

32
2y



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales
A R A G O N

"CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN"

T E S I S

Que para obtener el Titulo de

INGENIERO CIVIL

presenta

ADOLFO PACHECO AZPEITIA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



**ENEP
ARAGON**

**TESIS CON
México, D. F.**

1992



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN

CONTENIDO

I- INTRODUCCION

II.- DATOS BASICOS DEL PROYECTO

2.1.- GENERALIDADES

- 2.1.1.- Localización**
- 2.1.2.- Topografía**
- 2.1.3.- Geología**
- 2.1.4.- Clima**
- 2.1.5.- Drenaje Pluvial**

2.2.- EXPLORACION DEL SUELO Y ENSAYES DE LABORATORIO

- 2.2.1.- Trabajo de Campo**
- 2.2.2.- Trabajo de Laboratorio**

2.3.- ANALISIS DE MATERIALES EN BANCOS DE PRESTAMO

- 2.3.1.- Bancos de Préstamo Analizados**
- 2.3.2.- Pruebas Efectuadas y Resultados Obtenidos**

2.4.- DRENAJE DEL CAMINO

- 2.4.1.- Superficial**
- 2.4.2.- Subterráneo**

2.5.- OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE

- 2.5.1.- Bordillos
- 2.5.2.- Lavaderos
- 2.5.3.- Cunetas
- 2.5.4.- Contracunetas
- 2.5.5.- Alcantarillas
- 2.5.6.- Subdrenes
- 2.5.7.- Recomendaciones de Cimentación para Obras Menores

2.6.- DISEÑO DEL PAVIMENTO

- 2.6.1.- Métodos de Diseño
- 2.6.2.- Variables de Diseño
- 2.6.3.- Lineamientos Generales para Determinar los Parámetros de Diseño
- 2.6.4.- Selección del Pavimento

III.- PROCESO CONSTRUCTIVO

- 3.1.- TERRACERIAS Y CAPA SUBRASANTE
- 3.2.- SUB-BASE HIDRAULICA
- 3.3.- SUB-BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND
- 3.4.- BASE HIDRAULICA
- 3.5.- BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND
- 3.6.- RIEGO ASFALTICO
- 3.7.- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO
- 3.8.- RIEGO DE SELLO
- 3.9.- CONTROL DE CALIDAD
- 3.10.- MAQUINARIA Y EQUIPO

IV.- PROGRAMA DE OBRA

- 4.1.- DEFINICIONES**
- 4.2.- PROGRAMA DE OBRA**
- 4.3.- PROGRAMA FINANCIERO**

V.- ANALISIS DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS

- 5.1.- CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO**
- 5.2.- CALCULO DEL FACTOR DEL SALARIO REAL**
- 5.3.- MATERIALES UTILIZADOS**
- 5.4.- COSTO HORARIO DE MAQUINARIA Y EQUIPO**
- 5.5.- PRECIOS UNITARIOS**

VI.- PRESUPUESTO

VII.- CONCLUSIONES

C A P I T U L O I

INTRODUCCION

I- INTRODUCCION

Para poder satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica, la Comisión Federal de Electricidad ha tenido que estudiar el aprovechamiento de todas las posibilidades de generación con el objeto de canalizar sus esfuerzos en la utilización racional de nuestros recursos. De esta manera se han venido construyendo; plantas Térmicas convencionales de Vapor, Nucleares, Geotérmicas e Hidroeléctricas.

Dentro de sus programas de trabajo de expansión Hidroeléctrica, La C.F.E., tiene el de formar su infraestructura carretera, para con eso garantizar una adecuada seguridad y rapidez de movimientos de los vehículos que transportan Equipo pesado, personal en general, materiales y demás implementos indispensables para la construcción de las plantas Hidroeléctricas.

Como parte integral de dicha infraestructura, la subdirección de construcción, a través de su Gerencia de Proyectos Hidroeléctricos, planeo la construcción del Proyecto Hidroeléctrico "ZIMAPAN", ubicado en los límites de los estados de Hidalgo y Querétaro, para tal efecto se tendrán que construir dos caminos de Acceso a dicho proyecto: Uno que va del poblado de Zimapán, Hidalgo a la boquilla de la presa con una longitud aproximada de 30 km. y el otro que parte del poblado de Cadereyta, Querétaro a la boquilla con una longitud similar, en el cual enfocamos nuestro trabajo.

La finalidad de este estudio es proporcionar la información necesaria para elaborar y construir un proyecto carretero. Está dirigido a los profesionistas dedicados al diseño y construcción de las vías terrestres, a los estudiantes del área de construcción y geotécnica, en general a todas las personas dedicadas a caminos.

En este texto, se informan los trabajos de campo, análisis de laboratorio y pruebas realizadas para llevar a cabo el estudio Geotécnico y diseño de pavimentos para los caminos motivo de este estudio; se describen las características generales del proyecto que son interesantes desde el punto de vista del diseño, se consignan los análisis de Laboratorio a que se sometieron los materiales del suelo y bancos de préstamo, para determinar su aptitud y emplearlos para formar las terracerías y diferentes capas, del pavimento, así como sus parámetros de resistencia, se enuncian las distintas obras complementarias de drenaje y recomendaciones para su uso.

Se describen datos y métodos de diseño empleados para definir la estructura del pavimento, se desarrolla una curva Masa de un tramo del camino considerado como el más representativo, se lleva a cabo un análisis de costos y precios unitarios, se desarrolla un programa de obra, se menciona la maquinaria y equipo utilizado y se describen los procedimientos generales de construcción que deberán seguirse para lograr un buen comportamiento estructural del pavimento y finalmente se presentan las conclusiones del proyecto.

C A P I T U L O I I

DATOS BASICOS DEL PROYECTO

II.- DATOS BASICOS DEL PROYECTO

2.1 GENERALIDADES

2.1.1 LOCALIZACION

Los caminos de acceso al proyecto hidroeléctrico "ZIMAPAN", motivo del presente estudio, se desarrollan en los estados de Querétaro e Hidalgo y tienen una longitud total de 61 Km.

En el estado de Querétaro, al este de Cadereyta, en un tramo de 35 Km. aproximadamente, con origen de su cadenamiento en el Km. 60+200 de la carretera San Juan del Río-Pinal de Amoles, tramo Cadereyta-San Joaquín; este tramo se divide en tres subtramos:

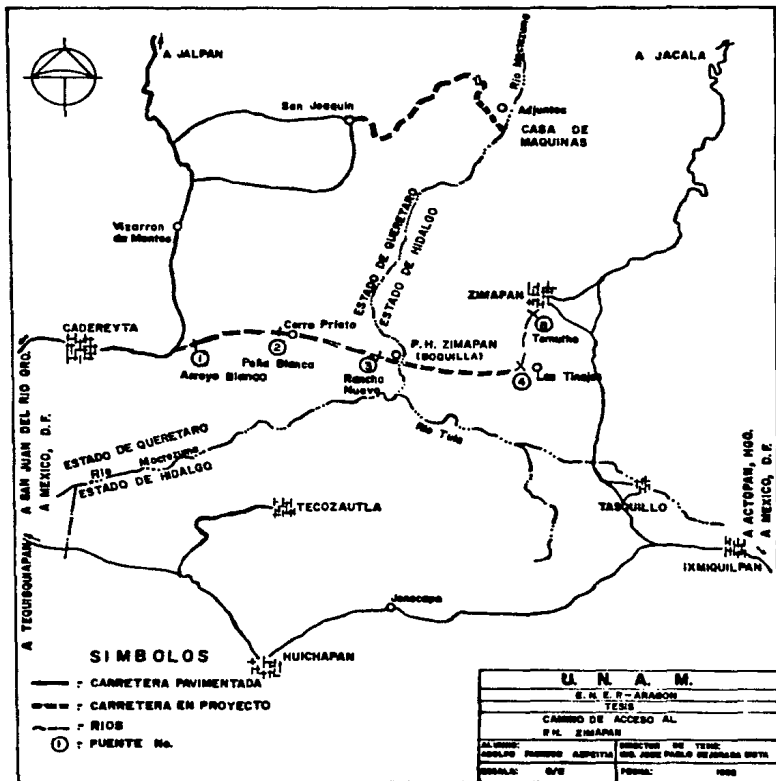
El primero, del origen a Puerto Cerro Prieto que está en el Km. 25+200, donde existe un punto de bifurcación; de ahí parte un camino que será definitivo, de 4 Km. de longitud aproximada y que llega al nivel de la corona de la cortina y el otro camino, que servirá únicamente para construcción de la cortina, y que llega al nivel de la atagüa aguas arriba.

En el estado de Hidalgo, al suroeste de Zimapán, en un tramo de 26 Km. aproximadamente, con origen en el Km. 2+000 de la carretera Zimapán - Ixmiquilpan; este tramo se divide en tres subtramos también; el primero desde su origen hasta el Km. 24+000 de este cadenamiento parten dos caminos; uno que será definitivo y que llega también al nivel de corona, de 1.5 Km. de longitud aproximada y el otro para llegar a nivel atagüa de aproximadamente 2 Km. de longitud.

Este trabajo está enfocado al primero de los caminos mencionados, con origen en la rancharía de "Vista Hermosa a Puerto Cerro Prieto", De los cadenamientos 0+000 - 25+200; ver croquis de localización.

FIG. 2.1

CROQUIS DE LOCALIZACION



2.1.2. TOPOGRAFIA

Los caminos de acceso se desarrollan sobre una topografía de lomerío suave en un 60% de su longitud los cuales son: en el tramo Puerto Salitre-Boquilla desde el origen hasta el km. 25+200 aproximadamente, cuyo trazo está apoyado en caminos de terracerías que sirven de acceso a las poblaciones existentes; el otro 40% de la longitud y que son los tramos restantes a los mencionados se desarrolla en una topografía de lomerío fuerte casi montañoso, donde presenta en su mayoría, secciones de corte con altura máxima de hasta 16.00 m., con un promedio de 6.00 mts.

2.1.3 GEOLOGIA

Desde el punto de vista geológico, los caminos en estudio se desarrollan alternadamente sobre tres formaciones diferentes: una formación constituida por rocas ígneas estrusivas: basaltos, andesitas y reolitas correspondientes al cenozoico superior; las otras dos formaciones están constituidas por rocas sedimentarias una formada por calizas y lutitas, con intercalaciones de areniscas, que corresponden al cretácico inferior y la otra formada por tobas y conglomerados correspondientes al terciario continental; según "Cartas Geológicas" de los estados de Hidalgo y Querétaro.

2.1.4 CLIMA

El clima característico de la región, según el sistema Koppen-Geiger es el seco, estepario, tipo senegalés o tipo sirio, caluroso o templado medio, con oscilaciones térmicas sencibles, con una temperatura media anual de 17 grados centígrados; con un régimen pluviométrico semejante al desértico, con una precipitación anual entre 100 y 500 mm.

2.1.5 DRENAJE PLUVIAL

El drenaje natural de la zona es de tipo emparramado con ríos y arroyos de cauce bien definidos, según manual del proyecto Geométrico de carreteras (SÖP).

2.2 EXPLORACION DEL SUELO Y ENSAYE DE LABORATORIO

2.2.1 TRABAJO DE CAMPO

La exploración se realizó mediante un recorrido a lo largo del trazo del camino para la clasificación de los materiales de la parte superficial del subsuelo; se realizaron además pozos a cielo abierto, localizados éstos a cada kilómetro aproximadamente a todo lo largo del trazo del camino en estudio. En los pozos excavados se procedió a efectuar en campo la clasificación visual y manual de todos los materiales hallados y se tomaron muestras alteradas de cada uno de ellos, para posteriormente analizarlas en el laboratorio y determinar su aptitud para ser usadas en la construcción de las terracerías y capa subrasante de apoyo de las capas del pavimento (Ver Tabla No. 2.1, 2.2 y 2.3). Así mismo se hicieron pozos a cielo abierto para localizar préstamos de materiales para cuerpo de terraplén y capa subrasante.

Para localizar préstamos de materiales para las capas del pavimento se procedió hacer un recorrido por las zonas cercanas al camino en estudio, localizándose varios bancos que actualmente no se encuentran en explotación; dichos bancos poseen características adecuadas para formar las diferentes capas del pavimento. en la FIG 2.2 se muestra la localización de cada uno de ellos:

INFORME DE ESTUDIOS GEOTECNICOS

OBRA : CAMINO DE ACCESO AL P. HIDROELECTRICO ZIMAPAN
 LOCALIZACION: PUERTO EL SALITRE - BOQUILLA

ENSAYE No.
 FECHA DE RECIBO.
 FECHA DE INFORME:

KILOMETRO DESDE-HASTA	ESTRATO No.	ESPESOR m.	CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA			CLASIFICACION PRESUPUESTO A - B - C	CORTE		OBSERVA- CIONES
					90 %	75 %	100 %		BANDEA- DO.	ALTURA MAXIMA	
00+000	1	1-00	Topo muy cementado, cafe blanquizco, con caliche.	Compactado	1-11	1-08	1-00		80 40 00	1/4:1	D,4,4,
	2		Limo arenoso, poco arcilloso, cafe rojizo, con gravas y algunos bloques, muy compacto.	Compactado	1-11	1-05	1-00		70 30 00	1/4:1	D,4,4,
1+800											
1+800	1	1-00	Basalto con intercalaciones de caliche, poco intemperizado.	Bandeado				1-18	00 20 80	1/4:1	D,C,4,8,
7+180	1	1-00	Limo arenoso cafe claro con algunos gravas y fragmentos medianos poco cementado, compacto	Compactado	1-08	1-00	0-95		60 40 00	1/4:1	D,4,1,
7+640	1	1-00	Lulita cafe verdoso, suave, muy intemperizado con intercalaciones de caliza.	Compactado	1-01	0-88	0-91		70 30 00	1/2:1	D,C,4,
13+340											

INFORME DE ESTUDIOS GEOTECNICOS

OBRA : CAMINO DE ACCESO AL P. HIDROELECTRICO ZIMAPAN
 LOCALIZACION: PUERTO EL SALITRE - BOQUILLA

ENSAYE No.
 FECHA DE RECIBO.
 FECHA DE INFORME:

KILOMETRO DESDE-HASTA	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO A - B - C	CORTE		OBSERVA- CIONES
	No.	ESPESOR m.			90%	95%	100%	BANDEA DO.		ALTURA MAXIMA	TALUD	
13+840			Limo arenoso, color claro con algunos gravas y fragmentos medianos, cementados.	compactado	1.06	1.00	0.95		60 40 00	1/4:1	b, c, f,	
13+380												
13+380			Brechas andesiticas, muy intemperizadas, con intercalaciones de lutita.	Bandeado				1.00	50 50 00	1/2:1	b, c, e,	
13+880	1	1.00	Basalto y andesito, muy fracturadas e intemperizadas (Rie)	Bandeado				1.07	00 70 30	1/2:1	b, c, e,	
14+960	1	1.00	Andesito, rosa, poco fracturada, duro y rie	Bandeado				1.15	00 20 80	1/4:1	b c e g	
15+880	1	1.00	Brechas andesiticas, muy intemperizadas, con intercalaciones de limo arenoso, gravas, fragmentos medianos y coliche.	Bandeado				1.00	50 50 00	1/2:1	b c e	
17+120												

TABLA 2-2 INFORME GEOTECNICO

INFORME DE ESTUDIOS GEOTECNICOS

OBRA: CAMINO DE ACCESO AL P. HIDROELECTRICO SIMAPAN

LOCALIZACION: PUERTO EL SALITRE - BOQUILLA

ENSAYE No.

FECHA DE RECIBO.

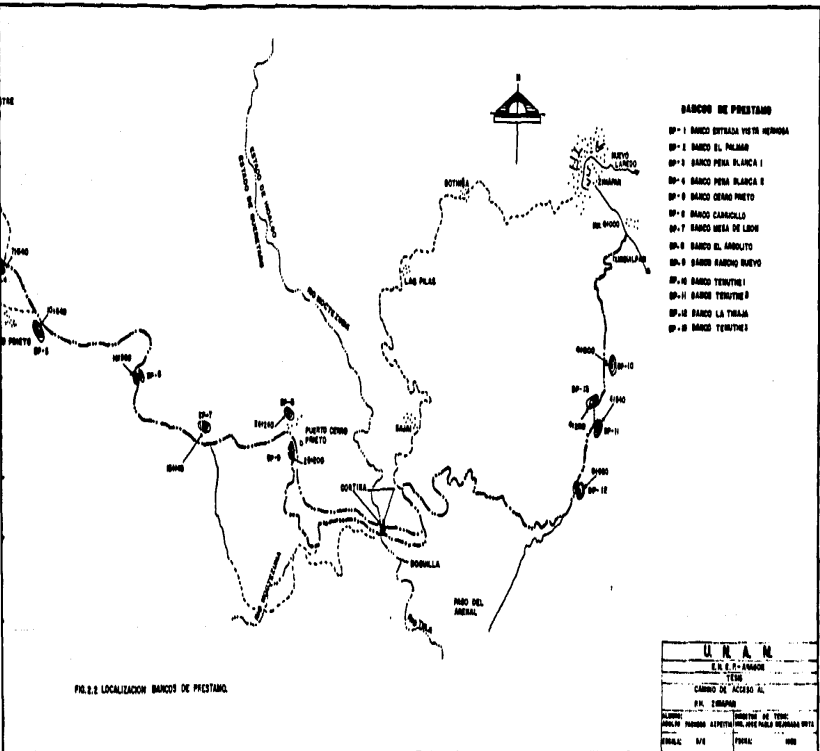
FECHA DE INFORME:

KILOMETRO DESDE-NASTA	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO A-B-C	CORTE		OBSER- CIONES
	No.	ESPESOR m.			90%	95%	100%	BANDEA- DO.		ALTURA	TALUD MAXIMA	
17+120	1	1-00	Lutita café verdosa, suave, muy intemperizada, con intercalaciones de cali-									
18+500		10.		Compactione	1-01	0-95	0-91		70 30 00		1/2:1	D. C. S.
19+800			Basalto, con intercalaciones de caliche, poco fracturado y poco intemperizado.									
25+020			do. (Rie)	Bardado				1-15	00 20 80		1/4:1	D, C, S

TABLA B-3 INFORME GEOTECNICO

OBSERVACIONES PARA EL USO DE MATERIALES

- a).- Material que por su calidad no le permite ser empleado en la construcción del cuerpo del terraplén ni capa subrasante.
- b).- Desmote y despalme de 20 cm. mínimo en todo el ancho del desplante de las terracerías.
- c).- Material que por sus características de calidad y resistencia se pueden emplear en la construcción del terraplén únicamente.
- d).- Material que por sus características de calidad y resistencia se pueden emplear tanto en la construcción del cuerpo del terraplén como de la capa subrasante.
- e).- La capa subrasante, de 30 cm. de espesor como mínimo, deberá formarse con material procedente de banco.
- f).- Pueden ubicarse préstamos laterales para el cuerpo del terraplén y capa subrasante.
- g).- Para este subtramo, se deberá abrir caja de 30 cm. de profundidad a todo lo ancho de la plantilla, para alojar la capa subrasante, la que se deberá construir con material adecuado, proveniente del banco de préstamo más cercano o de compensación longitudinal.



