la olla revolvedora.

a) Bombeo.

Para extracción del agua se analiza el cálculo del bombeo.

Longitud del túnel: Frente 1 = 3378 m. (bombeo)
 Frente 2 = 3378 m. (gravedad)

Gasto promedio supuesto = 30 lts./seg.

Cada 60 m. tenemos una pérdida de 1 m. en una tubería de 4" diámetro.

Pérdida por longitud = (3378 m/600 m/m) = 5.63m.

Columna = 12 + 5.6 = 17.6

Factores:

1. Pérdidas en tubería por fugas = 0.85
2. Pérdidas en tubería por rugosidad = 0.90
3. Pérdidas por eficiencia de la bomba = 0.75

Factor = 0.85 x 0.90 x 0.75 = 0.57

Gasto para cálculo = (30/0.57) = 52.6 lts./seg.

Por especificaciones para 18 m. de columna de la bomba;

Una bomba sumergible de 4" de diámetro con capacidad de 30 lts/seg.

No. de bombas (52.6 lts./seg./30 lts./seg) = 1.75 bombas
= 2.00 bombas

Bomba de 9.5 kw = 12.6 HP = 13 HP.

Instalación cárcamo bombeo para suministro de agua al túnel.

1. Entrada túnel:

Río Maule cota 660 m.s.n.m.
Cárcamo cota 658 m.s.n.m.
Ladera Río cota 670 m.s.n.m.
Túnel cota 651 m.s.n.m.
Distancia cárcamo entrada túnel 610 m.
Diferencia alturas $658 - 670 + 9 = 3$

Pérdida por longitud = cada 600 m equivalen a 1 m de altura.

Distancia = 610 m + 1/2 túnel = 610 m + 3378 = 3988 m

$$3988/600 = 6.65 \text{ m}$$

Diferencia equivalente de altura = 3.00 + 6.65 = 9.65 mts.

Para una bomba sumergible de 18 lts./seg. x factor (0.57;
= 10.26 lts./seg.

Según el fabricante en 4" diámetro se tiene:

Pérdida de carga = 0.58 lts/seg./m.

Pérdida de carga = $9.65 \times 0.58 = 5.6$ lts/seg.

Se dispone de 10.26 lts/seg. - 5.6 = 4.66 lts./seg.

Cantidad suficiente para las necesidades de perforación
dentro del túnel

2. Salida túnel.

Río Melado cota 610 m.s.n.m.
Cárcamo cota 608 m.s.n.m.
Túnel cota 651 m.s.n.m.
Distancia cárcamo entrada túnel 610 m.
Diferencia alturas $658 - 670 + 9 = 3$ m.

Pérdida por longitud = cada 600 m. equivalen a 1m. de altura

Distancia = $500\text{m.} + 3378\text{m.} = 3878\text{m.}$

$$3878/600 = 6.46 \text{ m.}$$

Altura equivalente = $6.46 + (651 - 610) = 47.46 = 47.5$ mts.

Para un gasto de $4 \text{ lts./seg.} / 0.57 = 7 \text{ lts./seg.}$

Es necesaria una bomba sumergible capaz de vencer una carga de $= 47.5$ m con un gasto de 10 lts/seg

Resumen bombeo:

3 bombas Flygt BS 2125 + 1 repuesto = 4 unidades.

1 bomba Flygt BS 2066 + 1 repuesto = 2 unidades.

Para el achique se utilizan bombas más pequeñas eléctricas sumergibles de 3.7 HP y/o neumáticas. Este equipo es adicional al calculado, mínimo deben ser dos por frente uno que estará trabajando y otro de reserva.

3.4 Ciclos y tiempos de construcción.

Rutas críticas típicas para cada ciclo:

EXCAVACIONES

Material tipo 1

1. Topografía y mov. equipo
2. Barrenación
3. Cargado
4. Tronado
5. Carga Rezaga
6. Amacise y Extracción Rezaga

1. Topografía y 2do. Ciclo
2. Barrenación 2do ciclo.

1. Topografía y mov. equipo
 2. Perforación Barrenos 2do. Ciclo
 3. Cargado 2do. Ciclo
- Continúa ciclo

Material tipo 2

1. Topografía y mov. equipo
2. Barrenación
3. Cargado
4. Tronado
5. Carga Rezaga
6. Amacise y Extracción Rezaga

7. Amacise adicional CAN (Concreto aplicado neumáticamente) 1a. Etapa Anclas, malla.

8. Colocación Marcos Flexibles Restantes
9. 2da. Etapa Concreto Lanzado
10. Perforación Inyecciones 1er. Ciclo

Material tipo 3

1. Topografía y mov. equipo
2. Barrenación
3. Cargado
4. Tronado
5. Carga Rezaga
6. Amacise y Extracción Rezaga

7. Amacise adicional. CAN 1a. Etapa Anclas, malla

8. Colocación Marcos Metálicos
 9. 2da. Etapa CAN
1. Top. mov. eq.
 2. Barr. 2do. ciclo
 10. Perf. Iny. 1er Frente

Nota: De la actividad 6 a la 9 se ejecutarán únicamente las necesarias para garantizar la estabilidad del túnel.

Tiempos

Ciclo material 1.

Excavación = Convencional (con explosivos)
Equipo de perforación = Jumbo electrohidráulico con 3 perfs.
Rezaga = Carga - Cargador 966-C, de
descarga lateral.

Acarreo - Camiones volteo F-600

1. Barrenación

Rendimiento 48 m./hr por máquina.
Profundidad 3.6 m.
No. de barrenos = $79 + 2 = 81$
Longitud 291.6 m.
Tiempo $(291.6 \text{ m.} / (48 \times 3)) = 2.03$

2.03 hr.

2. Carga de los barrenos.

Area línea A = 53.05 m².
Avance $3.6 \times 0.9 = 3.2 \text{ m.}$
Volumen por avance = 169.76 m³.
Carga específica = 1.04 kg./m³
Carga por avance = 178.3 kg.
Rendimiento por pareja = 70 kg./hr.
Se carga con tres perfs. = 210 kg./hr.
Tiempo $(178.3/210) = 0.84 \text{ hr.}$

0.83 hr.

3. Voladura

Sólo se considera tiempo de :

- a) Retiro equipo = 10 min.
y conexiones.
- b) Ventilación = 15 min.
- c) Espera = 10 min.

35 min./60

0.58 hr.

4. Rezaga.

Area línea A = 53.05 m².
Coeficiente de
abundamiento = 80%
Volumen a desalojar = 95.49 m³/m.
Volumen por avance = $3.2 \times 95.5 = 308.8 \text{ m}^3$.
Rendimiento del
cargador = 77 m³/hr.
Tiempo = $308.8/77$

4.01 hr.

5. Regreso del equipo al frente y topografía.

a) Regreso	= 10 min.	
b) Conexión equipo	= 5 min.	
c) Topografía	= 15 min.	
	30 min.	0.50 hr.

Tiempo por ciclo ; 7.95 hr.

Ciclo material 2.

Ciclo de 3.0 m. de barrenación con 2.7 m. de cuele efectivo diámetro = 1 (7/8)"

1. Perforación barrenos	= 243 m./144 m./hr.	1.69 hr.
2. Carga explosivos (149 kg./ (70 x 3)		0.72 hr.
3. Conexión y voladura		0.58 hr.
4. Rezaga		

Volúmen a desalojar

95.5 m³/m. x 2.7 m. = 257.36 m³/ciclo

Producción = 77 m³/hr.

t = 257.36 m³/77 m³/hr. 3.34 hr.

5. Regreso equipo al frente más topografía 0.50 hr.

6. Amacise adicional

Se considera que la cuadrilla de perforistas lo hará en 0.30 hr.

7. Concreto lanzado (CAN 1a. Etapa)

A = 58.13 m² v = 58.13 x 0.03 x 2.5 (sobrelanzado y desperdicio)

4.36 m³/ciclo

R = 2.5 m³/hr. t = 4.36/2.5 m³/hr. 1.74 hr.

8. Colocación malla.

Area = $P = 21.53 \times 2.7 = 58.13 \text{ m}^2$.
Rendimiento = 20 m²/hr. por pareja.
Tiempo = $(58.13 / (20 \times 2))$ 1.45 hr.

9. Colocación marcos flexibles.

Se considerará la colocación de un marco flexible por avance, ya que en general en un tramo se colocarán tres y en otro avance ninguno y se considera que se colocará el marco en:

1.00 hr.

Tiempo por ciclo ; 11.32 hr.

Ciclo material 3.

Perforación 1.8 m. cuele efectivo 1.62m.

1. Perforación Barrenos:

81 Barrenos x 1.80 m = 145.80 m.

$t = 145.8 \text{ m.} / 144 \text{ m/hr}$ 1.01 hr.

2. Cargado barrenos.

Avance 1.8 m.
Volumen por avance 86 m³.
Carga específica 1.04 kg./m³.
Carga por avance 89 kg.
Rendimiento por pareja 40 kg/hr.
Se carga con tres perf. = 120 kg/hr.

Tiempo (89/120) 0.74 hr.

3. Voladura :	0.58 hr.
4. Carga rezaga.	
$v = 99.88 \text{ m}^3/\text{m} \times 1.62 \text{ m} = 161.80 \text{ m}^3/\text{ciclo}.$	
$161.80 \text{ m}^3/\text{ciclo} / 77 \text{ m}^3/\text{hr}$	2.10 hr.
5. Regreso equipo al frente más topografía	0.50 hr.
6. Amacise adicional.	
Se considera que la cuadrilla de perforistas lo hará en:	0.70 hr.
7. Concreto lanzado CAN (1a. Etapa)	
$A = 34.88 \text{ m}^2 \quad v = 34.88 \times 0.03 = 1.05 \text{ m}^3 \times 2.5 = 2.62 \text{ m}^3.$	
$R = 2.50 \text{ m}^3/\text{hr}.$	
$t = 2.62 \text{ m}^3/2.5 \text{ m}^3/\text{hr}.$	1.05 hr.
8. Colocación anclas.	
Consideraremos una aureola de 3 anclas de 3 m. de profundidad en cada avance, se perforarán con el jumbo electrohidráulico.	
Perforación (9 m./48 m/hr) = 0.2 hr.	
Colocación ancla = 0.2 x 3 = 0.6 hr.	
Tiempo total	0.80 hr.
9. Colocación malla.	
Area = P = 21.53 x 1.62 = 35 m ²	
Rendimiento = 20 m ² /hr por pareja	
Tiempo = (35/20)	0.87 hr.
10. Colocación de marcos rígidos.	
1. Con el cargador se levanta el marco y se atornilla. en un tiempo de 1.0 hr.	
2. Instalación de todos sus componentes: madera, cuñas, tensores, placas en un tiempo de 2.0 hr.	
Total por marco 3.0 hr.	
Marcos considerados por avance 2.	6.00 hr.
Tiempo por ciclo :	14.35 hr.

3.5 Memoria descriptiva del procedimiento constructivo de la obra.

Para el cálculo de las propuestas, como se indica anteriormente, en ocasiones es recomendable tomar antecedentes o parámetros reales para simplificar un tanto el trabajo, pues este se determina en función del tiempo con el que cuente el contratista para cumplir con el compromiso de la presentación de la oferta.

Es por eso, que en nuestro ejemplo se analizó a detalle la excavación del túnel y se tomó el análisis del revestimiento del túnel Aducción Común (comprendido en el mismo proyecto), con características muy similares, para fines del cálculo del costo directo.

Sin embargo, a continuación se indica una síntesis del método constructivo, tanto de la excavación como del revestimiento del túnel Maule:

El método constructivo se divide en dos principales actividades;

a) Excavación del túnel

b) Revestimiento del túnel.

a) Excavación del túnel.

a.1) Generales.

Excavados los portales de entrada y salida, se iniciará la excavación del túnel por dos frentes: el primero por la entrada del km. 0 al 3+378 y el segundo por la salida del km. 6+755 al 3+378.

Se utilizará el método convencional a base de explosivos y se contará por cada frente con el siguiente equipo básico;

1. Para la barrenación con un Jumbo electrohidráulico de tres perforadoras. (marca Tamrock, modelo Saximatic HS-305-B o similar).
2. Para el retiro de los escombros, se propone un cargador 966-C de descarga lateral o similar y volquetas o camiones volteo roqueros de 5 a 6 m³. de capacidad de carga.
3. La ventilación, será con ventiladores de 1.0 m. de diámetro de 61 B.H.P. (marca Flakt, tipo PHMD o similar de 59200 m³/hr), a través de dos líneas de tubería ventiflex de 1.0 m. de diámetro.
4. El control de las aguas de infiltraciones se llevará con bombas sumergibles tipo Flygt o similar de 3.7 y 13 HP.

a.2) Roca tipo 1.

Con la plantilla de perforación que se muestra en el

esquema numero 10, se barrenará a 3.6 m., para obtener avances de 3.25 m. aproximadamente, las actividades de cada ciclo incluyen:

- Acercamiento de los equipos
- Topografía
- Barrenación
- Carga
- Voladura
- Ventilación
- Escombrado (rezaga, incluye amacise)

a.3) Roca tipo 2.

Con la misma plantilla de perforación anterior, se barrenará a 3.0 m., para obtener avances de 2.7 m. por cada voladura. La secuencia de las actividades serán las mismas del ciclo para roca tipo 1, con la adición de las siguientes actividades, cuando éstas se requieran:

- Amacise adicional después de cada voladura, para asegurar el material suelto.
- Concreto aplicado neumáticamente (una capa, las adicionales pueden aplicarse después).
- Colocación de malla de refuerzo.
- Colocación de marcos flexibles.
- Colocación de pernos de anclaje.

