



72ej
Universidad Nacional Autónoma de México

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" ARAGON "

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO
TRES DEL TERCER CIRCUITO DE.C.U.
EN LA ZONA DE CRUCE CON LA AV.
INSURGENTES SUR

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO CIVIL
PRESENTA

FALLA DE ORIGEN

CARLOS LOPEZ SERVIN



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

- I. INTRODUCCION
- II. EXCAVACION
- III. DRENAJE
- IV. VIALIDADES
- V. PUENTE
- VI. CONCLUSIONES

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

ANTECEDENTES

El constante crecimiento de la Ciudad Universitaria en su zona sur, hizo necesario el construir accesos a las nuevas instalaciones, circuitos interiores, pasos a desnivel, etc.

Se requería un nuevo acceso a la Zona Cultural a todas las personas que circulan por la Av. Insurgentes, dirección norte-sur, ya que anteriormente el retorno más próximo se localizaba a 2 kilómetros (en la intersección Periférico-Insurgentes), debiendo tomar nuevamente Insurgentes y llegar a la Zona Cultural.

Con este proyecto no solo se daría solución a este problema sino que, al mismo tiempo, se conecta de forma directa a la estación C.U. de la línea 3 del Metro con la zona cultural e Insurgentes en ambas direcciones de esta. Y de manera indirecta conecta a la Av. Revolución con la Av. Insurgentes, aliviando el tránsito de esta última.

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El paso a desnivel forma parte del 3er. circuito de Ciudad Universitaria y está localizado en la parte sur de esta casa de estudios sobre la Av. Insurgentes, al lado oriente de la Hemeroteca Nacional.

Esta formado por un puente y dos rampas que forman un medio trefol, por el lado oriente tiene un muro de contención que forma parte de la vialidad hacia el norte de los vehículos que circulan de oriente a poniente y requirieron tomar la Av. Insurgentes.

DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL

El puente está formado por dos muros de mampostería de piedra construidos directamente sobre la roca, pues se llegó a la conclusión de que esta era sana y tenía la resistencia requerida para soportar la estructura.

Sobre cada muro se tiene un estribo de concreto armado, colado a todo lo largo de estos.

El claro del puente se resolvió con tabletas prefabricadas de 29 metros y 30 metros de longitud apoyadas libremente.

A estas tabletas las une una losa de concreto armado con el fin de rigidizar y sellar juntas, haciéndolas trabajar en conjunto.

Las rampas están hechas a base de pavimentos rígidos y el acceso por el Jardín Botánico de pavimento flexible.

Toda la obra cuenta con alumbrado y diversas obras de drenaje.

II. EXCAVACION

E X C A V A C I O N

Los explosivos son una de las principales herramientas del hombre; la mas poderosa por mucho y, sin embargo lo suficientemente segura y controlable para utilizarse en el corazon de las ciudades realizando trabajos de precision.

Son esenciales para limpiar de obstaculos a medida que cambiamos el aspecto de la tierra con caminos, puentes, puertos, aeropuertos y ciudades, efectuan una gran cantidad de trabajos especializados de un modo efectivo y economico, factores por demas esenciales para el ingeniero; para que estos factores se cumplan dependera del explosivo en si, y de la habilidad del usuario.

Los explosivos que comunmente se utilizan en operaciones comerciales de voladura son, con algunas excepciones, mezcla de solidos, o de solidos y liquidos, que son capaces de provocar una descomposicion rapida y violenta, dando como resultado una conversion a grandes volumenes de gas.

Los altos explosivos se denominan explosivos "detonantes" en tanto que los bajos explosivos se denominan explosivos "deflagrantes".

Las polvoras negras son "bajos explosivos", estan compuestas de mezclas muy intimas de azufre, carbon y un nitrato que puede ser de potasio, o de sodio. Las polvoras negras son los mas lentos de todos los explosivos. Tienen una accion de empuje y de corte que produce un material grande y de fragmentos firmes.

Los bordos de una barracion deben estar bien balanceados ya que tienden a ceder en los puntos debiles.

Las dinamitas son mezclas sensibles a la capsula que contienen un compuesto explosivo, ya sea como sensibilizador o como el medio principal para desarrollar energia, y el que, cuando se inicia adecuadamente, se descompone a velocidad de detonacion. La mayor parte de las dinamitas, no todas, contienen nitroglicerina como sensibilizador.

Al seleccionar alguna dinamita para algun fin especifico, y especialmente para trabajo subterraneo, deben tomarse en consideracion muchos factores. Las consideraciones mas importantes involucran el material que se va a romper, su densidad, dureza, friabilidad, etc.; el grado de fragmentacion deseada; si los barrenos estan humedos o secos; la cantidad de ventilacion en los lugares de trabajo subterraneo, etc.

La excavacion y construccion de este circuito se efectuó a cielo abierto y por etapas, las cuales se atacaron por medio de explosivos, siguiendo los lineamientos que se indican a continuacion:

I.- RESTRICCIONES PARA LA EXCAVACION CON EXPLOSIVOS.

a) Vibraciones permisibles del terrono.
Estas no excederan de 30 mm/sog.

b) Explosivos empleados

El explosivo que se empleo en la excavacion de la roca fue Golamex 2 de 1 1/8" con un peso por cartucho de 0.150 kg. en barrenos interiores; para barrenos de pared Golamox 2 7/8" con un peso por cartucho de 0.095 kg.

c) Diametro de los barrenos.

El diametro de los barrenos que se emplearon en todos los trabajos fue de 38 mm. (serie 12, acero integral).

d) Medidas de seguridad.

Uno de los factores mas importantes para evitar el lanzamiento de piedras es el tamaño y calidad del rotaque.

Para el rotaque se uso arona y gravilla clasificada.

En este caso, al no existir construcciones alodanas a la obra, lo que se hizo fue suspender el trafico en la Avenida Insurgentes a una distancia suficiente para realizar sin peligro la voladura.

e) Ciclo de trabajo.

Un ciclo de trabajo comprende el conjunto de actividades elementales que se realizan para obtener un determinado avance.

El ciclo de trabajo para la excavacion en la roca comprende las siguientes etapas:

- 1.- Barronacion segun diagrama
- 2.- Limpieza de barrenacion
- 3.- Carga de explosivos
- 4.- Conexiones electricas
- 5.- Retiro de equipo y personal
- 6.- Voladura
- 7.- Rozaga
- 8.- Movimiento de equipo y topografia

Descripcion de las actividades que componen el ciclo de trabajo.

1.- BARRENACION SEGUN DIAGRAMA: Esta actividad consiste en efectuar las perforaciones necesarias en el frente de trabajo, de acuerdo con un diagrama de perforación previamente elaborado.

El equipo de perforación estuvo constituido por perforadoras neumáticas (track-drill).

2.- LIMPIEZA DE BARRENACION: Consiste en limpiar las perforaciones inmediatamente después de terminar estas.

Esta limpieza se realiza con aire comprimido utilizando un soplador y en los casos de derrumbe de barrenos se utilizaron cucharillas para desalojar estos.

3.- CARGA DE EXPLOSIVOS: Esta actividad es una de las más importantes en el ciclo de trabajo y comprende desde el manejo de explosivos hasta conexiones eléctricas.

En términos generales para cargar un frente se llevaron a cabo las siguientes operaciones.

3.a.- Manejo de los explosivos hasta el frente de trabajo.

Los cartuchos de dinamita y estopinos nunca se manejan en forma conjunta.

El carro que transporta los explosivos tiene 2 compartimientos, uno para los cartuchos y otro para los estopinos ambos compartimientos forrados de madera.

3.b.- Perforación y carga de los explosivos en los barrenos.

Previamente se preparan las cargas de acuerdo con el diagrama de barrenación, no se inicia la carga de los barrenos hasta que no son limpiadas todas las perforaciones.

Para insertar el estopin en el cartucho debe perforarse esto con un punzón de madera y hacer la lazada firmemente.

La carga y retaque de los barrenos se lleva a cabo de la siguiente manera: se introduce previamente un cartucho de "asiento" y en seguida otro en el "cabo" (cartucho con el estopin correspondiente); efectuado lo anterior, se debe retacar firmemente con un fainero de madera, posteriormente los cartuchos siguientes se introducen de uno en uno alternando colocación y retaque, hasta alcanzar la carga especificada.

Se debe tener especial cuidado en que las guías de los estopinos no sufran daño durante el retaque.

Las guías de los estopinos deben permanecer en "corto circuito" hasta el momento de hacer la conexión eléctrica.

4.- CONEXIONES ELECTRICAS: Consiste en conectar las "guías" de los estopinos entre sí. Las conexiones deberán hacerse en paralelo, pues de esta manera resulta más fácil detectar una falsa conexión.

Dependiendo del número de guías que se tengan, podrán dividirse en series para que posteriormente se conecten estas en paralelo. Esto resulta conveniente puesto que, si al emplear el galvanómetro este no registra lectura, se desconectan las series y se procede a cambiar cada una de ellas.

Terminada la operación anterior se conecta la línea de la serie en paralelo a la línea troncal, la cual fue probada previamente.

Otra manera de comprobar las conexiones eléctricas, son las efectuadas en forma correcta por medio del ohmetro, calculando la resistencia total del circuito y comprobándola con este aparato.

Si la lectura registrada varía en más del 5% de la calculada, se tendrá que comprobar físicamente el circuito.

5.- RETIRO DE EQUIPO Y PERSONAL: Consiste en retirar a estos del frente de trabajo hasta una distancia tal que el producto de la voladura no alcance a estas.

6.- VOLADURA: Esta actividad consiste en hacer estallar las cargas de corriente eléctrica a un explosor, el empleo de este sistema es recomendable por razones de seguridad.

7.- REZAGA: Consiste esta actividad en el desalojo del material producto de la voladura, parte de esta roca se utilizó para rellenos del mismo camino.

Para los muros del puente se eligieron las rocas apropiadas (en tamaño y forma) además se realizó un despunte con perforadoras manuales; obteniéndose así material de 7.5 cm. necesario para la subase.

El material sobrante únicamente se sacó fuera del camino para evitar el transporte del mismo. (con cargador frontal)

8.- MOVIMIENTO DE EQUIPO Y TOPOGRAFIA: Para ello se utilizó un Bulldozer de 20 tn.

II.- EXCAVACION Y CONSTRUCCION.

La excavacion se realizo por etapas tal como se muestra en las figuras II.1 y II.2.

El manto rocoso, se "dinamita" en tres avances de 2.40 m. los cuales son "a", "b" y "c". Siguiendo el orden mostrado en las figuras antes mencionadas.

En teoria una vez "dinamitadas" las etapas perimetrales se lanza una capa de concreto de 5.0 cm. de espesor, con el fin de cubrir las paredes resultantes. En este caso no se realizo tal operacion dejando las paredes tal como resultaron.

Las caracteristicas de la voladura en cada una de las etapas son las siguientes:

PROFUNDIDAD DE LA BARRENACION	2.55 M.
POSICION DE LOS BARRENOS	VERTICALES.
DIAMETRO DE BARRENACION	38 mm
EXPLOSIVOS	GELAMEX
ESTOPINES	ms.

III.- DIAGRAMA DE BARRENACION Y SECUENCIA DE IGNICION.

Los diagramas de barrenacion y la secuencia de ignicion tanto de las etapas limitadas por tres bordos (centrales), asi como de las limitadas por dos bordos (laterales), se muestran en las figuras No. II.3 y No. II.4 respectivamente, y en las tablas No. II.1 y No. II.2 se muestran las cargas para estas etapas.

CIMENTACION DEL PASO A DESNIVEL

Todas las obras de ingenieria civil como edificios, puentes, presas, caminos, etc., se desplantan sobre o bajo la superficie del terreno y requieren de una cimentacion apropiada que proporcione seguridad y buen comportamiento a costos razonables. Definimos a la cimentacion como la o las partes de una estructura que le proporcionan apoyo a la misma y a sus cargas o incluye el suelo o roca y a las partes de la estructura que sirven para transmitir las cargas.

Asi en una cortina de tierra el elemento de cimentacion es el propio terreno que la subyace.

Como todas las partes de una estructura, la cimentacion debe cumplir con los requisitos de estabilidad y economia.

En cuanto a la estabilidad la cimentacion debora proporcionar un buen comportamiento, tanto para la propia estructura como para el destino que vaya a darselo, a este respecto deben verificarse los siguientes requisitos esenciales:

PLANTA DE ETAPAS

PROYECCION DE TALUD 0.10:1

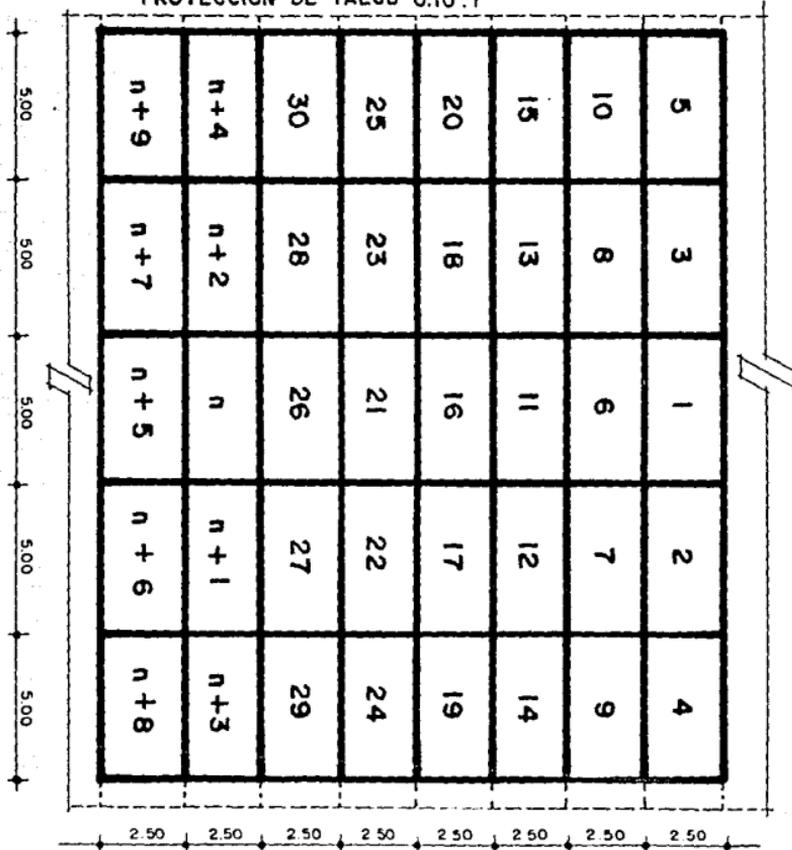


FIG II 1

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: EXCAVACIONES

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: EXCAVACIONES

CAPA DE CONCRETO LANZADO
DE 3 CM. DE ESPESOR

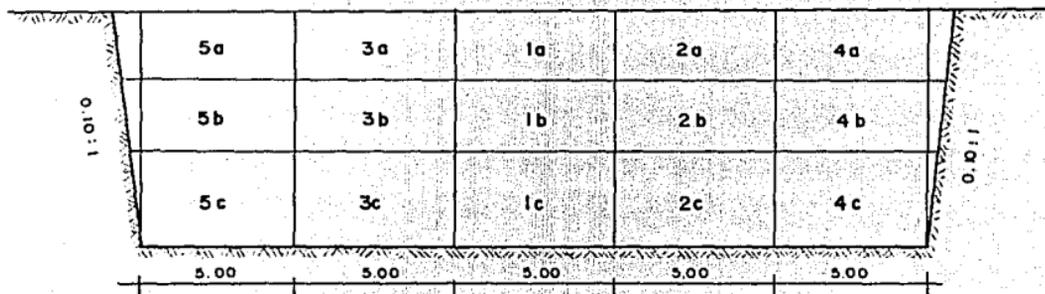


FIG. II-2

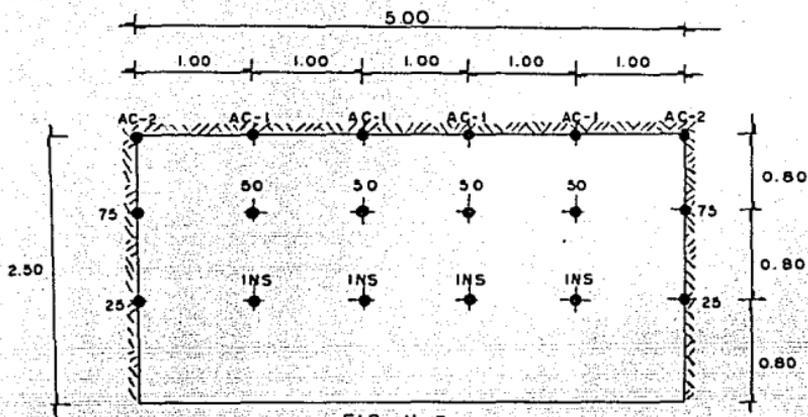


FIG II 3
 DIAGRAMA DE BARRENACION Y SECUENCIA DE IGNICION
 DE LAS ETAPAS CENTRALES

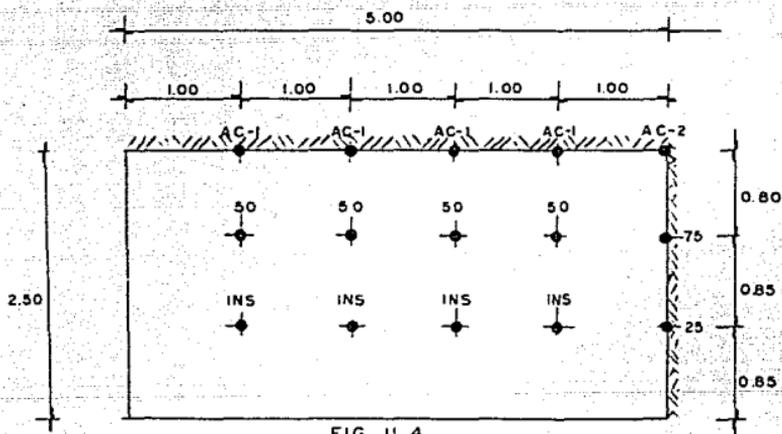


FIG II 4
 DIAGRAMA DE BARRENACION Y SECUENCIA DE IGNICION
 DE LAS ETAPAS LATERALES

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: EXCAVACIONES

T A B L A No. 11.1

ETAPAS CENTRALES.

BARRENACION = 2.55 m ϕ 38 mm; AVANCE ESTIMADO POR VOLADURA = 2.40 m
 VOLUMEN POR VOLADURA = 12.50 m² x 2.40 m = 30.0 m³

CARGA POR BARRENO.

GELAMEX 2, 1 1/8" x 8".

TIPO DE BARRENOS.	ESTOPIN No.	NUM. DE BARRENOS.	CON RETAQUE CART.	SIN RETAQUE CART.	CART.	KG.	CARGA TOTAL	FACTOR DE REDUCCION
INTERIOR	25	4	4	-	4	0.60	2.4	1/6
INTERIOR	50	2	4	-	4	0.60	2.4	1/6
INTERIOR	75	4	4	-	4	0.60	2.4	1/6
INTERIOR		2	4	-	4	0.60	2.4	1/6

GELAMEX 2, 7/8" x 8".

PARED	AC 1	4	1	3	4	0.38	1.52
PARED	AC 2	2	1	4	5	0.48	0.95
S U M A							8.23 Kg

COEFICIENTE DE CARGA $\frac{8.23}{30.00} = 0.27 \text{ kg/m}^3$

T A B L A No. 11.2

ETAPAS LATERALES.

BARRENACION = 2.55 m \varnothing = 38 mm AVANCE ESTIMADO POR SOLDADURA = 2.40 m
 VOLUMEN POR VOLADURA = 12.50 m² x 2.40 m = 30.00 m³.

CARGA POR BARRENO.

GELAMEX 2, 1 1/8" x 8 "

TIPO DE BARRENOS.	ESTOPIN No.	NUM. DE BARRENOS.	CON		SIN		CARGA		FACTOR DE REDUCCION
			RETAQUE CART.	RETAQUE CART.	RETAQUE CART.	RETAQUE CART.	TOTAL	TOTAL	
INTERIOR	1/8	4	4	-	4	0.6	2.4	1/6	
INTERIOR	25	1	4	-	4	0.6	0.6	1/6	
INTERIOR	50	4	4	-	4	0.6	2.4	1/6	
INTERIOR	75	1	4	-	4	0.6	0.6	1/6	

GELAMEX 2, 7/8" x 8".

PARED	AC-1	4	1	3	4	0.38	1.52	1/12
PARED	AC-2	1	1	4	5	0.48	0.48	1/12

S U M A 8.00 kg

COEFICIENTE $\frac{8.00}{30.00} = 0.267$ kg/m³

a) La cimentacion debora localizarse apropiadamente para evitar cualquier influencia futura que pudiera afectar su comportamiento.

b) La cimentacion debora de ser segura contra fallas por resistencia al corte del suelo.

c) La cimentacion no debe asentarse o deformarse mas alla de los valores tolerables para evitar danos y reparaciones de la estructura.

Estos tres requisitos son independientes uno del otro, pero cada uno de ellos debe satisfacerse.

Generalmente en el estudio de la cimentacion de una estructura, se presentan varias alternativas, entre las cuales la eleccion apropiada implica un buen conocimiento de los aspectos tecnicos, procedimientos constructivos y de costos.

Para nuestro caso, el estudio de la cimentacion del paso a desnivel del tercer circuito de Ciudad Universitaria, nos encontramos que geologicamente la zona esta constituida por suelos duros.

Estos terrenos no presentan problemas de resistencia al corte o compresibilidad, por lo que esto nos facilita el proyecto y solo se requiere un estudio previo, ya que en algunas formaciones rocosas aparentemente muy resistentes, como los derrames basalticos que se encuentran en el lugar son caracterizados por discontinuidades (cavidades y fuertes agrietamientos), presentandose problemas de cimentacion muy serios y costosos que implican estudios y soluciones especiales (tratamiento de la roca).

Como el ataque fue a cielo abierto se pudo observar un gran fracturamiento y estratificacion de la roca, asi como la presencia de rollenos de tepetate, obligando con esto al cambio de la cimentacion o apoyos, lo cual se habia determinado a base de losas y muros de carga de concreto armado por el de muros de mamposteria de piedra brasa con tabletas preesforzadas.

Por lo que una vez que se haya alcanzado la profundidad de proyecto y se hayan confinado los taludes se procedera a excavar (50 cms. como minimo) en las zonas donde quedaran desplantados los apoyos (hasta encontrar la roca sana).

En lo que respecta a las condiciones del subsuelo se pudo observar que no se hizo un estudio preliminar ni definitivo para conocer la estratigrafia del terreno, ya que solo se hizo una extrapolacion de datos en estudios obtenidos de la estacion C.U. de la Linea 3 del Metro, que consistieron en efectuar sondeos a base de barriles muestreadores, dadas las caracteristicas del terreno.

Los barriles muestreadores se identifican según su diámetro, es, ax, bx, nx y las muestras que se recuperan varían de 20 mm. a 54 mm. de diámetro.