BANCOS DE PRESTAMO

- BP-1 BANCO SITUALA VISTA HERMOZA
- BP-2 BANCO EL PALMAR
- BP-3 BANCO PENA BLANCA I
- BP-4 BANCO PENA BLANCA II
- BP-5 BANCO CENSO PUNTO
- BP-6 BANCO CARACOLLO
- BP-7 BANCO MESA DE LEON
- BP-8 BANCO EL ARROJITO
- BP-9 BANCO RANCHO BUENO
- BP-10 BANCO TERNITE I
- BP-11 BANCO TERNITE II
- BP-12 BANCO LA TIRANA
- BP-13 BANCO TERNITE III

FIG. 2. LOCALIZACION BANCOS DE PRESTAMO.

U. R. A. N.	
E. N. S. P. A. G. U. A. N. O.	
T. E. R. C. E. R. O.	
CAMINO DE ACCESO AL	
P. N. 1. 0. 0. 0. 0.	
ALTIMETRO	INSTRUMENTO DE TERC.
POPULACION	POPULACION
FRONTERA	FRONTERA
ESTADO	ESTADO
PAIS	PAIS

2.2.2 TRABAJO DE LABORATORIO

Para poder obtener toda la información relativa a la calidad y resistencia de los materiales del subsuelo natural como componentes de las terracerías y capa subrasante, se analizaron en el laboratorio todas las muestras alteradas colectadas de los pozos de exploración; con estas muestras se efectuarán los ensayos para determinar:

- a).- Límites de consistencia (L.L., L.P. e I.P.)
- b).- Contracción lineal (L.L.)
- c).- Granulometría en mallas
- d).- Porter Estándar Saturada (V.R.S.)
- e).- Porter Modificada al 90% y 95%
- f).- Proctor SOP

A continuación se resumen los resultados obtenidos de cada una de las pruebas efectuadas en los materiales naturales analizados, la clasificación y el uso recomendado para la construcción de las terracerías y capa subrasante y datos relativos a su variación volumétrica, los cuales se requieren para poder precisar la cuantificación de los volúmenes a mover en este tipo de material, según lo determine la posición geométrica de la línea subrasante de proyecto. Ver Tabla No. 2.4

RESUMEN DE RESULTADOS

CARRERA: C. A. AL P. N. ZIMAPAN TRAMO: PUERTO SALITRE - BOQUILLA

SUB-TRAMO: PUERTO SALITRE-PUERTO CERRO ORIGEN: PUERTO SALITRE
PRIETO

	PCA-1	PCA-2	PCA-3	PCA-11	PCA-12	PCA-13	PCA-14	PCA-15	PCA-16	PCA-17	
	0+060	0+250	0+980	10+000	10+760	12+020	13+660	14+550	16+000	16+960	
Muestra											
Numero											
TAMANO DE LAS PARTICULAS											
% de partículas mayores de 5"										8	
% que pasa la malla 4	93	99	100	99	95	76	99	12	51	57	
" " " " " 40	49	85	96	81	86	66	79	8	27	39	
" " " " " 200	24	73	68	70	80	64	56	4	18	35	
Límite Líquido	36	29	27	42	45	40	39	42	56	56	
Límite Plástico	16	18	16	35	29	26	32	21	30	22	
Índice Plástico	20	13	11	7	16	14	7	21	26	34	
Contracción Línea	3.7	2.0	1.2	2.7	6.1	5.6	4.1	5.0	7.7	16.4	
Equivalente de arena											
Peso volumétrico seco máximo, Porter	1596	1535	1619	1577	1558	1912	1555	2052	1616	1620	
Humedad óptima Porter	24	24	20	23	28	18	26	7.0	24	22	
Valor relativo soporte estándar	72	19	18	50	12	9	30	123	69	18	
% de expansión	0.0	1.2	1.5	0.3	0.6	4.0	0.5	0.2	0.1	1.2	
Peso volumétrico seco suelto	1113	1090	1157	1077	1082	1294	1120	1540	1327	1371	
Peso volumétrico seco máximo, Práctor	1585	1462	1482		1502		1465				
Humedad óptima Práctor	26	28	24		26		27				
V. R. S.	90 %	28	20	13	56	17	35	15	95	48	8
	95 %	42	32	36	74	27	62	25	108	65	12
	100 %										
% de compactación											
Humedad natural											
Profundidad PCA	2.00	2.00	2.00	1.50	1.80	1.20	1.80	1.00	1.20	1.80	
Observaciones Clases	SC	CL	CL	ML	ML	ML	ML	GW	GC	GC	

TABLA 2-4 RESULTADO DE LAS MUESTRAS OBTENIDAS

2.3 ANALISIS DE MATERIALES DE BANCOS DE PRESTAMO

2.3.1 BANCOS DE PRESTAMO ANALIZADOS

Los bancos de préstamo localizados y analizados con el propósito de conocer sus características de calidad y resistencia y definir la forma de emplearse en la construcción de las terracerías y capas del pavimento del camino de acceso al proyecto Hidroeléctrico "Zimapan", a continuación se describen y se indica su localización.

A).- PARA TERACERRIAS Y CAPA SUBRASANTE:

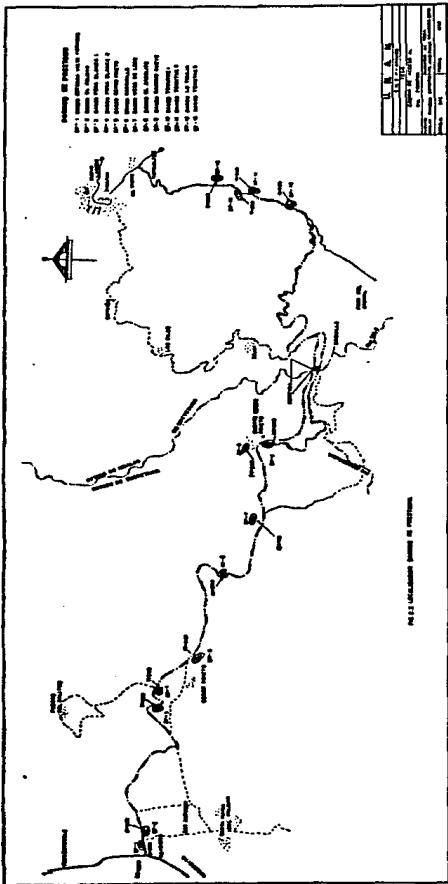
1.- BP	1	:	Banco "Entrada Vista Hermosa"
2.- BP	2	:	Banco "El palmar"
3.- BP	5	:	Banco "Cerro Prieto"
4.- BP.....7		:	Banco "Mesa de León"
5.- BP	8	:	Banco "El Arbolito"

B).- PARA SUB-BASE Y BASE

1.- BP	3	:	Banco "Peña Blanca I"
2.- BP	4	:	Banco "Peña Blanca II"
3.- BP	13	:	Banco "La Tinaja"

C).- PARA CARPETA ASFALTICA Y RIEGO DE SELLO

1.- BP	6	:	Banco "Carricillo"
2.- BP	9	:	Banco "Rancho Nuevo"



2.5.2 PRUEBAS EFECTUADAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

En todos los bancos se tomaron muestras alteradas representativas de los materiales encontrados en cada uno de ellos. Con estas muestras se determinaron en el laboratorio sus límites de consistencia, contracción lineal, distribución granulométrica, valor relativo de soporte (Porter estándar saturado), expansibilidad, valor cementante y equivalente de arena y se determinó también su peso volumétrico seco máximo (Protector estándar) y humedad óptima.

Al material de banco para base y sub-base "La Tinaja" además de las pruebas anteriores, se le efectuaron mezclas del material natural con cemento portland al 2 y 3% en peso, realizando con cada una de las mezclas obtenidas todas las pruebas antes mencionadas; al material de los bancos para carpeta asfáltica y riego de sello se le efectuaron también prueba de las partículas y adherencia con el asfalto.

A continuación se describen los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados a los materiales de cada banco analizado. Ver Tabla No. 2.5 y 2.6

De acuerdo con los resultados de los análisis de laboratorio sobre los materiales de los bancos de préstamo localizados y analizados para definir su uso en la construcción, tanto de las terracerías y capa subrasante, como para las capas del pavimento se establecen las siguientes recomendaciones:

- a).- El material de los bancos de préstamo (No. 1,2,5,7 y 8). Presentan características de calidad adecuadas para ser empleadas en la formación de las terracerías y capa subrasante.

- b).- El material de los bancos Peña Blanca I y Peña Blanca II, presentan características adecuadas para ser empleadas en la construcción de sub-base y case.

El material del banco la "Tinaja" presenta valores altos en sus límites de consistencia lo cual resulta desfavorable; para corregir esta deficiencia se recomienda que, para emplearlo en la construcción de la capa de sub-base y base se mezcle con cemento portland al 2% en peso.

- c).- El material de los bancos "Carricillo" y "Rancho Nuevo" presentan características de calidad adecuadas para ser empleados en la formación de la carpeta y riego de sello.

- d).- Para verificar que conforme avanza la explotación en los bancos, los materiales siguen cumpliendo los requisitos necesarios de calidad y a la vez, conocer la variación en las características fundamentales para el control de compactación en campo, se recomienda efectuar periódicamente las serie de ensayos que especifican las normas de construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

CÓDIGO DEL ÍTEM	DESCRIPCIÓN	VALORES DE REFERENCIA		CÓMPOSICIÓN		ESTRUC. EXPENDIO		P. V. (MAYOR) P. V. (MENOR)	ESTRUC. DE GASTOS	ESTRUC. DE GASTOS	ESTRUC. DE GASTOS
		1970	1971	%	%	%	%				
01-1	01-1000 MATERIALES	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
01-2	01-2000 MATERIALES	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
01-3	01-3000 MATERIALES	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
01-4	01-4000 MATERIALES	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
01-5	01-5000 MATERIALES	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabla 58. RESULTADO DE LOS ESTADOS EFECTUADOS.

1970 (P. V.) - 1971 (MAYOR) (P. V.)
 1970 (P. V.) - 1971 (MENOR) (P. V.)
 1970 (P. V.) - 1971 (MAYOR) (P. V.)

2-4 DRENAJE DEL CAMINO

El drenaje en una carretera, es de vital importancia ya que de éste depende la funcionalidad y duración de la obra. Su función principal es de evitar que el agua afecte al camino y alejarla lo más pronto posible de éste de tal manera que evite su deterioro y prolongue su duración.

CLASIFICACION DEL DRENAJE

2.4.1 Superficial

A).- Longitudinal

*** Obras de captación y defensa**

- Cunetas
- Contracunetas
- Canales auxiliares

Diversos

- . Lavaderos
- . Bombeo
- . Desarenadores
- . Bordos

B).- Transversal

*** Obras de cruce**

- Alcantarillas
- Puentes

2.4.2 Subterráneo

C).- Subdrenes

- * Longitudinales
- * Transversales
- * Horizontales

Atendiendo a la longitud que tendrán las obras y a presencia de desechos en las corrientes de agua, se recomienda considerar en el proyecto del drenaje, tubo de 0.90 m. de diámetro como la obra mínima.

La profundidad de desplante recomendada deberá siempre ser medida del fondo del cauce hacia abajo.

En todas las obras que se resuelvan por medio de losas, será necesario construir un dentellón de 0.50 m. de profundidad mínima, tanto en la entrada como en la salida de la obra. Ver Figuras 2.4.

2.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS DE DRENAJE

Con la finalidad de garantizar la estabilidad del camino, así como evitar la erosión de los taludes que lo constituyen, se deberán construir en el camino las siguientes obras de drenaje:

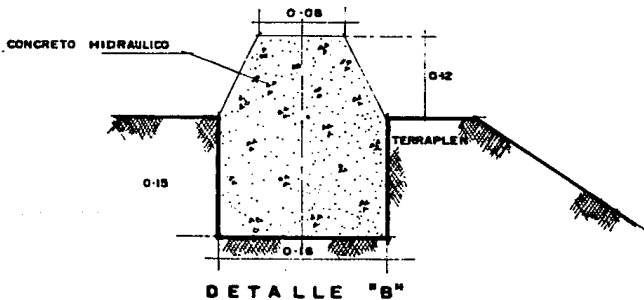
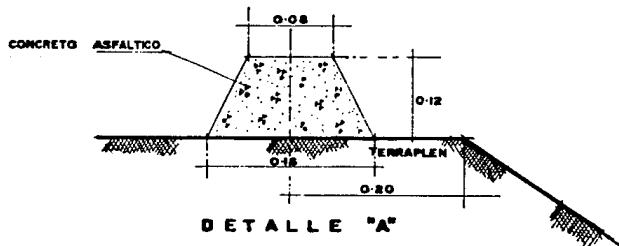
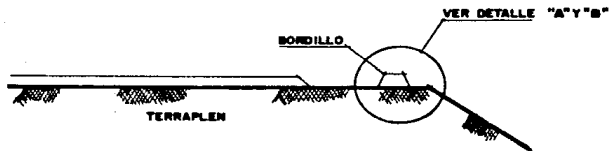
- Bordillos
- Lavaderos
- Cunetas
- Contracunetas
- Alcantarillas
- Subdrenes

2.5.1 Bordillos.-

Como bordillos se considerará a las pequeñas estructuras construidas en el lado exterior del acotamiento en las secciones de terraplén en tangente, en el borde opuesto al corte en las secciones en balcón o en la parte interior de las secciones de terraplén en curva, ver Figura No. 2.5 cuya construcción deberá efectuarse de la manera siguiente:

La construcción del bordillo se iniciará cuando las capas que constituirán el pavimento alcancen su nivel de desplante.

El material a emplear será concreto hidráulico, de $f'c = 150 \text{ Kg/Cm}^2$ o asfáltico, en este último caso el material se colocará a una temperatura aproximada de 130 grados centígrados con objeto de facilitar la colocación del mismo y propiciar una liga adecuada con el material que constituya el acotamiento. Para la construcción del bordillo podrá emplearse cimbra metálica o de madera.



DIBUJO ESQUEMATICO
ACOTACIONES EN m.

FIG. 2-5 BORDILLO

2.5.2 Lavaderos.-

Con el fin de alejar del camino el agua de lluvia que escurra por acotamientos, se construirán sobre los taludes de las secciones en terraplén pequeños canales o lavaderos, cuya distribución y construcción se citan a continuación:

Este tipo de estructuras se deberán construir sobre ambos taludes de sección de terraplén en tangente y solo en lados interiores en el caso de curvas horizontales; así mismo se emplearán en secciones en balcón. Cuando la pendiente transversal del camino reconozca hacia la zona del terraplén.

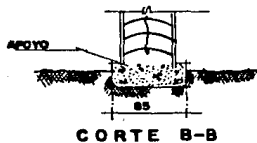
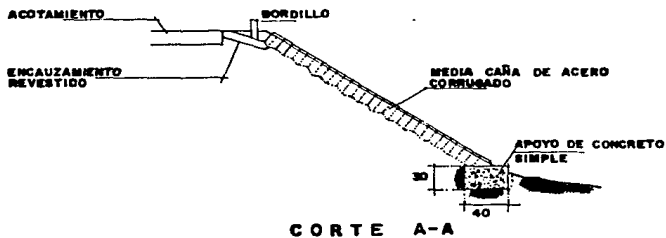
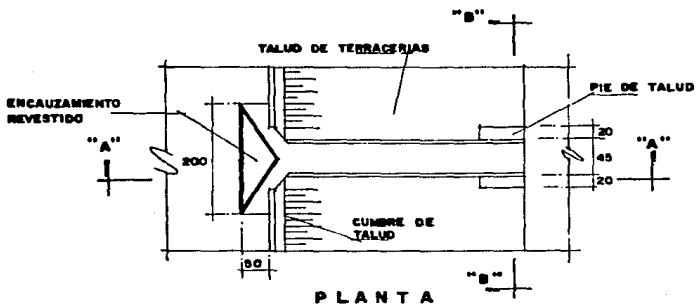
Los lavaderos estarán constituidos por media sección de tubería de acero corrugada, tal como se indica en la Figura No. 2.6

De manera adicional, la construcción de los lavaderos deberá realizarse de tal manera que se garantice la estabilidad de estas estructuras dentro del cuerpo del terraplén, para la cual será condición necesaria anclarlos al mismo mediante apoyos de concreto simple, ver figura mencionada. En cualquier caso el remate del lavadero, deberá quedar a nivel del material del talúd.

