

881215

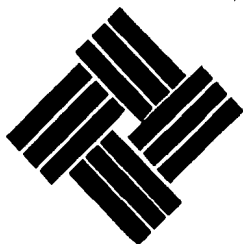
7

24

UNIVERSIDAD ANAHUAC

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO



PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO Y ANALISIS DE PRECIOS
UNITARIOS DEL TUNEL PARA AGUA POTABLE ACUEDUCTO
PERIFERICO, TRAMO PLATEROS CERRO DEL JUDIO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
PRESENTA

JOSE ANTONIO MARGALEF MENDOZA

MEXICO, D. F.

1986

FALLA DE ORIGEN



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 está 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.

I N D I C E

CAPITULO 1

1.1. INTRODUCCION	2
1.1.1.- Antecedentes	2
1.1.2.- Abastecimiento Actual	4
1.1.3.- Objetivos del Trabajo	6

CAPITULO 2

2.1.- Generalidades	9
2.2.- Ubicación	9
2.3.- Descripción del Proyecto	11
2.3.1.- Estudios Preliminares	11
2.3.2.- Emportalamiento	12
2.3.3.- Secciones	13
2.3.4.- Métodos de Excavación	14
2.3.5.- Revestimiento Primario	27
2.3.6.- Revestimiento Definitivo	30
2.3.7.- Inyecciones de contacto	31

CAPITULO 3

3.- Procedimiento Constructivo	32
3.1.- Generalidades	33
3.2.- Excavación	34

3.2.1.- Exc. con Herramienta Neumática ---	34
3.2.2.- Excavación con explosivos -----	37
3.2.2.1.- Barrenación y limpieza -----	38
3.2.2.2.- Carga y tronada -----	40
3.2.2.3.- Ventilación -----	42
3.2.2.4.- Rezagado -----	42
3.2.2.5.- Actividades complementarias -	43
3.3.- Revestimiento Primario -----	45
3.4.- Revestimiento Definitivo -----	49
3.5.- Inyecciones de contacto -----	52

CAPITULO 4

4.- PROGRAMA DE OBRA

4.1. Frentes de trabajo -----	56
4.2. Ruta Crítica -----	61

CAPITULO 5

5.- Análisis de Precios Unitarios -----	64
---	----

CAPITULO 6

6.- Conclusiones y recomendaciones -----	96
--	----

APENDICE I.- Cálculo de la separación de los marcos metálicos

APENDICE II.- Vocabulario Tunelero

APENDICE III.- Nomograma de Ventilación.

APENDICE IV.- Cálculo de la sección hidráulica

C A P I T U L O N o. 1

1.1.- INTRODUCCION

1.1.1.- Antecedentes

1.1.2.- Abastecimiento Actual

1.1.3.- Objetivos del Trabajo

CAPITULO No. 1

1.1.- INTRODUCCION

Buscar soluciones a los múltiples problemas de -- abastecimiento de agua potable, para los habitantes de hoy y del futuro, en la Ciudad de México y su área Metropolitana -- na, son de grandes preocupaciones para los ingenieros.

Esto, ha hecho que la Ingeniería de pasos agigantados en la materia para realizar obras funcionales, sólidas y bien planeadas, de acuerdo a las necesidades específicas -- de cada región..

La Ciudad de México, en su desarrollo urbano, ha -- considerado desde hace años, la necesidad de garantizar el -- abastecimiento de agua potable para sus habitantes, siendo -- solucionado en gran medida 'con obras como las realizadas en el Río Lerma.

1.1.1.- ANTECEDENTES.

En el año de 1325, el pueblo azteca se estableció -- en un valle cerrado a 2249 MSNM, en un llano rodeado por -- lagos y sierras con más de 5,000 mts de altura, fundando la Cd. de Tenochtitlán, que en el transcurso de los años se -- convirtió en el centro indígena mas importante de la región,

hoy llamada Ciudad de México.

Desde la época prehispánica fue necesario responder con obras de gran envergadura a situaciones que, por --- abundancia o por escasez de agua, se sucedían inundaciones, hambres y epidemias. Fué entonces cuando Netzahualcóyotl, -- por encargo del Rey Moctezuma, diseñó y dirigió la construcción de dos importantes obras hidráulicas; un dique de 16 -- kms. de longitud, para proteger a la gran Tenochtitlán de -- las inundaciones, y el Acueducto de Chapultepec, para abastecer a la Ciudad con agua de manantiales.

Después de la conquista, consumada por los españoles en 1521, siguieron el mismo sistema de los aztecas para contener el agua mediante diques y con manantiales y acueductos para el abastecimiento de agua. Ahora el gran problema - al que se enfrentaban era el de desaguar toda el agua que se acumulaba en el Valle, fué cuando Enrico Martínez propuso la construcción de un túnel en la zona de Nochistongo, localiza da al noroeste del Valle de México, para así, dejar de ser - una cuenca cerrada y tener un desagüe artificial.

Durante el presente siglo, el primer sistema de - pozos que se construyó fué el de Xochimilco, terminado en - 1913 con el que se proporcionó 2,400 lts/seg para abastecer a los 600,000 habitantes con los que contaba la Capital. - En 1930 la población se había duplicado y, en consecuencia, fué necesario perforar nuevos pozos en las zonas urbanas, -- lo que provocó hundimientos en la ciudad, distorsionando el drenaje, pero a pesar de ello se siguieron perforando y ex - trayendo agua para satisfacer la demanda de los habitantes - de la metrópoli.

En 1942, se inició la obra para captar agua del Alto Río Lerma, localizada en el Estado de México, al este del Distrito Federal, poco tiempo después, tuvieron que perforarse nuevos pozos, ya que los existentes en un principio se agotaron rápidamente. Así, en 1935, la Cd. de México que contaba con 3.5 millones de habitantes, era abastecida por 14,300 lts/seg provenientes de las zonas de Xochimilco, Lerma Desierto de los Leones y Ajusco, incluyendo el volúmen extraído de los pozos municipales y particulares.

1.1.2.- ABASTECIMIENTO ACTUAL

Sin embargo, debido a la urgente necesidad de agua ha sido indispensable continuar hasta la fecha con la extracción de agua subterránea y algunas zonas se han llegado a asentar hasta 8.00 mts, durante el presente siglo.

El constante aumento y demanda de agua, y a las inversiones cada vez mayores para satisfacerla, hacen atractivo reutilizarla y evitar el empleo de agua potable en lo que no requiere esa calidad, tal es el caso de riego de áreas verdes, llenado de lagos y uso industrial.

El abastecimiento de agua en el Distrito Federal y Area Metropolitana se efectúa con agua proveniente de los acuíferos del Valle de México y la Cuenca del Río Lerma y se capta mediante 1,366 pozos y algunos manantiales.

El sistema del río Lerma comenzó a funcionar en 1951, y consta de 236 pozos ubicados en el Estado de México. Una parte del volúmen extraído se utiliza en el riego agrícola y el abastecimiento de los poblados localizados en

otra se envía a la porción del área metropolitana en la Ciudad de México que se ubica en el Estado y el volúmen restante se envía al Distrito Federal.

Además del sistema Lerma, se operan otros tres sistemas de pozos, el denominado Xochimilco-Mixquic-Xotepingo, el de Chiconautla y 197 pozos municipales. El primero de ellos consta de 122 pozos y está ubicado en el sureste del Distrito Federal, siendo el primer gran sistema que se empezó a operar en el presente siglo. El sistema Chiconautla comprende 39 pozos localizados a 32 kilómetros del noroeste de la capital. Los pozos municipales constituyen el tercer sistema, y se encuentran distribuidos en forma irregular por toda la Ciudad, y aportan sus aguas directamente a la red de distribución. Por otra parte, también diseminadas por el D.F. existen alrededor de 560 pozos que son operados por usuarios individuales. Las zonas altas del suroeste se abastecen con manantiales que proporcionan alrededor de 300 lts/seg. Por otra parte se está pensando en el cuarto sistema que abastezca de agua a la Capital, será el sistema Cutzamala, situado en la cuenca del río Balsas, y actualmente está aportando 4.00 m³/seg, que están siendo conducidos por el sistema Lerma, con capacidad suficiente para conducir dicho caudal.

Posteriormente entrará en funcionamiento el sistema Cutzamala, el cual constará con un acueducto periférico a la Ciudad, ramales de alimentación y nuevos circuitos para recibir el agua de fuentes externas y distribuirlas eficientemente.

De los 29 m³/seg restantes son distribuidos de la siguiente manera:

- El 62% se designa a uso doméstico, que comprende el agua requerida para satisfacer las necesidades propias de las personas y sus viviendas, en promedio cada casa habitación utiliza 10 m³/día.

- El 22% se destina a usos comerciales y de servicios desarrollados por el sector privado. (Hoteles, restaurantes, lavanderías, etc), utilizando un promedio de 3.8 m³/día.

- Finalmente el 16% restante es utilizado por la industria, -- teniendo un promedio de utilización diario de 15.2 m³/día.

Es por el incremento de la población de la Ciudad de México y por su extensión que se requieren de obras de gran envergadura para satisfacer la demanda de agua potable, por lo que se están realizando --- obras como el sistema Cutzamala que pretende introducir a la Cd. de México 9.00 m³/seg de agua, la cuál se captará en la zona de nacimiento del río Balsas en el Edo. de México (Valle de Bravo) y se conducirá a través de plantas de bombeo, sifones, torres de oscilación, tanque de almacenamiento, acueductos, etc., para finalmente ser distribuido a la red primaria de la Cd. de México.

1.1.3.- OBJETIVOS DEL TRABAJO

El objetivo fundamental del presente trabajo, es proporcionar en forma accesible, a todas aquellas personas que lo quieran tomar como consulta, el procedimiento constructivo de un Túnel en materiales ---- blandos y estables, desde su planeación (enfocada al procedimiento constructivo), hasta la construcción del mismo, por medio de herramienta - neumática y explosivos. Esto es, debido a que en la mayoría de los li--

bro s on enfocados a aspectos técnicos, pero pocas veces se mencionan las cuadrillas de trabajo, aspectos fundamentales en la construcción de los mismos, etc.

Se trata de mostrar también la secuencia del procedimiento --- constructivo relacionado intrínsecamente con las necesidades específicas del proyecto, así como un estudio de las diferentes opciones para determinar el procedimiento constructivo más adecuado, o bien, cuando es necesario elegir otro procedimiento por las características que va presentando el terreno por el cuál se está construyendo.

CAPITULO N o. 2

2.1.- Generalidades

2.2.- Ubicación

2.3.- Descripción del Proyecto

2.3.1.- Estudios Preliminares

2.3.2.- Emportalamiento

2.3.3.- Secciones

2.3.4.- Métodos de Excavación

2.3.5.- Revestimiento Primario

2.3.6.- Revestimiento Definitivo

2.3.7.- Inyecciones de Contacto

2.1.- Generalidades.

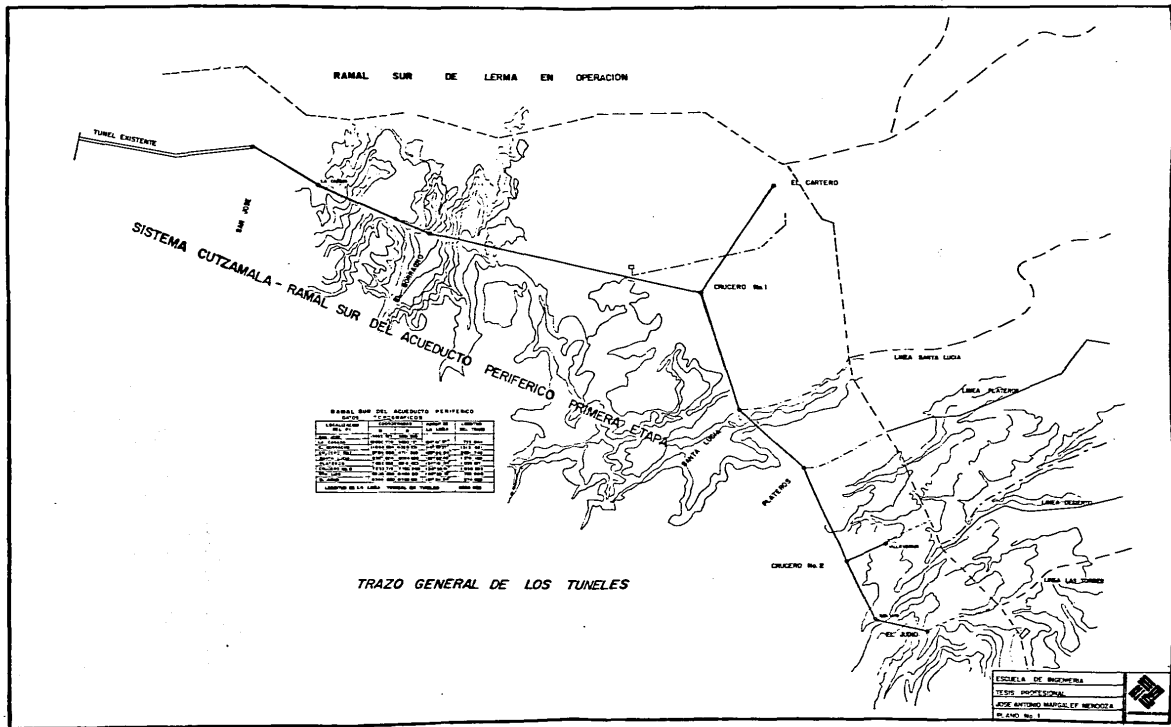
Este capítulo se enfocará principalmente a describir el proyecto del presente trabajo, analizando y justificando en forma objetiva las --- diversas interrogantes que se presentan al elegir un proyecto determinado tales interrogantes podrían enumerarse de la siguiente manera: ¿Por qué se eligió el trazo definitivo?, ¿Por qué de las dimensiones del proyecto? (Secciones de excavación, diámetro del tubo, etc). Por lo que se dejarán - para el capítulo 3 lo relacionado exclusivamente con el procedimiento -- constructivo.

También se tratará de enfocar éste capítulo a poder familiarizarse con los términos empleados en el ambiente tunelero y se dará una - breve descripción para su fácil concepción. Por lo que se hablará en términos a futuro por tratarse de la descripción del proyecto y en consecuencia íntimamente relacionados con el procedimiento constructivo.

2.2. Ubicación.

El túnel del presente trabajo forma parte del proyecto "Acueduc to Periférico Ramal Sur" primera etapa, el cuál se encontrará encajado -- dentro del sistema Cutzamala, obra con la que se intentará solucionar en gran medida el fuerte problema de abastecimiento de agua potable a la -- Cd. de México y Área Metropolitana.

Dicho proyecto estará formado por varios kilómetros de túneles, teniendo inicio en el poblado de San José, municipio de Huixquilucan - - Estado de México y terminándose en el Cerro del Judío en la delegación - política de Magdalena Contreras en el Distrito Federal. (Ver Plano No. 1



RAMAL SUR DE LERMA EN OPERACION

TUNEL EXISTENTE

SISTEMA CUTZAMALA - RAMAL SUR DEL ACUEDUCTO PERIFERICO

RAMAL SUR DEL AGUAFUENTO PERIFERICO

CANTON		CANTON		CANTON	
NO. DE TUNEL	LONGITUD EN METROS	NO. DE TUNEL	LONGITUD EN METROS	NO. DE TUNEL	LONGITUD EN METROS
1	100	1	100	1	100
2	100	2	100	2	100
3	100	3	100	3	100
4	100	4	100	4	100
5	100	5	100	5	100
6	100	6	100	6	100
7	100	7	100	7	100
8	100	8	100	8	100
9	100	9	100	9	100
10	100	10	100	10	100
11	100	11	100	11	100
12	100	12	100	12	100
13	100	13	100	13	100
14	100	14	100	14	100
15	100	15	100	15	100
16	100	16	100	16	100
17	100	17	100	17	100
18	100	18	100	18	100
19	100	19	100	19	100
20	100	20	100	20	100
21	100	21	100	21	100
22	100	22	100	22	100
23	100	23	100	23	100
24	100	24	100	24	100
25	100	25	100	25	100
26	100	26	100	26	100
27	100	27	100	27	100
28	100	28	100	28	100
29	100	29	100	29	100
30	100	30	100	30	100
31	100	31	100	31	100
32	100	32	100	32	100
33	100	33	100	33	100
34	100	34	100	34	100
35	100	35	100	35	100
36	100	36	100	36	100
37	100	37	100	37	100
38	100	38	100	38	100
39	100	39	100	39	100
40	100	40	100	40	100
41	100	41	100	41	100
42	100	42	100	42	100
43	100	43	100	43	100
44	100	44	100	44	100
45	100	45	100	45	100
46	100	46	100	46	100
47	100	47	100	47	100
48	100	48	100	48	100
49	100	49	100	49	100
50	100	50	100	50	100
51	100	51	100	51	100
52	100	52	100	52	100
53	100	53	100	53	100
54	100	54	100	54	100
55	100	55	100	55	100
56	100	56	100	56	100
57	100	57	100	57	100
58	100	58	100	58	100
59	100	59	100	59	100
60	100	60	100	60	100
61	100	61	100	61	100
62	100	62	100	62	100
63	100	63	100	63	100
64	100	64	100	64	100
65	100	65	100	65	100
66	100	66	100	66	100
67	100	67	100	67	100
68	100	68	100	68	100
69	100	69	100	69	100
70	100	70	100	70	100
71	100	71	100	71	100
72	100	72	100	72	100
73	100	73	100	73	100
74	100	74	100	74	100
75	100	75	100	75	100
76	100	76	100	76	100
77	100	77	100	77	100
78	100	78	100	78	100
79	100	79	100	79	100
80	100	80	100	80	100
81	100	81	100	81	100
82	100	82	100	82	100
83	100	83	100	83	100
84	100	84	100	84	100
85	100	85	100	85	100
86	100	86	100	86	100
87	100	87	100	87	100
88	100	88	100	88	100
89	100	89	100	89	100
90	100	90	100	90	100
91	100	91	100	91	100
92	100	92	100	92	100
93	100	93	100	93	100
94	100	94	100	94	100
95	100	95	100	95	100
96	100	96	100	96	100
97	100	97	100	97	100
98	100	98	100	98	100
99	100	99	100	99	100
100	100	100	100	100	100

TRAZO GENERAL DE LOS TUNELES

ESCUELA DE INGENIERIA
 DE DISEÑO PROFESIONAL
 JOSE ANTONIO MANGSA ET. MEMORIA
 PLANO No. 1

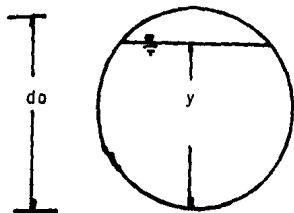
Trazo General de los Túneles en su 1a. etapa).

Este trabajo se enfocará principalmente al tramo denominado --- Portal de entrada Plateros-Portal de salida Cerro del Judío, el cuál --- tendrá una longitud de 2,730.00 mts. contando con su línea derivadora --- hacia Villa Verdún.

Dicho tramo tiene su Portal de Entrada en la barranca de Plateros en el cad. 7+568.26, dirigiéndose en tangente hasta la Lumbreira No.1 (cad. 8+755.36), continuando hasta el Portal de salida en Cerro del Judío (cad. 9+876.50). Del denominado Crucero No.2 parte una bifurcación -- hacia el P.S. en Villa Verdún (cad. 8+665.12). (Ver Plano No.2. Planta y Perfil del Túnel; Ver Plano No. 3 Detalle de Bifurcación).

La sección por excavar son las requeridas por el proyecto, las cuales se explicarán más adelante, el cuál alojará un tubo de 4.00 mts - diámetro de concreto, el cuál trabajará exclusivamente por gravedad al -- tener una pendiente de uno al millar, conduciendo aproximadamente un ---- gasto máximo de $9.00 \text{ m}^3/\text{seg}$, que es el caudal que se tiene pensado ex - traer de la cuenca del río Balsas, pudiendo en etapas posteriores conducir mayor caudal, en su primera etapa.

A continuación se presenta un cálculo del caudal por conducir trabajando exclusivamente por gravedad. (Ver apéndice IV)



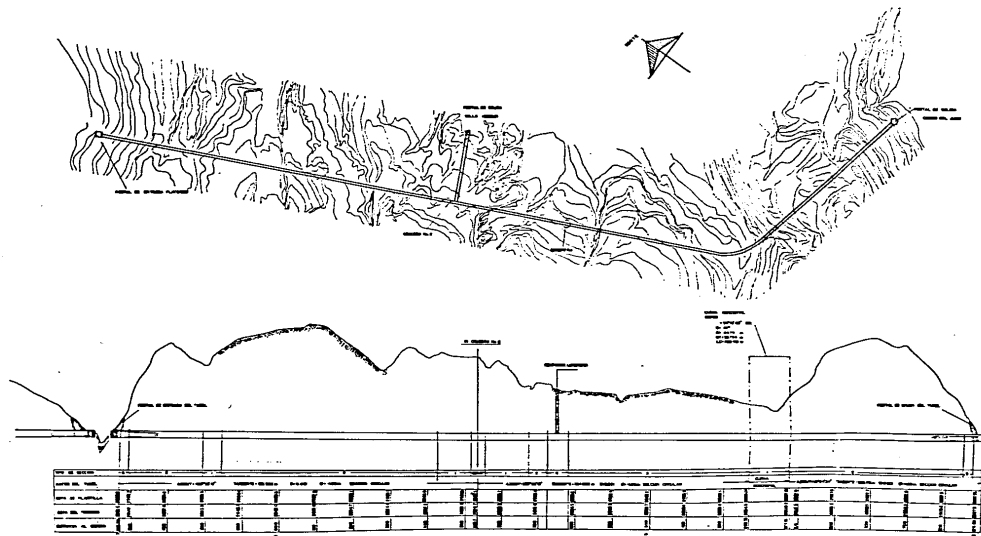
$$Q = V \times A$$

Donde:

Q= Caudal (m^3/seg)

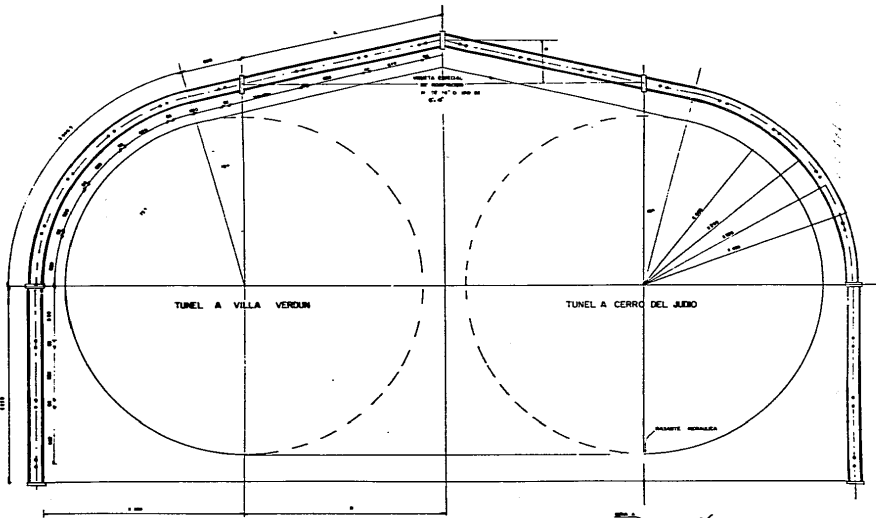
V= Velocidad (m/seg)

A= Area (m^2)



PLANTA Y PERFIL DEL TUNEL

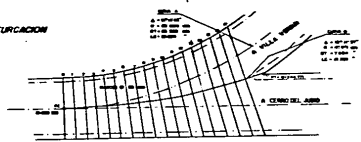
ESCUELA DE INGENIERIA	
TITULO PROFESIONAL	
JOSE ANTONIO GONZALEZ BRINDA	
PLANO No. 2	



DETALLE EN ZONA DE BIFURCACION

ESTACIONES DE BARRIO BARRIAL EN METROS Y DECIMALES

ESTACION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
A	0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
B	0	75	150	225	300	375	450	525	600	675	750	825	900	975	1050	1125	1200
D	C	30	100	170	240	310	380	450	520	590	660	730	800	870	940	1010	1080



07213
 HECHO EN EL D. D. DE LA
 UNIVERSIDAD DE
 BUENOS AIRES

ESCUELA DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 JOSE ANTONIO BARRIALE Y BENEDETTI
 PLANO N.º 3



2.3.- Descripción del Proyecto.

Uno de los aspectos fundamentales en cualquier obra de Ingeniería, es la de poder realizar proyectos factibles, es decir, que se adapten a las necesidades reales, tanto a presente como a futuro, (con una -- correcta planeación) entre la utilidad del proyecto y su costo. Es por -- ésto que el Ingeniero, debe de considerar las diferentes opciones que se le presenten en la elección del proyecto definitivo y de tener la certeza de haber escogido la solución más factible y económica.

En la elección del trazo definitivo del túnel del presente trabajo, se tomaron en cuenta varias disyuntivas, tal es el caso de poder -- continuar el proyecto, verificar la topografía por la que atravesará y -- sobre todo lo más importante el de buscar que las necesidades de la po -- blación sean solucionadas.

Para definir el proyecto se tomó como base el de trazar una --- línea periférica a la Cd. de México y poderla conectar al sistema de red primaria ya existente. Es por ésto que las necesidades son las principa-- les causantes del trazo del túnel. Es por esto que se escogieron las -- zonas más altas de la Ciudad para poderlas conducir exclusivamente por -- gravedad y la de poder conectarlas al sistema de red primarias.

2.3.1.-Estudios Preliminares.

