

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

30
24

FACULTAD DE INGENIERIA



"PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO, PRESUPUESTO Y PROGRAMA DE OBRA, DEL PUENTE PASO SUPERIOR FCC DEL PACIFICO DE LA AUTOPISTA GUADALAJARA-TEPIC TRAMO TEQUILA -IXTLAN DEL RIO"

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A N**

NICOLAS COELLO ROJAS

Y

RAFAEL FERNANDO QUINTERO RODRIGUEZ

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. ROBERTO RUIZ VILA**

MEXICO, D. F.

1991

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis 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

	INTRODUCCION.	.....	1
CAPITULO I	ASPECTOS GENERALES.	.....	3
CAPITULO II	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO.	.....	10
	II.1 Antecedentes.	.....	10
	II.2 Subestructura.	.....	13
	II.3 Superestructura.	.....	20
	II.4 Pavimentos.	.....	27
CAPITULO III	PRESUPUESTO.	.....	35
	III.1 Catálogo de Conceptos.	.....	36
	III.2 Precios Unitarios.	.....	37
CAPITULO IV	PROGRAMA DE OBRA.	.....	40
CAPITULO V	CONCLUSIONES.	.....	45
	BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS.	.....	48

I N T R O D U C C I O N

Las obras de ingeniería que en general están a cargo de los gobiernos para provocar el desarrollo de los países, principalmente las de infraestructura, deben ser eficaces y económicas; es decir, deben satisfacer ampliamente las metas para las cuales fueron concebidas y tener el menor costo de construcción, mantenimiento y operación.

Como parte del proceso de modernización y fortalecimiento de la economía del país, promovido por el actual gobierno de la república, una gran parte de las obras de infraestructura, particularmente carreteras, han sido concesionadas por el Estado a empresas particulares: con el propósito de que estas construyan, mantengan y exploten durante un periodo de tiempo determinado, las obras de infraestructura prioritarias que requiere el país, buscando con ello revitalizar mediante un nuevo esquema la construcción de estas obras, actividad fundamental para el desarrollo de México, y de la cual se experimentó un escaso incremento en la pasada década.

Dentro del esquema de concesión, planteado anteriormente, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes convocó a concurso la construcción, conservación y explotación de la autopista "Plan de Barrancas", la cual enlazará a los municipios de Tequila en el estado de Jalisco e Ixtlán del Río en el estado de Nayarit; con lo que se mejorará el actual sistema carretero de la zona, cuya demanda así lo requería, permitiendo el desarrollo de la economía de ambos estados.

El presente trabajo presenta una panorámica general de lo que ha sido la construcción del puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacífico", llevado a cabo para salvar el cruce

entre las vías del ferrocarril y la autopista Guadalajara - Tepic en el tramo " Plan de Barrancas ".

Los aspectos que se abarcan son : el marco general en donde se suscriben las características de la obra y se comenta el esquema de concesionamiento de carreteras, con objeto de dar una panorámica completa del entorno donde se realizan los trabajos de construcción del puente; posteriormente se describe el proceso de construcción de cada una de las partes constitutivas del puente en estudio, haciendo énfasis en los elementos presforzados de la superestructura; a continuación se presenta el presupuesto de obra como un elemento de gran importancia en el control de la construcción; en el capítulo cuarto se describe brevemente el programa de obra y la ruta crítica para la construcción del puente; y por último, se emiten algunas conclusiones de tipo general que tienen por objeto resaltar los puntos más relevantes de los capítulos descritos anteriormente.

C A P I T U L O I

ASPECTOS GENERALES

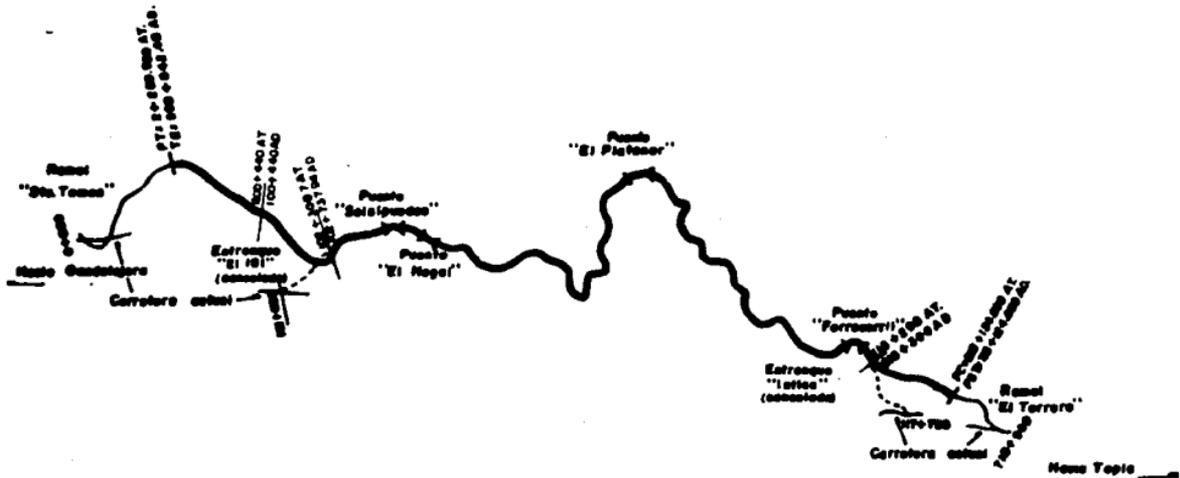
La carretera que enlaza las ciudades de Guadalajara y Tepic reviste gran importancia entre las vías de comunicación del país, debido a que es la única ruta hacia los estados eminentemente agrícolas de Sonora y Sinaloa, así como a la frontera nroeste con los Estados Unidos de Norteamérica. Siendo una de las carreteras con mayor aforo vehicular de la República.

El tramo " Plan de Barrancas ", ubicado entre las ciudades de Magdalena en el estado de Jalisco e Ixtlan del Rio en el estado de Nayarit (Figura No. 1), presenta un aforo promedio diario de 8,000 vehículos, con un alto porcentaje en su composición de camiones de carga, lo cual aunado a las características geométricas (alineamiento horizontal y vertical), origina lentitud en el flujo vehicular, provocando la saturación del tramo.

Con el fin de resolver la situación antes expuesta se diseñó una vía alterna para el citado tramo, proyecto que se denominó Autopista "Plan de Barrancas", formada por cuatro carriles de circulación en dos cuerpos; proyectándose con las especificaciones para obtener una substancial mejora en su geometría, con lo que se lograrán considerables ahorros de tiempo y la disminución de las pérdidas humanas y económicas que se tienen actualmente.

La autopista, propuesta como una alternativa a la carretera federal, generará una distribución del tránsito en las dos vías, con buenos niveles de operación en ambas; pudiendose evaluar en forma rápida la bondad del proyecto de acuerdo a los datos básicos que se presentan a continuación en la Tabla No. 1 .

CARRETERA. GUADALAJARA-TEPIC



TRAMO TEQUILA-IXTLAN DEL RIO
SUB-TRAMO PLAN DE BARRANCAS

FIGURA No 1

CONCEPTOS	CARRETERA ACTUAL	AUTOPISTA
Longitud :	27.05 Km.	22.21 Km.
Velocidad de operación :	30 Km./Hr.	90 Km./Hr.
Tiempo de recorrido :	54.10 Min.	14.81 Min.

Tabla No. 1 . Datos básicos de las rutas carreteras en el tramo " Plan de Barrancas " .

Conforme a los datos planteados se advierte una importante disminución en longitud (4.84 Km.) respecto al trazo actual. Así mismo, las características del proyecto de la nueva autopista, dos carriles de circulación por sentido, corresponden a alineamientos horizontal y vertical planteados para una velocidad de 90 Km./Hr.

Si se estima que en la carretera actual, la velocidad de operación es de 30 Km./Hr. en promedio, empleando la nueva vía se tendrá un ahorro aproximado en tiempo de 39.29 min. lo que inducirá a una parte importante del tránsito actual a usar la nueva vía en sus recorridos entre Guadalajara y Tepic.

Considerando las ventajas enunciadas anteriormente al efectuar el estudio de asignación de tránsito se concluyó que el

85 % del flujo actual pasará a circular en la nueva vía y el tránsito restante permanecerá en la carretera actual al tener mejor nivel de servicio y evitar el pago de la cuota.

Entre los múltiples problemas que se han tenido que solventar para llegar a la etapa ejecutiva de la autopista destaca, por su importancia, la intersección con la actual vía del ferrocarril, situación que se resolvió mediante el proyecto del puente denominado " Paso Superior Ferrocarril del Pacífico ", objeto del presente trabajo; el cual será el cuarto de los puentes, en el sentido del cadenamiento, que se construirán para la nueva autopista, ubicándose del Km. 115 + 977.55 al Km. 116 + 157.23, con una longitud total de 179.68 m. y un ancho de calzada de 21.00 m. para alojar cuatro carriles, más sus correspondientes acotamientos. El puente estará formado por seis tramos, cuatro claros centrales de 32 m. apoyados entre pilas y dos claros extremos de 22 m. apoyados a estribos, todos resueltos a base de traveses de concreto pretensado (Figura No. 2).

Así mismo, se construirán además de los puentes, una serie de estructuras complementarias necesarias para el correcto funcionamiento de la autopista, las cuales se enumeran en la Tabla No. 2 con los datos generales resumidos de la obra.

Inicia en el kilómetro	:	100 + 000.00
Termina en el kilómetro	:	122 + 208.00
Longitud total	:	22,208.00 m.
Tipo de carretera	:	Autopista de 4 carriles.
Ancho de corona	:	21 m.

Obras de drenaje	:	58 Unidades.
Puentes	:	4 Unidades.
Muros de contención	:	9 Unidades.
Pasos peatonales y ganaderos	:	8 Unidades.
Caseta de cobro	:	1 Unidad.
Entroques	:	2 Unidades.
Fecha de inicio de la obra	:	Noviembre de 1989.
Fecha de fin de la obra	:	Febrero de 1991.
Duración de la obra	:	10 meses.
Valor total de la autopista	:	\$ 235,083'538,631.00
Producción mensual promedio	:	\$ 14,692'721,164.44
Costo promedio por kilometro	:	\$ 10,585'533,990.14

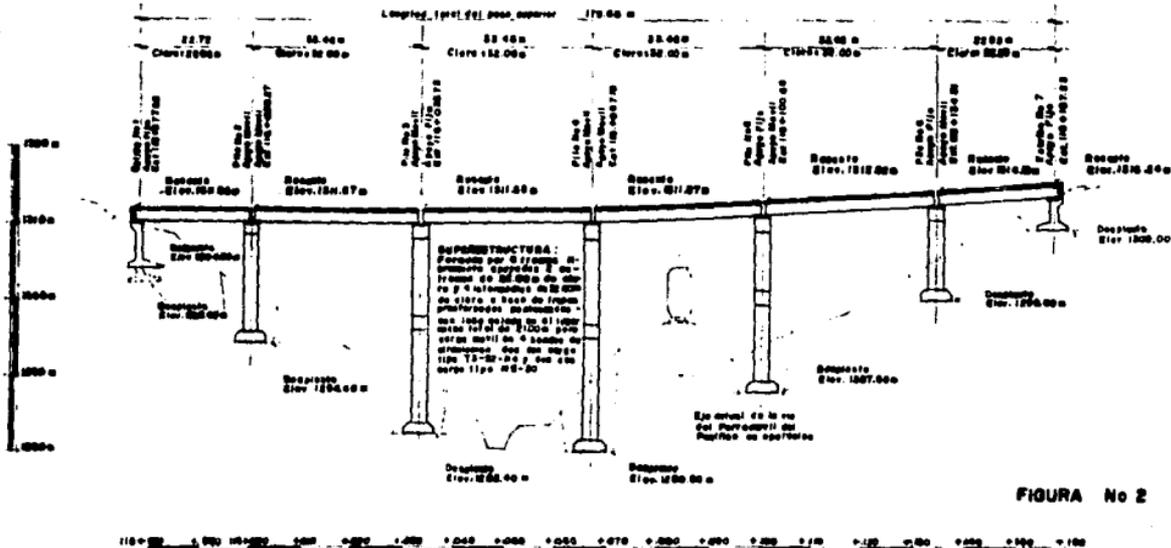
Tabla No. 2 . Datos generales de la obra : Carretera Guadalajara Tepic, tramo "Plan de Barrancas".

Los montos indicados en la tabla anterior no incluyen el 15% de I.V.A. y se calcularon en base a los precios unitarios presentados al 14 de Junio de 1989 por la constructora.

Es importante destacar que está en estudio la posibilidad de ampliar la autopista, aumentando su longitud total a 62 Km. aproximadamente; siendo un cambio que mejoraría el esquema financiero planteado originalmente, ya que la ampliación genera una importante disminución del costo promedio por kilometro, al construirse sobre una topografía más favorable, manteniéndose la tarifa de peaje por kilometro, aplicable a toda la longitud de la autopista, constante. Por otra parte, se tiene considerado poner

PUENTE PASO SUPERIOR F.F.C.C.

CARRERA Guadalupe - Tapic
 TRAMO Tequila - Iztlon del Rio
 SUB-TRAMO Pico de Barrancos



en operación los primeros 22 Km de autopista en febrero de 1991, lo que permitirá empezar a amortizar la inversión y generará una mayor confianza del principal socio financiero.

Cabe señalar que el proyecto descrito anteriormente es parte del proceso de transformación de estructuras en que se encuentra inmerso nuestro país; permitiendo al sector privado incorporarse, bajo nuevos esquemas, a las actividades económicas generadoras del desarrollo.

Dichos esquemas se han implementado recientemente, siendo el concesionamiento el que nos interesa, el cual involucra una mayor participación del sector privado en la solución de problemas que tradicionalmente se consideraban tarea exclusiva del sector público; razón por la que ha recibido un franco apoyo del gobierno federal, con lo que intenta alcanzar las ambiciosas metas planteadas en el programa de modernización de la infraestructura del país, dentro del Plan Nacional de Desarrollo.

El concesionamiento de las obras se efectúa a través de concursos abiertos, seleccionando a la empresa concesionaria mediante la evaluación de las propuestas presentadas; las cuales contienen el esquema de financiamiento, plazo de concesión, programa y presupuesto de construcción, así como el planteamiento de operación y mantenimiento que se aplicará a la obra.

Dentro de los lineamientos que contempla el marco legal de la obra concesionada, con la regulación del estado, se plantea el concesionamiento de carreteras únicamente cuando la obra se justifique en términos de rentabilidad financiera, en cuyo caso el costo de la obra lo cubrirá el usuario.

Así mismo, las instituciones de crédito han creado áreas de ingeniería financiera dedicadas a desarrollar nuevos mecanismos

de financiamiento, más adecuados y factibles, como apoyo al sector privado.

Es claro que son posibles múltiples esquemas financieros de participación, por lo que sólo nos ocuparemos del establecido en el proyecto en cuestión.

El esquema de concesionamiento se plantea a continuación en los siguientes términos :

1. Se constituye una empresa concesionaria a la que aportan recursos una institución financiera y una empresa constructora. En este caso 75 % y 25 % respectivamente.
2. La institución financiera capta a través de bonos en el público inversionista los recursos necesarios.
3. Se crea un comité técnico en el que se cuenta con la representación de los inversionistas (Institución Financiera y empresa Constructora) y de la concesionaria a fin de verificar periódicamente la evolución de los trabajos.
4. La concesionaria encarga la construcción de la obra a la empresa constructora inversionista y contrata a una empresa de supervisión.
5. La otorgante de la concesión elabora el proyecto, libera el derecho de Vía y regula los trabajos de construcción.
6. Terminado el proceso de construcción, la concesionaria opera y efectúa el mantenimiento de la obra. En este momento se empieza a recuperar la inversión por medio del cobro del peaje.
7. Amortizada la inversión y cubierta su utilidad, la concesionaria transfiere los derechos sobre la obra a la otorgante, en este caso la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.).

Sea así que la obra de que nos ocupamos fue concesionada por el gobierno federal a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a la empresa concesionaria denominada "Autopistas Mexicanas Concesionadas, S.A. de C.V." (AMECON), la cual concursó con un presupuesto elaborado por la empresa constructora "Ingenieros Civiles Asociados, S.A. de C.V." (ICA), ambas empresas del grupo ICA.

Para allegarse los recursos financieros necesarios, la concesionaria obtuvo el apoyo financiero del Banco Internacional, S.N.C., con quien celebró un contrato de fideicomiso de administración.

Finalmente, se puede considerar de las ideas expuestas anteriormente que existen dos factores fundamentales para el éxito de los proyectos concesionados :

1. Un esquema financiero sano basado en una operación rentable y libre de cualquier subsidio, lo que implica una extensa evaluación desde diversos puntos de vista como podrían ser el económico, financiero y operativo, evidentemente inmersos en una economía estable.
2. Efectuar la construcción de la obra de acuerdo a los programas y presupuestos considerados en el análisis financiero y cumplir con la características de calidad a fin de garantizar la adecuada operación durante la vida útil de la obra, lo que implica llevar a cabo una estricta supervisión durante la construcción.

C A P I T U L O I I PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

Antes de iniciar la descripción del procedimiento constructivo del puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacifico" es importante destacar que las actividades planteadas y descritas en este capítulo no deben ser tomadas como normativas u obligatorias para la construcción de otros puentes, puesto que cada obra presenta sus propias necesidades. Sin embargo, si pueden considerarse como una ayuda para el planteamiento general del procedimiento constructivo de obras similares.

II.1 Antecedentes.

Los puentes pueden ser, en general, de dos tipos : Fijos y móviles. Pudiendose agrupar de acuerdo con las siguientes características :

- De servicios o para soportar instalaciones : Puentes carreteros o de ferrocarril, puentes para canales o acueductos, cruce para peatones o ganado, puentes para manejo de materiales y puentes para tuberías.
- Puentes sobre instalaciones o sobre accidentes naturales : puentes sobre carreteras o vías férreas, puentes sobre ríos, bahías, lagos o en cruce de valles.
- Por su geometría básica en planta : puentes curvos o rectos; o en elevación : puentes de nivel bajo, como los usados en terrenos pantanosos; o puentes de caballetes o

de nivel alto.

- Por su sistema estructural : puentes de claro simple o de viga continua, puentes de arco simple o multiple, puentes colgantes y puentes del tipo de marcos rígidos.
- Por sus materiales de construcción : Puentes de madera, mampostería, concreto y acero.

Una vez definido el tipo y grupo al que corresponde la obra, así como el sitio donde se construirá y las funciones que desempeñará, se inicia el proceso para proyectarla.

El proyecto del puente se debe comenzar planteando las diversas soluciones que es viable usar para el sitio del cruce en particular, con el fin de obtener el costo de cada solución en forma aproximada y poder elegir aquella que presenta las mayores ventajas funcionales, constructivas y económicas.

Estos anteproyectos normalmente se desarrollan con base en las dimensiones que tengan otros puentes similares ya resueltos, o bien, ejecutando calculos preliminares aproximados: en estos se deben considerar todos los requisitos que influyen en el cruce, como es la separación entre las pilas para permitir el libre paso de los cuerpos flotantes, o la circulación de los vehículos bajo o sobre la estructura si se trata de un paso a desnivel.

Así mismo, en el caso de optar por hacer la adaptación de algún proyecto tipo a las condiciones reales del cruce, se debe tener cuidado, cuando la obra sea esviada, de hacer los cambios necesarios, tanto en las dimensiones como en el armado del acero de refuerzo.

Una vez elegida la solución más favorable, se procede a efectuar el diseño definitivo.

Para proyectar la cimentación de los puentes, se realizan estudios de mecánica de suelos, los cuales dan como resultado la resistencia del suelo, las recomendaciones para la profundidad de desplante y las de los tipos de cimentación más adecuados para el caso particular.

Estos estudios se inician con un reconocimiento, en forma total, para determinar la formación geológica que presentan los cauces y formular el programa de estudio.

En el caso de que superficialmente existan materiales de buena calidad, se realizarán sondeos a cielo abierto, con profundidad de dos a tres metros; de no ser así, se requerirá efectuar los sondeos con máquina rotatoria midiendo la penetración estándar, y extrayendo muestras que pueden ser alteradas para clasificación o inalteradas en cuyo caso el ingeniero deberá indicar las pruebas que se deben realizar en el laboratorio.

Con el resultado de estos estudios se calcula la capacidad de carga y se decide la profundidad de desplante para los diferentes tipos de cimentación que se considere recomendable. Los datos anteriores se dan a conocer por medio de un informe al que se anexa un perfil estratigráfico con datos de humedades, penetración estándar y tipos de materiales.