El espaciamiento a que deben construirse los lavaderos será a 75 metros como máximo. Será conveniente que la descarga de los lavaderos quede fuera de los ceros del terraplén.

2.5.3 Cunetas.-

Este tipo de canales deberán construirse exclusivamente en las secciones de corte, tanto en cajón como en balcón, de acuerdo con lo que se describe a continuación:



DIBUJO ESQUEMATICO
ACOTACIONES EN Cm.

FIG. 2-6 LAVADERO

Una vez concluida la excavación de la sección en corte, se procederá a colocar hasta al pie del talud las capas que constituirán el pavimento a excepción de la carpeta asfáltica.

Posteriormente se excavarán y afinará la cuneta respetando la geometría indicada en las Figuras No. 2.7 y 2.8. Esta excavación podrá realizarse mediante motoconformadora.

Concluido lo anterior, se revestirá la cuneta mediante el colado en sitio, de losas de concreto hidráulico de 6 cm. de espesor y un $f'c = 150 \text{ Kg/Cm}^2$; dichas losas se construirán en longitudes de 4.0 metros y deberán sellarse las juntas para evitar fugas de agua.

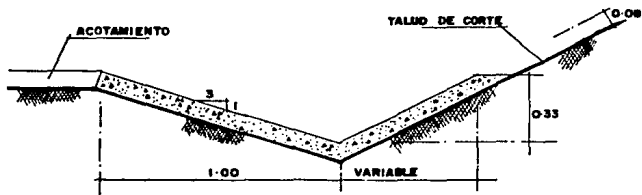
La descarga del agua que conducen este tipo de estructuras, se efectuará por medio de lavaderos o bien continuando los extremos de la cuneta con la pendiente adecuada hasta verter sobre el terreno natural, en sitios inofensivos para la estabilidad del camino.

El caudal recolectado por la cuneta será vertido sobre el terreno natural o bien por medio de alcantarillas.

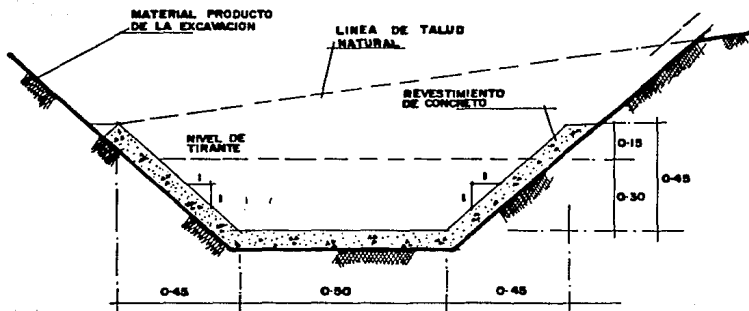
2.5.4 Contracunetas.-

Las contracunetas se construirán sólo en aquellos cortes que no estén protegidos por una topografía apropiada; es decir se construirán en laderas y lomas con pendiente sostenida hacia el camino y que además ofrescan áreas considerables de captación de agua de lluvia.

Con objeto de interceptar escurrimientos de importancia que pudieran exceder la capacidad de las cunetas o erosionar los taludes de los cortes, se deberán excavar y revisar pequeños canales ubicados aguas arriba de estas secciones, llamados contracunetas.



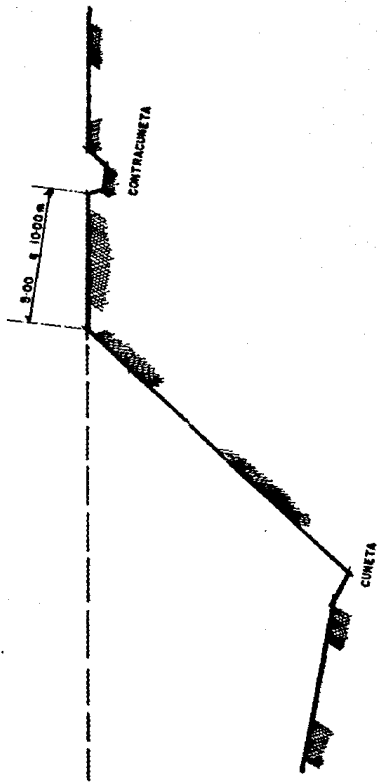
CUNETA



CONTRA CUNETA

DIBUJO ESQUEMATICO
ACOTACIONES EN cm.

FIG. 2-7 CUNETA Y CONTRACUNETA



CUNETAS Y CONTRACUNETAS

DIBUJO ESQUEMATICO

FIG. 2-8 CUNETAS Y CONTRACUNETAS

La excavación de la contracuneta se efectuará a pico y pala, o de ser posible con equipo ligero.

El desarrollo de la contracuneta deberá ser sensiblemente paralelo al propio corte, pero en los casos en que la topografía donde se ubicará esta estructura sea muy escarpada, el trazo deberá ceñirse en lo posible a las curvas de nivel del terreno, alejando los extremos de la contracuneta del camino.

Concluida la excavación se procederá a revestir el perímetro de la misma, mediante 6 cm. de concreto hidráulico de un $f'c = 150$ Km/Cm².

2.5.5 Alcantarillas.-

En los sitios en que el agua de escurrimiento superficial se concentre en un cauce natural de funcionamiento estructural o permanente, será necesario disponer una estructura que permita el cruce de las aguas bajo la vía terrestre, presentandose los siguientes casos y soluciones:

Alcantarillas bajo Terraplén.

Alcantarillas bajo Corte en Balcón.

Alcantarilla Bajo Terraplén.-

Una vez ubicada y trazada sobre el terreno natural, la posición correcta de la alcantarilla, se procede a efectuar lo siguiente:

Concluido el desmonte y despalme en el Área que ocupa esta estructura y de manera previa a la construcción de las terracerías, se procede a recortar y afinar el terreno natural de tal manera que se obtenga la pendiente adecuada; dicha pendiente deberá quedar libre de cualquier fragmento de roca que pudiera dañar la alcantarilla.

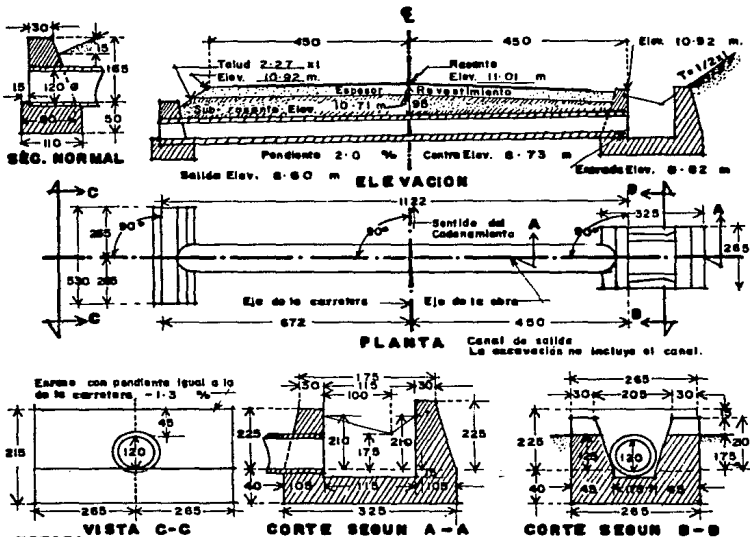
El recorte del terreno natural se efectuará entre paredes verticales con la profundidad necesaria a fin de que entre el lomo de la tubería y el nivel de rasante exista como mínimo 1.00 metro de altura.

Posteriormente, se iniciará la colocación y unión de los tramos de tubería en su posición definitiva, acostillandolos con material areno-limoso o arena-arcillosa, hasta alcanzar una altura igual a la mitad de su diámetro exterior. Este material de relleno se colocará en capas de 30 cm. de espesor, compactadas al 90% de su peso volumétrico seco máximo de acuerdo con la norma AASHTO Estándar T 99-74, empleando equipo manual mecánico como la bailarina o el rodillo.

Realizando lo anterior, se continuará con la colocación de una capa de mortero cemento-arena de 15 cm de espesor sobre la mitad superior de la tubería, este mortero se elaborará con proporción 1:3 en peso.

Una vez construida la protección a base de mortero sobre la tubería, se continuará con la colocación y compactación del material, hasta alcanzar como mínimo 60 cm. arriba del lomo de la tubería, continuando enseguida con la construcción de la parte restante del terraplén y el pavimento.

En la Figura No. 2.9 y 2.10 se muestran dos tipos de alcantarillas consideradas como los mas comunes a lo largo del camino.



NOTAS:

Losacualan:

Sobres trazo de camine

Cargas:

Carga viva

Tubos:

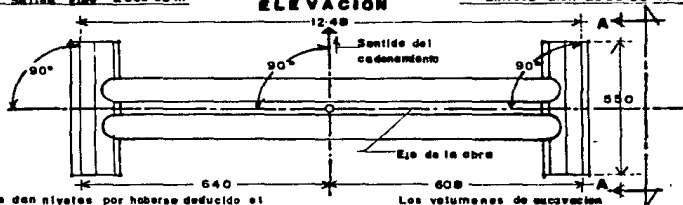
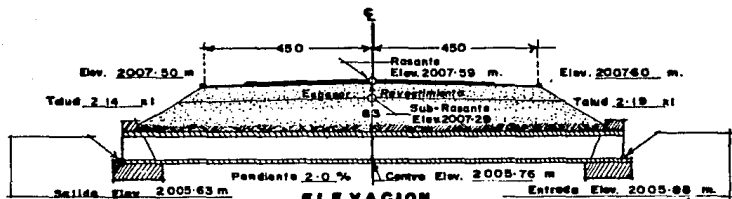
Seran de concreto

Muros:

Seran de mamposteria de 3c.

FIG. 2-9

ALCANTARILLA DE TUBO DE CONCRETO DE 1-20 - M. Ø. NORMAL EN TANGENTE

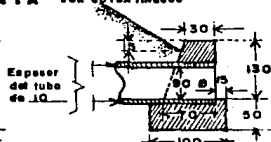
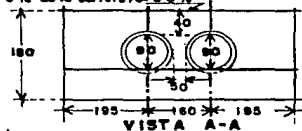


No se dan niveles por haberse deducido el terreno de las secciones de construcción

PLANTA

Los volúmenes de excavación son aproximados

Enrase con pendiente igual a la de la carretera 3.0%



NOTAS:

- Localización: Sobre trazo de comas
- Cargas: Carga viva
- Tubo: Son de concreto
- Muros: Son de mampostería de 20.

FIG. 210

ALCANTARILLA DE TUBO DOBLE DE CONCRETO DE 0-90. m d NORMAL EN TANGENTE

Alcantarillas Bajo Corte en Balcón

La construcción de las alcantarillas localizadas bajo las secciones en balcón se realizará de acuerdo con lo indicado en el inciso anterior, considerando además lo siguientes:

Al pie del talúd de la zona de corte, se iniciará la excavación para la construcción de una caja de entrada. Esta excavación se realizará entre taludes 0.25:1 (horizontal a vertical), exceptuando las cajas que se ubiquen en zonas de material predominantemente arcilloso o suelto, en cuyo caso, la inclinación mínima del talúd será 1:1 desde la cama del corte hasta el nivel de desplante de la plantilla subyacente a dicha caja.

Posteriormente se continuará con la construcción de la caja de entrada, empleando tabique o mampostería, debiendo quedar el extremo de la alcantarilla ahogada en el muro de dicha caja, procediendo enseguida, al relleno del espacio comprendido entre el talúd y los muros de la caja, mediante la colocación de material que reúna los requisitos de calidad y grado de compactación, especificados para la construcción de terraplenes del subtramo correspondiente.

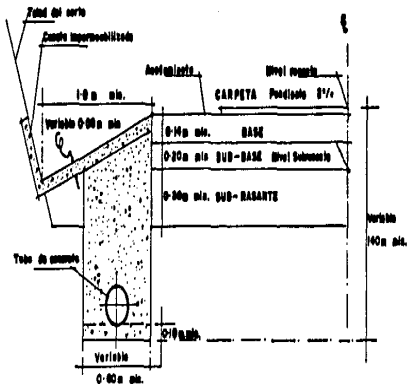
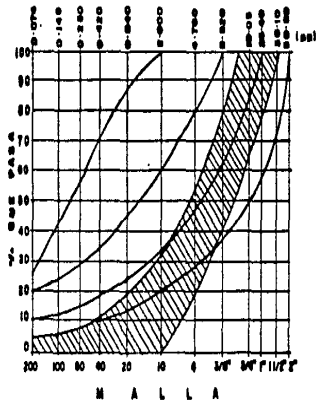
2.5.6 Subdrenes.-

Se colocarán subdrenes bajo las cunetas de los cortes que presenten flujo de agua hacia el camino; esto se podrá detectar al efectuar la excavación del corte; en las Figuras No. 2.11 y 2.12 se muestran en forma tentativa el proyecto tipo de subdren y de su pozo de visita, respectivamente.

2.5.7 Recomendaciones de Cimentación para Obras Menores.-

Ver Tabla 2.7

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA
TAMANO DE LAS PARTICULAS EN MILIMETROS



SECCION TRANSVERSAL

- NOTAS:
- 1- LA CURVA GRANULOMETRICA DEL MATERIAL FILTRANTE DEBERIA ESTAR EN LA ZONA SOMBRADA DE LA GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA ESTE MATERIAL DEBERIA CUMPLIR ADAMAS LL 32% , IP 28%
 - 2- LA PLANTILLA DONDE DESCANSA EL TUBO PERFORADO DEBERA FORMARSE EN TODOS LOS CAROS, CON EL MISMO MATERIAL FILTRANTE DEL SUB-DREN DANDOLE UN APISONADO ENERGIICO.
 - 3- EL TUBO DE CONCRETO SERA DE 0.15m DIAMETRO INTERIOR MINIMO CON PERFORACIONES DE 3/8" SEPARADAS 0.10m CENTRO A CENTRO, SEGUN EL DETALLE DEL TUBO
 - 4- LA PENDIENTE MINIMA DEL TUBO SERA DE 0.5%
 - 5- EL MATERIAL FILTRANTE SE COLOCARA POR CAPAS DE 0.20m DE ESPESOR APROXIMADO UN POCO HUMEDO Y APISONADO LIGERAMENTE PARA LOGRAR SU ACCONDO
 - 6- SE DEBERA PREVER LA COLOCACION DE REGISTROS EN CADA PROYECTO PARTICULAR

DETALLE DEL TUBO DE CONCRETO

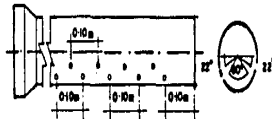


FIG.2.1. SECCION TRANSVERSAL DE SUBDREN.

RECOMENDACIONES DE CIMENTACION PARA OBRAS MENORES

CARRERA CAMINOS DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO QIMAPAN

TRAMO PUERTO BALITRE - BOQUILLA

UBICACION Km	TIPO DE OBRA Y DIMENSIONES (m)	MATERIAL SOBRE EL QUE SE EFECTUARA EL DESPLANTE	ALTURA DEL TERRAPLEN (m)	PROFUNDIDAD DE DESPLANTE (m)	CAPACIDAD DE CARGA (Ton/m ²)	TIPO DE ARRABRYS	OBSERVACIONES.
10+860+00	T-0-90 m Ø	Lutita, café verdoso, suave, muy intemperizada, con intercalaciones de caliza.		0-50	15		e
				1-00	16		
12+448+00	T-0-90 m Ø	Lutita, café verdoso, suave, muy intemperizada, con intercalaciones de caliza.		0-50	15		e
				1-00	16		
13+646+50	T-0-90 m Ø	Brechas andesíticas muy intemperizadas con intercalaciones de lutita.		0-50	15		e
				1-00	16		
13+812+00	T-0-90 m Ø	Brechas andesíticas muy intemperizadas con intercalaciones de lutita.		0-50	15		e
				1-00	16		
13+975+00	T-0-90 m Ø	Basalto y andesita muy fracturada e intemperizada.		0-50	20		e
				1-00	20		
14+280+00	T-1-20 m Ø	Basalto y andesita muy fracturada e intemperizada.		0-50	20		e
				1-00	20		
14+543+50	T-0-90 m Ø	Basalto y andesita muy fracturada e intemperizada.		0-50	20		e
				1-00	20		
14+916+00	T-0-90 m Ø	Basalto y andesita muy fracturada e intemperizada.		0-50	20		e
				1-00	20		
15+150+00	T-0-90 m Ø	Basalto y andesita muy fracturada e intemperizada.		0-50	20		e
				1-00	20		
15+397+20	T-0-90 m Ø	Andesita, rosa, poco fracturada dura.		0-50	20		e
				1-00	20		

OBSERVACIONES: a) Se recomienda proyectar tubos de 0-90m Ø como obra mínima para facilitar su limpieza.

b) La profundidad de desplante recomendada deberá ser siempre medida del fondo del cauce hacia abajo.

L = Lote

B = Boveda

T = Tubo

T. A. = Tubo Abovedado.

TABLA 2-7 RECOMENDACIONES DE CIMENTACION PARA OBRAS DE DRENAJE

2.6 DISEÑO DEL PAVIMENTO

2.6.1 MÉTODO DE DISEÑO

Para el diseño de pavimento de los caminos de acceso al proyecto "Hidroeléctrico Zimapán", se empleó el método establecido por el Instituto de Ingeniería de la UNAM.