Para los sondeos se utilizaron muestras nx de 54 mm. de diámetro, ya que a mayor diámetro se incrementa la calidad del muestreo, particularmente en rocas como lo es nuestro caso. La calidad del muestreo se juzga a través del porcentaje de recuperación (rec) calculado con:

$$\text{Rec \%} = \frac{\text{Longitud de la muestra}}{\text{Longitud de muestreo}} \quad (100)$$

Si la recuperación es mayor del 85% el muestreo es bueno y si es mayor de 95% es excelente.

Así mismo incluye el índice de calidad de la roca R.Q.D. que se calcula con:

$$\text{R.Q.D.} = \frac{\text{Suma de las longitudes de los tramos de muestra mayores de 10 cm. de longitud}}{\text{Longitud de la muestra}} \quad (100)$$

Dicho estudio consideraba la existencia de roca medianamente sana en el cruce del tercer circuito de C.U. con Av. de los Insurgentes.

Por lo que se recomendaba hacer el despalme entre los extremos del puente hasta encontrar roca sana y sobre de esta apoyarse para levantar los muros de carga donde se apoyaban las tabletas preesforzadas, previo colado de los estribos.

APOYOS DE MAMPOSTERIA

Llamamos mamposterías a los elementos constructivos constituidos por piezas de piedra, barro y productos diversos de concreto, con o sin compuestos aglutinantes que ligan las diferentes piezas.

En términos generales se clasifican a las mamposterías en artificiales y naturales, dependiendo de la naturaleza de los elementos de que estén constituidas.

MAMPOSTERIAS ARTIFICIALES

Son las que están constituidas por piezas elaboradas mediante diversos procesos productivos y los que comúnmente llamamos: tabiques o blocks, cuyo peso y dimensiones son adecuadas para un fácil manejo y colocación.

MAMPOSTERIAS NATURALES

Nos referimos a aquellas piedras naturales destinadas a usarse en la construcción de cualquier tipo de mampostería, llámese de 1a., 2a. o 3a. clase, así como mamposterías secas y de acabado especial. La piedra deberá de ser homogénea de grano razonablemente fino, con una consistencia que permita labrarla, sana y no intemperizada; se desecharán aquellas piedras que presenten grietas u otros defectos naturales, así como piedras que tengan la forma de laja, formas redondeadas y de cantos rodados.

Las piedras que se empleen en elementos estructurales deberán satisfacer los requisitos que se enumeran en la siguiente tabla además de los ya descritos:

REQUISITOS	SECO	HUMEDO
Resistencia mínima a la compresión normal a los planos de formación en Kg. x cm ² .	150	150
Resistencia mínima a la compresión paralela a los planos de formación en Kg. x cm ² .	100	100
Absorción % máxima	4	
Densidad mínima	2.3	
Resistencia al intemperismo % pérdida de peso después de 5 ciclos en solución de sulfato de sodio máxima	10	

MORTEROS

Uno de los sistemas constructivos más antiguos utilizados por el hombre es la mampostería, los bloques de piedra, ladrillos de concreto, ladrillos de arcilla y estas tienen algo en común, que son pegados con mortero. Mientras que el mortero solo representa una pequeña proporción del área total del muro. Su influencia en el desempeño estructural del mismo es bastante significativa.

Los morteros son una mezcla de aglomerantes con arena y grava, esta revoltura tendrá como fin en las mamposterías las de pegar todas las piezas que constituyen un muro o cimentación y así formar una estructura hasta cierto punto monolítica; la arena tiene como fin el desempeñar un papel puramente mecánico, disminuyendo las contracciones que producen los

aglomerantes durante el fraguado, además de lograr un menor costo por aumentar el volumen del mortero.

El agua en los morteros efectúa un papel primordial, ya que fija la resistencia de la masa ya endurecida, la dosificación de este elemento depende del aglomerante, de la plasticidad que se necesita, del clima y de las aplicaciones que se le den al mortero.

La selección del mortero debe de estar basado en un conocimiento de sus características y condiciones superficiales, ya que el tipo y composición del mismo afectaran el funcionamiento del mismo.

Los morteros nos sirven para varias funciones importantes, a saber:

1.- Pega las unidades unas con otras para formar una estructura integral de resistencia predecible.

2.- Sella las juntas contra la penetración de humedad y aire por el muro.

3.- Asegura el refuerzo de las juntas para ayudar a resistir las contracciones y control del agrietamiento.

4.- Se pega el refuerzo de acero, amarres y pernos y anclaje de tal forma que todos los elementos trabajen como una unidad.

TIPOS DE MAMPOSTERIA

Mampostería de 2a. Clase:

Esta mampostería se construye con piedra toscamente elaborada con cincel, para obtener a forma geométrica requerida y es junteada con mortero de cemento.

Las piedras que se utilicen deberán de estar limpias de cualquier material extraño y se desecharán aquellas que contengan materia no removible con agua y que pudieran afectar la liga entre las demás piezas. Ciertas especificaciones recomiendan que las dimensiones de las piedras deberían de ser como mínimo de 20 x 30 x 45 cm.

Mampostería de 3a. Clase:

Esta mampostería se construye con piezas sin labrar, junteada con mortero de cemento o cal.

MAMPOSTERIA SECA

La mamposteria seca se construye a base de piedra seleccionada para lograr un acomodamiento de tal forma, que se tengan el numero de vacios, ya que no se emplean morteros en su colocacion.

MAMPOSTERIA DE PIEDRA BAJO LOS ESTRIBOS.

La mamposteria es del tipo conocido como de primera clase cuyas caracteristicas son la roca aparente con cortes definidos y un cierto grado de labrado, generalmente el tamano y la forma de las piedras presentan cierta uniformidad para darle una mejor apariencia al muro terminado.

El desplante se hizo sobre roca sana, con un escarpio de 0.1 : 1, con un ancho variable de 3.60 mts. como minimo a 4.70 mts. como maximo, en las primeras hiladas se colocaron las piedras de mayores dimensiones (todas estas producto de la excavacion en el sitio), humedecidas previamente para que se tenga una perfecta adhesion con el mortero y demas piezas, las de mejores caras se aprovecharon para los paramentos y algunas se labraron para obtener la forma requerida. Se acomodaron de tal forma de llenar lo mejor posible el hueco formado por las otras piedras, los vacios se llenaran completamente con piedras de gran volumen y mortero premezclado.

Las piedras se juntaban con mortero de cemento premezclado con una resistencia a la compresion minima de 100 Kg/cm². tipo 1, el cual debera de llenar completamente las juntas, estas no deberan de ser mas de 4 ni menos de 2 cms. de espesor, al colocar las piedras se debera de tener cuidado de no aflojar las ya colocadas y en caso de que una se afloje o quede mal asentada dicha piedra se retirara y despues de quitar el mortero del lecho de las juntas, se volvera a asentar con mortero nuevo humedeciendo perfectamente el sitio de asiento.

No se aceptaran el uso de calzas en ninguna parte de la mamposteria, las juntas verticales deboran cuatrapearse.

El coronamiento o enlace de la mamposteria que quede expuesta a la intemperie debera cubrirse con un chapado de la misma piedra, se recomienda que dicha mamposteria sea curada dentro de los tres dias despues de haberla terminado.

Dichos muros tambien se utilizan como de contencion, por lo que se pondran filtros para evitar empujes, asi como drenes o lloraderos, segun lo requiera la estructura.

El material permeable con el que se formara el filtro se colocara en capas en forma que senalen las especificaciones de construccion, de tal manera que los materiales mas finos queden en contacto con el terreno natural y las de mayor diametro en contacto con la estructura, siguiendo un grado de variacion uniforme, los lloraderos son los entubamientos

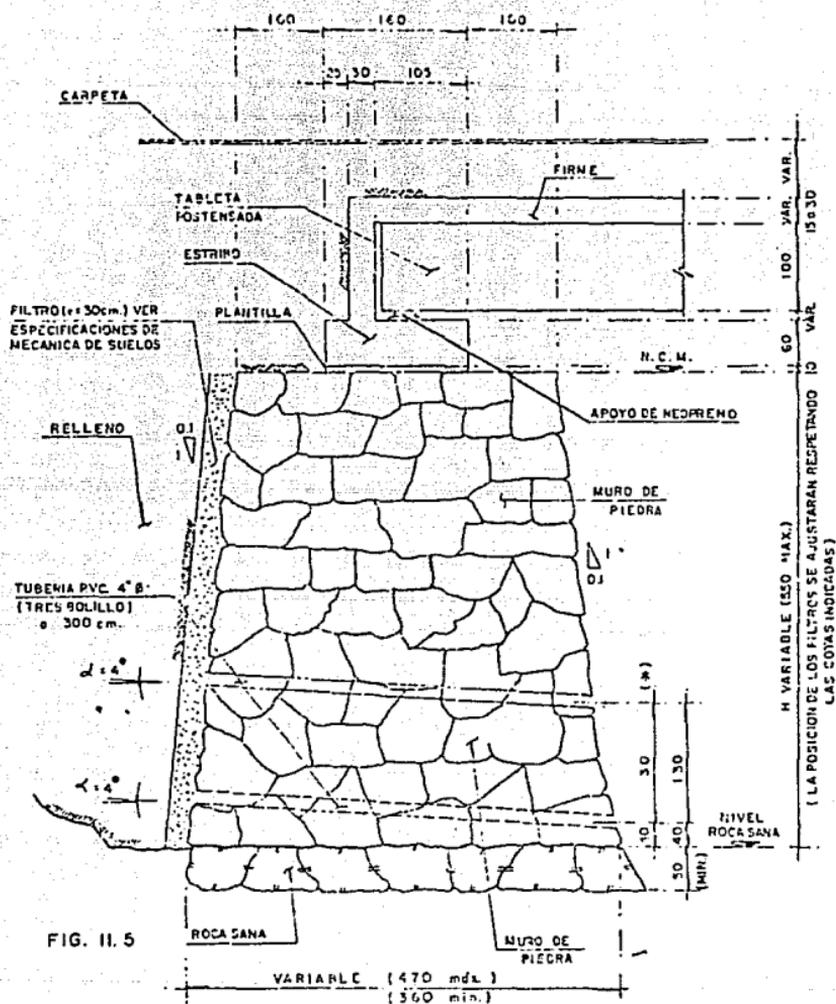
hechos a través de la estructura para permitir el libre escurrimiento al exterior de las filtraciones del terreno natural, ya sea que estas hayan sido o no encausadas previamente por medio de drenes.

Los drenes se construirán con tubos de P.V.C. de 4" de diámetro, anclados en forma adecuada.

ESTRIBOS

Los estribos se construyeron directamente sobre la corona de cada uno de los muros de mampostería, a base de concreto armado, cuyas dimensiones se muestran en la figura II.5.

La función principal de estos es servir de apoyo a las tabletas preesforzadas (colocando unas placas de neopreno entre estos elementos), dando así una mejor distribución de las cargas sobre los muros, ver figura II.6.

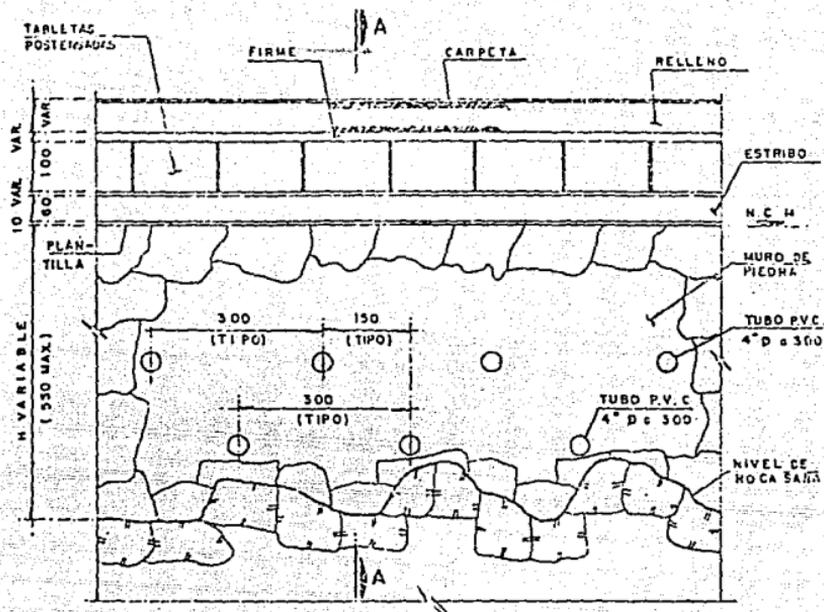


(H): POSICION DE LOS FREYES PARA LOS MUROS CUM HAYENDO DE 2m.

C O R T E A - A

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: EXCAVACIONES



A L Z A D O

NOTAS

- 1.- MORTERO CON RESISTENCIA A LA COMPRESION MINIMA DE 100 Kg/cm^2 TIPO - 1
- 2.- EL NIVEL DE ROCA SANA SE TOMARA CON 50 cm. (COMO MINIMO) BAJO EL NIVEL DE RELLENO ENCONTRADO, VER ESPECIFICACION DE MECANICA DE SUELOS.
- 3.- ACOTACIONES EN CM.
- 4.- ESTE BOLETIN SE COMPLEMENTA CON EL PLANO No. 84-E-80339-II-1-8929-P. N.C.M. = NIVEL DE CORONA DEL MURO.

FIG. 11.6

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: EXCAVACIONES

III. D R E N A J E

D R E N A J E

Uno de los elementos que mayores problemas causa a los caminos, es el agua, ya que en general, provoca la disminucion de la resistencia de los suelos, por lo que se presentan fallas en terraplenes, cortes y superficies de rodamiento, lo anterior conduce a resolver el drenaje de tal forma, que el agua se aleje lo mas pronto posible de la obra. En consecuencia podria decirse que un buen drenaje es el alma del camino.

Las formas en que el agua puede llegar al camino son:

- 1.- Precipitacion directa.
- 2.- Esgurrimiento del agua del terreno adyacente
- 3.- Crecientes de rios y arroyos.
- 4.- Infiltracion directa o por ascension capilar a traves del suelo. Fig. III.1

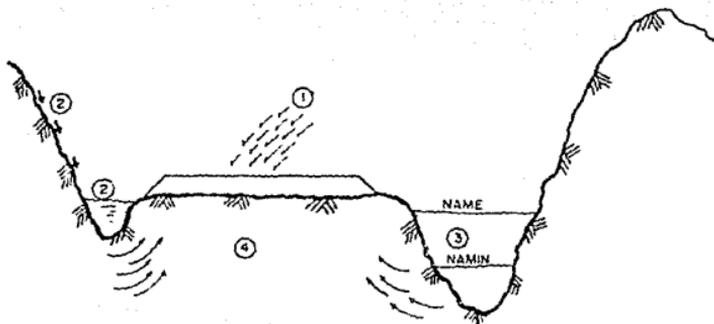


FIG. III. 1

El drenaje debera preverse desde el reconocimiento de la linea tratando que casi siempre sea natural para evitar obras costosas en su construccion y mantenimiento. En la localizacion deberan escogerse suelos permeables, naturalmente drenados, fijando los cruces de corriente de agua desde el punto de vista funcional y economico. El trazo ideal seria aquel que siguiera a lo largo de los parte-aguas de grandes zonas de drenaje, con lo cual las corrientes fluirian alejandose del camino y el problema del drenaje se reduciria a recoger el agua que cae directamente sobre la via y algunas pequenas zonas adyacentes.

El buen drenaje debe evitar que el agua circule sobre el camino en cantidades excesivas, provocando la formacion de charcos, baches y la destruccion del pavimento; evitar que el agua de las cunetas remoje y reblandezca la terraceria, disminuyendo la resistencia al esfuerzo cortante y originando asentamientos, que puedan hacer que fallo el camino; evitar que los cortes en los suelos no muy buenos se saturen, con peligro de derrumbes, deslizamientos, fallas, etc.; evitar que el agua de arroyos, taludes u hondonadas sea remansada por terraplenes existiendo peligro de deslaves; evitar que el agua subterranea ascienda hasta la subrasante, originando baches en el pavimento.

CLASIFICACION DEL DRENAJE

El drenaje de caminos se clasifica en superficial y subterraneo segun que el escurrimiento se realice o no a traves de las capas de la corteza terrestre.

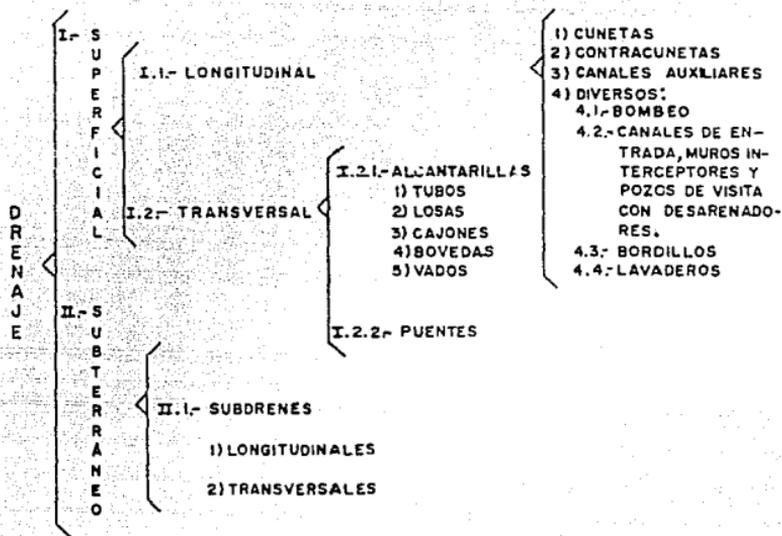
I.- EL DRENAJE SUPERFICIAL:

Tiene por objeto desalojar el agua que cae por precipitacion, la que corre por los rios y arroyos y la que llega por inundacion. Lo podemos clasificar, segun la posicion que las obras guardan con respecto al eje del camino en longitudinal y transversal.

a).- El drenaje longitudinal es aquel que tiene por objeto captar los escurrimientos para evitar que lleguen al camino o permanezcan en el, de tal manera que no le causen desperfectos. Quedan comprendidos dentro de este tipo las cunetas, contracunetas, bordillos y canales de encauzamiento y se llaman de drenaje longitudinal porque estan situadas mas o menos en forma paralela al eje del camino.

b).- El drenaje transversal tiene como funcion dar paso expedito al agua que cruza de un lado a otro del camino, o bien retirar lo mas pronto posible el agua de su corona; quedan comprendidos en este tipo de drenaje los tubos, losas, cajones, bovedas, vados, sifones invertidos y puentes.

De acuerdo a la dimension del claro de las obras de drenaje transversal, se ha convenido dividir a este en mayor y menor. El drenaje mayor es aquel que requiere obras con claro mayor a 6 mts. A las obras de drenaje mayor se les denomina puentes y a las de drenaje menor, alcantarillas.



a.1).- Cunetas.- Son zanjas que se hacen en uno o en ambos lados del camino en cortes y tienen como función el recibir el agua que escurre por la corona, el talud del corte y del terreno natural adyacente (Fig. III.2), y deben localizarse al borde de los acotamientos. Cuando la cuneta pasa de corte a terraplen, debe protegerse el terraplen, prolongándola sobre el terreno natural, alejándola del pie del terraplen para evitar que el agua la erosione, o bien si la pendiente es contraria (como en el caso de una curva sobre-elevada), debora pasarse transversalmente mediante una alcantarilla de alivio.

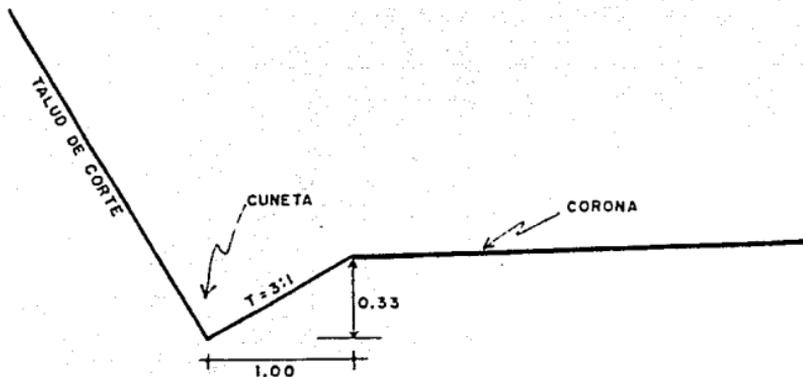


FIG. III. 2

La sección de la cuneta generalmente es triangular (o en v), por facilidad de la construcción, ya que puede hacerse con la hoja de una motoconformadora, por seguridad y economía, la profundidad es de 30 cms., el talud de corte será el natural del terreno. Cuando la precipitación es muy grande pueden llegar a tener un tirante máximo de 90 cms. para que un vehículo que caiga pueda salir.

En algunas ocasiones la sección puede ser trapezoidal o rectangular, significando área hidráulica mayor, pero fácilmente socavables.

La longitud de las cunetas para que funcionen eficientemente es del orden de 600 m. en terreno plano y de 300 m. en montaña; la longitud se mide a partir del parte-aguas o cresta; hasta su desfogue en el terreno natural o en una alcantarilla. Cuando la longitud es mayor, deberán disponerse alcantarillas de alivio y la longitud se mide entre ellos.

Con el fin de evitar que el agua se salga de las cunetas, cuando el camino es sinuoso o que se produzca azolve en los cambios de pendiente longitudinal, debe procurarse que no haya cambios bruscos de velocidad, lo cual se logra mediante cambios de sección y transiciones adecuadas.

a.2).- CONTRACUNETAS.- Son zanjas que se construyen aguas arriba de los cerros de los cortes de una obra vial y tienen como finalidad interceptar el agua que escurre por las laderas y conducirla hacia alguna canchada inmediata o parte baja del terreno, evitando que al escurrir por los taludes los erosione y que se acumule el caudal de las cunetas (Fig. III.3).

Si el camino sigue aproximadamente la pendiente máxima del terreno no son necesarias las contracunetas.

Generalmente se recomienda que (d_r sea mayor o igual que $3h$) para evitar que el agua que pueda filtrarse en el terreno provoque una falla del talud del corte.

Deben partir del parte-aguas, generalmente con sección pequeña, la cual irá aumentando con su longitud; procurando que la pendiente sea uniforme, para evitar azolves y erosión.

Generalmente tienen forma trapezoidal con base de 0.50 m. a 0.90 m. con altura promedio de 1.00 m. y con taludes de 1:1.

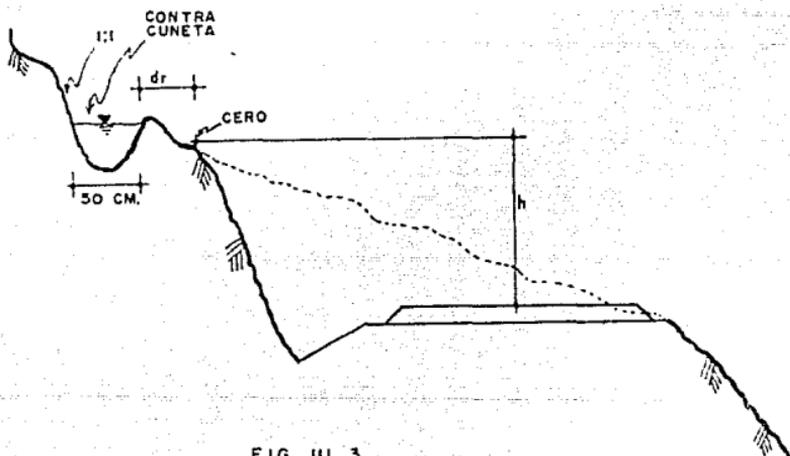


FIG. III. 3

a.3).- CANALES AUXILIARES O DE ENCAUZAMIENTO.- En terrenos sensiblemente planos en donde el escurrimiento es del tipo torrencial y no existen cauces definidos, tal como sucede en algunas regiones del país, es necesario construir canales que intercepten el agua antes de que llegue al camino y la conduzcan a sitios previamente elegidos para construir una obra y efectuar el cruzamiento (Fig. III.4).