Antes de realizar cualquier obra de Ingeniería, es necesario -- realizar una serie de estudios tendientes a conocer el estado natural del suelo (esfuerzos, capacidad de carga, estratigrafía, absorción, peso volu métrico, etc).

Como se mencionó, la fase preliminar mas importante en la cons-- trucción de un túnel, es una cuidadosa exploración de las condiciones -- geológicas y de las formaciones por las que atravesará el eje del mismo,

éstas condiciones determinarán inicialmente la factibilidad del proyecto, y dará las bases para el método empleado en la construcción.

Dichos estudios geológicos estarán encaminados a recabar datos tales como:

- a) Una investigación somera del material que aflora en la superficie
- b) La determinación de las capas subterráneas
- c) Las condiciones del drenaje superficial.
- d) La posición, tipo y volúmen de agua y gases contenidos en el - -
suelo.
- e) La determinación de las propiedades físicas del terreno tales ---
como su resistencia, granulometría, peso volumétrico, etc., de -
los materiales por encontrar en el eje del túnel.

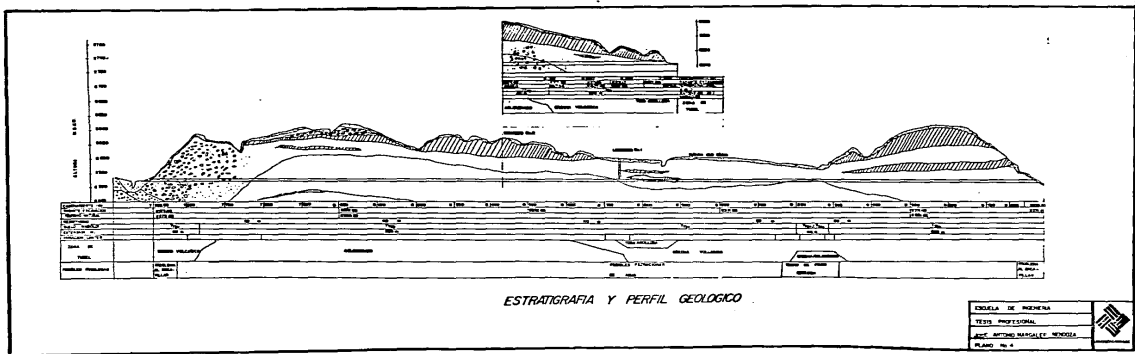
(Ver Plano No. 4 Estratigrafía)

De acuerdo a los estudios geológicos, el material por excavar, estará compuesto por dos suelos principalmente, clasificados en:

- a) Brecha volcánica: Constituida por una mezcla heterogénea de arena gravas y bloques de roca andesita de forma subangulosa a subredon^{da} deada, empacadas en una matriz arenosa, presentando una compac^{idad} -
dad media y estando ligeramente cementadas.
- b) Aglomerado o Toba Arenosa: Material formado por una mezcla de ---
gravas, siendo éstas piedra pomez en forma redondeada, en tama-
ños de grava fina a media, con algunos ligamentos pequeños de ---
andesitas, empacados en una matriz arenosa, variando su cohesión
de media a baja, ya que se encuentra débilmente cementada.

2.3.2.- Emportalamiento.

Para poder comenzar cualquier túnel de frente abierto, es necesario construir una estructura capaz de soportar los escurrimientos y ---



deslizamientos superficiales del terreno, además de poder ofrecer una -- protección en la entrada del túnel, para poder introducir los materiales necesarios para la construcción del mismo, así como el de poder incre --- montar los frentes de trabajo, es por ésto que se tiene la necesidad de construir los llamados "Portales", ya sea de entrada o salida. (Ver Plano No. 5 Portales y Túnel Falso)

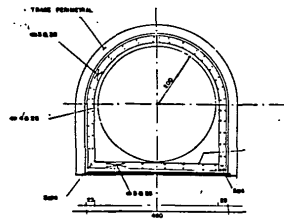
2.3.3.- Secciones.

Las secciones y el tipo de excavaciones por realizar, dependen en gran medida de la función primordial del túnel, es decir, si va ha ser carretero ferroviario o acueducto, así como de las condiciones del terreno por las que éste atravesará.

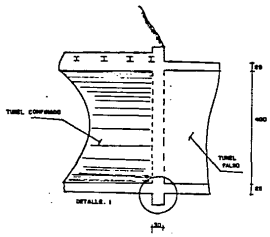
Así pues, las secciones por excavar en el túnel Plateros - Cerro del Judfo, serán las indicadas por el proyecto, las ---- cuáles serán de tipo portal o de tipo herradura, de acuerdo a las requeridas por el proyecto. Principalmente se utilizaron sección tipo herradura para toda la excavación del túnel, --- exceptuando los emportalamientos que se utilizaron sección - tipo portal, por presentar mejor resistencia a los empujes - horizontales ocasionados por el empuje del terreno.

De acuerdo al tipo de material por excavar, a las dimensiones del túnel y al equipo disponible, se podrá determinar el método de ataque los que podemos enumerar de la siguiente manera:

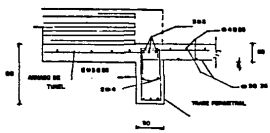
- a) Excavación por banqueo
- b) Excavación a sección completa
- c) Túnel piloto



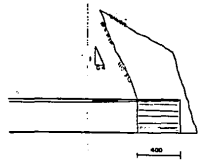
TUNEL FALSO



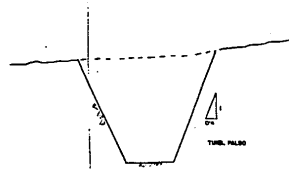
DETALLE DE UNION



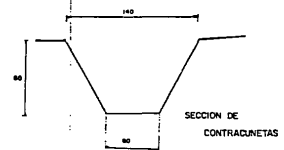
DETALLE I



CORTE LONGITUDINAL



CORTE TRANSVERSAL



SECCION DE CONTRACUNETAS

PORTALES Y TUNEL FALSO

ESCUELA DE INGENIERIA
 TESIS PROFESIONAL
 JOSE ANTONIO MARGALEF MENDOZA
 PLANO No. 6



El primero de los casos consistirá en excavar el frente de trabajo en su parte media superior, con la finalidad de poder contar con un banco o plataforma de apoyo, en la que posteriormente y a medida en la que se vaya avanzando, el equipo rezagador se encargará de ir excavando la parte media inferior simultáneamente con el retiro de la rezaga.

El segundo caso, y como su nombre lo indica, consistirá en ir excavando el frente de trabajo en toda su sección, éstas condiciones de trabajo se podrán dar, siempre y cuando se cuente con el equipo adecuado y una correcta planeación -- entre los ciclos de excavación y de adomado en el revestimiento definitivo, así como de las dimensiones del túnel. Por lo regular se empleará este método en túneles de sección pequeña

El tercero de los casos se dará en túneles de gran magnitud, en la que se perforará un túnel piloto, para después ir excavando las paredes hasta dar la sección de proyecto

2.3.4.- Métodos de excavación.

En éste inciso, se mencionarán los diferentes métodos de excavación, en materiales blandos y estables, indicando en el capítulo 3, inciso 2 el método de excavación seleccionado y también se darán las razones por las cuales fué el procedimiento aplicado. En los siguientes incisos se dará una breve descripción de los diferentes procedimientos, detallando las características principales de cada uno de ellos.

2.3.4.1.- Excavación con escudo de frente abierto.

La idea fundamental del escudo, es que el proceso de excavación y el montaje del revestimiento, deben dividirse en etapas lo más pequeñas posibles, de manera que ambas operaciones sean casi simultáneas.

El escudo moderno, consiste en un cilindro de metal rígido que cubre la sección frontal del túnel y sirve para resistir las presiones -- del terreno mientras el revestimiento se va construyendo dentro de ésta protección. El cilindro está abierto en ambos extremos; provee facilidades a su frente para la excavación del terreno y a su parte posterior para la erección del revestimiento prefabricado (dovelas). El escudo es impulsado hacia adelante por pasos, manteniéndolo armonía con el avance de la excavación y el trabajo de erección del ademe primario, de manera que el área excavada esté bien soportada hasta que se cuele el revestimiento -- final.

El principal elemento de la estructura del escudo, es el forro o camisa, que está construido de placas de acero roladas a la geometría de la sección del túnel y ligeramente mayores que él. Puede dividirse en tres partes principales en función de su rigidez interior y del arreglo de acuerdo a su propósito:

- 1.- Extremo delantero: Es sumamente reforzado, generalmente con piezas -- fundidas para formar la cara de corte y su rigidez interna se incrementa con anillos atiesados. Tiene las siguientes funciones:
 - Facilitar en lo posible el avance uniforme y la conducción del cuerpo del escudo cortando al frente.
 - Proveer una distribución lo mas uniforme posible de las importantes presiones inducidas al ser forzado hacia adelante.
 - Dar una protección adecuada a los trabajadores que realizan la excavación, proporcionando un cierto soporte continuo al frente.

El diámetro de la cara de corte debe de ser ligeramente mayor que el diámetro del escudo, con el objeto de disminuir la presión -- del suelo sobre éste.

- 2.- Parte intermedia o tronco: Es el albergue del sistema hidráulico para empuje y soporte del frente (gatos hidráulicos, tablero de operación, etc.)

3.- Parte trasera o faldón: Está diseñada para soportar la excavación, mientras se realiza el montaje de los segmentos del revestimiento dentro de ésta área.

4.- Avance del escudo.

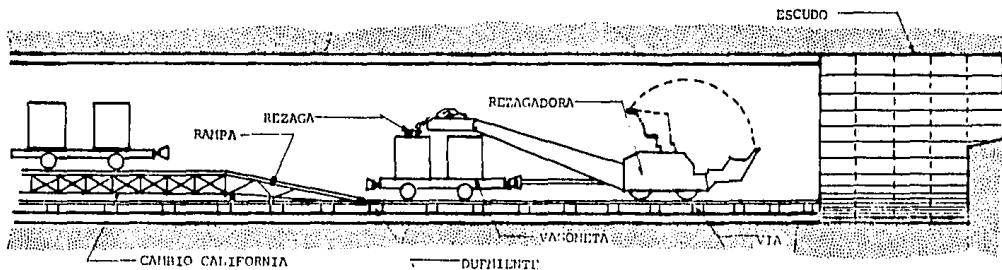
Una vez terminada la excavación y rezaga y ademado del frente, se levanta la compuerta de rezaga para llevar a cabo el avance del escudo. Esta es una operación muy delicada dentro del ciclo, ya que es la que define los alineamientos y pendientes proyectadas; por lo tanto, es muy importante realizar el avance con los gatos de empuje adecuados.

Al inicio de la perforación del túnel, el escudo se apoya en una estructura de atraque construida de tal manera, que el empuje de los gatos se transmite a los muros de la lumbrera de entrada. Posteriormente las zapatas de los gatos de empuje se apoyan en los anillos de revestimiento ya colocados.

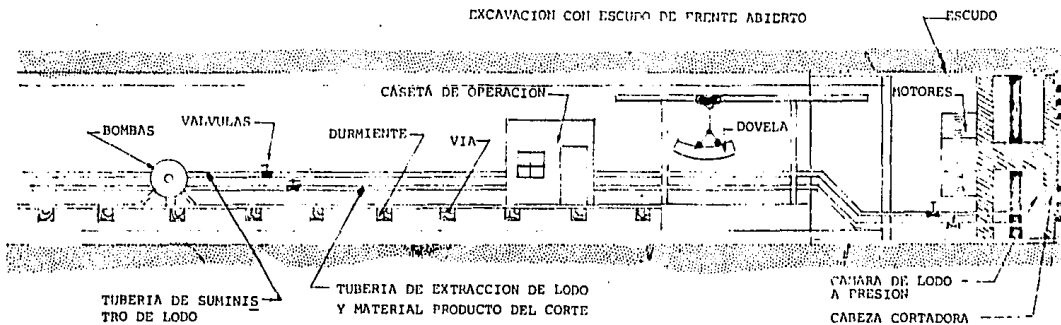
5.- Colocación de los anillos de revestimiento.

Terminado el avance de excavación, se limpia la plantilla dentro del faldón del escudo para proceder al montaje del revestimiento (que puede ser primario o definitivo), formado por anillos de doveles metálicos o de concreto reforzado. Cada una de las piezas será bajada de una plataforma especial y será tomada por un brazo erector, que está montado en la parte posterior del escudo, y cuya función será la de tomar cada uno de los segmentos y erigirlos hasta su posición dentro del faldón.

El brazo puede girar alrededor de su eje horizontal a cualquier posición que se requiera, y puede extenderse o retraerse; en su extremo tiene un dispositivo especial para sujetar a los segmentos de revestimiento. Hecho esto, se bajará la compuerta de rezaga para iniciar otro ciclo.



EXCAVACION CON ESCUDO DE FRENTE ABIERTO



EXCAVACION CON ESCUDO DE FRENTE CERRADO

6.- Ventajas del tuneleo con escudo:

- La sección del túnel puede avanzar en sus dimensiones completas
- Ofrece un soporte constante al terreno en todas sus direcciones
- Facilita el trabajo de construcción.
- Evita deformaciones excesivas del terreno, evitando así asentamientos en la superficie.

7.- Equipo necesario:

Para un funcionamiento adecuado, el escudo de complementa con el siguiente equipo:

- Gatos de empuje: Se encuentran localizados dentro de la parte posterior de la camisa del escudo, accionando contra los anillos del revestimiento del túnel previamente erigidos, dando movimiento al escudo. Generalmente la distribución de los gatos, será mayor en la parte inferior del escudo, pues éste tiende a clavarse.
- Plataformas deslizantes: Se encuentran montadas sobre postes atiesados--res horizontales, verticales y vigas, y proveen áreas de trabajo al ser acercadas al frente de excavación.
- Gatos frontales: Montados sobre las paredes divisorias de las plataformas de trabajo, soportan el frente, mientras el escudo avanza, ejerciendo una presión constante y uniforme. Los gatos frontales deben de llegar mas alla de la cara de corte, y su carrera deberá ser al menos igual al ancho de un anillo de dovelas.

2.3.4.2.- Excavación con escudo de frente presurizado.

Existe un gran número de métodos tradicionales para el tuneleo de arenas y gravas. Los escudos se han venido utilizando con éste propósito desde el siglo pasado, sin embargo, si un túnel, va ha ser construido

bajo el nivel freático, en un suelo de mala calidad, generalmente es necesario el uso de medios adicionales para prevenir el colapso del frente -- del túnel. Dos métodos son comunes actualmente: el primero es colocar -- una mampara y mantener la acción directa del aire comprimido en el túnel; y, el segundo, es tratar con inyecciones de cemento o de productos químicos al terreno a través del cuál se excavará el túnel. Bajo ciertas circunstancias, es posible estabilizar el suelo por congelamiento. Todos estos métodos tienen la desventaja de ser lentos y costosos, y además el -- uso de aire comprimido puede traer efectos adversos a los trabajadores.

Surge entonces la búsqueda de una solución alternativa, segura y económica, que aplique la contrapresión requerida solo en el frente, -- dejando el resto del túnel, y por ende, a los trabajadores a la presión - atmosférica normal.

Se introduce entonces el principio de la "Estabilización frontal a base de un fluido a presión", cuyas metas fundamentales son las --- siguientes:

- a) Tener la capacidad de excavar en suelos inestables.
- b) Que no se altere la posición del nivel freático.
- c) Que se permita al personal, trabajar a la presión atmosférica normal
- d) Que se provoquen asentamientos despreciables en la superficie.

Todo esto se logra mediante el uso de un escudo con frente de - lodo, cuyo principio de operación, además de los del escudo, incorporan los siguientes elementos:

- 1.- Una cámara de presión al frente, conteniendo el lodo a una presión su ficiente para lograr la estabilización del suelo, aislado del túnel.
- 2.- Un disco cortador al frente de la cámara de presión, que al girar --- excava el suelo.
- 3.- Un sistema de agitación que desmenuza el suelo cortado y lo mezcla -- con lodo, dentro de la cámara de presión.
- 4.- Un sistema de bombeo, similar al de las dragas de succión, que extrae

la mezcla suelo-lodo de la cámara de presión, y la envía a la superficie para su posterior eliminación.

2.3.4.2.1.- Descripción de la máquina excavadora.

La máquina se divide conceptualmente en:

- Escudo
- Equipo auxiliar
- Sistema de lodos
- Sistema de control

a) Escudo: Es la parte de la máquina que permite realizar la excavación, manteniendo estables las paredes y el frente de ataque. El escudo es mecanizado para excavar automáticamente el frente de trabajo y cuenta con los siguientes componentes:

- Camisa: Su finalidad es la de soportar las paredes de la excavación - mientras se coloca el revestimiento primario.
- Cortador: Es un disco que gira en ambos sentidos sobre su eje a diferentes velocidades. Tiene un sistema de cuchillas colocadas diametralmente - por medio de las cuales se realiza el corte del material del frente del - túnel. Las ranuras del cortador están provistas de compuertas, para regular la entrada de lodo de material producto de la excavación.
- Anillo erector: Debido a que en el espacio interior del faldón, se encuentran las tuberías de suministro y descarga de lodos, en sustitución del brazo erecto, se utiliza un anillo para el montaje de las dovelas, el --- cuál tiene la posibilidad de deslizarse longitudinalmente, girar, aco -- plarse a la dovela y colocarla en su posición final.
- b) Equipo auxiliar: Incluye todos los sistemas hidráulicos, eléctricos, - de lubricación neumáticos, etc. cada uno de ellos con sus funciones ---

específicas, la mayoría de los cuñes se encuentran montados en el tren de equipo, que es arrastrado por el escudo en su avance.

c) Sistema de lodos: Tiene el doble propósito de soportar el frente de la excavación, al mismo tiempo que remueve el material cortado por medio de bombas centrífugas. Para evitar que el frente se despresurice -- por la extracción del material, constantemente se añade un fluido delgado (lodo), formado principalmente por agua, a la que se le añade bentonita o únicamente el propio material de excavación.

d) Sistema de control: Tiene como principal finalidad suministrar información confiable mediante la cual se confirme que el volumen de material excavado coincida con el volumen teórico de avance de la máquina, además de que coordina todas las operaciones semiautomáticas de la máquina.

2.3.4.2.2.-Ciclo de operación.

Para facilitar la explicación sobre el funcionamiento de esta máquina, se dividirá su ciclo operativo en 6 fases:

1a. Fase: La cabeza cortadora excava el frente del túnel y el material entra a la cámara frontal presurizada.

2a. Fase: El material excavado que entra a la cámara es batido por la acción de las paletas adosadas a la parte posterior de la cabeza cortadora. A continuación, con la ayuda de agitadores, se mezcla y se homogeneiza con el lodo presurizado con el fin de lograr una mezcla bombeable. (En ocasiones es necesario de una trituradora para lograr tener material de **pequeño** volumen para poder ser bombeado).

3a. Fase: Se extrae la mezcla lodo suelo que se comporta como un lodo de mayor viscosidad, enviándolo a través de una serie de tuberías, válvulas y bombas centrífugas hasta la superficie del terreno, donde es --

depositado en un tanque de almacenamiento.

4a. Fase: El lodo viscoso procedente del túnel se procesa para separar y eliminar por un lado, los materiales excavados y, por otro, reacondicionar un lodo delgado.

5a. Fase: El lodo delgado retorna al frente presurizado para continuar con su función estabilizadora.

6a. Fase: El escudo excavador ha avanzado la distancia suficiente para colocar un nuevo anillo de dovelas, con el auxilio del anillo erector, después de lo cuál, los sistemas quedadn listos para repetir el ciclo - y avanzar nuevamente con la ayuda de los gatos de empuje.

2.3.4.3.-Escudo de frente abierto y aire comprimido.

En suelos blandos, la estabilidad del frente no es fácil ---- procurar por el simple hecho de que excavar y soportar el frente para estabilizar son actividades que se contraponen. Es decir, se requiere - liberar de soporte al frente para que éste pueda ser excavado y tal liberación puede producir inestabilidad.

Para resolver ésta aparente contradicción, es necesario desarrollar métodos que estabilicen el frente sin estorbar las labores de - excavación, lo cuál se logra con el uso de aire comprimido, en combinación con escudos de frente abierto (denominado "proceso pleno"), que a manera de fuerza invisible, sostengan el frente, permitiendo el avance de la excavación. La teoría de éste método es muy simple; al túnel se - le adiciona una presión de aire a baja presión, en exceso de la atmosférica, que actuará en las paredes y el frente y a evitar o disminuir - las filtraciones hacia la excavación.

Por aire a baja presión, se entiende aire comprimido a una -- presión algo mayor que la atmosférica, introducido al túnel y confinado ahí dentro durante la construcción, para contrarrestar la tendencia del agua y del terreno a fluir dentro de la excavación.

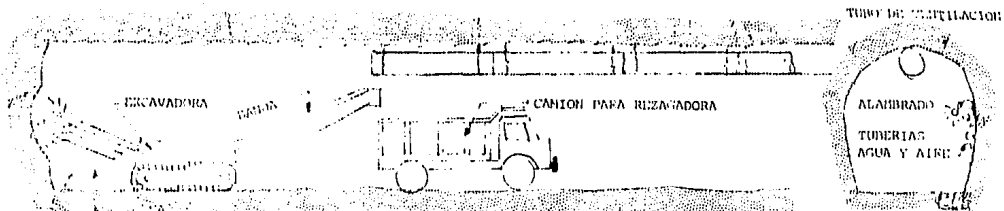
La presión a la cual el aire debe ser entregado en el túnel y sostenida en éste es función de la carga hidrostática en el mismo, las características del terreno y el tamaño del túnel. Si el terreno se cierra y tiene alguna cohesión, la presión utilizada para conservar el - - túnel seco, será aproximadamente igual a la carga de agua sobre la --- plantilla del túnel. Si el terreno tiene grietas o fisuras, esta pre -- sión no puede usarse generalmente, pues se tiene el peligro de romper - el terreno y causar una salida de aire. Usualmente en éstos casos, la - presión empleada equilibrará la carga de agua, tanto en la clave como - al nivel medio del túnel; consecuentemente la parte inferior del túnel no puede conservarse seca con presión de aire.

Aún cuando las propiedades del terreno por excavar no cambien se puede variar la presión de acuerdo a los problemas ocasionados por - el flujo de agua al interior del túnel.

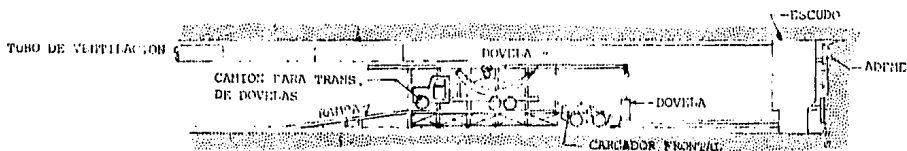
2.3.4.3.1.- Equipo necesario:

La aplicación del "proceso pleno" contemplará el uso de los - siguientes elementos básicos adicionales a los normalmente utilizados - en la excavación con escudos de frente abierto:

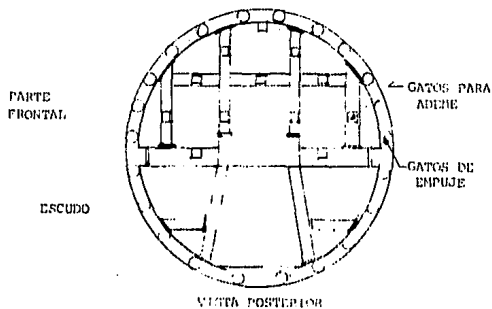
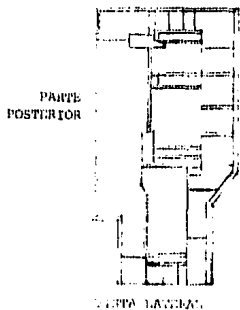
- Un mamaparo estanco (Tapón que limita la zona presurizada del túnel - en construcción)
- Una esclusa de personal: adosada al mamaparo que permite la entrada y salida de los trabajadores al área presurizada, sin dejar que la pre -- sión de aire se baje.
- Una esclusa de rezaga: También adosada al mamaparo, por la cual se eva



EXCAVACION CON EXCAVADORAS DE PLUJIA



EXCAVACION CON ESCUDO DE FRENTE ABIERTO



cóa el material excavado y se introducen los materiales necesarios para la excavación y estabilización (dovelas) de las paredes. También evita que el frente se despresurice.

- Una planta de aire comprimido respirable, en cantidad suficiente para cumplir con las necesidades biológicas de los trabajadores y a la presión necesaria para mantener estable la excavación.

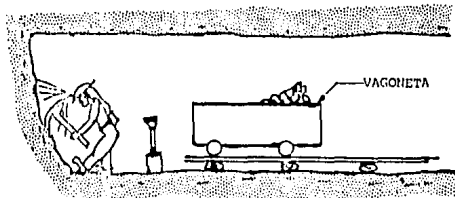
- Una cámara hipérbica para dar atención a los trabajadores que hayan sufrido algún accidente dentro del túnel, así como las instalaciones -- necesarias para dar servicio médico a todo el personal durante el desarrollo de la obra..

En el suministro de aire, existen dos aspectos que deberán -- cuidarse; la temperatura del aire dentro de la cámara de trabajo y la -- zona de exclusas y, la concentración de contaminantes en el aire; para lo cuál deberá de disponerse de enfriadores y separadores de aceite a -- la salida de los compresores que controlen éstos dos aspectos.

Las experiencias actuales, permiten inferir que el límite de presión económica para la altura de la Ciudad de México, se ubica en -- 1.5 kg/cm^2 , a tal nivel por cada 5 horas de trabajo, se deben de utilizar tres horas de descompresión.