Estas actividades pueden ser dentro o fuera del ciclo, según se requiera.

a.4) Roca tipo 3.

Con la misma plantilla de perforación, se barrenará a 1.8m., para obtener avances de 1.60 m. por cada voladura.

La secuencia de las actividades serán las mismas del ciclo de la roca tipo 1, con la adición de las siguientes actividades, básicamente para el sostenimiento del terreno cuando éstas se requieran;

- Amacise adicional después de cada voladura, para asegurar el material suelto.
- Concreto aplicado neumáticamente.
- Colocación de pernos de anclaje.
- Colocación de malla de refuerzo.
- Colocación de marcos rígidos.
- Marchiavantis.

Estas actividades pueden ser dentro o fuera del ciclo, según se necesiten.

Para la roca tipo 3, en los casos que se requiera excavar por etapas, ésto se hará de la siguiente manera:

- Voladura de la sección superior.
- Instalación del marco para soporte, seccionado, apoyado en rastras horizontales.
- Hincado de marchiavantis.
- Excavación en la zona de los hastiales, lo suficiente para dar cabida a los marcos.

- Instalación de apoyos de los marcos incluye entibado metálico y/o de madera.
- Excavación (banqueo), de la parte central en la zona de hastiales.
- Instalación de tornapunta para dar continuidad a los marcos.

En el esquema número 11, se ilustra la secuencia descrita.

En los casos en que el terreno se preste, se excavará a sección completa, soportando inmediatamente el terreno con los marcos sin necesidad de utilizar las rastras horizontales.

Para las actividades de colocación de pernos de anclaje, lanzado de concreto, colocación de marcos metálicos, tratamiento de fallas, inyecciones de consolidación del terreno, se propone como equipo de apoyo un camión plataforma de 7 ton., como el que se muestra en el esquema número 12.

Para la aplicación del concreto lanzado, se contará con lanzadoras de mezcla seca, tipo Aliva, accionadas eléctricamente y con aire, a través de compresores estacionarios ubicados en la entrada del túnel.

b) Revestimiento del túnel.

Terminada la excavación del túnel se empiezan los trabajos de revestimiento de concreto, comenzando por el radier del túnel, sentido del portal de salida hacia el portal de entrada.

El revestimiento de la bóveda se inicia en el portal de salida y se avanza hacia el portal de entrada, colocándose armaduras de acero de refuerzo cuando sea necesario.

La carpeta de rodado que se tenderá durante la excavación del túnel, tendrá las características exigidas por las especificaciones para rellenos bajo radier, de manera que cuando se revista de concreto el radier, este material se renivele y recompacte, para cumplir con las especificaciones.

Para la fabricación de concreto, se instalará una planta con capacidad de 25 m³/hr., cerca de la entrada del túnel.

Las fronteras para limitar los tableros de colado del radier serán metálicas y estarán fijas al terreno mediante anclajes de varilla.

El suministro de concreto al radier, se hará mediante bomba, tubería y manguera para concreto, el acabado de la superficie se hará mediante regla vibratoria, afinando a mano con llana metálica, al finalizar la operación se

aplicará una membrana de curado sobre la superficie. Esto se ilustra en el esquema número 13.

Terminando el revestimiento del radier, se montará una cimbra metálica estacionaria, que cubre toda la bóveda y hastiales de 9.0 m. de largo (seccionada en tramos de 3 m. en el sentido longitudinal cada uno), montada sobre llantas neumáticas con mecanismos de dirección en las ruedas delanteras, accionada con cuatro gatos maestros para subir o bajar toda la cimbra, con articulaciones en la cubierta y tornillos sin fin, para agilizar su colocación.

Tendrá en sitios convenientes ventanas, para vigilar el concreto depositado, así como para permitir el vibrado por inmersión; también contará con bases abrazaderas para colocar vibradores de pared intercambiables.

En los extremos de la cimbra metálica, se colocarán tapones de madera fijas a la estructura de la cimbra metálica y a la roca, mediante anclajes de varilla.

La cimbra metálica se troquelará y apuntalará mediante gatos hidráulicos lo necesario para que no se mueva de su posición correcta.

La colocación del concreto, se hará por medio de tubería y bomba, conforme el concreto va llegando al nivel de la

clave, se realiza un cañoneo (relleno de concreto a presión) intermitentemente para retacar el concreto y asegurar que no queden cavernas en la zona, para ésto la tubería de bombeo del concreto superior debe permanecer ahogada en el mismo. Esto se ilustra en el esquema número 14 al final del capítulo.

Pasado el tiempo indicado por las especificaciones para el fraguado del concreto, se aflojará, bajará y correrá la cimbra metálica. Se revisará la superficie obtenida por el colado del concreto, de requerirse, se harán los resanes correspondientes y se aplicará una membrana de curado.

Las juntas de construcción se tratarán adecuadamente según lo indiquen, los planos y especificaciones de la obra.

La superficie de la roca se tratará previamente, según corresponda del tipo 2 o 3.

Cuando el tramo por revestir lleve armadura de acero de refuerzo, ésta se colocará antes de la cimbra metálica.

Para el tramo de transición del portal de salida, se usará la misma cimbra metálica colocándole un acompañado de madera para dar la sección modificada.

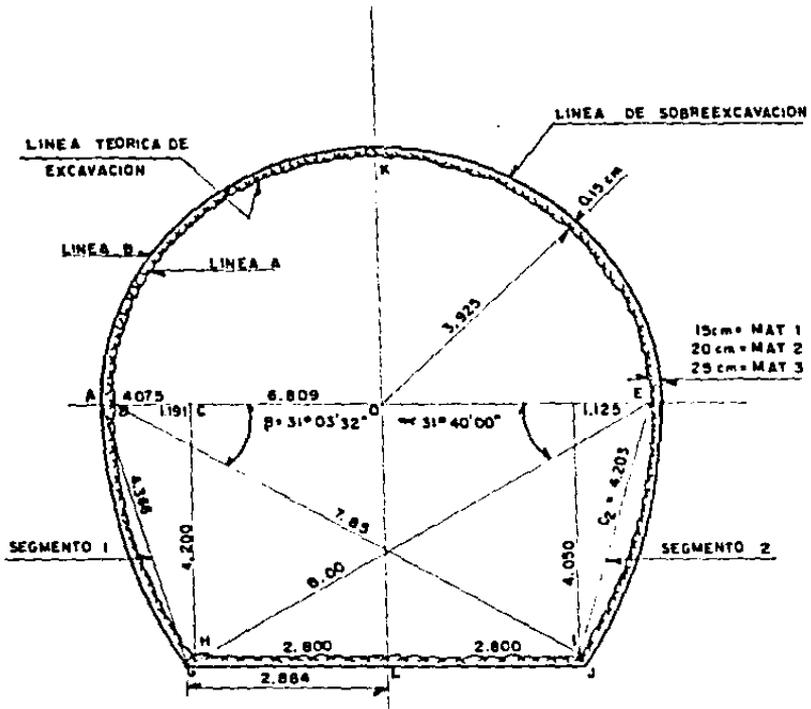
En resumen, el método de construcción se define en función

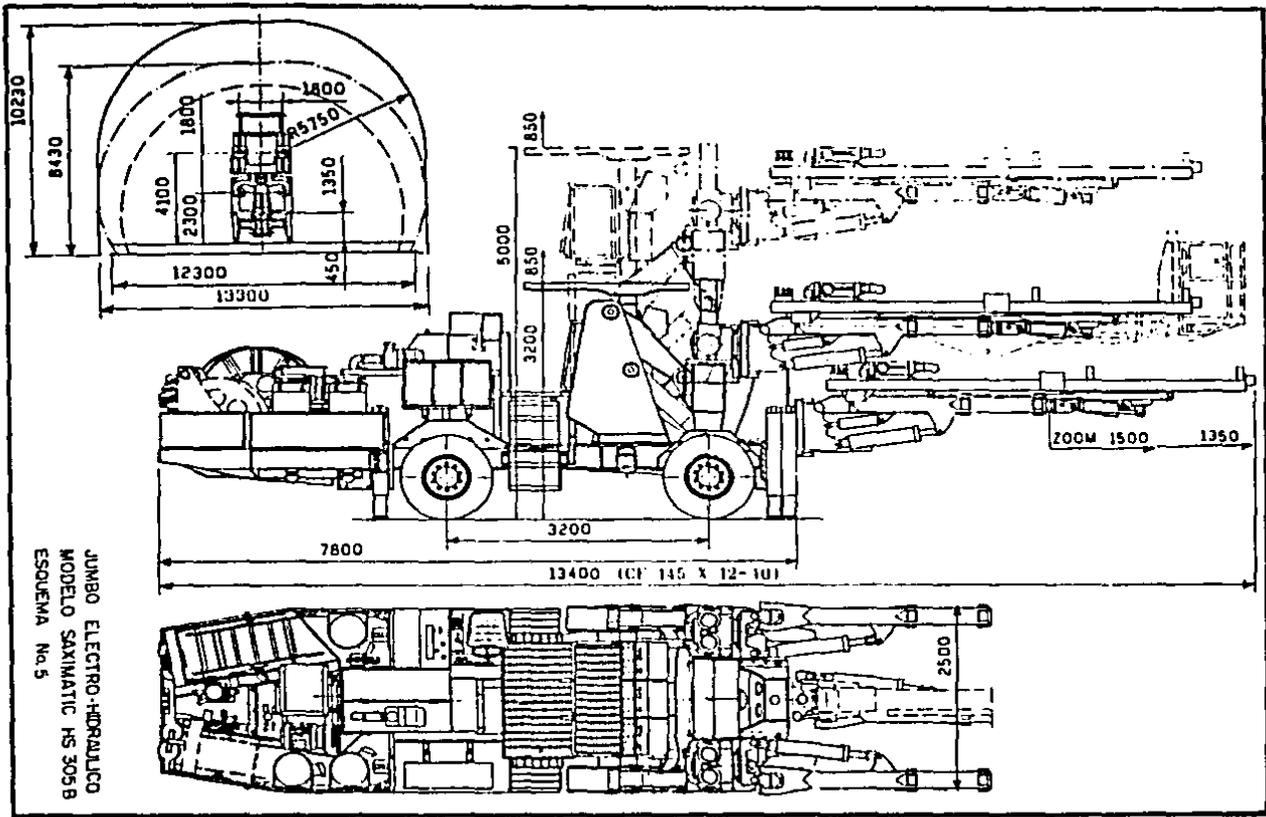
de los requerimientos del cliente, del costo y tiempo necesarios para ejecutar la obra, así como de los recursos con que cuenta el contratista.

Para el planteamiento del método antes expuesto, se debieron de considerar una serie de variables y factores como son ; volúmenes de obra, versatilidad de los equipos, (depreciación y comercialización de los mismos), distancias de acarreos , comparativa de energía requerida considerando las ventilaciones, bombas , tuberías etc.

Pero también había que analizar el equipo con que se contaba o en un momento dado, analizar nuevos equipos, con tecnología más avanzada, para poder ofrecer al cliente, sistemas de ejecución de obra más eficientes.