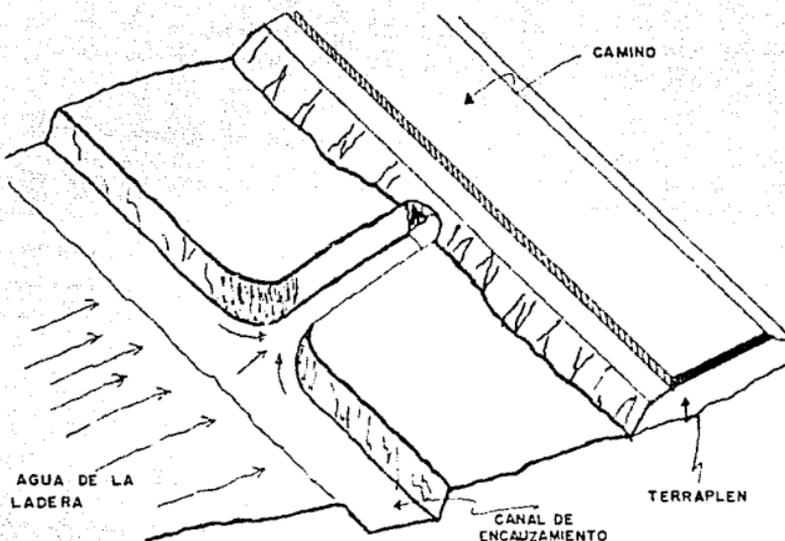


FIG. III. 4

a.4).- BOMBEO.- Consiste en proporcionar a la corona del camino y en las tangentes del trazo horizontal, una pendiente transversal del centro de camino hacia los hombros y su función es la de dar salida expedita al agua que cae sobre la corona y evitar en lo posible que penetre en las terracorias como máximo será de un 4% (Fig. III.5) (A).

En las curvas horizontales se proporciona al camino una sobre-elevación del hombro exterior con respecto al interior, con el fin de contrarrestar la fuerza centrífuga. Dicha sobre-elevación sirve también para dar salida al agua que cae en estas partes del camino, hacia el hombro interior. Esta sobre-elevación no deberá rebasar el 10% (Fig. III.5) (B).

El bombeo y la sobre-elevación deberán proporcionarse a las terracerías al afinarlas y posteriormente revestirse.

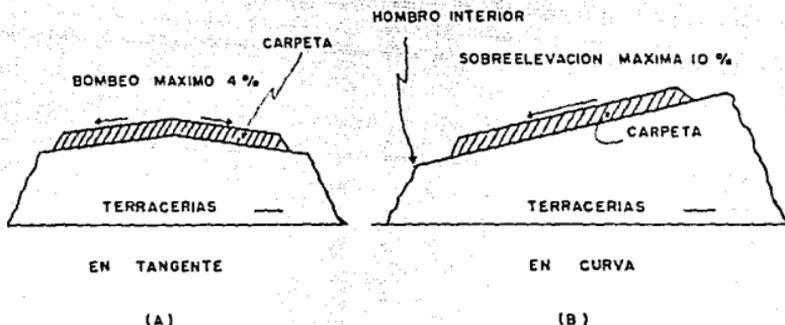


FIG. III. 5

a.5).- CAJONES DE ENTRADA, MUROS INTERCEPTORES Y POZOS DE VISITA. En la transición de las cunetas con las alcantarillas de alivio con frecuencia se hace necesario construir dispositivos auxiliares que encaucen el agua hacia dichas alcantarillas estos pueden ser simples muros interceptores aguas abajo dentro de la sección de las cunetas de tal manera que produzcan un embalse y obligar al agua a entrar (Fig. III.6).

Cuando existen muchos azolves, ramas de árbol, basuras, etc., pueden taparse fácilmente. Para evitar esto se disponen los cajones de entrada, que los retienen depositandolos en el fondo y en forma semejante funcionan los pozos de visita con desarenadores.

a.6).- BORDILLOS.- Se construyen en los hombros de la corona para evitar que el agua escurra sobre los taludes, erosionandolos si son de material deloizable, encauzandola hacia lavaderos u obras de alivio.

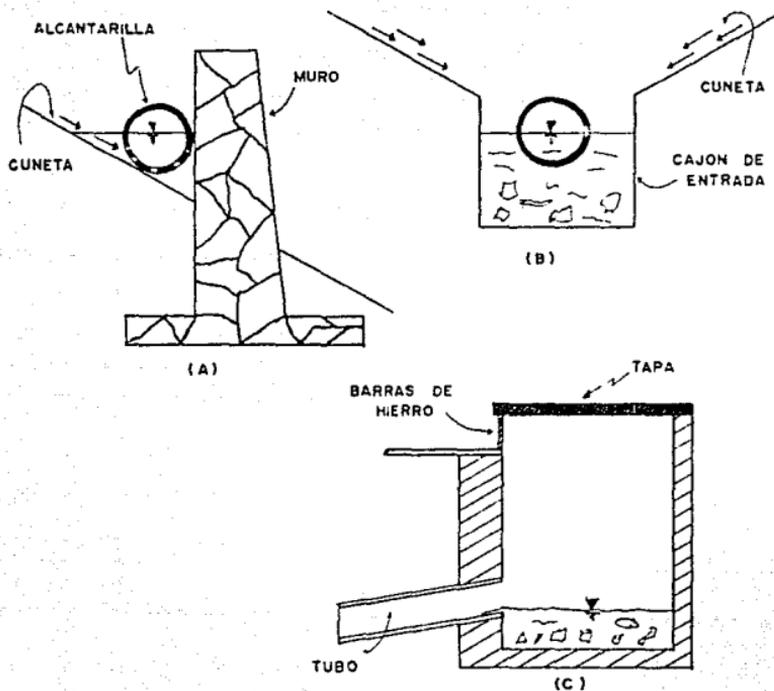


FIG. III. 6

Los bordos o bordillos solo se colocaran si el camino tiene pendiente longitudinal, pueden ser de concreto asfaltico, concreto hidraulico, tabique, etc. (Fig. III.7).

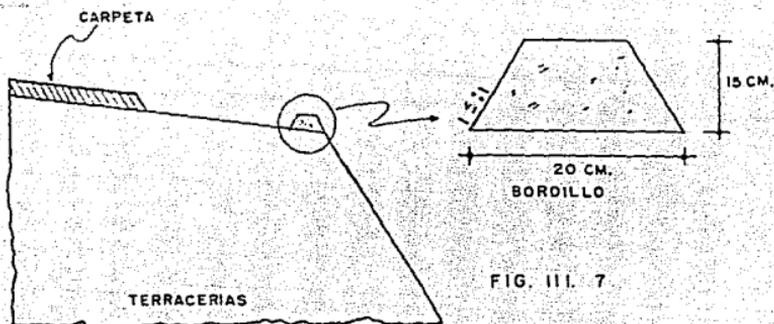


FIG. III. 7

a.7).- LAVADEROS.- Son los canales que se construyen sobre los taludes de los terraplenes para dar salida a una corriente evitando que se erosione dicho terraplen. Pueden ser de lamina, mamposteria, concreto, etc.

Un punto muy importante en la construccion de los lavaderos es darles suficiente estabilidad sobre el talud del terraplen llegando la corona de sus muretes al nivel de la superficie del talud.

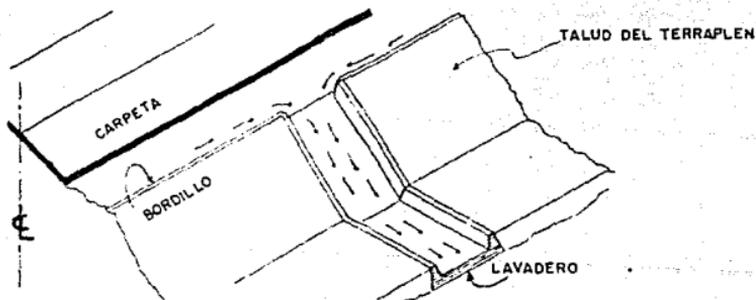


FIG. III. 8

b.1).- TUBOS.- Son alcantarillas de seccion interior circular y requieren siempre de un espesor de terraplen o colchon minimo de 0.60 m. para su mejor funcionamiento ostructural.

El material de que estan contruidos pueden ser concreto reforzado, lamina ondulada y en ciertos casos puede convenir economicamente su construccion con mampostoria de 3a. y mortero de cemento aunque este ultimo caso esta en el grupo de las bovedas.

Este tipo de alcantarilla esta constituido por una parte central llamada canos y dos extremos, denominados "Muros de Cabeza". En caso de suprimir estos muros se debera alargar 1.5 veces el diametro fuera del talud del terraplen.

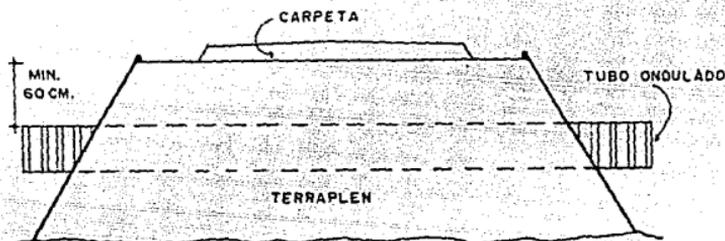


FIG. III 9

b.2).- LOSAS.- Las losas sobre estribos son de estructuras formadas por dos muros de mampostoria de 3a. con mortero de cemento 1.5, sobre los que se apoya una losa de concreto reforzado. Cuando la resistencia del terreno sea baja se usaran estribos mixtos, con el muro de mampostoria y el cimiento de concreto.

El descimbrado de las losas se hara a los 21 dias (en caso de ser concreto con R.N.) mientras que la formacion del terraplen, el zampeado del piso y la construccion de dentellones se hara posterior al colado de la losa, dejando al final la eliminacion del empuje hidrostatico en el respaldo de los estribos, que se hara colocando en el respaldo de cada estribo una capa de 30 cm. de espesor de material graduado. Esta capa debera dar salida al agua a traves de drenes inclinados, de tubo de barro (u otro material) de 10 cm. de diametro, colocados a cada 3 mts. en el cuerpo del muro en el contacto del

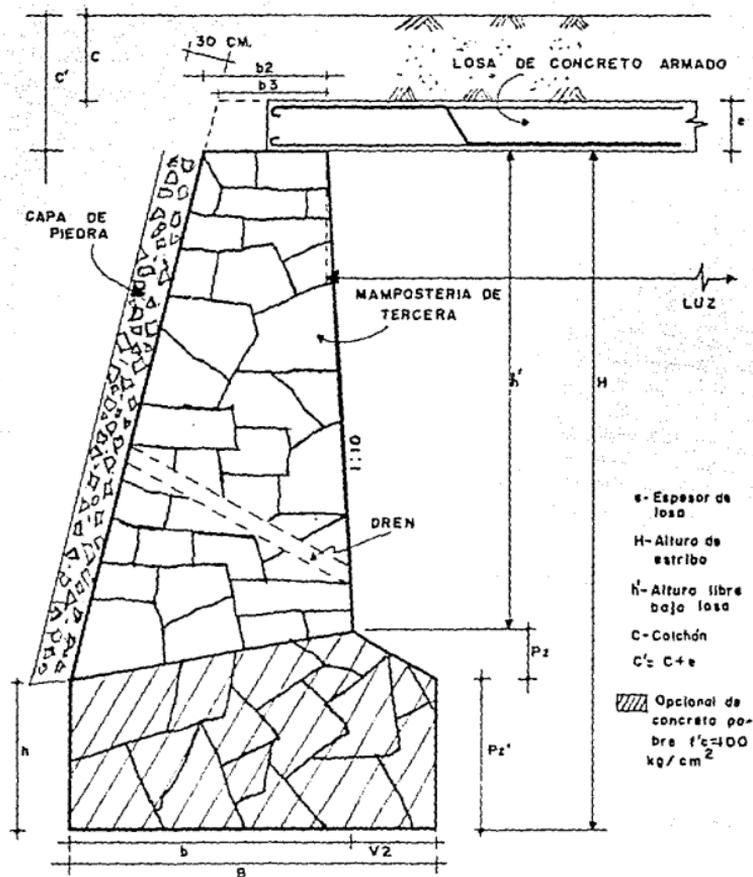


FIG. III 10

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: DRENAJES

tubo con el material graduado debora ponerse piedra quebrada para evitar el arrastre de dicho material.

b.3).- CAJONES.- Son estructuras de seccion rectangular de construccion excepcional ya que requiere cuidados especiales, al ser construidas todas sus partes (paredes, techo y pisos) con concreto reforzado, trabajan en conjunto como un marco rigido que absorbe el peso y el empuje del terraplen, la carga viva y la reaccion del terreno.

Tanto las losas como los muros son esbeltos y de poco peso y el conjunto tiene una amplia superficie de sustentacion.

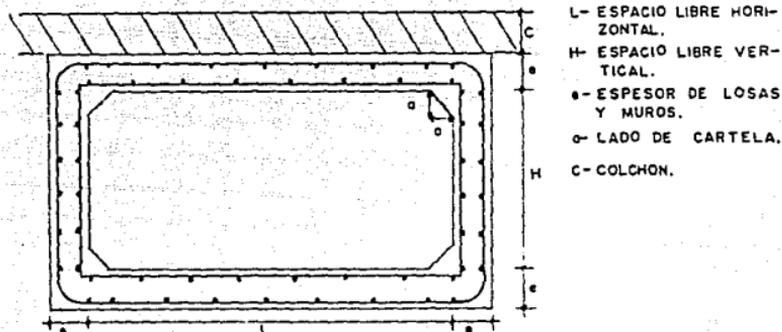


FIG. III. II

b.4).- BOVEDAS.- Son estructuras cuya seccion transversal interior esta formada por tres partes principales; el piso, dos paredes verticales que son las caras interiores de los estribos y sobre estas un arco circular de medio punto o rebajado de seccion variable con minimo espesor en la clave.

En general las bovedas son construidas con mamposteria de 3a. y mortero cemento arena 1:5 para construir el arco se requiere de un molde de madera que se aprovecha tambien para colar la clave a todo lo largo de la obra. La clave que cierra el arco es de concreto simple de $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$ con juntas radiales y tiene un ancho minimo de 35 cm., las piedras del arco tendran hasta donde sea posible juntas radiales con cuatraper longitudinal y su mayor dimension estara del lado de extrados.

El zampeo del piso y los dentellones aguas arriba y abajo que protegen el suelo contra la erosión puede omitirse en terrenos rocosos.

El empuje hidrostático en los estribos se eliminara en la misma forma que para las losas.

b.5).- VADOS.- Son estructuras superficiales del camino en el cruce de un escurrimiento de agua efimera o permanente de tirante pequeño. Tienen frecuente aplicación cuando se tienen corrientes de regimen torrencial que permitan el paso de vehiculos la mayor parte del año y donde la interrupcion del transito sea cuando mas de 2 a 4 horas.

Su configuracion debe acercarse lo mas posible a la del terreno natural para no alterar, sino en escala minima, el regimen hidraulico y para la proteccion del vado mismo, en consecuencia, la eleccion de este tipo de obra, en general, cuando se tiene cauces amplios y la rasante del camino es baja, se debera tomar en cuenta en el proyecto que la losa o mamposteria, con la que se construya la superficie de rodamiento, debera apoyarse en una capa de material granular de 30 cm. de espesor y compactado debidamente.

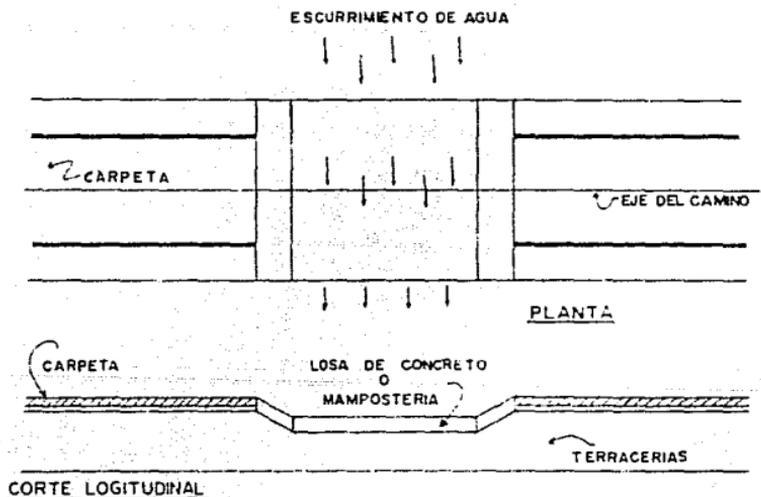


FIG. III. 12

b.6).- Puentes.- Como se menciona anteriormente el puente es considerado como una obra de drenaje transversal mayor y los materiales de que puede construirse son tan variados partiendo de la madera, concreto armado hasta llegar a los mas sofisticados como el acero y otros materiales.

El proyecto del puente se debe iniciar planteando las diversas soluciones que es viable usar en ese cruce, con el fin de obtener el costo de cada solucion en forma aproximada para elegir aquella que presente las mejores alternativas funcionales constructivas y economicas. Estos antoproyectos en general se desarrollan con base en las dimensiones que tengan otros puentes similares ya resueltos o bien ejecutando calculos preliminares aproximados; en ellos se deben cumplir todos los requisitos que influyen en el cruce, como es la separacion entre sus pilas, para permitir el libre paso de los cuerpos flotantes, o bien la circulacion de los vehiculos bajo o sobre la estructura si se trata de un paso a desnivel.

Una vez logrado el tipo de estructura mas conveniente se procede al proyecto estructural de sus elementos, considerando las cargas que actuaran en el puente, su impacto, el posible efecto del empuje del viento sobre la estructura y los esfuerzos que resulten de la aceleracion sismica.

Con base en estos datos se elaboraran los planos constructivos del puente o paso a desnivel.

II.- EL DRENAJE SUBTERRANEO:

Al caer el agua de lluvia una parte se evapora y otra escurre sobre la corteza terrestre y la restante se infiltra a las capas interiores; sin embargo no toda el agua subterranea proviene de la lluvia sino que tambien hay agua ontrampada como residuo de antiguos lagos y oceanos y tambien puede proceder de la condensacion de vapores arrojados por actividad volcanica.

El agua al fluir a traves de los vacios de los suelos o rocas muy intemperizadas, puede causar erosiones; este proceso se presenta en ocasiones al construir un camino en corte y si el flujo del agua no se controla, se pueden presentar problemas muy fuertes. Este flujo en taludes ocasionan fallas conchoidales o tipo creep y en la cama de la obra se pueden tener inestabilidades en la capa de rodamiento.

Tambien se puede perder la cementacion o la cohesion aparente y acaso puede aumentar el peso de la masa y provocar su flujo.

a).- SUBDRENES LONGITUDINALES DE ZANJA.- Este tipo de subdrenaje consisten en la apertura de una zanja al pie de los taludes de corte con profundidad minima de 1.5 m. llegandose en ocasiones hasta los 4 m. en el fondo sobre una plantilla de concreto pobre se coloca un tubo de concreto perforado por su parte interior y rellena con material filtrante, este sub-orden tiene como finalidad el bajar el nivel freatico de la cama del camino y el menor estacala disminuir la zona saturada del talud del corte (Fig. III.13).

El material filtrante mas adecuado es la grava arena en grena con tamaño maximo de 2" y con 5% maximo de finos pasando la malla 200.

El fondo de la zanja tendra la pendiente necesaria para que el agua captada sea conducida hacia una obra de drenaje transversal y se aleje del camino.

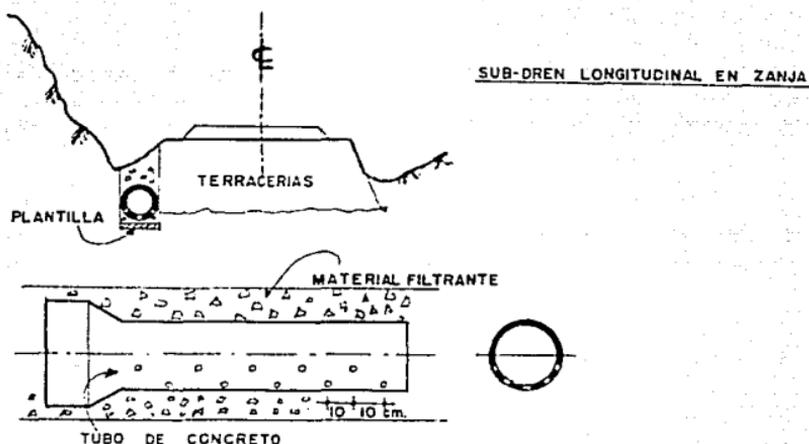


FIG. III. 13

b).- SUBDRENES TRANSVERSALES DE TALUD. Cuando existen fuertes filtraciones a travas de los taludes de corte, ademas de los drenes longitudinales de zanja, conviene utilizar otro tipo de subdrenaje que impida este flujo y que evite danos mayores.

Con tal fin es usual utilizar los drenes transversales que consisten en la introduccion de tubos de acero de 5 cm. de diametro perforados lateralmente, a travas de los taludes, con pendiente hacia el camino de 5' a 20' previamente a la introduccion, se hace una perforacion de 10 cm. de

diametro con equipo especializado. La longitud de estos tubos debe ser tal que cruce las posibles superficies de falla (Fig. III.14)

PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PROYECTO.

Por ser una zona rocosa el lugar donde se ubica la Ciudad Universitaria se presenta dificil la aplicacion de los sistemas de drenaje comunes como lo son los mencionados con anterioridad, esto trae como consecuencia, la aplicacion de un drenaje especial en los caminos como lo es el pozo de absorcion con boca de tormenta (Fig. III.15).

El proceso de construccion de este tipo de drenaje es el siguiente.

1.- Se perforo la roca hasta encontrar un manto permeable que en algunos casos llego hasta los 20 mts.

2.- Se introdujo un ademe de tubo de acero de 12" de diametro ranurado en su perimetro para dar paso al agua.

3.- Se relleno el contorno del tubo con grava de 1/2 a 3/4" a manera de filtro.

4.- Se coloco una rejilla metalica en la boca del tubo para impedir el paso de material extrano, esta rejilla tiene aberturas de 1 x 1".

5.- Se construyo la caja receptora con boca de tormenta. Esta caja propiamente dicho, consiste en un registro de concreto formado por dos secciones con un vortedor divisorio. La primera, un arenera, esta destinada a recibir directamente el agua que proviene de la superficie de rodamiento y que generalmente arrastra basura, piedras pequenas y materia organica, material que por gravedad caera al fondo de esta seccion y el agua aqui acumulada una vez que llega al nivel del vortedor y lo rebasa para a la segunda camara donde se filtrara por las capas de grava de 1/2 a 3/4" y de fragmentos de roca de 4" a 16" respectivamente para llegar a la entrada del ademe.