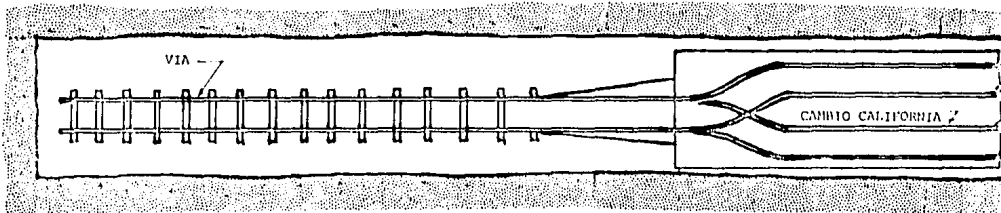
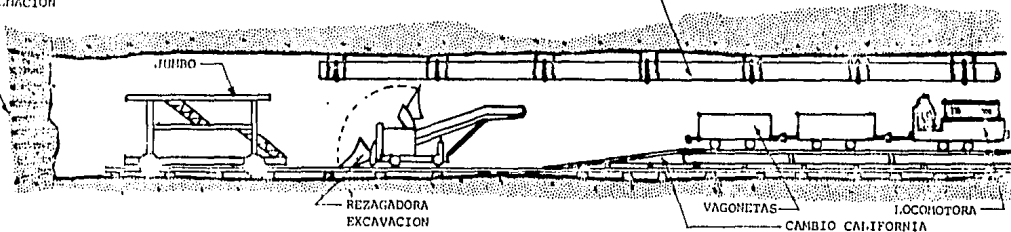
2.3.4.4.- Excavación con herramienta neumática.

Este método es empleado generalmente en túneles de sección pequeña y en materiales blandos y estables (que no sean roca). Consiste en excavar la sección del túnel por medio de martillos manuales, en --- número de acuerdo a la sección del túnel. Existen gran variedad de ---- martillos neumáticos, siendo los más comunes las marcas Garden Denver y Chicago Pneumatic.



EXCAVACION A MANO

BARRENACION



PLANTA

EXCAVACION CON EXPLOSIVOS

Una de las ventajas que ofrece éste procedimiento constructivo, es la que ofrece un avance continuo en la excavación, teniendo así tiempos perdidos casi nulos, su descripción y equipo necesario serán --- descritos en el capítulo 3 de ésta tesis.

2.3.4.5.- Excavación con explosivos.

Este método es empleado en materiales duros, especialmente -- rocas y su procedimiento también se describirá en el capítulo 3 de éste trabajo.

2.3.4.6.- Otros métodos de excavación.

Existen gran variedad de máquinas excavadoras en túneles en materiales blandos y estables, tal es el caso de máquinas excavadoras-- semiautomáticas, denominadas topos o moles. Estas máquinas consisten principalmente en un cuerpo metálico central que es - el que atraca a las paredes del túnel por medio de gatos hidráulicos; una cabeza cortadora giratoria que en su parte -- frontal tiene un número determinado de cortadores troncónicos los cuales giran sobre su eje, y apoyados a la cabeza, - mediante una silleta; gatos frontales y posteriores que producen una presión a la cabeza cortadora y ésta es transmitida al frente de ataque a través de los cortadores. El giro - de la cabeza se efectúa a base de motores (eléctricos o hidráulicos), situados (en la mayoría de los casos) en la --- parte posterior del topo, los cuáles accionan sobre una corna ligada a una flecha central en un extremo y en el otro a la cabeza cortadora. El producto del corte (rezaga) es elevado a la parte superior de la cabeza por unos canglijones --- localizados perimetralmente en la parte posterior de la cabe

za, éstos depositan el material producto de la excavación -- a una banda transportadora que se encuentra en la parte superior del topo y la conducen hasta la zona de descarga a -- las vagonetas o camiones para ser llevado al exterior. El -- polvo que se produce cuando el topo esta excavando es controlado por rociadores de agua que se encuentran distribuidos -- en la parte frontal de la cabeza.

2.3.4.6.1.- Procedimiento de excavación del topo.

El ciclo de excavación consta de las siguientes -- actividades:

- 1.- Excavación rezaga y avance
- 2.- Apoyo de la cabeza cortadora y de los -- gatos de apoyo.
- 3.- Retracción de las patas de soporte
- 4.- Avance del cuerpo central

1.- EXCAVACION, REZAGA Y AVANCE:

Apoyado el topo a las paredes del túnel mediante -- las patas de soporte radial, se hace funcionar la cabeza --- cortadora, aplicando al mismo tiempo presión mediante los gatos de empuje que se encuentran situados en la parte delantera y trasera del topo, la velocidad de avance depende de la dureza del material y la fuerza aplicada a la cabeza es controlada mediante el amperaje que toman los motores que la -- hacen girar. Conforme gira la cabeza, la rezaga es extraída por los canglijones y las bandas transportadoras que forman el sistema de rezaga.

2.- APOYO DE LA CABEZA CORTADORA Y DE LOS GATOS TRASEROS:

Terminado el avance del topo, (que es la carrera -- de los gatos de empuje) se apoyan en el terreno las patas --

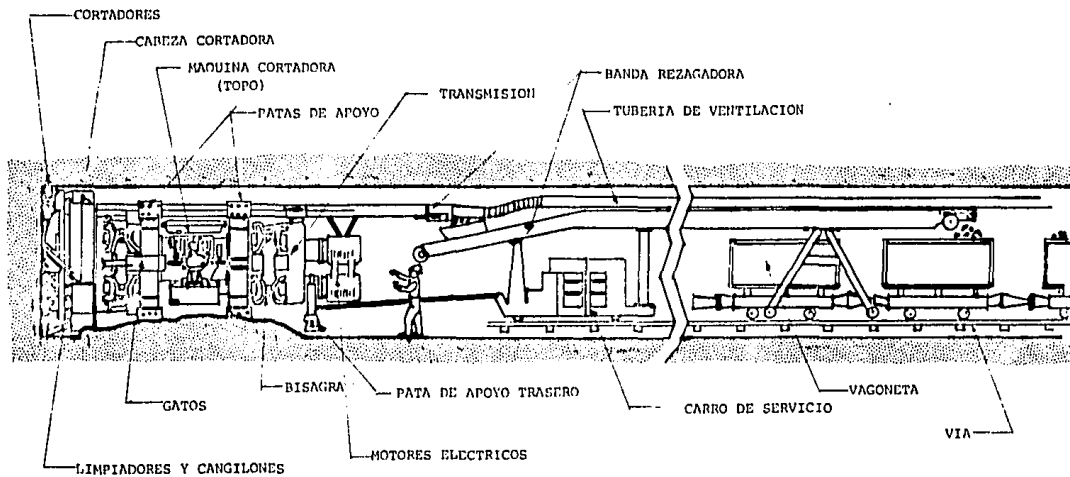
traseras, accionadas por gatos, y en la parte frontal, la --
cabeza cortadora. En ésta situación el topo queda apoyado en
en sus extremos y en su estructura central.

3.- RETRACCION DE LAS PATAS DE SOPORTE:

Estas patas son retraídas mediante los gatos que -
para tal fin tienen, logrando con ello que el cuerpo central
quede libre y listo para ser movido.

4.- AVANCE DEL CUERPO CENTRAL:

Los gatos que se usan para dar presión a la cabeza
cortadora son accionados, avanzando los traseros y retrayen-
do los delanteros.



EXCAVACION CON TOPO

2.3.5. REVESTIMIENTO PRIMARIO.

El revestimiento primario o soporte temporal de la excavación, tendrá como función primordial el de mantener la estabilidad del túnel durante el proceso de excavación.

Para seleccionar el ademe temporal o definitivo más adecuado deben de considerarse los estados de esfuerzo que se generen al excavar el túnel, así como las características naturales del terreno antes de efectuar la excavación, así como analizar la posibilidad de que existieran zonas de tensión en la clave del túnel.

Los esfuerzos alrededor de una cavidad dependen principalmente de varios factores, los cuáles podemos enumerar a continuación:

- a) Forma de la cavidad
- b) El estado de esfuerzos existentes antes de realizar la excavación.
- c) Características mecánicas del suelo que van a ser alteradas por la excavación (Además del método constructivo seleccionado)
- d) Tiempo transcurrido entre la excavación y el sistema de soporte primario.
- e) Tipo de suelo por excavar. (propiedades físicas y mecánicas)
- f) Método de excavación.

Entre las características que deben de ofrecer los sistemas de soporte temporal, tendremos que:

- a) Ser compatibles con los métodos de construcción
Ya que éstos para mayor seguridad deberán ---

de colocarse fácil y rápidamente para no interferir con el ciclo de excavación y, en consecuencia, con el avance del mismo, éstos es porque el ademe primario debe de colocarse lo más cercano del frente posible y el equipo del ademe interfiere con el equipo de excavación, por lo que se recomienda tratar de traslapar estas - dos actividades.

b) Tener la flexibilidad y resistencia adecuadas. Esto es para que el suelo en la vecindad de la excavación, tenga la redistribución de esfuerzos, la cual fué alterada por la excavación además de tener la resistencia adecuada para poder soportar los esfuerzos que el terreno no pueda absorber.

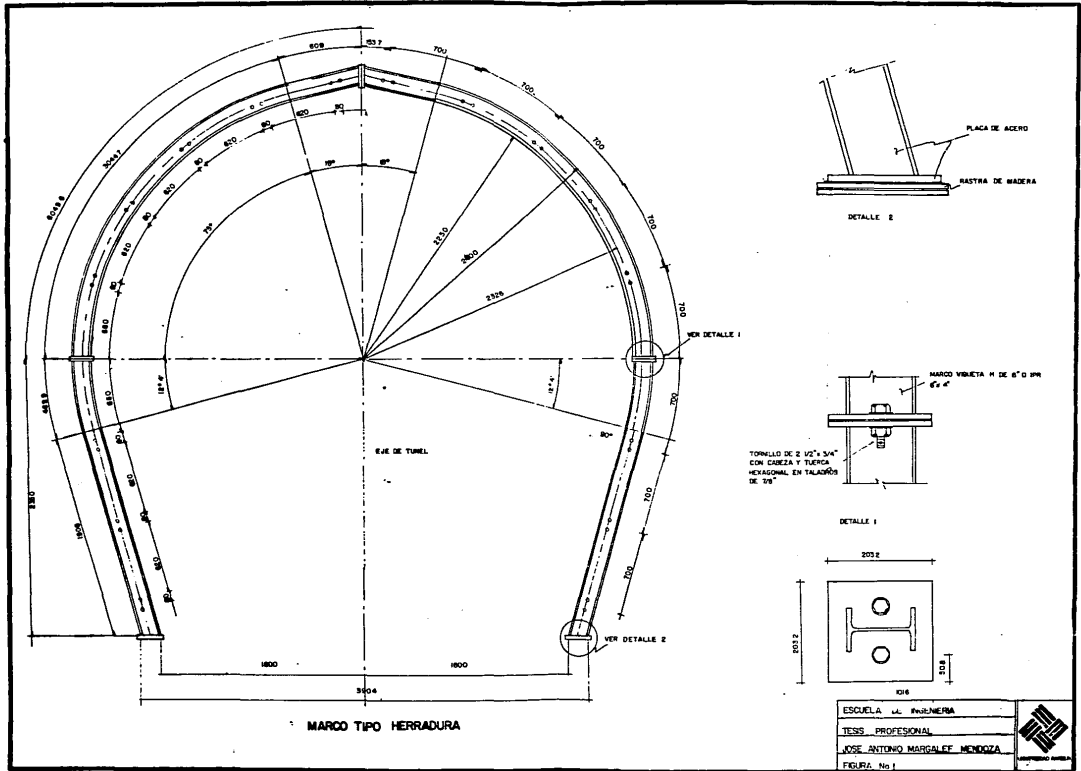
El tipo de revestimiento primario usado en el túnel "P.E. - Plateros-P.S. Cerro del Judío", fueron consecuencia del estudio de anteproyecto realizado, además, de acuerdo al tipo de material, características y necesidades específicas del proyecto, -- los revestimientos primarios que se utilizaron en el túnel fueron :

a) Marcos metálicos.

Este tipo de ademe primario, proporciona gran seguridad en suelos con poca compacidad y cohesión, sus dimensiones varían de acuerdo al proyecto en cuanto a su sección y forma, los marcos metálicos tienen la característica de ser fáciles de colocar, -- además de ser resistentes y durables a través del tiempo, cosa - que no proporcionan los marcos de madera.

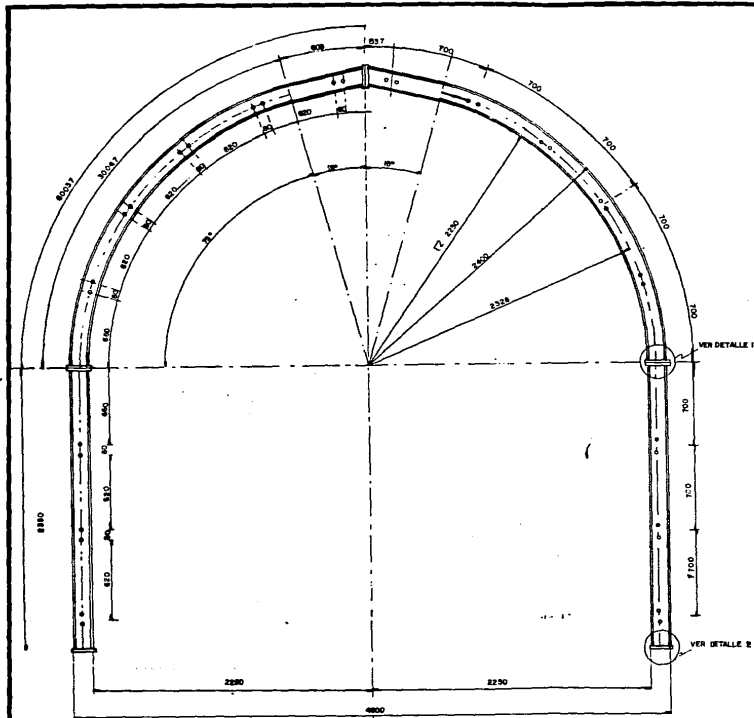
En el túnel del presente trabajo se utilizaron marcos metálicos de perfil H de 6", ó en su defecto, marcos metálicos constituidos por vigueta IPR de 6" x 4", pudiendo ser éstos en formas de sección herradura (Fig. 1) ó bien en sección portal (Fig. 2), dependiendo su colocación de las necesidades propias del proyecto.

Los marcos metálicos tendrán una separación variable, esto depende del tipo de material por excavar y de las condiciones específicas del proyecto, variando su separación centro a centro - entre los 0.80 m. hasta el 1.20 mts., los cuales estaban unidos-



MARCO TIPO HERRADURA

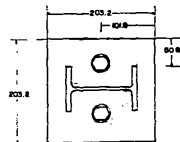
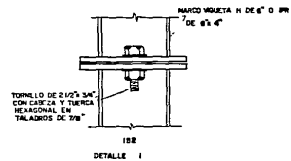
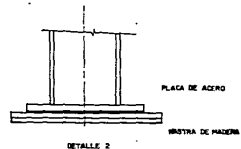
ESUELA	del. PARRINERA	
TESS	PROFESIONAL	
JOSE ANTONIO MARGALEF MENDOZA		
FIGURA No 1		



MARCO TIPO PORTAL

NOTAS

- COTACIONES EN MM
- MEDIDAS SOBRE EL EJE DE LA VIGUETA



TALADRO DE 7/8" PARA TORNELO
DE 3/4"

ESCUELA DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
JOSE ANTONIO MARGALEZ MENDOZA
FIGURA No 2



entre sí por 15 tensores constituidos por varilla de 5/8" de \emptyset y contando con separadores de madera hechos de polín de 4" x 4", - para dar la separación adecuada. (Fig.3).

Los marcos estaban seccionados en cuatro tramos cada uno, - los cuales contaban con placas para su unión barrenadas con cuatro orificios c/u para su fácil colocación, uniéndose con tornillos de 3/4" x 2 1/2" con rondana de presión para evitar que se-desajustaran. (Ver detalle en la fig. 3).

En el caso de que existieran empujes horizontales que hicieran que los marcos tendieran a cerrarse por el empuje de éstos, - se veía la posibilidad de colocar tornapuntas en la base de los marcos para formar un anillo y evitar el desplazamiento de éstos. (Fig. 4).

b) Concreto Lanzado

El concreto lanzado se define como un concreto transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente a gran velocidad sobre la superficie del terreno, la fuerza del chorro produce un impacto sobre la cara del terreno, compactándolo y adhiriéndolo a la cara del túnel.

Entre las características y ventajas que proporciona el concreto lanzado podemos encontrar que :

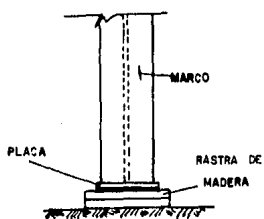
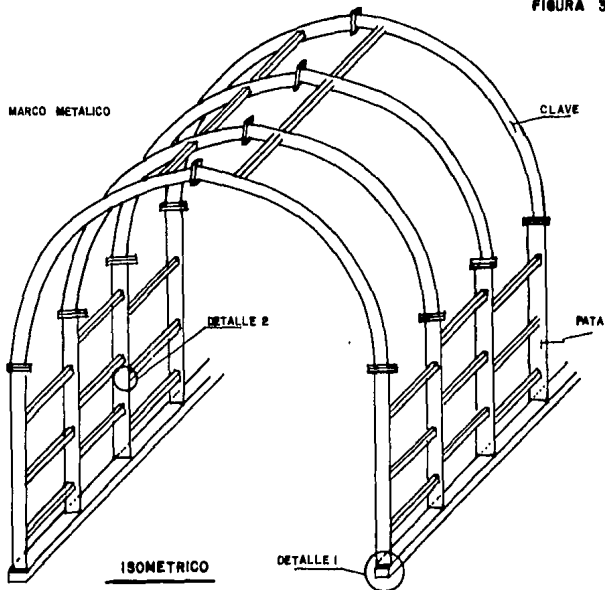
- a) Es una estructura que da soporte provisional a la excavación.
- b) Proporciona estabilidad al terreno, evitando que pierda su humedad y su cohesión aparente, evitando así el intemperismo.
- c) Es de fácil aplicación
- d) Adquiere una rigidez paulatinamente creciente al adquirir un fraguado y endurecimiento progresivo.

Existen dos tipos ó métodos de aplicación del concreto lanzado :

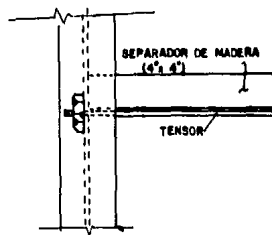
1.- El primero de ellos es el denominado lanzado en seco, - es decir que toda la revoltura del concreto se realiza en seco y se le añade el agua a presión en la boca de la manguera antes de ser proyectado a las paredes, la ventaja de este procedimiento -

ADEME CONSTITUIDO POR MARCOS METALICOS

FIGURA 3

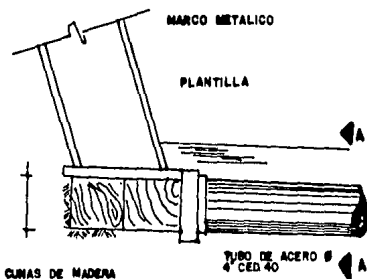
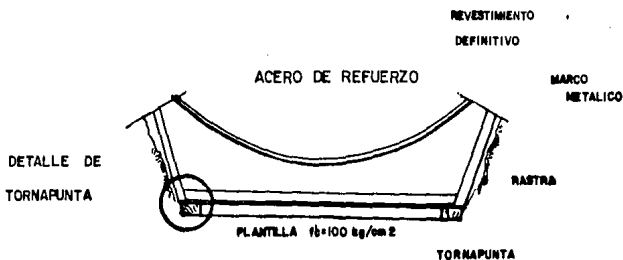


DETALLE 1

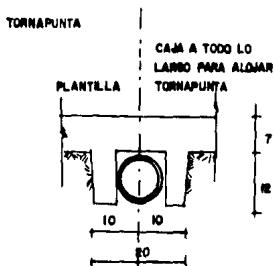


DETALLE 2

COLOCACION DE TORNAPUNTAS



DETALLE DE TORNAPUNTA



CORTE A-A

FIGURA No. 4

es que pocas veces se llega a tapar la manguera, y en caso de que esto sucediera, no se hecharía a perder toda la revoltura por el lapso de --- tiempo transcurrido en destapar el conducto.

2.- El segundo es contrario al anterior, se llama concreto lanzado húmedo y consiste en hacer la revoltura ya con el agua necesaria, Únicamente para ser lanzado.

c) Concreto lanzado y marcos metálicos.

Es una combinación de los descritos anteriormente y se utiliza cuando es necesario ofrecer mayor seguridad en el frente de excavación, por presentar éste poca capacidad de carga y fácil intemperización. El procedimiento consiste en avanzar tramos no mayores de 0.80 mts y --- lanzar una capa de concreto lanzado lo más rápidamente posible (ésto para manter el terreno con su humedad natural) y posterioral lanzado se --- colocarán los marcos metálicos para ofrecer soporte temporal o definitivo al tramo en cuestión.

2.3.6. REVESTIMIENTO DEFINITIVO.

El revestimiento definitivo, como su nombre lo indica, es la terminación de todo el procedimiento constructivo, para poder dar las -- secciones de proyecto requeridas, cumpliendo así con las finalidades y -- objetivos para lo cuál se realizó el proyecto. El túnel tendrá un acabado final en forma de tubo con un diámetro de 4.00 mts. Las dimensiones -- del revestimiento definitivo fueron las específicas descritas en el proyecto, de acuerdo a los cánones establecidos para revestimiento de con-- creto hidráulico. (Para fines prácticos se tomará el diámetro del tubo en cms entre una constante teórica, que en éste caso es de 16.-----
 $D = 400/16 = 25$ cms de recubrimiento mínimo) Las dimensiones del reves---
timiento primario y del revestimiento definitivo se describen a continua

ción y su localización en la traza del túnel se pueden encontrar en el plano No.2.

- Sección 1.- Constituida exclusivamente por marcos metálicos de sección herradura y retaque de madera.
- Sección 2.- Constituida exclusivamente por una capa de concreto lanzado de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ y 10 cms de espesor.
- Sección 3.- Constituida por marcos metálicos de sección portal y retaque de madera.
- Sección 4.- Constituida por una capa de concreto lanzado de $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$ de 5.00 cms de espesor.
- Sección 5.- Constituida por marcos metálicos de sección herradura con retaque de madera y una capa de concreto lanzado de 5.00 cms de espesor

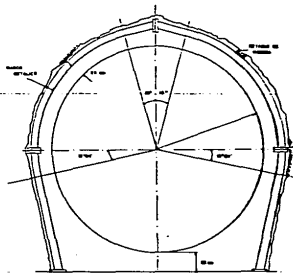
(Ver Plano No. 6.- Secciones de revestimiento **primario** y revestimiento definitivo.)

Las secciones ~~descritas~~ anteriormente, abarcan todas las posibilidades que se presentaron en la construcción del túnel, y su ubicación en la traza del túnel fueron el resultado de los estudios geológicos realizados y sobre todo a las características que presentaba el terreno durante el proceso de excavación.

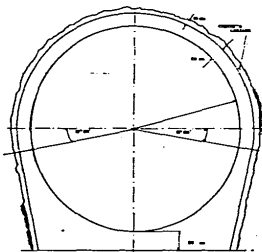
2.3.7.- INYECCIONES DE CONTACTO.

La finalidad de las inyecciones de contacto es la de garantizar una unión entre el terreno y la estructura, para evitar asentamientos que ocasionen desperfectos en el funcionamiento de la obra, sus características, métodos de aplicación y maquinaria se describirán en el capítulo 3 en el inciso 5 de éste trabajo.

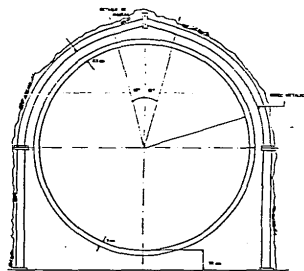
SECCIONES DE REVESTIMIENTO PRIMARIO Y DEFINITIVO



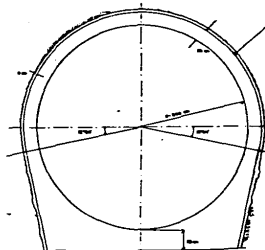
SECCION 1



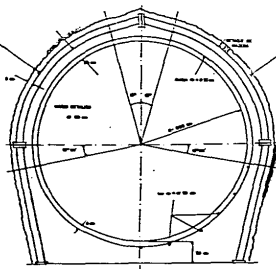
SECCION 2



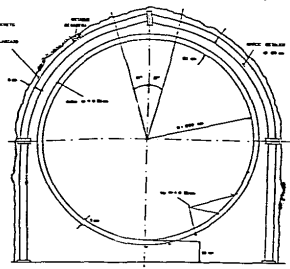
SECCION 3



SECCION 4



SECCION 5



SECCION 6

LEYENDA

- LINEA DE REVESTIMIENTO PRIMARIO
- LINEA DE REVESTIMIENTO DEFINITIVO
- LINEA DE REVESTIMIENTO INTERMEDIO
- LINEA DE REVESTIMIENTO DEFINITIVO

ESCALA DE MEDIDAS
 1:100
 1:200
 1:500
 1:1000
 1:2000
 1:5000
 1:10000



PLANO No. 6

CAPITULO No. 3.

3.- Procedimiento Constructivo

3.1.- Generalidades

3.2.- Excavación

3.2.1.- Excavación con herramienta Neumática

3.2.2.- Excavación con explosivos.

3.2.2.1.- Barrenación y limpieza.

3.2.2.2.- Carga y tronada.

3.2.2.3.- Ventilación.