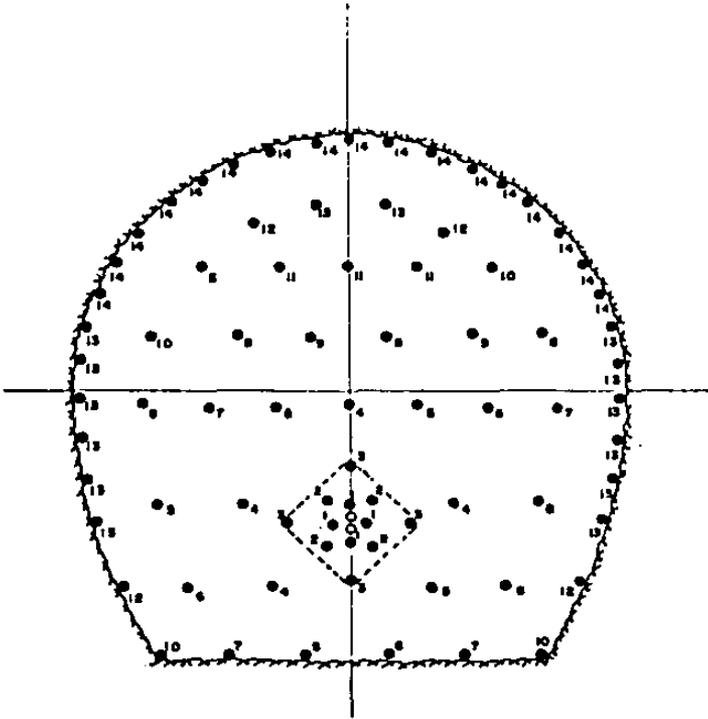
CALCULO DEL AREA
SECCION TEORICA



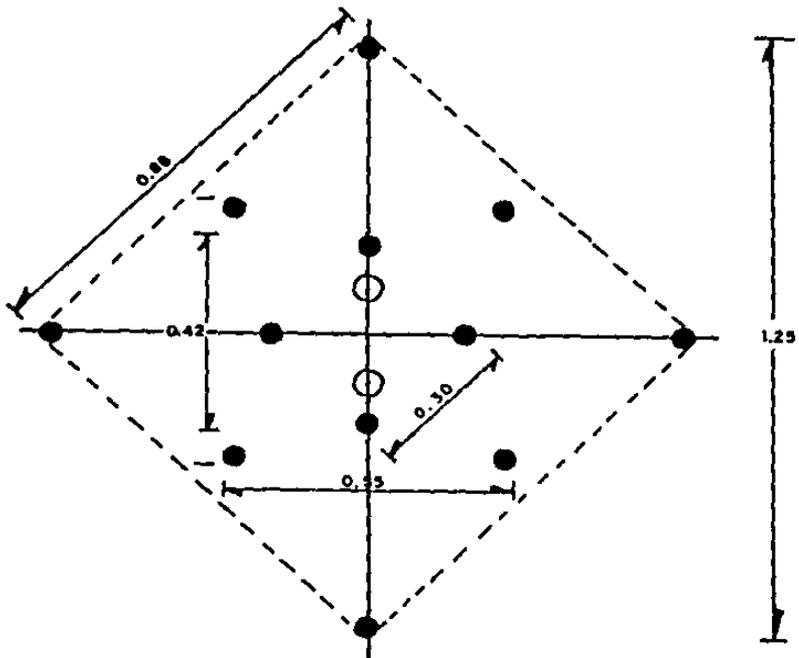


JUNBO ELECTRO-HIDRALICO
 MODELO SAKYMATIC HS 305B
 ESQUEMA No. 5

DISEÑO DE LA PLANTILLA DE BARRENACION



DETALLE DE LA CURA



HOMOGRAMA DE DIMENSIONAMIENTO PARA TUBERIA DE VENTIFLEX

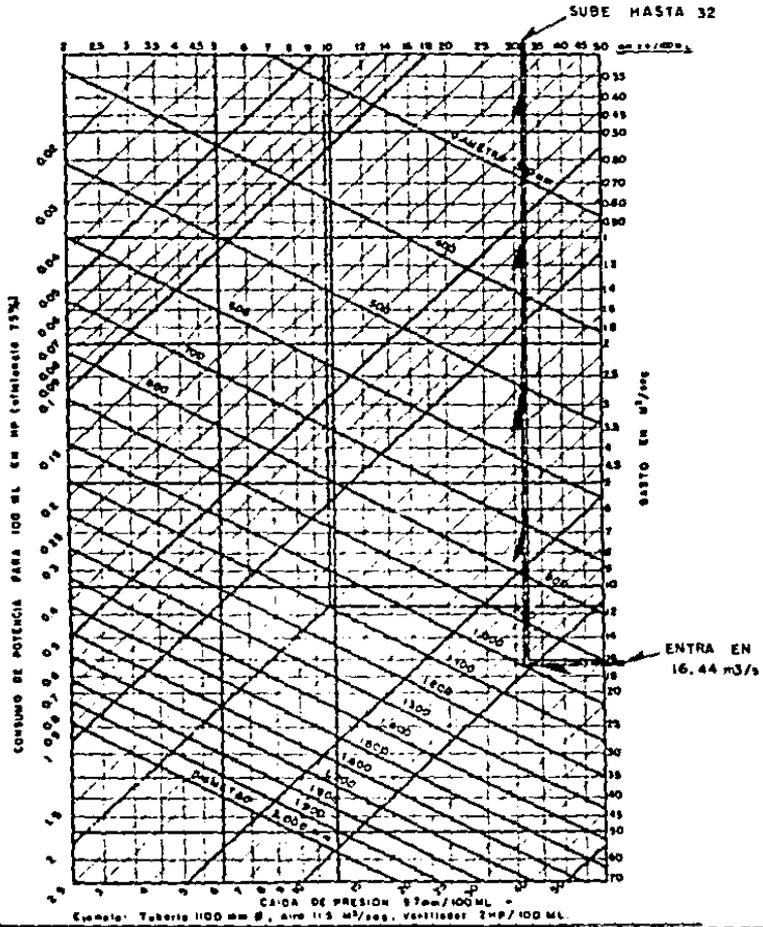
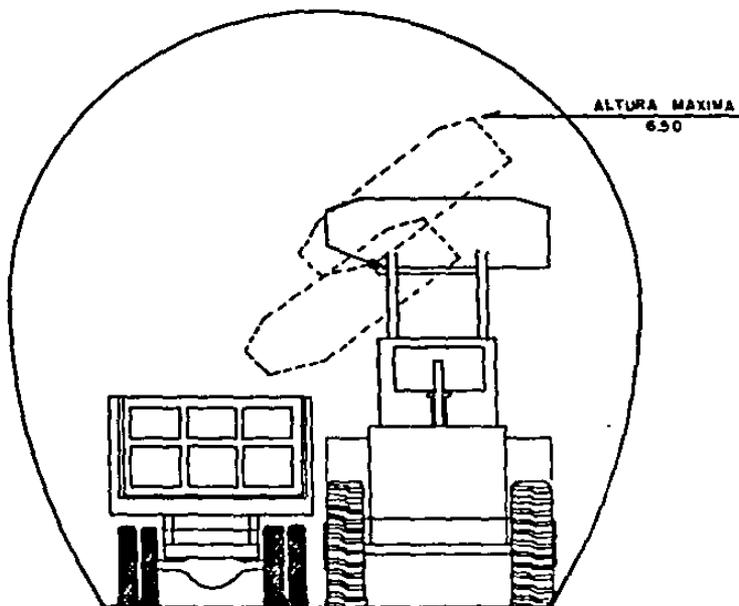
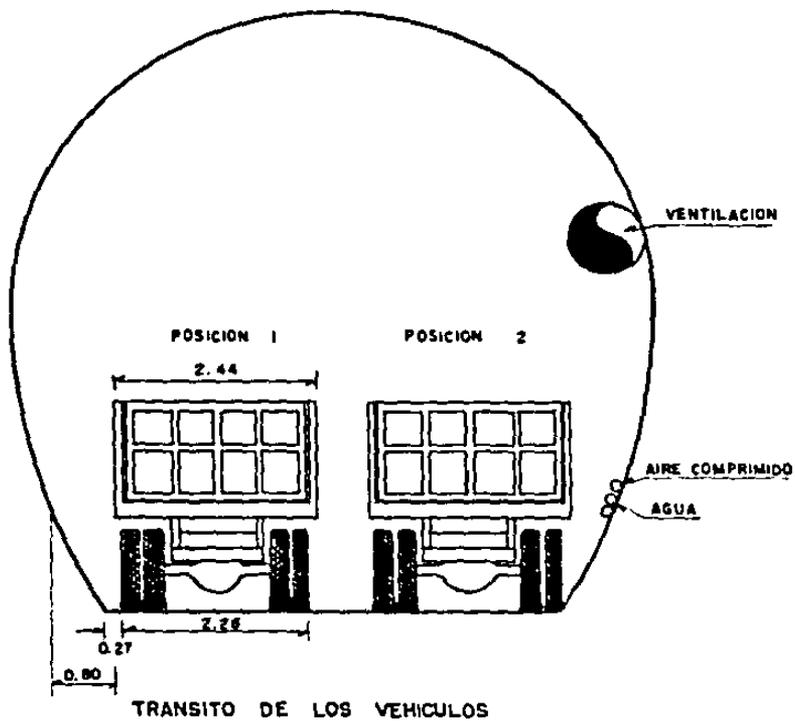


TABLA No. 1

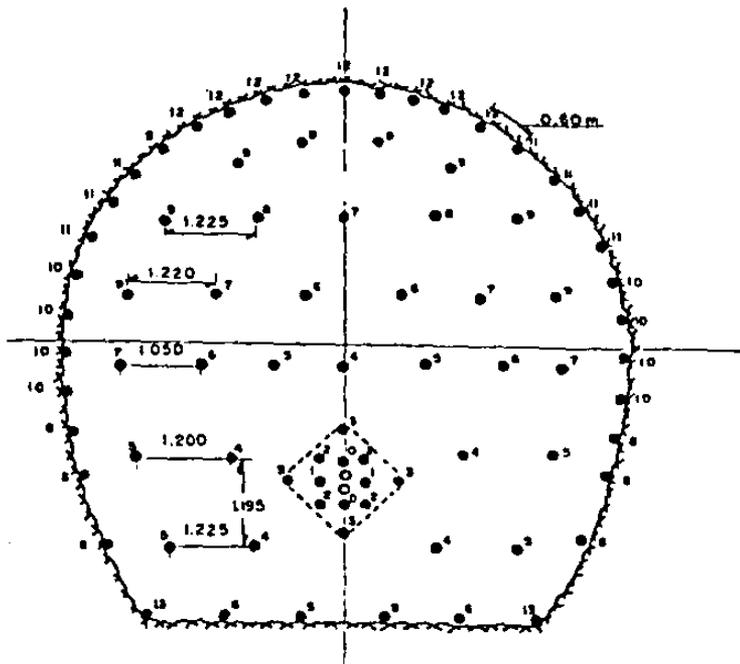


CARGA REZAGA CON CARGADOR 968 - C
DESCARGA LATERAL Y CAMION F-600

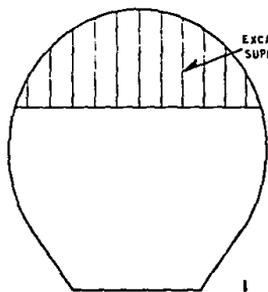


ESQUEMA No. 9

**DIAGRAMA DE BARRENACION
DEFINITIVO**

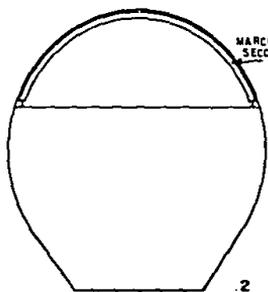


$\phi = 1 \frac{7}{8}''$
 DIST. = INDICADA
 Nº BARRENDOS = 81
 FACTOR EXPLOSIVOS = 1.1 Kg/m³



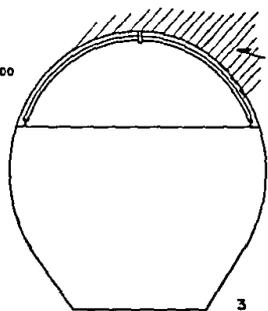
EXCAVACION SUPERIOR

1



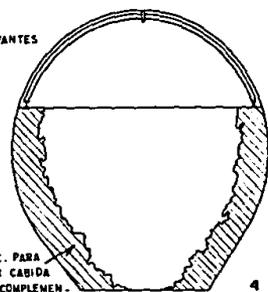
MARCO SECCIONADO

2



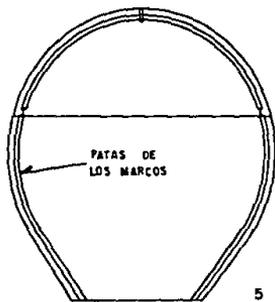
MARCHANTES

3



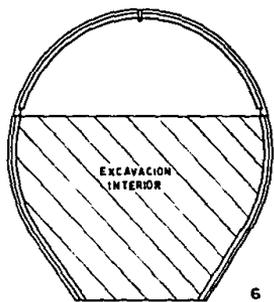
EXC. PARA DAR CABIDA AL COMPLEMENTO DEL MARCO

4



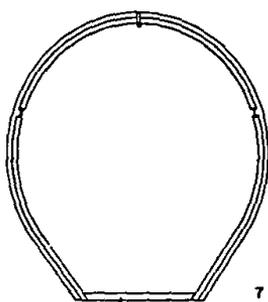
PATAS DE LOS MARCOS

5



EXCAVACION INTERIOR

6

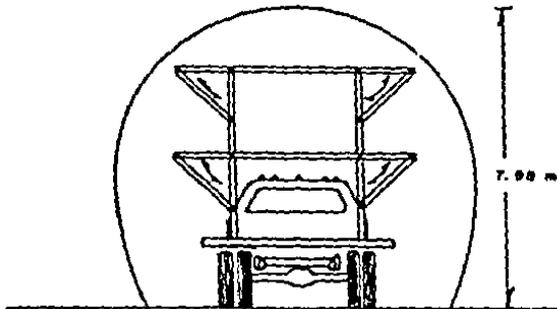
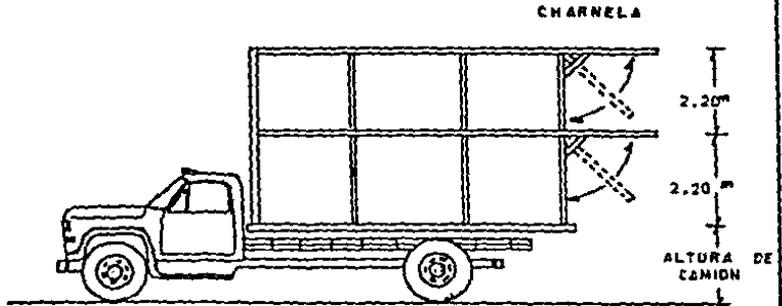