2.6.2 VARIABLES DE DISEÑO

Las variables que intervienen en el diseño de un pavimento flexible son numerosas y tienen interacción en el mismo; de las cuales se mencionan las siguientes:

Estructurales

De carga

De clima y condiciones regionales

De conservación

Comportamiento

Criterios de decisión

Estructurales

Incluyen características relativas a cada una de las capas que constituyen la carretera, como espesores, resistencia y de formabilidad en las condiciones esperados de servicio.

De carga

Se refiere a los efectos producidos por el tránsito al circular por la carretera. En este caso son importantes los datos relacionados con el tránsito medio diario anual, tasa de crecimiento anual, cargas por eje sencillo o múltiple histograma de distribución del tránsito en la sección transversal del camino y vida de proyecto del pavimento antes que la carretera requiera una reconstrucción, en cuyo caso debe definirse de antemano el criterio de falla del pavimento.

De clima y condiciones regionales

Las características reológicas de los materiales que constituyen la carretera dependen de la temperatura, régimen de precipitación, media anual, nivel frentico, geología y topografía de la región.

De conservación

Un buen mantenimiento garantiza que las variaciones en las características constructivas de los materiales sean mínimas. no obstante, el costo puede ser excesivo. La ausencia de conservación implica cambios fuertes y normalmente un deterioro acelerado de camino.

La solución adecuada debe escogerse entre ambos extremos. El proyecto debe de fijar el tipo de conservación requerido, tanto para fines de estimación del costo de la solución como para establecer los parámetros de resistencia de los materiales.

Comportamiento

Un pavimento adecuado es el que llega a la falla funcional después de haber resistido el tránsito de proyecto a la calificación más alta posible y al menor costo relativo.

El comportamiento del pavimento depende de la interacción entre las características estructurales, solicitaciones del tránsito, clima, condiciones regionales y tipo de conservación aplicada.

Criterios de decisión

Incluye numerosos factores que van desde la disponibilidad de fondos, costos, confiabilidad y economía de la obra, seguridad y calidad de operación, hasta tipos de conservación deseables.

Además de las variables explícitas, se toman en cuenta de manera implícita otras variables como el clima condiciones topográficas, geotécnicas y conservación.

En general, el argumento más significativo del método de diseño es la resistencia, por tanto, debe estudiarse con el máximo cuidado tanto su valor medio como su intervalo de variación; la falta de precisión en la estimación de esta variable representa la mayor parte de la insertidumbre respecto al comportamiento de pavimento resultante.

2.6.3 LINEAMIENTOS GENERALES PARA DETERMINAR LOS PARAMETROS DE DISEÑO

RESISTENCIA

El criterio de diseño desarrollado es general y puede adaptarse a diferentes indicadores de resistencia como pruebas triaxiales o de placa, en condiciones estáticas o dinámicas. Por razones de aplicación práctica se utiliza el valor relativo de soporte crítico (VRS_z) para estimar la resistencia de las bases, sub-bases y terracerías.

ESTIMACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CRITICO

Para bases sub-bases y terracerías estabilizadas mecánicamente por la compactación de resistencia se mide en términos del valor relativo de soporte crítico esperado en el campo durante la vida útil de la carretera. Por tanto, la resistencia es una variable que depende de las características del suelo, condiciones climatológicas, drenaje, procedimientos de construcción, así como de las variaciones de dichos factores a lo largo de la carretera y de su vida de servicio.

El valor relativo de soporte crítico para diseño se determina mediante la ecuación:

$$(VRS_z = VRS (1 - 0.84 V))$$

De donde:

- VRS** Valor relativo de soporte esperado en el campo bajo condiciones medias.
- V** Coeficiente de variación que incluye la incertidumbre debido a los factores mencionados.
- 0.84** coeficiente para un nivel de confianza de 80 por ciento en la estimación del VRS_z

PARA DETERMINAR EL VALOR RELATIVO DE SOPORTE CRITICO SE RECOMIENDA:

- 1).- Zonificar la carretera, tomando en cuenta condiciones climatológicas y geotécnicas, diseño estructural y geométrico, así como procedimientos de construcción y conservación.

- 2).- Estimar las condiciones de contenido de agua de los materiales en el camino con base a la experiencia regional y en las características físicas de los materiales.

- 3).- Realizar pruebas de laboratorio que reproduzcan dentro de lo posible las condiciones reales del comportamiento en el campo.

- 4).- Considerar la variable de la resistencia de los materiales en el camino ya que esta no solo depende de la variación de las características del material, sino también de la heterogeneidad en la construcción, conservación y condiciones de drenaje.

2.6.4 SELECCION DEL PAVIMENTO

El tipo de pavimento seleccionado para los caminos en estudio, es el flexible, que incluye como capa de rodamiento una carpeta asfáltica; la selección se basa en la considerable economía que en el costo inicial representa este tipo de pavimento, comparado con el tipo rígido, de concreto hidráulico; además el tipo flexible es el de uso común para los caminos de la red Nacional.

Los factores para efectuar el diseño del pavimento son:

1) Tránsito diario promedio anual de 500-1500 vehículos en ambos sentidos y la vida útil de 20 años fuerón datos proporcionados por ICATEC, S.A. de C.V. Consultores.

2) La tasa de crecimiento en 10% y la distribución por tipos de vehículo, según la tendencia observada, es de la siguiente forma.

Composición %

TDPA = 500-1500

t = 10

Ap = 8

Ac = 25

B = 5

C₂ = 15

C₃ = 13

C₄ = 6

C₅ = 8

C₆ = 20

Donde:

TDPA = Tránsito diario promedio anual

t = Tasa de crecimiento anual

Ap = Automóviles

Ac = Camionetas

A = Autobuses

C₂ = Camiones de carga con 2 ejes

C₃ = Camiones de carga con 3 ejes

C₄ = Camiones de carga con 4 ejes

C₅ = Camiones de carga con 5 ejes

C₆ = Camiones de carga con 6 ejes

Utilizando estos valores y los coeficientes de equivalencia correspondientes (proporcionados en el método del Instituto de Ingeniería de la UNAM), se hizo el cálculo de la cantidad de ejes equivalentes de 5.2 ton. en el carril de diseño el que se desarrolla en la siguiente tabla. Aplicando la tasa de crecimiento de 10% anual, se obtienen los siguientes volúmenes de tránsito acumulado.

Cálculo del No. de Ejes Equivalentes de 5.2 Toneladas

Tipo de Vehic.	Tapa	Coef. de Vehic.	en: Dist.	Carril de: Daño	Coef. de daño		Ejes Equiv.	
					Z=0	Z=15	Z=0	Z=15
Ap	5	0.4	30	0.005	0	0.15	0	
Ac	6	0.4	36	0.34	0.042	12.0	1.5	
B	4	0.4	24	2.00	0.150	48.0	28	
C ₁	2	0.5	15	0.88	0.465	13	7	
C ₂	5	0.5	37.5	0.86	0.675	33	25	
C ₃	10	0.5	75	4.00	1.570	300	118	
C ₄	28	0.5	210	4.00	1.570	840	330	
C ₅	40	0.5	300	5.00	1.320	1500	390	
TDPA		1500				To	2746	899.5

Aplicando la tasa de crecimiento de 10% anual se obtienen los siguientes volúmenes de tránsito acumulado.

a	1 años	328,135	E.E.
a	2 años	689,000	E.E.
a	3 años	1'086,035	E.E.
a	4 años	1'522,773	E.E.
a	5 años	2'003,185	E.E.
a	6 años	2'531,640	E.E.
a	7 años	3'112,939	E.E.
a	8 años	3'752,368	E.E.
a	9 años	4'080,503	E.E.
a	10 años	4'816,688	E.E.
a	11 años	5'626,492	E.E.
a	12 años	6'517,276	E.E.
a	13 años	7'497,139	E.E.
a	14 años	8'574,988	E.E.
a	15 años	9'760,622	E.E.
a	16 años	11'064,819	E.E.
a	17 años	12'499,436	E.E.
a	18 años	14'077,515	E.E.
a	19 años	15'813,401	E.E.
a	20 años	17'722,876	E.E.

Estructuración del Pavimento.-

De acuerdo a los valores de los parámetros indicados en los incisos anteriores y a la aplicación del análisis de los mismos para el diseño del camino, se estableció la siguiente estructuración del pavimento:

C a p a	Espesores en Centímetros	Grado de Com- pactación en %
Carpeta de concreto asfáltica	7.5	100 %
Base	15	100 %
Sub-Base	12	95 %
Sub-Rasante	30	95 %

Esta estructura del pavimento se deberá apoyar sobre la compactada al 90 % de su FVSM.

C A P I T U L O I I I

PROCESO CONSTRUCTIVO

III.- PROCESO CONSTRUCTIVO

GENERALIDADES

Para iniciar el proceso constructivo es necesario contar con el proyecto definitivo, el cual deberá constar de: planos y especificaciones que a continuación se mencionan:

- 1.- Planta del camino
- 2.- Perfil del eje definitivo
- 3.- Listado de estacamiento
- 4.- Proyecto de curva masa
- 5.- Procedimientos generales de construcción

TRAZO

El ingeniero jefe de brigada dirige el trazo en el terreno de la línea definitiva, para ello toma del plano graficamente sus coordenadas, rumbos y distancias de cada tangente con respecto a su poligonal de referencia.

Tan pronto se va trazando la línea deberá efectuarse la nivelación tomando cotas sobre las tangentes y curvas en las estaciones cerradas de 20 metros.

Simultaneamente a la nivelación se realiza en seccionameinto transversal en las estaciones cerradas de 20 metros y puntos característicos de las curvas .

CURVA MASA

El proyecto de curva masa, consiste generalmente en obtención del diagrama representativo de los cortes y terraplenes acumulados que hay que realizar para construir el camino dicho diagrama nos sirve para planificar adecuadamente la serie de cortes y acarros correspondientes.

Para la obtención del diagrama de curva masa se necesita contar con una serie de datos, tales como el perfil del eje del camino, en el cual se representa la subrasante económica y la sección transversal adaptada. Figura No. 3.A.

SECCION TRANSVERSAL

La sección transversal del camino en un punto cualquiera del mismo, es la representación en un corte vertical normal al alineamiento horizontal, nos permite definir la disposición de los elementos que forman el camino en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

ELEMENTOS QUE FORMAN UNA SECCION TRANSVERSAL

Los elementos que integran y definen una sección transversal son las siguientes :

- 1.- La corona
- 2.- Subrasante
- 3.- Cunetas
- 4.- Contracunetas taludes, y las partes complementarias.

Corona

Es la superficie del terreno determinada que queda comprendida entre el hombro del camino y los interiores de la cuneta.

Los elementos que definen a la corona son:

- a).- La rasante
- b).- La pendiente transversal
- c).- La calzada y los acotamientos

Ver croquis 3.B

- a).- Rasante es la línea obtenida al proyectar sobre un plano vertical, el desarrollo del eje de la corona del camino.

b).- Pendiente transversal es la pendiente que se da a la corona normal al eje, según su relación con los elementos del alineamiento horizontal se presentan tres casos:

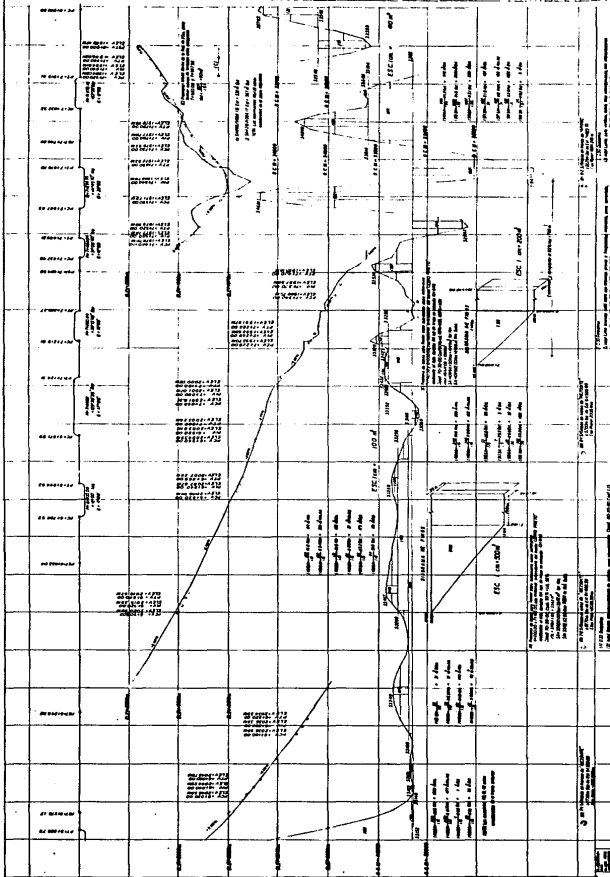
b.1.- Bombeo

b.2.- Sobreelevación

b.3.- Transición del bombeo a la sobreelevación.

1. PROJECT NO. 100-10000
 2. SHEET NO. 100-10000
 3. DATE 10/1/1950
 4. DRAWN BY J. H. SMITH
 5. CHECKED BY J. H. SMITH
 6. APPROVED BY J. H. SMITH
 7. TITLE: PROFILE OF ROADWAY
 8. SCALE: 1" = 100' HORIZ. 1" = 10' VERT.
 9. LOCATION: STATE ROUTE 100, MICHIGAN
 10. COUNTY: ALcona
 11. TOWNSHIP: ALcona
 12. RANGE: 100-10000
 13. SECTION: 100-10000
 14. DISTRICT: 100-10000
 15. DIVISION: 100-10000
 16. OFFICE: 100-10000
 17. PROJECT: 100-10000
 18. SHEET: 100-10000
 19. DATE: 10/1/1950
 20. DRAWN BY: J. H. SMITH
 21. CHECKED BY: J. H. SMITH
 22. APPROVED BY: J. H. SMITH

1. PROJECT NO. 100-10000
 2. SHEET NO. 100-10000
 3. DATE 10/1/1950
 4. DRAWN BY J. H. SMITH
 5. CHECKED BY J. H. SMITH
 6. APPROVED BY J. H. SMITH
 7. TITLE: PROFILE OF ROADWAY
 8. SCALE: 1" = 100' HORIZ. 1" = 10' VERT.
 9. LOCATION: STATE ROUTE 100, MICHIGAN
 10. COUNTY: ALcona
 11. TOWNSHIP: ALcona
 12. RANGE: 100-10000
 13. SECTION: 100-10000
 14. DISTRICT: 100-10000
 15. DIVISION: 100-10000
 16. OFFICE: 100-10000
 17. PROJECT: 100-10000
 18. SHEET: 100-10000
 19. DATE: 10/1/1950
 20. DRAWN BY: J. H. SMITH
 21. CHECKED BY: J. H. SMITH
 22. APPROVED BY: J. H. SMITH



STATION	PROPOSED GRADE	EXISTING GRADE	CUT	FILL
100+00	100.00	100.00	0.00	0.00
100+100	105.00	105.00	0.00	0.00
100+200	110.00	110.00	0.00	0.00
100+300	115.00	115.00	0.00	0.00
100+400	120.00	120.00	0.00	0.00
100+500	125.00	125.00	0.00	0.00
100+600	130.00	130.00	0.00	0.00
100+700	135.00	135.00	0.00	0.00
100+800	140.00	140.00	0.00	0.00
100+900	145.00	145.00	0.00	0.00
100+1000	150.00	150.00	0.00	0.00
100+1100	145.00	145.00	0.00	0.00
100+1200	140.00	140.00	0.00	0.00
100+1300	135.00	135.00	0.00	0.00
100+1400	130.00	130.00	0.00	0.00
100+1500	125.00	125.00	0.00	0.00
100+1600	120.00	120.00	0.00	0.00
100+1700	115.00	115.00	0.00	0.00
100+1800	110.00	110.00	0.00	0.00
100+1900	105.00	105.00	0.00	0.00
100+2000	100.00	100.00	0.00	0.00
100+2100	95.00	95.00	0.00	0.00
100+2200	90.00	90.00	0.00	0.00
100+2300	85.00	85.00	0.00	0.00
100+2400	80.00	80.00	0.00	0.00
100+2500	75.00	75.00	0.00	0.00
100+2600	70.00	70.00	0.00	0.00
100+2700	65.00	65.00	0.00	0.00
100+2800	60.00	60.00	0.00	0.00
100+2900	55.00	55.00	0.00	0.00
100+3000	50.00	50.00	0.00	0.00
100+3100	45.00	45.00	0.00	0.00
100+3200	40.00	40.00	0.00	0.00
100+3300	35.00	35.00	0.00	0.00
100+3400	30.00	30.00	0.00	0.00
100+3500	25.00	25.00	0.00	0.00
100+3600	20.00	20.00	0.00	0.00
100+3700	15.00	15.00	0.00	0.00
100+3800	10.00	10.00	0.00	0.00
100+3900	5.00	5.00	0.00	0.00
100+4000	0.00	0.00	0.00	0.00

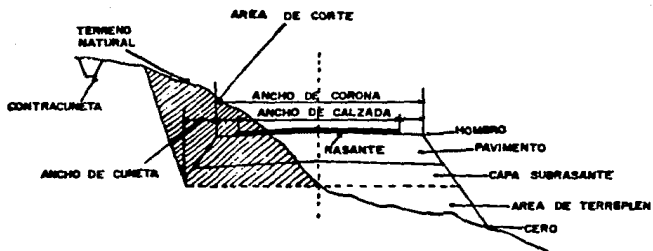


FIG. 3.3 SECCION TIPICA EN TANGENTE DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL.

PROCEDIMIENTOS GENERALES DE CONSTRUCCION

Para obtener los buenos resultados esperados del pavimento, tanto durante la construcción como en el funcionamiento de su vida útil se requiere que las obras se ejecuten apegandose a los procedimientos generales de construcción que se enuncia enseguida.