Una vez que se logra definir el tipo de la estructura más conveniente y las condiciones de cimentación que rigen, se procede al proyecto estructural de sus elementos, de acuerdo con la técnica de la estática y resistencia de materiales que correspondan, considerando las cargas que actuarán en el puente.

su impacto, el posible efecto del empuje del viento sobre la estructura y los esfuerzos que resulten de la aceleración sísmica. Con base en estos cálculos se elaboran los planos constructivos del puente o paso a desnivel, en los que se detallan, en forma clara y conveniente, las dimensiones y espesores de sus elementos, la calidad de los materiales con que se debe construir la obra, las elevaciones de los terraplenes, coronas y rasantes; así como la ubicación de los ejes de los diversos elementos para su correcta localización en el sitio. Así mismo, en los planos se consignan las cantidades de obra que servirán de base para obtener el presupuesto de la obra.

11.2 Subestructura.

Se denomina subestructura de un puente a los elementos que tienen por objeto sustentar la superficie de rodamiento vehicular llamada superestructura; consistiendo generalmente de pilas, caballetes y estribos. En el caso específico del puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacífico" la subestructura consta de cinco pilas intermedias y dos estribos a los extremos (Figura No. 2), contruidos con concreto reforzado.

Las pilas son los soportes intermedios de la superestructura en puentes que, por ser demasiado largos, deben ser divididos en dos o más claros. Los estribos son los soportes en los extremos y tienen la función adicional de contener el material de relleno de los accesos.

La altura mínima de las pilas y los estribos está regida por requisitos de accesibilidad para el mantenimiento de la superestructura. Así mismo, no existe límite superior para la

altura de las pilas, excepto las que se imponen por consideraciones económicas. Una de las pilas del puente Beltrán, de la autopista Guadalajara - Colima, por ejemplo, despianta hasta una altura de 127 m. sobre el terreno de la cañada donde se ubica.

La parte superior de las pilas debe tener la longitud y el ancho adecuados para alojar los apoyos de la superestructura del puente. En los estribos se necesita un ancho adicional para los muros de contención, que retienen el material de relleno de los accesos y protegen la sección extrema de la superestructura. Para diseñar las secciones por encima del terreno de las pilas, las restricciones provienen de los requisitos de distancia libre lateral entre vías adyacentes y de las necesidades de visibilidad que deben tomarse en cuenta. La longitud y el ancho a nivel de la base están controlados por la estabilidad, las limitaciones de esfuerzos en la pilastra misma y por el diseño de la cimentación.

Para los análisis de esfuerzo y estabilidad, las reacciones de las cargas (viva y muerta, pero no la de impacto) que actúan sobre la superestructura deben combinarse con las que actúan directamente en la subestructura. Las reacciones longitudinales dependen del tipo de apoyo, sea este fijo o de expansión (Neoprenos).

Formas básicas de pilas o pilastra se han desarrollado para satisfacer requisitos que varían ampliamente, siendo la usada en este proyecto las pilas en forma de marco, compuesta por una zapata sin pilotes de carga, tres columnas de soporte, un cabezal para apoyo de traveses gemelas, las cuales se asientan sobre ensilladuras o bancos que están colocados en dos ramas, y dependiendo de su altura, de un travesaño intermedio (Figura No. 3); observándose para nuestro caso que las pilas No. 3, 4 y 5 por ser las más altas llevan travesaño.

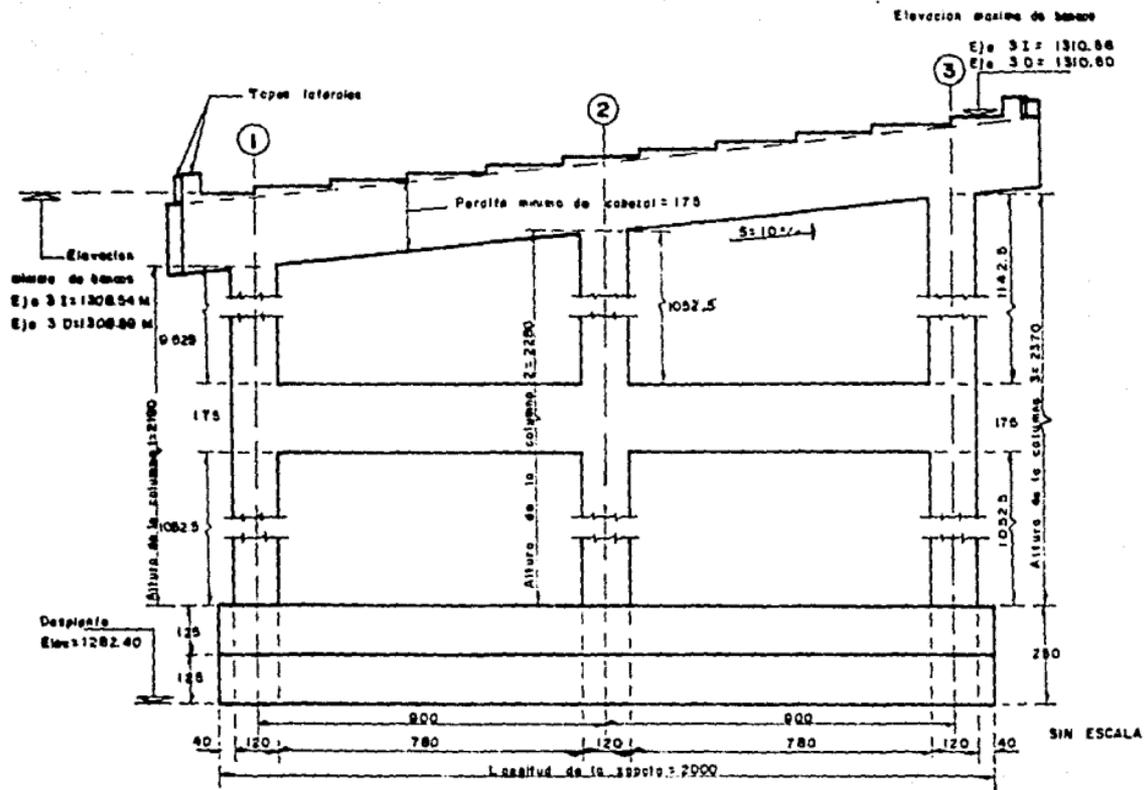


FIGURA No 3 PILA TIPO MARCO

El material de uso común para construir las pilas es el concreto reforzado, combinándose en algunos proyectos con estructuras de acero. Las especificaciones dadas para la construcción de la subestructura en nuestro caso son: concreto $F'c = 250 \text{ Kg/cm}^2$ con revenimiento de 5 a 10 cm., tamaño máximo de agregado de $1 \frac{1}{2}''$ y acero de refuerzo con $F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$, $L_r = 6000 \text{ Kg/cm}^2$, con alargamiento medido en 20 cm. del 8 % como mínimo.

Los estribos son básicamente pilas con muros en los flancos. Los estribos de concreto para puentes de claro corto, como los que cruzan autopistas y tienen forma de viga T o del tipo de losa, son frecuentemente simples caballetes de concreto que se construyen monolíticamente con la superestructura. Los estribos para puentes de acero y para puentes de concreto de claro largo y que están sujetos a movimientos importantes de rotación y longitudinales en los extremos, deben diseñarse como estructuras separadas que proporcionen un área a nivel para los apoyos del puente (asiento del puente) y un muro de respaldo (de cortina o de tipo malecón o de contención). El muro o tronco, bajo el asiento del puente de tales estribos, puede construirse de concreto sólido o de concreto reforzado de pared delgada, con contrafuertes o sin ellos, usándose en raras ocasiones mampostería para este fin.

Los muros laterales que contienen el relleno del acceso deben tener la longitud adecuada para evitar la erosión y que se desperdigue el relleno. Pueden construirse monolíticamente con el respaldo del muro del estribo, en cuyo caso se diseñan como muros de retención autosoportados sobre zapatas independientes; los muros laterales pueden disponerse en una línea recta con el frente del estribo, paralelos al eje del puente, o en un ángulo intermedio respecto al frente del estribo que sea adecuado a las

condiciones del lugar. Dependiendo de las características del terreno de cimentación, con frecuencia se prefiere el arreglo paralelo al eje del puente (estribo en forma de U), debido a su estabilidad inherente.

Los estribos deben diseñarse considerando el volteo sobre la orilla de la zapata, el deslizamiento sobre la misma y la falla por fractura del terreno de cimentación.

Los trabajos de construcción de la subestructura se inician ubicando la posición exacta de las estructuras que la conforman (Pilas y Estribos), para lo cual se implementa una retícula de trazo basada en un sistema cartesiano que permite ubicar las abscisas y ordenadas de todos los puntos de intersección del eje del trazo o eje de proyecto de la autopista, con los ejes de apoyos de las citadas estructuras.

El sistema cartesiano definido por el proyecto para el puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacífico" considera el eje " Y " como el radio de curvatura del puente que pasa por la estación Km. 116 + 067.19 ; así mismo, todos los ejes de apoyos son paralelos al eje de la vía del ferrocarril del Pacífico y tienen un esviaje de 16.5 grados izquierda respecto al radio que pasa por el Km. 116 + 083.92, el cual corresponde a la estación del punto de intersección del eje del trazo y el eje de la vía. La Figura No. 4 y la Tabla No. 3 muestran los datos usados para trazar y ubicar los elementos de la subestructura del puente bajo estudio.

Es importante señalar que se deben dejar perfectamente protegidas las referencias topográficas que ubiquen el desplante de las estructuras, puesto que a lo largo de la construcción es necesario verificar constantemente el alineamiento y la verticalidad de las mismas.

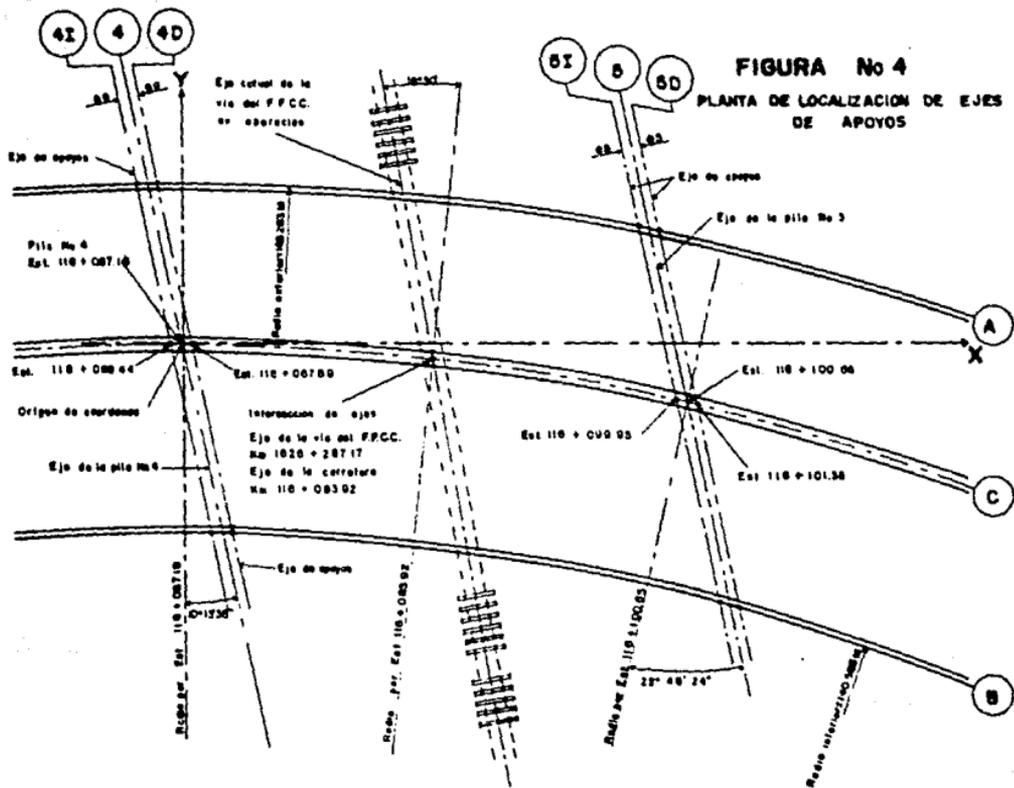


TABLA No 3

COORDENADAS Y ELEVACIONES DE LOS EJES DE LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO"

DATOS GEOMETRICOS				
PUNTO	COORDENADAS		ELEVACIONES	
	X	Y	SUR TERM. CONC.	CARA SUP. CIMB.
A-4I	- 2.59	10.48	1,312.95	1,312.74
C-4I	-00.70	0.00	1,311.93	1,311.72
B-4I	1.60	-12.21	1,310.75	1,310.64
A-4D	- 1.19	10.60	1,312.97	1,312.76
C-4D	0.70	0.00	1,311.96	1,311.75
B-4D	2.91	2.91	1,310.75	1,310.67
A-5I	30.50	7.63	1,313.70	1,313.49
C-5I	32.61	- 3.60	1,312.77	1,312.66
B-5I	34.67	-16.69	1,311.73	1,311.62
A-5D	31.66	7.36	1,313.74	1,313.53
C-5D	33.87	- 3.60	1,312.82	1,312.61
B-5D	36.25	16.96	1,311.78	1,311.57
C-4	0.00	0.00	1,311.94	1,311.73
C-FFCC	16.70	- 0.91	1,312.31	1,312.10
C-6	33.19	- 3.65	1,312.79	1,312.58

DATOS DE LA CURVA

PI = 116 + 246.10

ΔC = 108.2823°

G_c = 7° 30'

ST = 352.142 M

LC = 288.754 M

PC = 152.789 M

Una vez establecido el trazo se inician las excavaciones necesarias para alcanzar el nivel de desplante de las zapatas de pilas y estribos; proceso que se puede ejecutar por medio de diferentes equipos, dependiendo principalmente de la dureza del terreno, por ejemplo: Tractores sobre orugas o neumáticos, retroexcavadoras, explosiones controladas (Voladuras) mediante perforación con track-drill, etc.

Cuando la excavación es muy profunda ó se esta excavando en material poco resistente, se debe cuidar la estabilidad de los taludes de la misma, mediante la implementación de algún sistema de troquelamiento, ya sean troqueles metálicos o de madera, o en su defecto sistemas de excavación a base de tableros alternados. Adicionalmente si el nivel freático o las lluvias de temporada aportan agua a la excavación será necesario construir cárcamos de bombeo y colocar bombas sumergibles; así como considerar en la resistencia de los taludes la presencia del agua.

Una vez alcanzado el nivel de desplante de las zapatas se debe efectuar una prueba de carga, a fin de garantizar que el material de desplante cumple con la resistencia y requerimientos estructurales que por diseño la subestructura transmitirá a la cimentación, las cuales se indican con toda claridad en los planos ejecutivos. Para el desplante de las zapatas del puente bajo estudio el proyecto especifica contar con una resistencia de 5 Kg/cm² en el material de desplante, la cual siempre fue revasada con creces por la resistencia real.

Aprobada la resistencia del desplante se procede a nivelar y colar una plantilla de concreto pobre $F'c=100$ Kg/cm² de 5 cm. de espesor, a fin de obtener una superficie nivelada y limpia que agilice los trabajos de armado y cimbrado de la zapata e impida la contaminación del concreto estructural con el terreno natural.

Colocada la plantilla se inician los trabajos de construcción para las pilas y los estribos. Las zapatas de las pilas tienen una sección trapecial con un ancho de 6.00 m. y una longitud de 20.00 m. En la Figura No. 5 se muestra el corte transversal tipo de una de ellas, así como su armado.

Es aconsejable colocar el acero de refuerzo siempre de abajo hacia arriba y de adentro hacia afuera, para evitar poner estribos en dos partes o dejar varillas longitudinales sin anclaje, así mismo se tendrá especial cuidado en la limpieza de las varillas para evitar que tengan óxido suelto antes de depositar el concreto. El proyecto especifica que todas las varillas del acero de refuerzo se empalmarán por traslape, con una longitud de 40 diámetros.

En esta etapa es importante cuidar que se coloque todo el acero de refuerzo indicado en el proyecto, tanto para la zapata como para las columnas, a fin de no incurrir en el error de colar la zapata sin haber colocado las varillas de anclaje de las columnas; error que ocasionalmente ha ocurrido en muchas obras.

Para cimbrar la zapata se utilizan hojas de triplay de 1.22 x 2.44 m. reforzadas con un bastidor de barrote de madera de pino de 2 x 4", troqueladas a las paredes de la excavación. La cimbra para las zapatas es la más sencilla debido a que solo se cimbran los costados y es a nivel de piso.

Una vez colada la zapata, se procede a armar y cimbrar las columnas las cuales se colarán en tramos de aproximadamente 2.40 m., hasta llegar al lecho bajo del travesaño o cabezal, según sea el caso.

Las columnas son de sección rectangular, de 1.20 m. por

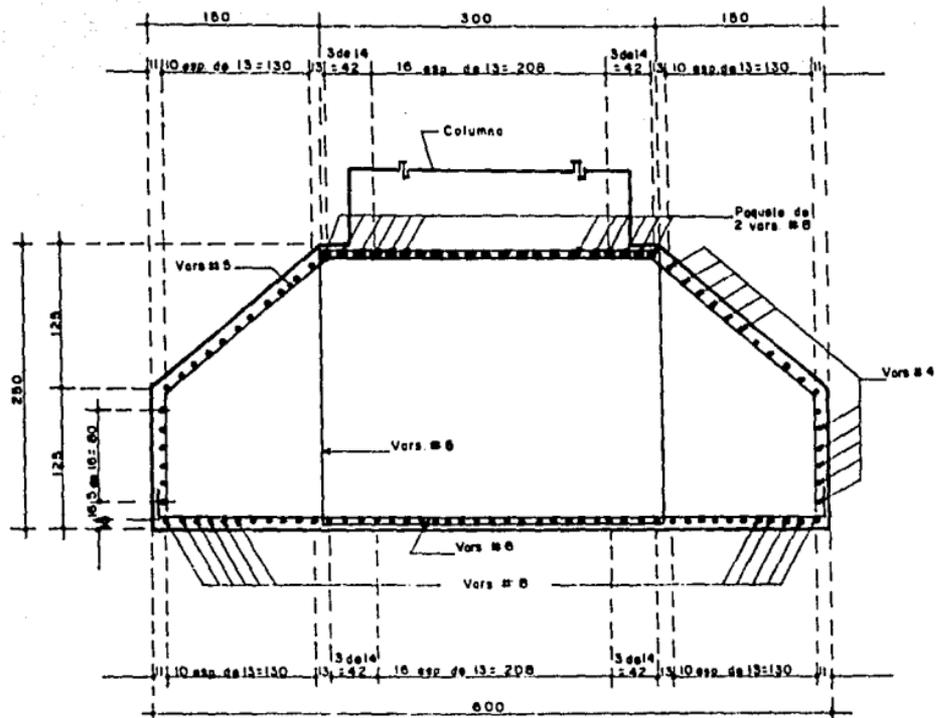


FIGURA No 5
CORTE TRANSVERSAL DE ZAPATA

2.40 m. y están armadas con 92 Vs. del No. 8 y cuatro juegos de estribos del No. 4, como se muestra en la Figura No. 6 .

Como el puente se ubica en una curva vertical en columpio y a su vez en una curva horizontal simple, los cabezales de las pilas se proyectaron a diferentes niveles para ajustarse a la variación de la pendiente e inclinados para cumplir con los requisitos de sobreelevación en la sección transversal. Cabe aclarar que la sobreelevación es la pendiente que se da a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal. El armado tipo de un cabezal puede observarse en la Figura No. 7 .

A diferencia de la cimbra para zapatas y columnas, en la cimbra del cabezal se utilizan andanios de alta resistencia formados por marcos, crucetas y gatos mecánicos, además de los tabiercos de madera anteriormente descritos, para sustentar y dar forma al fondo y los costados.

Un cabezal soporta 22 traveses de la superestructura; 11 por tramo. El apoyo donde descansan las traveses debe estar nivelado y dado que el cabezal tiene una pendiente transversal es necesario hacer una base por trabe, a la cual se denomina banco. Los bancos tienen una sección variable y se les coloca un armado por temperatura a base de una parrilla de 5 grapas del No. 4 a cada 10 cm. Por otra parte, es indispensable evitar el desplazamiento lateral de la superestructura para lo cual se construye en todos los cabezales 4 topes (2 para cada lado) que van colocados en los extremos con el objeto de dar confinamiento y su ubicación exacta depende del esviaje con que lleguen las traveses al cabezal (Figura No. 8).