TORNA PUNTA PARA DAR CONTINUIDAD AL MARCO

7

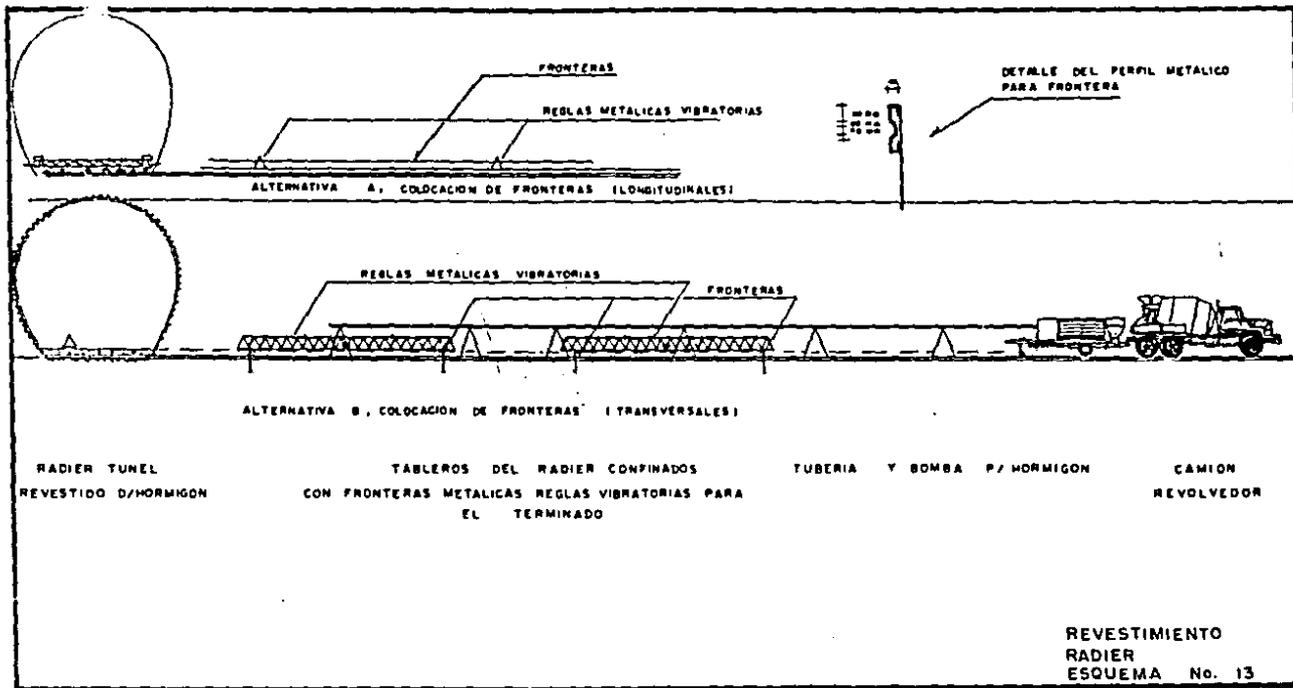
EXCAVACION POR ETAPAS
PARA LA ROCA TIPO 3.
ESQUEMA No. 11

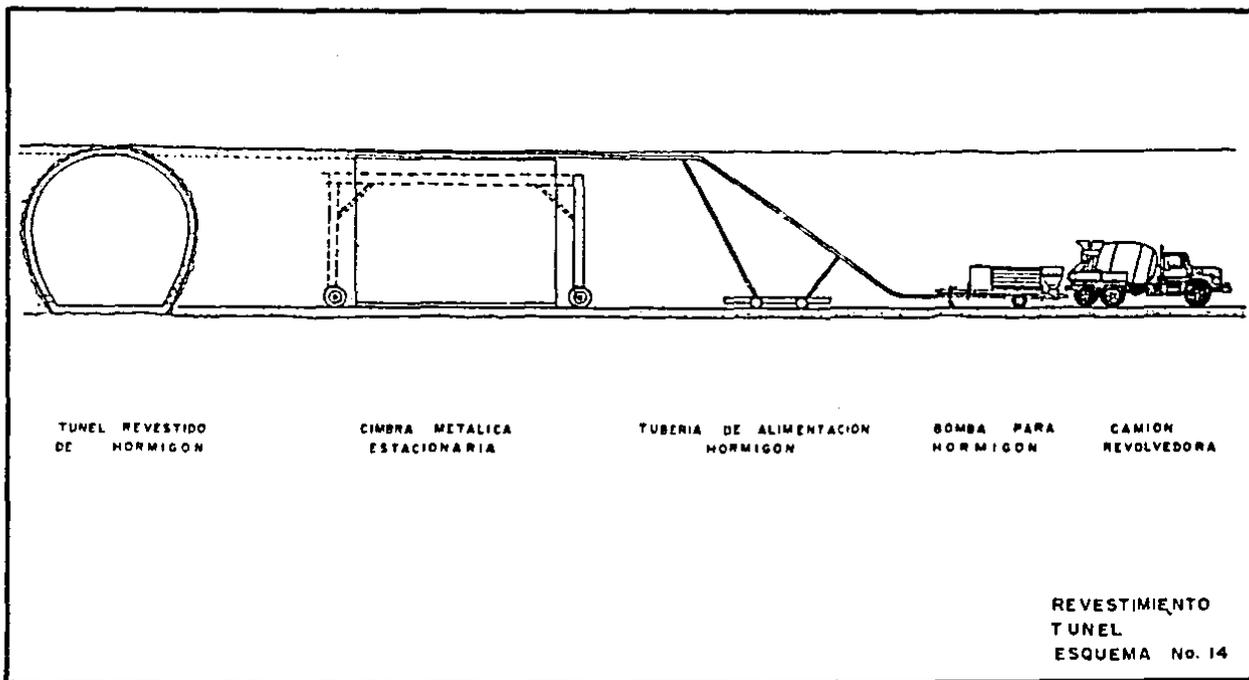
PARA REALIZAR ACTIVIDADES VARIAS



CAMION FORD F-500 o' SIMILAR 7.0 TON.
(ADAPTADO)

ESQUEMA No.12





RECURSOS Y COSTOS DE CONSTRUCCION

4.1 Programación de recursos

Es conveniente, una vez terminado el programa de obra y la estimación del precio total de oferta, desarrollar programas de recursos para la mano de obra, los materiales importantes y el equipo de construcción.

Estos programas además de su utilidad en la preparación de la propuesta, son de gran utilidad en caso de obtener el contrato de la obra.

a) Programación de recursos de mano de obra.

A partir del programa general de la obra y de acuerdo a las actividades desarrolladas cada mes, se puede determinar el número de trabajadores que estarán en la obra. Uno de los objetivos de este programa de mano de obra es el de determinar el número total de personal que estará laborando en la obra para poder determinar las instalaciones requeridas (viviendas, comedor, transporte, etc.).

Otro objetivo es el de poder nivelar recursos, cuando ésto sea posible, y evitar tener una gran cantidad de trabajadores en periodos muy cortos.

Este programa de personal es frecuentemente solicitado por el cliente en los documentos que deben acompañar la oferta.

b) Programación de recursos de materiales.

Para efectos de la presentación de la oferta, sólo es necesario programar los materiales permanentes suministrados por el cliente o por terceros.

El programa de materiales de consumo es conveniente realizarlo, pues es de gran utilidad en el caso de que se obtenga el contrato.

c) Programación de recursos de equipo de construcción.

Los objetivos de esta programación son principalmente los siguientes:

1. Nivelar los recursos para optimizar el equipo de construcción.
2. Conocer el total de equipos que se requiere adquirir y la fecha de adquisición.
3. Realizar a partir de este programa una tabla de equipos, costo de adquisición, inversión total, horas trabajadas, depreciación en obra y porcentaje de depreciación. Esta tabla nos permite calcular la depreciación complementaria en caso de que el porcentaje de utilización para el proyecto sea muy bajo en función de su inversión.

El siguiente análisis se refiere al cálculo de los recursos de mano de obra, materiales y equipos necesarios

para la excavación del túnel Maule, en función de la programación de la obra.

Ahora bien, una vez que se tienen definidos el total de recursos a ocuparse, se procede a realizar el análisis del costo directo.

RECURSOS

- a) Mano de obra
- b) Materiales
- c) Equipo

Excavación convencional (explosivos) con jumbo electro-hidráulico sobre neumáticos de 3 brazos.

1. Excavación subterránea / roca base tipo 1

Cantidad = $357200 - (237000 + 900) = 119300$ m³.

Tiempo = 350 días calendario

Longitud = $1128 \times 2 = 2256$ m.

El análisis se calculó para los dos frentes de trabajo.

Recursos.

a) Mano de obra.

Cantidad	Categoría	Tiempo 350 días de 24 hr.	Totales
1	Jefe de turno	350 dc/24 hr.	350 dc/24h
1	Perf. p/jumbo	330 "	330 "
1	Electricista	"	350 "
1	Bombero	"	350 "
4	Obreros	"	1400 "
1	Checador	"	350 "
1	Op. carg. 966-C	"	350 "
5	Chofs. cam. volteo F-600	"	1750 "
1	Soldador	"	350 "
1	Tubero	"	350 "
1	Cabo maniobras	"	350 "
0.5	Op. tractor D-7	"	175 "
0.5	Afilador brocas	"	175 "
5	Perf. pierna	20 "	100 "
1	Compresorista	20 "	20 "

b) Materiales.

Acero de barrenación.

Zanco de 1(1/4)"	=	$((291.6 \text{ m/ciclo} \times (1128 \times 2/3.24)/900 \text{ m/pza}) \times 1.03 \text{ (desp.)})$	=	232 pza.
Cople de 1(1/4)"	=	$((291.6 \text{ m/ciclo} \times (696 \text{ ciclos})/500 \text{ m/pza.}) \times 1.03)$	=	418 pza.
Barra de 1(1/4)"	=	$((291.6 \text{ m/ciclo} \times (696 \text{ ciclos})/600 \text{ m/pza.}) \times 1.03)$	=	348 pza.
Broca de 1(1/4)" a 1(7/8)"	=	$((291.6 \text{ m/ciclo} \times (696 \text{ ciclos})/200 \text{ m/pza.}) \times 1.03)$	=	1045 pza.
Acero integral S-11	=	$(0.015 \text{ pza./m} \times 1128 \times 2)$	=	34 pza.
Acero integral S-12 de 2.44 m. br. 1(1/2)"	=	$(3694/200)$	=	18 pza.

Explosivos de 1(1/4)" x 10"

Amón gelatina al 80%	=	$(178.29 \text{ kg.} - 17.05 \text{ kg.})/\text{ciclo}$ $\times 696 \text{ ciclos} + \text{nichos}$	=	114026 kg
Tronex 2TA para recorte	=	$(17.05 \text{ kg.} \times 696 \text{ ciclos} + 191 \text{ kg.})$	=	12060 kg
Estopines eléctricos de tiempo (1/2 seg.)	=	$(79 \times 696 + 2226)$	=	57210 pz
Primacord	=	$(80 \text{ m/vold.}) \times (696 + 37)$ $\times 1.03$	=	60399 m.
Tub. Nylor 8"diam.	=	$(1128 \times 1.03) \text{ p/bombeo}$	=	1161 m.
Tub. Nylor 3"diámetro	=	$(1128 \times 2 \text{ (frentes)}) \times 1.03$	=	2324 m.
Tub. Ventiflex 1" diámetro.	=	$(1128 \times 2 \times 1.05)$	=	2369 m.
Tub. Nylor 6"diámetro	=	$(1128 \times 2 \times 1.03)$	=	2324 m.
Alambre galvanizado No. 12	=	$(1128 \times 2 \times 2 \times 1.1)$	=	4963 m.
Acero de refuerzo 1"-(3/4)" diámetro	=	$(1128 \times 2/5) \times 5 \times 1\text{m.}$ $\times 3 \text{ kg./ m. g}$	=	6800 kg
Estructura p/soporte ventilador	=	(4.68 vent.) $(150 \text{ kg/vent} \times 4.68)$	=	702 kg

Semáforos	= (4 pza.)	= 4 pz
Grava de 1(1/2)"	= (1128 m x 2 x 0.05 x 0.20 x 4m.)	= 90 m3
Soldadura	= (200 kg.)	= 200 kg
Inst. eléctrica túnel	= (1128 m. x 2 x 1.03)	= 2324 m.
Madera	= (2000 P.T. x 1128 x 2)	= 4500 PT
Discos p/afilar brocas	= (1045 pza./100 br/disco)	= 10 pz
Galvanómetros	= (11 pza. + 1 repuesto) x 0.33 (% roca tipo 1)	= 4 pz
Explosor	= (2 pza.)	= 2 pz
Focos de 20 watts	= (1128 x 2) = 2256 m. 2 focos a/c 10 m. = (2256/10) x 2 = 452 vida útil = 600 hr.	
	Total hrs. = (165 d. x 24)/2 = 1980	
	Total focos = (452 x (1980/600))	= 1492 pz
Lámparas de 1500 watts	= 4 lámparas frente x (3888/300)	= 52 pz

c) Equipo

Jumbo portal de 3 perf. (electro-hidráulico 2 unidades)	= (2.03 x 0.16) hr./ciclo x (1128 x 2/3.24) - 6 x 0.334 x (2.19) x 3	= 1511 hr (portal)
Cargador 966-C c/ cucharón de descarga lateral de 2.29 m3. (3 yd3.) sobre neumáticos 2 unidades	= (4.01 + 0.16 + 0.16) hr/ciclo x (696 ciclos) + 88 hr. x 0.334	= 3043 hr

Camiones volteo F-600 10 unidades	=	(5 cam. x (4.01 hr./ciclo x 696 ciclos + (88 x 0.334)	=	13984 hr
Soldadora de 300 amps.	=	(2 hr/dc x (162 dc x 2)	=	648 hr
Bombas flygt de 13 H.P. de achique	=	(4 unidades)	=	3935 hr
Tractor D-7 en tendido de rezaga	=	(95.32 x 1128 x 2 x 1166)/ 150 m3/hr (1 unidad)	=	1141 hr
Ventilador 1 m. de diámetro	=	(32 unidades)	=	35398 hr
Perf. de pierna 10 unidades	=	(442 x 5 x 0.334 + 348 x 10 x 0.334)	=	1900 hr
Bombas flygt de 3.7 H.P. 2 unidades	=	(24 hr/7.66 hr/ciclo) x 1.74 x 1 bomba x 165 dc)	=	899 hr
Compresor eléctrico 750 pcm. 2 unidades	=		=	263 hr

2. Excavación subterránea / roca tipo 2

Cantidad = 237000 m3.

Tiempo = 909 d.c

Longitud = 2240 m. x 2 frentes = 4480 m.

El análisis se calculó para los dos frentes de trabajo.