Este tipo de drenaje se aplico especificamente bajo el puente y en las zonas con pendiente ligera pero dificil alejar el agua del camino por otro procedimiento. Bajo el puente la separacion entre los pozos de absorcion en ambos lados del camino fue de 10 m. y en los demas lugares a cada 30 m.

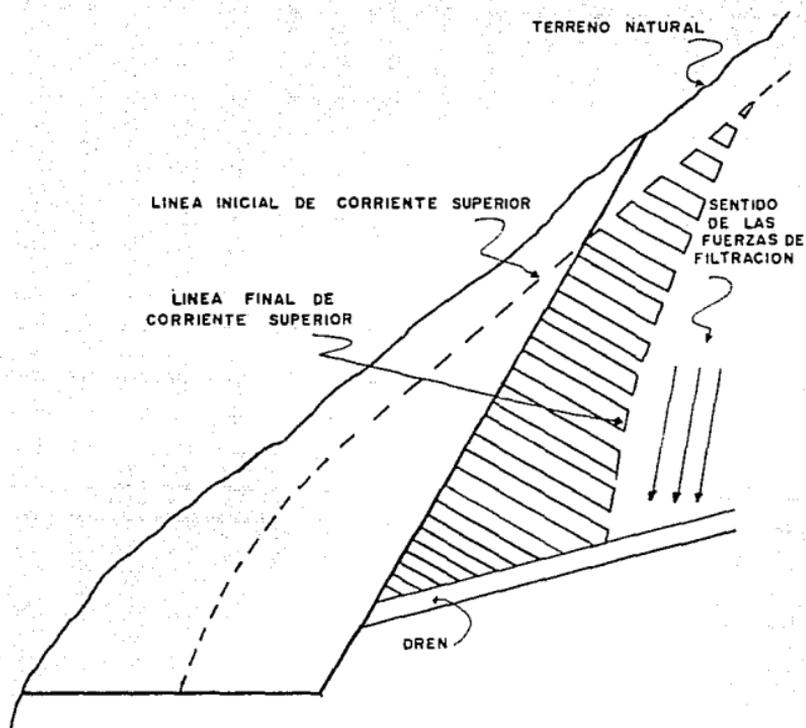
Para llevar a cabo esta perforacion se utiliza una perforadora rotatoria "Speed Star. SS-15III" con capacidad de perforacion

de 350 m. bomba de lodos G. Denver. 7 1/2 x 8", compresor de aire Loroy 750 PCM. montada sobre camion International.

En las zonas altas y donde el terreno lo permite se instalaron pozos de visita con desarenadores con salida de tubo de concreto de 12" de diametro y ligado a este tubo un lavadero de concreto que desemboca finalmente en el terreno natural (Fig. III.16), estos pozos se ubicaron con una separacion de 30 m. en ambos lados del camino.

Para restar la presion hidraulica que los rollenos ejercen sobre los estribos, se colocaron drenes transversales formados por tubo de acero de 12" de diametro con ranuras en la parte inferior y este dren desfoga 1 m. mas alla del ancho del puente.

Por necesidades propias del camino fue necesario rellenar determinadas secciones y para contener estos rollenos se construyeron muros de contension a base de mamposteria de piedra brasa, los cuales estarian sujetos a una fuerte presion hidraulica de no ser porque se colocaron subdrenes transversales de talud, consistentes en tubos de concreto de 4" de diametro colocados en forma transversal en los muros y espaciados aproximadamente a cada 3 m. en sentido horizontal y a cada 1.5 m. verticalmente.

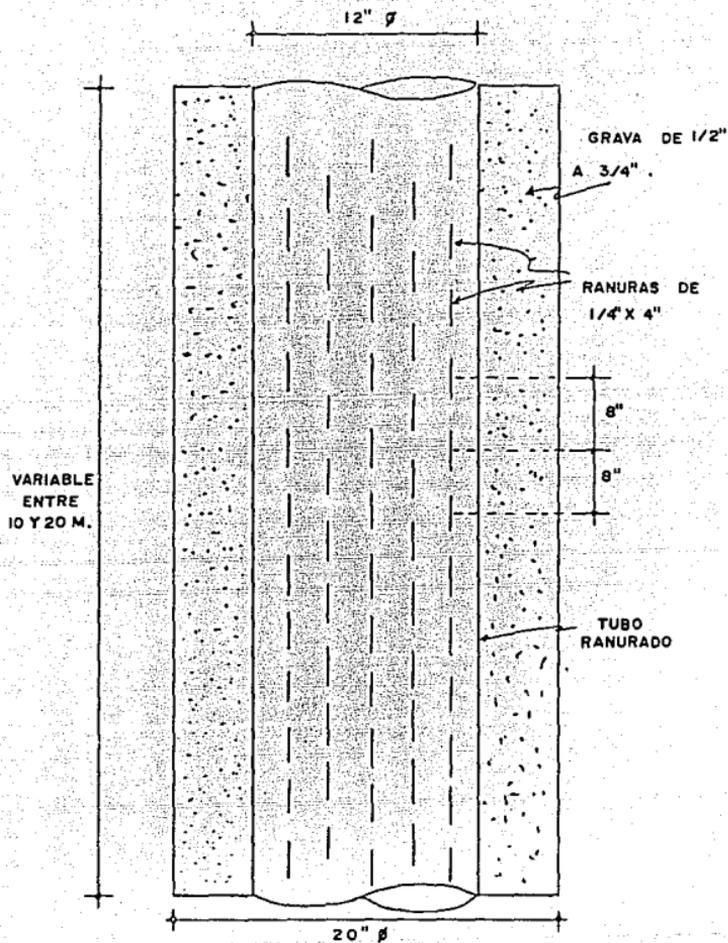


CONDICION DE FLUJO DE LA LADERA DES-
PUES DE EFECTUADO EL CORTE Y CO-
LOCADO EL SUBDREN TRANSVERSAL DE PE-
NETRACION.

FIG III. 14

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: DRENAJES



DISEÑO DE ADEME PARA POZO DE ABSORCION

FIG. III. 15

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: DRENAJES

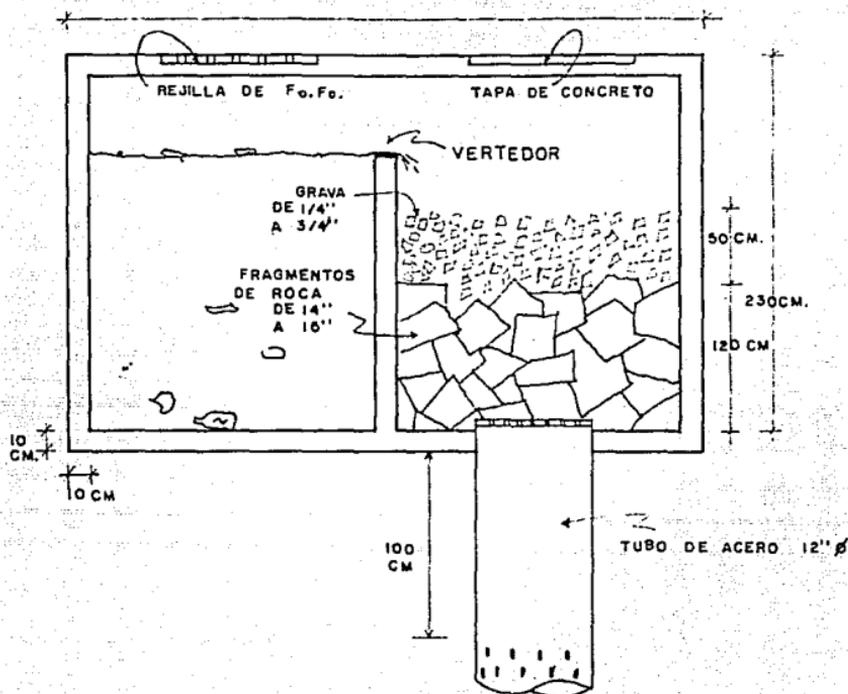


FIG. III. 15

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: DRENAJES

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: DRENAJES

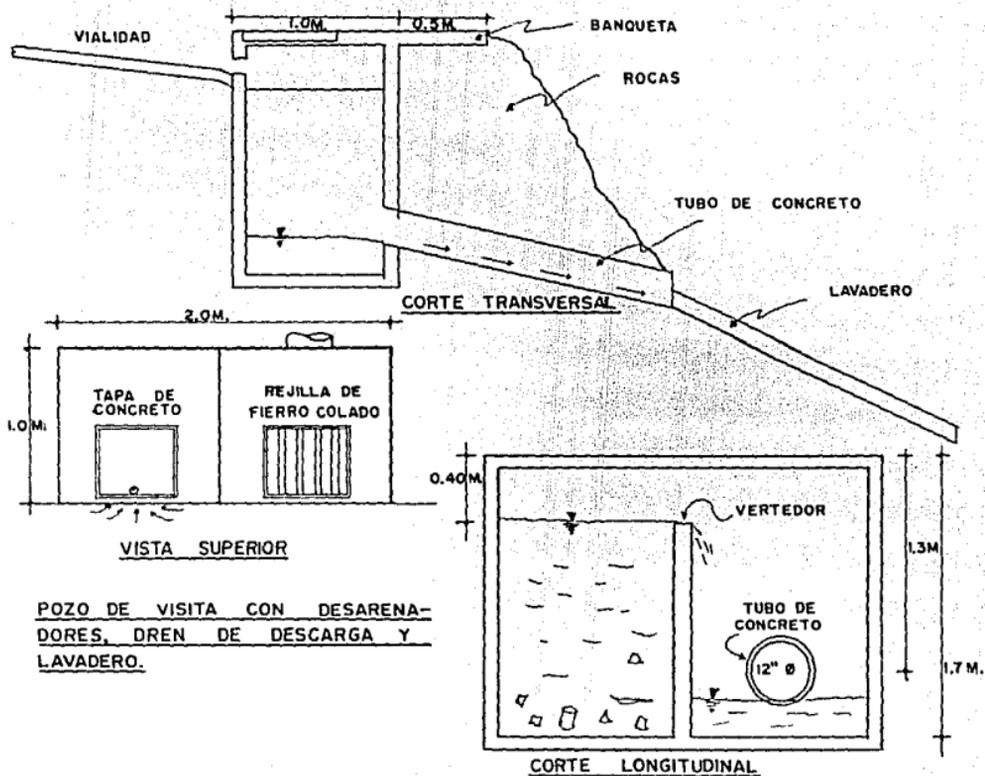


FIG. III. 16

IV. V I A L I D A D E S

VIALIDADES

Se le conoce como vialidad al conjunto de caminos, brechas, calles, andadores, los cuales ofrecen servicios a la comunidad. Los primeros pavimentos que fueron conocidos son los del Imperio Romano en Europa y los Imperios Maya e Inca en America, las cuales utilizaron grandes bloques rocosos, los Romanos con buen acomodo, directamente apoyados en el terreno natural. Los Incas y Mayas construyeron sus caminos aglutinando bloques de piedra con morteros naturales y afinando la superficie de rodaje.

Con el paso del tiempo y con el uso del vehiculo se han utilizado variaciones de estos primeros pavimentos teniendo como ejemplo: empedrados, adoquinados, de tratamiento superficial (asfalto y grava), concreto hidraulico y concreto asfaltico.

Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de materiales apropiados, comprendida (s) entre el nivel superior de las terracerias y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las proporcionadas para la superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la accion del transito.

Los pavimentos se dividen en rigidos y flexibles. Sin embargo la rigidez o flexibilidad que un pavimento exhibe no es facil de definir tan adecuadamente como para permitir una diferencia precisa entre uno y otro tipo de pavimento.

Los pavimentos se diferencian y definen en terminos de los materiales de que estan constituidos y como se estructuran esos materiales y no por la forma en como distribuyen los esfuerzos y las deformaciones producidas por los vehiculos en las capas inferiores.

Un pavimento rigido es aquel cuyo elemento fundamental resistente es una losa de concreto hidraulico; en cualquier otro caso, el pavimento se considera flexible.

La capa que recubre las terracerias, debe de cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Ser estable ante los agentes del intemperismo
- 2.- Ser resistente a la accion de las cargas impuestas por el transito.
- 3.- Tener textura adecuada al rodamiento.

4.- Ser durable.

5.- Tener condiciones adecuadas en lo referente a permeabilidad.

6.- Ser economica.

Ver figura IV.1

En este capitulo hablaremos del cuerpo del pavimento que esta constituido de la siguiente manera:

- a) Pedraplen
- b) Capa de transicion
- c) Sub-rasante
- d) Base hidraulica
- e) Pavimentos flexibles
- f) Pavimentos rigidos

Ver figura IV.2

a) PEDRAPLEN

Debido a las condiciones topograficas de la zona en construccion, fue necesario considerar los casos y soluciones que a continuacion se mencionan:

1.- Cuando el desplante de la estructura del pavimento se localizo en zonas de depresiones fue necesario construir un podraplen y una capa de transicion para apoyar dicha estructura, en caso de que la zona por llenar fuera menor o igual a 50 cm. se coloco unicamente la capa de transicion del espesor necesario.

2.- Para el caso en que la superficie de la roca se encontrara por arriba del desplante de la estructura del pavimento se procedio a demoler la masa de la roca hasta alcanzar el nivel inferior de la capa sub-rasante y apoyarla directamente sobre la nueva superficie rocosa (Fig. IV.3).

El material que se empleo para el podraplen fue producto de la explotacion de la roca basaltica existente en la zona, se utilizo debido al abatimiento de costos y por sus caracteristicas geologicas y mayor resistencia a la compresion.

CONSTRUCCION DE PEDRAPLEN

Despues de haber realizado una quema de todo el material vegetal que se encuentre en el area de vialidad, mas una franja adicional de 5 mts., de ancho a cada lado, se retiraron los residuos producto de la misma y de acuerdo con el plano de

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

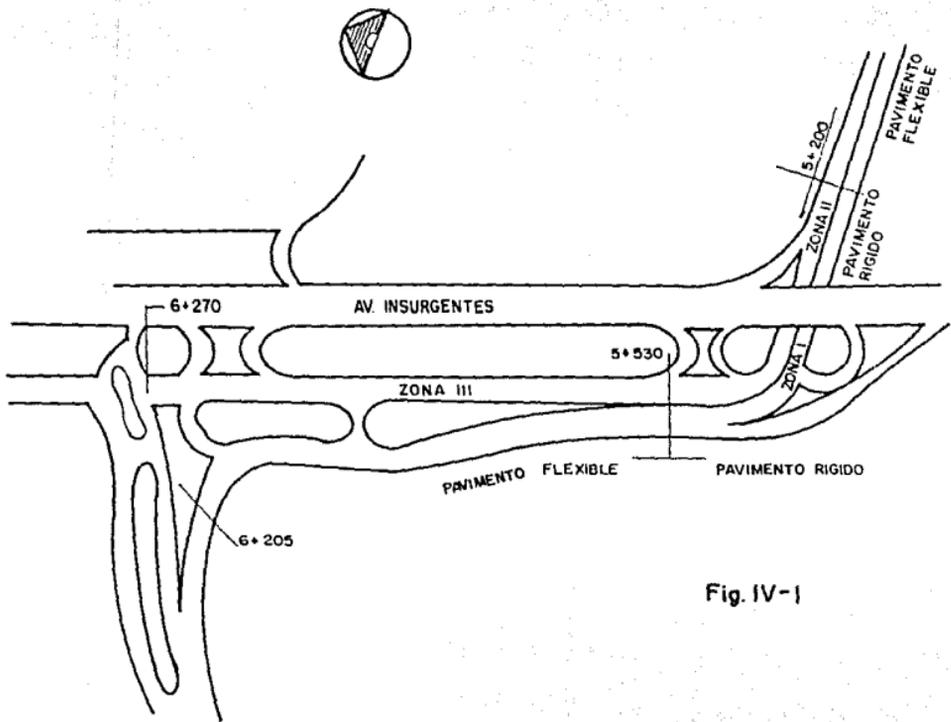
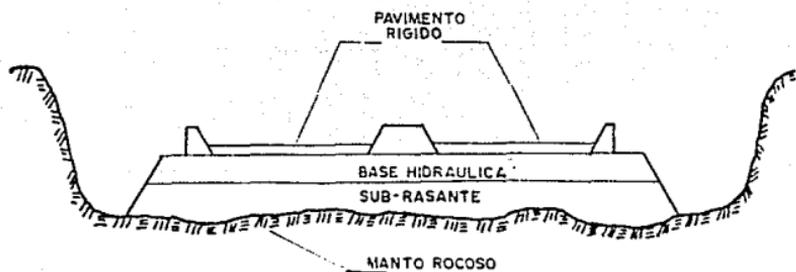
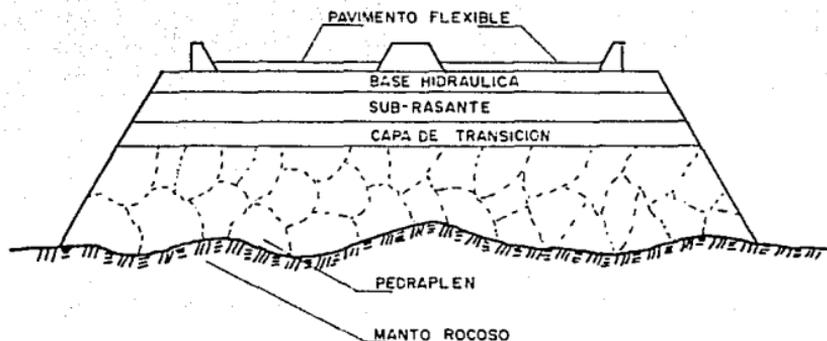


Fig. IV-1

Fig. IV-2



U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

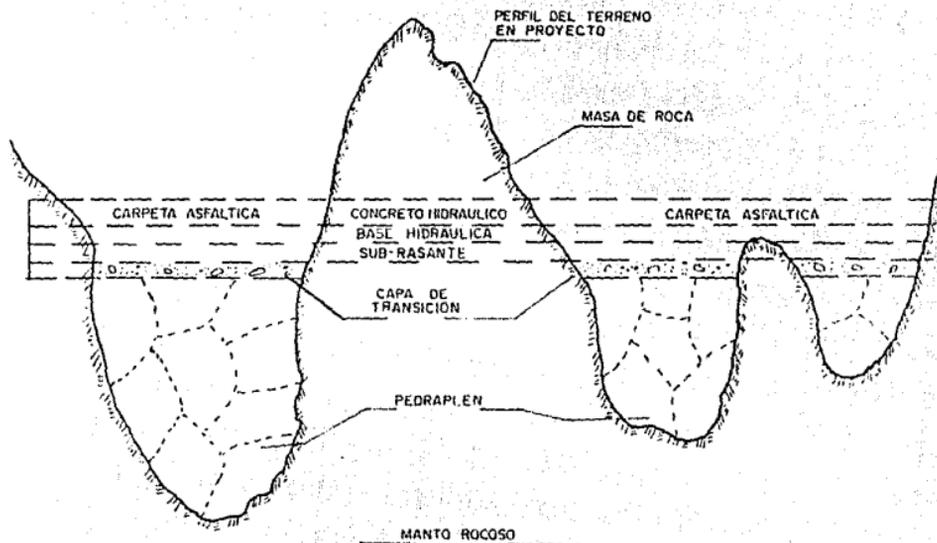


Fig. IV-3

perfiles de las vialidades. se procedio a demoler y rellenar
oquedades, cavernas y fisuras existentes en el manto rocoso.

Una vez realizada la quema de la zona y retiro de los residuos
se procedio a la construccion del pedraplen. De acuerdo a los
perfiles y secciones de las vialidades se realizo el trazo con
un transito topografico para la vialidad.

Donde se tenia espesor tal que permitiera alcanzar en los
puntos mas deprimidos 60 cms. abajo de la rasante de proyecto.
Se procedia a colocarse a volteo en capas horizontales
fragmentos de piedra cuyo tamano maximo era de 50 cms., o la
mitad del espesor del pedraplen segun la configuracion del
terreno. De acuerdo a la topografia del terreno se tuvo estas
depressiones en la zona III, tanto en el tramo de excavacion
del Km. 6 + 205 al 5 + 530 del lado poniente. En el carril de
lado oriente de esta misma zona se utilizo la roca demolida en
el carril del lado poniente y se fueron formando pedraplens
hasta tener el nivel necesario del Km. 6 + 270 al 5 + 530 del
Km. 5 + 530 al 5 + 500, se tenian depressiones y se fue
construyendo el pedraplen como fuera necesario.

El procedimiento de construccion fue el siguiente. En el
carril del lado poniente se procedio a la demolicion de la
roca, se fue atacando de acuerdo a como se presentara la
configuracion del terreno, formando pedraplens en las zonas
de depressiones.

Esto lo realizaba un tractor de oruga o bulldozer, de 20 tons.,
el material sobrante de esta demolicion era transportado por
pai-haulera los cuales cargaban tractores con cargadores
frontales, para el carril de lado oriente y se colocaban a
volteos en dicho carril.

Despues de haber sido colocada la roca a volteos y colocada
dicha roca en la zona de depressiones en ambos carriles se
procedia a compactar dicho material con el tractor de orugas
de 20 tons., y se le dio la compactacion haciendolo pasar las
veces necesarias para que los niveles de referencia fueran los
adecuados.

En los casos en que la altura del pedraplen fuera menor o
igual a 1 m. Los taludes del mismo se realizaron con una
inclinacion maxima de 1:1 y si la altura fue mayor de 1 m. la
inclinacion del talud fue de 1:5:1 (horizontal-vertical Fig.
IV.4).

El material sobrante se retiraba hacia los costados de la
vialidad en la zona donde no se requeria, en este caso el
carril del lado poniente: el mismo tractor realizaba el
movimiento.

b) CAPA DE TRANSICION

Es una capa de material para darle forma al pedraplen en su
capa superior, con este material se procedio a afinar la

DESPLANTE DE LA ESTRUCTURA POR
ENCIMA DEL TERRENO NATURAL

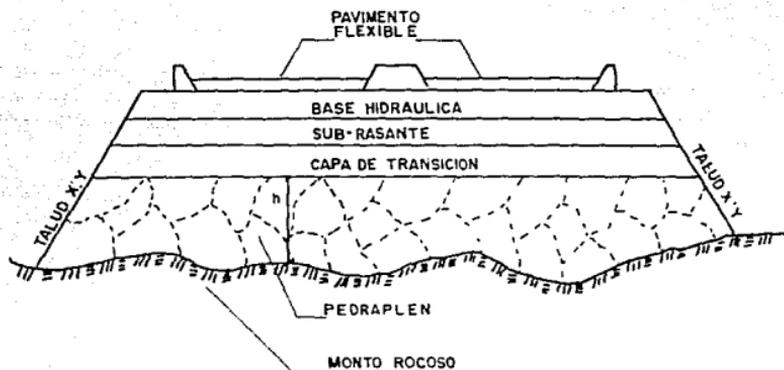


Fig. IV-4

h = altura promedio
del pedraplen

Si h 100 m X:Y=1:1
Si h 100 m X:Y=1.5:1

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

vialidad para poder recibir las siguientes capas del pavimento.

Para esto se utilizo la rezaga del enrocamiento el cual se encontraba en la zona de demolicion. Este material deberia de tener como tamano maximo de agregado 7.5 cms. para rellenar las cavidades propias del pedraplen.