3.1 TERRACERIAS Y CAPA SUBRASANTE

Los procedimientos constructivos para las terracerías y capa subrasante se enfocan a dos diferentes casos que se presentan a lo largo del desarrollo de los caminos, según indique al proyecto geométrico: secciones en corte y secciones en terraplón, Fig. 3.1, 3.2 y 3.3.

a).- Secciones en corte

a1).- Se llevarán a cabo los trabajos de tala, Roza, y Desentraice de la Vegetación existente dentro del trazo del camino. La operación de desentraizar se efectuará en las superficies limitadas por líneas trazadas a un metro fuera de los ceros para cortes.

Este trabajo deberá efectuarse de tal manera que se asegure la eliminación completa de material vegetal y deberá cuidarse de que el producto no se mezcle con los materiales destinados a la construcción del camino. El espesor de despalle está sujeto a los estudios geotécnicos realizados y será de 20 cms. como mínimo.

a2).- Efectuar un corte en el terreno natural hasta el nivel de la subrasante de proyecto. Si el material descubierto por el corte es apto para integrar la capa subrasante, se escarificará para perfilar y compactar la superficie descubierta por el corte hasta lograr como mínimo el 95% del peso volumétrico, seco máximo (P.V.S.M.) en 30 cm.

de profundidad con esta operación quedará constituida la capa subrasante. Esto se hará cuando el material de abovo no tenga el 95% de compactación.

Si el material descubierto por el corte no es adecuado para formar la capa subrasante, la excavación se hará hasta una profundidad de 30 cm. abajo del nivel subrasante del proyecto, para construir la capa subrasante, en estos casos, se deberán emplear materiales de los bancos de préstamo propuestos para este uso o de compensación longitudinal; esta capa deberá tener un espesor de 30 cm. y se compactará como mínimo al 95% de su P.V.S.M. las excavaciones en los cortes se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que facilite el drenaje del corte.

29).- Los terraplenes de los cortes en balcón se construirán usando el material de los cortes efectuados, siempre que esté libre de restos de vegetación.

Cuando los terraplenes se construyan sobre laderas cuya pendiente transversal sea igual o mayor del 25% o cuando los terraplenes tengan una altura igual o mayor de 2.0 m. para obtener una buena liga con el terreno natural y evitar así posibles deslizamientos, se formarán escalones de liga dentro del área donde se apoyen los terraplenes siguiendo lo que se indica a continuación:

Formar al pie del talud natural una plantilla de trabajo de 2.50 m de ancho mínimo mas la proyección del talud del terraplén con altura del escalón que sera de 60 cm. para poder alojar dos capas de terraplén. El material recortado se tenderá en capas de 30 cm. de espesor y se compactará al 90% como mínimo.

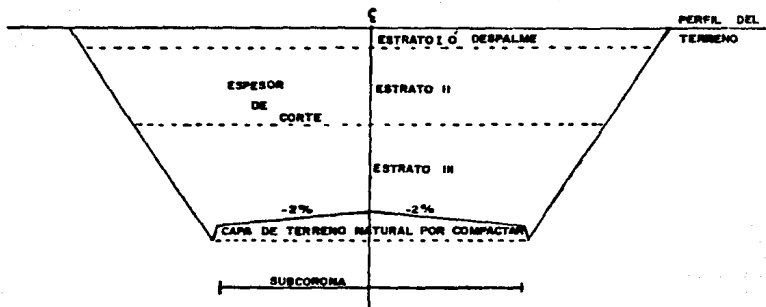


FIG. 3.1 SECCION TRANSVERSAL EN CORTE.

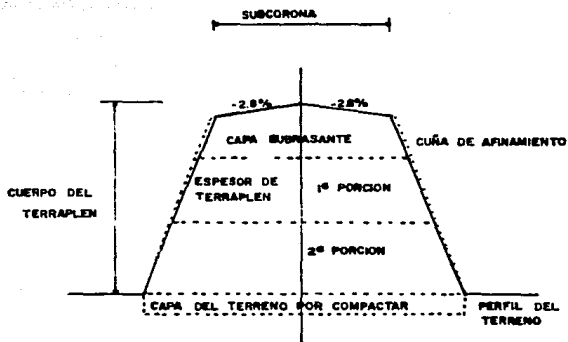


FIG.3.2 SECCION TRANSVERSAL EN TERRAPLEN.

A continuación se excavará el siguiente escalón de 60 cm. de altura y con un ancho de plantilla de 2.50 m., se tenderá el material recortado y se compactara al 90% en capas de 30 cm. de espesor. Se proseguirá con esta secuencia la construcción del terraplén; el material que haga falta para completar el volúmen del terraplén se deberá traer del banco de préstamo o del corte más cercano.

En seguida se construira la capa subrasante de 30 cm. de espesor mínimo, la que se deberá compactar hasta lograr como mínimo el 95% de su P.V.S.M.

b).- Secciones en-terraplén

b.1).- Se efectuarán los trabajos de tala, roza y desenraíce de la vegetación existente dentro del Área en donde se apoyarán los terraplenes. El espesor de despalme sera como mínimo 20 cm. según el estudio geotecnico.

b.2).- Antes de iniciar la construcción de los terraplenes se rellenarán los huecos motivados por el desenraíce, se escarificará y se compactará la superficie despalmada hasta lograr como mínimo el 90% en 15 cm. de profundidad.

b.3).- A continuación se construira el cuerpo del terraplén empleando el material proveniente de los bancos de préstamo o del corte más cercano. este material se tenderá en capas de un espesor no mayor de 30 cm. debiendo compactar cada una al 90% de P.V.S.M. como mínimo.

b.4).- Terminada la operación anterior se procedera a la construcción de la capa subrasante de 30 cm. de espesor, la que se deberá compactar hasta lograr como mínimo el 95% de su P.V.S.M.

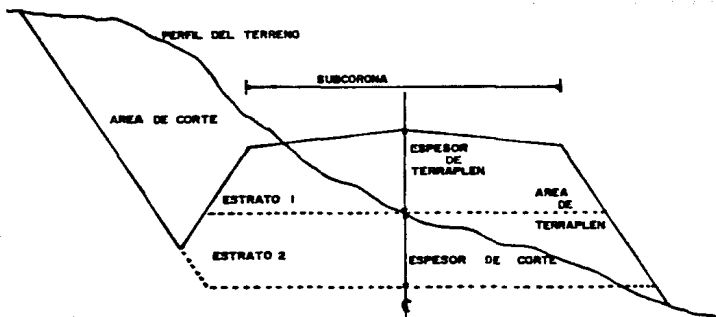


FIG.3.3 SECCION TRANSVERSAL EN BALCON.

3.2 SUB-BASE HIDRAULICA

Se construirá usando materiales procedentes de los bancos propuestos para este uso en un espesor de 15 cm. y se deberá compactar hasta alcanzar como mínimo el 95% de su P.V.S.M. de la norma AASHTO modificada. La curva granulométrica de esta deberá quedar comprendida entre los límites superior e inferior respectivamente de las zonas 1 y 3 de la curva mostrada en la Figura No. 3-1. El porcentaje de material que pasa la malla No. 200 y el porcentaje del material que pasa la malla No. 40, no deberá ser mayor de sesenta y cinco centésimos (0.65).

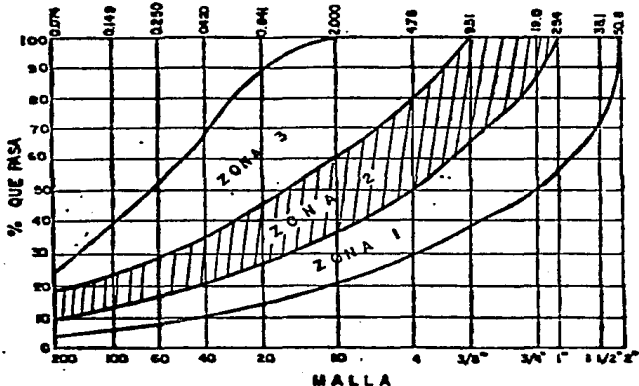
3.3 SUB-BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND

En caso de que se decida construir la capa de sub_base con el material del banco la "Tinaja" será necesario estabilizarlo con cemento portland y se especifica adicionar dicho cemento al 2% en peso por M3 del material suelto y seco; la formación, colocación y compactación de la capa de sub-base estabilizada se efectuará como se indica enseguida:

a).- Transporte y acamellonado del material por tratar

El material transportado y acamellonado será tal que una vez extendida en su área a que se destina, se alcance un espesor compacto uniforme de 15 cm.

GRAFICA DE COMPOSICION GRANULOMETRICA
DE MATERIALES PARA SUB-BASE



CARACTERÍSTICAS GRANULOMETRICAS
PARA EL MATERIAL DE SUB-BASE

LÍMITE LÍQUIDO (X)	30 MÁXIMO
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (X)	80 MÍNIMO
EQUIVALENTE DE ARENA (X)	35 MÍNIMO

Fig. 3.1 MATERIAL DE SUB-BASE

b).- Distribución del cemento

La aplicación del cemento en el porcentaje especificado deberá ser uniforme sobre el material extendido en una capa no compacta. Se empleará para ello un camión provisto con un espaciador de cemento; esta aplicación se hará teniendo el material su contenido natural de humedad.

c).- Mezclado del material con el cemento

Esta operación deberá efectuarse inmediatamente después de terminada la anterior, utilizando para ello un método mecánico, hasta lograr que la mezcla adquiera un color y una apariencia uniforme

d).- Incorporación del agua hasta alcanzar la humedad óptima

El agua deberá agregarse uniformemente hasta alcanzar una humedad ligeramente mayor que la óptima, lo que se hará por medio de un tanque con espaciador mediante 2 ó 3 aplicaciones, debiendo lograrse una completa homogenización por medio de un mezclado adecuado. Con objeto de evitar el endurecimiento parcial de la mezcla ésta deberá removerse por lo menos una vez cada 30 minutos previamente a la compactación de la misma.

El tiempo total de mezclado incluyendo el lapso para la incorporación del agua, no excederá de 3 (tres) horas a partir de la aplicación de ésta.

e).- Conformación y compactación

Concluida la etapa anterior deberá conformarse la mezcla lo más rápido posible para evitar pérdidas de humedad e inmediatamente después se procederá a la compactación, la cual deberá alcanzar el 100% del P.V.S.M. de la mezcla formada

f).- Curado

Concluida la compactación se aplicará un riego con un producto asfáltico del tipo FM-1 dosificado a razón de 1.5 Lts/M², aproximadamente.

3.4 BASE HIDRAULICA

Esta se construirá con los materiales de los bancos propuestos para este uso, en un espesor de 15 cm. y se deberá compactar al 100% como mínimo.

3.5 BASE ESTABILIZADA CON CEMENTO PORTLAND

En caso de que se decida construir la capa de base con material del banco "La Tinaja" será necesario estabilizarlo con cemento portland; su formación se hará siguiendo los lineamientos mencionados en el inciso No. 3 de este capítulo.

3.6 RIEGOS ASFALTICOS

A).- Riego de impregnación

Sobre la superficie de la capa de base, seca y barrida se aplicará, en todo su ancho un riego de impregnación usando un producto asfáltico del tipo FM-1, a razón de 1.5 Lts/M², aproximadamente.

El riego de material asfáltico deberá hacerse de preferencia en las horas más calurosas del día. La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y el material asfáltico deberá estar superficialmente bien adherido al material de la base; la penetración del riego no deberá ser menor de 4 mm y la absorción total deberá presentarse en no más de 24 hrs. Aún sin presentarse depresiones en la superficie de la base hidráulica, el material asfáltico regado pudiera formar charcos cuando esto suceda, el exceso del material asfáltico acumulado se retirará inmediatamente por medio de cepillos.

La base impregnada deberá ser cerrada al tránsito por un lapso mínimo de 48 horas.

B).- Riego de liga

Previo al tendido de la carpeta y 48 horas después del riego de impregnación, se deberá aplicar un riego de liga con producto asfáltico FR-3, a razón de 0.5 Lts./m², aproximadamente, Antes de aplicar el riego de liga sobre la base impregnada, ésta deberá dejar transcurrir un tiempo no menor de 30 minutos para que el material asfáltico del riego de liga adquiera la viscosidad adecuada.

3.7 CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

Se construirá la carpeta de concreto asfáltico, elaborado en planta, de 7.5 cm. de espesor, empleando material pétreo triturado y cribado a tamaño máximo de 19.1 mm (3/4") y cemento asfáltico No. 6. Esta cava deberá compactarse al 100% de su peso volumétrico determinado por el procedimiento Marshall. El concreto asfáltico deberá cumplir las especificaciones de calidad y se respetarán las restricciones expresadas para los procesos de transporte y colocación. El concreto asfáltico deberá tenderse a una temperatura no menor de 110°C con un espesor uniforme; inmediatamente después del tendido se deberá planchar uniforme y cuidadosamente por medio de una ablanadora tipo Tandem de 6 a 8 toneladas de peso para dar acomodo inicial a la mezcla; este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a "Media Rueda"; a continuación se compactará la carpeta en formación utilizando compactadores de llantas neumáticas de 8 toneladas inmediatamente después se empleará una plancha de rodillo liso de 10 ton. para borrar las huellas que dejan los compactadores de llantas neumáticas. La compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura no menor de 70°C. No deberá tenderse concreto asfáltico sobre una base húmeda, encharcada o cuando está lloviendo.

3.8 RIEGO DE SELLO

Se dará un riego de sello a todo lo ancho de la corona, utilizando un producto asfáltico FR-3 y material pétreo 3-E a razón de 1.2 y 1.0 Lto./M2, respectivamente.

Antes de aplicar el riego de sello, la superficie por tratar deberá estar seca y ser barrida para dejarla exenta de materias extrañas y polvo.

Se cubrirá el riego de material asfáltico con la capa de material pétreo, se removerá por medio de su barrido el excedente que no se hubiere adherido al material asfáltico, depositandolo en las orillas del camino

RECOMENDACIONES

1.- La construcción deberá sujetarse a las especificaciones Generales de construcción de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

2.- En todos los casos y previo al inicio de los trabajos de construcción de las terracerías de los caminos de acceso, se deberán efectuar los trabajos de limpieza, eliminando vegetación y arbustos existentes dentro del trazo de los caminos mencionados; la eliminación de los arbustos se deberá hacer hasta la raíz.

3.- El cuerpo del terraplén se deberá compactar hasta lograr como mínimo el 90% del P.V.S.M. del material que se trate.

4.- La capa subrasante se construirá de 30 cm de espesor mínimo y se deberá compactar como mínimo al 95% del P.V.S.M. del material que se trate.

5.- Los taludes de los terrapienes tendrán la siguiente pendiente:

Terraplén	- 0.00 - 0.80	3:1
	0.80 - 2.00	2:1
Mayor de	2.00	1.5:1

6.- Los materiales clasificados como "no compactables" (bandeables), por estar formados por mezclas de fragmentos de rocas y suelos, deberán colocarse en la parte inferior del cuerpo de terraplén, en capas senciblemente horizontales, del mínimo espesor que permita el tamaño máximo de los fragmentos, dándole a cada capa como mínimo 5 pasadas con un rodillo de rejillas de 6 toneladas, por cada punto de su superficie.

7.- Los 30 cm superiores del cuerpo de terraplén formados con materiales "no compactables" se deben acomodar con tractor D-8 de orugas con garras o similar para evitar fuga de material de la capa subrasante y así mismo se deberá garantizar que en esas condiciones la capa subrasante tenga 30 cm de espesor en todos los puntos de la superficie.

8.- Los taludes de los cortes serán los indicados en las tablas de datos para cálculo de curva masa.

3.9 CONTROL DE CALIDAD

La construcción de los pavimentos para los caminos de acceso al proyecto Hidroeléctrico "Zimapán", deberá efectuarse cumpliendo con las especificaciones oficiales establecidas para este tipo de obras en lo que se refiere a calidad y tolerancias en las desviaciones que ocurran con respecto a lo que especifica el proyecto de los pavimentos.

ESPECIFICACIONES DE CALIDAD DE MATERIALES

A.- Material para Terraplenes

El material que se use para la construcción del cuerpo de terraplén, deberá satisfacer los siguientes requisitos:

1.- Donde el espesor del terraplén lo permita, pueden incluirse en todo su cuerpo fragmentos de roca grandes, de un tamaño hasta de 2.0 m de diámetro medio, acomodándose en su posición más estable, entendiéndose que el simple volteo no constituye un acomodo adecuado. si los fragmentos de roca son de tamaño menor de 75 cm, el terraplén se formará tendiendo y acomodando el material en capas del espesor mínimo que permita el tamaño de los fragmentos mayores.

2.- En todo el cuerpo del terraplén pueden utilizarse suelos gruesos y/o finos: estando definidos los primeros por gravas y arenas y los segundos por limos y limos arcillosos limitados solamente por el valor de su límite líquido el cual deberá ser menor de 100% en cualquier caso. Si para este uso se requiere material de algún banco de préstamo, pueden ser usados los materiales de todos los bancos estudiados. las capas de terraplén formadas con suelos, deberán ser tendidas y compactadas de acuerdo con lo especificado en el diseño del pavimento.

B.- Material para Subrasante

El material que se emplee en la construcción de la capa subrasante, deberá tener un valor relativo de soporte saturado mayor o igual a 10% y una expansión menor de 5%

De las pruebas de laboratorio efectuadas a los materiales obtenidos en bancos de préstamo se concluye que pueden ser usados para la formación de la capa subrasante los materiales de todos los bancos estudiados y los procedentes de compensaciones longitudinales cuando dicho material sea adecuado sin embargo, deberán efectuarse las pruebas de control de calidad.