Recursos.

a) Mano de obra.

Cantidad	Categoría	Tiempo 887 días de 24 hr.	Totales
1	Jefe de turno	909 dc/24 hr.	909 dc/24h
1	Perf. p/jumbo	874 "	874 "
1	Electricista	"	909 "
1	Bombero	"	909 "
4	Obreros	"	3636 "
1	Checador	"	909 "
1	Op. carg. 966-C	"	909 "
5	Chofs. cam. F-600	"	4545 "
1	Soldador	"	909 "
1	Tubero	"	909 "
1	Compresorista	"	909 "
0.5	Op. tractor D-7	"	454 "
0.5	Afilador brocas	"	454 "
1	Cabo maniobras	"	909 "
5	Perf. pierna	39 "	195 "
1	Compresorista	39 "	39 "

b) Materiales

Acero de barrenación.

Zanco de 1(1/4)"	=	(243 m./ciclo x (2240 x 2/2.7)/ 900 m/pza. x 1.03 (desp.)	= 461 pz
Cople de 1(1/4)"	=	(243 m./ciclo x (1659 ciclos)/ 500 m/pza. x 1.03 (desp.)	= 806 pz
Barra de 1(1/4)"	=	(243 m./ciclo x (1659 ciclos)/ 600 m/pza. x 1.03	= 671 pz
Broca de 1(1/4)" a 1(7/8)"	=	(243 m./ciclo x (1659 ciclos)/ 200 m/pza. x 1.03	= 2015 pz

Acero integral S-11	=	(0.015 x 2240 x 2)	=	67 pza.
Acero integral S-12	=	(2.4 m. br 1(1/2)"nichos	=	
	=	(7333/200)	=	37 pza.
Explosivos.				
Gelatina al 804	=	(148.46 kg. - 14.36 kg.)/ ciclo x 1659 ciclos + 3579 kg. + nichos = 3579	=	226051 kg.
Tronex 2TA	=	(14.36 x 1659 ciclos + 382 kg. (nichos))	=	24205 kg.
Estopines eléctricos de tiempo (1/2 seg.)	=	(79 x 1659 + 4420)	=	135481 pza.
Primacord	=	(80 m./vold. x (1659 + 73) x 1.03	=	138560 m.
Alambre quema	=	(32 m./vold. x (1659 + 73) x 1.03	=	57087 m.
Tub. Nylon de 8" diámetro	=	(2240 x 1.03)	=	2307 m.
Tub. Nylon de 3" diámetro	=	(2240 x 2 x 1.03)	=	4614 m.
Tub. ventiflex 1m. diámetro	=	(2240 x 2 x 1.05)	=	4704 m.
Alambre galvanizado No. 12	=	(2240 x 2 x 2 x 1.1)	=	9856 m.
Acero de refuerzo 1" - (3/4)"	=	(2240 x 2/5) x 5 x 1m. x 3 kg./m.	=	13440 kg.
Estructura p/soporte ventiladores	=	(9.28 P.T. x 150 kg.)	=	1392 kg.
Semáforos	=	(4 pza.)	=	4 pza.
Grava 1(1/2)"	=	(2240 x 2 x 0.05 x 0.20 x 4 m.)	=	179 m3.
Soldadura	=		=	400 kg.
Inst. eléctrica túnel	=	(2240 x 2 x 1.03)	=	4614 m.

Madera	=	(2000 P.T.x2240 x20)=	8960 P.T.
Discos p/afilar brocas	=	(2015 pza./100)	= 20 pza.
Tub. Nylon 6"diam.	=	(2240 x 2 x 1.03)	= 4614 m.
Galvanómetros	=		= 2 pza.
Explosor	=		= 2 pza.
Focos de 20 watts	=	(2240 x 2)=4480 m.	
		2 focos a/c 10 m.=	
		(4480/10)/2= 896	
		Vida útil = 600 hr.	
		Total hr. = (430 x 24)/2 = 5160	
		Total focos =	
		896 x (5160/600)	= 7705 pza.
		Libramientos =	
		(5160 x 4/300)	= 344 pza.

c) Equipo

Jumbo portal 3 perf.
Electro-hidráulico
2 unidades

$$= (1.69 \times 0.16) \text{ hr/ciclo} \times$$

$$(2240 \times 2/2.7) - 64 \times 0.663$$

$$\times 1.85 \text{ m}^3 = 3047 \text{ hr.}$$

Cargador 966-C
c/cucharón de descarga
lateral de 2.29 m³
(3 yd.3) sobre neumáticos

$$= (3.34 \text{ hr.} + 0.16 + 0.16) \text{ hr/ciclo}$$

$$\times 1659 \text{ ciclos} + 88 \times 0.663$$

$$= 6077 \text{ hr.}$$

Cam. volteo F-600
10 unidades

$$= (5 \text{ cam.} \times (3.39 \times 1659 \text{ ciclos}$$

$$+ 88 \times 0.663)) = 28178 \text{ hr.}$$

Soldadura 300 amps.

$$= (2 \text{ hr./día} \times 860) = 1720 \text{ hr.}$$

Bombas flygt 13 H.P.
de achique

$$= (4 \text{ unidades}) = 7745 \text{ hr.}$$

Tractor D-7
de tendido rezaga
1 unidad

$$= (95.32 \times 2240 \times 2 + 2314)/$$

$$150 \text{ hr/m}^3 = 2862 \text{ hr.}$$

Ventilador 1 m.diam 32 unidades	=	(144 x 0.663) = 9280 =	70542 hr.
Perf. de pierna	=	(5x 0.663x(442+348)) =	2618 hr.
Bombas flygt 3.7 H.P	=	(24 hr./8.58 hr./ciclo) x 1.45) hr./dia x 1 bomba x 424	= 1719 hr.
Compresor eléctrico 750 pcm.	=		= 523 hr.

3. Excavación subterránea / roca tipo 3.

Cantidad = 900 m³.

Tiempo = 11 dc.

Longitud = 10 m. x 2 frentes = 20 m.

El análisis se calculó para los dos frentes de trabajo.

Recursos.

a) Mano de obra.

Cantidad	Categoría	Tiempo	Totales
1	Jefe de turno	11 dc	11 dc/24 hr.
1	Perf. p/ jumbo	10 "	10 "
1	Electricista	"	11 "
1	Bombero	"	11 "
4	Obreros	"	44 "
1	Checador	"	11 "
1	Op. carg. 966-C	"	11 "
5	Chofs. cam F-600	"	55 "
1	Soldador	"	11 "
1	Tubero	"	11 "
1	Cabo maniobras	"	11 "
1	Compresorista	"	11 "
0.5	Op. tractor D-7	"	5 "
0.5	Afilador brocas	"	5 "
5	Perf. pierna	1 "	5 "
1	Compresorista	1 "	1 "

b) Materiales

Acero de barrenación

Zanco de 1(1/4)" = (145.8 m/ciclo x (20/162)/
900 m/pza. x 1.03 = 2 pza.

Cople de 1(1/4)"	=	=	4 pza.
Barra 1(1/4)"	=	=	3 pza.
Broca 1(1/4)"-1(7/8)"	=	=	9 pza.
Acero integral S-11	=	=	1 pza.
Acero integral S-12	=	=	1 pza.
Explosivos. 1(1/4)" x 10"			
Gelatina al 60%	=	(89.48 kg. - 8.68) x 12.35 + 16 kg.	= 1014 kg.
Tronex 2TA	=	(8.68 x 12.35 + 2)	= 109 kg.
Estopines eléctricos de tiempo (1/2 seg.)	=	(79 x 12.35 + 20)	= 995 pza.
Primacord	=	(80m.x12.35 x 1.03)	= 1017 m.
Alambre quema	=	(32 x 12.35 x 1.03)	= 407 m.
Tub. Nylon 8"diam.	=	(20x1.03)+(10x1.03)	= 31 m.
Tub. Nylon 4"diam.	=	(20 x 1.03)	= 21 m.
Tub. Ventiflex	=	(20 x 1.05)	= 21 m.
Alambre galvanizado	=	(20 x 2 x 1.1)	= 44 m.
Acero de refuerzo 1" - 3/4" diam.	=	(20 x 2/5) x 5 x 1m. x 3 kg./m.	= 120 kg.
Estructura p/soporte ventiladores	=	(150 kg/vent.x0.04)	= 6 kg.
Sanáforos	=	=	----
Grava 1(1/2)"	=	(20 m. x 0.50 x 0.20 x 4 m.)	= 8 m3.
Soldadura	=	=	10 kg.
Inst. eléctrica túnel	=	=	20 m.
Madera	=	(2000 P.T.x 0.020)	= 40 P.T
Discos p/afilar brocas	=	=	---

Focos = $(20 \times 0.5) = 10m.$
 $5 \text{ dc.} \times 24 = 120 \text{ hr}/360 \times 1$
 = 1 pza.

c) Equipo.

Jumbo portal de 3 perforadoras

Electro-hidráulico

2 unidades = $(0.86 + 0.16) \text{ hr./ciclo} \times$
 $(10 \times 2/1.62) = 13 \text{ hr.}$

Cargador 966-C

c/ cucharón de descarga
 lateral 2.29 m³.

(3 yd.3) 2 unidades = $(2.1 \text{ hr.} + 0.32) \times 12.35$
 $+ 0.26 = 30 \text{ hr.}$

Cam. volteo F-600 = $(5 \text{ cam.} \times 2.1 \times 12.35 \times$
 $0.26) = 130 \text{ hr.}$

Soldadura 300 amps. = $(2 \text{ hr/dc} \times 5 \text{ dc} \times 2) = 20 \text{ hr.}$

Bombas flygt 13 H.P. = (4 unidades) = 35 hr.

Tractor D-7 = $(99.88 \times 20 + 11) / 150 = 14 \text{ hr.}$

Ventilador 1 m. diam = (32 unidades) = 309 hr.

Perf. de pierna = $(4 \times 0.003) \times (18 \text{ dc} \times$
 $24 \text{ hr.}) = 5 \text{ hr.}$

Compresor eléctrico = $(0.86 \times 12.35 \times 2) = 21 \text{ hr.}$
 de 1500 pcm.

Bombas flygt 3.7 H.P. = $(24 \text{ hr.}/13.38) \times 0.86 \times$
 $1 \times 5 = 5 \text{ hr.}$

Compresor eléctrico 750 pcm. = 1 hr.

Una vez que se tiene el cálculo de los recursos necesarios para la excavación del túnel, se procede a vaciarlos en formatos especiales para la integración de los costos básicos, y así poder procesar toda esta información en un sistema computarizado que calculará el costo unitario de

cada uno de los ítemes de la excavación, para que al final de este proceso se obtenga el costo directo del análisis en cuestión.

A su vez, se desarrolla el mismo proceso para cada una de las partidas contenidas en la propuesta y de esta forma se obtiene el costo directo global de la obra.

4.2 Programa de obra.

El programa de construcción es utilizado como una herramienta básica coordinadora en el acceso a los sistemas para estimación de costos de construcción pesada. Este muestra el tiempo disponible de construcción para cada fase del proyecto. Mediante el uso del programa, en unión de las cantidades de trabajo, las tasas de producción deseadas y la secuencia de actividades, se podrá determinar los recursos necesarios, tanto del equipo de construcción como las instalaciones requeridas.

El programa de construcción es también empleado para la nivelación de recursos, ésta es, la programación de ejecución de conceptos de trabajo no críticos durante periodos de tiempo en que el equipo de construcción no se está empleando a toda su capacidad en conceptos de trabajo críticos. Sin la nivelación de recursos, equipos e instalaciones adicionales pueden ser requeridas para

realizar estos trabajos no críticos.

Para hacer el programa de construcción tan útil como sea posible, como herramienta de construcción, deberá ser preparado de forma que ilustre el flujo y la secuencia de todas las operaciones, de tal forma que sea suficientemente simple para ser entendido rápidamente.

A su vez, nos debe permitir asegurarnos que la obra se realizará en el tiempo y con los costos previamente determinados.

La preparación del programa de construcción se deberá iniciar simultáneamente con la revisión de planos y especificaciones.

Durante esta revisión se deberá dibujar en el programa la fecha de licitación, la fecha de adjudicación, fecha del inicio de la construcción, fecha de terminación, condiciones climáticas, e información del flujo de las obras que influyan en algunas actividades (colocación de concreto, colocación de refuerzos, etc.) y fechas cuando el material y el equipo permanentes serán recibidos por parte del cliente. Así como las fechas topes obligadas por el cliente.

La programación de una obra debe estar correlacionada con la selección de los tipos de equipos de construcción y de

las instalaciones. El programa de construcción debe contener las cantidades de obra que deben ser ejecutadas en cada actividad y por ende en cada periodo de tiempo de ejecución para que el trabajo pueda ser terminado en la fecha especificada de terminación. Estas cantidades de obra programadas, son empleadas para la selección del equipo de construcción, para establecer el número de unidades del equipo y para preparar el estudio de los costos.

La programación de la realización de una obra de construcción pesada es una operación continua ya que debe ser cambiada a medida que se desarrollen conceptos de trabajo nuevos o adicionales.

Por ejemplo: durante la estimación del costo directo, se puede determinar algunos cambios oportunos en el equipo de construcción, que pueden significar cambios en el programa de construcción. O se puede encontrar que el costo puede ser reducido si se hace una reprogramación. En algunos casos puede ser necesario reprogramar todo el trabajo, por lo que la programación de la obra nunca finaliza antes de terminar la estimación total del precio.

Al final del capítulo en los esquemas No. 15 y 16 se muestra el programa de obra para el túnel Maule.