Los estribos No. 1 y No. 7 del puente bajo estudio son

CORTE TRANSVERSAL DE COLUMNA

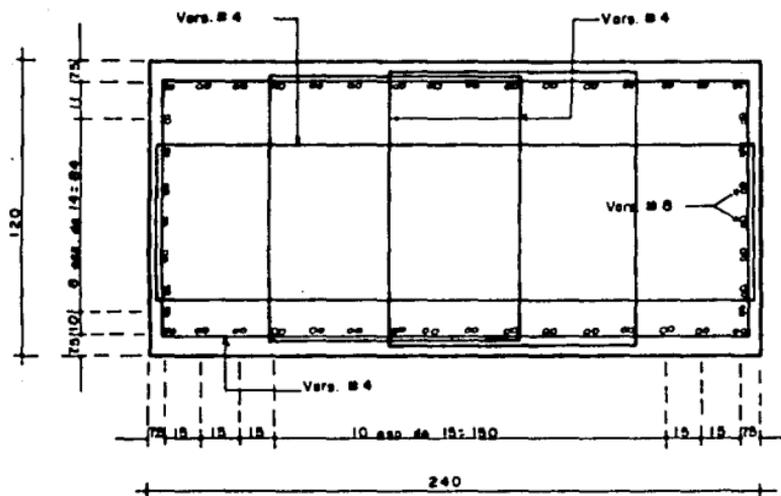


FIGURA No 6

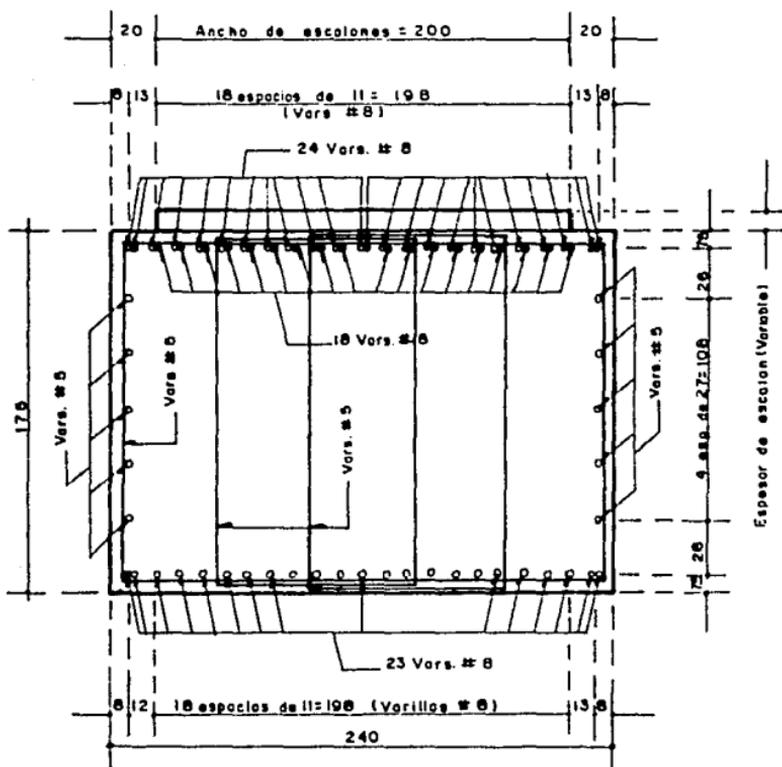


FIGURA No 7
CORTE TRANSVERSAL DE CABEZAL

cubriendo en total una longitud de 179.68 m., que son librados, como ya se apuntó anteriormente, a base de trabes presforzadas, del tipo pretensado precolado para los claros cortos y postensadas coladas en el sitio para los claros largos.

La concepción básica de las trabes presforzadas y en general de los elementos presforzados es que son elementos estructurales que antes de la aplicación de las cargas de trabajo que soportarán, o, al mismo tiempo, si son cargadas permanentemente, serán sometidas a un sistema de esfuerzos suplementarios, preferentemente de sentido contrario a los ocasionados por las cargas de servicio, de modo que las resultantes del conjunto de fuerzas aplicadas (cargas y esfuerzos permanentes así creados) no ocasionen esfuerzos que el o los materiales utilizados no estén en condición de soportar indefinidamente con toda seguridad.

El concepto anterior implica en el caso particular de las trabes de concreto, la necesidad de crear esfuerzos de compresión artificiales que contrarresten los esfuerzos de tensión inherentes a las cargas de servicio. La creación de estos esfuerzos es mucho más fácil de obtener que lo que en general se cree, siendo esta labor encomendada a varillas o cables de refuerzo de alta resistencia, que en lo sucesivo se le denominará acero de presfuerzo.

Así pues, los trabajos necesarios, descritos de manera breve, para obtener el presfuerzo son: Después de colar, ejercer una tensión sobre el acero de presfuerzo; este sufrirá una elongación, que al retirar las fuerzas de tensión tenderá a desaparecer, recuperando el acero de presfuerzo su estado original, sin embargo coloquemos en los extremos un sistema de sujeción que no permita al acero regresar a su estado original, por ende las fuerzas resultantes que impidan esto colocarán al concreto en un estado de compresión, el cual será el presfuerzo

buscado.

Si el presfuerzo se ejerce dentro del núcleo central, toda la zona estará comprimida. Si el presfuerzo como en nuestro caso, es excéntrico con respecto a este núcleo, creará compresiones en las fibras contenidas en cierta zona y tensiones en las otras. Será necesario, por tanto, colocar juiciosamente las barras destinadas a crear el presfuerzo y ejercer en ellas tensiones tales que la compresión originada sea igual o superior a las tensiones creadas por las cargas y sobrecargas y, por otra parte, que los esfuerzos de la zona en tensión, por el efecto del presfuerzo excéntrico, sean inferiores, en valor absoluto, a las compresiones normales ocasionadas por la carga mínima.

En resumen, que la suma algebraica de los esfuerzos de tensión y de compresión que originaron el presfuerzo, las cargas y las sobrecargas resulte positiva en toda la sección, es decir, sean solo esfuerzos de compresión. Los seis diagramas de la Figura No. 10 ilustran claramente los conceptos anteriormente expuestos.

El proceso de construcción de las traveses se inicia con el colado de una plantilla de concreto $F'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ que tiene por objeto nivelar el terreno, dar limpieza a los trabajos y servir de base a la cimbra metálica que se utiliza en el colado de las traveses.

Con la plantilla colada se procede a habilitar y colocar el acero de refuerzo, encargado de tomar los esfuerzos originados por temperatura y cortante en la travesa. Así mismo se colocan seis vainas por donde posteriormente se introducirá el acero de presfuerzo. Es importante destacar que en la colocación de las vainas se debe tener extremo cuidado para dejarlas perfectamente alineadas en la posición que indiquen los planos, puesto que en

FIGURA No 10

COMPORTAMIENTO DE LOS ESFUERZOS DE TENSION Y COMPRESION INDUCIDOS CON PRESFUERZO

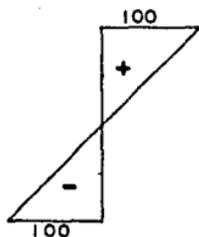


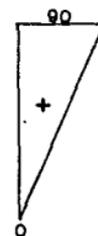
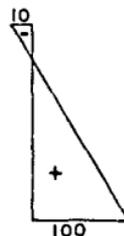
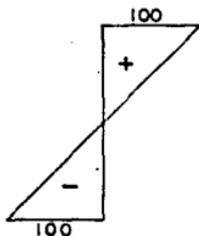
Diagrama de esfuerzos teórico sin presfuerzo ocasionado por las cargas de servicio.



Diagrama de esfuerzos inducidos aplicando presfuerzo antes de someterlo a servicio.



Diagrama de esfuerzos reales con presfuerzo en servicio.



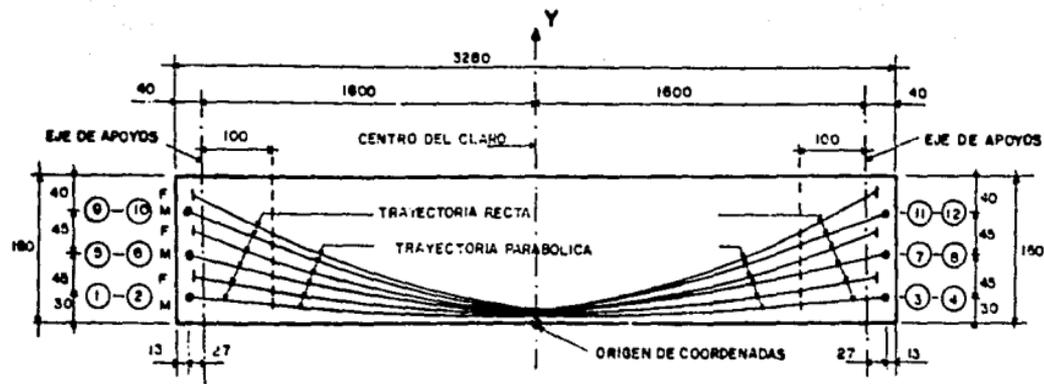
cada sección transversal de la trabe es importante la ubicación de la resultante del presfuerzo, de no ser así se pueden presentar efectos de pandeo lateral que afecten la capacidad de carga de la trabe.

Ya colocado el acero de refuerzo y las vainas se procede a introducir en cada vaina dos cables formados cada uno por doce alambres de 7 mm. de diámetro de acero de alta resistencia, con un límite de ruptura LR = 15,500 Kg/cm², y que es la especificación propia para nuestro caso, del refuerzo que se ha citado anteriormente como acero de presfuerzo. La Figura No. 11 muestra la trayectoria de los cables.

A continuación se coloca la cimbra, la cual es a base de módulos metálicos que permite fabricar trabes de diferentes longitudes, y se procede a colarla, usando concreto F'c = 350 Kg/cm², el cual deberá ser bien vibrado para evitar que queden burbujas de aire dentro de la trabe. Las Figuras No. 12 y 13 muestran la sección tipo en el apoyo y al centro del claro respectivamente, de una trabe de concreto presfuerzoado.

Al alcanzar el concreto el 80 % de la resistencia proyectada se inician los trabajos de presfuerzo, en este caso denominados postensados, usando el sistema Freyssinet, en donde la unidad de anclaje para poder tensar las trabes y crear el efecto de compresión en el concreto, está formado por un cono alargado (cono hembra) y un tapón con ranuras (cono macho), los cuales originan una perfecta sujeción en el tendido; los pasos a seguir para el tendido de las trabes se enlistan a continuación :

- Se montan los gatos hidráulicos y se acomodan los alambres de los cables en las mordazas ex profeso para ello.
- Se coloca el cono macho en su posición, sin darle presión.
- Se inicia el tendido de los dos primeros cables.



F: Anclaje fijo.
M: Anclaje móvil.

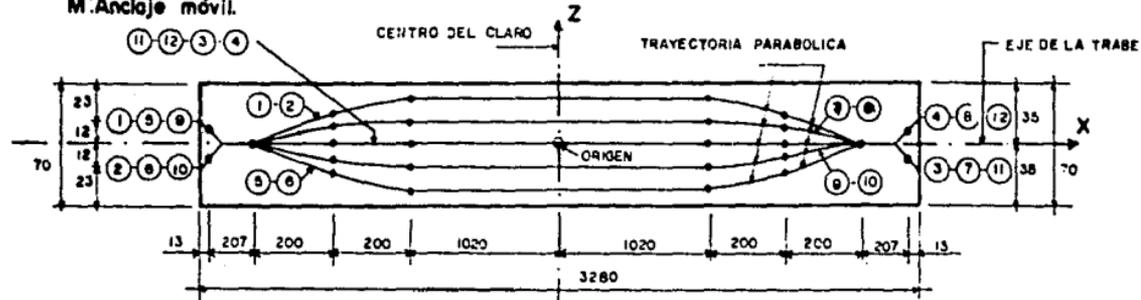


FIGURA N. 11 UBICACION Y TRAYECTORIA DE LOS CABLES.

determinando sus alargamientos a presiones de 100, 200, 300 y 380 Kg/cm², comparándose en cada caso con el alargamiento teórico y en caso de no ser similares se detiene el proceso hasta verificar la causa de la diferencia. Cabe señalar que el presfuerzo total de una trabe se hará en una sola operación en el siguiente orden:

10. Cables 9 y 10
20. Cables 11 y 12.
30. Cables 1 y 2.
40. Cables 3 y 4.
50. Cables 5 y 6.
60. Cables 7 y 8.

- Al llegar a la tensión de proyecto con el alargamiento esperado, en el extremo de anclaje, el cono macho se empuja hacia el cono hembra con una presión suficiente para que sujete levemente los alambres del cable, a fin de que conforme se retire la fuerza de tensado del gato hidráulico los alambres del cable al tratar de recuperar su longitud original jalen al cono macho permitiendo su acoplamiento contra el cono hembra, con lo que se impide que el tensado del cable se pierda.
- Se determina la presión de entrada del cono macho y se obtiene el desplazamiento del cable para asegurar que el tensado aplicado al cable es el adecuado con respecto al proyecto ejecutivo.
- Se obtiene el porcentaje de error en el alargamiento de cada uno de los cables y en caso de obtenerse valores fuera de las especificaciones se destruye el cono macho y se repite toda la operación de tensado.

Las especificaciones para el tensado usadas en las trabes

para el puente bajo estudio son :

- No se permite cortar ni inyectar ningún cable cuyo alargamiento medido sobrepase $\pm 7\%$ al calculado.
- Se debe suspender el tensado si los alargamientos son muy altos.
- La presión máxima del tensado no debe ser mayor de 400 Kg/cm².

Una vez que se han terminado los trabajos del tensado de los cables, se inyecta una lechada de cemento en los ductos de los cables para protegerlos contra la corrosión y a su vez ligarlos con el concreto, pretendiendo además, incrementar la resistencia a la flexión y la ductibilidad de las trabes; el proporcionamiento de la lechada es el siguiente :

cemento	100.00 Kg.
agua	40.00 Lts.
aditivo (Pozzolith)	0.35 Lts.

Después que se tengan 24 horas de haber inyectado la lechada se está en posibilidad de colocar las trabes en el lugar que les corresponden, siendo llamado a este proceso montaje.

El montaje se inicia con la colocación de una trabe metálica, que servirá de resvaladera a las trabes de concreto al contar con una base con ruedas en la parte superior; a continuación se sube la trabe a una plataforma (cama baja), que la ubicará al lado de la trabe metálica y que será encargada también de empujar la trabe presforzada a lo largo de la metálica; de esta forma la trabe presforzada alcanza sus dos apoyos. Posteriormente entre dos grúas llevan la trabe

presforzada a la posición que le corresponde, quedando los extremos colocados sobre apoyos integrales de neopreno que a su vez apoyan sobre los bancos de concreto de la pila o el estribo según sea el caso.

Concluido el montaje se empiezan los trabajos de cimbrado y armado de los diafragmas intermedios y extremos, cuya finalidad es el arriostrar y aglutinar a todas las trabes en un solo elemento que presente una fuerte rigidez. El detalle de armado y sección geométrica de los diafragmas se muestra en la Figura No. 14 .

Una vez colados los diafragmas se da paso a los trabajos de cimbrado de la losa, siendo importante destacar el sistema que se usó para brindarle apoyo entre las trabes presforzadas a la cimbra, el cual se detalla en la Figura No. 15 .

Con la cimbra terminada se procede a colocar el acero de refuerzo de la losa, el cual se muestra en la Figura No. 16, teniendo especial cuidado en dejar ancladas las varillas de liga para las guarniciones y banquetas, que se construirán posteriormente, y colocar las silletas necesarias para impedir que las parrillas de acero se muevan durante el colado de la losa.

Completo el armado de la losa y colocados los drenes de P.V.C., se inicia el colado de la misma con concreto de $F'c = 250$ Kg/cm².; proceso que se lleva a cabo con la utilización de carretillas de volteo (buggy), para acarrear el concreto desde las ollas mezcladoras hasta su posición en la losa; empleando pasarelas formadas con triplay para darles una superficie de rodamiento uniforme a los buggies.

Una vez colada la losa se inician los trabajos de armado y

FIGURA No 14

CORTE LONGITUDINAL DE DIAFRAGMA INTERMEDIO

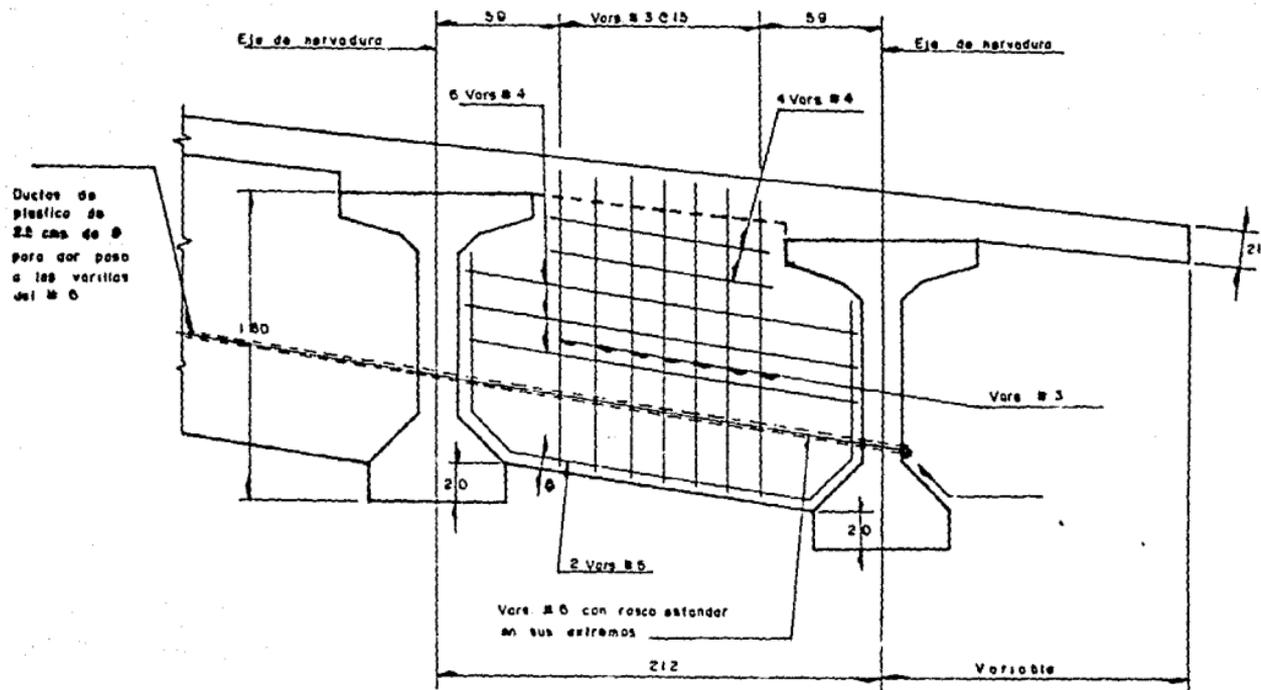
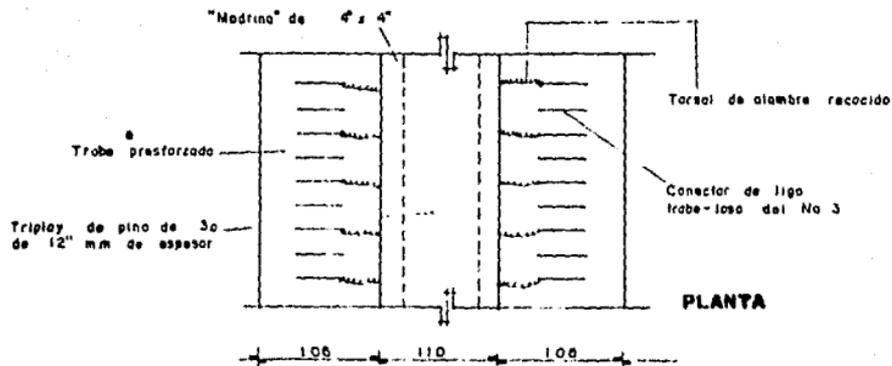
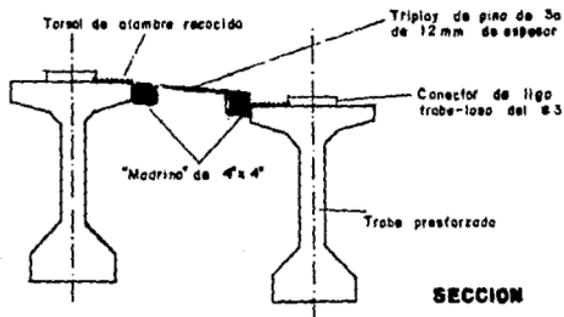


FIGURA No 15

DETALLE DE CIMBRADO
PARA LOSA SUPERIOR
ENTRE TRABES
PRESFORZADAS



cimbrado de las guarniciones y banquetas especificadas en el proyecto ejecutivo. usarse en los colados concreto $F'c = 250$ Kg/cm²; la sección y el armado de estos elementos se detallan en la Figura No. 17 y es importante cuidar el acabado de los mismos para darle una buena presentación al puente. Así mismo se colocara sobre la guarnición el parapeto especificado en el proyecto y del cual se muestra el detalle en la Figura No. 18 . Cabe señalar que estos elementos constituyen protecciones al usuario, puesto que impiden que se salgan del puente o se basen al carril contrario en caso de un accidente.

Finalmente se dejan listas las preparaciones para colocar, despues de tendido el pavimento, las juntas antisísmicas entre losa - losa y losa - estribo, que tienen por objeto permitir un cierto desplazamiento de las losas sin que estas estén sujetas a cargas adicionales entre ellas y dar una sensación de continuidad en la superficie de rodamiento a los usuarios del puente. El detalle de la junta antisísmica se muestra en la Figura No. 19 junto con el procedimiento de colocación.