C.- Material para Sub-base

El material que se utilice en la formación de la sub-base, deberá cumplir satisfactoriamente las especificaciones que se resumen a continuación:

1.- La granulometría del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la figura No. 3.1. La curva granulométrica no deberá presentar cambios bruscos de pendiente. el porcentaje de material que pase la malla No. 200 no deberá ser mayor de 65% del que pase la malla No. 40

2.- Dependiendo de la zona en que se aloje la curva granulométrica del material, se deberán satisfacer los requisitos establecidos en la Figura No. 3.1 en lo que respecta a contracción lineal, valor cementante, valor relativo de soporte y equivalente de arena.

De las pruebas de laboratorio efectuadas, se concluye que los materiales de préstamo que cumplen estas especificaciones y que por tanto pueden usarse en la construcción de las sub-bases, a reserva de que se ejecuten las pruebas de control establecida, son los materiales de los bancos: Peña Blanca I, Peña Blanca II y la Tinaja (estabilizada con cemento Portland).

D. - Material para Base

El material que se utilice en la formación de la base deberá cumplir satisfactoriamente las especificaciones que se resumen a continuación:

1.- La granulometría del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la Figura No. 3.2. Se dará preferencia al uso del material cuya granulometría este contenida en las zonas 1 y 2. La curva granulométrica no deberá tener cambios bruscos de pendiente. El porcentaje de material que pase la malla No. 200 no deberá ser mayor de 65% del que pase la malla No. 40.

2.- Dependiendo de la zona en que se aloje la curva granulométrica del material, se deberán satisfacer los requisitos establecidos en la figura No. 3.2, en lo que respecta a límite líquido, contracción lineal, valor cementante, valor relativo de soporte y equivalente de arena.

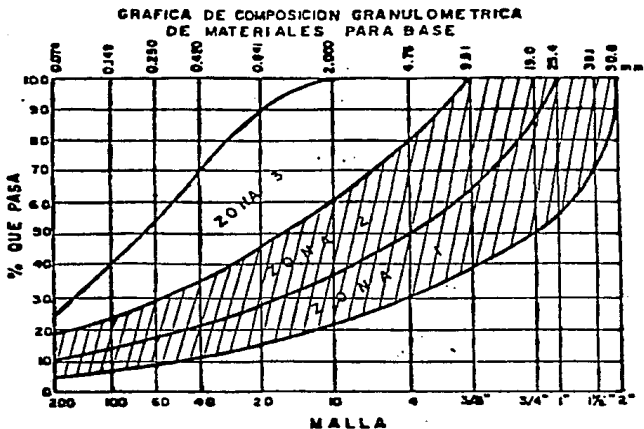
E. - Materiales Péticos para Concreto Asfáltico

Deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones de calidad:

1.- La composición granulométrica del material deberá quedar comprendida entre las curvas mostradas en la figura No. 3.3. El tamaño máximo del material será de 3/4" (19 mm).

2.- La contracción lineal será menor de 2%

3.- El desgaste en prueba "Los Angeles" será menor de 40%



CARACTERISTICAS GRANULOMETRICAS PARA EL MATERIAL DE BASE	
LIMITE LIQUIDO (X)	30 MAXIMO
VALOR RELATIVO DE SOPORTE (X)	100 MINIMO
EQUIVALENTE DE ARENA (X)	40 MINIMO

Fig. 3.2 MATERIAL DE BASE

4.- La partículas que tengan forma alargada o de laja no excederán de 35% del total.

5.- El equivalente de arena será mayor de 55%.

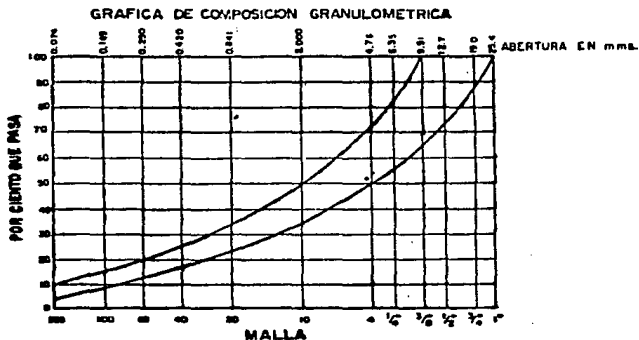
6.- En lo que respecta a la afinidad del material pétreo con el asfalto usado, se deberá cumplir satisfactoriamente dos de las tres siguientes especificaciones:

- El desprendimiento por fricción no excederá de 25%.
- El cubrimiento con asfalto, determinado por el método inglés, no será menor de 90%.
- La pérdida de estabilidad, por inmersión de agua, no será mayor de 25%.

F.- Mezcla Asfáltica

La mezcla para carpeta de concreto asfáltico deberá ser elaborada a base de cemento asfáltico de calidad garantizada por el fabricante. La mezcla será proporcionada y elaborada en una planta estacionaria. Su transporte a la obra se hará evitando la contaminación con materiales extraños y la pérdida de calor durante el trayecto. El concreto asfáltico deberá cumplir con los siguientes requisitos determinados por el Método Marshall en especímenes compactados con 75 golpes por cara:

Estabilidad	700 Kg mínimo
Flujo	2 a 4 mm
Por ciento de vacíos en el agregado Mineral (VAM) respecto al volumen del espécimen de mezcla	14 mínimo



La granulometría del material cumple con los requisitos de proyecto, si está dentro de las siguientes tolerancias:

TAMAÑO DEL MATERIAL PETREO		TOLERANCIA, POR CIENTO EN PESO DEL MATERIAL PETREO
MALLA QUE PASA	RETENIDO EN MALLA	
Corresponde al tamaño máximo.	4.76 m.m. (Núm. 4)	± 5
4.76m.m. (Núm. 4)	2.00 m.m. (Núm. 10)	± 4
2.00 m.m. (Núm. 10)	0.420m.m. (Núm. 40)	± 3
0.420m.m. (Núm. 40)	0.074 m.m. (Núm. 200)	± 1
0.074m.m. (Núm. 200)	± 1

Fig. 3-3 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL PARA CARPETA

G.- Material pétreo para Riego de Sello

Los materiales que se utilizan para la formación del riego de sello deberán cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones de calidad:

1.- La composición granulométrica del material deberá cumplir con los siguientes valores:

Material	que pasa la malla			
pétreo	12.7 mm (1/2")	9.51 mm (3/8")	4.76 mm (No. 4)	2.38 mm (NO. 8)
3-E	100	95 mín.	5 máx.	0

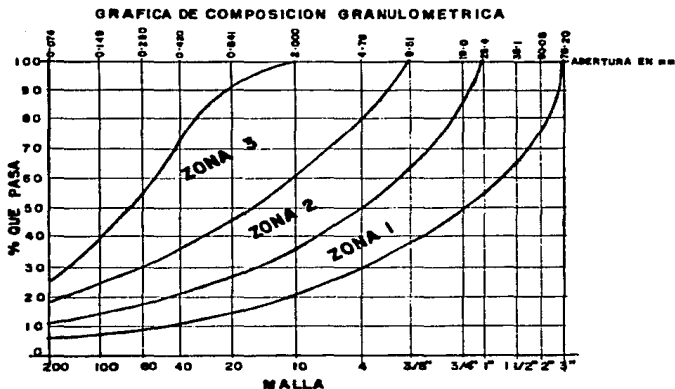
2.- El desgaste en prueba "Los Angeles" será menor de 30%.

3.- De intemperismo acelerado, como máximo 12%.

4.- Las partículas que tengan forma alargada o de laja no excederán de 35% del total.

PRUEBAS DE CONTROL DE CALIDAD Y TOLERANCIAS EN LA CONSTRUCCION

Durante la construcción de los pavimentos deberán efectuarse las pruebas de control que en un número mínimo se establecen en este inciso; mediante estas pruebas se constatará que se cumplen las especificaciones de calidad consignados en el inciso anterior. También deberán llevarse a cabo mediciones de espesores de capas y nivelaciones para constatar que la geometría obtenida en el pavimento está dentro de las tolerancias que también se establecen en estas especificaciones.



CARACTERISTICAS	ZONAS EN QUE SE CLASIFICA EL MATERIAL DE ACUERDO CON SU GRANULOMETRIA		
	1	2	3
Contracción lineal en por ciento	6.0 Mds.	4.5 Me's.	3.0 Mes.
Valor constante para materiales angulosos, en Kg/cm ²	5.5 Mfs.	4.5 M'h.	3.5 Mln.
Valor constante para materiales redondeados y Neos en Kg/cm ²	5.0 M'h.	6.5 M'h.	5.0 M'h.
Valor relativo de esparte extendido saturado en por ciento . . .	30 M'n		

FIG. 34

CARACTERISTICAS DE MATERIAL DE REVESTIMIENTO

De no cumplirse con los requisitos de calidad y/o tolerancias geométricas, la capa o capas defectuosas deberán ser repuestas.

A.- Pruebas en Materiales de banco de Préstamo

Se deberán efectuar periódicamente muestreos del material de los bancos de préstamo. Con las muestras obtenidas se llevarán a cabo las pruebas de laboratorio necesarias para determinar las propiedades de las distintas capas y constatar que satisfacen las restricciones establecidas.

La frecuencia con que se realicen estos muestreos dependerá del cambio de homogeneidad que se observe en el material del frente de explotación en el banco, a juicio del ingeniero residente de la dirección de la obra. Sin embargo, deberá efectuarse una serie de pruebas por semana como mínimo.

B.- Mediciones en Sub-Base y Bases Compactadas

Para dar por terminada la construcción de la sub-base se verificarán: el perfil, compactación, espesor y acabado, y deberán satisfacer las siguientes tolerancias:

1.- Profundidad máxima de las depresiones observadas colocando una regla de 3 m de longitud y normalmente al eje:

Sub-base	Base
2 cm	1 1/2 cm

2.- En los puntos de verificación de espesores por sondeo y nivelación, los espesores medidos de la sub-base y/o base, deberán cumplir las siguientes restricciones.

- Para la sub-base.

$$\frac{(e_1 - e)^2 + (e_2 - e)^2 + \dots + (e_n - e)^2}{n} < = 0.14 e$$

$$e_1 - e < = 0.2 e$$

En el 84% de las mediciones realizadas como mínimo.

- Para la base

$$\frac{(e_1 - e)^2 + (e_2 - e)^2 + \dots + (e_n - e)^2}{n} < = 0.12 e$$

$$e_1 - e < = 0.2 e$$

En el 95% de las mediciones realizadas como mínimo.

Donde:

- e = Espesor de proyecto
- e_1, e_2, \dots, e_n = Espesores reales encontrados al efectuar los sondeos y nivelaciones.
- $e_1 + e_2 + \dots + e_n$
- $e = \frac{\quad}{n}$ = Espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de prueba.
- n = Número de verificaciones del espesor en un tramo de 1 km. de largo o menor.

C.- Pruebas en la Carpeta de Concreto Asfáltico.

1.- Para que pueda considerarse adecuado el tendido y compactación de la carpeta asfáltica se deberán cumplir los siguientes requisitos.

- El contenido asfáltico en el material tendido no variará más de 5% con respecto al dosificado en la planta de elaboración.
- El contenido de agua libre no será mayor de 1% del peso del concreto asfáltico.
- La mezcla no contendrá disolvente.

2.- La mezcla asfáltica usada para la carpeta deberá tener valor de permeabilidad menor de 10% determinado según las Normas de Construcción. Las pruebas deberán efectuarse inmediatamente después de que la carpeta se haya terminado de construir.

3.- Para dar por terminada la construcción de la carpeta de concreto asfáltico, se verificarán: el alineamiento, el perfil, la sección, la compactación, el acabado y el espesor, para constatar que son acordes con el proyecto y deberán cumplirse con las siguientes tolerancias:

- Profundidad de las depresiones observadas colocando una regla de tres metros de longitud paralela y normal al eje de la vialidad. 0.5 cm.

- Ancho de la carpeta, del eje a la orilla: + 2 cm.

- En los sondeos para verificación de espesor y en los puntos donde se realicen las nivelaciones deberán cumplir las siguientes restricciones:

$$\frac{(e_1 - e)^2 - (e_2 - e)^2 + \dots + (e_n + e)^2}{n}$$

$$\leq 0.11 e$$

Además:

$$e_r - e \quad 0.2 e$$

En el 93% de los casos, como mínimo.

Donde:

e = Espesor de Proyecto

$e_1, e_2, \dots, e_n, e_r$ = Espesores reales medidos en los sondeos y nivelaciones.

$$\bar{e} = \frac{e_1 + e_2 + \dots + e_n}{n} = \text{Espesor real promedio correspondiente a todos los puntos de medición.}$$

n = Número de mediciones del espesor real, hechas en un tramo de un kilómetro de largo o menor.

En las nivelaciones para obtener espesores de la carpeta, se nivelará la superficie terminada de dicha carpeta en las secciones transversales. El espesor de la carpeta se obtendrá de la diferencia en cotas obtenidas en las dos nivelaciones mencionadas, las cuales deberán ser cerradas y verificadas.

Al efectuar los sondeos para la verificación simultánea de compactación y espesor de la carpeta, no deberá dañarse una vez efectuadas las mediciones; empleando el concreto asfáltico con que se construya la carpeta, compactándolo al 95% de su peso volumétrico (Marshall) y enrasándolo con la superficie original de la carpeta.

La compactación medida de la carpeta en los sondeos, no deberá ser menor que la especificada: 95% del peso volumétrico determinado por el procedimiento Marshall.

**CONSTRUCCION CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

LOCALIZACION: EDOS. DE HIDALGO Y QUERETARO

LISTADO DE MAQUINARIA Y EQUIPO, EL DISPONIBLE Y EL QUE POSTERIORMENTE SE USARA.

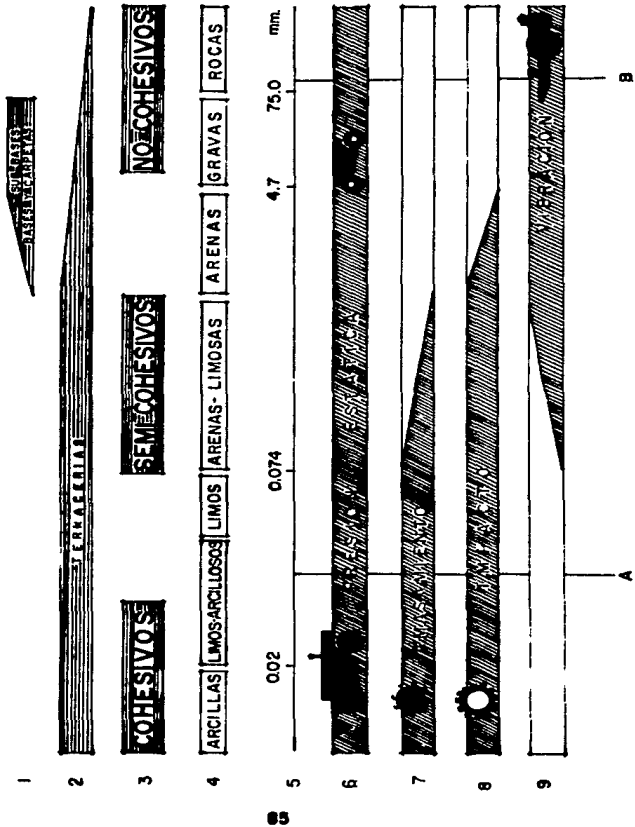
MAQ. No.	NOMBRE DE LA MAQUINARIA O EQUIPO	MARCA
1	TRACTOR D8-K	CATERPILLAR
2	TRACTOR D8-H	CATERPILLAR
3	TRACTOR D-85	KOMATSU
4	TRACTOR D-155	KOMATSU
5	TRACTOR D-155	KOMATSU
6	TRACTOR D-155	KOMATSU
7	TRACTOR D-155	KOMATSU
8	COMPRESOR DE AIRE	KURTHINGTON
9	COMPRESOR DE AIRE	CHICAGO
10	MOTOCONFORMADORA	CATERPILLAR
11	MOTOCONFORMADORA	COMPACTO
12	TRAXCAVO 955-L	CATERPILLAR
13	TRAXCAVO D-31-5	KOMATSU
14	COMPACTADOR CA-25-A	DINAPAC
15	RETROEXCAVADORA	POCLAIN
16	TRACK-DRILL	INGERSOLL-RAND
17	TRACK-DRILL	INGERSOLL-RAND
18	CAMION PLATAFORMA	DODGE
19	CAMIONETA REDILAS 3 TON.	CHEVROLET
20	CAMIONETA PICK-UP	CHEVROLET
21	CAMIONETA PICK-UP	CHEVROLET
22	CAMIONETA PICK-UP	DODGE
23	PLANTA DE SOLDAR	LINCON

**CONSTRUCCION CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN
LOCALIZACION: EDOS. DE HIDALGO Y QUERETARO**

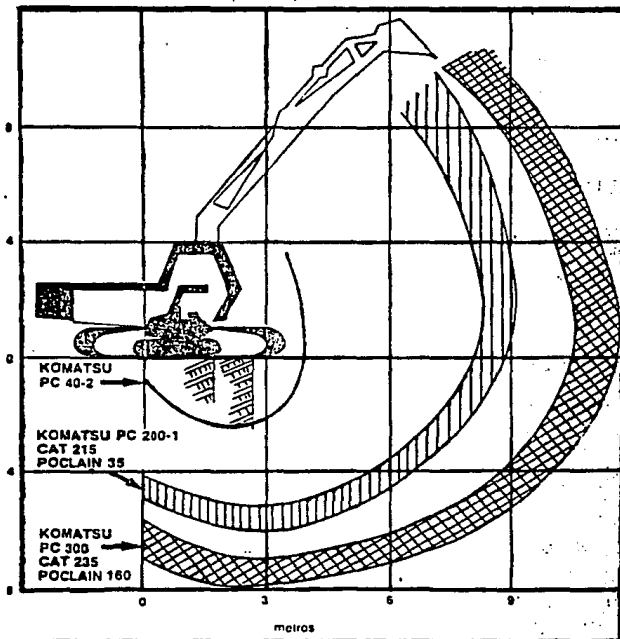
LISTADO DE MAQUINARIA Y EQUIPO, EL DISPONIBLE Y EL QUE POSTERIORMENTE SE USARA.