3.2.2.4.- Rezaga (Carga, acarreo y descarga)

3.2.2.5.- Actividades complementarias.

3.3.- Revestimiento Primario

3.3.1.- Marcos metálicos.

3.3.2.- Concreto lanzado.

3.4.- Revestimiento Definitivo

3.5.- Inyecciones de Contacto.

CAPITULO NO. 3. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

En este capítulo se tratarán las actividades seguidas en la construcción del túnel, detallando en aquéllos procedimientos no muy comunes en una obra, no así en los conceptos de ejecución diaria en cualquier otro trabajo.

Los procedimientos seleccionados se vieron afectados por un factor determinante como es el tiempo, debido a ello se tuvo que incrementar los frentes de trabajo, consiguiendo así el ritmo de obra requerido.

El desarrollo de las actividades se presentan en forma independiente una de otra, tratándose en el capítulo 4 de esta tesis la relación existente entre ellas y la forma en que se van intercalando en su ejecución.

3.1 GENERALIDADES

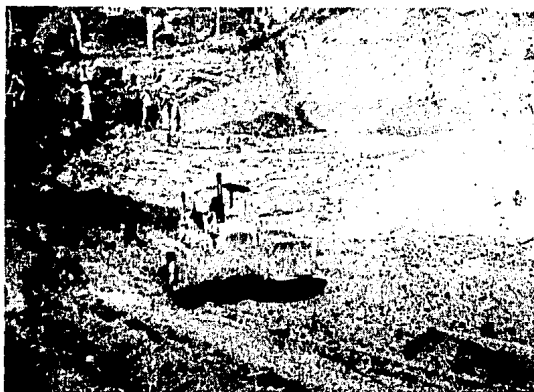
Uno de los aspectos más importantes en una obra subterránea son los factores que influyen en la decisión del tipo de instalaciones que se construirán en la superficie, entre las más importantes podremos mencionar las siguientes :

a) Caminos de acceso; normalmente se construyen en forma definitiva, para que posteriormente sirvan para la operación y mantenimiento de la obra.

b) Oficinas, dormitorios, almacenes, comedores, etc.; éstas se realizan fuera de la zona de trabajo, pero lo más cercano posible a la obra, generalmente se construyen en forma provisional y de materiales de fácil recuperación.

c) Talleres; es necesario construir talleres de mantenimiento de maquinaria, soldadura, carpintería, los cuales son los más importantes en la construcción de un túnel por su relación intrínseca con la obra.

d) Plantas de luz y compresores, fabricación de concretos; su localización debe de ser lo más cercano a la entrada del tú-



EXCAVACION DE PORTALES

nel para evitar pérdidas en su conducción.

e) Polvorines; se localizarán fuera del perímetro de la obra y de zonas pobladas, construyéndoles un acceso para su facilidad de operación.

3.2 EXCAVACION

En el caso del túnel Plateros-Cerro del Judío, no fué posible emplear un solo método de excavación, no solo por su longitud, sino también por la variación de estratos por los que éste atravesó.

Todo método de excavación está basado en las propiedades del terreno donde se realizó la construcción. Para el túnel de la presente tesis, se puede decir que los métodos empleados fueron :

3.2.1 EXCAVACION CON HERRAMIENTA NEUMÁTICA

Este método es el empleado básicamente en terrenos blandos, con poca dureza y gran estabilidad (que no sean roca).

Además del método empleado, se utiliza un procedimiento el cual se puede decir que fué por banqueo, es decir, que en el frente de excavación se excava primeramente la parte media superior (fig.5), ésto es con la finalidad de poder contar con un banco ó plataforma de apoyo en la que se pueda trabajar a medida que se iba avanzando, el equipo rezagador se encargaba de ir tirando ó excavando la plataforma e ir retirando la rezaga.

El equipo utilizado en este método de excavación constaba de 4 martillos neumáticos C.P. 111, con un peso aproximado de 19 kgs/ cada uno y una longitud de barreta de 1.00 m, el consumo de aire de estas máquinas es de 35 pies³/min. La ventaja de usar este equipo es que es de fácil maniobrabilidad y alto rendimiento, pues aplican alrededor de 100 golpes por minuto.

El equipo rezagador consistía en un Scooptram denominados -



EXCAVACION DE TUNEL (COMIENZO)

en el medio tunelero como "hormigas" (figura 6), los cuales son cargadores frontales del tipo minero, su descarga es frontal y son de fácil maniobrabilidad y se adaptan fácilmente a las condiciones del túnel, tanto de espacio como de rendimiento. El ciclo de rezagado es continuo y consistía en cargar a camiones fuera de carretera dentro del túnel, los cuales conducían la rezaga fuera del mismo hasta el tiro correspondiente.

Debido al espacio tan reducido del túnel (3.60 mts.) en la base, se vió la necesidad de realizar chocolones ó libraderos -- para que el equipo rezagador pudiera dar vuelta y cargar a los camiones de volteo (Fig. 7), ésto es con la finalidad de tener un acarreo óptimo por parte de la rezagadora y evitar tiempos -- perdidos en la conducción de la rezaga, estos "chocolones" se hicieron a cada 400 mts. a lo largo de todo el túnel.

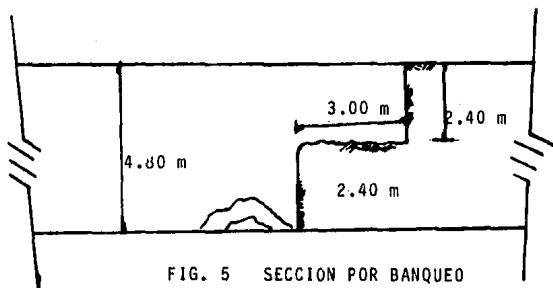
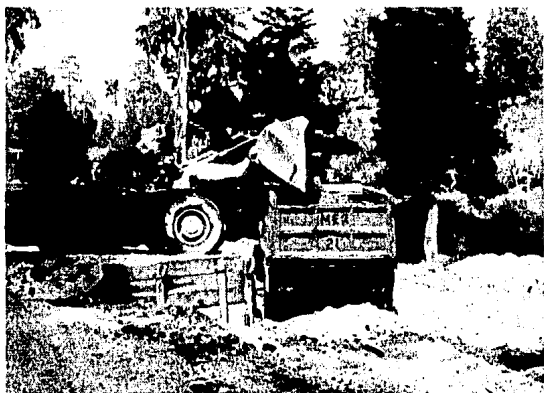
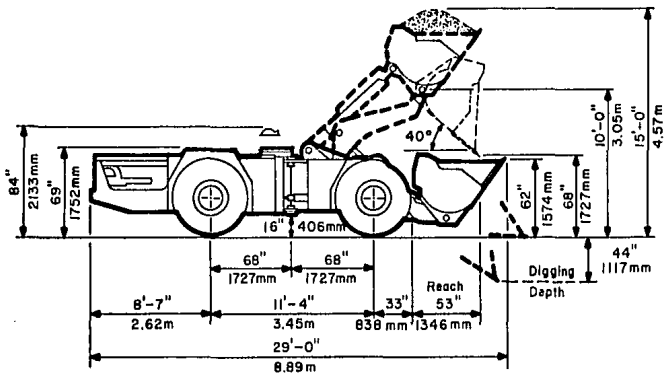


FIG. 5 SECCION POR BANQUEO



EQUIPO REZACADOR (SCOOPTRAM)

4 Wheel Drive, 5 Cu. Yd. Diesel Scoop



180 HP *MS RATING

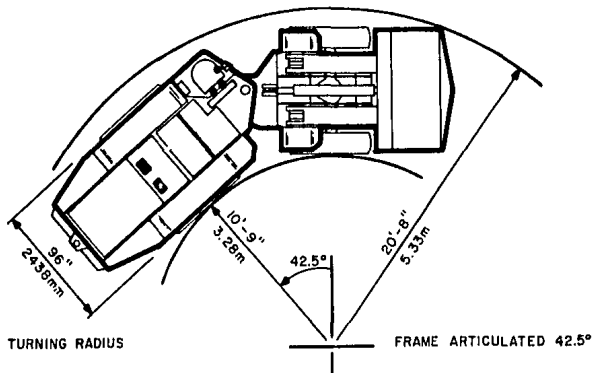


FIG. 6 SCOOPTRAM

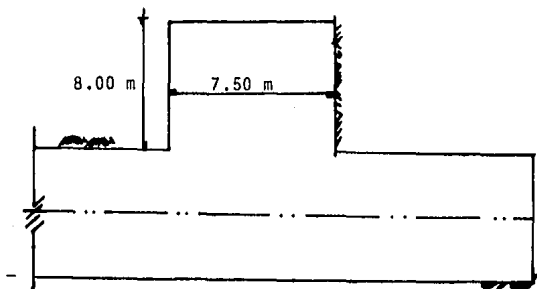


FIG. 7 CHOCOLONES O LIBRADEROS

La ventaja de utilizar este método de excavación, es que és ta es continua, sus tiempos perdidos son mínimos logrando así un alto rendimiento por tener avances continuos.

Mientras se estaba excavando, se está inyectando aire fresco continuamente al frente de trabajo por medio de un ventilador axial constituido por dos motores de 15 H.P. c/uno, los cuales inyectaban aire y era conducido por medio de un tubo de polietileno de 90 cms. de diámetro el cual estaba colocado en la clave del túnel y sostenido por hamacas de polietileno; en muchos túneles se utiliza tubo de aluminio pero la ventaja del tubo de plástico es que es de fácil reparación y colocación. La cantidad de aire por inyectar está normada por los siguientes criterios :

Motores diesel : 70 p.c.m./H.P.

Personal : 200 p.c.m./hombre

Gases explosivos : $\frac{36S}{T} \times 35$ (pcm)

donde: S = Consumo de explosivo en --
Kg/voladura

T = Tiempo de ventilación en --
minutos

El ventilador se colocó 20.00 mts. alejado del portal para evitar que se recircularan los gases y el aire viciado, el gasto

total inyectado era de 18,000.00 pies 3/min.

El tubo de ventilación se procuraba tenerlo siempre lo más cercano posible al frente (aprox. 30.00 mts.) para facilitar la maniobrabilidad, la visibilidad y tener una atmósfera propia para el trabajo.

La cuadrilla estaba constituida por el siguiente personal :

FRENTE DE EXCAVACION

EQUIPO

- | | |
|-----------------------------|----------------------------|
| - 1 Sobrestante General | - 3 Camiones de volteo |
| - 1 Sobrestante de frente | - 2 Scooptram |
| - 1 Cabo | - 2 Compresores de 600 pcm |
| - 4 Perforistas | - 2 Plantas de luz (100KV) |
| - 2 Operadores de Scooptram | - 1 Ventilador |
| - 4 Peones | - 1 Planta de soldar |
| - 3 Choferes de volteo | - 1 Sierra de banco |
| - 1 Bordero | - 6 Perforadoras C.P. 111 |

SERVICIOS GENERALES

- 1 Soldador y ayudante
- 1 Electricista y ayudante
- 1 Carpintero y ayudante
- 1 Mecánico y ayudante
- 1 Compresorista y plantero
- 1 Almacenista y 2 ayudantes
- 1 Brigada de topografía

* Esta cuadrilla es por frente y por turno de 12 horas

3.3.2 EXCAVACION CON EL USO DE EXPLOSIVOS

Este método de excavación es empleado principalmente en terrenos duros especialmente roca, en la que la herramienta neumática es difícil de utilizar. La excavación por el método convencional de barrenación y voladura es utilizado el explosivo, el cual cuenta con una amplia gama de productos para cualquier -

tipo de trabajo, la marca más comunmente usada es la Du Pont.

Todas las actividades que se realicen en el túnel, están -- condicionadas al tamaño del mismo y al equipo disponible, es por eso que el tamaño máximo de agregado permitido para el producto de la excavación, varía de 15 a 20", pues los elementos de carga exigen estas condiciones.

El método de excavación con el uso de explosivos se reduce a las siguientes actividades :

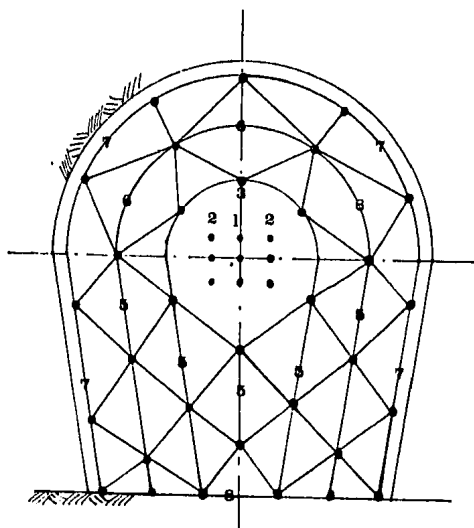
- Barrenación y limpieza
- Carga y conexión (Tronada)
- Ventilación
- Rezagado

3.2.2.1 Barrenación y limpieza

La barrenación consiste en hacer orificios en el frente de excavación por medio de herramientas neumáticas o hidráulicas -- para alojar al explosivo y su ciclo comprende desde la inicia--- ción del primer barreno hasta la terminación del último, cuando previamente se han trazado en el frente los ejes vertical y hori zontal en el frente y la plantilla de barrenación.

La plantilla de barrenación consiste en colocar los barre-- nos de acuerdo al cálculo de la misma, el cual contiene la separación y ubicación de los mismos. La plantilla consta de va--- rios tipos de barrenos, de acuerdo a su ubicación y función.

Como se mencionó, cada tipo de barreno tiene su función, -- las cuales podemos mencionar basándonos en la plantilla de barre nación que más se utilizó en el túnel, por ser la que mejores re sultados proporcionó, el número que le corresponde indica la se cuencia de tronada de las mismas :

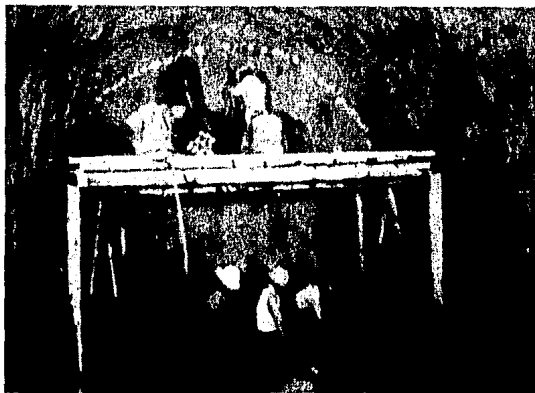


- 1 Barreno de aire
- 2 Cuña en "V"
- 3 Ayudantes de cuña
- 4 Contrayudantes de Cuña
- 5 Barrenos de pata
- 6 Barrenos de clave
- 7 Barrenos de corte
- 8 Barrenos de piso

FIG. 8 PLANTILLA DE BARRENACION (CUÑA EN "V")

Debido a las dimensiones del túnel, se tuvo que utilizar -- una plataforma para poder barrenar la media sección superior, a esta plataforma hechiza se le denomina "tarango". La longitud de barrenación varió desde 0.80, 1.20, 2.40 y 3.20 metros, estandarizándose en la barrenación de 2.40 m. por considerarse la más efectiva y la que menor densidad de carga se aplicaba.

Después de terminada la barrenación, se procedía a la limpieza de los barrenos por medio de un tubo soplador al cual se -



CARGA DE LOS BARRENOS (EXPLOSIVO Y MEXAMON)

le inyectaba aire a presión para evitar que fueran obstruidos -- los explosivos y así obtener mejores rendimientos.

3.2.2.2 Carga y tronada

De todas las actividades del ciclo, ésta es la más importante por considerar que de una buena conexión y carga del explosivo depende el buen resultado de la tronada.

El tipo de explosivo, así como los artificios usados en el túnel, fueron a base de cañuela y detonadores a base de mecha -- por considerar que, debido al alto costo de los estopines eléctricos, era necesario utilizar los más económicos y que tuvieran buen rendimiento. Para la carga de columna se utilizó un explosivo de baja velocidad denominado Mexamón G ó Supermexamón D, -- sus características son las de generar gran cantidad de gases a baja velocidad, quebrando así la roca; su consistencia es granular de color rosado y blanco. Para la carga de fondo se utilizó un explosivo de alta velocidad y gran potencia del tipo gelatina, el cual venfa empacado en cartuchos de plástico de 0.10 m. de longitud y 3/4" de ancho, la marca del explosivo era TOVEX -- 100. Este tipo de explosivo, como se mencionó, genera gran cantidad de gases a alta temperatura, los cuales son bajamente tóxicos.

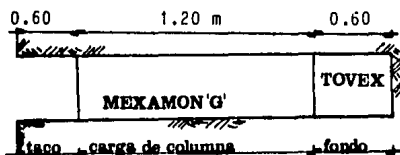


FIG. 9 CORTE DEL BARRENO

Previo a la terminación de la barrenación, en el frente se-

deberán de preparar los cebos (fig. 10). Se le llama cebo ó espoleta al bombillo ya cargado con el detonador, su procedimiento consiste en ranurar un bombillo con un punzón de madera y asegurándolo mediante una lazada de cañuela. Los cebos consisten en un detonador, cañuela (de longitud variable, de acuerdo a la longitud de barrenación), un conector y el Bombillo.

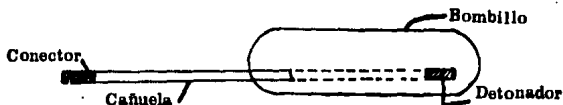


FIG. 10 DETALLE DE UN "CEBO" O
"ESPOLETA"

Una vez preparados los cebos se procede a introducirlos en los barrenos mediante un "fainero" ó palo de madera el cual se introduce con sumo cuidado para evitar que se desprenda el fulminante del bombillo. El fainero tiene la función de retacar perfectamente a los bombillos e introducirlos hasta el fondo.

Posterior al cargado de las espoletas se procede a cargar el agente explosor (Mexamón), el cual se inyecta a presión por medio de una pistola de aire llamada "clementina". Una vez terminada esta actividad se procede a la conexión de todos los barrenos de acuerdo a la plantilla de barrenación, es decir, a su tiempo de tronada. La conexión se hace por medio de mecha, llamada Thermalite.

Antes de efectuar la tronada y durante el proceso de conexión, se procede a retirar el equipo. Posterior a todo y una vez terminada la conexión, se procede al encendido de las puntas de Thermalite por medio de un mechón de fuego. La velocidad con que va encendiendo la cañuela es de 0.5 m/min. y al tener --



ENCENDIDO DE MECHA PARA INICIAR LA
DETONACION

una longitud de 2.40 y el haber dejado 0.50 m. más para la conexión, dejan el retiro libre del personal encargado de prender -- las mechas, evitando así accidentes.

3.2.2.3 Ventilación

Aunque durante el ciclo de excavación se encuentra funcionando el ventilador, es necesario desalojar los gases productos de la detonación de los explosivos, este desalojo puede realizarse de tres formas :

a) Inyección de aire fresco: Este sistema es el más adecuado por estar trabajando constantemente, teniendo la desventaja de que en túneles largos y sin respiraderos (lumberas), el aire a lo largo del túnel se encuentra viciado.

b) Extracción de aire: Este método no es muy recomendable porque la zona de trabajo se encuentra normalmente en condiciones atmosféricas desagradables.

c) Inyección de aire fresco y extracción de gases: Es una combinación de los dos anteriores y es el más eficaz, teniendo la desventaja de que en túneles de sección pequeña, el tubo de ventilación ocuparía mucho espacio, reduciendo así el área de -- trabajo.

El método utilizado en el Túnel Plateros - Cerro del Judío -- fué el primero por considerar que era el más factible para la -- buena realización del proyecto, sus características fueron enumeradas en el inciso 3.2.1 de este trabajo.

3.2.2.4 Rezaga (Carga, acarreo y descarga)

La rezaga consiste en cargar el material producto de la excavación producto de la voladura, al equipo de acarreo y transportarla hasta el exterior. Su procedimiento fué explicado anteriormente.



INSTALACION DE VENTILACION Y AIRE
COMPRESO DE LOS PORTALES

3.2.2.5 Actividades complementarias

Aunque no es una actividad que deba de computarse dentro -- del ciclo de excavación, pues se pueden realizar paralelamente a las actividades principales, se enumeran pues son de vital im-- portancia para el desarrollo del proyecto.

Dentro de estas actividades podemos mencionar :

a) Tubería de ventilación: que son ductos flexibles que - se colocan en la clave del túnel y no deben de estar retirados - del frente más de 30.00 metros.

b) Tuberías: ya sean de agua para barrenación, de aire -- comprimido ó bien, para el bombeo del agua producto de las fil-- traciones en el túnel. Las líneas de aire comprimido eran tu-- bos de acero de 4" de Ø/, uno para agua de barrenación y el otro para el bombeo de las filtraciones.

Debido a que se tuvieron gran cantidad de filtraciones a lo largo de la traza del túnel, fué necesario construir drenes, los cuales conducían el agua hasta cárcamos ó depósitos de almacena-- miento, una vez llenos se procedía a bombear el agua por medio - de bombas neumáticas horizontales, capaz de bombear sólidos en - suspensión, a estas bombas se les denominan "becerros".

c) Líneas de alta y baja tensión: Las líneas de baja ten-- sión son utilizadas para alumbrar el túnel que, de acuerdo a las especificaciones del contrato, se requerían focos de 150 W. a ca-- da 20.00 metros y en el frente de excavación debería de contar - con 3 lámparas de 500 W, cada una.

Además se contaba con dos líneas de alta tensión para colo-- car transformadores a cada 500 metros y evitar pérdidas de ener-- gía por el exceso de conducción, además de la necesidad de usarla en el equipo de inyección y soldadura en el revestimiento de-- finitivo del túnel.

d) Topografía: Este es un punto muy importante dentro de la construcción de cualquier obra, pues de ella depende el co--

recto alineamiento del túnel así como de su nivelación. La topografía se puede dividir en dos tipos de trabajos :

1.- Topografía de frente: Para ejecutar este trabajo es necesario contar con una cuadrilla capaz de cubrir dos frentes de 12 horas cada uno y su finalidad es :

- Prolongar el alineamiento de la línea del túnel
- Marcar tanto el eje vertical como el horizontal
- Levantar y dibujar la sección de excavación
- Determinar el avance obtenido por voladura y el cadenciamiento de la frente para la siguiente.
- Colocar puntos de control del alineamiento del túnel, así como de bancos de nivel.

El trazo de la sección de excavación se hace fácilmente una vez trazados los ejes verticales y horizontales. En la intersección de los dos ejes se procederá a radiar la sección en la media clave por medio de un fainero con una longitud de 2.40 a 2.35 mts. de acuerdo al tipo de sección. La media sección inferior se traza ligando las intersecciones del arco superior con el eje horizontal y con las referencias situadas a nivel del piso, para poder dar la sección de proyecto.

El Levantamiento de la sección de excavación se tiene que ir realizando 2.00 metros atrás del frente y se realiza por medio de un girasol (seccionador) y un metro graduado al milímetro esto es con la finalidad de detectar peines ó sobreexcavación excesiva según la sección de proyecto.

2.- Topografía de precisión: La topografía de precisión deberá de realizarse en condiciones óptimas de visibilidad, la cual se logra en días festivos y domingos cuando no labora el personal del túnel y tiene como finalidad :

- Bajar el alineamiento de precisión en el túnel a través de los portales.
- Marcar los puntos de las líneas en placas ahogadas en --

concreto para evitar deslizamientos ó desplazamientos, -
ésto se realiza cada 15 días.

- Checar el nivel del túnel.

3.3 REVESTIMIENTO PRIMARIO

Tiene la finalidad de ofrecer un soporte temporal durante -
el proceso de excavación, aunque muchas veces también se utiliza
como revestimiento definitivo del túnel, durante el revestimien-
to final.

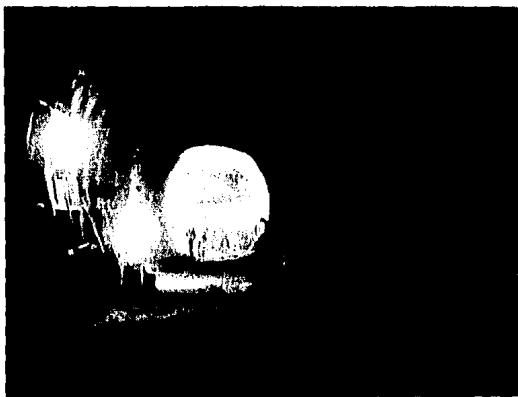
En este capítulo nos enfocaremos únicamente al proceso de -
colocación una vez terminada la excavación, más no en sus dimen-
siones y características ya mencionadas.

3.3.1 MARCOS METALICOS

Este tipo de soporte se utiliza en terrenos que ofrecen po-
ca estabilidad y poca capacidad de carga, las dimensiones y tipo
de marco fueron las requeridas por el proyecto y de acuerdo al -
tipo de terreno por el cual se estaba atravesando, su ubicación-
la podemos encontrar en el Plano número Dos.

Una vez terminado de extraer la rezaga producto de la exca-
vación, era necesario colocar el revestimiento primario consti-
tuido por marcos metálicos, ya sea de tipo portal ó herradura ya
que el terreno no permitía avances mayores sin revestimiento de
marcos más de 3.00 m., el procedimiento para su colocación se --
describe a continuación :

El primer paso era el de colocar las rastras de madera so-
bre las que se apoyarían las patas de los marcos, para tal efec-
to, había que nivelarlas de acuerdo a la pendiente del túnel. -
Hecha la nivelación, se procedía a montar las patas sobre las --
rastras y fijarlas por medio de los tensores y los separadores -
de madera al marco anterior. Posteriormente se procedía al mon
taje de las claves, las cuales se unían a las patas de los mar--



TRANSICION DE MARCOS METALICOS Y CONCRETO
LANZADO

cos por dos tornillos en cada extremo de 3/4" x 2 1/2" con ronda na de presión. Una vez terminado de armar el marco completo -- procedía a alinearse y a retacarlo de madera entre el terreno y el marco para evitar que éste se desplazara y cargara así sobre el terreno.