Se procedio al acarreo de este material de la zona III carril poniente al carril oriente por medio de camiones de volteo y se procedio a tenderlo y renivelarlo con una motoconformadora, en capas de espesor variable entre 0.00 y 15.00 cms.

Fue tambien necesario darle un mejoramiento con tepetate cuando la rezaga presentaba mucho material rocoso y el material fino era polvo. Se procedia a vaciar el tepetate, luego la motoconformadora los mezclaba para poder tenderlo.

Despues de tendido se procedia a compactarlo con un rodillo liso-vibratorio hasta alcanzar su grado de compactacion necesaria.

Esto se realizo en la zona III del cadenamamiento 6 + 270 al 5 + 500 del carril oriente. Del carril poniente se hizo la misma operacion donde existieran depresiones.

c) SUB-RASANTE

Es una capa de material que se encuentra entre el material de base y la capa de transicion o en su defecto la roca misma.

De acuerdo al proyecto del pavimento se llego a la conclusion que el material a utilizar seria un tepetate (arena limosa), al cual se le realizaron pruebas de laboratorio. Se tomaron pruebas de compactacion en el campo dando los siguientes resultados:

- Peso volumetrico maximo	1,360.00 Kg/m ³
- Porcentaje de humedad optima	32.0 %
- Grado de compactacion de P.V.S.M.	95.0 %

Esta capa fue de un espesor de 15 cm. y se coloco en una sola capa.

La tolerancia en niveles fue de + - 2 cms. debiendo tener las pendientes transversales de proyecto.

Dichas pendientes se dieron desde esta capa con el proposito de que los espesores de las capas del pavimento fueran homogeneos.

Esta obra fue atacada en dos frentes en la zona II y zona III.

En la zona II como el nivel de la sub-rasante queda en la roca, se procedio a formar viajes de el material de tepetate

acamollonados despues de calcular el volumen necesario para el espesor requerido.

Se procedio a tenderlo con la motoconformadora hasta alcanzar el nivel necesario, se realizo el tendido teniendo el material una humedad lo mas cercano a su humedad optima.

Se colocaron unas maestras las cuales significaban el nivel de terminacion de dicho material.

Se procedio a compactar el terreno por medio de un duo-pactor y un rodillo liso dandole tantas pasadas sobre el terreno como fuera necesario para que este adquiriera la compactacion de proyecto.

En zona III, despues de tener la capa de transicion se procedio a tender la sub-rasante con la motoconformadora en los tramos por realizar, se dieron los niveles necesarios y se siguio con el mismo procedimiento anteriormente descrito.

En ambas zonas se tendio el material y cuando esto no lograba su humedad optima se regaba por medio de una pipa, como ya existia la capa de transicion se inicio la construccion de las guarniciones tanto de los dos sentidos de vialidad asi como los del camellon. En la zona I se realizo despues de haber construido el nivel del cruce con Av. Insurgentes.

d) BASE HIDRAULICA

Es una capa de material que transmite a la sub-rasante los esfuerzos producidos por el transito.

Dobe en muchos casos drenar el agua que se introduzca a traves de la carpeta o por los acotamientos del pavimento asi como impedir la ascencion capilar.

Es la capa de materiales seleccionados (grava cementada controlada) que se construye sobre la sub-base (o sub-rasante cuando la calidad de esta es igual a la de la sub-base) y cuya funcion es soportar las cargas rodantes y transmitir las a las capas inferiores del pavimento distribuyendolas de tal forma que no produzca deformaciones perjudiciales a estos.

Despues de haber concluido la sub-rasante a completa satisfaccion de la supervision se procedio al tendido de la capa de la base de 15 cm. de espesor.

El procedimiento de construccion para el tendido de la base hidraulica, se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones.

d.1) La compactacion se considerara satisfactoria cuando el material alcance un grado minimo de 98% de su espesor volumetrico seco maximo, verificando mediante pruebas de

laboratorio, las cuales se efectuaron hasta que no se marquen las huellas de las ruedas.

d.2) La superficie debiera quedar perfectamente afinada, con textura uniforme sin ondulaciones y estara de acuerdo con las pendientes longitudinales y transversales que fije el proyecto, tampoco deberan existir baches.

d.3) Se recomienda que al terminar la compactacion en la base y cuando esta se encuentre seca superficialmente, se aplique el riego de impregnacion con objeto de evitar desintegracion a causa del transito o de las lluvias, no se debiera de conservar esta superficie a base de riegos de agua o compactacion, ya que se originan encarpetamientos y texturas cerradas que impidan la correcta penetracion del riego de impregnacion.

De acuerdo a las pruebas de laboratorio que realizo a las muestras del material procedente del banco de suministro se tomaron para pruebas de compactacion en el campo los siguientes resultados:

- Peso volumetrico seco maximo	1,617.00 Kg/m ³
- Porcentaje de humedad optima	12.0 %
- Grado de compactacion del P.V.S.M.	100.0 % +- 2

Este material se procedio a tenderlo en una capa de 15 cms. de espesor, se acamellono y cuando se tuvo el total del material necesario, se procedio a mezclarlo perfectamente con la motoconformadora hasta uniformizar la humedad que debiera ser lo mas proximo a optima. Muchas veces cuando el material estaba acamellonado y se tenia el dia muy soleado se procedia a darle un riego de agua con la manguera de la pipa.

Una vez alcanzada dicha humedad se procedio al tendido de la base y al compactado de la capa por medio de planchas de rodillos lisos de 10 a 12 tons. o duo-factor, se efectuaba de la orilla hacia el centro; como se tenia la guarnicion y los camellones, se tomo en este caso la orilla de la guarnicion derecha y se compacto hacia el centro en fajas longitudinales.

Se tuvieron traslapes de 10 cms., en algunos tramos no se tuvo la compactacion y la humedad necesaria por lo tanto se procedio a darle mas compactacion y mas humedad por medio de una pipa de agua.

El tendido de este material se realizo primero en las zonas II y III hasta llegar a la zona I.

Como la vialidad comprendia dos circulaciones. Se procedio primero a atacar una circulacion para permitir que por la otra

estuvieran circulando los vehiculos de carga asi como la maquinaria y equipo.

En la zona III se tendio primero en la circulacion del lado oriente dejando libre el otro sentido.

En la zona II se tendio primero el lado Sur.

En la zona I fue la del lado oriente.

e) PAVIMENTOS FLEXIBLES

El asfalto es el ingrediente esencial de casi todos los pavimentos flexibles. Es un solido amorfo negro que es duro y hasta fragil en la ocasion en que esta frio. Cuando se calienta, se ablanda gradualmente y luego se licua y no tiene punto de fusion definido.

RIEGO DE IMPREGNACION Y LIGA:

Inmediatamente despues de haber construido la base, se procedio a aplicar el riego de impregnacion.

El riego de impregnacion es un asfalto disuelto de fraguado medio (F.M.) cuyo solvente es el keroseno, en este caso se utilizo el riego de impregnacion F.M. 0 y se coloco a una temperatura aproximada a los 80 C, usando esparcidores mecanicos acoplados a la petrolizadora.

Este riego sirve para fijar o impermeabilizar la base, adicionalmente sirve como elemento de transicion, el material asfaltado se penetra hasta un centimetro en el material petreo.

Su proporcion fue de 1.00 Lts./m², se cubrio con una capa protectora de arena fina (Poreo) a razon de 4.00 lts/m² en un tiempo de 3 hrs. minimo antes de abrir el transito.

RIEGO DE LIGA:

Este riego se aplica antes de colocar el concreto asfaltico, previo al barrido de la arena, al igual que el riego de impregnacion, el riego de liga tambien es un asfalto rebajado de fraguado rapido cuyo solvente es gasolina (NAFTA) y su proporcion fue de 0.5 Lts./m².

Este riego sirve para evitar movimientos y fijar la carpeta a la base durante el proceso de compactacion del concreto asfaltico. Este riego se da con anticipacion al tondido de la mezcla; con el fin de que esta adquiera la viscosidad adecuada al perder durante su transportacion parte del solvente.

El riego de impregnacion utilizado fue generalmente el F.R.3 y su colocacion fue por medio de una petrolizadora mecanica.

CARPETA ASFALTICA:

La carpeta asfaltica es la parte superior de la estructura del pavimento.

Esta constituido por un material petreo bien graduado y cemento asfaltico como ligante.

Para este caso, la mezcla se elaboro en planta; para esto, el material petreo se calento a la temperatura aproximada de 145 C y el asfalto entre 110 C y 130 C, se dosifico y mezclo.

Las mozclas terminadas se transportaron en camiones; se tendio a una temperatura superior a 90 C. No debe iniciarse la compactacion a temperaturas inferiores a 80 C; si se quiere que la compactacion sea efectiva.

PROCESO CONSTRUCTIVO:

La pavimentacion a base de concreto asfaltico primeramente se realizo la parte poniente en el tramo comprendido entre los Kms. 5 + 530 y 6 + 205, Figura IV.1.

La capa de rodamiento tiene un espesor de 10 cms. y se realizo por medio de una maquina pavimentadora, esta maquina basicamente consta de un tractor de orugas o ruedas que llevan un tolva receptora y una unidad conformadora que da forma, alisa y en parte compacta la mezcla para la pavimentacion; el tractor tiene brazos empujadores con rodillos en los extremos con los que puede empujar un camion por sus neumaticos, cuando se arrima en reversa contra la tolva para descargar en ella.

La pavimentadora va dejando una faja de concreto asfaltico, la cual debera tener una superficie pareja y compacta con bordes uniformes.

El concreto asfaltico, inmediatamente detras de la maquina pavimentadora, se encuentra demasiado caliente para compactarse.

Generalmente para estimar que esto listo para su compactacion esta en funcion de la distancia que debe ir detras de la pavimentadora y no en minutos. La compactacion se hizo en dos etapas, en la inicial se utilizaron aplanadoras de tres ruedas, cuidando de que los rodillos de traccion quedaran de frente hacia la pavimentadora. Esto se hizo debido a que el rodillo direccional solo da vueltas por el rozamiento con el concreto asfaltico, tiende a ompujarlo hacia adelante mas que los rodillos propulsores que tienden a trepar sobre el cuando se trabajaba en contrapendiente que es el sentido norte sur los rodillos propulsores quedaron del lado de la bajada.

A la vez que se realizaba esta etapa de compactacion, en el lado oriente en el tramo comprendido entre los Km. 5 + 530 y 6 + 270, se procedio a realizar el riego de impregnacion a la vez que en el tramo 5 + 200 al 5 + 530 Kms., se construia la

carpeta de concreto hidraulico y se construya la carpeta asfaltica en la zona III y zona I. Debido a que la anchura de la pavimentadora no tiene la capacidad de cubrir el ancho del camino, en la linea de union habra una junta longitudinal central, la primera pasada de la aplanadora se da en esta junta.

El borde de la aplanadora se apoya en una tira angosta del pavimento terminado y se traslapa con el material fresco; si se nota que se escurre a cualquiera de los lados o hacia adelante de los rodillos se debe dejar enfriar; esto mismo se debe de hacer si se forman grietas en los bordes de la aplanadora o que detras aparezcan ampollas.

Si se deja enfriar mucho la mezcla se endurece y es dificil de conformar y no se obtiene una completa compactacion.

La aplanadora no debe dejarse nunca parada en la carpeta que aun este completamente compactada y fria porque se hundiria y crearia un hueco.

El numero de pasadas de la compactacion inicial varia pero puede bastar con dos de estas en toda la superficie de la carpeta.

El acabado se realizo con una aplanadora Tandem, se hace pasar hasta que se eliminen todas las marcas.

La tolerancia para la irregularidades de la carpeta es de 1/8" on 30.00 m.

f) PAVIMENTO RIGIDO

Los pavimentos rigidos son aquellos cuya capa de rodamiento esta constituida por losas de concreto hidraulico, apoyadas sobre una base de tipo granular.

El elemento fundamental del pavimento lo constituyen las losas de concreto hidraulico, las cuales tienen como finalidad proporcionar al transito una capa rigida estable, resistente al desgaste e intemperismo. Practicamente impermeable de superficie uniforme y de textura adecuada al rodamiento.

Existen dos tipos de pavimentos de concreto hidraulico.

Reforzado y sin refuerzo, en nuestro caso unicamente se hara referencia al ultimo.

A) CARACTERISTICAS DEL CONCRETO Y MATERIALES QUE INTERVIENEN EN SU ELABORACION.

1.- Concreto Hidraulico

Uno de los aspectos basicos de la construccion de los pavimentos rigidos es la elaboracion del concreto, la cual se hara de preferencia en planta premezcladora.

El concreto por emplearse deberá sujetarse a las especificaciones verificadas por el laboratorio.

Resistencia mínima a la compresión a la edad de 28 días:
300 Kg/cm².

Resistencia mínima a la flexión a la edad de 28 días:
30 Kg/cm².

Revoimiento será de: 10 a 15 cms.

2.- Agua

El agua que se emplee para el mezclado no deberá contener cantidades perjudiciales de gas carbonico libre, limo, material organico, alcalis, aceites y sales. Generalmente bastara con que el agua sea potable para poder emplearse.

3.- Cemento

Se empleara cemento tipo I de resistencia normal, para condiciones generales y tipo III de resistencia rapida cuando se desea adquirir la resistencia a cortas edades.

4.- Arena

La arena que se use en la elaboracion del concreto deberá rendir los objetivos que fije el laboratorio de control de calidad.

5.- Grava

El agregado grueso deberá consistir de grava natural o piedra triturada y cumplira los requisitos que fije el laboratorio de control de calidad.

6.- Adicionantes

Los adicionantes son sustancias que se le anaden al concreto en cantidades adecuadas para mejorar ciertas propiedades y obtener un concreto de mejor calidad. Esto no quiere decir que los adicionantes suplan las deficiencias de las mezclas, ya que generalmente en pavimentos de concreto cuando se emplean materiales de buena calidad y mano de obra adecuadas, muy de buena calidad se obtiene y pocas veces es necesario usarlos.

De acuerdo con las condiciones especiales de cada obra y cuando el laboratorio de control de calidad lo juzguen conveniente se autorizara por escrito el uso de algun adicionante recomendado, los cuales pueden ser:

6.a) Acelerantes

Se emplean con el objeto de que se produzca con mayor rapidez el fraguado del cemento y el concreto alcance un porcentaje considerable de su resistencia a cortas edades.

6.b) Retardantes

Estos aditivos se emplean cuando se requiere un tiempo mayor para la colocación del concreto con objeto de retardar el tiempo de fraguado del concreto, no es muy recomendable el uso de estos aditivos debido a que afectan la resistencia del concreto.

6.c) Incluidores de aire

Para mejorar la trabajabilidad del concreto sin que se vea afectada su resistencia, se emplea un agente incluidor de aire, cuyas cualidades y eficiencias hayan sido investigadas por el laboratorio de control de calidad, el volumen de aire que se incluya deberá estar comprendido entre 2.5 y 4.5%.

B) PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION

Donde se utilizó pavimento rígido fue del Km. 5 + 500 al 5 + 197 y en zonas de retorno del lado poniente (Ver Fig. IV.1), una vez que haya penetrado totalmente el riego de impregnación se colocará dicha losa de concreto.

Las dimensiones de la losa serán variables de acuerdo a las secciones del camino y las zonas de transición de este.

Dichas losas deberán de construirse en tableros continuos longitudinales.

Para nuestro caso en estudio tomaremos unas dimensiones promedio de 2.74 m. de ancho por 5.0 m. de longitud y con un espesor de 20 cms.

b.1) Cimbra

El concreto se vaciara entre moldes metálicos e indeformables que no sufran variaciones en sus alineamientos y niveles fijados firmemente a la base.

Antes del vaciado se engrasan las superficies que entran en contacto con el concreto, los moldes no se aflojaran ni se removeran antes de que el concreto haya endurecido lo suficiente para soportar sin deterioro la maniobra respectiva, siendo este lapso de 24 horas mínimo.

b.2) Juntas

Las juntas constituyen puntos debiles para producir fallas en los pavimentos. Deben de ser impermeables ya que en caso contrario puede penetrar el agua a la base y sub-rasante originando socavaciones y reduccion del soporte. Debido a lo anterior la construccion de las juntas debe hacerse con demasiada precaucion.

Segun la posicion que tengan las juntas con respecto al eje de la via puede ser: longitudinales y transversales. Las juntas que se utilizaran son del siguiente tipo:

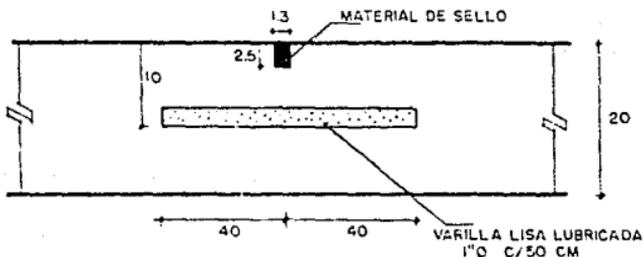
1.- Juntas transversales que seran juntas de construccion y expansion las que iran en forma alternada.

a) Juntas de Construccion

Tienen por objeto controlar los esfuerzos originados por la contraccion de las losas, tambien permiten cierto movimiento angular, con lo cual ayuda a disminuir los efectos originados por el alabeo. Estas juntas consistiran de varillas lisas de 1" colocados a cada 50 cms., deberan enrigizarse en la mitad de su longitud para permitir movimiento, esta junta tendra una ranura de 13 mm. de ancho como minimo por 2.5. cm. de profundidad, las cuales se haran por medio de cortadoras especiales de abrasivo o diamante industrial.

Las ranuras se limpiaran perfectamente y se rellenaran con un material elastico resistente al efecto de los solventes, al calor, a los motores y al intemperismo.

Fig. IV-5



COTAS - CM

Debe ser adherente a las paredes y permitir dilataciones y contracciones sin agrietarse las juntas iran espaciadas de 5.00 a 6.00 mts., y el tiempo que debe transcurrir entre el colado y el corte sera de 48 a 72 hrs., Ver figura IV.5.

b) Junta Transversal de Expansion

Estas juntas permiten que el pavimento pueda moverse al dilatarse las losas, estas juntas pueden eliminarse siempre que se reunan las siguientes condiciones: que los materiales empleados en la construccion no tengan propiedades expansivas, que la construccion del pavimento se realice en epocas del ano con temperaturas templadas y que la separacion de las mismas de contraccion sean suficientes para prevenir grietas intermedias.

Las juntas consistiran de varillas pasajuntas lisas para transmitir la carga de una losa a otra, en uno de los extremos se colocara el castillo de expansion. Las dimensiones de las pasajuntas sera de 80 cms. de longitud y de 1" 0 colocada a cada 50 cms. deberan recubrirse con grasa en la mitad correspondiente al castillo de la siguiente losa, para evitar que se adhiera al concreto.

Debera tener un material comprensible de 2.0 cm. de espesor, (asfalto No. 8), para evitar que penetren substancias extranas y a la vez absorver los movimientos de las losas, y debiendose colocar a partir de la capa superior de la base hacia arriba de la losa, hasta 2.5 cms. por abajo del lecho superior de esta; la porcion superior de la ranura de la junta debera rellenarse con sellador y para juntas de expansion horizontal se utilizara material plastico. Ver figura IV.6.

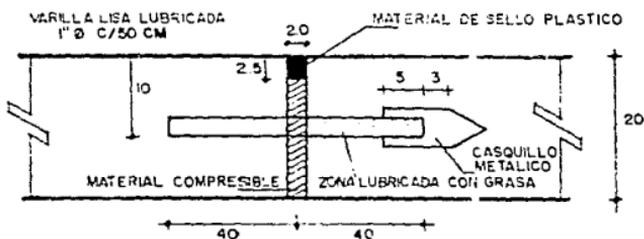


Fig. IV - 6

2) Juntas de Construcción, estas pueden ser de dos tipos:

a) Longitudinales: Dependiendo del número de carriles de circulación, el pavimento se dividirá longitudinalmente en fajas de ancho variable entre 2.50 y 3.50 mts. de acuerdo con el proyecto entre estas fajas existiran juntas longitudinales de construcción machimbradas.

b) Transversales: Se hará una junta transversal plana o machimbrada al terminar el trabajo diario o por interrupción.

c) Improvista: Estas juntas irán espaciadas a una distancia múltiple de 6.0 mts. a partir del punto de iniciación del vaciado que deberá ser la junta transversal de construcción anterior.

Las juntas que se utilizaron en nuestro caso fueron del tipo machimbrado del cual se ilustra en la figura IV.7.

Al retirar los moldes y en cuanto a la superficie estaba lo suficientemente seca, se procedió a pintarla con cemento asfáltico No. 6 u 8 hasta lograr un espesor uniforme de 3 mm.

Antes de proceder al vaciado de la losa siguiente.

Las dimensiones de las pasajuntas son de 80 cms. de longitud y de 1" o 0 colocada a cada 75 cms., su nivel corresponde a la mitad del espesor de la losa. Ver figura IV.7.

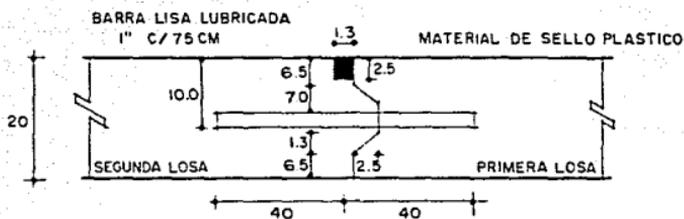
c) COLOCACION Y VIBRADO DEL CONCRETO

De acuerdo a la figura anterior de ubicación de juntas y losas de concreto, se colaron primero las losas (A), después la losa (C) y por último la losa (B), el procedimiento es para facilitar la maniobra del colado de dichas losas.

Se colaron primero los retornos de acuerdo a la figura IV.1; el primer retorno que se coló fue el lado norte hasta el paramento o entronque con el carril de circulación oriente-poniente, después se procedió al colado del retorno lado sur, hasta el paramento o entronque con el carril de circulación poniente-oriente.

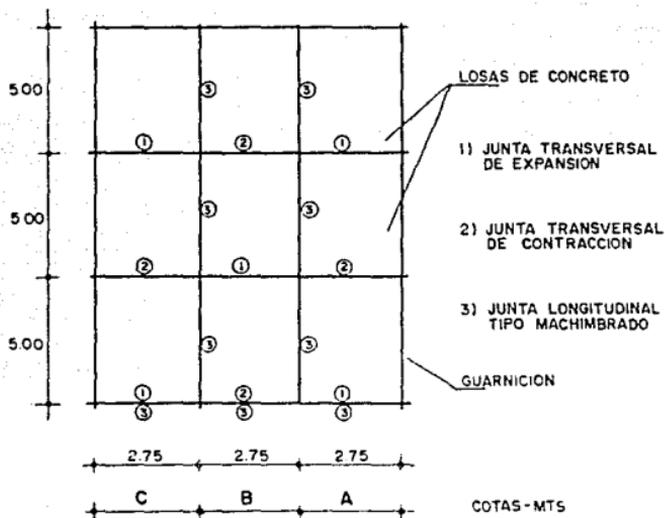
Después se procedió siguiendo el mismo mecanismo de colados de losas, sobre el carril de circulación oriente-poniente del kilómetro 5 + 500 al kilómetro 5 + 347.64 (bajo el puente de la Av. Insurgentes).