MAQ. No.	NOMBRE DE LA MAQUINARIA O EQUIPO	MARCA
24	COMPRESOR DE AIRE	JOY
25	TRACK-DRILL	JOY
26	COMPRESOR DE AIRE	ATLAS
27	TRACTOR D-155-A	KOMATSU
28	TRACTOR D-65-A-2	KOMATSU
29	TRACTOR D-6K	CATERPILLAR
30	REVOLVEDORA DE 1 SACO	ELBA
31	BOMBA CENTRIFUGADA	MECSA
32	PERFORADORA MANUAL	INGERSOLL-RAND
33	BARREDORA REMOLCABLE	SIDENA
34	TRITURADORA 20 x 36	TELSMITH 365
35	PAVIMENTADORA FINISHER	BARBER GREEN
36	PETROLIZADORA	SEAMON CUMMINS
37	PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO	STANSTEEL

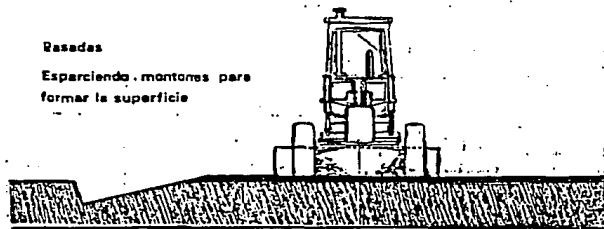
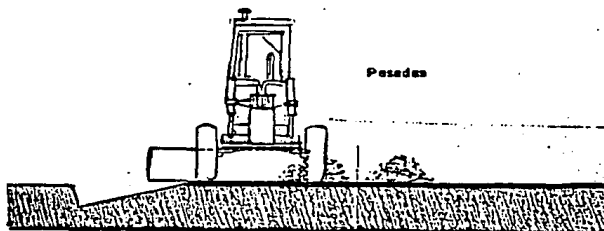
SELECCION DE EQUIPO



RETROEXCAVADORAS HIDRAULICAS
RANGOS DE ALCANCE
(METROS)



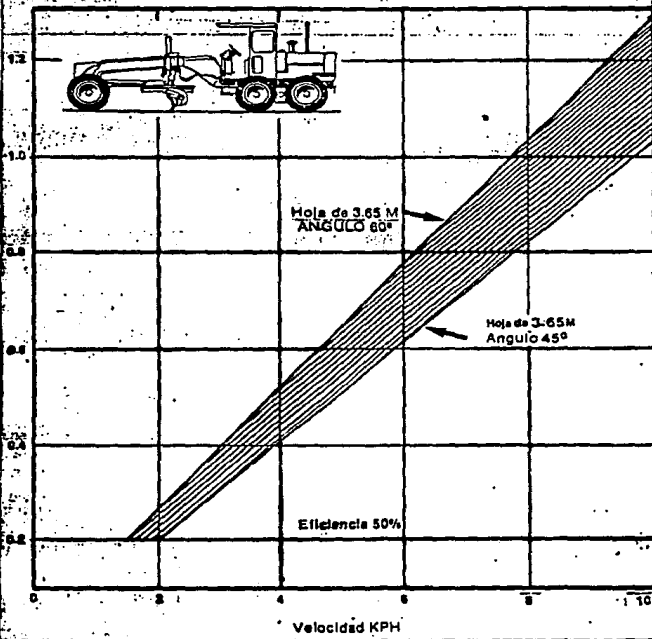
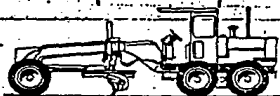
TRABAJO DE MOTONIVELADORAS



RENDIMIENTO DE MOTOCONFORMADORAS

PRODUCCIÓN HORARIA

M²/Hr



Hoja de 3.65 M
ANGULO 60°

Hoja de 3.65 M
Angulo 45°

Eficiencia 50%

Velocidad KPH

RENDIMIENTO DE COMPACTADORES DE RUEDAS
CON PATAS Y HOJA TOPADORA

M³/HR

PRODUCCION HORARIA

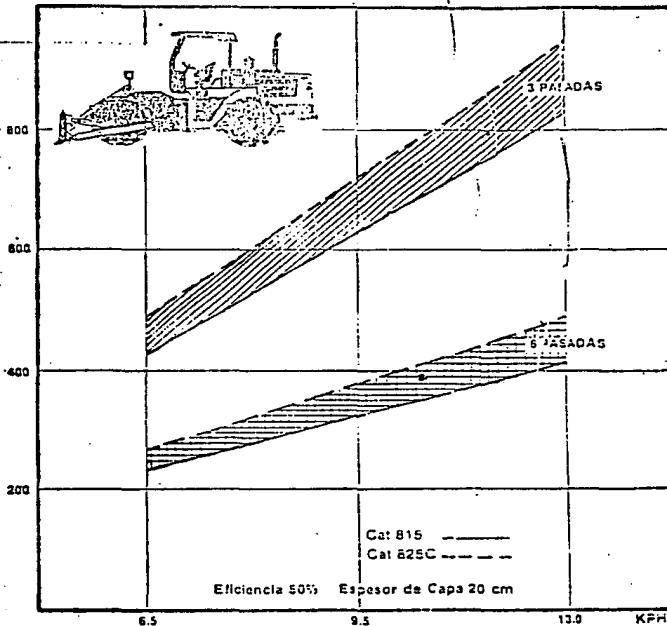
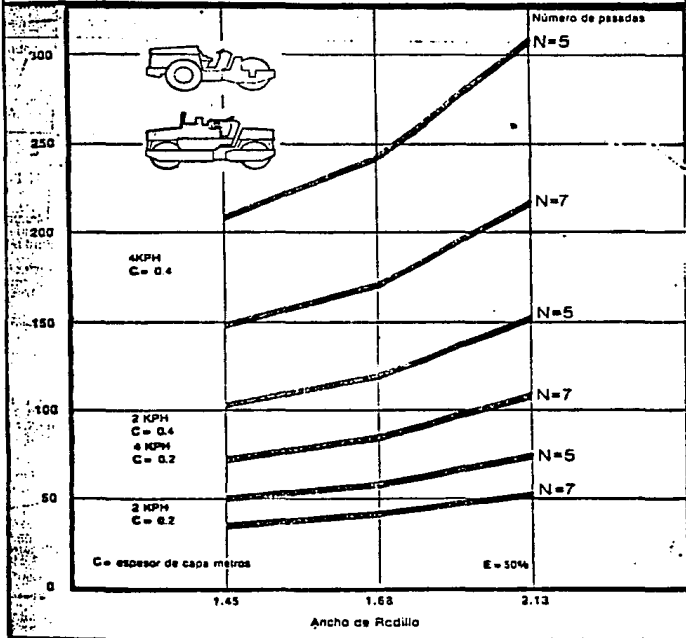


Figura B/14

RENDIMIENTO DE COMPACTADORES VIBRATORIOS



C A P I T U L O I V

PROGRAMA DE OBRA

IV.- PROGRAMA DE OBRA

PLANEACION

Es el proceso que consiste en un análisis documentado, sistemático y tan cuantitativo como sea posible, previo al mejoramiento de una determinada situación.

La definición nos establece que para cambiar cualquier situación, previamente habrá de conocer tan ampliamente como sea posible la situación actual. No se podrá planear nada, si antes no se conoce el estado actual que guarda el problema por resolver.

El concepto de planeación involucra la necesidad de cambiar cualquier situación actual por otra supuestamente mejor, y para ello se generan "N" alternativas de solución, estas se evaluarán o se compararán entre si, para conocer sus ventajas y desventajas y posteriormente se implantara la mejor.

PLAN

Es el conjunto coherente de políticas, estrategias y metas. El plan constituye el marco general y reformable de acción, deberá definir las practicas a seguir y el marco en el que se desarrollarán las actividades

PROGRAMA

Es la ordenación del tiempo y el espacio de los acontecimientos. El cual representamos por medio de el diagrama de barras.

El diagrama de barras es una representación gráfica del tiempo que se ha estimado para las principales actividades del proyecto a ejecutar y con el cual se puede llevar un control de la obra que es muy importante en la fase constructiva. Este diagrama se deriva de la red de actividades de que consta el proyecto .

En la Figura No. 4.1 , 4.2 y 4.3 se muestran los diagramas

PROGRAMA FINANCIERO

PROYECTO HONDURAITICHO FIDUCIARIO
 FONDO DE ACCESO FTO. SALITRE - CENSA
 FONDO DEL SE. OFICIO AL. EN. 8011775

NO. DE CANCELACION	NO. DEL FONDO	IMPORTE DEL CANCELADO	DEC 1	DEC 2	DEC 3	DEC 4	DEC 5	DEC 6	DEC 7	DEC 8	DEC 9	DEC 10
01	0-01-01	1,116,802.24	1,116,802.24	1,116,802.24	1,116,802.24							
02	0-01-02	649,237,206.22	740%	12,288,133.06	122,288,133.06	122,288,133.06	122,288,133.06	122,288,133.06	122,288,133.06	122,288,133.06	122,288,133.06	122,288,133.06
03	0-01-03	479,223,261.16	740%	10,888,442.97	108,884,429.70	108,884,429.70	108,884,429.70	108,884,429.70	108,884,429.70	108,884,429.70	108,884,429.70	108,884,429.70
04	0-01-04	18,120,457.13	740%	12,288,133.06	12,288,133.06	12,288,133.06	12,288,133.06	12,288,133.06	12,288,133.06	12,288,133.06	12,288,133.06	12,288,133.06
05	0-01-05	274,587,797.00	740%	10,288,133.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06
06	0-01-06	219,277,125.70	740%	7,288,133.06	72,881,333.06	72,881,333.06	72,881,333.06	72,881,333.06	72,881,333.06	72,881,333.06	72,881,333.06	72,881,333.06
07	0-01-07	46,467,000.00	740%	4,288,133.06	42,881,333.06	42,881,333.06	42,881,333.06	42,881,333.06	42,881,333.06	42,881,333.06	42,881,333.06	42,881,333.06
08	0-01-08	62,779,452.00	740%	10,288,133.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06
09	0-01-09	11,223,250.00	740%	1,288,133.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06
10	0-01-10	28,468,000.00	740%	2,888,133.06	28,881,333.06	28,881,333.06	28,881,333.06	28,881,333.06	28,881,333.06	28,881,333.06	28,881,333.06	28,881,333.06
11	0-01-11	10,288,133.06	740%	1,288,133.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06
12	0-01-12	119,236,179.47	740%	11,288,133.06	112,881,333.06	112,881,333.06	112,881,333.06	112,881,333.06	112,881,333.06	112,881,333.06	112,881,333.06	112,881,333.06
13	0-01-13	999,448,000.00	740%	10,288,133.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06
14	0-01-14	1,186,176,446.97	740%	10,288,133.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06
15	0-01-15	1,811,664,819.37	740%	10,288,133.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06
16	0-01-16	1,866,632.70	740%	1,288,133.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06	12,881,333.06
17	0-01-17	428,278,849.15	740%	10,288,133.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06
18	0-01-18	822,158,858.67	740%	10,288,133.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06	102,881,333.06
19	0-01-19											
20	0-01-20											
21	0-01-21											
22	0-01-22											
23	0-01-23											
24	0-01-24											
25	0-01-25											
26	0-01-26											
27	0-01-27											
28	0-01-28											
29	0-01-29											
30	0-01-30											
31	0-01-31											
32	0-01-32											
33	0-01-33											
34	0-01-34											
35	0-01-35											
36	0-01-36											
37	0-01-37											
38	0-01-38											
39	0-01-39											
40	0-01-40											
41	0-01-41											
42	0-01-42											
43	0-01-43											
44	0-01-44											
45	0-01-45											
46	0-01-46											
47	0-01-47											
48	0-01-48											
49	0-01-49											
50	0-01-50											
51	0-01-51											
52	0-01-52											
53	0-01-53											
54	0-01-54											
55	0-01-55											
56	0-01-56											
57	0-01-57											
58	0-01-58											
59	0-01-59											
60	0-01-60											
61	0-01-61											
62	0-01-62											
63	0-01-63											
64	0-01-64											
65	0-01-65											
66	0-01-66											
67	0-01-67											
68	0-01-68											
69	0-01-69											
70	0-01-70											
71	0-01-71											
72	0-01-72											
73	0-01-73											
74	0-01-74											
75	0-01-75											
76	0-01-76											
77	0-01-77											
78	0-01-78											
79	0-01-79											
80	0-01-80											
81	0-01-81											
82	0-01-82											
83	0-01-83											
84	0-01-84											
85	0-01-85											
86	0-01-86											
87	0-01-87											
88	0-01-88											
89	0-01-89											
90	0-01-90											
91	0-01-91											
92	0-01-92											
93	0-01-93											
94	0-01-94											
95	0-01-95											
96	0-01-96											
97	0-01-97											
98	0-01-98											
99	0-01-99											
100	0-01-100											

C A P I T U L O V

ANALISIS DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

V.- ANALISIS DE COSTOS Y PRECIOS UNITARIOS

A) CARGOS QUE INTEGRAN UN PRECIO UNITARIO

PRECIO UNITARIO

1).- COSTOS

A).- DIRECTOS

- MANO DE OBRA
- MATERIALES
- EQUIPO

B).- INDIRECTOS

- GASTOS DE OFICINA
 - GENERALES
 - OBRA
- IMPUESTOS

2).- UTILIDAD

PRECIO UNITARIO

El precio unitario se integra sumando todos los cargos directos e indirectos correspondientes al concepto de trabajo, el cargo por unidad del contratista y aquellos cargos adicionales estipulados contractualmente. En la Fig. 5-1 se muestra la estructura Costo-Precio.

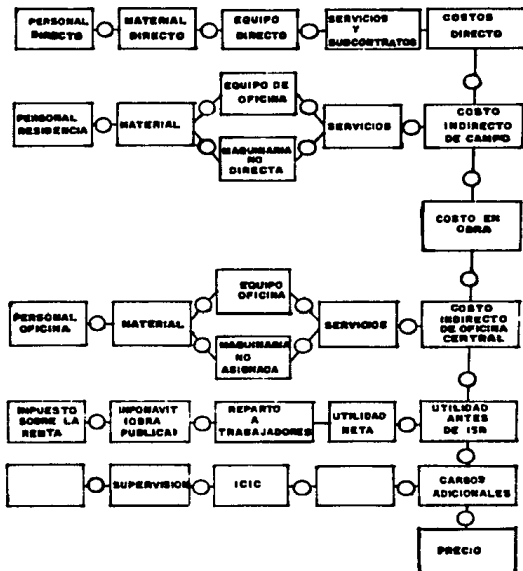


FIG. 5.L. ESTRUCTURA COSTO - PRECIO

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN

CARGOS DIRECTOS

Son los cargos aplicables al concepto de trabajo que se derivan de las erogaciones por mano de obra materiales, maquinaria, herramientas, instalaciones y por patentes en su caso, efectuadas exclusivamente para realizar dicho concepto de trabajo.

CARGOS INDIRECTOS

Son los gastos de caracter general no incluidos en los cargos en que deba incurrir "El Contratista" para la ejecución de los trabajos y que se distribuyen en proporción a ellos para integrar al precio unitario.

CARGOS POR UTILIDAD

Es la ganancia que debe percibir "El Contratista" por la ejecución del concepto de trabajo.

CARGOS ADICIONALES

Son las erogaciones que debe realizar "El Contratista" por estar estipulados en el contrato, convenio o acuerdo, como obligaciones adicionales, así como los impuestos y derechos locales que se causen con motivo de la ejecución de los trabajos y que no forman parte de los cargos directos, de los indirectos, ni de la utilidad.

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN

CARGO DIRECTO POR MANO DE OBRA

Es el que deriva de las erogaciones que hace "El Contratista", por el pago de salarios al personal que interviene exclusiva y directamente en la ejecución del concepto de trabajo de que se trace, incluyendo el cabo o primer mando. No se consideran dentro de este cargo las percepciones del personal técnico, administrativo, de control, supervisión y vigilancia, que corresponden a los cargos indirectos.

CARGO DIRECTO POR MATERIALES

Es el correspondiente a las erogaciones que hace "El Contratista" para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo que cumpla con las normas de construcción y especificaciones de "La Dependencia" (C.F.E.) con excepción de los considerados en los cargos por maquinaria. Los materiales podrán ser permanentes o temporales. Los primeros son los que se incorporan y forman parte de la obra, los segundos son los que se consumen en uno o varios usos y no pasan a formar parte integrante de la obra.

CARGO DIRECTO POR MAQUINARIA Y EQUIPO

Es el que se deriva del uso correcto de las máquinas consideradas como nuevas y que sean las adecuadas y necesarias para la ejecución del concepto de trabajo de acuerdo con lo estipulado en las normas y especificaciones de construcción y conforme al programa establecido

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

CARGOS FIJOS

Constituye la valuación del costo o cargo de maquinaria por concepto de la propiedad del mismo y su mantenimiento en condiciones de trabajo.