La cuadrilla de ademadores era la misma que la de excavación por considerar que debería de utilizarse a la cuadrilla de perforistas en su totalidad.

3.3.2 CONCRETO LANZADO

Esta actividad se podía traslapar junto con la excavación, pues el terreno permitía avances hasta de 15.00 m sin revestimiento primario, la cuadrilla específica de lanzado estaba constituida por :

- 1 Cabo
- 1 Lanzador
- 1 Ayudante de lanzador
- 1 Operador de lanzadora
- 5 Peones

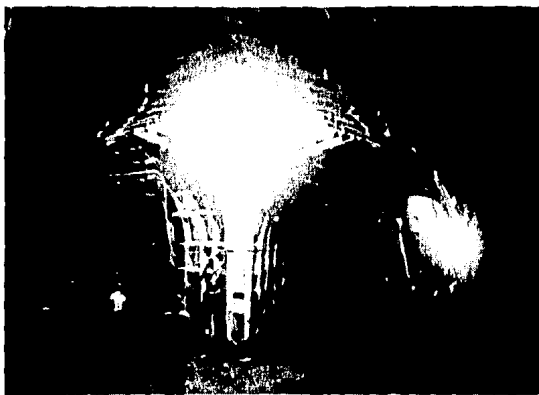
El equipo utilizado para esta actividad consta de :

- 2 Revolvedoras de dos sacos c/una
- 1 Máquina lanzadora marca Reed
- 1 Compresor Chicago Pneumatic de 600 pcm.
- 1 Recipiente de almacenamiento de aire
- 1 Cisterna de agua

El procedimiento para realizar la actividad del concreto -- lanzado constaba de los siguientes pasos :

a) En primer lugar se seccionaba el tramo por lanzar, para evitar que hubiera peines, mientras se sacaban las secciones, se estaba habilitando el equipo de lanzado.

b) Se colocaban maestras constituidas por malla electrosol-



DETALLE DE BIFURCACION

dada con una longitud de 15 cms., ésto es con la finalidad de -- verificar el espesor del concreto lanzado.

c) Mientras se realizaban las actividades anteriores dentro del túnel, se realizaban fuera de éste, la revoltura para el concreto; ésta se realizaba por medio de dos revolvedoras de dos sacos cada una, las cuales fabricaban la mezcla en seco y era -- vaciada a camiones de volteo, los que la transportaban al frente por lanzar. La proporción de la revoltura para alcanzar una -- resistencia de 250 kg/cm² a los 24 días era :

- 6 botes alcoholeros de grava-arena
- 1 bulto de cemento (50 kg) Tipo I
- Se adicionaba además aditivo acelerante en una propor--- ción del 3 al 5% en peso del cemento

d) Una vez terminadas las actividades anteriores se procedía a lanzar las paredes del túnel para garantizar el apoyo de - la clave sobre las patas del túnel, lanzadas anteriormente. Antes de comenzar a lanzar es recomendable mojar la superficie por lanzar para evitar pérdidas en el "rebote" por una mala adherencia del concreto por tener polvo y material suelto. Otra recomendación para evitar desperdicio es colocar la boquilla de lanzado perpendicular a las caras por lanzar a una distancia de - - 1.00 m. aproximadamente.

Terminadas de lanzar las paredes del túnel con un espesor - de 2.5 a 5.00 cms., se procedía a lanzar la clave del túnel, por lo que era necesario contar con una plataforma de apoyo ("Taran-go"), para el lanzado adecuado en la clave (Fig.11).

Posterior al término del lanzado de la clave se procedía -- nuevamente a lanzar las paredes del túnel para dar el revesti--- miento de proyecto, pues es muy difícil que con un espesor de -- revestimiento de 10 cms. el concreto lanzado se adhiriera a la pri--- mera lanzada, una vez hecho ésto, se procedía nuevamente a lan--- zar la clave del túnel.

Una de las recomendaciones para tener una buena calidad de-

concreto es el de mantener una presión constante de lanzado.

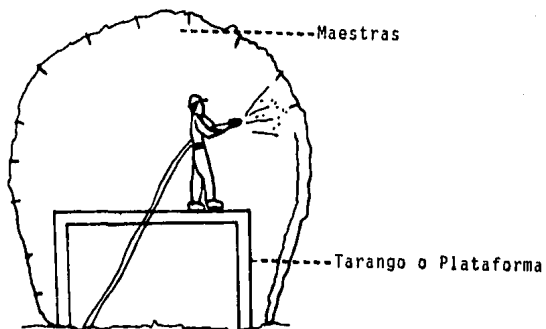


FIG. 11 PLATAFORMA DE LANZADO

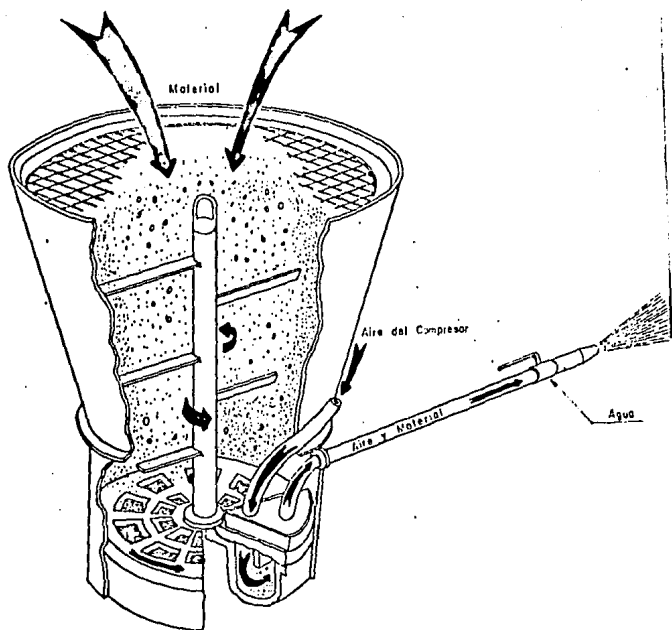


FIG. 12 MAQUINA LANZADORA CON COMPARTIMENTOS EN "U"

3.4 REVESTIMIENTO DEFINITIVO

Se puede decir que el revestimiento definitivo es la etapa final de construcción del proyecto y consiste en darle el acabado final a la estructura por medio de concreto hidráulico, según las secciones de proyecto. Para tal actividad se contaba con - el siguiente equipo :

- 1 revolvente biconica con capacidad de 4 m³
- 1 tolva de almacenamiento de agregados (arena y grava)
- 2 silos de cemento con capacidad de 35 tons. c/uno
- 3 tractores agricolas con bacha de 1 M³
- 3 camiones de volteo
- 1 banda transportadora
- 1 cañón
- 1 artesa
- 6 módulos de cimbra colapsable de 3 m c/u.
- 6 vibradores de contacto
- 6 vibradores de inmersión (eléctricos)
- 6 vibradores de inmersión (de aire)

La cuadrilla para el revestimiento estaba constituida por :

DENTRO DEL TUNEL

- 1 sobrestante
- 1 cabo
- 3 albañiles
- 10 peones
- 3 operadores de tractores
- 3 choferes de volteo
- 1 soldador y ayudante



PLANTA DOSIFICADORA DE CONCRETO

- 1 eléctrico y ayudante
- 1 carpintero y 2 ayudantes
- 4 maniobristas
- 1 operador de cañón y banda transportadora

FUERA DEL TUNEL

- 1 operador de la báscula
- 1 operador de tolvas y silo de cemento
- 1 operador de revolvedora
- 2 peones (servicios generales)

Además del personal necesario para mantenimiento y servicio como son los mecánicos, planteros, compresoristas, etc.

Se trató de tener colados continuos, por lo que el primer turno se dedicaba exclusivamente a colar y el segundo turno tenía la finalidad de descimbrar y volver a preparar la cimbra para que al día siguiente se empezaran los colados a primera hora del día.

El procedimiento de colado consta de 4 etapas principales, las cuales describiremos a continuación :

1.- Colado de plantilla de concreto pobre de $f'c=100$ kg/cm² para evitar que el concreto se contaminara, esta actividad se realizó durante el proceso de excavación del túnel para poder contar con un piso que diera agilidad al tránsito de vehículos.

2.- Colado de guarniciones; para tal efecto se realizaron cimbras formadas por un armazón de ángulo de 1/2" y forradas de triplay, las cuales se troquelaban por medio de un barreno realizado en la pared del túnel (fig.13). Este procedimiento consistía en vaciar a volteo sobre una artesa y por medio de palas se vaciaba en las formas. Se descimbraban a las 12 horas y se picaba el concreto para tener una superficie rugosa al colar las claves. El procedimiento de curado se realizó manteniendo durante 5 días fresco el concreto por medio de riegos constantes.

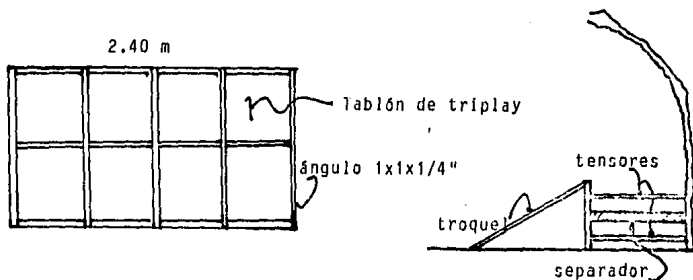


FIG. 13 DETALLE DE CIMBRAS DE GUARNICIONES

3.- Colado de clave: Se contaba con 6 módulos de cimbra - metálica colapsable, las cuales se apoyaban sobre las guarniciones y se troquelaban en sus extremos para evitar que se cerraran con el peso del concreto (fig. 14).

4.- Colado de cubeta: Una vez terminado el colado de claves se procedió al colado de cubeta el cual se realizó exclusivamente a volteo, dándole la forma final por medio de cerchas.

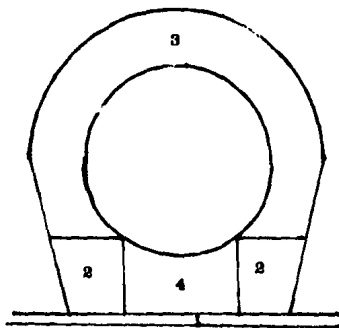


FIG. 15 ETAPAS DE COLADO

El tren de colado para las claves estaba constituido por -- una artesa donde descargaban los tractores el concreto, poste--- rior a la artesa, se encontraba una banda transportadora que con

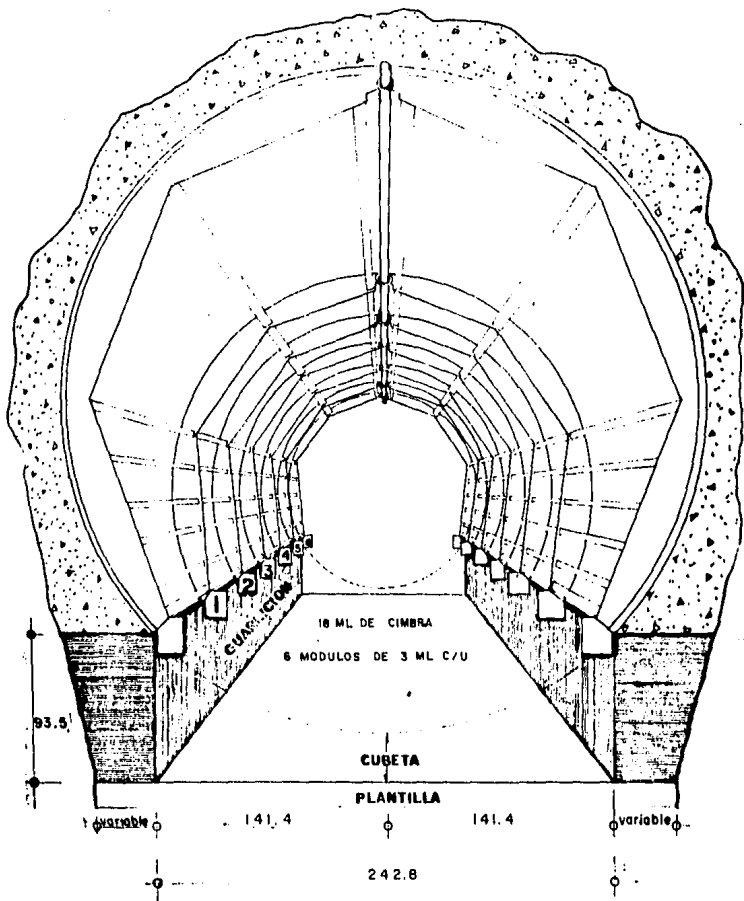


Fig. 14 Detalle de cimbras en clave



CIMBRA METALICA PARA COLADO DE CLAVE

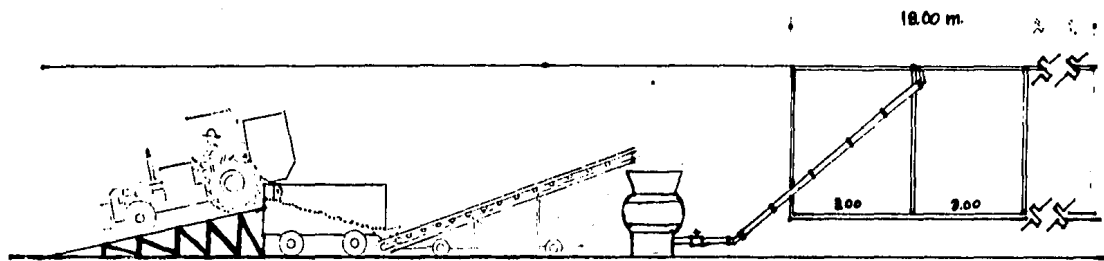
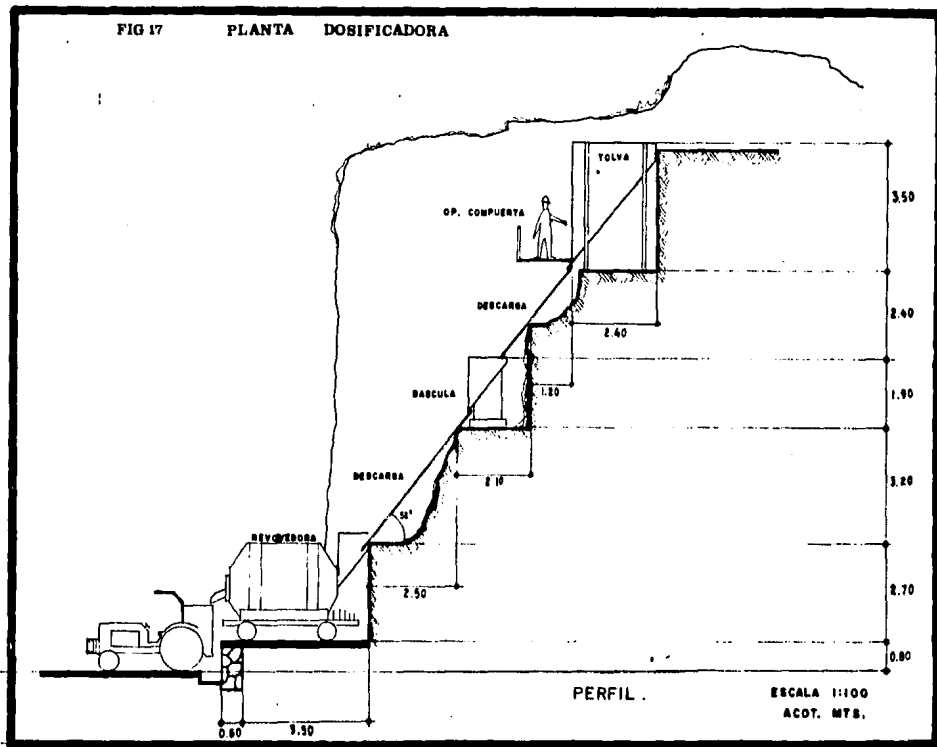


Fig 16.- Tren de colado para clavos

FIG 17

PLANTA DOSIFICADORA



ducía el concreto hasta el cañón, éste a su vez inyectaba el concreto a presión, el cual era conducido por tubos de fierro rígidos de 3.00 m c/u y depositado finalmente en las cimbras. Para verificar el llenado eficaz se contaban con ventanas a los costados de la cimbra, por donde se vibraba el concreto y, como se mencionó, se verificaba el llenado total de la cimbra (Fig.16).

3.5 INYECCIONES DE CONTACTO

Las inyecciones de contacto tienen como finalidad el llenar los huecos existentes entre el revestimiento definitivo y el terreno para garantizar que los esfuerzos sean transmitidos al revestimiento eficazmente.

Una vez concluido el revestimiento definitivo o cuando éste haya alcanzado el 75% de su resistencia se procederá a efectuarla inyección. El procedimiento de inyección y sus características se describen a continuación :

La inyección se realiza mediante una bomba tipo Moyno con una capacidad de 100 l.m.p. y una presión mínima de inyectado de 8 kg/cm², la longitud máxima de retorno no excederá los 100 m y la distancia máxima del barreno por inyectar y el equipo no excederá de 15 m.

El proceso de inyectado consiste en barrenar el concreto del revestimiento definitivo hasta el terreno, en el caso de marcos metálicos como soporte primario y hasta el concreto lanzado en caso de que éste existiera; una vez barrenado se procede a colocar las boquillas de inyección y válvulas de paso en los barrenos, procediendo a inyectar lechada de concreto ó mortero.

El proceso de inyección se realiza por medio de "aureolas" en 3 etapas, las cuales se denominan FASES y se describen a continuación :

FASE 1 : Esta tiene como finalidad llenar los grandes vacíos a base de un mortero ó lechada. Estos barrenos se localizan principalmente en la clave del túnel, los barrenos se distri

buyen en aureolas y se numeran ya sean pares ó nones.

Las "aureolas impares" están formadas por tres barrenos dirígidos hacia arriba ($-75^{\circ}, 0^{\circ}, +75^{\circ}$) y las "aureolas impares por 2 barrenos inclinados ($-50^{\circ}, +50^{\circ}$), la distancia entre las aureolas es de 8.00 m, aunque podría variar de acuerdo al tipo de terreno.

El orden de inyectado será el de empezar con el barreno de más bajo nivel en la "aureola impar" y empleando los más altos como testigos, el tipo de mezcla por usar variará según el volumen de vacíos por llenar de la siguiente manera :

La primera lechada tendrá una relación de agua cemento 3:1, cambiándose si la admisión es franca a 2:1 hasta llegar a 1:1.- Si el barreno sigue admitiendo lechada, se incluirá mortero añadiendo gradualmente arena, empezando con una proporción de - - 0.25:1 (arena-cemento).

La presión de inyectado estará comprendida en un rango entre 1.5 a 4.0 kg/cm² para la FASE 1. Para considerar un barreno sellado, será necesario mantener una presión de 4.00 kg/cm² durante un lapso de 5 min., mientras que los barrenos periorados servirán como testigos al aplicarse llaves de paso para dar salida a el agua y aire.

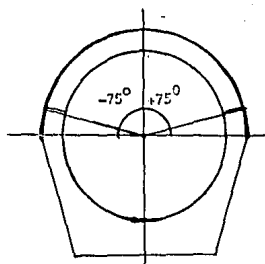
FASE II : La Fase II sirve para llenar los pequeños vacíos dejados en la Fase I, básicamente con lechada sin dejar de excluir al mortero. En esta Fase las "aureolas" también se distribuyen en pares e impares, las primeras estarán formadas por un solo barreno en el eje vertical del túnel, en las segundas también será un solo barreno, el cual se distribuirá alternadamente a -25° y $+25^{\circ}$, la distancia entre aureolas será también de 8.00 m. La proporción de lechada será de 3:1 (agua-cemento) y posteriormente se engrosará hasta 1:1, de acuerdo a la admisión de los barrenos, la presión de inyectado variará de --

1.5 a 5.0 kg/cm² como máximo. La presión de sellado será de -- 5.0 kg/cm² durante un lapso de 5 min. y los barrenos servirán -- como testigos de la misma manera que en la FASE I.

FASE III : Esta FASE sirve para inyectar la zona de cubeta y rellenar los cárcamos ó drenes existentes que se realizaron durante el procedimiento de excavación, su distribución también -- será por "aureolas", ya sean " pares e impares ", su localiza--- ción será :

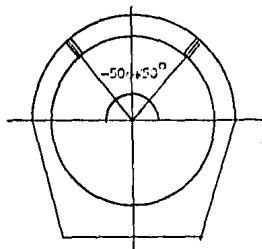
- "Impares" : Un solo barreno dirigido hacia abajo ubicado sobre el eje del túnel.
- " Pares " : Un solo barreno dirigido hacia abajo que se perforará alternadamente a -60º,+60º.

La separación será la misma que en la FASE I y II, aunque - podrá variar, se empezará inyectando siempre las "aureolas" impa res y las pares servirán como testigos. La mezcla, la presión- de inyectado y sellado será la misma que en la FASE I y II.

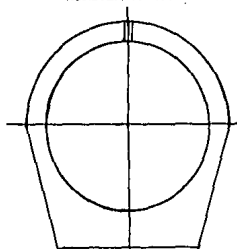


AUREOLA I (PAR)

FACE I

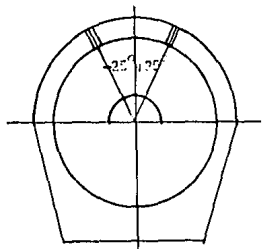


AUREOLA II (PAR)

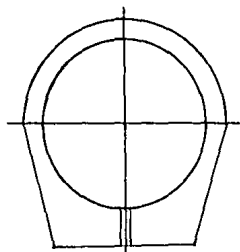


AUREOLA I (PAR)

FACE II

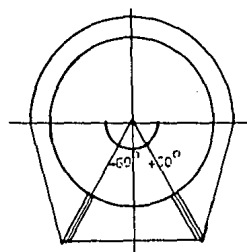


AUREOLA II (PAR)



AUREOLA I (PAR)

FACE III



AUREOLA II (PAR)

fig. 10 Localizații de instalare ale sistemelor de aer condiționat

Capítulo 4.- PROGRAMA DE OBRA

4.1.- Frentes de trabajo

4.2.- Ruta crítica

CAPITULO NO. 4 PROGRAMA DE OBRA

Así como toda obra, para su correcta ejecución necesita de los procedimientos adecuados y económicos, requiere también su desarrollo de una correcta planeación para lograr que el sistema constructivo seleccionado se realice en el menor tiempo posible y al más bajo costo, aprovechando al máximo los recursos que se disponen para su elaboración.

Para ello es necesario analizar detalladamente qué conceptos existen y el volumen de los mismos si se tiene un plazo determinado para su ejecución ó se selecciona alguno económicamente conveniente. Con estos datos y, basándose en la experiencia propia y de los demás, el ingeniero asignará su personal y maquinaria calculando rendimientos que verifiquen si la obra ejecutada puede ser realizada en el tiempo previsto ó es necesario reprogramarla.

Hasta el momento todos los frentes de trabajo se han tratado independientemente unos de otros como si se efectuaran por separado, esto, de ser en realidad así, daría un atraso tremendo en cualquier obra. Es por esto que la ejecución de las actividades se deberá planear cuidadosamente intercalando unas con otras. A través de este capítulo se presentará la programación de cada una de las actividades hasta mostrar un cuadro final que muestre la secuencia de actividades, señalando aquéllas que son críticas y las que permiten alguna holgura ó demora en su inicio y término.

4.1 FRENTES DE TRABAJO

Para poder cumplir con el plazo de la obra que es de 19 meses (475 días hábiles), es conveniente hacer el análisis de las operaciones a efectuar. Para ello se formula el siguiente listado con los frentes de trabajo, los cuales se analizarán asignándoles recursos.

- Excavación de Portales

- Excavación de túnel en cualquier clase de material
- Revestimiento definitivo
- Inyecciones de contacto

Frentes de trabajo

1) Excavación Portal

Volúmen 3,511.35 M3

Rendimiento traxcavo D - 57 - 50 M3/hora

en un turno de 8 horas realiza 400 M3/

Tiempo $\frac{3,511.35 \text{ M3}}{400 \text{ M3}} = 8.78 \text{ dfa} = 9 \text{ dfas calend.}$

2) Excavación túnel P.E - C. No. 2

Volúmen por extraer: 13,238.63 M3 que son 661.27 ml. en un dfa completo de trabajo se avanzan 5.42 ml. con un volúmen extraído de 108.51 M3, por lo que el tiempo en realizar entre tramo será.

Tiempo $\frac{13,238.63 \text{ M3}}{108.51 \text{ M3/día}} = 122.0 \text{ dfas calendario}$

ó bien

$\frac{661.27 \text{ ml}}{5.42 \text{ ml/dfa}} = 122.0 \text{ dfas calendario}$

3) Excavación del túnel C. No. 2 P.S. Judío

Longitud = 455.25 ml.