Fig. IV-7



COTAS-CMS

CROQUIS DE LOCALIZACION DE JUNTAS



COTAS-MTS

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: VIALIDADES

Terminado de colar se procedio al siguiente carril de circulacion poniente-oriente, este dio inicio en el mismo kilometraje y termino igual que el anterior carril.

Despues de llegar bajo el puente se procedio a ligar ambos carriles hasta el kilometro 5 + 197 en el cual el pavimento es flexible antes de colocar el concreto, se verificaron las elevaciones de la cimbra metalica, de acuerdo a los niveles requeridos tanto longitudinalmente como transversales, se verifico el engrase de las superficies que entraron en contacto con el concreto.

El concreto que se utilizo para todo el colado de las losas fue promezclado; acarreado directamente por camiones promezcladores de la planta, el concreto lo vaciaron directamente sobre el punto de colocacion o inicio de la losa para prevenir su segregacion.

Recomendaciones que se requirieron para el colado:

La altura de caida del concreto no debora ser mayor de 50 cm., el concreto en el momento de colocarse tendra la consistencia especificada por el revenimiento del proyecto.

La revoltura se distribuira uniformemente sobre la superficie preparada y se compactara mediante vibrado de inmersion.

Durante el transcurso del colado de las losas se iran colocando las diferentes juntas tanto de expansion como de contraccion, dejando las barras lisas de 1".

Cuando se haya terminado de realizar el colado del tramo cimbrado se dejara una junta de tipo machiembrado transversalmente, para despues de que continue con el siguiente colado de las losas, se adhiere una a otra.

d) ACABADO DEL PAVIMENTO.

Una vez conformada la superficie mediante el vibrador superficial, se aplano con llana de madera de mango largo, despues se afino con banda de lona y hule aproximadamente de 20 cms. de ancho, colocada perpendicularmente al eje de la via, con el objeto de eliminar prominencias y depresiones, hasta dejarla uniforme pero con textura ligeramente aspera.

No se permitieron crestas ni depresiones mayores de 4 mm., medidas con una regla paralela al eje de la via.

El acabado de las losas consistio en un cepillado con cepillo de alambre con el objeto de lograr una superficie antiderrapante sobre todo para los retornos que son curvas muy cerradas; se trata que con esto el conductor tenga seguridad.

Los bordes de las aristas de las juntas se redondearon por medio de un volteador que se pasa sobre el concreto fresco inmediatamente despues de terminado el afinado de la superficie.

e) CURADO DEL CONCRETO.

El curado tiene por objeto evitar la deshidratacion del mismo para que este frague y endurezca en condiciones satisfactorias y debe darsele especial atencion por tratarse de un factor de gran importancia para la resistencia y durabilidad de este.

El curado que se utilizo en la obra fue un riego de agua constante para conservar eficientemente humeda toda la superficie, esto se realizo en todas las losas durante los 7 dias posteriores al colado.

f) PROTECCION DE LAS LOSAS DE CONCRETO.

El pavimento de concreto hidraulico terminado se protegio con barreras al transito de vehiculos o personas por un tiempo de 14 dias.

RECOMENDACIONES QUE SE LLEVARON A CABO DURANTE LA REALIZACION DE ESTA OBRA DE CONCRETO.

1.- El pavimento acabado se protegio contra los posibles danos debido a las operaciones de construccion y de transito.

2.- Se permitieron operaciones de equipo sobre los carriles o losas ya colados, debiendo cumplir las siguientes condiciones:

- Las cargas de los vehiculos no deben exceder de la carga de eje disenada.

- En ningun caso se permitira el paso de los camiones mezcladores sobre carriles recién pavimentados, hasta que el pavimento se haya curado al menos durante cuatro dias y siempre que el concreto haya alcanzado una resistencia a la compresion del 70% a lo especificado.

- Las juntas transversales y longitudinales deben sellarse o protegerse de alguna manera antes de permitir el transito de construccion.

- Los pavimentos sobre los cuales transite equipo de construccion deben mantenerse limpios, y debe retirarse todo desperdicio o salpicadura de concreto u otros materiales inmediatamente despues de su ocurrencia.

- El transito sobre el pavimento debe cerrarse mediante la ereccion y conservacion de barricadas y senales, hasta que el concreto tenga por lo menos 14 dias de edad, o por mas tiempo si es necesario para que alcance la resistencia adecuada.

V. P U E N T E

P U E N T E

a) ACERO DE REFUERZO

1.- DEFINICION Y ALCANCE

Las especificaciones de calidad que se estipulan estan comprendidas en el reglamento de construcciones para el Distrito Federal, y consideran los metodos de ensaye aprobados por la Direccion General de Normas (D.G.N.), la American Society Testing of Materials (A.S.T.M.) y la American Welding Society (A.W.S.).

Con objeto de llevar a cabo un adecuado control de calidad del acero de refuerzo y preesfuerzo, es necesario que un laboratorio autorizado por la direccion de la obra efectue las pruebas de control correspondientes; el proposito de la inspeccion y ensaye del acero, es verificar que se satisfagan las especificaciones y tolerancias contempladas en el proyecto estructural.

2.- COLOCACION

Las varillas de refuerzo seran inspeccionadas en la obra verificando que se localicen conforme a los planos, midiendo la separacion entre una y otra, su diametro, longitud, traslapes y cantidad de acero colocado. La superficie de las varillas deberan estar libres de polvo, cemento, escamas de oxido, tierra, grasa o cualquier otro material objetable a juicio de la Direccion de la Obra y se deberan mantener estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto.

No se permitira la iniciacion de un colado sin que la Direccion de la Obra haya dado su visto bueno respecto del acero en su colocacion y limpieza del mismo.

3.- CONTROL DE CALIDAD

El acero de refuerzo que se empleara en la construccion de las trabes postensadas asi como en los estribos, debera cumplir tanto con las especificaciones de diseno, como con las especificaciones de fabricacion y normas de calidad citadas.

Para determinar las propiedades y caracteristicas del acero de refuerzo se empleo la Norma Oficial Mexicana NOM B-6-1980 (Pruebas en varilla de acero para refuerzo) para varillas de

acero corrugadas y lisas procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.

b) ACERO DE PREEFUERZO

1.- ALAMBRE PARA CONCRETO PREEFORZADO

El alambre debe cumplir con los requisitos indicados en las tablas siguientes:

REQUISITOS DE TENSION

DIAMETRO EN MM.	LIMITE DE FLUENCIA MINIMA EN KG/CM ²	RESISTENCIA A LA TENSION MIN. KG/MM ²
2.00	176	220
5.00	140	175
7.00	132	165

REQUISITOS DE ALARGAMIENTO

DIAMETRO EN MM.	ALARGAMIENTO MIN. DESPUES DE LA RUPTURA EN %	LONGITUD CALIBRADA DEL ESPECIMEN PARA ESTA PRUEBA EN MM.
2.00	4.00	20
5.00	3.50	180
7.00	3.50	250

REQUISITOS DE DOBLADO

El alambre debe resistir sin agrietarse ni romperse, dos pruebas de doblado, en planos perpendiculares entre si, cada prueba consiste de 5 dobleces alternados a 90°.

2.- TORON PARA CONCRETO PREESFORZADO

Existen dos tipos basicos de toron para preesfuerzo con 7 o 19 alambros, su eleccion depende principalmente del grado de flexibilidad y resistencia requeridos, el mas popular es el de 7 alambros el cual es el mas facil de fabricar.

CARGA DE RUPTURA

Los torones terminados relevados de esfuerzo, deben cumplir con los requisitos de resistencia a la ruptura indicados en la siguiente tabla:

REQUISITOS DE RESISTENCIA

TAMANO NOMINAL	DIAMETRO NORMAL DEL TORON EN MM.	RESISTENCIA A LA RUPTURA DEL TORON MIN. EN KG. GRADO 270	AREA NOMINAL DE ACERO DEL TORON EN MM.	PESO APROX. DEL TORON KG/M.
----------------	----------------------------------	--	--	-----------------------------

3/8	9.5	10,430	54.84	0.432
7/16	11.1	14,060	74.19	0.580
1/2	12.7	18,731	98.71	0.774

RESISTENCIA DE FLUENCIA

La carga minima en el limite de fluencia para todos los toronos determinada por el metodo de deformacion especificada bajo carga y considerando una deformacion del 1.0%, no debe ser menor del 85% de la resistencia de ruptura minima especificada en la tabla anterior.

La deformacion unitaria bajo carga debe determinarse con un extensometro calibrado cuya sensibilidad no sea menor de 0.0001. La carga inicial indicada en la tabla anterior se debe aplicar al especimen y en ese momento se fija el extensometro ajustandolo a una lectura de 0.001 cm., por cada cm. de longitud calibrada. Despues la carga se incrementa hasta que el extensometro indique una deformacion unitaria de 0.01, la carga para esta deformacion se registra y debe cumplir con los requisitos estipulados en la tabla siguiente:

REQUISITOS DE RESISTENCIA DE FLUENCIA

TAMANO NOMINAL (PULG.)	DIAMETRO NOMINAL DEL CABLE EN MM.	CARGA INICIAL EN KG.	CARGA MINIMA PARA ALARGAMIENTO DEL 1% EN KG.
3/8	9.5	1043	8867
7/16	11.1	1406	11952
1/2	12.7	1877	15922

REQUISITOS DE ALARGAMIENTO

El alargamiento total del toron bajo carga debe ser como maximo del 3.5% y se debe medir en una longitud calibrada minima de 610 mm. El alargamiento se determina por medio de un extensometro que se coloca sobre el especimen despues de haberse aplicado una carga inicial.

La carga inicial debe ser igual al 10% de la resistencia de ruptura minima requerida como se indico en la tabla anterior.

Cuando se alcance un alargamiento del 1% puede removerse el extensometro y continuar cargado hasta la falla. El valor del alargamiento se determina entonces por el incremento de la longitud entre las mordazas, al cual debe anadirse el valor del 1% determinado con el extensometro.

c) CONCRETO HIDRAULICO

El concreto a utilizar para la construccion de las tabletas postensadas, elaborado en la obra, debera de cumplir con las normas de calidad de los materiales correspondientes, respecto a su elaboracion, transporte, colocacion, acabado y curado, las cuales se describen a continuacion, ademas de cumplir las tolerancias que marque el proyecto estructural.

1.- CONTROL DE CALIDAD DE AGREGADOS:

Los agregados que se empleen en la elaboracion de concretos para los elementos postensados deberan consistir de particulas resistentes a la abrasion, limpios y libres de materia organica, con buena granulometria y cuyo origen haya sido una roca dura.

Debera certificarse que los agregados que se utilicen para elaborar el concreto, no contengan substancias que reaccionen desfavorablemente con los Alcalis del concreto produciendo expansiones excesivas.

La supervision tecnica de la obra, podra efectuar analisis para verificar la calidad de los agregados, mismos que deberan de cumplir con los requisitos siguientes:

ARENA.- Debera de cumplir con lo estipulado en la siguiente tabla:

REQUISITOS PARA LA GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

MALLA		AGREGADO FINO QUE PASA EN PORCENTAJE
9.51 mm.	3/8 pulg.	100
4.76 mm.	No. 4	95 a 100
2.38 mm.	No. 8	80 a 100
1.19 mm.	No. 16	50 a 85
595	No. 30	25 a 60
297	No. 50	10 a 30
149	No. 100	2 a 10

Los porcentajes señalados se deberan obtener en la dosificadora, dado que la graduacion en el banco puede ser distinta. Se agregaran las particulas necesarias para obtener los porcentajes especificados. El modulo de finura de la arena estara comprendido entre 2.3 y 3.1, la arena no tendra mas de 45% retenido entre dos mallas consecutivas de las indicadas en la tabla anterior.

El peso especifico de la arena, la absorcion y el contenido de humedad, deberan de ser determinados para fundamentar la dosificacion de las mezclas de concreto.

GRAVA

Debera de cumplir con los siguientes requisitos:

TAMANO NOMINAL	MATERIAL QUE PASA (PESO EN PORCENTAJE)					
	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8
20 a 5 mm.	100	90	80	20	0	0
		a	a	a	a	a
(3/4" a No. 4)	100	90	55	10	5	

Podran admitirse desviaciones del 5% en los limites inferiores de los porcentajes que pasan cada malla, excepto en la de 1".

La cantidad de sustancias perjudiciales en agregados gruesos no deben exceder los limites siguientes:

MATERIAL	% DEL PESO TOTAL DE LA MUESTRA
Particulas desmenuzables	5.0
Material que pasa la malla 200	1.0
Perdida por abrasion	50.0

CEMENTO

Se usara cemento Portland tipo I.

La Direccion de la Obra, a traves de la supervision tecnica, podra realizar muestreos del cemento para verificar la calidad del mismo, rechazando las partidas que no cumplan con dichas normas.

REQUISITOS QUIMICOS:

Para ser aceptado el cemento Portland simple, debera de cumplir con los requisitos quimicos verificados segun la Norma D.G.N.-C-131-1976 vigente.

REQUISITOS FISICOS:

El cemento para ser aprobado debera satisfacer los requisitos de: finura, sanidad, tiempo de fraguado y resistencia a la compresion. La determinacion de estas propiedades fisicas se hara con los metodos oficiales de la D.G.N.

EL AGUA:

El agua que se utilice en la fabricacion del concreto debera de ser limpia y libre de materias perjudiciales talos como acoite, acidos, alcalis, sales, materia organica y demas substancias que puedan ser nocivas.

2.- ESPECIFICACIONES Y PROPORCIONAMIENTO DEL CONCRETO

Elaboracion del Concreto

Los distintos ingredientes que se utilicen se mezclaran adecuadamente para obtener un concreto homogeneo y trabajable que permita una colocacion adecuada y los acabados indicados en el proyecto.

El tamano maximo de los agregados en ningun caso sera mayor a 20 mm. (3/4").

La cantidad de agua empleada en la elaboracion del concreto se regulara para obtener la consistencia adecuada. No se permitira la adicion de agua para compensar el endurecimiento del concreto antes de ser colado. Se requerira uniformidad en la consistencia del concreto de revoltura a revoltura.

El peso volumetrico del concreto debera estar comprendido entre 2.1 y 2.4. tons. por metro cubico en estado humedo.

El revenimiento de diseno de las mezclas sera de 15 cms. y dicha prueba se efectuara en el sitio de la descarga del concreto, antes de ser colocado y consolidado. La prueba se efectuara por lo menos cada 5 mts. cubicos de concreto y no se admitira el concreto que presente un revenimiento mayor a 15 cms.

El concreto hecho en obra y premezclado debera de cumplir con los requisitos de dosificacion que ha continuacion se enuncian:

Concreto hecho on Obra

Se empleara unicamente en casos en que se requieran volúmenes pequeños y para lo cual la contratista requerira la aprobacion de la Direccion de la Obra. El equipo de mezclado sera mecanico y la medicion de los agregados podra ser volumetrica siempre que se dosifique en recipientes de geometria y rigidez adecuados, la dosificacion del concreto se hara por sacos completos y la del agua en recipientes graduados.

Concreto Premezclado

El suministro de volúmenes mayores se hara con concreto premezclado, elaborado en planta que cuente con equipo necesario para garantizar la calidad dosificadora de los materiales.

MEZCLADO

El equipo y metodos empleados en la produccion de concreto hecho en obra o premezclado, seran los adecuados para obtener uniformidad en las mezclas en cuanto a consistencia, cantidad de cemento, agua y demas ingredientes, con las mismas proporciones de principio a fin de cada revoltura en el momento de descargarse.

Se proveera del equipo suficiente para el mezclado, transporte y colocacion del concreto a efecto de evitar al maximo posible las juntas frias.

CONCRETO HECHO EN OBRA. Cada revoltura se ajustara a los siguientes tiempos de mezclado:

CAPACIDAD DE LA REVOLVEDORA	TIEMPO DE REVOLTURA
1.5 m3 o menos	1.5 mins. minimo
2.3 m3	2.0 mins. minimo
3.0 m3	2.5 mins. minimo

Todas las revolvedoras que se utilicen, independientemente de su tipo, seran capaces de descargar con facilidad el concreto del menor revenimiento solicitado.

CONCRETO PREMEZCLADO. Cuando se utilicen camiones revolvedores, el tiempo de mezclado se medira por el numero de revoluciones del tambor y estara comprendido entro un minimo de 60 y un maximo de 100, girando este a una velocidad de 8 a

12 r.p.m. Una vez completado el ciclo de mezclado, el tambor girara a una velocidad menor a 6 r.p.m.

No se podra anadir agua a la revoltura una vez que ha salido de la dosificadora. Si algun camion requiere agua adicional para permitir una fluidez y colocacion satisfactoria, la mezcla sera desechada.

Al descargar el camion revolvedor, debera evitarse la segregacion de agregado grueso, utilizando deflectores, de manera que el concreto caiga con cierta inclinacion en el recipiente que lo reciba, se desechara cualquier mezcla que presente segregacion.

COLOCACION DEL CONCRETO

Preparativos. Ninguna porcion de concreto sera colada hasta que todo el trabajo de cimbra, armado, instalacion de partes que quedaran ahogadas y equipos para la colocacion y manejo de la mezcla hayan sido aprobadas por la Direccion de la Obra. Todas las superficies de la cimbra y materiales ahogados que hayan quedado cubiertas con pegaduras de mortoro seco o lechadas de concreto, se limpiaran antes de su colocacion.

No se usara revoltura que llegue a su destino despues de los 60 mins. siguientes a la incorporacion del agua y el cemento a la mezcladora.

Dentro de los 90 mins. posteriores a la incorporacion del agua y cemento a la mezcladora las operaciones de dosificacion, mezclado, transporte y colocacion, deberan quedar concluidas, de manera que el concreto lleno totalmente los moldes sin dejar huecos dentro de su masa.

Esto se logra mediante el uso de vibradores de inmersion, debera emplearse en numero suficiente para lograr un perfecto acomodo de la revoltura, de acuerdo con el volumen correspondiente por colar, ademas deberan tener vibradores de repuesto.

CIMBRA

Los moldes o formas deberan de ajustarse a la configuracion, lineas y dimensiones que vaya a tener el concreto, segun lo indiquen los planos respectivos.

La cimbra debera de ser lo suficientemente rigida para asegurar que la estructura terminada satisfaga sus funciones estructurales y que el acabado del concreto expuesto presente una apariencia agradable.

Se utilizaran tarimas formadas con triplay de 19 mm. de espesor de primera clase, con el objeto de lograr superficies tersas y se construira de manera que sus uniones aseguren un ensamble suficiente para evitar las fugas de lechada durante el colado, los moldes deberan de ser lo bastante rigidos para evitar deformaciones excesivas, debidas al peso o a la presion

del concreto, así como al efecto de los vibradores y a las cargas vivas inherentes al colado; recibirán una mano de aceite mineral antes de que se coloque el refuerzo, se construirán de manera que se puedan remover sin martillar ni apalancar sobre el concreto.

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION DE OBRA FALSA Y MOLDES

Por abatimiento de costos y mayor control de calidad las tabletas fueron construidas in-situ.

Se determinó tomar la Avenida de los Insurgentes para el cimbrado, armado y colado de las tabletas previendo el no hacer tantas maniobras para la colocación de estas en su sitio final.

Se realiza el trazo de las tabletas en el carril de la Avenida de los Insurgentes en un solo sentido.

Primamente se prepara el apoyo de la cimbra en la parte inferior, que consiste en hacer barrenos de $3/4"$ con una profundidad de 30 cms., y espaciados a 50 cms. aproximadamente, a todo lo largo de lo que será la longitud de la tableta y separados estos a cada lado a una distancia predeterminada que involucra a la viga I, y la cimbra a ambos lados, así como el ancho de la tableta. Véase fig. V.1.

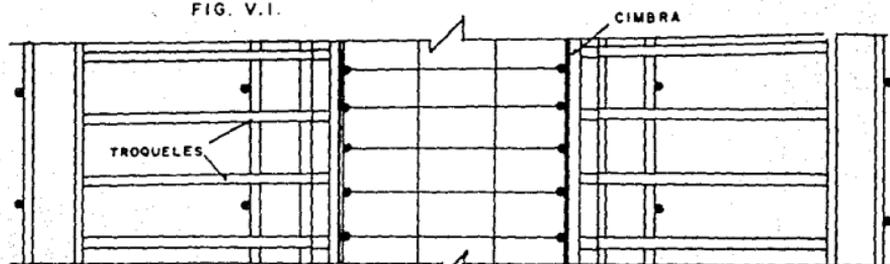
Dentro de los barrenos a todo lo largo del elemento se colocan varillas de $1/2"$, las cuales reciben a las viguetas de acero tipo I y así mismo estas a la cimbra, con todo esto se evita que al vaciar el concreto este no modifique la geometría de la cimbra.

Para el apoyo superior de la cimbra se realizan nuevamente otros barrenos con las características similares a los anteriormente descritos y a ambos lados del elemento, pero con una separación de los primeros de 1 metro; en estos barrenos se colocan varillas de $1/2"$ que sirven como apoyo de la viga de acero tipo I, donde a su vez se apoyarán los puntales o troqueles que hacen que la parte superior de la cimbra quede fija al recibir el concreto. Por medio de este sistema se está garantizando la geometría del molde y las dimensiones del elemento. Véase fig. V.2.

A partir de la segunda tableta se tomara como apoyo para el cimbrado el costado de la tableta adyacente, haciendo más sencillo el proceso, ya que el cimbrado será de un solo lado como se aprecia en la Fig. V.3.

Los barrenos que se utilizaron para el apoyo de los troqueles de la primera tableta, pasaran a ser apoyo en la parte inferior de la cimbra de la segunda tableta y los barrenos que se realizaran en esta etapa serán para apoyar los troqueles que sostendrán el empuje del concreto de la segunda tableta; así mismo estos barrenos pasaran a ser apoyo de la base en la tercera tableta y así sucesivamente.

FIG. V.1.



PLANTA

VIGUETA TIPO I

FIG. V.2

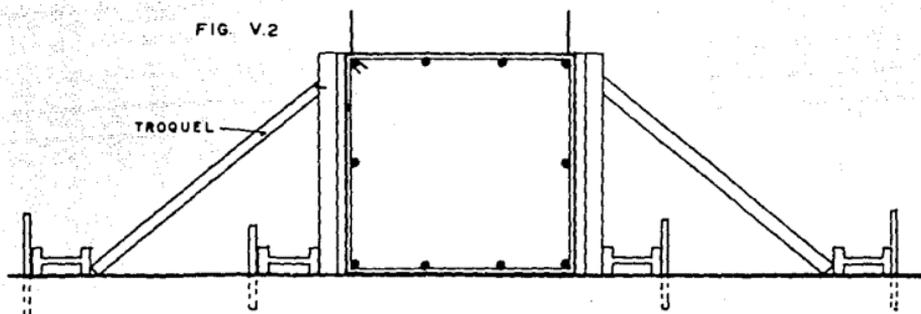
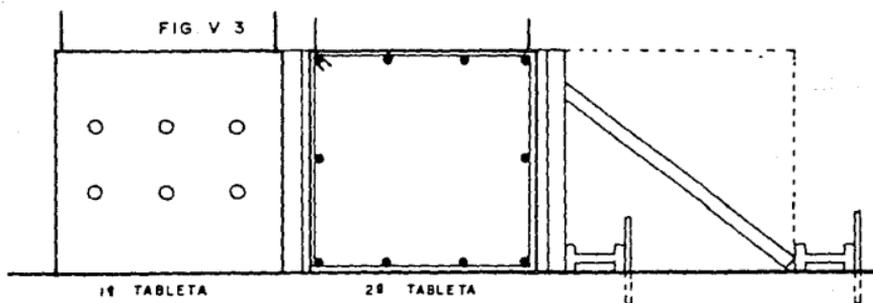


FIG V 3



1ª TABLETA

2ª TABLETA

COLADO

El concreto se depositara en todos los caso tan cerca como sea posible de su posicion final; no se permitira fluir a este en movimientos laterales pues causaria la segregacion del agregado grueso, mortero o agua de la masa de concreto.