4.3 Análisis del costo directo.

En el costo directo se integra el costo de la mano de obra, materiales de consumo y el costo del equipo que se emplea en el trabajo. No se incluye el personal de supervisión o administrativo, ni el personal que no este asignado directamente a una sino a varias actividades (topógrafos, cadeneros, auxiliares técnicos). Tampoco se incluyen los equipos de servicio que atienden a varias actividades de la obra (transporte de personal, vehículos, etc.)

a) Mano de obra

De acuerdo con los salarios de la mano de obra en la zona del proyecto, se elabora un tabulador de salarios base a costo- empresa. El factor costo-empresa es el factor por el cual se debe multiplicar el salario base de un trabajador para obtener lo que realmente le cuesta dicho trabajador a la empresa.

Es importante conocer la ley federal del trabajo que rige las relaciones laborales en la zona, así como las prestaciones extralegales y logros sindicales que afecten el cálculo del factor costo-empresa.

Una vez elaborados los tabuladores de mano de obra para todo el proyecto y los días trabajados por mes, se procede a formar las brigadas de trabajo para cada concepto de obra.

El número de trabajadores multiplicado por el costo-empresa mensual y por el número de meses que se requiera para realizar cada actividad, nos da el costo total de mano de obra, el cual dividido por el volumen de obra por ejecutar, nos da el costo unitario directo de mano de obra.

b) Materiales de consumo.

En este renglón del costo directo se incluyen todos los materiales de consumo, sean o no permanentes.

No están incluidos los combustibles, lubricantes, grasas, partes de repuesto, etc., correspondientes a la operación del equipo, los cuales quedan incluidos en los costos horarios de los mismos.

En el caso de excavaciones en roca con empleo de explosivos, los materiales más significativos en el costo son los explosivos con sus artefactos y el acero de barrenación. Sin embargo, conviene tener listas de materiales amplias para diversos casos a fin de no olvidar ninguno de ellos.

Se debe tomar en cuenta, los cargos por transportes, seguros, almacenajes y todos aquellos costos por la entrega del equipo en la obra.

c) Equipo de construcción.

Las horas-equipos se determinan en función del rendimiento de los equipos y el volumen de trabajo por ejecutar.

El costo horario del equipo de construcción está constituido por el costo horario de depreciación, mantenimiento, consumos y (neumáticos en el caso de que los requiera).

1. Depreciación.

$$D = (V.A - V.R.) / V.E.$$

V.A = Es el valor de adquisición del equipo nuevo en el lugar de origen, sin incluir fletes, seguros, financiamiento, escalación, impuestos, almacenaje y valor de las llantas en su caso.

V.R = Es el valor de reventa al final de su vida económica

V.E = Es la vida útil económica del equipo de construcción expresada en horas. La determinación de la vida útil económica se puede hacer en base a las especificaciones del fabricante, o de acuerdo con libros y/o manuales que se consultan mundialmente, tales como el "libro amarillo" (Contractor's Equipment Manual), "Blue Book", "Cost Guide" o en función de la experiencia del contratista así como de las condiciones de operación y mantenimiento del equipo.

2) Mantenimiento.

El costo de mantenimiento se determina como un porcentaje del valor de depreciación.

$$M = K D$$

Donde el valor de K varia en función del tipo de equipo, de las condiciones de operación y de la experiencia del contratista.

Estos valores de K pueden obtenerse de los manuales de los fabricantes o del "libro amarillo" aunque éste último resulta un tanto conservador en lo que se refiere a mantenimiento.

3) Consumos.

De acuerdo también con las especificaciones del fabricante, se calculan los consumos de combustibles, lubricantes, grasas, energía eléctrica y consumos especiales (neumáticos).

Resulta conveniente que tan pronto como se determina el equipo a emplear, se soliciten cotizaciones de equipo y se calculen los costos horarios de los equipos.

Las herramientas se consideran, en la mayoría de los casos, como un porcentaje adicional del costo de la mano de obra.

La suma de todos los costos directos de mano de obra, materiales y equipo divididos entre el volumen total de obra por realizar, nos dará el costo unitario directo.

La mecánica a seguir para integrar el costo directo, es el formar costos básicos en función de lo anterior, y procesarlos con el apoyo de un sistema computarizado, para que se obtenga el precio unitario por ítem de pago.

En la actualidad las computadoras son una herramienta de trabajo, de gran utilidad en el proceso de las propuestas para poder presentar un desglose de los precios unitarios, según los solicite el cliente, así como hacer cambios con relativa facilidad y sin demoras en función de las revisiones hechas a través de sesiones de trabajo.

En resumen: como se distingue, la integración del costo directo es el resultado del estudio y análisis de la planeación de la obra y cada uno de sus componentes, así como la determinación del procedimiento constructivo y la obtención de los recursos y tiempos de ejecución de la obra.

GASTOS GENERALES

5.1 Definición de los costos.

El análisis de un costo, constituye la evaluación monetaria de un proceso determinado, distinguiéndose por las siguientes características que lo integran:

a) **Relativo:** El basarse en condiciones "promedio" de consumos, insumos y desperdicios sin tener la posibilidad de comparar al menos dos procedimientos constructivos iguales, permite asegurar que la determinación del costo es aproximada, pues matemáticamente no puede ser exacta.

b) **Específico:** El costo no pueda ser genérico, pues el proceso constructivo se integra en base a sus condiciones periféricas de tiempo, lugar y secuencia de eventos.

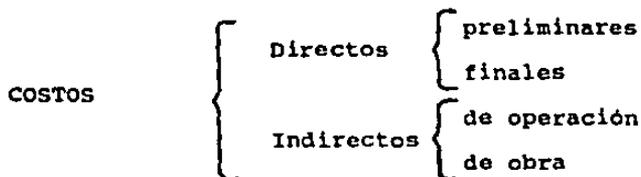
c) **Dinámico:** Se debe de actualizar constantemente en sus aspectos relativos a la planeación, organización, dirección, control, incrementos de costos de adquisiciones de materiales, equipos y en general innovaciones en los procedimientos constructivos.

d) **Ambivalente:** Puede ser inductivo o deductivo, según la forma de analizarlo, será inductivo si de los hechos se conoce el resultado y deductivo si de los puntos ciertos se

deduce todo lo incierto o desconocido del costo.

e) Bilateral: Es parte de un proceso de productividad, pues se antecede por una serie de análisis previos a su costo y participa en otros tantos posteriores a su determinación. Es decir, es un eslabón en la cadena de los costos, pues para integrar el costo presente, se tomarán en cuenta costos previos y afectará a los posteriores. Un ejemplo de esto, para nuestro análisis será, el costo de los pernos sellados, que se anteceden por los costos de la barra y accesorios que los integran y a su vez serán parte del costo del revestimiento del túnel.

A continuación se muestra un cuadro sinóptico de la integración del costo en la construcción.



Estos a su vez se definen de la siguiente forma:

1. Costo directo: Es la suma de los materiales, mano de obra y equipo necesarios para la realización de un proyecto o proceso productivo.

a) Costo directo preliminar: Es la suma de gastos de materiales, mano de obra y equipos necesarios para la realización de un subproducto.

b) Costo directo final: Es la suma de gastos de materiales, mano de obra, equipos y subproductos para la realización de un producto.

2. Costo indirecto: Es la suma de gastos técnicos-administrativos necesarios para la correcta realización de todo proceso productivo.

a) Costo indirecto de operación: Es la suma de gastos que, por su esencia misma, son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado.

b) Costo indirecto de obra: Es la suma de todos los gastos que, por su esencia misma, son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial.

5.2 Clasificación de los gastos generales (costos indirectos).

Los gastos generales que pueden afectar una obra se integran por partidas que no pueden ser clasificadas como materiales, mano de obra y equipo de construcción, es decir, no se pueden considerar dentro del costo directo.

Algunas empresas contratistas que operan en el extranjero dividen dichos cargos indirectos en dos categorías:

Gastos Generales { Gastos indirectos fijos
Gastos indirectos variables.

Los gastos indirectos fijos son aquellos que pueden ser cargados específicamente a la obra. Estos costos son los salarios del personal técnico y administrativo de la obra, los servicios, suministros, ingeniería, pruebas, planos, rentas, permisos, etc., que correspondan directamente a la obra.

Los gastos indirectos variables son parte de los costos generados en la oficina general de la compañía, e incluyen: salarios, renta de la oficina, servicios, seguros, impuestos, talleres y patios, y otros gastos que no sean cargables a un proyecto específico.

Algunos analistas acostumbran multiplicar los costos de un proyecto, materiales, mano de obra y equipos, por un porcentaje supuesto para determinar el costo probable de los gastos indirectos fijos.

Aunque este método dé resultados rápidos, pudiera no ser lo suficientemente preciso para la mayor parte de las propuestas, pero se debe de aclarar que a nivel

internacional los costos se deben de evaluar por análisis que los determinan.

Es factible estimar el costo de los gastos indirectos fijos para una obra en especial, sin embargo, usualmente no es posible el estimar con exactitud los costos de los gastos indirectos variables que deban de cargarse a la propuesta. Como el costo de los gastos indirectos variables es el resultado de la operación de todos los proyectos construidos por un contratista, es razonable el cargar a cada obra una parte proporcional del costo.

El monto total a cargar puede basarse en la duración del proyecto, la cantidad del contrato o una combinación de las dos.

5.3 Gastos indirectos fijos.

El cálculo del gasto indirecto fijo debe estar basado en el tiempo total de construcción, el tiempo de ejecución de cada actividad (excavación, refuerzos, revestimientos, etc.), la complejidad del proyecto, el número de trabajadores que serán empleados, el número de turnos de trabajos por día, el número de días trabajados por semana, la cantidad de trabajo que será subcontratado, el volumen del contrato, la aplicación de computadoras y la complejidad

de los controles de costos y reportes que sean requeridos por la supervisión y por la oficina matriz. La mayoría de esta información puede obtenerse del programa de construcción y de otras secciones de la estimación.

El análisis del gasto indirecto fijo puede iniciarse tan pronto como el programa de obra esté establecido y que un organigrama del personal técnico y administrativo quede definido.

La organización de la obra es semejante a la de la oficina matriz, solo que orientada hacia un proyecto en específico, se debe realizar su evaluación en forma también porcentual con base a tiempo y costo, es decir, se obtiene el costo de la organización de obra, durante el tiempo de ejecución planeado.

Cabe señalar, que el costo de los sueldos y prestaciones representa prácticamente el 50% del total de los gastos indirectos fijos.

En el esquema No. 17 se presenta el organigrama que se propuso para la organización del concurso en cuestión.

A continuación se enlistan los conceptos que se deben tener en cuenta para el cálculo de los gastos indirectos fijos, con una breve descripción correspondiente a cada uno

de los conceptos:

Gastos indirectos fijos:

- 1.100 Sueldos y prestaciones
(personal técnico y administrativo, mexicano y/o local)
- 1.101 Personal en ciudad más cercana.
- 1.102 Personal técnico en la obra.
- 1.103 Personal administrativo en obra.
- 1.104 Importe total por sueldos del personal técnico y administrativo.
- 1.105 Prestaciones.
 - a) Casa en renta para personal casado c/mobilario.
 - b) Casa en renta para personal soltero c/mobilario.

Los sueldos y prestaciones se denominan como gastos técnicos y/o administrativos. El personal debe representar la estructura ejecutiva, técnica, administrativa y de staff de una obra.

Las prestaciones deben de ser las que define la ley del país en el que se vaya a presentar la oferta.

- 1.200 Asesoría y estudios.
 - 1.201 Asesoría técnica mexicana.
 - 1.202 Asesoría técnica de otros países.
 - 1.203 Asesoría técnica nacional.
 - 1.204 Servicios contables.
 - 1.205 Servicios legales.
 - 1.206 Estudios especiales.

Es necesario considerar un concepto de asesorías y estudios, para certificar la calidad del trabajo, en las condiciones y tiempo previamente establecidas, siempre y cuando el tipo de obra lo amerite. Los servicios contables y legales casi siempre se requieren y son gastos locales del

país en cuestión.

1.300 Préstamos, inscripciones y cooperaciones.

1.301 Préstamos a empleados.

1.302 Inscripciones a revistas y periódicos.

1.303 Cooperaciones a sindicato, iglesia, municipio, etc.

1.304 Becas.

1.305 Fotografías y películas.

Se definen como cargos varios que se deben de considerar en los gastos indirectos fijos, por necesidad o requisitos que se deberán cumplir para la buena realización del proyecto.

1.400 Viajes y atenciones.

1.401 Viajes personal mexicano a su país de origen.

1.402 Viajes de personal a terceros países.

1.403 Viajes de personal de oficina matriz.

1.404 Viajes de personal ejecutivo a otras ciudades del país.

1.405 Atenciones al cliente.

1.406 Atenciones al personal visitante.

1.407 Fiestas de fin de año.

Los gastos por concepto de viajes y atenciones, representan un cargo que tendrá incidencia en el total de los gastos indirectos fijos, pues implica costos sujetos a cambio.

2.100 Oficina administrativa en la ciudad más cercana.

2.101 Renta de oficina.

2.102 Mobiliario.

2.103 Papelería y copias.

2.104 Comunicaciones (teléfono, telex, telefax, etc.).

2.105 Luz, gas, vigilancia, mantenimiento y otros consumos.

La oficina administrativa que se localizará en la ciudad más cercana a la obra, estará comprendida en el concepto de campamentos y oficinas. Esta oficina, se requiere para la buena coordinación del proyecto.