Volúmen = 9,114.11 M3

Tiempo = $\frac{455.25 \text{ ml.}}{5.42 \text{ ml/dfa}} = 83.99 = 84 \text{ dfas calendario}$

ó bien

$\frac{9,114.11 \text{ M3}}{108.51 \text{ M3/día}} = 83.99 = 84 \text{ dfas calendario}$

4) Excavación del túnel C.No. 2 P.S. Villa Jardín

Longitud = 454.32 M3

Volúmen = 9,095.45 M3

Tiempo = $\frac{454.32 \text{ ml}}{5.42 \text{ ml/dfa}} = 83.82 = 84 \text{ dfas}$

$\frac{9,095.45}{108.51} = 83.82 = 84 \text{ dfas calendario}$

5) Excavación Portal P.S. Judfo

Volúmen 3,511.35

Tiempo $\frac{3,511.35 \text{ M3}}{400 \text{ M3/dfa}}$ = 8.78 = 9 dfas calendario

6) Excavación Túnel P.S. Judfo C. No. 2

Volúmen 20,947.35

Tiempo $\frac{20,947.35 \text{ M3}}{108.51 \text{ M3/dfa}}$ = 193 dfas calendario

7) Revestimiento Túnel P.S. Judfo C. No. 2 P.E. Plateros

- A) Guarniciones : Cada guarnición tiene un volúmen promedio de 0.76 M3/ml por dos lados de guarniciones será 1.52 M3/ml, colando con un rendimiento de 30 ml al dfa por ambos lados. - Colando en el dfa y descimbrando y cimbrando en las noches.

Long Tramo = 2,229.69 ml

Tiempo $\frac{2,299.69 \text{ ml}}{30 \text{ ml/dfa}}$ = 76.66 = 77 dfas

- B) Clave: Se cuentan con 8 modelos de cimbra de 3 mts. c/u con un volúmen de 6.78 M3/ml de cimbra. El procedimiento de colado es casi continuo al colar en el dfa y descimbrar y cimbrar en la noche.

Colado al dfa

Tiempo $\frac{2,299.69 \text{ ml}}{24 \text{ ml/dfa}}$ = 95.82 dfas

- C) Cubeta: La cubeta se realizará a volteo durante los dos turnos, el rendimiento será de 150 ml. diarios con un volúmen de 1.5 M3/ml

Tiempo $\frac{2,299.69 \text{ ml}}{150 \text{ ml/dfa}}$ = 15.33 = 15 dfas

8) Revestimiento Túnel P.S. V. Verdún C. No. 2

- a) Guarniciones : Idem

Tiempo $\frac{455.25 \text{ ml}}{30 \text{ ml/dfa}}$ = 15.18 = 15 dfas

b) Clave

$$\text{Tiempo } \frac{455.25 \text{ ml}}{24 \text{ ml/día}} = 18.97 = 19 \text{ días}$$

c) Cubeta

$$\text{Tiempo } \frac{455.25 \text{ ml}}{150 \text{ ml/día}} = 3.04 = 3.0 \text{ días}$$

9) Inyección Túnel P.S. Judfo - P.E. Plateros

Como no se conoce a ciencia cierta el volúmen por inyectar - pues no debe determinarse " a priori ", se consideró un tiempo - de tres meses de inyección, además de considerar el procedimiento de colado que es en 3 etapas.

10) Inyección P.S.V. Verdón - C. No. 2

Idem inciso 9.

4.2 RUTA CRITICA

Anteriormente se efectuó un estudio de las actividades por desarrollar en cada uno de los frentes, se analizó el tiempo que consume cada actividad y la mano de obra necesaria para ejecutarla.

Se establece así una secuencia de trabajo la cual facilita el trazo de diagramas de flechas y nudos de los principales frentes de trabajo.

Es conveniente definir algunos de los conceptos con el objeto de obtener una mejor comprensión de los diagramas así como el objetivo que tienen.

Para utilizar el diagrama de nudos es necesario listar un cuadro con los conceptos de trabajo que integran el frente, asignándoles a cada uno un número progresivo así como su duración y dependencia que tienen unos con otros.

Concepto de trabajo	No.	D	d

Donde :

No. = Número asignado al concepto de trabajo

D = Duración del mismo

d = Dependencia que tiene un concepto ó secuencia de ejecución

Una vez teniéndose este listado, se procede a formar el diagrama de nudos, el cual está constituido por cuadros divididos en seis casilleros cada uno.

FPI	No	FPT
FLI	D	FLT

Dónde :

FPI Fecha próxima de inicio
 FPT Fecha próxima de término
 FLI Fecha lejana de inicio
 FLT Fecha lejana de término

$FPI - FLI = FPT - FLT = 0$. . actividad crítica

$FPI - FLI = FPT - FLT = 0$. . actividad no crítica

$FPT - FLT =$ Holgura

Actividad crítica: Si la holgura de una actividad es nula, es decir, no hay holgura, la actividad en cuestión es crítica y todas las actividades críticas de un proyecto forman la ruta crítica. Es posible que en el proyecto exista más de una ruta crítica, pero ninguna actividad puede ser crítica sin pertenecer a una ruta crítica.

Actividad no crítica: Es aquella actividad que permite alguna demora en la fecha de inicio ó término de la actividad.

Holgura: Es la demora permisible en la fecha de inicio ó término de la actividad.

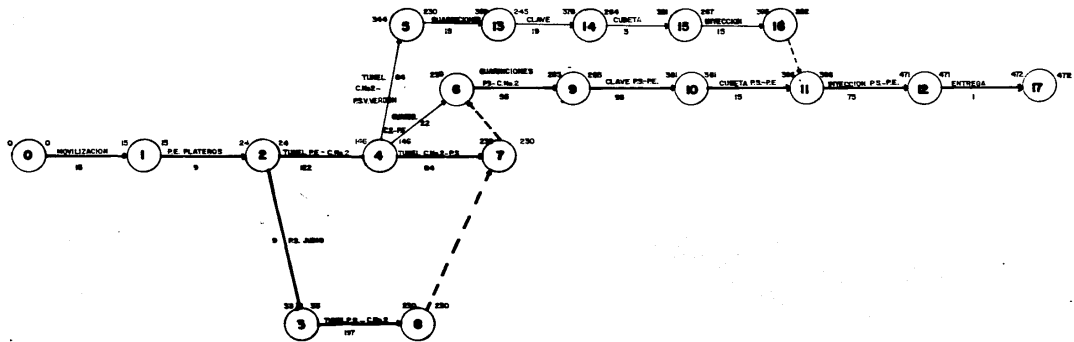
De lo anteriormente expuesto se establece lo siguiente :

- 1.- La duración del proyecto es igual a la suma de las duraciones a lo largo de la ruta crítica, esto es, una ruta crítica es la cadena más larga desde el principio hasta el final.
- 2.- Una demora en la iniciación ó terminación de una actividad crítica retrasará la terminación del proyecto en una cantidad igual a dicha demora.
- 3.- Si se aplican más recursos para reducir la duración del proyecto, deberán seleccionarse de entre aquellas que sean críticas.

DIAGRAMA DE FLECHAS (RUTA CRITICA)

CLAVE	CONCEPTO	DURACION	FECHA PROXIMA		FECHA LEJANA		HOLGURA TOTAL	ORDEN CRITICO
			INICIO	TERMINO	INICIO	TERMINO		
1	NOVILIZACION	15	0	15	0	15	0	1
2	EXCAVACION PORTAL PLATEROS	9	15	24	15	24	0	1
3	EXCAVACION PORTAL C. DEL JUDIO	9	24	33	24	33	0	1
4	EXCAVACION TUNEL P.E. PLATEROS-C.No.2	122	24	146	24	146	0	1
5	EXCAVACION TUNEL C.No.2-P.S.VILLA VERDUN	84	146	230	260	344	114	3
6	COLADO GUARNICIONES C.No.2-P.E.PLATEROS	22	146	168	208	230	62	2
7	EXCAVACION TUNEL C.No.2-P.S. C. DEL JUDIO	84	146	230	146	230	0	1
8	EXCAVACION TUNEL P.S. JUDIO-C.No.2	197	33	230	33	230	0	1
9	COLADO GUARNICIONES P.S.JUDIO-C.No.2	55	230	285	230	285	0	1
10	COLADO CLAVE P.S.JUDIO-P.E.PLATEROS	96	285	381	285	381	0	1
11	COLADO CUBETA P.S.JUDIO-P.E.PLATEROS	15	381	396	381	396	0	1
12	INYECCION P.S.JUDIO-P.E.PLATEROS	75	396	471	396	471	0	1
13	COLADO GUARNICIONES P.S.V.VERDUN-C.No.2	15	230	245	344	359	114	3
14	COLADO CLAVE P.S.V.VERDUN-C.No.2	19	245	264	359	378	114	3
15	COLADO CUBETA P.S.V.VERDUN-C.No.2	3	264	267	378	381	114	3
16	INYECCION P.S.V.VERDUN-C.No.2	15	267	282	381	396	114	3
17	ENTREGA	1	471	472	471	472	0	1

DIAGRAMA DE RUIDOS



CAPITULO NO. 5. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

- DATOS BASICOS

- Costo de la mano de obra por jornada (8 hrs.)
- Costo de los materiales puestos en obra
- Costo horario del equipo básico
- Análisis de cargos indirectos y utilidad

- Costos

- Precios unitarios

- DATOS BASICOS -

COSTO DE LA MANO DE OBRA POR JORNADA DE 8 (ahc) HORAS INCLUYENDO
TODAS.

	SALARIO BASE	CUOTA PATRONAL I.M.S.S.	OTRAS PRESTA CIONES	SALARIO REAL
1.- PEON	523.00	112.44	149.05	784.55
2.- AYUDANTE	574.00	123.41	163.59	861.00
3.- ALBAÑIL	764.00	164.26	217.74	1,146.00
4.- CARPINTERO	710.00	152.65	202.35	1,065.00
5.- FIERRERO	735.00	158.02	209.47	1,102.49
6.- PERFORISTA	753.00	161.89	214.60	1,129.49
7.- COMPRESORISTA	753.00	161.89	214.60	1,129.49
8.- BOMBERO	753.00	161.89	214.60	1,129.49
9.- OPERADOR DRAGA	813.00	174.79	231.70	1,219.49
10.- OPERADOR REZAGADORA	803.00	172.62	228.85	1,204.49
11.- OPERADOR TRAXCAVO	803.00	172.62	228.85	1,204.49
12.- OPERADOR LANZADORA DE CONCRETO	753.00	161.89	214.60	1,129.49
13.- OPERADOR CAMION VOLTEO	781.00	167.91	222.58	1,171.49
14.- OPERADOR PLANTA LUZ	753.00	161.89	214.60	1,129.49
15.- OPERADOR PLANTA CONCRETO	803.00	177.64	228.85	1,204.49
16.- OPERADOR VIBRADOR	710.00	152.65	202.35	1,065.00
17.- OPERADOR BOMBA CONCRETO	753.00	161.89	214.60	1,129.49
18.- VELADOR	675.00	145.12	192.37	1,012.49
19.- POLVORINERO	675.00	145.12	192.37	1,012.49
20.- TUBERO	675.00	145.12	192.37	1,012.49
21.- ADEMADOR	734.00	157.81	209.19	1,101.00
22.- ELECTRICISTA	746.00	160.39	212.65	1,119.00
23.- MECANICO	792.00	170.29	225.72	1,188.00
24.- CARPINTERO	710.00	152.65	202.35	1,065.00
25.- SOLDADOR	753.00	161.80	214.60	1,129.49
26.- CABO	850.00	182.75	242.25	1,275.00

DATOS BASICOS

COSTO DE MATERIALES PUESTO EN OBRA

1.- Gasolina	\$	24.00 /Lt.
2.- Diesel	\$	14.00 /Lt.
3.- Aceite Lubricante	\$	120.00 /Lt.
4.- Dinamita Tovex 100	\$	229.20 /Kg.
5.- Nexamón	\$	50.00 /Kg.
6.- Fulminantes	\$	16.46 /Pza.
7.- Estipines Eléctricos Acudet MK-IV de 3.00 M.	\$	92.40 /Pza.
8.- Cañuela	\$	18.94 /M.
9.- Ignitacord	\$	65.60 /M.
10- Conectores para Ignitacord	\$	21.67 /Pza.
11- Acero de Barrenación 0.80	\$	19,330.00 /Pza.
12- Acero de Barrenación 1.60	\$	21,140.00 /Pza.
13- Acero de Barrenación 2.40	\$	24,715.00 /Pza.
14- Cemento	\$	6,800.00 /Ton.
15- -Acero de Refuerzo	\$	45,700.00 /Ton.
16- Madera para Ademe	\$	18.00 /P.T.
17- Madera para Cimbra	\$	25.00 /P.T.
18- Triplay para Cimbra	\$	650.00 /M2
19- Clavo	\$	50.00 /Kg.
20- Alambre	\$	49.02 /Kg
21- Alambrón	\$	47.50 /Kg.
22- Accesorios para Marcos	\$	1,500.00 /Jgo.
23- Maya 8 x 8 x 1/8	\$	74.00 /M2
24- Anclas 1" Ø x 6.00 m.	\$	4,500.00 /Pza.
25- Arena	\$	400.00 /M3
26- Grava	\$	400.00 /M3
27- Aditivo concreto lanzado (Decar)	\$	92.00 /Kg.
28- Alambre de Conexión	\$	3.50 /M.

* PRECIOS UBICADOS A AGOSTO DE 1983.

- DATOS BASICOS -

COSTOS HORARIO DEL EQUIPO BASICO

	COSTO	HORARIO
1.- BANDA TRANSPORTADORA _ 6 Mts. x 18"	\$ 363.20	
2.- BOMBA AGUA VERTICAL ELECTRICA 12 H.P.y 2" Ø	\$ 202.18	
3.- BOMBA AGUA VERTICAL ELECTRICA 15 H.P.y 4" Ø	\$ 236.24	
4.- BOMBA AGUA VERTICAL ELECTRICA 36 H.P.y 6" Ø	\$ 315.85	
5.- BOMBA DE CONCRETO (TAÑON) M. 500	\$ 653.93	
6.-- CAMION BACHD AUSA 1.5 M3	\$ 817.78	
7.- BOMBA DE INYECCION MOYNA BL - 10	\$ 419.98	
8.- CAMION PIPA 6000 LTS.	\$ 1,539.41	
9.- CAMION VOLTEO 6 M3	\$ 1,378.77	
10.- CARGADOR FRONTAL S/NEUMATICOS 45 - B	\$ 2,378.69	
11.- CARGADOR FRONTAL S/ORUGAS D 57 - S	\$ 6,385.48	
12.- COMPRESOR 600 p.c.m. (DIESEL)	\$ 2,403.32	
13.- DRAGA 38 - 8	\$ 17,626.48	
14.- LANZADORA DE CONCRETO REED 8 - 4	\$ 2,942.42	
15.- MEZCLADOR DE LECHADO 1 M3	\$ 358.75	
16.- PERFORADORA PISO Cp - 69	\$ 719.39	
17.- PERFORADORA CON PIERNA S - 83 - F	\$ 797.47	
18.- PLANTA DOSIFICADORA CONCRETO 10 M3/Hr.	\$ 1,907.47	
19.- PLANTA LUZ 125 KWH	\$ 1,962.36	
20.- REVOLVEDORA CONCRETO 11 - 5	\$ 556.43	
21.- REVOLVEDORA CONCRETO 6 - 5	\$ 305.63	
22.- REZAGADORA HARVIS - CLANK 2.2. Yd3	\$ 4,401.91	
23.- TRACTOR BUHDOZER D 85 A - 12	\$ 8,745.91	
24.- VENTILADOR AXIAL P/TUNEL	\$ 192.43	
25.- VIBRADOR NEUMATICO P/CONCRETO 2 1/2" Ø		

D A I O S B A S I C O S

ANALISIS DE CARGOS INDIRECTOS Y UTILIDAD

A.- ADMINISTRACION GENERAL	%
1.- Honorarios, sueldos y prestaciones	2.8
2.- Depreciación, mantenimiento y rentas	0.2
3.- Servicios	0.1
4.- Gastos de oficina	0.5
5.- Fianzas y Financiamiento	6.6
6.- Impuestos	10.7
	<hr/> 20.9 %
 B.- ADMINISTRACION DE OBRA	
1.- -Honorarios, sueldos y prestaciones	10.5
2.- Depreciación, mantenimiento y rentas	0.2
3.- Servicios	0.1
4.- Gastos de Oficina	0.1
5.- Fletes y acarreos	2.6
6.- Trabajos Previos y Auxiliares	5.6
	<hr/> 19.1 %
CARGOS INDIRECTOS : A + B	40.0 %
UTILIDAD	8.0 %
	<hr/> 48.0 %



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DEL COSTO HORARIO MAQUINA

VINCE IN BONO MALLUM

Máquina _____ Modelo _____

Capacidad _____ Datos Adicionales _____

DATOS GENERALES

1.- Fecha de Adquisición _____ 9.- Horas por Año. (Ha) 2000.00
 2.- Precio de Adquisición _____ 10.- Prima Anual Seguros (S) 0.0%
 3.- Equipo Adicional _____ 11.- Coeficiente Almacenaje (Ka) 0.005
 4.- Llanas _____ 12.- Factor de Mantenimiento (Q) 0.8
 5.- Valor Inicial (Va) _____ 13.- Motor _____ de _____ H.P.
 6.- Valor Rescate (Vr) 10% Va 14.- Factor operación 0.8
 7.- Vida Económica 10,000.00 15.- Potencia operación _____ H.P.
 8.- Tasa Intereses (I) (en fracciones) 0.4%

I.- CARGOS FIJOS

- a).- Depreciación $D = (Va - Vr)/Ve$
 b).- Inversión $I = (Va + Vr)/2 Ha.$
 c).- Seguros $S = (Va + Vr)s/2 Ha.$
 d).- Almacenaje $A = Ka \times D$
 e).- Mantenimiento $T = Q \times D$

Suma Cargos Fijos

II.- CARGOS POR CONSUMO

- a).- Combustible $E = c \times x \times Pc$
 Diesel $E = 0.1514 \times \text{Hp. op.} \times \$$ _____
 Gasolina $E = 0.2271 \times \text{Hp. op.} \times \$$ _____
 b).- Otras fuentes de energía
 c).- Lubrificantes $L = a \times PI$ (a cantidad aceite x h y PL - Precio Aceite
 capacidad carter $C =$ _____ Lts. cambios aceite $t =$ _____ Hrs.
 $a = c/t + (0.0035 \times \text{Hp. op.}) -$ _____ Lts./Hora
 (0.0030
 $L =$ _____ Lts/Hora \times \$ _____ Lts.
 d).- Llantas $LI = \frac{VH}{VH}$ (Valor Horas)
 e).- Varlos Hv (Vida económica en Horas)

Suma Cargos Consumo

III.- CARGOS POR OPERACION

- a).- Operador \$ _____
 b).- Ayudantes _____ Operación 0 - S/A/
 Salario/turno promedio = $S = \$$ _____
 Horas/turno promedio = 4 _____ horas \times Factores

Costo Hora Máquina
 Indirecto
 Costo Horario



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

VINCE IN BONO MALUM

OBRA: CONSTRUCCION DE UN CENTRO DE ESTUDIOS

CONCEPTO 1.- BARRIDO DE LA SUPERFICIE DE LA OBRA EN UN AREA DE 1000 m²
portales.

ANALISIS :	P. UNITARIO
<u>I.- MANTENIMIENTO</u>	
1 camaronero de 120 p.c.m. ———— 103.77/ha = 103.77/ha	
5 perforadoras CI-99 ———— 711.29/ha = 355.64/ha	
1 camaronero frontal D-57-J ———— 1,295.12/ha = 1,295.12/ha	
3 camiones de volteo 30 ⁰ ———— 1,375.77/ha = 412.93/ha	
	1,528.06/ha
<u>II.- MANO DE OBRA</u>	
1 cabo 21,275.00/j = 21,275.00/j.	
5 ayudantes 661.00/j = 3,305.00/j.	
2 peones 704.55/j = 3,522.70/j.	
	7,102.70/j.
Cargo por ha. = 7,102.70/j ÷ 6.4 ha/j = 1,110.00/ha	
<u>III.- MATERIAL</u>	
3% de la mano de obra 213.51	
	1,323.51/ha
<u>RENTAL DE MAQUINARIA: 42.004 10/ha</u>	
Cargo por ha. = 17672.02/ha ÷ 13.200 10/ha	1 420.72/ha
<u>IV.- MATERIAL</u>	
Diamante — 0.200kg/ha x 1200.00/kg = 240.00/ha	
Perforación — 0.200kg/ha x 60.00/kg = 12.00/ha	
Perforantes — 0.000pca/ha x 216.40/pca = 0.00/ha	
Carburo — 1.000kg/ha x 12.00/kg = 12.00/ha	
Grano abrasivo — 1.000pca/ha x 10.00/pca = 10.00/ha	
Grano abrasivo — 1.000pca/ha x 10.00/pca = 10.00/ha	1 100.00
Costo Directo	550.00
Indirectos 10%	55.00
	605.00
PRECIO UNITARIO	1 724.07



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA : TOMAS DE AGUAS EN CUELOCONCEPTO 2.- Excavación en línea en cualquier clase de material

ANALISIS :	P. UNITARIO
<p>PROCEDIMIENTO DE SACAVACION: Método convencional de barrenación, tronada, ventilación y rezaga. Esta se hará con canchales de volteo para lo que se efectuarán chocolones a cada 330.0 m.</p> <p>CICLO.- 0.00 hrs</p> <p>Barrenación ----- 4.50 hrs</p> <p>Carga y tronada --- 0.50 hrs</p> <p>Ventilación ----- 0.75 hrs</p> <p>Rezaga ----- 2.25 hrs</p> <p style="text-align: center;">0.00 hrs</p> <p>Longitud de barrenación: 3.20 mts</p> <p>Long. efectiva por cuelo: 3.00 mts.</p> <p>Sección promedio : 10.00 m²/al</p> <p>Vol. por extraer por cuelo : 10.99x3.20= 35.17 m³</p> <p>Vol. real extraído por cuelo: 10.99x3.00= 32.97 m³</p>	
<p><u>I.- EQUIPO:</u></p> <p>1 compresor de 600 pcm. \$ 2,403.32/he. = \$2,403.32/he</p> <p>4 perforadoras 583-F \$ 797.47/he = \$3,189.88/he</p> <p>1 ventilador axial 192.43/he = 192.43/he</p> <p>1 rezagadora (Scooptram) 4,401.91/he = 4,401.91/he</p> <p>1 planta de luz de 135 KW 1,962.36/he = 1,962.36/he</p> <p>2 canch. volteo 6 m³ 1,379.77/he = 2,759.54/he</p> <p style="text-align: right;">\$14,907.44/he</p>	
<p>Costo Directo Indirecto</p> <p>PRECIO UNITARIO</p>	\$



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

VINCE IN BONO MALLUM

OBRA : _____

CONCEPTO Costo de mano de obra

ANALISIS :		P. UNITARIO
Carga por ciclo: 61,927.41/m ³ = 6.1 mc/ciclo = 595,407.62/ciclo		
<u>II.- MANO DE OBRA:</u>		
1 jefe	\$ 1,275.00/j	= \$1,275.00/j
4 ayudantes de perforista	\$ 361.00/j	= \$ 1,444.00/j
1 peon	\$ 701.50/j	= \$ 701.50/j
		<u>\$ 3,420.50/j</u>
<u>III.- REMEDIACION:</u>		
3,3 de la mano de obra		= \$ 1,132.72/j
	SUMA II+III =	\$ 4,553.22/ciclo
REMEDIACION POR CICLO: 61.10 m ³		
Cargó por m ³ : \$195,500.51/ciclo + 61.10 m ³ =		\$1,692.95/m ³
<u>IV.- MATERIALES:</u>		
Dinamita	1.600kg/130x220.20/mg = \$ 360.72/m ³	
Brotillas	1.223pza/130x 92.40/pza = \$ 123.17/m ³	
Alambre conexión	1.330mt/130 m ³ 2.50/mt = \$ 3.33/m ³	
Acero de construcción	2.264pza/130x24.745.2/pza = \$28.26/m ³	
		<u>\$ 595.41/m³</u>
<u>V.- INSTALACIONES:</u>		
Acero construido	\$17,325.00/1.51	
Acero de construcción	\$ 5,010.310.45	
Instalación	\$17,312,595.07	
	Costo Directo	
	Indirecto	
	PRECIO UNITARIO	



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALLAM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA : _____

CONCEPTO 2.- Continuidad

ANALISIS :	P. UNITARIO
Electrica 321'005,231.25 <hr/> 321'005,231.25	
Cargo a la excavación GG. = 340'131,405.52	
Cargo por IB = $\frac{\$ 40'131,405.52}{40,520.30 \text{ IB}}$ = 990.21/IB	\$ 990.21/IB
Costo Directo Indirectos 40% PRECIO UNITARIO	\$ 1,280.01/IB



VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: Instalación de tuberías de agua fría

CONCEPTO: 3.- Desmenución en cualquier clase de material para la construcción de curules para la construcción de la obra.

<u>ANALISIS :</u>		P. UNITARIO
<u>I.- Materiales:</u>		
1/10 tubo	1,075.00/j =	3177.50/j
1 paca	704.55/j =	704.55/j
		<u>3912.05/j</u>
<u>II.- HERRAMIENTAS:</u>		
CM de la mano de obra		27.35/j
		<u>27.35/j</u>
SUMA I+II	=	3939.41/j
RENDIMIENTO: 1.632 m ³ /jornal		
Cargo:	3939.41 ÷ 1.632 m ³ /j =	565.10/m ³
		565.10/m ³
	Coste Directo	565.10/m ³
	Indirectos 40%	226.04/m ³
	PRECIO UNITARIO	791.14/m³



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: RECONSTRUCCION DE LA CARRETERA

CONCEPTO 1.- ACERADO DE CARRETERA AL ACERADO LLENOS DE 1 CM, VALORADO EN

metros de la anchura del fñnal, medido en banco.