VIBRADO

En ningun caso se demorara el colado tanto tiempo que la unidad vibradora no penetre facilmente por su propio peso on el concreto, previamente depositado.

Al roanudar el colado, el vibrador debora penetrar en la capa anterior, revibrando el concreto depositado antes de la demora, la superficie de contacto ontre ambos concretos debora de estar libre de materiales extranos a estos.

Cuando se reanude el colado se consolidara hasta la densidad maxima que sea posible alcanzar, de manera que expulse el aire atrapado y que cierre adecuadamente contra todas las superficies de los moldes y materiales ahogados.

Los vibradores se operaran en posicion vortical, por ningun motivo se aceptara introducir el cabezal en posicion horizontal.

Cuando el concreto se coloque en diferentes capas, la caboza vibradora debora penetrar aproximadamente 5 cms. on la capa subyacente, la que estara en estado plastico, sin haber alcanzado su fraguado inicial.

CURADO

El curado se mantendra el tiempo que requiera el concreto para asegurar que se alcanzara la resistencia de proyecto y no sera menor a 7 dias, conservando la humedad superficial mediante la aplicacion de una membrana impermeable que impida la evaporacion del agua del concreto.

d) CONCRETO PREESFORZADO

Consiste esencialmente en que a un miembro de concreto se lo aplica un esfuerzo de compresion, antes de iniciar su vida de trabajo, dicho esfuerzo se aplicara en aquellas zonas donde se desarrollan esfuerzos de tension bajo cargas de trabajo.

Se tienen dos tipos de preesfuerzo, dependiendo del tipo de trabajo que se tenga y estos son pretensado y postensado.

El pretensado como su nombre lo indica primero se tensa el acero entre unos muertos de anclaje y posteriormente el concreto es colado al rededor del acero y en moldes que den su forma al elemento. Cuando el concreto alcanza la suficiente resistencia a la compresion se libera al acero de los muertos de anclaje, transfiriendo la fuerza al concreto a traves de la adherencia existente entre ambos materiales.

En el postensado primero se coloca el concreto fresco dentro de la cimbra o molde y se deja endurecer, previo a la aplicacion del preesfuerzo. El acero se coloca en posicion con un determinado perfil.

Para evitar la adherencia se introduce al acero dentro de una camisa metalica protectora y en cuanto el concreto alcanza la resistencia requerida, se tensa el acero contra los extremos del elemento y se ancla, quedando así el concreto bajo compresion, ver figura V.4.

e) ACERÓ DE PREEFUERZO

Los elementos de acero para el preesfuerzo de las tabletas, consisten en la disposicion de 12 torones de 1/2" de diametro por ducto, formados estos con alambres de alta resistencia estirados en frio.

Los aceros de alta resistencia para preesfuerzo son mucho mas susceptibles a la corrosion que los aceros de resistencia normal, por lo que se deben proteger contra la oxidacion y otros agentes perjudiciales que puedan reducir la adherencia entre el acero y el concreto.

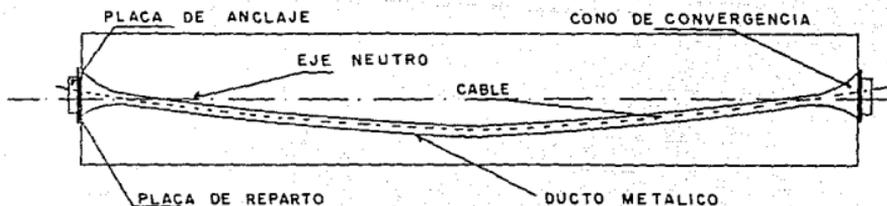


FIG. V.4

APLICACION DEL PREESFUERZO

Cuando las pruebas de carga de los cilindros de muestra indiquen que el concreto usado en el colado ya ha alcanzado la resistencia de proyecto, se podra proceder a preesforzar las tabletas.

Antes de iniciar el tensado de cada cable se comprobara que este pueda ser movido libremente dentro del ducto a lo largo de la trabe.

El contratista debere contar en la obra con un tecnico especializado en trabajos de concreto preesforzado que conozca el sistema que se pretende usar y vigile la fabricacion de las tabletas, colocacion de ductos, proceso de tensado, calibracion de manometros, comprobacion de las perdidas por friccion y curvatura y operaciones del propio tensado.

El dispositivo de anclaje del sistema preesforzado que se proponga debere de tener capacidad suficiente para realizar, sin deslizamientos excesivos, el 150% de la carga inicial de proyecto o la carga de ruptura de los torones que se vayan a utilizar.

Los esfuerzos en los cables deberan de estimarse por la medida de alargamiento en sus extremos y compararse por lecturas hechas en los manometros calibrados.

Debora vigilarse la carga aplicada y la extension que produce, de tal manera que cualquier irregularidad en el ritmo de la extension para una cierta rapidez de los incrementos de carga, pueda ser revelada.

Si en alguna parte del ducto queda atorado el tendon, la magnitud de la extension disminuye, lo cual indica una falla.

Las perdidas de tension debidas a acomodados o deslizamientos de los dispositivos de anclaje deben tenerse en cuenta al tensar los cables.

MUESTRAS DE ACERO PARA EL PREESFUERZO

El contratista debere exigir del fabricante, para entregar al Laboratorio muestras de cada lote, con una longitud minima de 1.50 m., del material del preesfuerzo que se pretenda emplear, asi como dos dispositivos completos de cada tipo y tamano de anclaje que se pretenda usar, incluyendo las placas de distribucion.

Por cada 10 rollos o fraccion se tomara una muestra de alambre con un minimo de 3 muestras por lote, cada muestra se tomara de rollo diferente.

DUCTOS

Con frecuencia al acero se le da una forma de curva parabolica, por medio de estos ductos, dicha configuracion facilita una compensacion entre el momento del preesfuerzo y el momento de carga muerta que tambien es parabolico. Esto quiere decir que en aquellos puntos donde ocurre el momento maximo, se requiere de la maxima fuerza efectiva del preesfuerzo y por otra parte la minima fuerza del preesfuerzo se requiere donde ocurre el minimo momento, ver figura V.4.

Los ductos para los elementos de preesfuerzo seran metalicos formados con lamina delgada, deberan de ser impermeables, toda vez que se colocan por tramos, sus uniones deberan de ser protegidas con cintas, para evitar que se introduzca la lechada del concreto y suficientemente resistente para soportar sin deformacion excesiva los esfuerzos e impactos que reciba durante el colado. Asi mismo dichos ductos deberan de estar provistos de tubos roscados u otro tipo de conexion adecuada para la inyeccion de la lechada que recibiran inmediatamente despues de que las operaciones del preesfuerzo hayan sido terminadas.

COLADO Y DESCIMBRADO

Los ductos de acero de preesfuerzo y las varillas del acero de refuerzo deberan de mantenerse firmemente en su posicion mediante escantillones o separadores de acero, no se permitira el uso de madera para este objetivo.

No se admitiran desplazamientos de los ductos que alojaran los cables longitudinales de mas de 1 cm. en cualquier direccion, inmediatamente despues del colado se comprobara que las mangaras de plastico que se encuentran alojadas dentro del ducto pueden ser movidas libremente a lo largo de la tableta.

El colado de la tableta se hara en una sola etapa, el tiempo de interrupcion entre dos colados consecutivos sera de 30 min. como maximo, por ningun motivo debora dejarse caer la revoltura de mas de un metro y medio de altura, ni se dejara amontonar para extenderla despues en los moldes, todo esto con el fin de evitar la segregacion del material grueso.

El concreto debora de presentar al descimbrar superficies lisas, sin vacios ni poros.

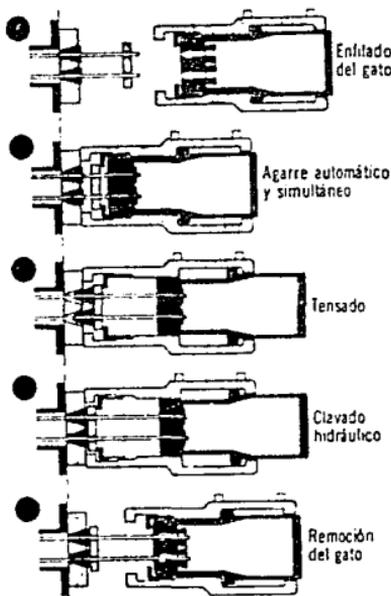
Es esencial que las tabletas aun no preesforzadas se curen apropiadamente para evitar el agrietamiento por contraccion durante el proceso de endurecimiento de las mismas.

f) TECNICA UTILIZADA

Para el tensado de las tabletas, se utiliza la tecnica de postensado Stronghold.

SISTEMA STRONGHOLD

SECUENCIA DE TENSADO



TIEMPO MAXIMO: 5 MINS

1.- Se sitúa el gato frente a la placa de centrado, se desplaza este hacia la culata, la operación de enhebrado requiere pocos segundos.

2.- Con el gato en disposición de tensar, se da presión a la central. El agarre de todos los torones por las cunas de arrastre es inmediato y automático.

3.- Se tensa el cable hasta conseguir el esfuerzo y alargamiento deseados. Se puede aflojar ligeramente y retensar.

4.- Se clavan definitivamente las cunas del anclaje, accionando la placa de, que lo es también de clavado, mediante el cilindro hidráulico frontal.

5.- Dando presión al circuito de retorno, se recoge el gato soltándose automáticamente las cunas de arrastre, con lo que el gato se puede retirar e iniciar de nuevo el ciclo en el anclaje siguiente.

FIG V 5

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Esta tecnica tiene una serie de ventajas con respecto a otras, que pueden resumirse asi:

- 1.- El Sistema Stronghold permite enfilear el gato y agarrar el tendon para tensar en pocos segundos, sea cual sea la potencia de anclaje.
- 2.- Las cuñas de los anclajes se clavan hidraulicamente, por lo que las perdidas por entrada de estas, son insignificantes.
- 3.- El gato ancla en su parte frontal y solo se precisan unos 30 cm. para que agarre el toron, los desperdicios de acero son minimos.
- 4.- Se puede tensar, destensar y retensar cuantas veces se desee.
- 5.- Se puede controlar unitariamente la tension de cada toron, ver figura V.5.

PROCEDIMIENTO DE TENSADO

Se tensaran los cables 2, 4 y 6 por la cara "A" de la tableta y los cables 5, 1 y 3 por la cara "B", el retensado se hara por la misma cara donde se hizo el tensado en el mismo orden y hasta que los 6 cables se hayan tensado segun se indica en la figura V.6.

Se debora de tener en cuenta este procedimiento de tensado ya que de no hacerlo se puede danar el elemento.

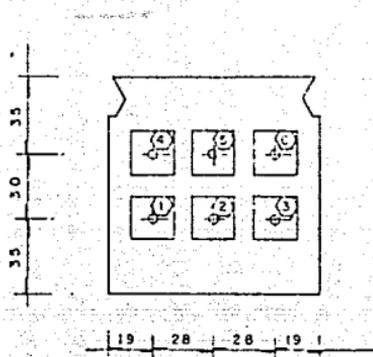
En cuanto se haya alcanzado la carga de diseno se registrara la extension y si esta ha alcanzado el valor calculado, podra anclarse el tendon.

Cuando se utilizan varios cables en ductos diferentes debora de observarse el ordenamiento sucesivo de aplicacion del tensado especificado por el proyectista, ya que de no hacerse se podra danar al elemento.

Una vez que los tendones han sido tensados y anclados se procedera a inyectar la lechada de cemento a presion en el ducto, debora de estar constituida por las siguientes partes en volumen: 3 de cemento por una de arena, con finura que pase la malla No. 32 y media parte de agua como maximo, se puede eliminar la arena, la consistencia debora ser semejante a la de una pintura espesa.

La presion a la que se inyectara la lechada debora de estar comprendida entre 6 y 9 Kg/cm².

El objeto principal de la lechada ya endurecida es el de evitar la comision de los tendones, asi como proporcionar adherencia



ORDEN DE TENSADO		
CARA		CABLE
A	1º	2
	2º	4
	3º	6
B	1º	5
	2º	1
	3º	3

SECUENCIA DE TENSADO

SE TENSARAN LOS CABLES 2, 4, 6 POR LA CARA "A" Y LOS CABLES 5, 1, 3 POR LA CARA "B" EL RETENSADO SE HARA POR LA MISMA CARA CONDE SE HIZO EL TENSADO EN EL MISMO ORDEN Y HASTA QUE LOS 6 CABLES SE HAYAN TENSADO.

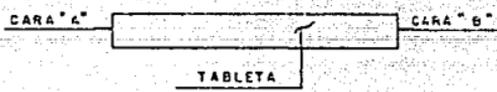


FIG. V 6.

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

TENSIÓN EN LOS CABLES							
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	1	2	3	4	5	6
T_0	TONELADAS	177.00	177.00	177.00	177.00	177.00	177.00
T_0'		154.8d	154.8d	154.8d	154.8d	154.8d	154.8d
T_0''		116.17	116.17	116.17	116.17	116.17	116.17
T_n		162.49	162.49	162.49	162.49	162.49	162.49
T_n'		162.49	162.49	162.49	162.49	162.49	162.49
T_n''		121.86	121.86	121.86	121.86	121.86	121.86
$T_m = T_m'$		165.94	165.94	165.94	165.94	165.94	165.94
T_m''		124.45	124.45	124.45	124.45	124.45	124.45
T_i		160.55	160.55	160.55	160.55	160.55	160.55
T_i'		160.55	160.55	160.55	160.55	160.55	160.55
T_i''		120.41	120.41	120.41	120.41	120.41	120.41

NOTA :

EL DISEÑO ORIGINAL DE LA TFC-38 CONSIDERA UN PESO VOLU-
 METRICO DEL CONCRETO DE 2.3 Ton/m^3 , EN EL CASO EN QUE EL PESO
 VOLUMETRICO DEL CONCRETO OBTENIDO EN OBRA FUERA DEL ORDEN
 DE 2.1 Ton/m^3 PODRA APLICARSE EL PREFUEZADO DE ACUERDO CON LA
 TABLA DE ARRIBA

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: PUENTE

entre los torones y el concreto, para así mejorar el comportamiento de la flexión y de la resistencia última.

Terminadas las operaciones de tensado de los cables y de inyección de ductos, se colocará el sello de concreto, con tamaño máximo de agregado grueso de 1 cm., esto con el fin de proteger los dispositivos de anclaje.

Se deberán de tomar en cuenta las precauciones indicadas para las juntas del colado.

ACCESORIOS DE TENSADO

Los gatos Stronghold son una herramienta universal que tensan cualquier anclaje que utilice cunas unitarias. No importa la disposición de los torones, bastan 30 cm. por fuera de la placa de anclaje, lo mismo si los cables salen normales a la placa como si son inclinados.

Todos los gatos Stronghold clavan las cunas del anclaje a presión, lo que aumenta la eficiencia de estas y garantiza unas penetraciones que pueden valorarse así:

Diametro del Toron	Penetración de las cunas (mm).
7.0 mm.	2 - 3
0.5 mm.	4 - 6
0.6 mm.	5 - 7

CENTRALES STRONGHOLD

Las centrales están proyectadas para altas presiones de trabajo en el tensado, realizándose el retroceso del gato a baja presión.

La central se controla mediante válvulas reguladoras conectadas a los circuitos hidráulicos, tienen un amplio depósito con indicador de aceite y están montadas sobre ruedas para facilitar su movilidad.

MANOMETRO PATRON

El manómetro Stronghold se utiliza para comprobar el esfuerzo de los gatos, puede conectarse directamente al embolo, con lo que se obtiene la fuerza real del gato o a la central y de ese modo se acusarán las pérdidas en la misma.

Las perdidas en el gato son solo del orden del 2%, quedan en general fuera de la precision de los manómetros y se consideran despreciables.

ANCLAJES STRONGHOLD

Hay de varios tipos y clases; pero el mas frecuentemente utilizado y que se empleo en las tabletas es el anclaje activo que consta de una placa con agujeros conicos en los que se aloja la cuña y una trompeta que soporta la placa de anclaje y esta embebida en el concreto.

La trompeta puede estar formada por una placa de reparto y un cono de chapa o bien por una pieza unica de fundicion en la que se integran la referida placa de reparto y el cono de convergencia de los torones.

Los anclajes activos son los mas frecuentemente utilizados, lo mismo en el extremo desde el que se tensa, que en el opuesto, por lo que se utilizan tambien en general como anclajes ciegos de culata.

MONTAJE DE LA SUPERESTRUCTURA

Para colocar las tabletas sobre los ostribos del puente se emplea una obra falsa que consiste en un apoyo movil, diseñado y construido a base de viguetas de acero tipo I, la funcion principal de esta es la de soportar a la tableta mientras la pluma cambia de posicion.

La tableta es izada por medio de una pluma en un extremo para que se introduzcan tubos de acero bajo esta, ya que las tabletas son arrastradas por la misma pluma y haran uso del rodamiento de los tubos con el fin de que el elemento no se dañe.

Los cables o tirantes para izar las tabletas se colocan unicamente en los extremos de estas, ya que existen unos ganchos previamente diseñados para este fin.

La maniobra de montaje de las tabletas se realiza en dos etapas:

1a.- El apoyo se coloca al centro del claro del puente y la pluma a un cuarto del mismo claro, la pluma desliza la tableta hasta este apoyo.

2a.- La pluma se traslada al tercer cuarto del claro del puente, esta desliza la tableta nuevamente y la coloca en el estribo que cuenta a su vez con una placa de neopreno para recibirla.

Existe la necesidad de salvar el desnivel que hay entre la vialidad de la Avenida de los Insurgentes y el otro estribo (1.90 mts. aproximadamente), por lo que se tiene que utilizar otra pluma en el lado opuesto para no dañar al elemento, de tal manera que en un momento determinado la tableta quedara suspendida por las dos plumas, hasta colocarla sobre los dos ostribos que es su posicion final.

LOSA RIGIDIZANTE

Una vez que se han terminado de colocar las 16 tabletas correspondientes a un sentido de la vialidad, se procede a unir todas las tabletas por medio de una losa rigidizante, con el fin de que todas las tabletas trabajen como una sola, el armado de la losa esta constituido en parte por el acero que sobresale de las tabletas y que nos sirve para que exista un amarre entre estas y la losa.

El emparrillado se hizo en dos capas, utilizando varillas de 1/2" y estribos de 3/8".

El concreto utilizado fue premezclado con una resistencia de 300 kg/cm². Para transportacion, colocacion, colado, cimbrado y descimbrado, asi como el curado de losa rigidizante, se siguieron los procedimientos utilizados en la construccion de las tabletas.

Una vez que la losa rigidizante ha tomado su resistencia de diseno, se procede a la colocacion de las capas del pavimento flexible, el cual ya se describio en el capitulo III.

PRUEBAS DE LABORATORIO

Las principales pruebas de laboratorio que se practicaron en la construccion de esta obra, fueron las siguientes:

- 1.- Pruebas en varillas de acero para refuerzo (anexo 1)
- 2.- Pruebas en torones de 7 alambres sin recubrimiento (anexo 2)
- 3.- Prueba en concreto hidraulico
- 4.- Prueba en mortero de cemento
- 5.- Pruebas de compactacion
- 6.- Pruebas en riegos asphalticos
- 7.- Tendido de mezcla asphaltica
- 8.- Permeabilidades

VI. CONCLUSIONES

C O N C L U S I O N E S

Dentro de las obras de Ingeniería se busca que estas sean eficientes y económicas, ahí que, para cada problema a resolver se elija la forma y métodos adecuados.

1.- Para llevar a cabo la excavación se determinó utilizar explosivo Gelamex 2, en base a esto y al personal que lo maneja se obtuvieron resultados favorables como son el tiempo de la excavación, el tamaño del material obtenido, la sección deseada, etc.

2.- El sistema de drenaje utilizado es muy simple, debido a que va a drenar agua pluvial de los arroyos, esta se desalojara por medio de coladeras de banquetas, las cuales funcionan como aroneros y están conectadas a su vez al pozo de absorción.

Se tiene la ventaja que debajo del puente no se formaran encharcamientos por defecto de bombeo a un drenaje más complejo.

Esta agua pluvial será desalojada por las diferentes fisuras que tiene la roca, alimentando así los mantos freáticos.

3.- En la formación del cuerpo del pavimento se trató de abatir costos con la utilización o formación de pedraplenes utilizando la misma roca. Se construyeron pavimentos flexibles en virtud de que en comparación con otros tipos de pavimentos como los rígidos, resulta más económico a corto plazo así como su mantenimiento.

La utilización de pavimento rígido se construye en la zona de troboles debido a que el costo de este es muy elevado, y a que en esta zona no se construyeron pedraplenes y en el cual el cuerpo de este pavimento se desplanta en la roca sana.

4 - El motivo por el cual se utilizaron tabletas de concreto pretensado en la construcción del puente fue, tomando en cuenta la longitud del claro y el estudio de Mecánica de Suelos que se efectuó en el lugar, del cual se concluyó que la roca estaba medianamente estratificada y podía tener asentamientos no permisibles para una losa rígida, que era la alternativa que se había manejado antes del estudio

LIASA

LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S. A.

 PASEA EL PALMITO No. 146 MEXICO D. F. TEL. 5-57-16-52
PRUEBAS EN VARILLAS DE ACERO PARA REFUERZO

 MUESTREADAS EN CU 200 Circuito Vialidad FECHA DE MUESTREO 2-Sep-1985

 MUESTREADAS POR L.I.A.S.A FECHA DE PRUEBA 12-Sep-1985

 CONSTRUCTOR O INTERESADO V.Y.S.S.A

FABRICANTE _____

 REGISTRO NO. 965/12/P.5 Hoja No. 1 de 6

MUESTRA No.	1	2			ESPECIFICACIONES
CARACTERISTICAS NOMINALES					
Marca	<i>S.M.</i>				
Grado					
Diámetro mm.	<i>2.5 (3/8")</i>				
(ϕ en cm.2)	<i>0.71</i>				
CARACTERISTICAS DETERMINADAS					
Peso por m. lineal en kg.	<i>0.550</i>	<i>0.550</i>			<i>0.56 Nominal</i>
Diámetro					
Area cm.2	<i>0.702</i>	<i>0.702</i>			<i>0.71 Nominal</i>
PRUEBA DE TRACCION					
Carga en el límite elástico en kg.	<i>3500</i>	<i>3750</i>			
Carga máxima en kg.	<i>5500</i>	<i>5600</i>			
Límite elástico en kg./cm.2	<i>4930</i>	<i>5282</i>			<i>1200 min.</i>
Esfuerzo máximo en kg./cm.2	<i>7146</i>	<i>7987</i>			<i>6300 min.</i>
% de alargamiento en 20 cm.	<i>9.5</i>	<i>9.4</i>			<i>9.0 min.</i>
PRUEBA DE DOBLADO					
Dobrado a 90° sobre un mandril (ϕ 4 diámetros)	<i>P</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	
PRUEBA DE CORRUGACION					
Separación entre corrugaciones en mm.	<i>6.5</i>	<i>6.3</i>			<i>6.7 máx.</i>
Altura de corrugaciones en mm.	<i>1.0</i>	<i>1.0</i>			<i>0.4 min.</i>
Ancho de costillas en mm.	<i>2.0</i>	<i>2.0</i>			<i>3.7 máx.</i>
Inclinación de corrugaciones: grados	<i>60°</i>				

OBSERVACIONES: Los valores de especificación anclados corresponde a las que señala la NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-B-6-1980 para varillas de acero corrugadas y lisas procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto.
 El muestreo de este lote pasó especificaciones como varillas del grado 42

U.N.A.M.