II.4 Pavimentos.

La parte más importante de una carretera, aeropuerto o calle es su pavimento. Sin esta estructura no se puede pensar en tránsito rápido, cómodo y seguro en esas obras.

Para obtener una superficie de rodamiento adecuada en los puentes, que de una buena adherencia y no presente fallas de nivel, es necesario cubrir con una capa de concreto asfáltico la losa de la superestructura, así como construir los accesos al mismo con las especificaciones adecuadas.

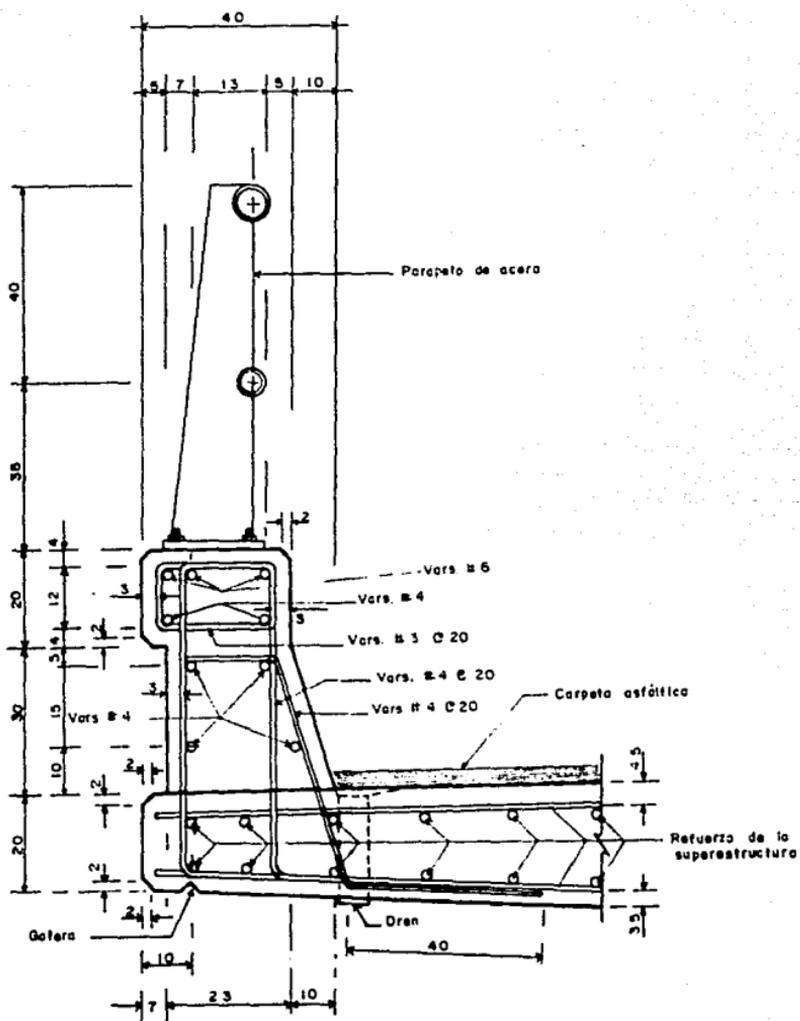


FIGURA N. 17

GUARNICION TIPO SOBRE LOSA

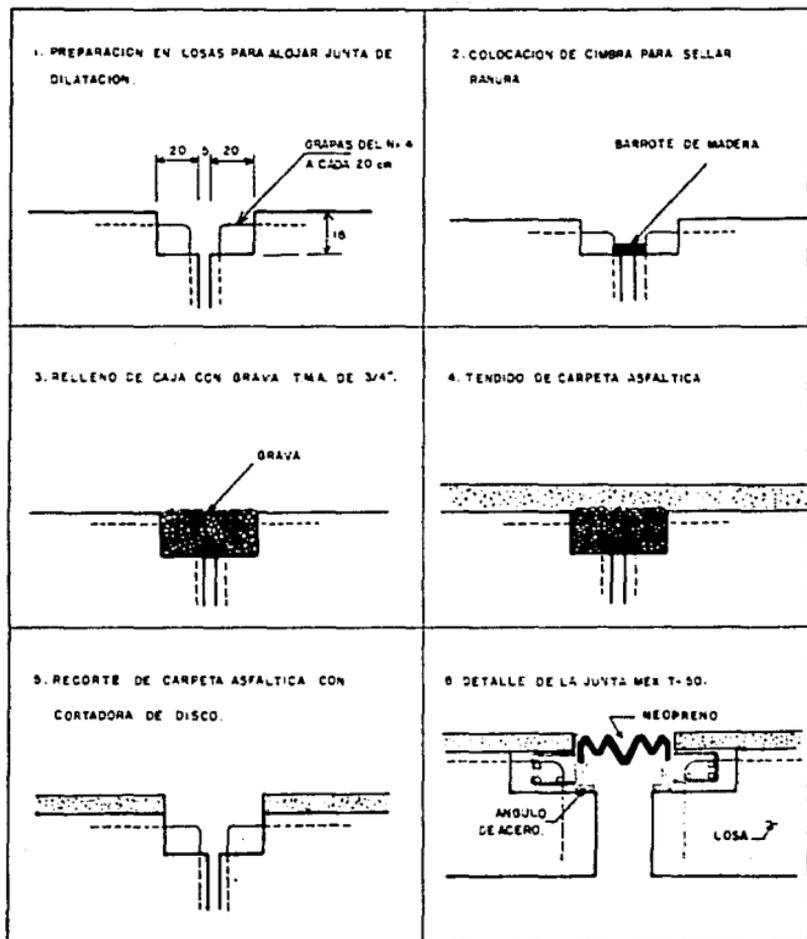


FIGURA N. 19
JUNTA DE DILATACION

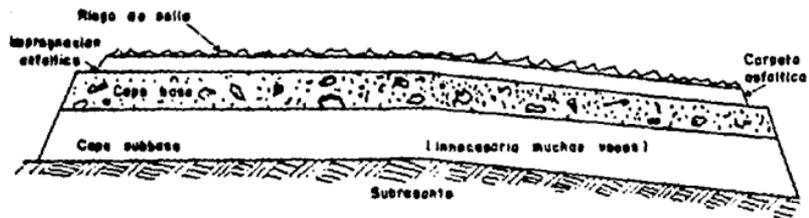
Desde hace muchas décadas se han hecho intentos de clasificar los diferentes pavimentos, usándose actualmente para ello la forma en que los pavimentos distribuyen a la subrasante la carga recibida; obteniéndose dos tipos generales:

- Pavimentos flexibles, que son los formados de varias capas de suelo y una carpeta asfáltica superficial, que distribuyen la carga recibida a través del espesor de esas capas hasta dejar a la subrasante una pequeña carga de acuerdo a su capacidad soportante.
- Pavimentos rígidos, que son los formados de una losa de concreto de cemento Portland, muy rígida y resistente, que tiende a absorber la carga recibida repartiéndola en una muy amplia área de la subrasante.

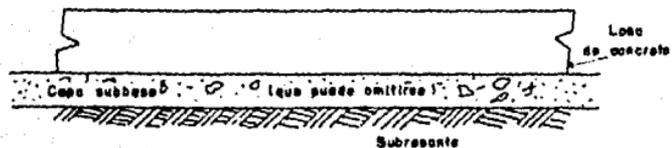
Los accesos de los puentes pueden ser construidos con ambos tipos de pavimento. En la Figura No. 20 se presenta una sección transversal típica de cada uno de ellos.

Como se señaló anteriormente, la función del pavimento es soportar las cargas que los vehículos les transmiten a través de sus llantas. Lo normal en diseño de pavimentos es considerar el peso de los ejes, que pueden tener dos o cuatro llantas. El peso máximo en nuestro país es de 14,500 kg para un eje tandem de ocho llantas. Estas cargas máximas varían de una nación a otra, y en los Estados Unidos de Norteamérica, de un estado a otro.

Para efecto de diseño, en América, siguiendo la experiencia norteamericana, se ha adoptado una carga "eje sencillo" de diseño, de 8,500 kg.



PAVIMENTO FLEXIBLE



PAVIMENTO RIGIDO

FIGURA No. 20 SECCIONES TÍPICAS DE PAVIMENTO

Así mismo, una de las variables más importantes en el diseño de un pavimento es el tránsito que lo usará, por lo que actualmente todos los métodos de diseño de pavimentos la consideran al analizar el tránsito de los vehículos que usarán el pavimento para una vida de diseño, generalmente de 20 a 25 años; proceso que se implementa al determinarse el volumen de tránsito de cada tipo de vehículo por medio de aforos, y posteriormente se transforman, según su tipo, a cargas eje sencillo de diseño de 8,500 kg.; es importante señalar que una vez cuantificado el número de las cargas eje sencillo se deben incrementar para la vida de diseño, considerando la tasa de aumento anual de los vehículos, siendo la más común del 4 % .

En la Tabla No. 4, se han considerado cinco categorías de tránsito, cuyos niveles cubren adecuadamente las intensidades, que van de las mínimas (1000 cargas estándar) a las máximas (30'000,000 de cargas estándar).

Tabla No. 4 . Categorías de Tránsito.

Categoría	Descripción
1	Calles residenciales, estacionamientos de automóviles.
2	Calles residenciales alimentadoras. Pocos autobuses.
3	Avenidas, estacionamientos industriales, regular cantidad de autobuses, calles y estacionamientos de mercados de abastos
4	Calzadas y calles comerciales con muchos autobuses.
5	Carreteras urbanas, autopistas.

Los accesos al puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacifico" se construyeron usando pavimento del tipo flexible, considerandose su diseño en la categoría No. 5, y conformado por una capa subrasante, una capa de base y la carpeta asfáltica, cuyas características se detallan a continuación.

Los últimos 30 cm de una terracería, de corte o terraplén se conocen como capa subrasante o simplemente como subrasante. Esta capa es muy importante para los pavimentos y constituye sus cimientos.

Las capas base y subbase están principalmente relacionadas con los pavimentos flexibles de superficie asfáltica, siendo un elemento estructural muy importante. Muchos de esos pavimentos deben su adecuado comportamiento y su larga vida, a la calidad y espesor de esas capas, principalmente la base, que es el corazón de los pavimentos flexibles. En los pavimentos rígidos de concreto, el pavimento está formado exclusivamente por la losa de concreto. Si el tránsito es intenso o si el suelo subrasante es pobre, se debe incluir una capa base o subbase, en caso contrario, no se justifica la inclusión de esa capa.

En pavimentos flexibles las capas base y subbase tienen la principal función de contribuir mucho a la capacidad de soportar cargas del pavimento. La base debe tener la suficiente resistencia para recibir la carga de la superficie arriba de ella, y transmitirla a un nivel de esfuerzo adecuado, a la capa siguiente, que puede ser una subbase o una subrasante.

Actualmente podemos considerar 2 clases de bases:

- Base granular: de grava triturada y mezcla natural de agregado y suelo.

- Base estabilizada: suelos con cemento Portland, cal o asfalto.

En las primeras "Bases Granulares", la estabilidad del material depende de la fricción interna y de su cohesión. Una alta cohesión interna se consigue con agregados bien graduados, de forma irregular y con una pequeña cantidad de finos limoarenosos. Para los accesos del puente se uso este tipo de base, obteniendose los agregados de la explotación de un banco de materiales ubicado en el lecho de un arroyo.

En las bases "Estabilizadas", la estabilidad depende de la resistencia proporcionada por la liga del suelo y cemento, cal o asfalto. Aquí, la granulometría es de importancia secundaria para la resistencia obtenida.

La capa subbase, en pavimentos flexibles, tiene como principal función abaratar el costo del pavimento. Si el espesor de la base es de más de 20 cm, conviene sustituir parte de ese espesor con un material de menor calidad, que abunde localmente.

La calidad de un material para subbase o base, como también se le llama, en los pavimentos de concreto, no necesariamente debe ser la misma que para las bases de pavimento flexible en donde sí tienen una función estructural. Esa capa intermedia, entre la losa de concreto y la subrasante, debe tener mejor calidad que la subrasante, pero puede ser de menor calidad que la base de pavimentos flexibles, aumentando, si es necesario su espesor para aprovechar los materiales locales.

Se denomina carpeta asfáltica a la capa o capas, formadas de agregados pétreos y asfalto, colocada sobre la capa base y cuya función es proporcionar una superficie tersa y segura al rodamiento de los vehículos.

La carpeta asfáltica debe tener suficiente resistencia tanto al desgaste como a la fractura para soportar las cargas, así como ser antiderrapante y no deformarse. A la carpeta asfáltica la acompañan otros elementos asfálticos, como riego de sello, riego de liga y riego de impregnación. Así mismo, se consideran tres tipos de carpeta asfáltica, que son:

Las carpetas de tratamientos o riegos superficiales, consisten en dar un riego de asfalto FR-3 o alguna emulsión, sobre la base impregnada y cubrirlo con material pétreo. La carpeta puede consistir de un riego, dos riegos o tres riegos. Cuando es de dos o tres riegos, en el primero se coloca el asfalto y se cubre con el agregado mayor 25 mm. (1") o 19 mm. (3/4"). Después se vuelve a aplicar otro riego de asfalto y se cubre con el siguiente agregado, y de nuevo se aplica otro riego de asfalto y el agregado menor. El espesor de esta carpeta varía de 10 a 25 mm., y es la de menor costo y calidad, sin embargo es la más sencilla de construir por utilizar poco equipo.

Las carpetas de mezcla en el lugar se construyen acamellonando el agregado (de granulometría gruesa o fina) sobre el lugar y aplicándole con una petrolizadora la cantidad adecuada de asfalto (rebajado o emulsión), mezclándolos con motoconformadora o equipo especial de mezclado. Después de volatizar los solventes o evaporarse el agua, se tiende y compacta la mezcla al espesor fijado. La cantidad de asfalto varía con la granulometría y puede ser entre el 3 y el 6 % . Estas carpetas pueden tener un espesor de 4 a 7 cm. Su calidad es superior a la de tratamientos superficiales, sin embargo no deben usarse para categorías de tránsito 3, 4 y 5. Las carpetas de mezcla en el lugar deberán elaborarse con un asfalto rebajado o una emulsión asfáltica. La mezcla asfáltica deberá compactarse al 95 % mínimo. La permeabilidad de las carpetas de mezcla en el

lugar deberá ser menor del 10 %.

Cuando el tránsito sea intenso y pesado, como es nuestro caso, la carpeta asfáltica se elabora con cemento asfáltico, llamándosele de concreto asfáltico, siendo adecuado su uso para tránsito de categorías 3, 4 y 5. La calidad de una carpeta de concreto asfáltico, depende de la granulometría del agregado, compactación y cantidad de asfalto en la mezcla.

Las carpetas asfálticas de mezcla en el lugar y las de concreto asfáltico, deben recibir un riego de sello para impermeabilizar o para vitalizar su superficie reseca o desgarrada. Los riegos de sello pueden ser de dos clases:

- De tratamiento superficial.
- De mortero asfáltico (Slurry Seal).

Los riegos de sello por "tratamiento superficial", consisten en aplicar asfalto FR (2 o 3) o emulsión asfáltica, y cubrirlo con agregado de tamaño máximo de 1/2". La cantidad de asfalto FR, varía de 1 a 2 lt/m², y se aplica en caliente. La emulsión asfáltica se aplica en frío. El defecto de este riego de sello es la gran cantidad de agregado que no se liga con el asfalto, provocando mucho polvo y el rompimiento de parabrisas de vehículos durante mucho tiempo.

Los riegos de sello con mortero asfáltico, son muy adecuados para pavimentos de calles y aeropuertos, y consisten en mezclar un agregado (arena), emulsión asfáltica, cemento Portland o cal y agua, haciendo un "Lodo asfáltico", el cual se coloca en frío sobre las carpetas. En las emulsiones asfálticas al evaporarse el agua agregada y la de la emulsión, el agregado queda cementado juntamente con el asfalto, produciendo una delgada capa sellante sobre la carpeta asfáltica. Al abrirse al tránsito, no se

desprende el agregado, ya que al compactar ligeramente la capa, este queda totalmente fijo, pero con salientes para dar una superficie antiderrapante. Los sellos de mortero asfáltico varían de acuerdo a la condición del pavimento (viejo o nuevo) o de la base donde también pueden aplicarse como carpeta simple, todo en función de la textura o agrietamiento correspondiente.

Para el puente bajo estudio, tanto en los accesos como en la carpeta de las losas, se colocó un riego de sello con mortero asfáltico, usando en el caso de los acotamientos tezontle como agregado pétreo, procedimiento que es conocido como sello rojo.

CAPITULO III
PRESUPUESTO

El modelo contractual establecido para la construcción del puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacifico", bajo el esquema de obras concesionadas, define la forma de pago para los trabajos realizados mediante la estimación de los volúmenes ejecutados apegándose a un catálogo de conceptos tasado a un precio unitario; procedimiento que es implementado mediante el presupuesto de obra.

Las partes que conforman el presupuesto de obra son: El catálogo de conceptos que agrupa todas las actividades necesarias para la construcción del puente, cuantificadas con unidades representativas y convenientes a la actividad; y los precios unitarios que son el costo individual de cada actividad por la unidad de medición empleada. Elementos que serán descritos con detalle más adelante.

Cabe destacar que entre los objetivos del presupuesto de obra esta el controlar el costo de la obra de manera continua y de forma estricta, detectando cualquier desviación económica que se presente a lo largo de la construcción mediante la comparación periódica de los volúmenes ejecutados contra los volúmenes contratados; así mismo para mantener actualizado el costo de la obra se deberá adicionar el costo de los conceptos extraordinarios que se generen en la construcción, evaluándose bajo el criterio descrito anteriormente.

Los contratos a precio unitario pueden variar en forma razonable las cantidades de obra de los diversos conceptos sin órdenes formales de modificación; lo cual es muy común en el medio. Sin embargo, con el fin de que la constructora esté

protegida contra una amplia variación entre la cantidad de obra contratada y la cantidad de obra ejecutada, sin el beneficio de un ajuste en el precio, se acostumbra que el contrato disponga que los precios unitarios sean aplicables dentro de un intervalo, siendo en nuestro caso del 25 % en más o en menos de las cantidades contratadas.

III.1 Catálogo de Conceptos.

El catálogo de conceptos es un listado que agrupa todas las actividades necesarias para la construcción de la obra, sin embargo, es común que en la etapa de concurso y asignación de obra no este completo, por lo que el constructor en base a su experiencia debe evaluar el procedimiento constructivo que adoptara y definir las actividades extraordinarias que este genere, planteando en su propuesta el costo adicional, antes de comprometerse con un presupuesto. Así mismo, las actividades extraordinarias que se presenten por imponderables en la construcción de la obra se adicionarán al catálogo conforme se ejecuten, conciliando el precio unitario respectivo.

Cada concepto listado en el catálogo es cuantificado con unidades representativas y convenientes al mismo, obteniendo el volumen de obra a ejecutar para cada concepto del proyecto ejecutivo.

El catálogo de conceptos del puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacifico" se encuentra dividido en tres partidas principales, que son: Subestructura, Superestructura y Pavimentos; los conceptos que conforman cada partida junto con su cuantificación y precios unitarios correspondientes, así como su

importe y el costo total del puente se encuentra en el Anexo "A" de este documento.

Como se puede observar la descripción de los conceptos en el catalogo pudiera considerarse parca, sin embargo se debe tomar en cuenta que existen especificaciones amplias, claras y detalladas de los trabajos que constituyen cada concepto en las normas que edita la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, y que generalmente en el catalogo se presentan descripciones abreviadas para simplificar su manejo.

Asi mismo, es importante destacar que las especificaciones generales de construcción que edita la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) son las que norman la construcción de todas las estructuras usadas en vias de comunicación, y por lo tanto son las aplicables para la construcción del puente bajo estudio; en ellas se puede encontrar desde el desglose de las actividades que incluye cada concepto a realizar y el procedimiento para ejecutarlas, hasta las bases de pago para cada concepto y los requerimientos de calidad que debe cumplir la obra, basada en los parametros que se indican para evaluarla.

III.2 Precios Unitarios.

Como se señalo anteriormente los precios unitarios son el costo de una actividad por unidad de medición, esto es, el precio que se acuerda pagar a la constructora por ejecutar una unidad de un trabajo o actividad especifica, siendo cuantificada esta actividad en unidades de medición predeterminadas.

Un precio unitario se define por la suma del costo unitario y la utilidad, siendo el costo unitario la suma de los costos directos y los costos indirectos. Los costos directos son aquellos que engloban los montos por concepto de materiales, mano de obra y equipo; y los costos indirectos son aquellos que conjuntan los gastos erogados por la administración de la obra, administración central, financiamientos, fianzas y seguros, así como los imprevistos. La subdivisión de los elementos como se indico anteriormente es la forma clásica usada en nuestro medio para conformar un precio unitario.

Así mismo, para definir los materiales, la mano de obra y el equipo que se requieren para formar un precio unitario, es necesario conocer claramente las actividades que se necesitan realizar para obtener una cantidad unitaria del concepto, las cuales se definen mediante el planteamiento del proceso constructivo.