ANALISIS :	P. UNITARIO
<p><u>I.- MUESTRAS</u></p> <p>1 muestra de volteo 6.00 m³ : 1,370.77</p> <p> vol. promedio llenos 16.57 K.P.H.</p> <p> vol. promedio vacíos 24.39 K.P.H.</p> <p> Tiempo llenos: 0.0515 hr</p> <p> Tiempo vacíos: 0.0404 hr</p> <p> <u>0.0919 hr</u></p> <p>Carga=(1,370.77/hr x 0.0919 hr) + 6.00 m³ + 1.25 f.a. =</p>	<p>\$ 27.26/m²-ln</p>
<p>Costo Directo</p> <p>Indirectos</p> <p>PRECIO UNITARIO</p>	<p>Costo Directo</p> <p>Indirectos</p> <p>PRECIO UNITARIO</p>



VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: CONSTRUCCION DE UN CENTRO DE ATENCION A LA COMUNIDAD

CONCEPTO 5m bombas con bomba centrifuga, voltajes de 220 W. electrica con
succion de 20 ft. Instalacion completa.

ANALISIS :	P. UNITARIO
<u>1.- BOMBAS</u> Costo horario	202.10/m ³
Costo Directo Indirectos 0.00	202.10/m ³
PRECIO UNITARIO	202.10/m ³



VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: Model 11ateros-El Judío

CONCEPTO 2.- Bombeo con bomba centrífuga vertical de 15 HP eléctrica con

capacidad de 60 G.P. Incluirse de operación.

ANALISIS :	P. UNITARIO
<p><u>1.-BOMBEO</u></p> <p>Costo horario</p>	<p>\$ 236.24/ha</p>
<p>Costo Directo</p> <p>Indirectos 40%</p> <p>PRECIO UNITARIO</p>	<p>236.24/ha</p> <p>113.39/ha</p> <p>349.63/ha</p>



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: CONCRETO PARA PASADIZO DEL JUEZ

CONCEPTO 7.- Pompa con bomba centrífuga vertical de 60 hp, eléctrica con succión de 3" e, incluyendo operación.

ANALISIS :	P. UNITARIO
<p><u>I.- EQUIPOS</u></p> <p>Costo horario</p>	<p>\$ 315.85/he</p>
<p>Costo Directo Indirectos 40%</p>	<p>315.85/he 126.34/he 442.19/he</p>
<p>PRECIO UNITARIO</p>	<p>\$ 442.19/he</p>



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

VINCE IN BONO MALUM

OBRA: CONCRETO EN PLANTILLA DE F.C. 100kg/m³

CONCEPTO C.- Concreto en plantilla de F.C. 100kg/m³

ANALISIS :		P. UNITARIO
<u>A.- FABRICACION DEL CONCRETO:</u>		
<u>I.- EQUIPOS:</u>		
1 planta mezcladora de concreto	∫ 1,007.74/hc = 1,007.74/hc	
1 cargador frontal 45-hp	∫ 2,378.89/hc = 2,378.89 "	
3 Camión de volteo	∫ 1,378.77/hc = 4,135.31 "	
1 Camión pipa	∫ 1,539.41/hc = 1,539.41 "	
		\$9,962.15/hc
 <u>II.- MANO DE OBRAS:</u>		
1 Cabo	∫ 1,275.00/j = 1,275.00/j	
2 Ayudantes	∫ 261.00/j = 1,732.00/j	
1 Peones	∫ 794.85/j = 3,138.29/j	
		\$6,135.29/j
Carga por hc = \$6,135.29/j + 6.4 h.c./j =		∫ 358.03/hc
 <u>III.- HERRAMIENTAS:</u>		
3/4 de la mano de obra		∫ 26.76/hc
		CARGA I+II+III = 10,049.54/hc
RENDIMIENTO: 13.09 m ³ /hc x 0.75 P.C. = 14.25 m ³ /hc		
Carga por fabricación de concreto = $\frac{10,049.54/hc}{14.25 m^3/hc}$		∫ 769.39
 <u>C.- MATERIAL:</u>		
Costo Directo		
Indirectos		
PRECIO UNITARIO		●



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: RENOVACION DE LA CUBIERTACONCEPTO 6.- Continuidad

ANALISIS :	P. UNITARIO
Cemento: 0.242ton/m ³ x 26,000.00/m ³ x 0.03 = \$ 50.90/m ³	
Arena: 0.580 m ³ /m ³ x \$ 400.00/m ³ = \$ 232.00/m ³	
Grava: 0.300 m ³ /m ³ x \$ 390.00/m ³ = \$ 272.00/m ³	
Agua: 0.166 m ³ /m ³ x \$ 20.00/m ³ = \$ 4.04/m ³	
	\$ 559.79/m ³
	\$ 559.04/m ³
<u>C.- COLCACION:</u>	
<u>I.- EQUIPO:</u>	
3 camionas bacha 2.5 m ³ : \$ 817.79/he = \$ 2,453.34/he	
1 vibrador \$ 224.57/he = \$ 224.57/he	
	I= \$ 2,678.01/he
<u>II.- MANO DE OTRA:</u>	
1 Cabo \$ 1,275.00/j = \$ 1,275.00/j	
1 Albañil 1,140.00/j = \$ 1,140.00/j	
10 Peones 704.55/j = \$ 7,045.50/j	
	\$ 10,256.50/j
Cargo por he = \$ 10,256.50/j ÷ 6.4 ho/j = II= \$ 1,604.14/he	
<u>III.- HERRAMIENTAS:</u>	
2% de la mano de obra III= \$ 40.10/he	
	SUMA I+II+III= \$ 4,330.27/he
	Costo Directo
	Indirectos
	PRECIO UNITARIO



VINCE IN BONO MALUM

UNIVERSIDAD
ANAHUAC

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: CONCRETO PLANCHAS-DE-PUENTE

CONCEPTO 2.- Continuación

ANALISIS :	P. UNITARIO
RENDIMIENTO: 4.452 m ³ /he	
CARGO POR M ³ - 21,230.27/m ³ * 4.452 m ³ /he =	972.65/m ³
<u>D.- INSTALACIONES:</u>	
Del concepto 2 \$ 20'095,150.00	
CARGO A LOS CONCRETOS 34% = \$ 20'073,754.36	
CARGO POR M ³ DE CONCRETOS $\frac{\$ 20'073,754.36}{4.452 \text{ m}^3}$ =	\$ 4,511.17/m ³
16,792.00 m ³	
Costo Directo Indirectos 40%	\$ 4,924.95/m ³ \$ 1,965.24/m ³
PRECIO UNITARIO	\$ 5,890.19/m³



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

VINCE IN BONO MALLUM

OBRA: TUNEL TAPACHCO-EL CUCUCOCONCEPTO 0.- Concreto de 17c-200 kg/cm² en revestimiento de túnel

ANALISIS :	P. UNITARIO
<u>A.- FABRICACION DEL CONCRETO:</u>	
Del concepto No. 3	\$ 760.39/m ³
<u>B.- INSTALACIONES:</u>	
Del concepto No. 0	\$ 1,231.17/m ³
<u>C.- MATERIALES:</u>	
Cemento: 0.331ton/m ³ x \$6,000.00/ton = 0.00 = \$ 67.52/m ³	
Arena: 0.540m ³ /m ³ x \$ 400.00/m ³ = \$ 216.00/m ³	
Grava: 0.680m ³ /m ³ x \$ 400.00/m ³ = \$ 272.00/m ³	
Agua: 0.102m ³ /m ³ x \$ 20.00/m ³ = \$ 4.99/m ³	
	\$560.51/m ³
<u>Cinbras:</u>	
Cimbra en bóveda: 1 juego x \$5,345,000.00 = \$5,345,000.00	
Cimbra en cubeta: 1 juego x \$ 751,745.30 = \$ 751,745.40	
Cimbra en guarniciones: " x \$ 625,000.00 = \$ 625,000.00	
	\$6,721,745.40
Cargo por m ³ = \$6,721,745.40 ÷ 15,101.00 m ³ =	\$445.12/m ³
<u>D.- COLOCACION:</u>	
<u>I.- EQUIPOS:</u>	
3 camiones bachas: 5017.77/he = \$ 2,450.34/he	
2 Vibradores 324.67/he = \$ 110.34/he	
1 Compresor de 600 pda 2,403.32/he = \$ 2,403.32/he	
2 Ventiladores 192.42/hé = \$ 394.00/he	
1 planta luz 125 KW 1,962.35/he = \$ 1,957.36/he	
	Costo Directo indirecto
	PRECIO UNITARIO



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: ELABORACION DE JUDICIOCONCEPTO 2.- Continuación:

ANALISIS :		P. UNITARIO
1 Bomba de Concreto	653.93/he = \$ 653.93/he	
1 banda transportadora	333.20/he = \$ 333.20/he	
	I = \$ 9,670.52/he	
<u>II.- INICIO DE OBRA:</u>		
2 Cabo	\$ 1,275.00/j = 2,550.00/j	
1 Carpintero	\$ 1,065.00/j = 1,065.00/j	
1 Albañil	\$ 1,146.00/j = 1,146.00/j	
2 Manobristas	\$ 1,102.47/j = 2,204.98/j	
4 Ayudantes	\$ 861.00/j = 3,444.00/j	
12 Peones	\$ 784.55/j = 9,414.60/j	
	\$ 19,824.58/j	
Cargo por he = \$ 19,824.58/j	÷ 6.4 he/j = \$ 3,097.59/he	
	II = \$ 3,097.59/he	
<u>III.- HERRAMIENTAS:</u>		
3% de la mano de obra	III = \$ 92.93/he	
	SUMA I+II+III = \$ 11,860.07/he	
RENDIMIENTO: 20.00 m ³ /he		
Cargo por m ³ = \$ 11,860.07/he	÷ 20 m ³ /he =	\$ 593.04/m ³
	Costo Directo	\$ 3,598.23/m ³
	Indirectos 48.3	\$ 1,727.15/m ³
	PRECIO UNITARIO	\$ 5,325.38/m ³



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: CONCRETO ARMADO PARA ALICATA DE TUBOCONCEPTO 10.- Concreto armado de clase C20 kg/cm2 para alicata de tubo

ANALISIS :		P. UNITARIO
<u>I.- EQUIPOS</u>		
1 Lanzadora de concreto	20,842.42/he =	\$2,842.42/he
1 revoladora 11-3	556.42/he =	556.42/he
2 carterones bache	517.75/he =	1,035.50/he
3 carterones volteo	1,276.77/he =	4,130.31/he
1 carción pipa	1,530.41/he =	1,530.41/he
		<u>10,310.42/he</u>
<u>II.- PAGO DE OBRAS</u>		
1 cabo	31,275.00/j =	31,275.00/j
10 peones	724.55/j =	7,245.50/j
		<u>39,120.50/j</u>
Cargo por ha=	39,120.50 ÷ 6.4 ha =	6,112.58/he
<u>III.- HERRAMIENTAS</u>		
3% de la mano de obra		<u>183.38/he</u>
SUMA I+II+III =		<u>\$ 12,272.95/he</u>
MATERIAL: 2.6448 m3/he		
Cargo por m3=	512,277.00 ÷ 2.6448 m3/he =	193,682.30
		<u>4,642.30</u>
Costo Directo Indirecto		
PRECIO UNITARIO		\$



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

VINCE IN BONO MALLIM

OBRA: CONCRETO EN LOSAS

CONCEPTO: CONCRETO

ANALISIS :		P. UNITARIO
<u>IV.- MATERIALES:</u>		
Concreto	0.500 m ³ /m ² x 30,000.00/m ³ x 1.00 =	\$ 15,000.00/m ²
Arena	0.275 m ³ /m ² x 100,000.00/m ³ x 1.20 =	\$ 33,000.00/m ²
Grava	0.200 m ³ /m ² x 100,000.00/m ³ x 1.20 =	\$ 24,000.00/m ²
Agua	0.100 m ³ /m ² x 25,000.00/m ³ x 1.20 =	\$ 3,000.00/m ²
Aditivo	1.000 kg/m ² x 110,000.00/m ³ x 1.20 =	\$ 132,000.00/m ²
	Subtotal:	\$ 175,000.00/m²
		\$ 175,000.00/m²
	Costo Directo	\$ 175,000.00
	Indirectos 10.0%	\$ 17,500.00
	PRECIO UNITARIO	\$ 192,500.00/m²



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

VINCE IN BONO MALUM

OBRA: Canal Elavado del Canal

CONCEPTO 11.- Bombeo de cemento proporcional 1:3 para anclaje a canalizaciones

canal de 1.20 metros de ancho

ANALISIS :	P. UNITARIO
<u>I.- EQUIPOS:</u>	
1 Bomba de Inyección 3 410.00/ho = \$ 410.00/ho	
1 Mezclador de Lechada 350.76/ho = 350.76/ho	
	\$ 779.76/ho
<u>II.- MANO DE OBRAS:</u>	
1 Cabo 31,375.00/j = 31,375.00/j	
3 peones 701.00/j = 4,707.00/j	
	\$ 35,982.00/j
Cargo por ho = 35,982.00/j ÷ 0.4 ho/j = \$ 93,473/ho	
<u>III.- HERRAMIENTAS:</u>	
3% de la mano de obra	\$ 2,834.19/ho
SUMAS I+II+III =	\$ 1,741.51/ho
RENDIMIENTO: 0.0756 m ³ /ho	
Cargo por m ³ = 1,741.51/ho ÷ 0.0756 m ³ /ho =	\$ 2,305.56/m ³
<u>IV.- MATERIALES:</u>	
Cemento 0.233 ton/m ³ x 30,000.00/ton x 0.03 = \$ 67.93/m ³	
Arena 1.100 m ³ /m ³ x 400.00/m ³ = 440.00/m ³	
Grava 0.250 m ³ /m ³ x 25.00/m ³ = 6.50/m ³	
	\$ 514.43/m ³
COSTO POR LITRO = 3.54/lit	COSTO DIRECTO \$ 514.43/m ³
	\$ 2,339.97/m ³
	Coste Directo \$ 3.51/lit
	Indirectos 10% 4.60/lit
	PRECIO UNITARIO \$ 5.22/lit



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

VINCE IN BONO MALUM

OBRA: WALL PLATINOS-EL JUJICOCONCEPTO 12.- Disolucion de contacto concreto-roca.

ANALISIS :	P. UNITARIO
I.- EQUIPOS:	
1 Loma de Excavación 3410.00/hc = \$ 110.00/hc	
1 Excavador de Lanchada 350.75/hc = 350.75/hc	
2 camiones Saca 817.70/hc = 1,635.55/hc	
1 Perforadora 333-P 797.47/hc = 797.47/hc	
1/2 Compresor 600 pcm 2,403.32/hc = 1,201.66/hc	
	<u>34,410.45/hc</u>
II.- MANO DE OBRAS:	
1 Cabo \$ 1,375.00/j = \$1375.00/j	
1 Ayudante 661.00/j = \$ 661.00/j	
10 peones 704.55/j = \$7,045.50/j	
	<u>\$9,081.50/j</u>
Cargo por hora efectiva = \$9,081.50/j ÷ 5.4 hc/j = \$1,559.01/hc	
III.- HERRAMIENTAS:	
3% de la mano de obra \$ 46.75/hc	
SUMA I+II+III	<u>\$5,019.05/hc</u>
RENDIMIENTO: 3.0144 m ³ /hc	
Cargo = \$5,019.05/hc ÷ 3.0122 m ³ /hc =	\$ 1,997.02/m ³
IV.- MATERIALES:	
Cemento 0.300ton/m ³ x \$6,800.00/ton x 0.03 = \$ 71.40/m ³	
Agua 1.000 m ³ /m ³ x 25.00/m ³ x = 25.00/m ³	
Acero Barroncol c. 0.001pza/m ³ x 24,715.00/pza = 24.71/m ³	
	<u>\$ 122.11/m³</u>
	\$ 122.11/m ³
Costo Directo	\$ 3,145.45/m ³
Indirectos 40%	\$ 1,017.47/m ³
PRECIO UNITARIO	<u>\$ 2,126.30/m³</u>



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: ZONA DE RECONSTRUCCION

CONCEPTO 13.- Acero de refuerzo $f_y=4,200$ kg/cm² colocado a cualquier

altura e inclinación, en tónel.

ANALISIS :	P. UNITARIO
<u>I.- MATERIALES:</u>	
Acero de refuerzo 0.800 m ² /ton x \$45,700.00/ton= 36,560.00	
Alambre recocido 25.0 kgz/rol x 47.02/kg = \$1,225.50/T	
	\$ 4,881.50/T
	\$4,001.50/ton
<u>II.- MANO DE OBRA:</u>	
1/5 Cabo \$1,275.00/j = 255.00/j	
1 Fierro 1,102.49/j = 1,102.49/j	
1 Ayudante 661.00/j = 661.00/j	
	\$2,218.49/j
<u>III.- HERRAMIENTAS:</u>	
3% de la mano de obra	\$ 66.55/j
	\$ 2,285.04/j
RENDIMIENTO: 0.3999 ton/j	
Cargo por ton= \$ 2,285.04/j ÷ 0.3999 ton/j =	\$ 5,714.02/ton
	\$10,595.52/ton
	\$ 5,025.95/ton
	\$ 15,621.47/ton
Costo Directo	\$10,595.52/ton
Indirectos 48%	\$ 5,025.95/ton
PRECIO UNITARIO	\$ 15,621.47/ton



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA TUNEL PLATANOS-EL JUEZ

CONCEPTO 1.- Colocación de marcos de acero estructural para soporte permanente de la excavación en túnel, incluyendo roturas de madera y herrajes.

ANALISIS :	P. UNITARIO
I.- MATERIALES:	
Accesorios metálicos 1,000 jgo/pza x 11,500.00/jgo = 11,500.00/jgo	
Madera de retaque 1,000 m ³ /mco x 37,632.00/m ³ = 37,632.00/mco	
	<u>49,132.00/mco</u>
1 marco pza 260 kgs	
1 ton tiene $= \frac{1000 \text{ kgs}}{260 \text{ kgs}} = 3.85 \text{ marcos}$	
Cargo por ton = 3.85 mco/ton x 49,132.00/mco =	\$35,158.20/ton
II.- ACABADOS:	
Cargo por tonelada	416.00/ton
III.- MANO DE OBRA:	
1 Cabo \$ 1,275.00/j = \$ 1,275.00/j	
2 Ademadores 1,101.00/j = 2,202.00/j	
1 carpintero 1,065.00/j = 1,065.00/j	
3 Ayudantes 551.00/j = 1,653.00/j	
2 Peones 738.55/j = 1,477.10/j	
	<u>13,082.10/j</u>
IV.- HERRAMIENTAS:	
2% de la mano de obra \$ 402.04/j	
	<u>SUMO III+IV=13,484.14/j</u>
RENDIMIENTO: 0.4793 ton/j	
Cargo por ton = 13,484.14/j ÷ 0.4793 ton/j	\$28,139.17
	<u>\$63,297.37/ton</u>
Costo Directo	\$63,297.37/ton
Indirectos 48%	\$30,622.23/ton
PRECIO UNITARIO	\$93,919.60/ton



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALLUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: CONCRETO ARMADO-EL JUBILO

CONCEPTO 15.- suministro y colocación de malla de alambre electrosoldada a
cualquier altura de 0.00m/1.0

ANALISIS :	P. UNITARIO
<u>I.- MATERIALES:</u>	
Malla 1.100 m2/m2 x \$ 74.00/m2 = \$ 81.40/m2	
Alambre 0.025 kg/m2 x 49.02/kg = 1.23/m2	
82.63/m2	82.63/m2
<u>II.- MANO DE OBRA:</u>	
1/5 Cabo \$1,275.00/j = \$ 255.00/j	
1 Ferrero 1,102.49/j = 1,102.49/j	
1 Ayudante 661.00/j = 661.00/j	
2 peones 704.55/j = 1,539.10/j	
\$3,787.59/j	
<u>III.- HERRAMIENTA:</u>	
3% de la mano de obra \$ 113.62/j	
SUMA II+III = \$3,901.22/j	
RENDIMIENTO: 23.701 m2/j	
Cargo por m2: \$3,901.22 ÷ 23.701 m2/j = \$ 164.60/m2	
Costo Directo \$ 247.63/m2	
Indirectos 40.3 \$ 115.57/m2	
PRECIO UNITARIO \$ 363.20/m2	



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: TRAZO PLANO CS-DE CORDO

CONCEPTO 10.- Distribución y colocación de anclas de 1/2"x2000 cm de long. con tuerca y placa de apoyo de 15x15x0.25 cm. Incluirán barnización e investigación.

<u>ANALISIS :</u>	<u>P. UNITARIO</u>
<u>A.- FABRICACION:</u>	
<u>I.- INICIACION:</u>	
Anclas con accesorios 1.000 pzas: \$4,500.00/pza = \$ 4,500.00/pza	
Acero de tarrenzación 0.003 Pa/pza: \$24,715.00/pza = \$ 74.15/pza	
\$ 4,574.15/pza	
	\$4,574.15/pza
<u>II.- EXISTE:</u>	
1/2 compresor 300 pcm \$2,403.32/ha = \$ 1,201.66/ha	
1 perforadora 303-P 797.47/ha = 797.47/ha	
\$ 1,999.13/ha	
<u>III.- MA.C DE OBRAS:</u>	
1/2 Galo \$ 1,275.00/j = \$1,275.00/j	
1 Ayudante 051.00/j = 051.00/j	
\$1,426.00/j	
CARGO POR HA = \$1,426.00/j * 0.4 ha/j = \$ 570.40/ha	
<u>IV.- SUBVENIONES:</u>	
3% de la mano de obra = 7.02/ha	
CUMA II+III+IV \$ 2,243.23/ha	
RENDIMIENTO: 17.073 Hts/ha	
	<u>Costo Directo Indirecto</u>
	<u>PRECIO UNITARIO</u>



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALLUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: PUENTE PLATEROS-EL COCIN

CONCEPTO 13.- Colocación

ANALISIS :	P. UNITARIO
Cargo por Anclas $(\$2,240.29/mc + 17.373 \text{ N/mc}) \times 0.30 \text{ m}^3/\text{ancla} =$	\$ 752.06/pza
<u>E.- COLACIONES:</u>	
<u>I.- MANO DE OBRAS:</u>	
1/2 Cabo \$ 1,275.00/j = \$527.50/j	
1 Pierrero 1,102.49/j = 1,102.49/j	
1 Ayudante 851.00/j = 851.00/j	
	\$ 2,600.99/j
<u>II.- HERRAMIENTAS:</u>	
3% de la mano de obra \$ 78.03/j	
SUMA I+II =	\$ 2,679.02/j
RENDIMIENTO: 5.3434 pza/j	
Cargo por pza= $\$2,679.02/j \div 5.3434 \text{ pza/j} =$	\$ 501.37/pza
Costo Directo	\$ 501.37/pza
Indirectos 40%	\$ 200.55/pza
PRECIO UNITARIO	\$ 701.92/pza



UNIVERSIDAD

ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: CONSTRUCCION DEL JUICIOCONCEPTO 17.- suministro y colocación de tubos de concreto de 10" Ø

ANALISIS :		P. UNITARIO
<u>I.- MATERIALES:</u>		
Tubo de 10" Ø	1.000 M ² /M x \$ 217.25/M =	\$ 217.25/M
Mortero	0.001M ² /punto x 514.43/M ² =	\$ 0.51/M
		<u>\$ 217.76/M</u>
		\$ 217.76/M
<u>II.- MANO DE OBRAS:</u>		
1/5 Cabo	\$ 1,275.00/j =	\$ 255.00/j
1 Albañil	1,146.00/j =	\$ 1,146.00/j
1 Ayudante	851.00/j =	\$ 851.00/j
1 Peón	784.55/j =	\$ 784.55/j
		<u>\$ 3,046.55/j</u>
<u>III.- HERRAMIENTAS:</u>		
3% de la mano de obra	\$ 91.40/j	
		<u>\$ 3,137.95/j</u>
SUMA II+III =		
RENDIMIENTO: 45.00 M ² /j		
CARGO POR M ² = \$ 3,137.95/j ÷ 45.00 M ² /j =		\$ 69.73/M
Costo Directo		\$ 217.40/M
Indirectos 48%		\$ 133.60/M
PRECIO UNITARIO		\$ 425.40/M



VINCE IN BONO MALLAM

UNIVERSIDAD

ANAHUAC

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

OBRA: TUNEL ELACROC-EL JUCIC

CONCEPTO 10.- Suministro y colocación de tubo galvanizado de 2" ϕ enterrado en la ruta superior.