 TESIS PROFESIONAL
 TEMA: PUENTE

MIEMBRO DEL GRUPO A.N.A.L.I.S.E.C.

PRUEBAS EN TORONES DE SIETE ALAMBRES SIN RECUBRIMIENTO

RELEVADO DE ESFUERZOS PARA CONCRETO REFORZADO

C.U. 3er Circuito Viabilidad Plc. FECHA DE MUESTREO 5 de Julio 65
 L I A S A. FECHA DE PRUEBA 25 de Julio 1965
 CONST. C.E.S.S.A. COVITUR y V y S S A
 981/6/85 Hoja No 1 de 2

MUESTRA No.	1	2	3	4	5
CARRETE No	818	820	823	826	
CARACTERISTICAS NOMINALES					
Marca	C	E	S	S	A
Grado	270				
Diametro en mm	12.7	12.7	12.7	12.7	
Area en mm ²	92.90	92.90	92.90	92.90	
CARACTERISTICAS DETERMINADAS.					
Peso por m. lineal en Kg.	0.718	0.783	0.781	0.781	0.775 Aprax.
Diametro en mm.	13.00	13.02	13.00	13.00	12.7 min.
Area en mm ²	99.23	99.87	99.62	99.62	92.90 min.
PRUEBA DE TRACCION.					
RESISTENCIA DE FLUENCIA.					
Carga inicial en Kg.	1880	1880	1880	1880	1877 min.
Carga minima perd alarga miento del 1% en Kg.	17000	17150	17080	17090	15922 min.
RESISTENCIA A LA RUPTURA EN Kg	21600	21750	21650	21650	18737 min.
RELACION ENTRE EL DIAM. CENTRAL A LOS EXTERIORES EN MM.	0.098	0.099	0.096	0.098	0.0762 min.

Los valores de especificación en finis con respecto a los que se da la A.S.T.M. A-418-60 para torones de siete alambres del grado 270. El muestreo de este lote podrá ser diferente.

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: PUENTE

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUNTE

LIASA LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

LIASA EL PANTO No 148 MEXICO DF TEL. 5-37-16-32

CONTROL VISITAS

METODOS DE PRUEBA EMPLEADOS: NOM. C-161, C-162, C-145, C-160, C-109 Y C-85

SOLICITANTE: **LIASA** DERA: **UNIDAD DE PUENTE DEL SEZ CERRITO** DIA: **MES** AÑO: **1955**

PROYECTO: **PUENTE EL PANTO No 148** DIRECCION: **AV. MARGENTES SUR No. 12 DE C.U.** MES: **NOV.** AÑO: **1955**

CANTON: **1001 GARCIA** CERTIFICADO: **LIASA** REF. No. _____

CIVIL: **MEXICO D.F.** O Edificacion: **SI** O Instalacion: **SI** O Otro: **C-4**

MUESTREO DE CONCRETO FRESCO										CONTROL DE REVENIMIENTOS									
MUESTRA No.	PLANTA PRE-MEZ CLADORA	NO REMISION	CAPACIDAD (LITROS)			VOL. OLLA	RECORRIDO		REV. cms	19	20	PLANTA PRE-MEZ CLADORA	NO REMISION	VOL. OLLA	RECORRIDO		REV. cms	No. Olla	
			120	150	200		PLANTA	CONA							PLANTA	CONA			
133-5	CUCHIEROS	142244	350	I	R	N	20	140	7.0	8.55	9.50	732	15.0	142242	2.0	8.40	9.45	760	16.0
134-5	/	142244	/	/	/	/	6.0	9.30	10.20	764	4.0			142245	7.0	9.40	10.20	760	13.0

MUESTRA No.	LOCALIZACION	Fecha de Casting	T DIAS	PROBADO						
153-5	TRABEYA SOSTENIDA No 38 Zona Puente		262		271	1/4	272			
			280		271	1/4	272			
154-5	TRABEYA SOSTENIDA No 38 Zona Puente		265		270	1/4	272			
			276		270	1/4	272			

OBSERVACIONES:

TRANSJUNTO: **ANGEL GILVA** HORA ENTRADA: _____

CURADO: _____ HORA SALIDA: _____

REGISTRADO: _____ HORAS EXTRAS: _____

LABORATORIOS L.I.A. S.A. **10524**

VO BO

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

I.A.S.A. LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

CARRERA EL PALMITO No. 146 MEXICO DF TEL 5-57-16-52

CONTROL VISITAS

METODOS DE PRUEBA EMPLEADOS: NOM C-181, C-182, C-184, C-186, C-189 Y C-83

SOLICITANTE: U.S.S.P. DADA: CIUDAD DE LA FUENTE DEL 3er CEMENTO DIA: 12 MES: Nov. AÑO: 85

DIRECCION: PUENTE EL PALMITO No. 140 DIRECCION: AV. INDEPENDENCIA SUR No. 1 DE C.U.

CANTON: IRRIGACION Contralista: C.Y.S.P. REP No

Ciudad: MEXICO D.F. O Edificación: B Urbanización Clase: Cd. ST No

MUESTREO DE CONCRETO FRESCO										CONTROL DE REVENIMIENTOS								
MUESTRA No	PLANTA PRE-MEZ CLADORA	No REMISION	CAPACIDAD DE TRABAJO DEL CONCRETO				VOL OLLA	RECORDADO		No OLLA	REV. cms 19	REV. cms 20	PLANTA PRE-MEZ CLADORA	No REMISION	VOL OLLA	RECORDADO		REV cms
			10	15	20	25		PLANTA	CIUDA							PLANTA	CIUDA	
20-3	Bases en coque					RN 20												
21-3	PUENTE 14722/100					RN METERO 40												

MUESTRA No	LOCALIZACION	FECHA DE CURADO		10 DIAS		14 DIAS		28 DIAS		REMARKS
		DE	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO			
20-3	BASES PARA CONCRETO DE REPOBENO DE LAS TABLERAS No. 22, 23 EJE BB' Km 57350 - 57355			116		116	116			
21-3	PUENTE CONCRETO CON PIEDRA BORRA EJE BB' Km 57220 - 57225 ZONA PUENTE			98		98	98			

OBSERVACIONES:

TRANSFORMACION: QUINTANA L.A. HORA CERRADA: _____

LABORATORIO: 10504 LIT: S.A.

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

LIASA

LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S. A.

PRESA EL PALMITO No. 146

MEXICO 10, D. F.

TEL. 5-87-16-52

SOLICITANTE: <u>UUSA</u>	CONTRATISTA: <u>UUSA</u>	FECHA: <u>19</u>	M.E.T.: <u>NOVI</u>	HORA: <u>15</u>
OBRA: <u>PUENTE PTE 4 FUENTE DEL 3er CARRITO ZONA II</u>		TRAMO: <u>DE 0-11</u>		
PERIODO CUBIERTO DEL <u>19</u> DE <u>NOV</u> AL <u>24</u> DE <u>NOV</u> DE <u>1925</u>				

PRUEBA No	LOCALIZACION	ELEMENTO	PESO VOL. Kg/m ³		HUMEDAD %		COMPACT %	PROFUND
			MAXIMO	LUGAR	OPTIMA	LUGAR		
	<u>ZONA II</u>							
<u>413</u>	<u>318 CC. 14.1720 M.D.</u>	<u>SUB-PASANTE CON TERRESTRE</u>	<u>1310</u>	<u>1193</u>	<u>32.0</u>	<u>32.6</u>	<u>91.0</u>	<u>15.0</u>
<u>414</u>	<u>1 1 1 17280 CENTRO</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1180</u>	<u>1</u>	<u>23.7</u>	<u>90.0</u>	<u>15.5</u>
<u>415</u>	<u>1 1 1 17280 DER</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1232</u>	<u>1</u>	<u>32.3</u>	<u>94.0</u>	<u>16.0</u>
<u>Los resultados no son aceptables, Continuar Compactando.</u>								

RECOMENDACIONES: Compactar de progreso 95.0% Obtenida 96%

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

LIASA

LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, S. A.

PRESA EL PALMITO No. 146

MEXICO 10, D. F.

TEL. 5-57-16-52

SOLICITANTE	<i>LIASA</i>	CONTRATISTA	<i>CIUSA</i>
OBRA	<i>PUENTE SOBRE LA FUENTE DEL BOSQUE DEL CIRCUNTO DE P.H.</i>		
PERIODO CUBIERTO DEL	<i>18 DE NOV</i>	AL	<i>24 DE NOV DE 1985</i>

DIA	MES	AÑO
<i>18</i>	<i>NOV</i>	<i>85</i>
PRESUPUESTO		
No		
ESP. No	OT. No	

PRUEBA No	LOCALIZACION	ELEMENTO	PESO VOL. kg/m ³		HUMEDAD %		COMPACT %	PROFUND. cm
			MAXIMO	LUGAR	OPTIMA	LUGAR		
		<i>BASE CON GRAVA GRANULADA</i>						
<i>416</i>	<i>EST. No. 14 57920</i>	<i>LEO</i>	<i>1617</i>	<i>1598</i>	<i>12.6</i>	<i>11.2</i>	<i>98.8</i>	<i>16.0</i>
<i>417</i>	<i>7 7 57940</i>	<i>CENTRO</i>	<i>1609</i>	<i>1605</i>	<i>10.7</i>	<i>99.2</i>	<i>15.5</i>	
<i>418</i>	<i>7 7 57960</i>	<i>IDEA</i>	<i>1605</i>	<i>1585</i>	<i>10.7</i>	<i>98.0</i>	<i>15.0</i>	
<i>419</i>	<i>7 7 57980</i>	<i>LEO</i>	<i>1611</i>	<i>1611</i>	<i>11.2</i>	<i>97.6</i>	<i>15.0</i>	
<i>420</i>	<i>7 7 67005</i>	<i>CENTRO</i>						
<i>Los resultados se consideran aceptables.</i>								

OBSERVACIONES: *Comp. lacion de proyecto 100% ± 2*
Compactacion promedio obtenida 99.0%

10/2/85

LIASA LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.

PHESA EL PALMITO No. 148 MEXICO 10 D.F. TEL. 5-24-18-32

CONTROL DE RIEGOS ASFALTICOS

SOLICITANTE: <i>LIASA</i>	OTZ <i>18</i>	MES <i>NOV.</i>	AÑO <i>85</i>
CONTRATISTA: <i>LIASA</i>	PRESUPUESTO		
OBRA: <i>VALLEADO DE PUENTE DEL 3er CRUCEO</i>	No.		
PERIODO CUBIERTO DEL 18 DE NOV. AL 24 DE NOV. DE 1985	EXP. No.	O.T. No.	

LOCALIZACION	TIPO DE RIEGO	PRODUCTO COCINADO ASFALTICO	CONSUMO LIQ. M ³	TEMPERATURA °C	PENETRACION mm	m ³
<i>ZONA II</i> EJE AA' KM. 1770-1780	<i>IMPREGNACION</i>	<i>FH-1</i>	<i>1.6</i>	<i>90</i>	<i>67807</i>	<i>504</i>
<i>Fecha: 20-Nov. 85</i>						
<i>ZONA III</i> EJE AA' KM. 5780-5790	<i>IMPREGNACION</i>	<i>FH-1</i>	<i>1.55</i>	<i>90</i>	<i>86578256</i>	<i>875</i>

OBSERVACIONES: *Los datos obtenidos de los riegos cumplen con especificaciones de proyecto.*

Jose L.

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

LIASA LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.

PRESA DE ALMIRANTE No. 144 MEXICO D.F. TEL. 235114-17
CONTROL DE RIEGOS ASFALTICOS

SOLICITANTE: <u>UUSA</u>	E. S.	W. S.	Z. S.
CONTRATISTA: <u>UUSA</u>	17	180	25
OBRA: <u>UNIDAD PE. Y PUENTE DEL 3er CANTON DE C.J.</u>	PRESUPUESTO		
PERIODO CUBIERTO DEL 18 DE <u>NOV.</u> AL 22 DE <u>NOV.</u> DE <u>1985</u>	Nº.		
	EXP. NO.	O. T. NO.	

LOCALIZACION	TIPO DE RIEGO	PRODUCTO CONSUMO (ASFLTICO)	LI. M ²	TEMPERATURA °C	PENETRACION mm	m ²
<u>ZONA I</u>						
EJE DD' K4. 0+225 - 0+280 FECHA: <u>19-NOV-85</u>	LIGA	FR-30	0.55	89		495
EJE AA' K4. 5+090 - 5+120 5+120 - 5+200 FECHA: <u>21-11-85</u>	LIGA	FR-3	0.43	90		1850
EJE HH' K4. 1+740 - 1+801 FECHA: <u>22-NOV-85</u>	LIGA	FR-3	0.45	90		504
EJE AA' K4. 5+850 - 5+930	LIGA	FR-3	0.35	90		875

OBSERVACIONES:
0.56

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: PUENTE

LIASA LABORATORIOS DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA S.A.

CONTROL DEL TENDIDO DE MEZCLA ASFALTICA

RECLUTANTE <i>LIASA</i>	DIA 21	MES NOV	AÑO 85
CASA UNIVERSIDAD PTE Y PUEN. E DEL CES URRUTU P.V.	PROYECTO		
LOCALIZACION R.L. INDEPENDIENTES SUR S.M.	No.		
REVISOR DEL I.F. DE No. 1 ALZAR	EXP. NUM.	DT. No.	

No. CONTROL	LOCALIZACION				TEMPERATURAS °C.		ESPESORES CM.	
	AL LLEGAR	AL PLANCHAR	SUELTAS	COMPACTA				
	EJE	Km.	FRANJA	No. REM.	TOM.			
1	AA'	5+180-5+200	CENTRO	245590	13030	135	98	8.5
2	"	5+120-5+140	120	245623	12605	138	100	8.5
3	"	5+140-5+160	"	245590	13030	132	96	8.5
4	"	5+160-5+178	"	245626	11145	130	94	8.5
5	"	5+178-5+200	"	245627	10090	120	94	8.5
6	HH'	1+740-1+765	120	245628	11580	144	102	9.0
7	"	1+765-1+790	"	245642	13655	132	95	8.5
8	"	1+790-1+800	"	245651	12855	120	92	8.5
9	"	1+740-1+754	CENTRO	"	"	"	90	8.5
10	"	1+754-1+780	"	245654	11645	136	96	8.5
11	"	1+780-1+800	"	245655	12315	142	100	8.5
11	"	1+740-1+746	DER	"	"	"	96	8.5
11	"	1+746-1+770	DER	245672	10945	134	96	9.0
12	"	1+770-1+801	"	245673	14125	138	99	8.5
FECHA: 22-NOV-85								
1	AA'	5+135-5+171	DER	245954	13495	140	100	8.5
2	"	5+171-5+185	"	245969	12690	130	93	9.0
3	"	5+185-5+190	"	246061	12630	138	94	8.5
4	"	5+190-5+190	"	246094	14215	136	93	9.0
4	"	5+190-5+171	CENTRO	"	"	136	90	8.5

OBSERVACIONES

Los Las temperaturas cumplen en especificaciones de proyecto.

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

V Y S S A
VALUADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

D.-Los valores obtenidos de las pruebas de compactación indicado en el inciso(3-a), se describen a continuación.

No. PRUEBA	%COMPACTACION		CAPA O ELEMENTO
	PROYECTO	OBTENIDO	
409	90.0 %	92.0 %	RELLENO PARA BANQUETA
410	" "	91.5 "	"
411	" "	90.8 "	"
412	" "	90.0 "	"
413	95.0 "	91.0 "	SUB-BASANTE
414	" "	90.0 "	"
415	" "	94.0 "	"
416	100.0 ⁺ 2	98.8 "	BASE HIDRAULICA
417	" "	99.5 "	"
418	" "	99.2 "	"
419	" "	98.0 "	"
420	" "	99.6 "	"
421	95.0 "	95.0 "	SUB - BASANTE
422	" "	96.5 "	"
423	" "	96.0 "	"
424	" "	96.3 "	"
425	100.0 ⁺ 2	100.0 "	BASE HIDRAULICA
426	" "	100.0 "	"
427	" "	98.6 "	"
428	" "	99.0 "	"
429	" "	98.0 "	"
430	" "	99.0 "	"
431	" "	98.6 "	"
432	" "	98.0 "	"
433	" "	98.0 "	"
434	" "	99.8 "	"
435	" "	100.2 "	"
436	90.0 "	92.4 "	RELLENO PARA BANQUETA
437	" "	93.0 "	"
438	" "	91.0 "	"
439	100.0 ⁺ 2	99.6 "	BASE HIDRAULICA
440	" "	98.0 "	"
441	" "	100.0 "	"
442	" "	99.0 "	"
443	95.0 "	96.0 "	SUB - BASANTE
444	" "	94.8 "	"
445	" "	94.0 "	"

U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

VYSSA
VALUADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

446	95.0 %	96.2 %	SUB - RASANTE
447	" "	95.8 "	"
448	" "	94.8 "	"
449	" "	95.5 "	"
450	" "	96.4 "	"

Los resultados de las pruebas Nos. 413-415 no cumplen con la compactación del proyecto, se le ordena a la constructora C.Y.U.S.A. recompactar en esta zona.

Los resultados restantes cumplen con el porcentaje de compactación de acuerdo al proyecto.

La aplicación de los riegos asfálticos, se consideran dentro de las especificaciones de la obra.

Las temperaturas de la mezcla asfáltica se han observado que cumplen con las especificaciones del proyecto.

A T E N T A M E N T E .

VALUADORES Y SUPERVISORES, S.A.

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: PUENTE

VYSSA
VALUADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

DURANTE EL PERIODO ANTES INDICADO, EL PERSONAL DE LABORATORIO EJECUTO LOS SIGUIENTES TRABAJOS DEL CONTROL DE CALIDAD.

- 1.- **CONCRETO HIDRAULICO :**
 - a) Se elaboraron (30) probetas cilíndricas del concreto fresco utilizado en la construcción de losa de pavimento, firma de - compresión. Los resultados serán reportados de acuerdo a sus edades de ensaye, 2 cilindros a 7 días, 3 a 28 días, con respecto a la fecha de colado.
 - b) Se ensayaron (46) cilindros a la compresión axial a la edad de 7 y 28 días. Estos resultados se registran al informe

- 2.- **MORTERO :**
 - a) Se ensayaron (4) especímenes a la compresión del mortero empleado en el muro, y bases para colocación de neopreno, zona - puente. Los resultados se anexan.

- 3.- **COMPACTACIONES :**
 - a) Se efectuaron (42) pruebas volumétricas para verificar el por ciento de compactación, humedad, espesores en la formación de relleno para banquetas, sub-rasante y base. Los resultados y datos complementarios se anexan.
 - b) Se determino al peso volumétrico seco máximo y humedad óptima a los materiales utilizados en las capas de sub-rasante, base. Estos valores se incluyen al informe.

- 4.- **RIEGOS ASPALTICOS :**
 - a) Se supervisó la aplicación de riegos asfálticos con productos FK-1, FR-3, sobre la base compactada exenta de polvo, y base impregnada. Los datos obtenidos se reportan en las hojas que la corresponden.

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

V Y S S A
VALUADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

- 5.- TENDIDO DE MEZCLA ASPALTICA :
- a) Se verificó el tendido de la mezcla asfáltica, supervisando temperaturas antes de tender y compactar, así también los espesores sueltos, los datos obtenidos se anexan.
- 6.- PERMEABILIDADES :
- a) Se efectuaron (6). Pruebas para determinar el porcentaje de permeabilidad sobre la carpeta asfáltica terminada. Estos valores obtenidos se registran en el informe.

COMENTARIOS .

- A.- Continuamos verificando los revenimientos a las unidades que transportan el concreto, antes de vaciar, los datos obtenidos se registran en las hojas de muestreo.
- B.- Los resultados de los cilindros ensayados a la compresión a 28 días se registran a continuación

No.-MUESTRA	EDAD DE ENSAYE	RESISTENCIA		PROMEDIO	ELEMENT
		PROYECTO	OBTENIDA		
121	28 DIAS	350 EG/CM ²	363 KG/CM ²		TABLETA PC
"	" "	" " "	340 "	347KG/CM ²	TENSADA
"	" "	" "	338 "	"	"
122	" "	" "	324 "	351 "	"
"	" "	" "	354 "	"	"
"	" "	" "	379 "	"	"
123	" "	" "	382 "	360 "	LOSA DE PA
"	" "	" "	402 "	"	"
"	" "	" "	296 "	"	"
124	" "	300 "	316 "	"	"
"	" "	" "	330 "	322 "	"
"	" "	" "	320 "	"	"
125	" "	350 "	358 "	374 "	TABLETA PC
"	" "	" "	386 "	"	TENSADA
"	" "	" "	378 "	"	"
126	" "	" "	374 "	"	"
"	" "	" "	360 "	266 "	"
"	" "	" "	366 "	"	"

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
TEMA: PUENTE

VYSSA
VALUADORES Y
SUPERVISORES, S. A.

127	28 DIAS	350 KG/CM2	370 KG/CM2		TABLETA POSTENSADA
"	"	"	345	357 KG/CM2	"
128	"	200	256		MURO DE CONTENCION
"	"	"	256	262	"
"	"	"	274		"
129	"	350	352		TABLETA POSTENSADA
"	"	"	365	362	"
"	"	"	370		"
130	"	"	338		"
"	"	"	342	339	"
"	"	"	336		"
131	"	300	289		LOSA DE PAVIMENTO
"	"	"	329	314	"
"	"	"	326		"

Las resistencias obtenidas cumplen con las del proyecto, de acuerdo a la P.C.

C.- Los resultados de los especimenes de mortero ensayados a la compresi3n se registran a continuacion.

No. MUESTRA	EDAD DE ENSAYE	RESISTENCIA		PROMEDIO	ELEMENTO
		PROYECTO	OBTENIDA		
14	28 DIAS	100KG/CM2	136 KG/CM2	135 KG/CM2	MURO DE CON-
"	"	"	134	"	TENCION
20	7	150 KG/CM2	116	116	BASES PARA
"	"	"	"	"	NEOPRENO
21	"	100	98	98	MURO DE CON-
"	"	"	"	"	TENCION.

U. N. A. M.

TESIS PROFESIONAL
 TEMA: PUENTE