2.200 Oficinas en obra, almacenes y laboratorios.

2.201 Construcción.

2.202 Mobiliario.

2.203 Papelería y copias.

2.204 Comunicaciones.

2.205 Luz, gas, vigilancia, mantenimiento y otros consumos.

2.206 Laboratorios.

El costo de la oficina de la obra, está integrada por cada uno de los conceptos anteriores, considerándose construcciones, bienes inmuebles y consumos, para la buena operación de la oficina.

2.300 Campamento de construcción.

2.301 Construcción, campamento técnico-administrativo.

2.302 Comedor y casino técnico-administrativo.

2.303 Escuela.

2.304 Enfermería.

2.305 Casa de visitas en obra.

2.306 Campos deportivos técnico-administrativo.

2.307 Urbanización.

2.308 Mantenimiento.

2.309 Costo por comida para personal técnico-administrativo

2.310 Construcción campamento obrero.

2.311 Comedor y casino obrero.

2.312 Campos deportivos y obreros.

2.313 Urbanización campamento obrero.

2.314 Mantenimiento.

2.315 Costo por comida para personal obrero.

Como se distingue, es un campamento más completo que lo convencional, pues reúne garantías y comodidades de

estancia, para que el alojamiento del personal, sea imponderable a las vicisitudes del lugar.

2.400 Equipos de ingeniería.

2.401 Aparatos de topografía.

2.402 Papelería.

Estará integrado por los tránsitos, niveles, cintas, rayo laser, estadales, balizas, etc., necesarios para los levantamientos topográficos y algún otro trabajo necesario de ingeniería de campo.

3.100 Instalaciones.

3.101 De equipos y plantas en los frentes.

3.102 Polvorín.

3.103 Cercas y casetas de vigilancia.

3.104 Instalaciones telefónicas.

3.105 Instalaciones eléctricas.

Están comprendidas en las instalaciones de construcción y facilidades, son construcciones provisionales para proteger los intereses del cliente y de la empresa constructora, así como también para mejorar la productividad de la obra.

3.200 Vehículos.

3.201 Vehículos para personal técnico y administrativo en la ciudad más cercana.

3.202 Vehículos de personal técnico en obra.

3.203 Vehículos de personal administrativo en obra.

3.204 Renta de vehículos.

3.205 Transporte de personal de campamento a obra.

3.206 Transporte de personal de obra a ciudad más cercana.

Se deben de considerar los vehículos de transporte para el

personal por aparte del conjunto de equipos que se utilizarán en la obra.

4.100 Transporte de equipo.

Son los fletes por medio de transporte marítimo, terrestre o aéreo que pudieren ocuparse en el traslado de los equipos del lugar de adquisición o almacenaje, al lugar de la obra y posteriormente la devolución del mismo, en caso de que fuera necesario.

5.100 Construcción de caminos de acceso.

En caso de que se necesitaran hacer caminos de acceso a la obra se deberán considerar en este concepto.

6.100 Mantenimiento caminos.

Para los caminos de acceso, se debe de tomar en cuenta el cálculo del mantenimiento de los mismos.

7.100 Pérdidas de almacén.

Será un concepto como el de los imprevistos en términos generales, por todas las pérdidas que se susciten en el almacén motivo de robo, daños y/o colisión.

8.100 Gastos de concurso.

Todos los gastos comprendidos en la elaboración de la propuesta (viajes, papelería, horas/hombre del personal técnico, etc.).

Se deberá aclarar que éste es un concepto que muchas veces

debe quedar cubierto por los gastos de oficina matriz (promociones), que generalmente se considera dentro de los gastos generales variables.

5.4 Gastos indirectos variables.

Los gastos indirectos variables comprenden los siguientes conceptos, que en su conjunto conforman el precio de la oferta.

- a) Oficina matriz.
- b) Fianzas y seguros.
- c) Financiamiento.
- d) Amortización complementaria.
- e) Utilidad.
- f) Escalación.

A continuación se hace una breve definición de cada uno de los gastos indirectos variables:

a) Oficina matriz.

La oficina matriz tiene un costo, el cual debe ser absorbido por las obras en ejecución. Cuando se presenta una oferta para un nuevo proyecto, en el costo de este proyecto se debe incluir generalmente la parte proporcional del costo de oficina matriz, de acuerdo a un programa de obra ejecutada que incluya el trabajo ya contratado y el que esté

por contratarse.

En base a lo anterior, se fija un porcentaje sobre la obra ejecutada total del nuevo proyecto y éste se incluye en el costo total de oferta como parte del incremento final al precio de la propuesta.

b) Fianzas y seguros.

El incumplimiento de las condiciones de un contrato implica un riesgo que la parte contratante evita por medio de las fianzas y siendo éstas una erogación para la parte contratista, deben ser elementos del costo.

La valuación de este cargo dependerá de las condiciones específicas y los requerimientos de la parte contratante.

En general se toman en cuenta las siguientes fianzas: fianza de seriedad de la oferta, fianza de cumplimiento, que oscila de un 2% a un 5% del precio de venta, y la fianza de anticipo del contrato.

Los seguros deben de ser, la cobertura de protección contra diferentes tipos de riesgos, que la empresa contratista adquirirá con una prima anual y para un monto definido.

En vez de adquirir varios tipos de seguros, es aconsejable agrupar toda la protección bajo una extensión que abarque la póliza. Este seguro pueda obtenerse para proporcionar protección contra incendio, tornados, explosivos, granizo, motines, etc.

También se consideran los seguros para compensación de obreros, seguro del constructor contra riesgos al valor total, y los seguros del contratista contra riesgos generales.

c) Financiamiento.

En base al estudio financiero y a la decisión tomada por el contratista en cuanto a la alternativa financiera más conveniente, se carga al costo de la obra los gastos financieros que se hayan determinado.

Antes y durante la ejecución de los trabajos de construcción, se efectúan fuertes erogaciones, es decir, cuando se excava el primer metro cúbico se ha hecho ya, una erogación considerable.

La estricta vigilancia y supervisión de las inversiones en las obras, es también requerimiento indispensable que obliga a esperar un lapso para cobrar la obra ejecutada, lo que convierte a la empresa en un financiero a corto plazo que

forzosamente devenga intereses.

El costo financiero es el monto total de los gastos financieros en que se incurra por el financiamiento externo, estos a su vez se enuncian a continuación:

1. Condiciones contractuales:

a) Forma de pago (anticipos y amortizaciones, forma de estimación de avances, velocidad de pago de estimaciones, retenciones sobre los pagos, liquidación de pagos).

b) Ajuste de precios (fórmula de ajuste y forma de pago del ajuste).

c) Condiciones de financiamiento.

2. Condiciones de operación.

a) Forma de pago de proveedores y servicios.

3. Programa de flujo de efectivo.

Para determinar el costo financiero, la rentabilidad del proyecto, el grado de riesgo de la variación en diversas variables del proyecto, como son la inflación, tipo de cambio, velocidad de cobro y los costos.

d) Amortización complementaria.

En el análisis del costo directo, se ha determinado la inversión requerida del equipo de construcción, así como la parte de ésta que se ha amortizado en la obra.

En base a esta información, se puede fijar el valor de rescate que tenga cada uno de los equipos.

Este estimado del valor del rescate depende del juicio y experiencia de las personas que lo determinan, ya que debe ser presupuestado para una fecha futura cuando el equipo pueda ser o no comercial.

En el caso de equipo comercial, se define un valor de rescate, y éste se disminuye del valor total de oferta. En el caso de equipo especializado, por ejemplo: grúas especiales, plantas de agregados, plantas de concreto, jumbos de barrenación, etc., puede que no sea vendido o utilizado otra vez, sino hasta pasados varios años después de que han sido puestas en venta al mercado.

Durante estos años se incurre en costos de almacenamiento y cuidado, así como impuestos requeridos por la zona en la cual el equipo es almacenado.

En este caso de equipos no comerciales, y cuando los

equipos no han sido amortizados totalmente en la ejecución de la obra, puede ser aconsejable cargar al costo de la obra una parte o el total de la amortización complementaria de estos equipos.

e) Utilidad.

La utilidad se define como la cantidad de dinero que retiene el contratista después de haber terminado una obra y haber pagado todos los costos de materiales, equipo, mano de obra, cargos fijos, impuestos, seguros, etc. La cantidad de utilidad incluida en una oferta está sujeta a considerable variación, dependiendo del tamaño de la obra, del riesgo involucrado en ella, del deseo del contratista de obtener la obra, de la cantidad de competencia y de otros factores.

Sin embargo, la rentabilidad del capital invertido es determinante para el cálculo de la utilidad.

La rentabilidad del capital se obtiene del análisis financiero y tiene como límite al menos, una tasa de retorno mínima atractiva, que cada empresa contratista, define en particular, pero que está relacionada con el costo del capital y con las tasas de rentabilidad de inversiones seguras (inversión en los bancos).

También para la determinación de la utilidad influyen

diferentes variables como son:

1) Obras en ejecución: Las obras ya contratadas pueden ser determinantes en la necesidad que tiene el contratista en ganar más obras y bajo qué condiciones financieras.

De acuerdo al crecimiento que se ha fijado la empresa y con los recursos humanos y financieros disponibles, se determinará el monto de los beneficios que se deben esperar en el proyecto.

2) Tipo de obra: Los riesgos posibles en la ejecución, el conocimiento del tipo de obra y experiencia que se tenga en el país donde se desarrollará el proyecto, serán aspectos que influyan en la determinación de la utilidad.

3) Concursantes en la licitación: Es conveniente contar con estadísticas de otras licitaciones, así como historial de las empresas que están concursando, para poder determinar las probabilidades de ofrecer el precio más bajo en función del porcentaje de la utilidad.

4) Recursos humanos: Cuando un proyecto requiere la intervención de un gran equipo humano del contratista, la utilidad debe ser mayor que en el caso de que los recursos humanos aportados por el contratista sean mínimos.

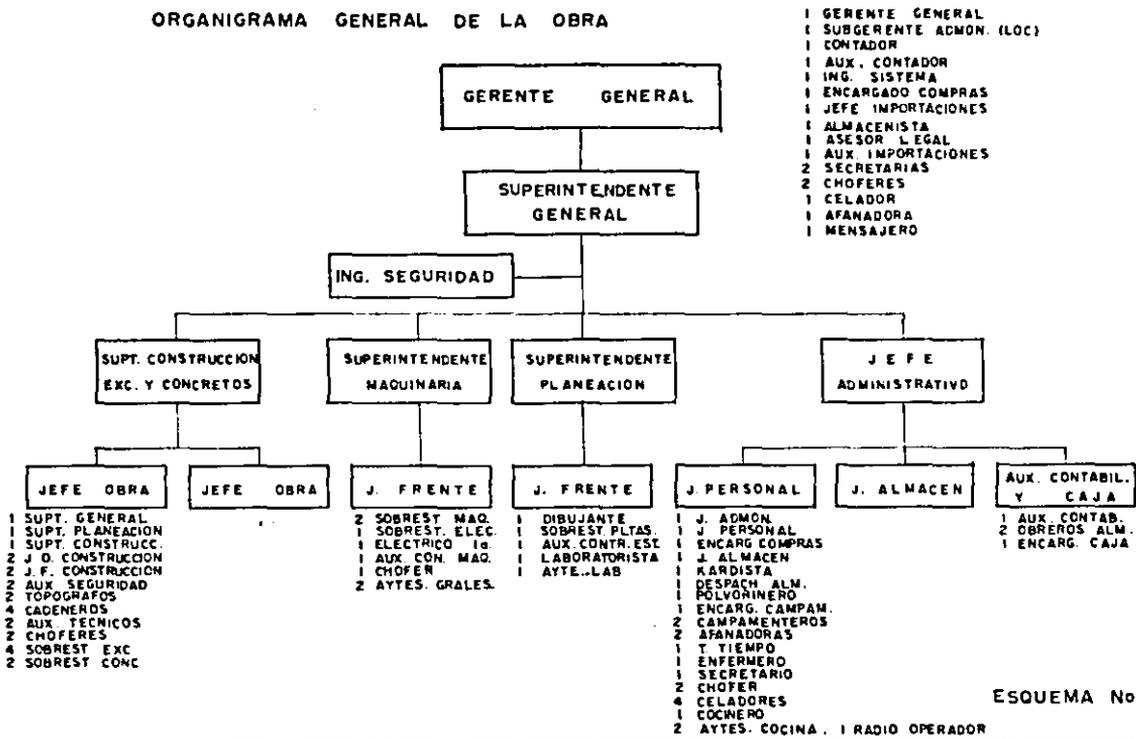
5) Recursos financieros: Según el análisis de inversión y la inversión total requerida se puede definir el porcentaje más conveniente de utilidad. Este punto y el que se refiere a las obras en ejecución deben ser los que pesen más en la decisión final del monto total de la utilidad.

f) Escalación.

Cada día es más común que los documentos de licitación contemplen una o varias fórmulas de ajustes de precios para la ejecución del proyecto.

Es muy conveniente que estas fórmulas se estudien lo más precisas, para poder determinar si la fórmula de ajuste cubrirá correctamente los gastos por escalación de precios y/o costo de la vida. En caso de que no alcance a cubrirlos totalmente, la diferencia estimada se debe incrementar en el costo total del proyecto. Si no fuera así, cuando la fórmula de ajuste nos de más dinero del realmente gastado, se puede disminuir la oferta en el excedente.

ORGANIGRAMA GENERAL DE LA OBRA



ESQUEMA No. 17

CIERRE Y FORMULACION DE LA PROPUESTA

6.1 Integración de los precios.

Para poder realizar los estudios financieros se debe definir determinados porcentajes para los costos indirectos variables, los cuales deben ser evaluados, según las políticas de la empresa y deberán ser revisados y modificados en función de los intereses de la misma.