Para facilitar la formación y el manejo de los precios unitarios se acostumbra implementar precios unitarios de básicos, que son el costo de elementos que se repiten o usan constantemente en la formación de los precios unitarios; como sería el caso, por ejemplo, del costo del concreto de F'c=250 Kg/cm² que se utiliza en varios conceptos del catálogo de obra.

El desglose de algunos precios unitarios del catálogo de conceptos del puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacifico" se encuentran en el Anexo "B" de este documento.

Como se puede observar, en general el importe de los materiales y la mano de obra se incrementa considerablemente por los fletes de los materiales y por el hospedaje y ayuda en el pago de alimentos de la mano de obra. Por otra parte, la suma de los costos indirectos y la utilidad en obras de edificación

representa el 30 % del costo directo, sin embargo para las obras foráneas como carreteras esta suma se ve incrementada hasta un 45 %, al darle mayor peso a los imprevistos e incluir el costo originado por las carencias que se tienen al ser sitios inaccesibles o retirados de núcleos de población, lo cual justifica el porque la obra foránea es más cara que la obra urbana.

C A P I T U L O I V

PROGRAMA DE OBRA

Una de las actividades que reviste gran importancia cuando se prepara un presupuesto, es elaborar un programa de obra que defina el tiempo necesario para realizar la construcción deseada, basándose en los métodos constructivos que se implementen para ejecutar los trabajos que se presupuestan. Para ello, es necesario estudiar con detalle los planos y las especificaciones de construcción, así como visitar el lugar de la obra, a fin de que en la medida de lo posible, se cuente con todos los elementos de decisión que permitan una programación adecuada.

Adicionalmente, el programa de obra debe tomar en cuenta todas las partidas que pudieran afectar el progreso de los trabajos y las condiciones que impone el ritmo de la construcción; considerando factores condicionantes propios de la organización de la constructora, como son: las fechas ventajosas para iniciar una actividad, cuando pueden obtenerse partidas de equipo, las posibles fechas de entrega de los materiales por suministros, etc. Con la agrupación de todos estos datos se podrá determinar las tasas de producción para las diversas actividades del presupuesto y establecer aproximadamente el tipo, la cantidad y el tamaño de las diversas unidades del equipo, materiales y personal de construcción necesarios para llevar a cabo los trabajos.

Cabe destacar que el tiempo es menos tangible que la mano de obra o el material de los elementos que intervienen en la construcción; sin embargo es real y muy importante, encontrándose en la práctica que se le subestima, no obstante que generalmente en los contratos se incluyan cláusulas que sancionen económicamente a la constructora si esta se retrasa en la fecha

de entrega de la obra. Así mismo, cuando se tienen retrasos la constructora debe dar mantenimiento a la obra para que ésta no se deteriore, siendo siempre a cargo de la misma. Por lo anterior se concluye que el tiempo y el dinero están relacionados en la construcción de muchas y muy complicadas formas, las cuales tendrán que ser tomadas en cuenta a la hora de elaborar el programa de obra.

Así mismo, como se señaló anteriormente, el objetivo principal del programa de obra es mostrar las fechas de inicio y terminación de los diversos conceptos de un proyecto y por ende las del proyecto mismo, debiendo estar preparado al comienzo de los trabajos, con el fin de coordinar las actividades de todos los departamentos de la constructora.

El programa de obra se puede presentar en forma tabular o gráfica. Para el caso del puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacífico" se utilizó la representación gráfica en dos formatos distintos, debido a que se facilita su visualización y son complementarios para llevar el control de la obra.

El primer formato que se adoptó es por medio del diagrama de barras rectangulares o diagrama de Gantt, Anexo "C" de este documento. Esta gráfica muestra las fechas de inicio y terminación de cada concepto del presupuesto, mostrando los conceptos en los cuales se tienen actividades simultáneas y los conceptos que deben quedar terminados antes de que se comiencen otros.

En este formato se puede comparar el avance real de los trabajos con respecto al programado, dibujando otra barra abajo de las del programa que muestre las fechas de comienzo y terminación reales. Este método tiene la ventaja de la simplicidad, pero no indica la tasa de avance requerida por el

programa en intervalos medios o que la ejecución real está adelantada o retrasada con respecto al mismo.

Como se puede observar al programa de obra del puente "Paso Superior F.F.C.C. del Pacifico", Anexo "C" de este documento, se le ha incluido el monto aproximado de obra de acuerdo a los volúmenes que se planean ejecutar mensualmente; a fin de contar también con un programa financiero de obra, cuya importancia radica en la posibilidad de preveer los recursos económicos necesarios que a su vez permitan una real liquidez y mayor control tanto del contratante como de la constructora, mediante el conocimiento de los costos de obra mes a mes.

El segundo formato que se adopto es la representación gráfica de la aplicación del metodo de la ruta critica, Anexos "D" y "E" de este documento, el cual se desarrolló como una herramienta para administrar y controlar la ejecución de las obras.

El CPM (Critical Path Method) se basa en la planeación y en un análisis del proyecto que desglosa paso a paso las actividades a realizar en sus operaciones componentes, graficando sus relaciones secuenciales; por lo que es requisito conocer el tiempo que se llevará cada operación, así como el tiempo de espera requerido en la obtención de los materiales y el equipo.

El procedimiento para la aplicación del CPM es dividir el proyecto en actividades componentes y graficarlas, de manera que se muestren todas las relaciones secuenciales. Las actividades se representan por círculos, o nodos, relacionados por una secuencia de flechas. El análisis para establecer el programa práctico de tiempos se hace ya sea por metodos manuales o por medio de una computadora electrónica, ajustando la duración de las actividades y corrigiendo las relaciones entre ellas.

Para obtener la representación gráfica de la ruta crítica, se dibuja un diagrama de precedencia colocando el nodo que representa una actividad a la derecha del nodo que representa la actividad inmediata precedente. A cada nodo se le asigna un número consecutivo al de la actividad precedente. Los nodos se conectan por medio de flechas para indicar la secuencia del trabajo.

De esta manera, la ruta crítica será la secuencia de actividades que requieren mayor tiempo para quedar terminadas, y por consiguiente esta determinará la duración del proyecto.

Para acortar la duración del proyecto, es necesario disminuir el tiempo que se requiere en una o más actividades que se encuentran en la ruta crítica, llamadas también actividades críticas, y cuya holgura total siempre es de cero. Las actividades críticas se conectan por flechas dobles para indicar la ruta crítica.

La holgura total es la diferencia entre el tiempo requerido y el tiempo disponible para realizar la actividad. Equivale a la diferencia entre los tiempos optimistas y los pesimistas para iniciar o finalizar una actividad, colocándose su valor en la representación gráfica de la ruta crítica sobre la flecha de enlace con la actividad siguiente.

Debido a la complejidad de los proyectos, es necesario una planeación cuidadosa y completa. Sin embargo, se puede caer en el error de profundizar en los detalles hasta el punto en donde los hechos esenciales se oscurecen y los resultados son dudosos; para lo cual es recomendable seleccionar las actividades que se analizan de manera que, si lo permite el proceso constructivo de la obra, se englobe en una sola actividad de la ruta crítica

general una serie de actividades de detalle, repetitivas en la construcción, a manera de formar módulos de actividades.

El proceso anterior se aplicó en la ruta crítica del puente bajo estudio, analizando el proceso por separado de la construcción de una pila. Anexo "E" de este documento, e integrándolo a la ruta crítica general del puente como un módulo.

Cabe señalar que, el 80% del esfuerzo que se realiza al emplear el método de la ruta crítica se usa en analizar las actividades y en preparar la red, lo cual requiere conocimiento amplio y buen juicio de la construcción, experiencia práctica y sentido común. De acuerdo con esto, el método descansa sobre los mismos fundamentos que los métodos comunes de programación y planeación.

Por otra parte, el efecto del tiempo ganado o perdido en cualquier actividad se refleja en muchas otras actividades de la obra, por lo que es necesario efectuar una frecuente revisión de los programas de avance, en todas sus actividades, para detectar el momento en que el programa vigente se vuelva obsoleto y sea necesario efectuar una reprogramación.

Así mismo, el mantener un seguimiento continuo al programa de obra repercute en la previsión oportuna de la gran mayoría de los problemas que se suscitan en la misma, y por lo tanto la posibilidad de resolverlos antes de que se conviertan en críticos.

C A P I T U L O V

CONCLUSIONES

A manera de resumen, se dan en este capítulo algunas conclusiones de tipo general, que tienen por objeto resaltar los puntos más relevantes de los capítulos descritos anteriormente, siendo estas las siguientes:

- Existe la necesidad en el país de mejorar la red carretera actual, puesto que esta ya presenta insuficiencia en su funcionamiento.

- El gobierno de la república ha implementado los mecanismos para incorporar a la iniciativa privada a las actividades económicas generadoras del desarrollo del país, como el concesionamiento de obras.

- Existen dos factores fundamentales para el éxito de los proyectos concesionados:

1. Un esquema financiero sano basado en la operación rentable y libre de cualquier subsidio.

2. Realizar la construcción de las obras de acuerdo a los programas y presupuestos considerados en el análisis financiero y cumplir con las características de calidad a fin de garantizar la adecuada operación durante la vida útil de la obra, lo que implica llevar a cabo una estricta supervisión durante la construcción.

- El tramo "Plan de Barrancas" ubicado entre las ciudades de Magdalena en el estado de Jalisco e Ixtlan del Rio en el estado de Nayarit, presentó las condiciones necesarias para hacer

rentable la construcción de una vía alterna en esta zona, que resolviera la insuficiencia de la carretera federal.

- La alternativa proyectada fue una autopista de cuatro carriles con una longitud total de 22.21 Km. que presenta mejoras substanciales en tiempo de recorrido y seguridad para el usuario.

- El trazo de la autopista intersecta la vía del tren de la División Pacífico de Ferrocarriles Nacionales, por lo que se tuvo que proyectar el puente "Paso Superior Ferrocarril del Pacífico" para resolver este cruce.

- Los procedimientos constructivos de las obras varían considerablemente entre sí, sin embargo guardan siempre similitudes fundamentales, por lo que su estudio puede considerarse como una ayuda para el planteamiento del proceso constructivo de obras similares.

- El principio de una obra se encuentra en los estudios necesarios para elaborar el proyecto ejecutivo, el cual deberá ser revisado exhaustivamente para verificar que tome en cuenta todos los factores de funcionalidad y características del sitio de construcción.

- Los trabajos de construcción de las diferentes estructuras de la obra deben ser realizados por personal capacitado, a fin de garantizar la calidad de la misma.

- El proceso constructivo de puentes demanda una planeación rigurosa de las actividades a ejecutar, así como una supervisión estricta.

- Se deberá mantener control de todos los elementos en construcción para coordinar su ejecución y en su caso corregir

las anomalías que se generen; a fin de no caer en situaciones irreparables.

- Se deben plantear desde el principio de la obra los caminos apropiados para llevar el control económico de la misma, marcando los límites de aplicabilidad del presupuesto de obra e implementando los mecanismos que mantengan liquidez tanto de la contratante como de la constructora.

- El constructor deberá analizar cuidadosamente el proceso constructivo a emplear y definir las actividades no indicadas en el catálogo de conceptos para plantear el costo de las mismas antes de comprometerse con un presupuesto.

- Las especificaciones generales de construcción que edita la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (S.C.T.) son las que norman la construcción de todas las estructuras usadas en vías de comunicación en el país.

- El costo de la obra foránea es mayor que el de la obra urbana por lo alejado que se tienen los centros de abasto y la mayor probabilidad de que se presenten imprevistos.

- El programa de obra es uno de los elementos que más importancia tienen en la construcción, y su correcto planteamiento conlleva a un buen control de la obra.

- El seguimiento continuo al programa de obra repercute en la previsión oportuna de la gran mayoría de los problemas que se suscitan en la misma, y por lo tanto la posibilidad de resolverlos antes de que se conviertan en críticos.

B I B L I O G R A F I A

- Manual del Ingeniero Civil. Frederick S. Merritt.
Volumen I, II y III.
Editorial McGraw - Hill.
- Tecnología del Concreto. A. M. Neville.
Tomo 1, 2 y 3.
Editorial Limusa.
- Manual del Arquitecto y del Constructor. Frank E. Kidder y
Harry Parker.
Volumen 1 y 2.
Editorial Uteha.
- Mecánica de Suelos, T. William Lambe y Robert V. Whitman.
Editorial Limusa.
- Manual de Pavimentos. Jesús Moncayo V.
Editorial Cecsa.
- La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres. Alfonso Rico
Rodríguez y Hermilo del Castillo.
Volumen 1 y 2.
Editorial Limusa.
- Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de
Comunicaciones y Transportes.
Libro 3 y 4.
- Factores de Consistencia de Costos y Precios Unitarios.
Facultad de Ingeniería.
Universidad Nacional Autónoma de México.

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

- Principales Materiales Fabricados y su Empleo en la Construcción, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mecánica de Suelos, Eulalio Juárez Badillo y Alfonso Rico Rodríguez. Tomo I, II y III. Editorial Limusa.

A N E X O A

Catálogo de Conceptos para la
construcción del Puente "Paso Superior
Ferrocarril del Pacifico".

CATALOGO DE CONCEPTOS CON PRECIOS UNITARIOS PARA EL PUENTE

"PASE SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO".

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PUENTE FPCC DEL PAC. CANTIDAD	IMPORTE	
I SUBESTRUCTURA					
I.1	EXCAVACION PARA ESTRUCTURA CON MAQUINA EN SECO.	M3	15,187.15	4,700.00	71,379,615.00
I.2	CONCRETO HIDRAULICO P.U.O.T. COLADO EN SECO.				
I.2.1	DE F'c = 250 KG/CM2 EN ZAPATAS Y PILOTES.	M3	550,797.44	862.50	475,562,792.00
I.2.2	DE F'c = 250 KG/CM2 EN CUERPO DE PILAS.	M3	675,022.50	1,233.89	832,642,760.50
I.2.3	DE F'c = 250 KG/CM2 EN CAMEZAL DE PILAS.	M3	509,682.87	350.00	178,389,004.50
I.3	ACERO DE REPUNZO LIMITE ELASTICO 4000 KG/CM2 P.U.O.T.	M3	4,049.23	323,243.00	1,308,685,252.89
II SUPERESTRUCTURA					
II.1	CONCRETO HIDRAULICO P.U.O.T. COLADO EN SECO.				
II.1.1	DE F'c = 250 KG/CM2 EN LOSAS Y DIAFRAGMAS.	M3	756,370.30	872.30	659,781,812.69
II.1.2	DE F'c = 250 KG/CM2 EN GUARNICIONES Y PARAPETOS.	M3	691,888.85	32.30	22,348,009.85
II.1.3	DE F'c = 250 KG/CM2 EN ESTRIOS.	M3	734,027.03	430.00	316,218,844.52
II.1.4	DE F'c = 350 KG/CM2 EN TRABES.	M3	3,198,814.43	1,275.80	4,093,862,707.51
II.2	JUNTAS DE DILATACION.				
II.2.1	NO METALICAS P.U.O.T. DE CARTON ASFALTADO DE 4 CM. DE ESPESOR.	M2	128,241.40	21.00	3,975,483.40
II.2.2	NO METALICAS P.U.O.T. DE SIMAPLEX I-A DE 4 CM. DE ESPESOR.	DM2	8,119.66	339.00	2,752,564.74
II.3	ACERO DE REPUNZO CON LIMITE ELASTICO = 4000 KG/CM2.	KG	3,853.20	186,588.00	718,963,881.60
II.4	SURMISTRO, HABILITADO Y COLOCADO DE CABLE PARA TIAJE (ACERO DE PREPUNZO DE 1.27 CM. DE DIAMETRO).	KG	15,472.63	1,430.00	22,125,860.90
II.5	CAMELON CENTRAL SEPARADORA DE CONCRETO HIDRAULICO F'c=200 KG/CM2.	M3	263,021.11	35.40	9,310,947.29
II.6	APYOS INTEGRALES DE NEOPRENO.	DM3	61,827.25	1,035.00	63,991,203.75
II.7	ESTRUCTURA FABRICADA CON ACERO ESTRUCTURAL (PLACAS DE APONO).	KG	2,731.85	6,337.00	17,311,723.45
II.8	BRINOS DE PLASTICO DE 76 MM. DE DIAMETRO.	M	8,456.02	16.00	135,296.32
II.9	TUBO DE ACERO GALVANIZADO DE 7.6 CM. DE DIAMETRO, CEDALA 40.	M	5,197.55	57.00	296,260.35
II.10	DEFUNDA METALICA GALVANIZADA P.U.O.T.	KG	2,825.40	4,272.00	8,652,850.56

CATALOGO EN CONCEPTOS CON PRECIOS UNITARIOS PARA EL PUENTE

"PASO SUPERIOR FERROVIARIO DEL PACIFICO".

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	FUENTE FFOC DEL PAC. CANTIDAD	IMPORTE	
III PAVIMENTOS					
III.1 MATERIALES ASFALTICOS P.U.O.T. ASFALTOS REBAJADOS EN RIBDOS					
III.1.1	ASFALTO FN-1 EN RIBDO DE IMPERMEACION.	LT	664.57	1,650.00	1,116,477.60
III.1.2	ASFALTO PE-3 EN RIBDO DE LIGA.	LT	722.58	1,656.00	1,341,139.48
III.1.3	ASFALTO PE-3 EN RIBDO DE SELLO.	LT	690.35	2,227.00	1,537,439.45
III.2	BARRIDO DE LA SUPERFICIE POR TRATAR.	MA	444,670.34	0.19	84,487.36
III.3	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO DE 3 CM. DE ESPESOR P.U.O.T. DE BANCO.	M3	220,063.44	83.30	18,331,264.55
III.4	RIBDO DE SELLO P.U.O.T. UTILIZANDO MATERIAL PETREO 3-E DE BANCO.	M3	102,831.09	42.30	4,576,932.00
III.5	TERRAPLEN DE ACCESO CONSTRUIDO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES.	M3	18,354.84	3,256.00	59,653,230.00

NOTA :

LOS IMPORTES SON A PRECIOS CONSTANTES DEL 14 DE JUNIO DE 1989, Y NO INCLUYEN EL I.V.A.

COSTO TOTAL		
DE LA OBRA :		9,892,895,771.26

A N E X O B

Desglose de Precios Unitarios del
Catálogo de Conceptos del Punte "Paso
Superior Ferrocarril del Pacifico".