ANALISIS :	P. UNITARIO
<u>I.- MATERIALES:</u>	
Tubo galvanizado 1.000 M ² /M x \$ 477.00/M = \$ 477.00/M	\$ 477.00/M
<u>II.- MANO DE OBRAS:</u>	
del concepto 17 \$ 3,010.55/j	
<u>III.- HERRAMIENTAS:</u>	
del concepto 17 \$ 91.10/j	
<u>SUMA II+III=\$ 3,107.95/j</u>	
RENDIMIENTO: 5.00 M/j	
CARGO POR M = \$ 3,107.95/j \div 5.00 M/j =	\$ 621.59/M
Costo Directo Indirectos 40%	\$ 1,266.47/M + 509.79/M <hr/>
PRECIO UNITARIO	\$ 1,036.10/M

P R E S U P U E S T O

CLAVE	C O N C E P T O	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
1	Excavación a cielo abierto en portales	M3	7,022.70	784.07	\$ 5'506,289.39
2	Excavación en túnel en - - cualquier clase de mat.	M3	52,395.54	4,850.81	254'160,809.39
3	Excavación p/contracunetas	M3	200.00	336.35	67,270.00
4	Acarreo en exceso ans. sub.	M3	53,640.20	40.35	2'164,382.07
5	Bombeo Ø 2"	he	3,000.00	299.22	897,660.00
6	Bombeo Ø 4"	he	500.00	349.63	174,815.00
7	Bombeo Ø 6"	he	1,225.00	467.45	572,626.25
8	Concreto en plantilla FC'= 100 kg/cm2	M3	699.63	5,227.16	3'657,077.96
9	Concreto de F'=200 kg/cm2 en revestimiento de túnel	M3	27,398.82	5,325.38	145'909,128.05
10	Concreto lanzado de FC'= 200 kg/cm2	M3	3,797.60	13,067.91	49'626,695.02
11	Mortero cemento prop. 1.3 para anclas en taludes	Lt.	4,000.00	5.23	20,920.00
12	Inyecciones de contacto -- concreto - roca	M3	1,732.11	3,136.30	5'432,385.23
13	Acero de refuerzo fy = - - 4200 Kg/cm2	Ton.	53,707.00	15,681.48	842,205.25
14	Colocación de marcos metálicos	Ton.	171,416.00	95,272.59	16'331,246.29
15	Suministro y colocación de malla	M3	130.00	365.90	47,567.00
16	Suministro y colocación de anclas de 1" Ø.	Pzn.	30.00	8,624.82	258,744.60
17	Suministro y colocación de tubo de cemento 10" Ø	Mt.	650.00	425.49	276,568.50
18	Suministro y colocación de tubo galvanizado de 2"	Mt.	1,040.00	1,636.10	1'701,544.00

T O T A L : \$ 127'547,333.00

CAPITULO no. 6

6.- Conclusiones y Recomendaciones

CAPITULO NO. 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una de las preguntas más comunes en el medio tunelero, tanto para los trabajadores (perforistas, ademadores, etc.), como para los ingenieros constructores es : ¿ Qué material me encontraré más adelante ? ¿ Encontraré agua ? ¿ Será estable el terreno ?, etc., todas estas preguntas son las que hacen de la construcción del túnel el de correr un riesgo constante e ir siempre en la incertidumbre. Es por eso que es necesario realizar un anteproyecto eficaz y certero para poder conocer a ciencia más cierta, por qué tipos de estratos atravesará el túnel y las condiciones del mismo.

Estos estudios preliminares deberán realizarse más a fondo y coordinarlos con el constructor para una correcta construcción del túnel.

Además de unos estudios profundos, es necesario realizar mediciones durante el procedimiento de excavación para poder determinar las deformaciones que está sufriendo el terreno y, lo más importante es comunicárselo al ingeniero constructor con datos accesibles y fáciles de interpretar para tomar las decisiones apropiadas y económicas.

Esta retroalimentación es muy importante porque así, se tendrán los parámetros en los cuales hay que profundizar más en la elaboración de los estudios del proyecto.

Otra de las consideraciones en las cuales es muy importante enfatizar, es la de llevar un control a fondo de las actividades que se realizan, tal es el caso de los ciclos de excavación, gráficas de avance diarias, gráficas de lluvias, de tiempo efectivo de bombeto, etc. ésto es muy importante para el contratista puesto que hay conceptos que se efectúan y pueden ser fáciles de reclamar para su cobro, además de que dan una visión más comprensible del procedimiento y planeación de la obra.

También es recomendable que no se excedan los tramos excavados sin la colocación del revestimiento primario, éste es un punto muy importante en el cual uno se olvida de realizar, sin pensar que es la forma más fácil de evitar caídos y ser atrapados dentro del túnel; esto se debe a que el ingeniero de frente tiene como finalidad primordial el de dar avance en la excavación, (actividad primordial) olvidándose muchas veces del peligro al que se está enfrentando.

Durante el proceso de excavación es muy importante cuidar la sobreexcavación, puesto que además de que es un volúmen no deseado, durante el proceso de colado tendrán que llenarse con concreto hidráulico por cuenta del contratista, trayendo grandes problemas de empujes y desplazamientos en la cimbra por el peso propio del concreto.

Una actividad de principal importancia es la de llevar una topografía de precisión y lo más cerca del frente posible, esto es para evitar que la línea del túnel sufra desplazamientos.

Por último, otra de las recomendaciones sería la de incrementar otros frentes de trabajo para que la longitud por excavar por frente sea más eficaz, por ejemplo aumentar el frente P.S. Villaverdún al cruce número dos, en ocasiones, cuando la longitud del túnel es demasiado extensa, es necesario construir lumbreras para incrementar los frentes. En este tramo del túnel se intentó atacar por una lumbrera, pero las afectaciones se resolvieron demasiado tarde por lo que no se pudo utilizar en la excavación; exclusivamente se utilizará como de revisión y mantenimiento.

Debido a que son obras de suma importancia y a un alto costo, es necesario planear adecuadamente el presupuesto disponible, ya que la obra tuvo que interrumpirse dos veces por un lapso de cuatro meses cada una, por falta de presupuesto con el consiguiente atraso en la terminación de la obra y el incremento en el costo de la misma.

A P E N D I C E I

Conforme al libro Rock Classification en su página 50 nos menciona que:

$$D = 2.1 Q^{0.387}$$

Donde:

D= Separación de marcos

Q= Factor

en el cuál Q depende de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{RQD}{J_n} \times \frac{J_r}{J_a} \times \frac{J_w}{SRF}$$

Donde:

$$RQD = \frac{\text{discontinuidades } 10 \text{ cm}}{\text{long. muestreada}}$$

J_n= No. de discontinuidades

J_r= Rugosidad

J_a= Alteración del suelo

J_w= Condiciones de agua

SRF= Factor de esfuerzo reducido

CALCULO DEL ESPACIAMIENTO DE LOS MARCOS METALICOS DE ACUERDO A LAS CONDICIONES
DEL TERRENO.

Long Muestreada	RQD	Jr	Jn	Ja	Jw	SRF	No.Disc	SEPARACION
4.00 M	2.25	4	4	1	0.66	1	9	0.80 M
4.00	1.47	4	4	1	1	2.5	6	1.00 M
4.00	1.75	4	4	1	1	1.0	7	1.20 M

Estos datos pueden variar de acuerdo a las condiciones específicas del terreno por excavar y a la presencia de agua y cohesión del terreno.

APENDICE II

VOCABULARIO TUNELERO

A CARRIL (LOADING)	FORMA DE CARGAR LA DINAMITA EN UNA COLUMNA DENTRO DEL BARRENO.
ADEME DE POZO (CASING)	PROTECCION QUE SE LE DA A LAS PAREDES EN UN POZO PARA EVITAR DESRUMBES.
ALAMBRES CONECTORES (BUSS WIRES)	ALAMBRES QUE COMUNICAN ENTRE SI A VARIAS SERIES DE ESTOPINES.
ALCANCIA	EXCAVACION HECHA A UN NIVEL INFERIOR DEL PISO DEL TUNEL QUE SE UTILIZA PARA LA CARGA DE LOS BOTES DE REGAGA.
AL TRESBOLILLO (STANGGERED)	DISPOSICION DE LOS BARRENOS EN FILAS PARALELAS CRUZADAS EN DIAGONAL.
ARTIFICIOS (BLASTING SUPLIES)	ACCESORIOS EMPLEADOS PARA UNA VOLADURA TALES COMO MECHAS, CARUELA, ETC.
ATACAR (TAMP)	ACCION DE APRETAR LOS EXPLOSIVOS EN UN BARRENO.
RAINERO (TAMPING POLE)	PALO QUE SE USA PARA ATACAR LOS EXPLOSIVOS.
BARRENACION (ROUND)	CONJUNTO DE BARRENOS QUE SE DISPARAN EN UNA SOLA VOLADURA.
BARRENO ATRASADO (DELAYED SHOT)	BARRENO QUE ESTALLA DESPUES DEL TIEMPO CALCULADO.
BARRENOS DE POZO (WELL DRILL HOLES)	BARRENOS DE DIAMETRO GRANDE (MAYOR DE 5 CMS).
BARRENOS DE EMPAREJE (TRIM HOLES)	BARRENOS DE PATA, TABLA Y CIELO QUE DAN FIGURA AL CORTE.
BARRENOS DE PATA (BOTRON HOLES)	BARRENOS PERFORADOS EN LA PARTE INFERIOR DE UNA VOLADURA.

BARRENOS DE TABLA (SIDE HOLE)	PERFORACIONES QUE SE HACEN EN LOS LADOS DE RECHO E IZQUIERDO, EN EL PERIMETRO DE LA VO LADURA.
BARRENOS DE CIELO (UPPER HOLES)	PERFORACIONES A LO LARGO DEL PERIMETRO SU- PERIOR DE LA VOLADURA.
BARRENOS DE CUÑA (CUT HOLES)	PERFORACIONES CENTRALES DE LA VOLADURA, LAS CUALES TIENEN UNA INCLINACION HACIA EL CEN TRO FORMANDO UNA PIRAMIDE O CUÑA.
BARRENOS QUEMADOS (MISFIRES)	BARRENOS CUYA DETONACION FALLA TOTAL O PAR CIALMENTE.
BARRENOS ROBADOS (CUT OFFS)	BARRENOS QUE HAN SIDO CORTADOS POR EL ADVA CENTE, DEJANDO PARTE DEL EXPLOSIVO SIN TRO- HAR.
BANDERILLA	BARRA DE PERFORACION QUE QUEDA TRAMPADA EN EL FRENTE. (CACERO DE BARRENACION)
BARRENOS SECANTEADOS O SECANTE. (SPRUNG HOLES)	BARRENO CUYO FONDO HA SIDO ENSANCHADO POR UNA EXPLOSION PRELIMINAR. ESTO SE HACE CON LA FINALIDAD DE DAR MAYOR CAPACIDAD DE CAR GA.
BECCERRO	BOMBA DE LODOS DE ACCIONAMIENTO NEUMATICO
BOMBILLO	CARTUCHO DE DINAMITA DE TAMAÑO ESTANDAR.
BOHIFICACION "BONI"	PAGO EXTRA QUE SE LE HACE AL TRABAJADOR EN PROPORCION DEL AVANCE OBTENIDO EN UNA SEMA NA.
CALESA O JAULA	CAJASTILLA EN LA QUE SE TRANSPORTA VERTI - CALMENTE AL PERSONAL, POR MEDIO DE MALACATE
CARCAMO	EXCAVACION HECHA DENTRO DEL TUNEL PARA ALO JAR LA SUCCION DE LAS BOMBAS.

CARGA DE FONDO	CLOCACION DE UNA MAYOR DENSIDAD DE CARGA - POR METRO DE BARRENO EN EL FONDO DE LA PER- FORACION.
CAÑA	HUELLA DEJADA POR UN BARRENO VOLADO.
CARGAS SALTEADAS (DOCK LOADING)	METODO DE CARGAR UN BARRENO DEJANDO SEPARA- DORES ENTRE CADA BOMBILLO O CARTUCHO.
CASTILLO O TORRE	ESTRUCTURA QUE SE COLOCA SOBRE LAS LUMBRE- RAS Y QUE SIRVE PARA EL MANTENIMIENTO DE LOS MATE- RIALES DE REZAGA.
MOHEO (SECONDARY BLASTING)	VOLADURA SECUNDARIA PARA ROMPER PIEDRAS DE GRAN TAMAÑO QUE NO CABEN EN EL BOTE DE LA REZAGADORA.
PLASTA	PROCEDIMIENTO PARA ROMPER ROCAS SIN HABER HECHO UN BARRENO, SE COLOCA LA CARGA SOBRE LA ROCA, CUBRIENDOLA CON LODO.
PEPRERA	DEPOSITO PARA EXPLOSIVOS MONTADA SOBRE RUE- DAS CON CAPACIDAD PARA UNA CARGA Y MEDIA, DEBE TENER DOS COMPARTIMENTOS, UNO PARA LOS ESTOPIINES Y OTRO PARA LOS EXPLOSIVOS.
POBLADOR	PERSONA QUE CARGA LOS BARRENOS, SE ENCARGA DE CONECTAR LOS CIRCUITOS Y EFECTUAR EL -- DISPARO.
CEBO O ESPOLETA	BOMBILLO AL CUAL SE LE COLOCA EL DETOHADOR CUYA FINALIDAD ES INICIAR LA EXPLOSION.
CONTRA POZO	ABERTURAS PERFORADAS HACIA ARRIBA.
CORTE EN LADERA O BALCON (SIDEHILL CUT)	EXCAVACION EN LA LADERA DE UNA MONTAÑA DE JANDO UNA PARED A CADA LADO.
CORTE EN CAJON	EXCAVACION A TRAVES DE UNA MONTAÑA DEJANDO

(THOROUGH CUT)	UNA PARED A CADA LADO.
COYOTERA (COYOTE BLAST)	TUNELES DE DIAMETRO PEQUEÑO DONDE SE COLOCAN GRANDES CANTIDADES DE EXPLOSIVOS.
CRUCERO (WING O CROSSCUT)	(MIN)FRENTE TRANSVERSALES A LAS METAS (CONSTR)CUALQUIER TUNEL ENCAVADO EN UN ANGULO RESPECTO A LA DIRECCION GENERAL DEL TUNEL PRINCIPAL.
CUELE (TUNNEL DRIVING)	AVANCE DE UN TUNEL. POZO O CONTRAPOZO. TAMBIEN SE USA PARA INDICAR LA PROFUNDIDAD DEL BARRENO.
BARRENOS DE CULEBRA (SHAKE HOLES)	BARRENOS HORIZONTALES O INCLINADOS QUE SE COLOCAN AL PIE DE UNA PEDRERA PARA AYUDAR A LA BARRENACION VERTICAL.
CUÑA (CUT)	CONJUNTO DE BARRENOS QUE FORMAN UNA ABERTURA INICIAL. CON OBJETO DE QUE LOS BARRENOS ADVACENTES TENGAN SALIDA.
CHOCOLONES O FUQUE	PARTE DE UN BARRENO QUE QUEDA EN EL FRENTE DESPUES DE UNA VOLADURA. TAMBIEN SE LE LLAMA A CUALQUIER ENCAVACION PEQUERA QUE SE TENGA QUE HACER DENTRO DEL TUNEL.
CHORREADERO	PARTE DONDE SE TIRA LA REZAGA O MINERAL
DESCAPOTE O DESENCAPE (STRIPPING)	QUITAR EL MATEPIAL QUE SE ENCUENTRA ARRIBA DE LA ROCA. EN MINERIA ES QUITAR O REMOVER TODO EL MATERIAL ESTERIL QUE ESTA SOBRE LA META.
DISPARO O TRONADA (SHOT)	ACCION DE PROVOCAR UNA VOLADURA O TAMBIEN LA VOLADURA EN SI.
DESTAPADOR O CUCHARILLA	INSTRUMENTO HECHO DE UNA VARILLA DE BRONCE

	O COBRE QUE SE UTILIZA PARA DESCARGAR UN - BARREHO.
ESTOPIH (ELECTRIC BLASTING CAPS)	CAPSULA EXPLOSIVA QUE SE HACE ESTALLAR POR MEDIO DE ELECTRICIDAD.
ESTOPIH DE TIEMPO (DELAY CAPS)	CAPSULA EXPLOSIVA CUYA ACCION ES RETARDADA EN DETERMINADO TIEMPO DESPUES DE EMITIDA LA CORRIENTE ELECTRICA. LOS TIEMPOS SE MI-- DEN EN MILISEGUNDOS (1/1000)
EXPLOSOR	MAQUINA QUE SUMINISTRA LA CORRIENTE NECE - SARIA PARA LOS DISPAROS ELECTRICOS.
FRENTE (FASC)	ALTURA DE UNA PEDRERA O TOPE DE UN TUNEL
FULMINANTE	CAPSULA EXPLOSIVA QUE SE EMPLEA CON MECHA.
FUQUE	FRACCION DE BARREHO QUE SE QUEDA EN EL --- FRENTE DESPUES DE UNA MOLADURA.
GIRASOL	APARATO DE TOPOGRAFIA FORMADO POR UN CIRCU LO GRADUADO DE 0° A 360° QUE VA MONTADO -- SOBRE UN SOPORTE EN EL QUE SE PUEDE DESLI- ZAR. SE UTILIZA PARA HACER SECCIONES TRANS- VERSALES DE TOPOGRAFIA MEDIANTERADIACIONES
GALVANOMETRO	APARATO EN EL CUAL SE REGISTRA LA CONTI--- NUIDAD DE UN CIRCUITO DETERMINADO SI ESTA CERRADO O ABIERTO.
JUMBO	ESTRUCTURA QUE SIRVE DE APOYO A LAS PERFO- RADORAS
LUMBRERA (SHAFT)	EXCAVACION VERTICAL DESDE LA SUPERFICIE HASTA EL TUNEL.

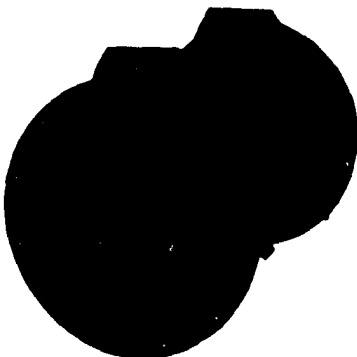
MANTEO (LOADING)	OPERACION DE EXTRAER EL MATERIAL DE UNA TRONADA FUERA DEL TUNEL UTILIZANDO MALACATES.
MALACATE	APAREJO MECANICO CON UN TAMBOR Y CABLE ACCIONADO CON MOTOR ELECTRICO DE COMBUSTION INTERNA O PNEUMATICO QUE SE UTILIZA PARA MANTENEAR MANIOBRAS DE EQUIPO.
MARIHOLA	RUEDA MONTADA SOBRE UN APAREJO QUE SE INSERTA AL LADO DE LAS VAGONETAS QUE AL GIRAR SOBRE UNA ESTRUCTURA METALICA PROVOCA EL VOLTEO SUFICIENTE PARA EL VACIADO DEL MATERIAL.
MECHA DETONANTE (PRIMA CORD)	ES UN CORDON DETONANTE CON UN CORAZON DE EXPLOSION DE ALTA VELOCIDAD (6 KMS X SEG)
POLVORIN	CASETA PARA ALMACENAR EXPLOSIVOS
RETACAR	ENCERRAR EL EXPLOSION EN UN BARRENO CON ARENA, ARCILLA U OTRO TACO.
REZAGAR	ACCION DE EXTRAER EL PRODUCTO DE LA VOLADURA.
TARANGO	ESTRUCTURA QUE SIRVE DE APOYO A LOS TRABAJADORES.
TOLVERO	ENCARGADO DE LA DESCARGA DE LOS CARROS A LA TOLVA DE MANTEO.
VOLTIOHMETRO	ES EL INSTRUMENTO QUE COMBINA UNA VOLTIMETRO Y UN OHMETRO, ES DECIR DETERMINA INTENSIDAD DE CORRIENTE Y RESISTENCIA DEL CONDUCTOR.

A P E N D I C E I I I

CARACTERISTICAS

El ventilador turbo-axial PHMD:

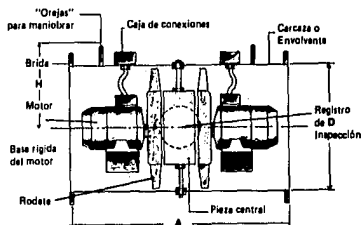
- Tiene dos rodetes en serie fabricados en fundición de aluminio, con gran número de aspas para desarrollar elevadas presiones.
- Es de bajo consumo de potencia con eficiencia superior al 80%.
- Da aproximadamente el 70% del flujo de gas y el 55% del consumo de potencia funcionando con un rodete.
- Es reversible: suministra 75% de su capacidad en sentido inverso.
- Está armado dentro de una carcasa cilíndrica muy rígida, completamente soldada y a prueba de fugas de aire.
- Tiene aspás aerodinámicas que proporcionan elevada eficiencia.
- Es ideal para condiciones de trabajo pesado.
- Puede colocarse en cualquier posición por ser sumamente compacto.
- Se instala fácilmente; no necesita espacio adicional.
- Le ahorra tiempo y dinero; no requiere mantenimiento.



TAMAÑOS, DIMENSIONES Y PESOS

Dimensiones en (m m.)
Pesos en (Kg.)

Tamaño de PHMD	A	D	H	Peso sin motores
040	950	400	280	68
050	1115	500	330	94
060	1410	600	436	148
070	1300	700	486	224
090	1470	900	587	326
100	1730	1000	637	428
120	1960	1200	757	604



El ventilador turbo-axial modelo PHMD se fabrica en los siguientes tamaños:

040, 050, 060, 070, 090, 100, 120.

El ventilador PHMD ocupa muy poco espacio debido a sus dimensiones reducidas, y dada su geometría cilíndrica forma parte integral de los ductos utilizados por lo que no requiere de un lugar especial para su instalación.

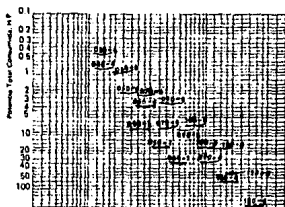
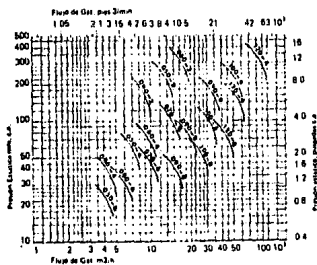
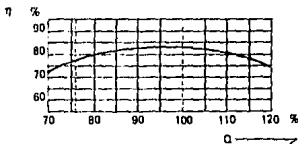


TABLA DE CAPACIDAD

Tamaño de PHMD	Capacidad Nominal					
	Velocidad Angular Lp.m.	Cantidad de Aire		Presión Estática		Potencia Total hp
		m ³ /hr.	pies ³ /min.	puigs. c.a.	mm.c.a.	
D40	3500	8800	5200	6.30	160	8.3
	1700	4300	2500	1.38	35	0.85
D50	3490	13200	7800	8.70	221	16.8
	1735	7000	4100	2.16	55	2.1
	1110	4000	2400	0.87	22	0.49
D60	3515	10300	10800	11.34	288	30.0
	1705	9400	5500	2.71	69	3.5
	1110	5900	3500	1.18	30	0.97
D70	1730	15400	9100	3.70	94	7.9
	1150	9800	5800	1.89	43	2.3
D80	1740	33800	19900	6.34	181	29.5
	1145	21200	12500	2.79	71	8.6
	845	16000	9400	1.50	38	3.2
100	1730	52100	30800	8.23	209	81.1
	1115	32100	18900	3.47	88	18.4
	865	26300	15500	2.01	51	7.6
120	1780	86600	50900	11.81	300	147.0
	1182	55400	32600	5.43	138	45.4
	865	42600	25100	2.80	71	17.2

DIAGRAMA DE EFICIENCIA



En el diagrama de eficiencia se muestra la curva "n" Esta curva da la eficiencia del ventilador, basada en la presión total para varios volúmenes de aire, dentro del rango normal de trabajo. Como puede verse en el diagrama, la eficiencia es muy alta, con un valor máximo aproximadamente de 82%. La curva está basada en un ventilador PHMD tamaño 050. Para tamaños mayores la eficiencia es un poco más alta. La eficiencia es bastante constante lo que significa que es muy buena dentro del rango normal de trabajo; para la mayor parte del trabajo excede del 80%.

A P E N D I C E I V

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CONDUCCION

A) PARA TUBO PARCIALMENTE LLENO.

* DEL APENDICE II DEL LIBRO "OPEN CHANNELS" AUTOS VON THOM
 EDIT: MAC GRAM HILL

PARA $y/do = 0.75$ (TRABAJANDO EXCLUSIVAMENTE POR GRAVEDAD)

$$do = 4.00 \text{ mts} + 0.3048 \text{ ft/m} = 13.1234 \text{ ft}$$

$$\frac{R_h}{do} = 0.6318 \quad R_h = 0.6318 do^2 = (0.6318)(13.1234)^2 = 108.8109 \text{ ft}^2$$

$$\frac{R_h}{do} = 0.3017 \quad R_h = 0.3017 do = (0.3017)(13.1234) = 3.9593$$

.. POR LA FORMULA DE MANNING

$$U = \frac{1.49}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$

donde: U=Velocidad media

n=Rugosidad (0.015)

$$U = \frac{1.49}{0.015} (108.8109)^{2/3} (0.001)^{1/2}$$

Rh=Radio Hidráulico

S=Pendiente Hidráulica

$$U = 7.8616 \text{ ft/seg}$$

ENTONCES:

$$Q = U \times A = (7.8616)(108.8109) \quad \text{donde: } Q=\text{Caudal}$$

$$Q = 885.425 \text{ ft}^3/\text{seg} \quad U=\text{Velocidad media}$$

A=Area Mojada

TRANSFORMANDO EN M^3/SEG

$$(885.425)(2.832 \times 10^{-7}) = 25.00 \text{ M}^3/\text{SEG}$$

QUE ES LA CAPACIDAD MAXIMA POR CONDUCIR

B) PARA TUBO PARCIALMENTE VACIO

PARA $v/d_0 = 0.40$ TENEMOS QUE:

$$\frac{A}{d_0^2} = 0.2934 \quad A = 0.2934 d_0^2 = (0.2934)(13.1234)^2 = 50.5304 \text{ ft}^2$$

$$\frac{R_h}{d_0} = 0.2142 \quad R_h = 0.2142 d_0 = (0.2142)(13.1234) = 2.8110$$

FOR MANNING

$$V = \frac{1.49}{n} R_h^{2/3} S^{1/2}$$
$$= \frac{1.49}{0.015} (2.8110)^{2/3} (0.001)^{1/2}$$
$$V = 6.2521 \text{ ft/seg}$$

TENDREMOS ENTONCES QUE:

$$Q = V \times A = (6.2521)(50.5304)$$
$$Q = 315.9211 \text{ ft}^3/\text{seg}$$

TRANSFORMANDO A M^3/SEG

$$Q = 315.9211 \times 2.832 \times 10^{-2} = 9.00 \text{ M}^3/\text{SEG}$$

QUE ES EL CAUDAL MAXIMO POR CONDUCIR EN LA PRIMERA ETAPA
DEL PROYECTO.