Generalmente los porcentajes iniciales que se toman son:

Oficina matriz	5%.
Utilidad	10%.
Fianzas y seguros	3%.
Financiamiento	0%.

Escalación adicional y amortización complementaria dependen de cada contrato.

El cargo por escalación se hará únicamente cuando el contrato no contemple una fórmula de ajuste o cuando ésta no cubra los sobrecostos por escalación a juicio del estimador.

El resumen del presupuesto general se tabula y se lleva una constancia de los cambios y sus motivos anteriores a la fecha de licitación.

El resumen es el siguiente:

Costos fijos	1. Costo directo.
	2. Imprevistos.
	3. Costo indirecto fijo.
	4. Subtotal (1+2+3).
Costos variables	5. Oficina matriz.
	6. Fianzas y seguros.
	7. Financiamiento.
	8. Amortización complementaria.
	9. Escalación.
	10. Utilidad.
	11. Impuestos por decreto.
	12. Importe total.

Los imprevistos están en función del tipo de obra y los riesgos técnicos, legales y financieros que presente, se debe fijar un porcentaje del costo directo total, definido de acuerdo a la experiencia, cuyo objeto sea cubrir los gastos imprevistos que ocurran durante la ejecución del proyecto.

Es preciso, tener mucho cuidado para definir este porcentaje, apegándose a la realidad para considerar los riesgos de recuperaciones por reclamos o algún otro imprevisto que pueda afectar directamente al contratista.

Los riesgos técnicos que se pueden presentar son los riesgos geológicos en el caso de excavaciones subterráneas, pero también se pueden tener riesgos de escasez de recursos humanos, de materiales o de equipo etc.

Los riesgos financieros que se pueden presentar son, por

ejemplo: retrasos en los pagos mensuales, dificultad en la obtención de financiamiento, etc. Los riesgos legales son los derivados de la forma de contratación y los caminos que se prevean para presentación de reclamos y resolución de disputas.

Para los impuestos por decreto, habrá que considerar el impuesto al valor agregado (IVA), según el porcentaje que se determine en el país sede del concurso.

Una vez obtenido el costo financiero se integra al importe total y se procede a balancear la oferta, según el importe que hayan determinado las personas responsables del contrato, prorrateando los gastos generales a cada una de las partidas del costo directo, se suman todos los importes y se verifican que llegue al resultado más preciso.

Es entonces, cuando se compara el importe de la propuesta contra lo que previamente se había estimado en la etapa de definición de la propuesta.

Si según el analista está muy alto o bajo, se procede a la revisión de los principales precios que tengan incidencia en el importe total y en función del riesgo y agresividad, que se quiera tomar con las políticas de la empresa en el momento y a futuro, se define en que partidas deberá subirse o bajarse el costo, que bien pueden ser en los costos

directos, imprevistos, costos indirectos fijos o costos indirectos variables.

Se debe tomar en cuenta que a nivel internacional, las propuestas se deben de calcular en moneda local del país sede y en moneda extranjera (por lo regular en U.S.D.), por lo tanto se debe de balancear por separado cada uno de los renglones de la oferta en su correspondiente moneda. Es decir, se deben de obtener los factores promedio para cada uno de los componentes.

Es conveniente tener estudiados y desarrollados formatos tipo para cálculos que sean repetitivos, que permitan desarrollar los cambios ordenadamente, con ahorros de tiempo y fácil revisión.

6.2 Programa de utilización de recursos.

Después de haber obtenido el precio total de la oferta, se debe de calcular mediante el sistema computarizado el flujo de materiales y equipo que se emplearán en la obra.

Dependiendo de cómo lo solicite el cliente se deberá presentar el número total de equipos y cantidad de materiales o se deberá de expresar en un flujo de erogaciones por cada uno de los dos conceptos.

Es importante tomar en cuenta lo siguiente:

- 1) Para optimizar el flujo de equipo, se deben de nivelar los recursos.
- 2) Se debe conocer el número total de equipos y sus respectivas fechas de adquisición.
- 3) Se debe calcular la inversión total, horas por trabajar, depreciación y amortización del equipo considerado en el flujo de maquinaria.

6.3 Curva ocupacional.

Se debe de integrar a la propuesta, por requisito del cliente, el número de personas que laborarán en la obra durante el periodo de ejecución.

Uno de los objetivos de este programa es definir el balance de personal cada mes y con esto poder diseñar las instalaciones y servicios necesarios para todo el personal.

Este programa marcará un índice del costo total de la oferta y es uno de los instrumentos que el cliente requiere para medir la propuesta.

6.4 Flujo de equipo.

El flujo de equipo es el programa que comprende el número total de equipos que se requiere para la construcción de la obra, por cada una de las máquinas y por cada uno de los meses del programa de obra.

Esta presentación debe estar formulada, de tal manera que el cliente conozca la descripción de cada uno de los equipos con los siguientes datos básicos: marca, modelo, potencia o capacidad, año de fabricación, si es de la propiedad del contratista o de terceros, es decir, si fuera alquilado, también es importante señalar la unidad de medición (horas), el costo unitario y el precio unitario en moneda local y extranjera.

El flujo se calcula, en base al programa de obra que determinará la utilización de los equipos por ocuparse en el proyecto.

El flujo de equipo, será de una gran utilidad en el caso de que se gane la obra, para el buen control de la administración y ejecución de la obra, pues es un concepto que representa fuertes erogaciones para la adquisición y renta de los mismos. También es otro instrumento que el cliente requiere para revisar la factibilidad de la oferta.

6.5 Instalaciones de faena.

En la propuesta se debe de incluir el diseño y análisis del costo de las instalaciones de faena que se construirán en la obra, para el control y apoyo de la ejecución del proyecto.

A continuación se enuncian en términos generales, las instalaciones de faena que se propusieron para la obra en cuestión:

Instalaciones provisionales.

1. Campamento general.
2. Comedor general.
3. Almacén central.
4. Oficina central.
5. Taller central.
6. Sala primeros auxilios.
7. Comisariato.
8. Servicios w.c.
9. Garita de vigilancia.
10. Comedor directivos.
11. Campamentos técnicos y administrativos.
12. Planta de emergencia.
13. Oficina de campo.
14. Planta tratamiento agua.
15. Subestación.

16. Planta concretos.
17. Planta trituración.
18. Instalaciones sanitarias provisionales.
19. Red de agua potable y sistema contra incendio.
20. Laboratorios.

En el esquema No. 18 se ilustra la distribución de las instalaciones de faena para la construcción del túnel Maule.

6.6 Formulación de la propuesta.

Es recomendable que tan pronto como se decida estudiar una oferta definitiva, se inicie el estudio de los documentos que se deberán presentar con la propuesta económica con el fin de evitar problemas con documentos cuya obtención requiera un plazo de tiempo excesivo. Así mismo se pueden detectar las dudas que puedan surgir en la forma de presentación para pedir aclaraciones al cliente por escrito y con suficiente anticipación.

Los documentos técnicos que acompañan a la oferta como por ejemplo, la memoria técnica, programas de obra, programas de pagos, listas de equipo, flujos de recursos de mano de obra, materiales, etc., deben ser preparados con mucha atención y cuidado, pues ellos representan un buen apoyo en los posibles reclamos que se presenten durante la ejecución de la obra. También constituyen una idea de la seriedad y

responsabilidad del contratista en general y en particular en el estudio de la propuesta.

Es conveniente que la preparación de la oferta se realice paralelamente al análisis de precios unitarios.

Al final se deben de ordenar e integrar los incisos que constituyen básicamente la oferta, a continuación se mencionan cada uno de los cuales son parte del ejemplo de la tesis:

- 1) Oferta: Se debe llenar un formulario en el que se indica el precio total de la oferta.
- 2) Precios de la oferta: Se presenta el catálogo de conceptos debidamente formulado con las cantidades de cada uno, por los precios unitarios y los importes parciales y total de la oferta.
- 3) Garantías de seriedad de la propuesta: Se deben incluir las cartas de garantía, avaladas por una línea de crédito, reconocida por el cliente.
- 4) Análisis y justificación de los precios: Se presenta el desglose de cada uno de los precios del costo directo.
- 5) Precios de las instalaciones de faena: Se integran los precios desglosados de cada una de las instalaciones necesarias.
- 6) Precios unitarios por utilización de equipos: Es el costo unitario de cada uno de los equipos, con su respectiva

folletería de los catálogos de la maquinaria.

7) Coeficientes de las fórmulas de reajuste, índices y monedas de pago: Se incluyen los coeficientes de las fórmulas de escalación, los índices de pago determinados por alguna institución que los edite, así como la moneda extranjera que se solicita.

8) Capacidad económica: Es un reporte que incluye, capital de trabajo disponible, capital social, currícula de las obras realizadas y las que se encuentran en ejecución, así como los estados financieros de la empresa licitadora.

Todo lo anterior debidamente legalizado y certificado por las autoridades que le concierne.

9) Organización: Se debe de presentar un organigrama de operación y los currícula vitae del personal disponible para la ejecución de la obra.

10) Planificación y programación de las obras: Incluye este apartado, el programa resumido de construcción, métodos de trabajo (memoria técnica), curva ocupacional del personal, y el proyecto de las instalaciones de faena.

11) Obras o actividades por subcontratar: En el caso de que las hubiera, habría que mencionarlas.

12) Representante ante el cliente: Se debe notificar el nombre y poder legal de los representantes del contratista ante el cliente.

13) Compromiso de constitución y de responsabilidad solidaria: En el caso de que se hubiere constituido un

consorcio.

14) Anexos: Es un apartado para incluir algún otro documento que no esté considerado en los incisos anteriores.

Para organizar e integrar cada uno de los documentos, es recomendable que exista una persona exclusivamente dedicada a la integración de todos los documentos de la propuesta.

6.7 Presentación de la oferta.

La persona responsable que presenta la propuesta, debe leer cuidadosamente la información respectiva de la presentación, que esta contenida en los documentos de licitación, para seguir correctamente las indicaciones y así poder evitar una eventual descalificación por incumplimiento de la forma de presentación.

Se deberá tomar en cuenta el tiempo para cumplir con los requisitos legales de autenticidad de los documentos de representación legal con timbres fiscales, por parte de la Secretaría de Relaciones Exteriores y el Consulado en el país sede.

También es conveniente considerar aproximadamente como mínimo 5 días de antelación a la presentación, para efectuar el viaje de traslado al país sede del concurso, y

así poder revisar detalladamente la oferta con el socio local, para poder hacer las correcciones factibles de ejecutar y en el caso de que se pudiera elaborar una carta de descuento, definirla de mutuo acuerdo con el socio, siempre y cuando lo permitiera la licitación.

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS

En conclusión debo señalar que elaborar una propuesta para concursar en el extranjero, implica tener un método de trabajo previamente establecido, que principalmente se fundamenta en la experiencia adquirida por empresas con la capacidad técnica-económica que exige un trabajo de esta naturaleza.

He tenido la oportunidad de darme cuenta que para poder hacer una propuesta competitiva, se deben de considerar una extensa gama de variables y aspectos que se interrelacionan de manera que definan un proceso de ingeniería por demás laborioso.

Considero que la tesis expuesta da una idea clara de los aspectos generales para el análisis y formulación de las propuestas típicas que se presentan en diversos países, mismos que a su vez integran un mercado sujeto a la competencia internacional de los principales contratistas del mundo.

Los campos de acción para los contratistas internacionales son principalmente las naciones petroleras y los países subdesarrollados.

Sin embargo, para los contratistas mexicanos, las naciones

latinoamericanas representan el mercado natural de operación, por lo que constantemente se buscan nuevas promociones para poder subsistir en un campo de acción que verdaderamente exige una gran capacidad por parte de los interesados.

Considero que para poder ser competitivos en el extranjero, es muy importante promocionar el servicio de la construcción, con incentivos fiscales, financiamientos a tasas bajas y coberturas del riesgo político en cada una de las naciones en las que se pudiera participar.

Aunque el servicio de la construcción implica una mínima participación de manufactura nacional, con la exportación la imagen tecnológica de México se enaltece para abrir nuevos horizontes de otros bienes y servicios.

Por último, me enorgullezco de saber que la ingeniería civil mexicana está actualmente reconocida como realmente capaz de poder competir en el extranjero, después de haber labrado un sólido prestigio, que debe incrementar la presencia de la tecnología mexicana como un factor de progreso más allá de nuestras fronteras.

BIBLIOGRAFIA.

Documentos de la licitación proyecto Pehuenche.
Licitación: Construcción del Túnel Maule.
Agosto 1987.

Ingeniería de proyectos.
Víctor G. Hajek.
Ediciones Urmo.
Primera edición en español 1981.

Planning and estimating underground construction.
Albert D. Parker.
McGraw-Hill book company.

Planning and estimating heavy construction.
Parker, Barrie and Snyder.

Métodos, planeamiento y equipos de construcción.
Robert L. Peurifoy.
Editorial Diana.
Primera edición, marzo 1963.

Estimación de los costos de construcción.
Robert L. Peurifoy.
Editorial Diana.
Primera edición, julio 1983.

Cimentaciones y Túneles.
Paul Galabru.
Editorial Reverté.
Segunda edición, 1977.

Tunnel Engineering.
Rolt Hammond. ACGI AMICE.
Heywood and Company L.T.D.

Voladura de rocas.
U. Langefors y B. Kihlström.
Ediciones Urmo. Bilbao.

Técnica Sueca de Voladuras.
Rune Gustafsson.
Editado por SPI, Nora, Suecia.

Caterpillar Performance handbook.
Edition 7.

Manual para excavaciones subterráneas.
Autor Julio David Pérez C.

Costo y tiempo en edificación.
Carlos Suárez Salazar.
Tercera edición.