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

EJEMPLO N: 1

CONCEPTO: SUMINISTRO, FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO
HIDRAULICO EN COLUMNAS DE FILAS EN SUBESTRUCTURA,
DE $f'c = 250$ KG/CM², POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA
CONFORME AL INCISO 026-N.10 DE LAS NORMAS DE LA
SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

UNIDAD: M3

I. ANALISIS

1. OBTENCION Y CARGA DE GRAVAS

DEL ANALISIS BASICO No. 1 :

DOSIFICACION DE GRAVAS POR M3 DE CONCRETO :		0.6300 M3g/M3	
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 1,355.98 /M3g	x	0.6300 M3g/M3 = \$ 854.27 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 2,505.56 /M3g	x	0.6300 M3g/M3 = \$ 1,579.57 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 18,901.33 /M3g	x	0.6300 M3g/M3 = \$ 11,907.94 /M3
CARGO POR FLETES =	\$ 27.68 /M3g	x	0.6300 M3g/M3 = \$ 23.74 /M3

DEL ANALISIS BASICO No. 4 :

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 24.14 /M3g	x	0.6300 M3g/M3 = \$ 15.21 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 0.00 /M3g	x	0.6300 M3g/M3 = \$ 0.00 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 512.96 /M3g	x	0.6300 M3g/M3 = \$ 323.16 /M3
CARGO POR FLETES =	\$ 0.00 /M3g	x	0.6300 M3g/M3 = \$ 0.00 /M3

\$ 14,702.79 /M3

2. OBTENCION Y CARGA DE ARENA

DOSIFICACION DE ARENA POR M3 DE CONCRETO :

0.5350 M3a/M3

DEL ANALISIS BASICO No. 1 :

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 0.00 /M3a	x	0.5350 M3a/M3 = \$ 0.00 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 15,000.00 /M3a	x	0.5350 M3a/M3 = \$ 8,025.00 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 0.00 /M3a	x	0.5350 M3a/M3 = \$ 0.00 /M3
CARGO POR FLETES =	\$ 17,255.34 /M3a	x	0.5350 M3a/M3 = \$ 9,226.36 /M3

DEL ANALISIS BASICO No. 4 :

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 24.14 /M3a	x	0.5350 M3a/M3 = \$ 12.91 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 0.00 /M3a	x	0.5350 M3a/M3 = \$ 0.00 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 512.96 /M3a	x	0.5350 M3a/M3 = \$ 274.43 /M3
CARGO POR FLETES =	\$ 0.00 /M3a	x	0.5350 M3a/M3 = \$ 0.00 /M3

\$ 17,549.30 /M3

3. SUMINISTRO Y MANEJO DEL CEMENTO A GRANUL

DOSIFICACION DE CEMENTO POR M3 DE CONCRETO
DEL ANALISIS BASICO No. 3D

0.3680 TON/M3

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 3,306.66 /TON	x	0.3680 TON/M3	=	\$ 1,203.76 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 149,937.75 /TON	x	0.3680 TON/M3	=	\$ 58,175.05 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 2,347.82 /TON	x	0.3680 TON/M3	=	\$ 910.95 /M3
CARGO PGE FLETES =	\$ 18,574.51 /TON	x	0.3680 TON/M3	=	\$ 7,026.91 /M3

					\$ 67,577.47 /M3

4. OBTENCION Y MANEJO DEL AGUA

DOSIFICACION DE AGUA POR M3 DE CONCRETO :
DEL ANALISIS BASICO 2B

3.2020 M3a/M3

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 727.71 /M3a	x	0.2020 M3a/M3	=	\$ 147.00 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 85.49 /M3a	x	0.2020 M3a/M3	=	\$ 17.47 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 345.24 /M3a	x	3.2020 M3a/M3	=	\$ 69.74 /M3

					\$ 234.21 /M3

5. ADITIVO

INCLUSION DE AIRE

DOSIFICACION DE ADITIVO POR TONELADA DE CEMENTO :
DEL ANALISIS BASICO No. 14

0.8000 LTS/TON

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 96.63 /LTO x	0.8000 LTS/TON x	0.3680 TON/M3	=	\$ 29.99 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 3,237.31 /LTO x	0.8000 LTS/TON x	0.3680 TON/M3	=	\$ 1,004.96 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 120.91 /LTO x	0.8000 LTS/TON x	0.3680 TON/M3	=	\$ 37.52 /M3

ESTABILIZANTE

DOSIFICACION DE ADITIVO POR TONELADA DE CEMENTO :
DEL ANALISIS BASICO No. 14

2.0000 LTS/TON

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 96.63 /LTO x	\$ 2.00 LTS/TON x	0.3680 TON/M3	=	\$ 74.96 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 4,591.04 /LTO x	\$ 2.00 LTS/TON x	0.3680 TON/M3	=	\$ 3,562.65 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 120.91 /LTO x	\$ 2.00 LTS/TON x	0.3680 TON/M3	=	\$ 93.83 /M3

					\$ 4,803.84 /M3

6. MAQUILA DEL CONCRETO EN PLANTA

FACTOR DE UTILIZACION DE LA PLANTA DE CONCRETO =
FACTOR DE INCREMENTO AL PRECIO =
DEL ANALISIS BASICO No. 13-C. PARA :

0.5060
2.0000
11.0000 M3/HR

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 2,584.90 /M3	x	2.0000	=	\$ 5,169.80 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 148.39 /M3	x	2.0000	=	\$ 296.78 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 13,195.23 /M3	x	2.0000	=	\$ 26,390.46 /M3

					\$ 31,857.04 /M3

7. ACARREO DEL CONCRETO

DISTANCIA PROMEDIO =			9.0000		
FACTOR POR VELOCIDAD DE COLADO EN LOS CONCRETOS =			2.0000		
DEL ANALISIS BASICO No. 19					
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 431.85 /M3	x	2.0000	=	\$ 863.70 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 0.00 /M3	x	2.0000	=	\$ 0.00 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 6,274.61 /M3	x	2.0000	=	\$ 12,549.22 /M3

DEL ANALISIS BASICO No. 19-A

FACTOR POR CONDICIONES DEL CAMINO =			2.0000		
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 123.61 /M3-KM x	2.0000	x	8.0000 KM-S/2	= \$ 1,977.76 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 0.00 /M3-KM x	2.0000	x	8.0000 KM-S/2	= \$ 0.00 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 1,756.69 /M3-KM x	2.0000	x	8.0000 KM-S/2	= \$ 28,109.04 /M3

					\$ 43,529.72 /M3

8. PIERNAS 108 DE LA SUMA DEL 1 AL 7

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 10,429.38 /M3	x	0.1000	=	\$ 1,042.94 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 72,661.18 /M3	x	0.1000	=	\$ 7,266.12 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 80,696.20 /M3	x	0.1000	=	\$ 8,069.62 /M3
CARGO POR FLETES =	\$ 16,467.61 /M3	x	0.1000	=	\$ 1,646.76 /M3

					\$ 18,025.44 /M3

9. CIMERA

RELACION M2 DE SUPERFICIE/M3 CONCRETO			4.0000 M2/M3		
DEL ANALISIS BASICO No. 15A					
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 33,415.48 /M3	x	4.0000 M2/M3	=	\$ 133,661.92 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 22,294.28 /M3	x	4.0000 M2/M3	=	\$ 89,177.12 /M3

					\$ 226,839.04 /M3

10. CRUJADO DEL CONCRETO

RELACION M2 DE SUPERFICIE/M3 CONCRETO			4.0000 M2/M3		
DEL ANALISIS BASICO No. 17					

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 128.45 /M2	x	4.0000 M2/M3	=	\$ 513.80 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 399.68 /M2	x	4.0000 M2/M3	=	\$ 1.598.72 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 79.69 /M2	x	4.0000 M2/M3	=	\$ 318.76 /M3

					\$ 2.431.28 /M3

11. PREPARACION Y LIMPIEZA DEL SITIO DEL COLADO

GRADO DE DIFICULTAD 1.40
DEL ANALISIS BASICO No. 15

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 3,466.15 /M2	x	1.4000	=	\$ 4,852.61 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 2,010.31 /M2	x	1.4000	=	\$ 2,814.43 /M3

					\$ 7,667.04 /M3

12. COLOCACION DEL CONCRETO CON BOMBEO

GRADO DE DIFICULTAD 1.40
DEL ANALISIS BASICO No. 16-B

CARGO MANO DE OBRA =	\$ 4,588.17 /M3	x	1.4000	=	\$ 6,423.44 /M3
CARGO MATERIALES =	\$ 442.74 /M3	x	1.4000	=	\$ 619.84 /M3
CARGO MAQUINARIA =	\$ 16,523.68 /M3	x	1.4000	=	\$ 23,133.15 /M3
CARGO POR FLETES =	\$ 0.00 /M3	x	1.4000	=	\$ 0.00 /M3

					\$ 30,176.43 /M3

RESUMEN DEL CARGO POR METRO CUBICO DE CONCRETO :

PRECIO ELABORADO EN
JUNIO DE 1989

CARGO MANO DE OBRA	=	\$ 156.92-09 /M3
CARGO MATERIALES	=	\$ 175.322-96 /M3
CARGO MAQUINARIA	=	\$ 115.171-32 /M3
CARGO POR FLETES	=	\$ 18.114-37 /M3

		\$ 465.532-76 /M3

COSTO DIRECTO	:	\$ 465.532.76 /M3
45% INDIRECTO Y UTILIDAD	:	\$ 209.429.74 /M3

PRECIO UNITARIO	:	\$ 675.022.50 /M3

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

EJEMPLO No. 2

CONCEPTO: SUBMINISTRO, FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO HIDRAULICO EN TRABES PREESFORZADAS POSTENSADAS DE f'c = 350 KG/CM2, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA. EL PRECIO INCLUYE FORMACION DEL PATIO DE COLADO, PLANTILLAS, ACERO DE REFUERZO, DUCTOS, ANCLAJES, Y ACERO DE PRESTUVERO, CINGRADO Y DESCINGRADO, CUIDADO Y MANIOBRAS PARA TRANSPORTE Y MONTAJE DE TRABES PRECOLADAS.

UNIDAD: M2

1. FORMACION, NIVELACION Y COMPACTACION DEL PATIO DE COLADO

SE CONSIDERA DESMONTAR UNA AREA APROXIMADA DE 2.50 HA PARA CONSTRUIR EL PATIO DE COLADO.

DEL ANALISIS DE PRECIO UNITARIO NO. 1 (TERRACERIAS) PARA DESMORTE SE TIENE : \$ 925,067.52 /HA

\$ 925,067.52 /HA x 2.50 HA
 CARGO = ----- x \$ 15,214.93 /PZA
 152.00 PZAS

SE CONSIDERA DESPALMAR UN ESPESOR APROXIMADO DE 0.20 M.

DEL ANALISIS DE PRECIO UNITARIO NO. 2 (TERRACERIAS) PARA DESPALME SE TIENE : \$ 1,165.63 /M3

\$ 1,165.63 /M3 x 5000.00 M3
 CARGO = ----- x \$ 38,343.09 /PZA
 152.00 PZAS

SE CONSIDERA NIVELAR Y COMPACTAR UN ESPESOR DE 0.10 M.

DEL ANALISIS DE PRECIO UNITARIO NO. 8 (TERRACERIAS) PARA NIVELACION Y COMPACTACION SE TIENE : \$ 2,855.71 /M3

\$ 2,855.71 /M3 x 2500.00 M3
 CARGO = ----- x \$ 46,968.91 /PZA
 152.00 PZAS

CARGO POR PATIO DE COLADO : \$ 100,526.93 /PZA

2. CIMENTADO, DESCIMENTADO Y COLADO DE PLANTILLA DE CONCRETO DE f'c = 100 KG/CM2

CIMENTADO Y DESCIMENTADO

A. - MANO DE OBRA

CABO	\$ 25,622.27 /TMO	x	0.5000	=	\$ 12,911.14 /TMO
OF. CARPINTERO	\$ 20,865.32 /TMO	x	2.0000	=	\$ 41,730.64 /TMO
AYUDANTES	\$ 16,655.75 /TMO	x	2.0000	=	\$ 33,311.50 /TMO

					\$ 87,953.28 /TMO
	3.00% HERR. Y EQ. DE SEGURIDAD :				-----
					\$ 2,638.60 /TMO

					\$ 90,591.88 /TMO

RENDIMIENTO = 120.00 ML/TMO

	\$ 90,591.88 /TMO				
CARGO =	-----	x	60,000 ML/PZA	=	\$ 45,295.94 /PZA
	120.00 ML/TMO				

B. - MATERIALES

20.00 PZS DUELA DE 1"x2"x10' EN FRONTERAS	=	33.33 PT/PZA
44.00 PZS MADERA DE 2"x2"x 1' EN TROQUELES	=	14.67 PT/PZA
30.00 PZS MADERA DE 1"x2"x 4' EN TROQUELES	=	20.00 PT/PZA

		68.00 PT/PZA

	\$ 2,490.96 /PT	x	68.00 PT/PZA		
CARGO =	-----			=	\$ 56,461.76 /PZA
	3.00 USOS				

COLADO DE PLANTILLA DE CONCRETO DE f'c = 250 KG/CM2

A. - MANO DE OBRA

CABO	\$ 25,822.27 /TMO	x	0.5000	=	\$ 12,911.14 /TMO
OF. CARPINTERO	\$ 22,431.18 /TMO	x	2.0000	=	\$ 44,862.36 /TMO
AYUDANTES	\$ 16,655.75 /TMO	x	2.0000	=	\$ 33,311.50 /TMO

					\$ 91,085.00 /TMO
	3.00% HERR. Y EQ. DE SEGURIDAD :				-----
					\$ 2,732.55 /TMO

					\$ 93,817.55 /TMO

RENDIMIENTO = 4.00 ML/TMO
 \$ 93,817.55 /TMO
 CARGO = $\frac{\$ 93,817.55 /TMO}{4.00 PZA/TMO}$ = \$ 23,454.39 /PZA

B. - MATERIALES

CONCRETO DE f'c = 250 KG/CM2

DEL ANALISIS DE PRECIO UNITARIO No. 11 (PUENTES)

PARA CONCRETO SE TIENE :

NUMERO DE USOS QUE SE DARA A LA PLANTILLA = \$ 477,164.72 /M3
 VOLUMEN DE CONCRETO EN PLANTILLA POR TRABE = 1.60 M3/PZA

CARGO = $\frac{\$ 477,164.72 /M3 \times 1.60 M3/PZA}{2.00 USOS}$ = \$ 381,731.78 /PZA

CARGO POR CINGRADO, DESCIMBRADO Y PLANTILLA PARA COCADO DE TRABES : \$ 506,943.87 /PZA

3. SUMINISTRO, ACABADO, TRANSPORTE, HABILITADO, COLOCACION Y FUNDACION DEL ACERO EMPLEADO

DEL ANALISIS DEL PRECIO UNITARIO No. 18 (PUENTES) SE TIENE :

CARGO = \$ 2,657.38 /KG x 2552.53 KG/PZA = \$ 6,783,042.17 /PZA

CARGO POR SUMINISTRO Y ACABADO DE ACERO : \$ 6,783,042.17 /PZA

4. SUMINISTRO, HABILITADO, COLOCADO DE DUCTOS, ANCLAJES Y ACERO DE PRESFUERZO

A. - MANO DE OBRA

CABO \$ 25,822.27 /TMO x 0.5000 = \$ 12,911.14 /TMO
 TRC. PRESF. \$ 81,751.32 /TMO x 1.0000 = \$ 81,751.32 /TMO
 AYUDANTES \$ 16,655.75 /TMO x 6.0000 = \$ 99,934.50 /TMO

10.00% HERR. Y MD. DE SEGURIDAD : \$ 194,596.96 /TMO
 \$ 19,459.70 /TMO
 \$ 214,056.66 /TMO

RENDIMIENTO = 1.00 PZA/TMO

CARGO = $\frac{\$ 214,056.66 /TMO}{1.00 PZA/TMO}$ = \$ 214,056.66 /PZA

B. - MATERIALES

PRESUERZO DE 13 MM.	\$ 3,650.00 /KG	x	1130.4500 KG/PZA	= \$ 4,126,069.50 /PZA
VARILLA PARA SOPORTE	\$ 1,038.00 /KG	x	20.0000 KG/PZA	= \$ 20,760.00 /PZA
ALAMBRE RECOCIDO	\$ 1,651.72 /KG	x	10.0000 KG/PZA	= \$ 16,517.20 /PZA
CEMENTO P/ INYECTADO	\$ 162.93 /KG	x	750.0000 KG/PZA	= \$ 122,197.50 /PZA
ACRILE SOLUBLE	\$ 4,500.00 /LT	x	60.0000 LT/PZA	= \$ 360,000.00 /PZA

				\$ 4,645,544.20 /PZA

MATERIALES DE POSTENSADO (ANCLAJES VIVOS Y MUERTOS, CURVAS, DUCTOS, COPLER, MANGUITAS PARA INYECCION, CINTA DE AISLAR Y ADITIVOS P/INYECCION)

SE TIENE UN COSTO SEGUN COTIZACION DE			\$ 2,130.00 /KG	
VOLUMEN DE PRESUERZO SEGUN PLANOS			171,926.00 KG	
	\$ 2,130.00 /KG			
CARGO =	-----	x	171,826.0000 KG	= \$ 2,407,824.87 /PZA
	\$ 152.00 PZAS			

C. - EQUIPO

EQUIPO PARA TENSADO E INYECCION			\$ 558.00 /KG	
	\$ 558.00 /KG			
CARGO =	-----	x	171,826.0000 KG	= \$ 630,732.29 /PZA
	\$ 152.00 PZAS			

				CARGO POR PRESUERZO : \$ 7,898,266.02 /PZA

5. CONCRETO f'c = 350 KG/CM2 EN TRABES

DEL ANALISIS BASICO NO. 33

CARGO MANO DE OBRA	= \$ 263,950.13 /M3	x	10.45 M3/PZA	= \$ 2,758,592.36 /PZA
CARGO MATERIALES	= \$ 262,657.72 /M3	x	10.45 M3/PZA	= \$ 2,953,773.17 /PZA
CARGO MAQUINARIA	= \$ 34,769.19 /M3	x	10.45 M3/PZA	= \$ 363,338.04 /PZA
CARGO FLETES	= \$ 29,989.79 /M3	x	10.45 M3/PZA	= \$ 313,393.31 /PZA

				CARGO POR CONCRETO : \$ 6,389,096.88 /PZA

6. MANIOBRAS PARA EL TRANSPORTE Y MONTAJE DE TRABES PRECOLADAS

INCLUYE MANIOBRAS PARA SUBIR AL TRANSPORTE, TRANSPORTE DE FATIO DE COLADO DE LA OBRA, MANIOBRAS DE DESCARGA Y ACONDO PARA MONTAJE, MONTAJE EN APOYOS

A.- MANO DE OGRA

CABO	\$ 25,822.27 /TNO	x	1.0000	=	\$ 25,822.27 /TNO
OP. DE GRUA S/O	\$ 22,431.18 /TNO	x	2.0000	=	\$ 44,862.36 /TNO
MANOBRISTAS	\$ 15,655.75 /TNO	x	4.0000	=	\$ 62,623.00 /TNO
OP. TRACTOCAMION	\$ 23,143.98 /TNO	x	1.0000	=	\$ 23,143.98 /TNO
AYUDANTES	\$ 16,655.75 /TNO	x	5.0000	=	\$ 83,278.75 /TNO

\$ 243,730.36 /TNO

3.00% HERR. Y EG. DE SEGURIDAD : \$ 7,311.91 /TNO

\$ 251,042.27 /TNO

RENDIMIENTO = 2.00 PZA/TNO

\$ 251,042.27 /TNO

CARGO = ----- = \$ 125,521.14 /PZA

2.00 ML/TNO

B.- MATERIALES

FERRO DE 1 1/4"	\$ 12,000.00 /PZA	x	0.4000 PZA/PZA	=	\$ 4,800.00 /PZA
GRILLETE DE 1 1/4"	\$ 75,000.00 /PZA	x	0.1500 PZA/PZA	=	\$ 11,250.00 /PZA
CABLE ALMA DE ACERO	\$ 38,000.00 /M	x	0.8000 M/PZA	=	\$ 30,400.00 /PZA

\$ 46,450.00 /PZA

C.- EQUIPO

TRACTOCAMION	\$ 62,119.45 /HR	x	\$ 1.00	=	\$ 62,119.45 /HR
GRUA S/O LS418	\$ 254,464.50 /HR	x	\$ 2.00	=	\$ 508,929.00 /HR
REMOLQUE DOLLY	\$ 10,819.42 /HR	x	\$ 1.00	=	\$ 10,819.42 /HR

\$ 601,867.87 /HR

\$ 601,867.87 /HR

CARGO = ----- x 4.0000 HR/TNO = \$ 1,203,735.74 /PZA

2.00 PZA/TNO

CARGO POR MONTAJE DE TRABES : \$ 1,375,706.88 /PZA

COSTO TOTAL POR PIEZA : \$ 23,053,524.75 /PZA

COSTO POR M3 = $\frac{\$23'053,524.75 \text{ /TRABE}}{10.45 \text{ M3/TRABE}}$ = \$ 2,206,078.92 /M3

PRECIO ELABORADO EN
JUNIO DE 1969

COSTO DIRECTO : \$ 2,206,078.92 /M3

45.00 % INDIRECTOS Y UTILIDAD : \$ 992,735.51 /M3

PRECIO UNITARIO : \$ 3,198,814.43 /M3

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

EJEMPLO No. 3

CONCEPTO: SUMINISTRO, HABILITADO Y COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO PARA SUPERESTRUCTURA, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, CONFORME AL PAREATO 02.027-H.01 DE LAS NORMAS DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

UNIDAD: KG

I.- ACTIVIDADES INCLUIDAS :

- 1.- SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL ACEPO A LOS PATIOS DE LA OBRA
- 2.- HABILITADO DEL ACERO
- 3.- TRANSPORTE 1er. KM. DEL ACERO PARA LA DISTRIBUCION EN LOS FFENTES
- 4.- TRANSPORTE KM. SUBSECUENTES DEL ACERO PARA LA DISTRIBUCION EN LOS FFENTES
- 5.- COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO
- 6.- PONDERRACION

II.- ANALISIS :

1. SUMINISTRO Y TRANSPORTE DEL ACERO A LOS PATIOS DE LA OBRA:
DEL ANALISIS BASICO 7 TEMOS :

	<u>DIAMETRO 5/16-3/8</u>	<u>DIAMETRO 3/4-1 1/8</u>	<u>DIAMETRO 1 1/4- 1 1/2</u>
CARGO POR EQUIPO =	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 2,311.28 /TON	\$ 2,311.28 /TON	\$ 2,311.28 /TON
CARGO MATERIALES =	\$ 1,211,229.30 /TON	\$ 1,077,340.20 /TON	\$ 1,068,898.21 /TON
CARGO POR FLETES =	\$ 21,331.34 /TON	\$ 21,331.34 /TON	\$ 21,331.34 /TON
	-----	-----	-----
	\$ 1,234,871.92 /TON	\$ 1,100,952.82 /TON	\$ 1,092,540.83 /TON

2. HABILITADO DEL ACERO
DEL ANALISIS BASICO 9 TEMOS :

CARGO POR EQUIPO =	\$ 23,116.11 /TON	\$ 21,860.30 /TON	\$ 20,914.57 /TON
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 86,792.65 /TON	\$ 75,412.42 /TON	\$ 20,914.57 /TON
CARGO MATERIALES =	\$ 36,336.68 /TON	\$ 43,093.61 /TON	\$ 53,444.91 /TON
CARGO POR FLETES =	\$ 639.94 /TON	\$ 653.25 /TON	\$ 1,056.57 /TON
	-----	-----	-----
	\$ 146,885.58 /TON	\$ 144,319.58 /TON	\$ 96,340.62 /TON

3. TRANSPORTE 1er. KM DEL ACERO PARA LA DISTRIBUCION EN LOS FRENTES
DEL ANALISIS BASICO 9 TEMPOS :

CARGO POR EQUIPO =	\$ 5,285.79 /TON	\$ 5,285.79 /TON	\$ 5,285.79 /TON
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 11,305.17 /TON	\$ 11,305.17 /TON	\$ 11,305.17 /TON
CARGO MATERIALES =	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON
CARGO POR FLETES =	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON
	-----	-----	-----
	\$ 17,590.96 /TON	\$ 17,590.96 /TON	\$ 17,590.96 /TON

4. TRANSPORTE KM. SUBSC. DEL ACERO PARA LA DISTRIBUCION EN LOS FRENTES
DEL ANALISIS BASICO 10 TEMPOS :

CARGO POR EQUIPO =	\$ 703.65 /TON-KM	\$ 703.65 /TON-KM	\$ 703.65 /TON-KM
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 91.16 /TON-KM	\$ 91.16 /TON-KM	\$ 91.16 /TON-KM
CARGO MATERIALES =	\$ 0.00 /TON-KM	\$ 0.00 /TON-KM	\$ 0.00 /TON-KM

DISTANCIA DE SOBRECARGADO = 3.00 KM

CARGO POR EQUIPO =	\$ 6,332.85 /TON	\$ 6,332.85 /TON	\$ 6,332.85 /TON
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 820.44 /TON	\$ 820.44 /TON	\$ 820.44 /TON
CARGO MATERIALES =	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON
	-----	-----	-----
	\$ 7,153.29 /TON	\$ 7,153.29 /TON	\$ 7,153.29 /TON

5. COLOCACION DEL ACERO DE REFUERZO
DEL ANALISIS BASICO 11 TEMPOS :

CARGO POR EQUIPO =	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 232,835.16 /TON	\$ 232,835.16 /TON	\$ 232,835.13 /TON
CARGO MATERIALES =	\$ 173,549.79 /TON	\$ 197,679.96 /TON	\$ 524,346.56 /TON
CARGO POR FLETES =	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON
	-----	-----	-----
	\$ 392,384.95 /TON	\$ 430,515.02 /TON	\$ 821,721.81 /TON

GRADO DE DIFICULTAD = 2.00

CARGO POR EQUIPO =	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 425,670.32 /TON	\$ 425,670.32 /TON	\$ 474,710.27 /TON
CARGO MATERIALES =	\$ 359,099.58 /TON	\$ 395,359.72 /TON	\$ 1,168,653.35 /TON
CARGO POR FLETES =	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON	\$ 0.00 /TON
	-----	-----	-----
	\$ 784,769.90 /TON	\$ 821,030.04 /TON	\$ 1,643,453.62 /TON

6. ponderacion

RESUMEN INCISOS 1 AL 5

	<u>DIAMETRO 5/16-5/8</u>	<u>DIAMETRO 3/4-1 1/8</u>	<u>DIAMETRO 1 1/4- 1 1/2</u>
CARGO POR EQUIPO =	\$ 35,734.75 /TON	\$ 34,578.98 /TON	\$ 33,533.25 /TON
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 528,899.86 /TON	\$ 518,519.65 /TON	\$ 510,061.75 /TON
CARGO MATERIALES =	\$ 1,606,665.76 /TON	\$ 1,515,793.53 /TON	\$ 2,291,036.47 /TON
CARGO POR FLETES =	\$ 21,971.28 /TON	\$ 22,184.59 /TON	\$ 22,397.91 /TON
	7.00%	20.00%	73.00%

COSTO DIRECTO PONDERADO :

CARGO POR EQUIPO =	\$ 2,501.43 /TON	\$ 6,915.80 /TON	\$ 24,479.27 /TON
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 37,022.99 /TON	\$ 103,703.93 /TON	\$ 372,345.08 /TON
CARGO MATERIALES =	\$ 112,466.60 /TON	\$ 303,158.71 /TON	\$ 1,672,456.62 /TON
CARGO POR FLETES =	\$ 1,537.99 /TON	\$ 4,436.92 /TON	\$ 16,350.47 /TON

RESUMEN DEL CARGO POR ACERO :

PRECIO ELABORADO EN
JUNIO DE 1989

CARGO POR EQUIPO =	\$ 33.90 /KG
CARGO MANO DE OBRA =	\$ 513.07 /KG
CARGO MATERIALES =	\$ 2,080.08 /KG
CARGO POR FLETES =	\$ 22.33 /KG

\$ 2,657.38 /KG

COSTO DIRECTO :	\$ 2,657.38 /KG
45.00% INDIRECTOS Y UTILIDAD :	\$ 1,195.82 /KG
PRECIO UNITARIO :	----- \$ 3,853.20 /KG

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

EJEMPLO No. 4

CONCEPTO: SUBMINISTRO Y COLOCACION DE APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO, CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES.

UNIDAD: DM3.

I.- ACTIVIDADES INCLUIDAS

1.- SUBMINISTRO Y COLOCACION DE APOYOS INTEGRALES DE NEOPRENO

II.- ANALISIS :

A.- MATERIALES

APOYOS DE NEOPRENO (L.A.B. MEX., D.F.) = \$ 38,200.00 /DM3

B.- FLETES

10.00% DEL CARGO POR MATERIAL

CARGO POR FLETES = \$ 38,200.00 /DM3 x 10.00% = \$ 3,820.00 /DM3

C.- MANO DE OBRA

COLOCACION Y MANEJO EN OBRA

CABO DE OFICIOS \$ 25,822.27 /TMO x \$ 0.25 = \$ 6,455.57 /TMO

AYUDANTE GENERAL \$ 16,655.75 /TMO x \$ 1.00 = \$ 16,655.75 /TMO

\$ 23,111.32 /TMO

4.00% MEDIAN. Y EQUIPO \$ 924.45 /TMO

\$ 24,035.77 /TMO

RENDIMIENTO = 10.00 PZA/TMO

\$ 24,035.77 /TMO

CARGO = ----- = \$ 619.48 /DM3

10.00 PZA/TMO x 3.00 DM3/PZA

PRECIO ELABORADO EN
JUNIO DE 1989

RESUMEN POR CARGOS DE REOPENDIOS :

MATERIALES	=	\$ 38,200.00 /DM3
FLYES	=	\$ 3,820.00 /DM3
MANO DE OBRA	=	\$ 619.48 /DM3
		<hr/>
		\$ 42,639.48 /DM3

COSTO DIRECTO	:	\$ 42,639.48 /DM3
45% INDIRECTO Y UTILIDAD	:	\$ 19,187.77 /DM3
		<hr/>
PRECIO UNITARIO	:	\$ 61,827.25 /DM3

$$\text{CARGO} = \frac{\$ 226,258.24 \text{ /HR}}{1,000.00 \text{ H3c}} \times 13.0000 \text{ TMO} \times 6.0000 \text{ H2/TMO} = \$ 13,575.49 \text{ /M3c}$$

1-B) MONTAJE Y DESMONTAJE DE LA PLANTA

A) MANO DE OBRA

CABO DE OFICIOS	\$ 25,822.27 /TMO	x	1.0000	=	\$ 25,822.27 /TMO
OP. DE GRUA	\$ 25,783.85 /TMO	x	1.0000	=	\$ 25,783.85 /TMO
SOLDADOR	\$ 22,114.16 /TMO	x	1.0000	=	\$ 22,114.16 /TMO
ELECTRICISTA	\$ 21,912.43 /TMO	x	1.0000	=	\$ 21,912.43 /TMO
ALBARIL	\$ 22,431.18 /TMO	x	1.0000	=	\$ 22,431.18 /TMO
CARPINTERO	\$ 20,865.32 /TMO	x	1.0000	=	\$ 20,865.32 /TMO
MANICERISTAS	\$ 21,013.26 /TMO	x	3.0000	=	\$ 63,039.78 /TMO
AYUDANTES	\$ 16,655.75 /TMO	x	6.0000	=	\$ 99,934.50 /TMO
PEONES	\$ 14,353.08 /TMO	x	3.0000	=	\$ 43,059.24 /TMO
					\$ 344,962.73 /TMO
					\$ 10,348.82 /TMO
					\$ 355,311.61 /TMO

3.00% HERRAMIENTA Y EQUIPO

ESTA ACTIVIDAD SE REALIZA EN 30 TURNOS

$$\text{CARGO} = \frac{\$ 355,311.61 \text{ /TMO} \times 30.00 \text{ TMO}}{1,000.00 \text{ H3c}} = \$ 10,659.35 \text{ /M3c}$$

B) EQUIPO

GRUA DE 20 TON.	\$ 103,952.60 /HR	x	1.0000	=	\$ 103,952.60 /HR
SOLDADORA 300 AMP.	10425.87 /HR	x	1.0000	=	\$ 10,425.87 /HR
EQUIPO CXCORTE	\$ 331.84 /HR	x	1.0000	=	\$ 331.84 /HR
					\$ 114,710.31 /HR

$$\text{CARGO} = \frac{\$ 114,710.31 \text{ /HR}}{1,000.00 \text{ H3c}} \times 30.0000 \text{ TMO} \times 4.0000 \text{ H2/TMO} = \$ 13,765.24 \text{ /M3c}$$

C) MATERIALES

VIGUETA 3"	\$ 1,952.29 /KG	x	765.0000 KG	=	\$ 1,493,501.65
MADERA	\$ 2,450.96 /PT	x	1674.0000 PT	=	\$ 4,169,867.04
PLACA DE 1/4"	\$ 1,849.25 /KG	x	800.0000 KG	=	\$ 1,479,400.00
OXIGENO	\$ 4,215.95 /M3	x	30.0000 M3	=	\$ 126,478.50
ACETILENO	\$ 14,973.78 /KG	x	20.0000 KG	=	\$ 299,475.60

CABLE USO RUDO	\$ 5,775.41 /M	x	300.0000 M	=	\$ 2,032,623.00
POLIDUCTO 3"	\$ 8,038.54 /M	x	100.0000 M	=	\$ 803,854.00
SOLDADURA 7018	\$ 3,959.59 /KG	x	50.0000 KG	=	\$ 197,979.50

\$ 10,603,179.49

\$ 10,603,179.49

CARGO =

1000.00 M3c

= \$ 10,603.19 /M3c

2. SUMINISTRO Y ACABADO DE TODOS LOS MATERIALES

A) SUMINISTRO

FACTOR DE ABUNDAMIENTO	:	1.14 M3s/M3c
DESPERDICIOS	:	15.00%

DEL ANALISIS BASICO No. 1

MANO DE OBRA =	\$ 1,349.23 /M3	x	1.1500 DESP	x	1.1400 M3s/M3c	=	\$ 1,765.84 /M3c
MATERIALES =	\$ 2,505.66 /M3	x	1.1500 DESP	x	1.1400 M3s/M3c	=	\$ 3,284.92 /M3c
MAQUINARIA =	\$ 35,363.26 /M3	x	1.1500 DESP	x	1.1400 M3s/M3c	=	\$ 46,361.23 /M3c
PLETES =	\$ 37.66 /M3	x	1.1500 DESP	x	1.1400 M3s/M3c	=	\$ 49.40 /M3c

B) ACABADO DEL MATERIAL A LA PLANTA DE ASFALTO

EL MATERIAL SERA ACABADO CON CAMIONES PROPIOS,
DE LAS TOLVAS DE RECEPCION A LOS ALMACENAMIENTOS

DISTANCIA PROMEDIO DE ACABADO : 0.500 KM

a. EQUIPO

CAMION VOLTEO LIGERO	:	\$ 33,697.37 /HR
CAPACIDAD DEL CAMION	:	8392.0000 KG

C I C L O :

ACOMODO P/CARGA =	0.50 MIN
CARGA =	0.20 MIN
ACABADO CARGADO =	3.00 MIN
ACABADO VACIO =	2.50 MIN

0.500 KM x 60 MIN/HR
 10.00 KM/HR
 0.500 KM x 60 MIN/HR
 12.00 KM/HR

DESCARGA = 0.50 MIN

6.70 MIN

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL :

PESO VOL. COMPAC. = 2,000.00 KG/M³C

PESO VOL. SUELTO = 1,750.00 KG/M³C

VOL. = $\frac{8,392.00 \text{ KG}}{1,750.00 \text{ KG/M}^3\text{C} \times 1.14 \text{ M}^3\text{C/M}^3\text{C} \times 1.15}$ = 3.66 M³C

RENDIMIENTO = $\frac{3.66 \text{ M}^3\text{C/CICLO}}{6.70 \text{ MIN/CICLO}} \times 60.00 \text{ MIN/HR}$ = 32.76 M³C/HR

CARGO = $\frac{\$ 33,897.37 \text{ /HR}}{32.78 \text{ M}^3\text{C/HR}}$ = \$ 1,034.09 /M³C

D. MANO DE OBRA

CHOFER DE CAMION \$ 22,949.93 /TNO x 1.0000 = \$ 22,949.93 /TNO

AYUDANTE GRAL. \$ 16,655.75 /TNO x 1.0000 = \$ 16,655.75 /TNO

\$ 39,605.68 /TNO

3.0% HERRAMIENTA Y EQUIPO \$ 1,188.17 /TNO

\$ 40,793.85 /TNO

CARGO = $\frac{\$ 40,793.85 \text{ /TNO}}{32.7800 \text{ M}^3\text{C/HR} \times 8.0000 \text{ HR/TNO} \times 0.7500}$ = \$ 207.41 /M³C

3. ELABORACION DE LA MEZCLA ASFALTICA

A) MAQUINARIA

C.H. ACTIVO

C.H. INACTIVO

PLANTA DE ASFALTO DM-55 \$ 208,327.30 /HR \$ 71,277.76 /HR

PLANTA DE LUZ DE 500 KV. \$ 69,098.06 /HR \$ 11,733.59 /HR

CARGADOR BS-III-A \$ 83,328.38 /HR \$ 17,513.13 /HR

CALDERA PARA ASFALTO \$ 28,011.66 /HR \$ 7,159.48 /HR

PLANTA DE LUZ DE 50 KV. \$ 7,953.05 /HR \$ 1,380.00 /HR

\$ 396,629.25 /HR \$ 109,063.96 /HR

RENDIMIENTO = 50.00 M3C/HR

CARGO ACTIVO = $\$ 396,629.25 /HR \times 138 \text{ HRa/MES}$ = $\$ 5,473.48 /M3C$

 $50.0000 \text{ M3C/HR} \times 200 \text{ HRt/MES}$

CARGO INACTIVO = $\$ 109,063.96 /HR \times 52 \text{ HRi/MES}$ = $\$ 676.20 /M3C$

 $50.0000 \text{ M3C/HR} \times 200 \text{ HRt/MES}$

BI MANO DE OBRA

CABO DE OFICIOS $\$ 25,822.27 /TMO \times 1.0000 = \$ 25,822.27 /TMO$
OP. PLANTA DE ASF. $\$ 22,850.02 /TMO \times 1.0000 = \$ 22,850.02 /TMO$
OP. PLANTA LUZ $\$ 21,013.26 /TMO \times 1.0000 = \$ 21,013.26 /TMO$
OP. CARGADOR $\$ 24,688.71 /TMO \times 1.0000 = \$ 24,688.71 /TMO$
AYUDANTE $\$ 16,655.75 /TMO \times 1.0000 = \$ 16,655.75 /TMO$
PEONES $\$ 14,352.08 /TMO \times 2.0000 = \$ 28,706.16 /TMO$

 $\$ 139,736.17 /TMO$

3.00% HERRAMIENTA Y EQUIPO $\$ 4,192.09 /TMO$

 $\$ 143,928.26 /TMO$

CARGO = $\$ 143,928.26 /TMO$

 $50.0000 \text{ M3C/HR} \times 8.0000 \text{ HR/TMO} \times 0.7500$ = $\$ 479.76 /M3C$

CI MATERIALES

MEZCLA DE DIESEL Y COMESTIBLE A RAZON DE 30%-70%.

DIESEL $\$ 425.65 /LI \times 0.3000 = \$ 127.70 /LI$
COMBUSTIBLE $\$ 191.13 /LI \times 0.7000 = \$ 133.79 /LI$

 $\$ 261.49 /LI$

MEZCLA DIESEL-COMB. $\$ 261.49 /LI \times 36.0000 \text{ LT/M3C} = \$ 9,413.64 /M3C$
CEMENTO ASFALTICO $\$ 143.48 /LI \times 150.0000 \text{ LT/M3C} \times 1.3200 = \$ 28,409.94 /M3C$

4. TENDIDO Y COMPACTACION AL 95%

A) MAQUINARIA

PAVIMENTADORA SBI31 $\$ 74,159.60 /HR \times 1.0000 = \$ 74,159.60 /HR$
COMPACTADOR DA-30 $\$ 25,850.65 /HR \times 1.0000 = \$ 25,850.65 /HR$

COMPACTADGE AP-26 \$ 57,247.79 /HR x 1.0000 = \$ 57,247.79 /HR

 \$ 157,258.04 /HR

\$ 157,258.04 /HR
 CARGO = ----- = \$ 3,145.16 /M3
 50.00 M3/HR

B) MANO DE OERA

OP. FINISHER \$ 23,804.91 /TMO x 1.0000 = \$ 23,804.91 /TMO
 OP. COMPACTADORES \$ 20,215.92 /TMO x 2.0000 = \$ 40,431.84 /TMO
 CARO DE OFICIOS \$ 25,522.27 /TMO x 1.0000 = \$ 25,522.27 /TMO
 AYUDANTES \$ 15,655.75 /TMO x 2.0000 = \$ 33,311.50 /TMO
 PEONES \$ 14,353.06 /TMO x 4.0000 = \$ 57,412.22 /TMO

 \$ 130,782.8- /TMO
 3.00% HERRAMIENTA Y EQUIPO \$ 5,423.49 /TMO

 \$ 166,206.33 /TMO

\$ 166,206.33 /TMO
 CARGO = ----- = \$ 629.69 /M3
 50.0000 M3/HR x 8.0000 HR/TMO x 0.7500

RESUMEN DEL CARGO POR METRO CUBICO DE CONCRETO :

PRECIO ELABORADO EN
 JUNIO DE 1969

CARGO MANO DE OERA = \$ 15,976.52 /M3
 CARGO MATERIALES = \$ 51,710.78 /M3
 CARGO MAQUINARIA = \$ 54,030.29 /M3
 CARGO POR FLETES = \$ 49.40 /M3

 \$ 151,767.89 /M3

COSTO DIRECTO : \$ 151,767.89 /M3
 45% INDIRECTO Y UTILIDAD : \$ 66,295.55 /M3

 PRECIO UNITARIO : \$ 220,063.44 /M3

ANALISIS DE PRECIO UNITARIO

EJEMPLO No. 6

CONCEPTO: TERRAPLEN DE ACCESO CONSTRUIDO CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACIONES. EL PRECIO INCLUYE LA FORMACION DEL TERRAPLEN, LA ADICION DE HUMEDAD, LA COMPACTACION Y EL RECORTO DE CURVAS DE SOBREAÑO. UNIDAD = M³C

1. FORMACION DEL TERRAPLEN

ESTA OPERACION SE HARA CON PTOCONFORMADORA, LA CUAL REALIZARA 16.00 PASADAS

4.00 PARA ACAMELLONAR
 4.00 PARA HOMOGENEIZAR
 4.00 PARA EXTENDER
 4.00 PARA PERFILAR

16.00 PASADAS

LAS VELOCIDADES SON SEGUN EL MANUAL CATERPILLAR :

PASADAS	VEL. EN CAJA	VELOCIDADES
4.00 PARA ACAMELLONAR	2a - 3a	4.00 KM/HR
4.00 PARA HOMOGENEIZAR	2a - 3a	4.00 KM/HR
4.00 PARA EXTENDER	2a - 3a	3.70 KM/HR
4.00 PARA PERFILAR	1a	3.70 KM/HR

EN ESPECIFICACIONES TENIENDO QUE SE TRABAJAN CAPAS DE 0.30 M. DE ESPESOR EN UN TRAMO DE 100.00 M. DE LARGO

LAS PTOCONFORMADORAS VAN TRABAJANDO Y HACEN MANIOBRA DE VUELTA Y SE REGRESA TRABAJANDO.

TIEMPO FIJO DE MANIOBRA = 15.00 MIN/CICLO

VELOCIDAD MEDIA DE TRABAJO :

16.00 PASADAS

4.00 PASADAS	4.00 PASADAS	4.00 PASADAS	4.00 PASADAS	= 3.84 KM/HR
4.00 KM/HR	4.00 KM/HR	3.70 KM/HR	3.70 KM/HR	

TIEMPO FIJO DE MANIOBRA = 15.00 MIN

TIEMPO TRABAJADO = $\frac{0.10 \text{ KM} \times 60 \text{ MIN/HR}}{3.84 \text{ KM/HR}}$ = 1.56 MIN
16.56 MIN

FACTOR DE OPERACION = 0.70

FACTOR DE EFICIENCIA = 0.70

ABUNDAMIENTO :

$\frac{1,825.00 \text{ KG/MSc}}{1,520.00 \text{ KG/MSc}}$ = 1.20 MScs/MSc

CAPACIDAD NOMINAL DE LA HOJA :

3.66 M. DE ANCHO x 0.30 M. ESP. x 100.00 MTS. = 169.8000 M3

RENDIMIENTO :

$\frac{169.80 \text{ MSc} \times 60 \text{ MIN/HR} \times 0.70 \times 0.70}{16.56 \text{ MIN/CICLO} \times 16.00 \text{ PASADAS} \times 1.2000}$ = 10.15 M3/HR

A) EQUIPO

MOTOCORFORMADORA \$ 52,776.39 /HR x 1.0000 = \$ 52,776.39 /HR

CARGO = $\frac{\$ 52,776.39 /HR}{10.15 \text{ M3/HR}}$ = \$ 5,199.64 /M3

B) MANO DE OBRA

CABO DE OFICIOS \$ 25,822.27 /TNO x 1.0000 = \$ 25,822.27 /TNO

OP. DE MOTOCORF. \$ 23,872.15 /TNO x 1.0000 = \$ 23,872.15 /TNO

AYUDANTE \$ 16,655.75 /TNO x 4.0000 = \$ 66,623.00 /TNO

3.00% HERRAMIENTA Y EQUIPO \$ 116,317.42 /TNO
\$ 3,489.52 /TNO

\$ 119,806.94 /TNO

CARGO = $\frac{\$ 119,806.94 /TNO}{10.1500 \text{ M3/HR} \times 8.0000 \text{ HR/TNO} \times 0.7500}$ = \$ 1,967.27 /M3

2. ADICION DE HUMEDAD

CONSIDERANDO UN CONSUMO DE : 0.2200 M3a/M3: TIENDOS :

2.1 OBTENCION DE AGUA PARA TERRAJECLIAS

DEL ANALISIS BASICO No. 2-C SE TIENE :

MATERIALES =	\$ 72.02 /M3a	x	0.2200 M3a/M3	=	\$ 15.84 /M3
MANO DE OERA =	\$ 807.04 /M3a	x	0.2200 M3a/M3	=	\$ 177.55 /M3
MAQUINARIA =	\$ 223.75 /M3a	x	0.2200 M3a/M3	=	\$ 49.23 /M3

2.2 ACABRZO PRIMER KM. DEL AGUA

DEL ANALISIS BASICO No. 2-B' SE TIENE :

MATERIALES =	\$ 0.00 /M3a	x	0.2200 M3a/M3	=	\$ 0.00 /M3
MANO DE OERA =	\$ 539.83 /M3a	x	0.2200 M3a/M3	=	\$ 118.76 /M3
MAQUINARIA =	\$ 1.952.76 /M3a	x	0.2200 M3a/M3	=	\$ 429.61 /M3

2.3 ACABRZO KMS. SUBSECUENTES DEL AGUA

DEL ANALISIS BASICO No. 2-B" , CON UNA DISTANCIA DE ACABRZO DE 9.00 KM, SE TIENE :

MATERIALES =	\$ 0.00 /M3a	x	0.2200 M3a/M3x	8.0000 KMSUBS	=	\$ 0.00 /M3
MANO DE OERA =	\$ 44.32 /M3a	x	0.2200 M3a/M3x	8.0000 KMSUBS	=	\$ 78.00 /M3
MAQUINARIA =	\$ 353.61 /M3a	x	0.2200 M3a/M3x	8.0000 KMSUBS	=	\$ 622.35 /M3

3. COMPACTACION

CARACTERISTICAS DEL TRABAJO :

FACTOR DE EFICIENCIA	=	0.40
ANCHO DEL CICLO	=	2.14 M
FRANJA EFECTIVA COMPACTADA	=	1.71 M
VELOCIDAD DE TRABAJO	=	2.00 KM/HR
NUMERO DE PASADAS	=	12.00
ESPESES DE LA CAPA	=	0.30 M
COEFICIENTE DE ABUNDAMIENTO	=	1.20 M3a/M3c

RENOVIAMIENTO :

$$1.71 \text{ M.} \times 2,000.00 \text{ M/HR} \times 0.30 \text{ M.} \times 0.40$$

$$12.00 \text{ PASADAS} \times 1.20 \text{ M3a/M3c}$$

$$28.5000 \text{ M3c/HR}$$

AL MANO DE OBRA

CABO DE OFICIOS	\$ 25,822.27 /TMO	x	1.0000	=	\$ 25,822.27 /TMO
OP. DE BODILLO	\$ 20,215.92 /TMO	x	1.0000	=	\$ 20,215.92 /TMO
AYUDANTE	\$ 16,655.75 /TMO	x	2.0000	=	\$ 33,311.50 /TMO
					<hr/>
					\$ 79,349.69 /TMO
3.00% HERRAMIENTA Y EQUIPO					\$ 2,360.49 /TMO
					<hr/>
					\$ 81,730.18 /TMO

			\$ 81,730.18 /TMO			
CARGO =	-----				=	\$ 477.95 /M3
	28.5000 M3/HR	x	8.0000 HR/TMO		0.7500	

B) EQUIPO

BODILLO LISO	\$ 49,321.48 /HR	x	1.0000	=	\$ 49,321.48 /HR
--------------	------------------	---	--------	---	------------------

			\$ 49,321.48 /HR			
CARGO =	-----				=	\$ 1,730.58 /M3
	28.5000 M3/HR					

4. RECORTE DE CURVAS DE SOBREAÑO

Tomaremos un 25.00% DEL COSTO DE LA FORMACION DEL TERRAPLEN

MATERIALES	=	\$ 0.00 /M3	x	0.2500	=	\$ 0.00 /M3
MANO DE OBRA	=	\$ 1,967.27 /M3	x	0.2500	=	\$ 491.82 /M3
MAGNATRIA	=	\$ 5,199.64 /M3	x	0.2500	=	\$ 1,299.91 /M3

RESUMEN DEL CARGO POR METRO CUBICO DE TERRAPLEN :

PRECIO ELABORADO EN
JUNIO DE 1969

CARGO MANO DE OBRA	=	\$ 3,311.35 /M3
CARGO MATERIALES	=	\$ 15.84 /M3
CARGO MAGNATRIA	=	\$ 9,331.32 /M3
CARGO POR FLETES	=	\$ 0.00 /M3
		<hr/>
		\$ 12,658.51 /M3

COSTO DIRECTO	:	\$ 12,658.51 /M3
45% INDIRECTO Y UTILIDAD	:	\$ 5,696.33 /M3

PRECIO UNITARIO	:	\$ 18,354.84 /M3

A N E X O C

Programa de obra del Puente "Paso
Superior Ferrocarril del Pacifico".

PROGRAMA DE OBRA PARA EL PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO".

CONCEPTOS	UNIDAD	VOLUMEN	1 9 9 0									IMPORTE TOTAL POR CONCEPTOS
			MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	
S U B E S T R U C T U R A												
EXCAVACION PARA ESTRUCTURA CON MAQUINA EN SECO.	M3	4,700.00	1138									71,379,605.00
CONCRETO HIDRAULICO P.U.O.T. COLADO EN SECO.												
DE F'c = 250 KG/CM2 EN ZAPATAS Y PILOTES.	M3	602.50	79177	316709	79177							475,062,792.00
DE F'c = 250 KG/CM2 EN CUERPO DE PILAS.	M3	1,233.80		208211	277614	277614	6940					832,842,760.50
DE F'c = 250 KG/CM2 EN CABEZAL DE FILAS.	M3	350.00					18389					178,369,004.50
ACERO DE REFUERZO LIMITE ELASTICO 4000 KG/CM2 P.U.O.T.	KG	323,243.00	297663	297663	297663	297663	140432					1,504,065,252.89
S U P E R E S T R U C T U R A												
CONCRETO HIDRAULICO P.U.O.T. COLADO EN SECO.												
DE F'c = 250 KG/CM2 EN LOSAS Y DIAFRAGMAS.	M3	671.30					131956	263911	263911			659,141,612.69
DE F'c = 250 KG/CM2 EN GUARNICIONES Y PARAMETOS.	M3	32.30								22448		22,348,009.48

PROGRAMA DE OBRA PARA EL PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO".

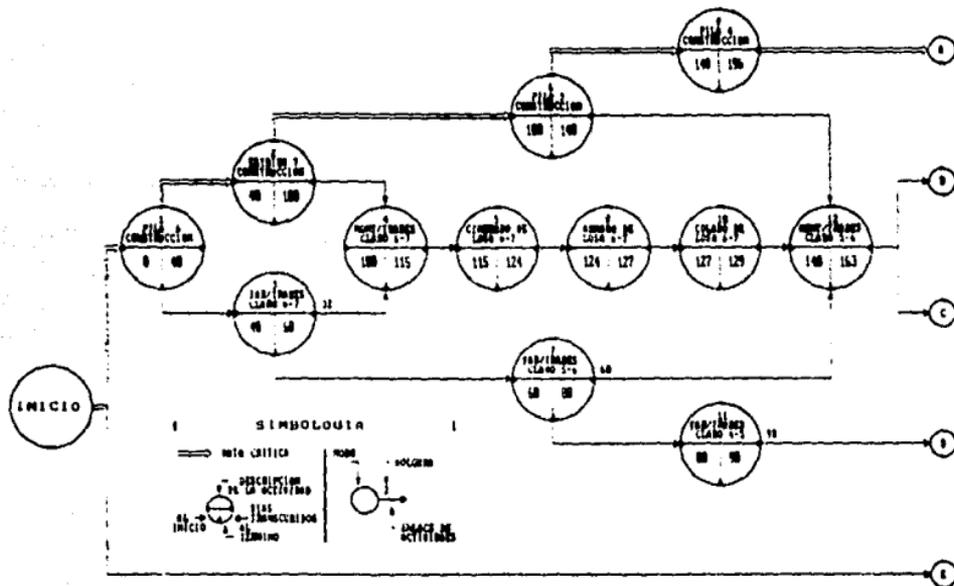
CONCEPTOS	UNIDAD	VOLUMEN	1 9 9 0									IMPORTE TOTAL POR CONCEPTOS	
			MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV		
BIENDELE SELLO P.U.O.T. UTILIZANDO MATERIAL PETREO S-E.	M3	42.00										4571	4,570,902.00
TERRAPLEN DE ACUESC	M3	3,250.00										5-53	59,653,230.00
TOTALES POR MES (EN MILES) :			441420	1190409	1713126	1317730	1142476	1201641	1329495	409295	147307		COSTO TOTAL DE LA OBRA
(EN PORCENTAJE) :			4.96%	13.33%	19.26%	14.82%	12.85%	13.51%	14.95%	4.60%	1.66%		
AVANCE ACUMULADO (EN MILES) :			441420	1631829	3344954	4662684	5805160	7006801	8336296	8745592	8892899		3,892,888,771.28
(EN PORCENTAJE) :			4.96%	18.35%	37.61%	52.43%	65.28%	78.79%	93.74%	98.34%	100.00%		

A N E X O D

Ruta crítica para la construcción del
Puente "Paso Superior Ferrocarril del
Pacífico".

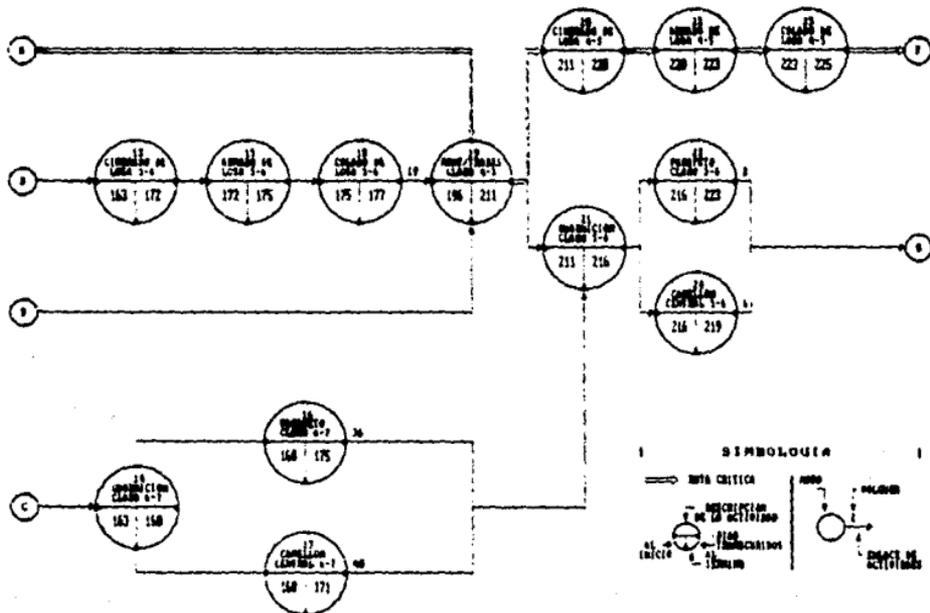
RUTA CRITICA PARA LA CONSTRUCCION DEL
PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO"

[06.04.11/51]



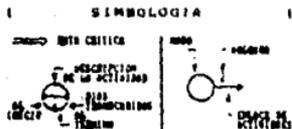
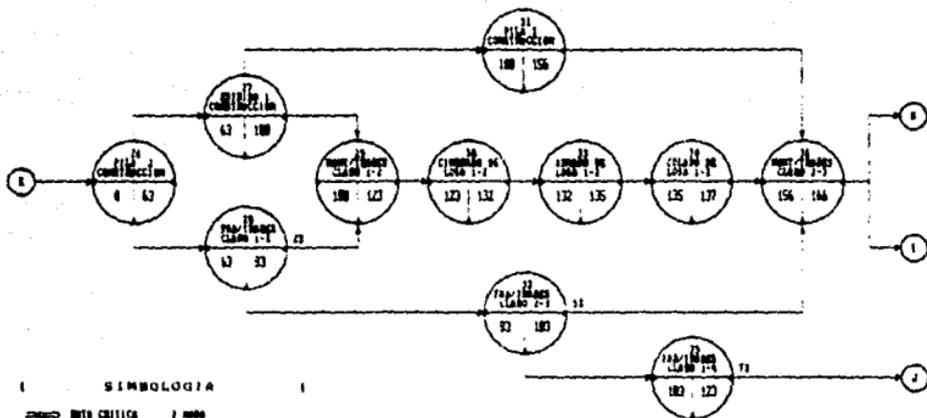
RUTA CRITICA PARA LA CONSTRUCCION DEL
PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO"

{ NUM 12/51 }



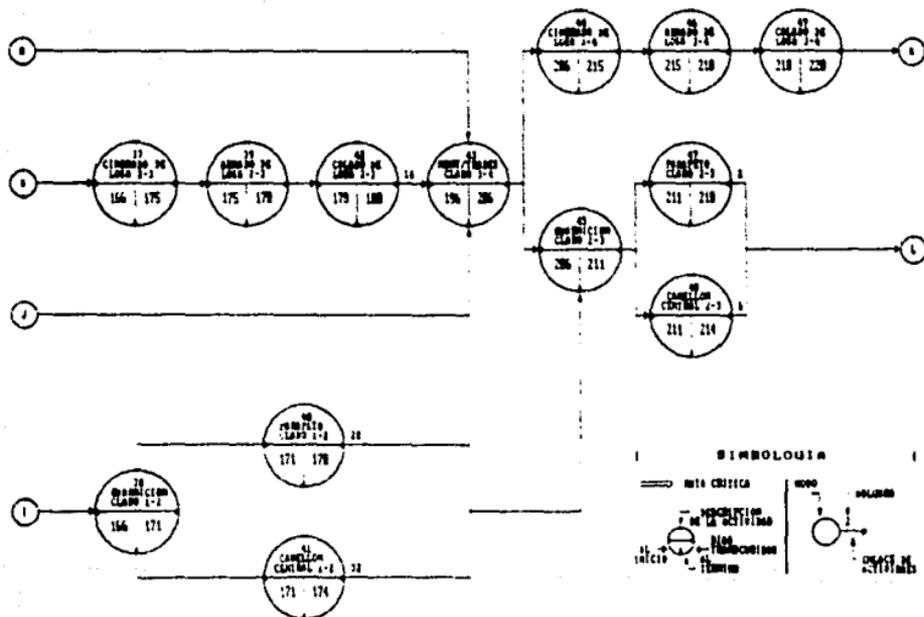
RUTA CRITICA PARA LA CONSTRUCCION DEL
 PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO"

| MAR 13/51 |



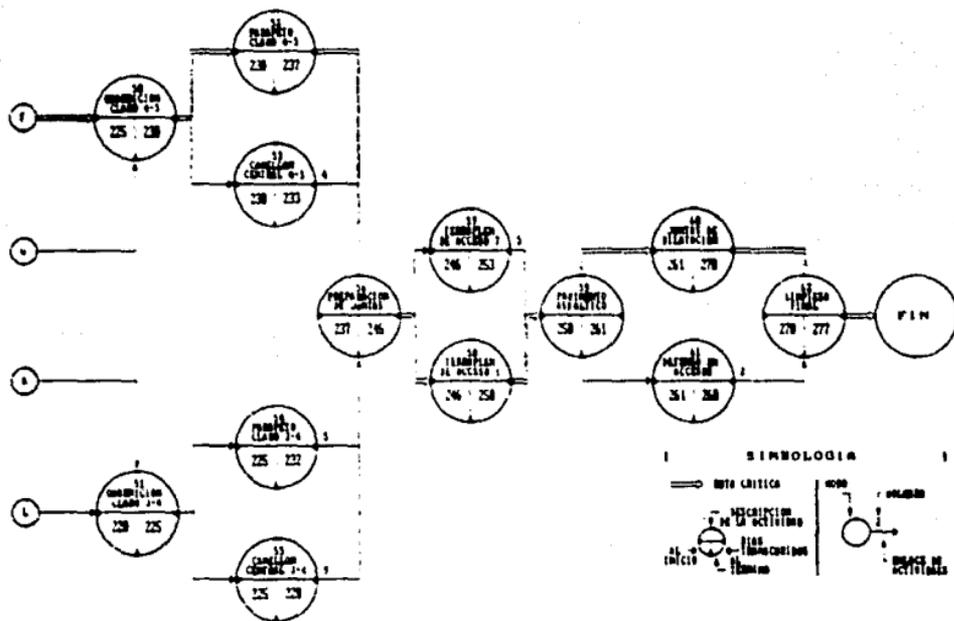
RUTA CRITICA PARA LA CONSTRUCCION DEL
PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO"

| HOJA 14/51 |



RUTA CRITICA PARA LA CONSTRUCCION DEL
PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO"

| 10415/51 |

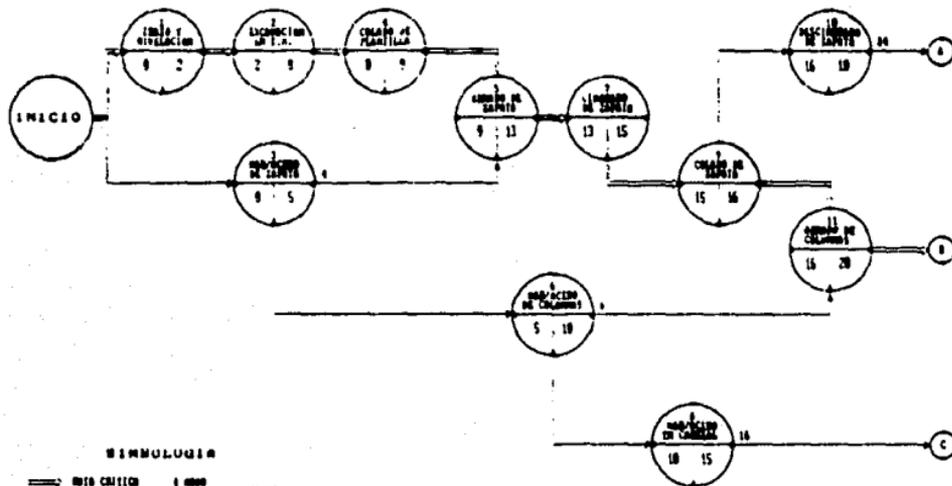


A N E X O E

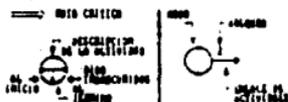
Ruta crítica de una pila del Puente
"Paso Superior Ferrocarril del
Pacífico".

RUTA CRITICA DE UNA PILA DEL
PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO"

| H.M.B. (1/21) |



SIMBOLÓGICA



RUTA CRITICA DE UNA PILA DEL
 PUENTE "PASO SUPERIOR FERROCARRIL DEL PACIFICO"

[10.00 (2/2)]