Este concepto tiene como componentes primarios a los cargos por depreciación, inversión, seguros y mantenimiento:

a).- Cargo por Depreciación

Es el que resulta por la disminución del valor original de la maquinaria, como consecuencia de su uso, durante el tiempo de su vida económica. Se considerará una depreciación lineal, es decir, que la maquinaria se deprecia una misma cantidad por unidad de tiempo.

b).- Cargo por Inversión

Es el cargo equivalente a los intereses del capital invertido en maquinaria.

Las dependencias y entidades para sus estudios y análisis de precios unitarios considerarán a su juicio la tasa de interés "i". Los contratistas en sus propuestas de concurso, propondrán la tasa de interés que más les convenga.

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZINAPAN

c). - Cargo por Seguros

Es el que cubre los riesgos a que esta sujeta la maquinaria de construcción durante su vida económica, por una compañía de seguros, o que la empresa constructora decida hacer frente, con sus propios recursos, a los posibles riesgos de la maquinaria.

d). - Cargo por Almacenaje

Es el derivado de las erogaciones para cubrir la guarda y la vigilancia de la maquinaria durante sus periodos de inactividad, dentro de su vida económica. (Deberán incluirse en los cargos indirectos).

e). - Cargo por Mantenimiento (mayor y menor)

Es el originado por todas las erogaciones necesarias para conservar la maquinaria en buenas condiciones durante su vida económica.

f). - Mantenimiento Mayor

Son las erogaciones correspondientes a las reparaciones de la maquinaria en talleres especializados, o aquellos que puedan realizarse en campo, empleando personal especializado y que requieran retirar la maquinaria de los frentes de trabajo.

g). - Mantenimiento Menor

Son las erogaciones necesarias para efectuar los ajustes rutinarios, reparaciones y cambios de repuestos.

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN

CARGOS POR CONSUMO

Son los que se derivan de las erogaciones que resultan por el uso de combustibles u otras fuentes de energía y en su caso lubricantes y llantas.

CARGOS POR SALARIOS PARA LA OPERACION

Es el que resulta por concepto de pago del o los salarios del personal encargado de la operación de la máquina, por hora de trabajo de la misma.

CARGOS INDIRECTOS

Corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los cargos directos que realiza "El Contratista", tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y que comprenden entre otros, los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, financiamiento, imprevistos, transporte de maquinaria y en su caso, prestaciones sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Los cargos indirectos se expresarán como un porcentaje del costo directo de cada concepto de trabajo. Dicho porcentaje se calculará sumando los importes de los gastos generales que resulten aplicables y dividiendo esta suma entre el costo directo total de la obra de que se trate.

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN

CARGO POR UTILIDAD

La utilidad quedará representada por un porcentaje sobre la suma de los cargos directos más indirectos del concepto sobre la Renta que por Ley debe pagar "El Contratista".

En la Figura 5-2 se presenta un modelo de organización constructora de 7 niveles, que puede adaptarse a casi cualquier tamaño y giro de empresa, ya que pueden agregarse o quitarse posiciones tanto de nivel como departamentalmente.

Se presentan dos estudios de costos indirectos por concepto de gastos de personal en oficina Central y en la de campo.

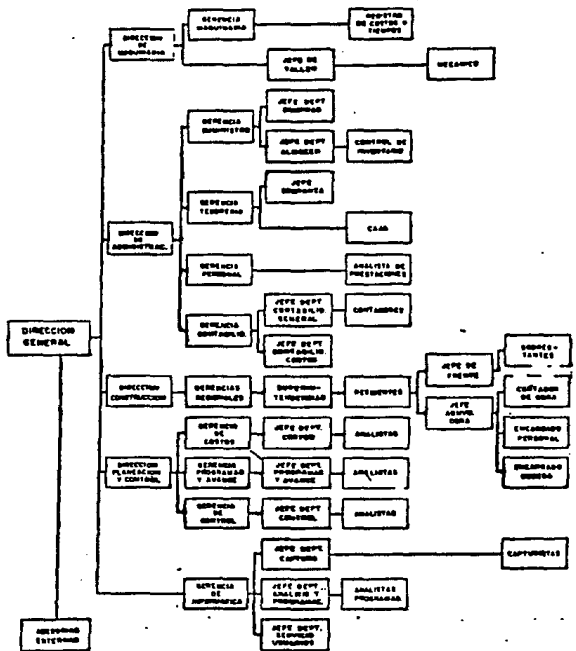


FIG. 5.2 MODELO DE ORGANIZACION CONSTRUCTORA DE 7 NIVELES.

TESIS PROFESIONAL
OBRA: CAMINO DE ACCESO AL P. H. ZIMAPAN

DATOS BASE PARA LA DETERMINACION DEL SALARIO REAL
CONSIDERADOS PARA DIAS NO LABORADOS POR ENFERMEDAD

(SE CONSIDERA UNA INCAPACIDAD DEL I.M.S.S.)	3.00
MAL TIEMPO	5.00
FESTIVOS POR LEY	7.17
01 DE ENERO	
05 DE FEBRERO	
21 DE MARZO	
01 DE MAYO	
16 DE SEPTIEMBRE	
20 DE NOVIEMBRE	
25 DE DICIEMBRE	
10 DE DICIEMBRE DE CADA 6 AÑOS	
POR COSTUMBRE	3.00
SE CONSIDERAN LOS DIAS DE FESTIVIDADES RELIGIOSAS (QUE AUNQUE SE TRABAJAN HORAS PARA COMPENSAR NO SE CUMPLEN) JUEVES Y VIERNES SANTO 12 DE DICIEMBRE DIAS DE MUERTOS	
POR CONDICIONES SINDICALES	2.00
3 DE MAYO NACIONALIZACION DE LA INDUSTRIA ELECTRICA 17 DE SEPTIEMBRE	

TESIS PROFESIONAL
OBRA: CAMINO DE ACCESO AL P. H. ZIMAPAN

PRESTACIONES Y OBLIGACIONES I. M. S. S.

CLASIFICACION DE RIESGO PARA LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION CLASE V

RIESGO MAXIMO	FACTOR	125.00 %	(ALTO)	
COBERTURA	CUOTA PATRON	CUOTA TRABAJADOR	SUMA	
E.M.	ENFERMEDAD Y MATERNIDAD	8.4000	3.0000	11.4000
I.V.C.M.	INVALIDEZ VEJEZ CESANTIA MUERTE	4.9000	1.7500	6.6500
R.T.	RIESGO DE TRABAJO	8.3125		8.3125
	TOTALES	21.6125	4.7500	26.3625
	PORCENTAJE APLICABLE AL SALARIO MINIMO			26.3625
	PORCENTAJE APLICABLE AL SALARIO MAYOR			21.6125
	GUARDERIAS APLICABLES EN ADICION A LOS ANTERIORES			1.00
	OTRAS OBLIGACIONES			
	IMPUESTO SOBRE REMUNERACIONES			1.00
	IMPUESTO SOBRE NOMINAS			2.00

INFONAVIT

(EN EL CASO DE OBRA PRIVADA)

PAGO CONSIDERADO 5.00% SOBRE SALARIO INTEGRADO

PRESTACIONES

AGUINALDO

PRIMA DE VACACIONES (25.00 % DE 10 DIAS)

SUMA :

PRESTACIONES

FACTOR = 00.00 / 365.00

=

FACTOR INFONAVIT

0.00 % SOBRE SALARIO BASE (0.00 * 0.00 %)

0.00 % SOBRE PRESTACIONES (0.00 * 0.00 %)

FACTOR INFONAVIT

=

CALCULO DEL FACTOR DE SALARIO REAL

LOCALIZACION DE OBRA: HIDALGO Y QUERETARO			
ZONA ECONOMICA No. C		SALARIO MINIMO GENERAL B	
CLAVES OPERATIVAS	CONCEPTO Y GENERADOR	PARA SALARIO MAYOR AL MINIMO Y HASTA 10 VECES ESTE	PARA SALARIO MINIMO
(DICAL)	Dias calendario	365.00	365.00
(DIAS)	Dias de aguinaldo	26.00	26.00
(DIVAC)	Dias por prima vacacional = 10 dias x 35.00 %	3.50	3.50
(DIPER)	DIAS DE PERCEPCION PAGADOS AL AÑO SUMA	394.50	394.50
(DIDOM)	Dias domingos	52.00	52.00
(DIVAC)	Dias de vacaciones	10.00	10.00
(DIFEC)	Dias festivos oficiales (por ley)	7.00	7.00
(DIPER)	Dias perdidos por condiciones de clima (huelgas y otras)	6.00	6.00
(DIBIB)	Dias por condiciones climaticas	5.00	5.00
(DIBLA)	DIAS NO LABORADOS AL AÑO SUMA	80.00	80.00
(DIDLA)	DIAS CALENDARIO LABORADOS AL AÑO (DICAL) - (DIBLA) = (365.00) - (80.00) =	285.00	285.00
(DIBSS)	Dias equivalentes del Seguro Social, CUOTAS. (366.00) (17.616% AM-0482) (DIPER) =	67.239	67.239
(DIBSS)	Dias equivalentes por Seguro Social, GUARDERIAS. 1% (DICAL) = (6.00) (366.00)	3.66	3.66
(DIPER)	Dias equivalentes por impuesto sobre remuneraciones pagadas 1% (DIPER) = (0.01) x (366.00)	3.945	3.945
(DIPER)	LIGUACION DE PERSONAL (30 DIAS)	30.00	30.00
(DIPRE)	DIAS EQUIVALENTES DE PRESTACIONES AL AÑO SUMA	104.83	119.1402
(COSAR)	DIAS EQUIVALENTES DE COSTO ANUAL (DIPER) + (DIPRE) =	409.334	513.6402
TRABAJANDO DOS TURNOS DE 16 HORAS EN SERVICIO.			
(FASAR)	FACTORES DE SALARIO REAL (COSAR) / (DIDLA) = (409.334) / (285.00) =	1.752	1.8022

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

TRAMO (PUERTO SALITRE - BOQUILLA)

MATERIALES:

CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO UNITARIO
1.- CEMENTO GRIS	TON.	* 220,509.00
2.- ARENA	M3.	23,430.00
3.- GRAVA DE 3/4"	M3.	28,000.00
4.- TUBO DE CONCRETO F'C=280 KG/CM2.		
0.90 M. DE DIAMETRO X 1.25 L.	PZA.	160,000.00
1.05 M. DE DIAMETRO X 1.40 L.	PZA.	280,000.00
1.20 M. DE DIAMETRO X 1.40 L.	PZA.	350,000.00
5.- POLIN 3 1/2" X 3 1/2" X 8'	PZA.	10,000.00
6.- DUELA 3/4" X 4" X 8'	PZA.	4,200.00
7.- VIGA 3 1/2" X 4" X 12'	PZA.	29,000.00
8.- CLAVO 2 1/2"	KG.	2,800.00
9.- SOLDADURA 7018 1/8"	KG.	7,473.00
10.- SOLDADURA 712	KG.	
11.- OXIGENO	CARGA.	28,565.00
12.- ASETILENO	CARGA.	
13.- GAS DE 30 KG.	CARGA.	12,500.00
14.- ACEITE PARA MOTOR DELVAC 1240	LT.	3,142.95
15.- ACEITE HIDRAULICO 150	LT.	2,866.95
16.- GRASA MULTILITIO	KG.	5,077.25
17.- GASOLINA NOVA	LT.	560.00
18.- DIESEL CENTRIFUGADO	LT.	520.00
19.- PETROLEO	LT.	459.00
20.- ASFALTO FM-1	LT.	304.00
21.- ASFALTO FR-3	LT.	304.00

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

22.- CEMENTO ASFALTICO No. 6	LT.	304.00
23.- DINAMITA TOVEX 1/8"	KG.	14,858.00
24.- MEXAMON G	KG.	1,909.00
25.- PRIMACORD	M.	1,398.40
26.- CAÑULEA	M.	727.95
27.- FULMINANTE	M.	646.30
28.- ACERO DE REFUERZO F'Y=4,000 KG/CM2.	TON.	1'156,000.00
29.- ADITIVO CP-F70	LT.	5,846.00
30.- ADITIVO CP-C50	LT.	7,642.00

COSTO INDIRECTO Y UTILIDAD

La metodología que se emplea para calcular los costos indirectos, varia entre las empresas, pero siempre deben prevalecer la regla de no olvidar hacerlo con cuidado, en forma completa, practica y veraz.

Se sugiere hacer un cuadro de estos cargos para que queden expresados en porcentajes.

- a).- Indirecto
- b).- Administración central
- c).- Administración de campo
- d).- Seguros y finanzas
- e).- Financiamiento
- f).- Utilidad
- g).- Cargos adicionales

Para este proyecto se utilizo el 26%, el cual fue proporcionado por la empresa contratista.

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

COSTOS DE MAQUINARIA

1.- Depreciacion

$$D = V_a - V_r/V_e$$

2.- Inversión

$$I = V_a + V_r/2H_e \cdot i$$

3.- Seguros

$$S = V_a + V_r/2H_e \cdot s$$

4.- Almacenaje

$$A = K_a \cdot D \cdot D$$

5.- Mantenimiento

$$T = Q \cdot D$$

6.- Combustible

$$E = c \cdot P_c$$

7.- Lubricantes

$$L = a \cdot P_l$$

8.- Operación

$$C_o = S_o/H$$

9.- Mano de Obra

$$M_o = S/R$$

10.- Materiales

$$M = P_m \cdot c$$

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

Va	= Valor de adquisición
Vr	= Valor de rescate
Ve	= Vida económica
Ha	= Horas anuales
Ka	= Cargo por almacenaje
Q	= Cargo por mantenimiento
C	= Cargo por combustible
Pc	= Precio de combustible
a	= Cargo por lubricantes
Pl	= Precio de lubricantes
O	= Días laborables del año
i	= Tasa de interés anual
s	= Prima anual promedio fijada como porcentaje del valor de la maquinaria expresada en decimales.
D	= Depreciación de la maquinaria

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

S	= Salario
R	= Rendimiento
c	= Consumo de materiales
M	= Cargo por materiales
Pm	= Precio de mercado
Mo	= Cargo por mano de obra

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

COSTOS HORARIOS

1.- TRACTOR SOBRE CARRILES MARCA KOMATSU MODELO D 155A CON RIPER Y CUCHILLA ANGULABLE	= \$ 173,753.21
2.- MOTOCONFORMADORA MARCA COMPACTO MODELO CM 14	= \$ 56,829.32
3.- TRAXCAVO SOBRE CARRILES MARCA CATERPILLA MODELO 955L	= \$ 59,854.30
4.- CAMION DE VOLTEO MARCA FANSA F 1314 DE 7 M3	= \$ 31,820.03
5.- CAMION PIPA MARCA DODGE D-500 DE 8000 LTS	= \$ 52,792.69
6.- COMPACTADOR MARCA DYNAPAC MODELO CA-25-A	= \$ 42,415.59
7.- TRACTOR BARREDORA MARCA SIDENA MODELO 8640	= \$ 19,225.72
8.- PETROLIZADORA MARCA SRAMAN GUANNISON MODELO 255C	= \$ 49,823.55
9.- FINISHER MARCA BARBER GREEN	= \$ 104,994.88

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

10.- REVOLVEDORA MARCA ELBA	= \$ 9,837.78
11.- COMPRESOR MARCA INGERSOL RAND 350 PCM DE UNA ETAPA Y MOTOR PERKINS DE 140 H.P.	= \$ 36,317.74
12.- PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO MARCA STANSTEEL MODELO TM 40.	= \$ 439,833.71

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZINAPAN**

COSTOS HORARIOS

2.- Máquina : Motoconformadora	Mantenimiento :	40%
Marca : Compacto	Hrs. Anuales de uso :	12,000
Modelo : CM 14	Vida económica :	6 años
Motor : CUMINS 155	LIANTA :	1300-24
Valor inicial = \$ 120'000,000.00	Tasa de interes =	45%
Valor de rescate = \$ 24'000,000.00	Tasa de seguro =	3%

CARGOS FIJOS

Depreciación = $\frac{\$ 120'000,000.00 - 24'000,000.00}{6 \times 2,000}$	= \$	8,000.00
Inversión = $\frac{\$ 120'000,000.00 + 24'000,000.00}{2 \times 2,000} \times 45\%$	= \$	16,200.00
Seguros = $\frac{\$ 120'000,000.00 + 24'000,000.00}{2 \times 2,000} \times 3\%$	= \$	1,080.00
Mantenimiento = \$ 8,000.00 \times 40%	= \$	3,200.00
		\$ 28,480.00

CONSUMOS

Diesel Litros 22.984 \times \$ 520.00	= \$	11,951.68
Aceite Litros 0.52 \times \$ 3,142.95	= \$	1,634.33
Llantas 6'517,500/2,000 Hrs.	= \$	3,258.75
		\$ 16,844.76

OPERACION

Operador de motoconformadora	= \$	46,408.73
Ayudante general operador	= \$	27,220.43
		\$ 73,629.10
Factor de Rendimiento = 0.80 \times 8 Hrs. = 6.40		
	= $\frac{73,629.10}{6.40}$	= \$ 11,504.56
Costo Horario	= \$	56,829.32

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

COSTOS HORARIOS

3.- TRAXCAVO	Marca : Caterpillar	Modelo : 955 L
Valor inicial = \$ 140'000,000.00	% Mantenimiento = 80	
Valor de rescate = \$ 28'000,000.00	Hrs. Anuales de uso = 2,000	
Tasa de interes = 45%	Vida económica = 5 años	
Tasa de seguro = 3%		

CARGOS FIJOS

Depreciación = $\frac{\$ 140'000,000.00 - 28'000,000.00}{5 \text{ años} \times 2,000}$	= \$ 11,200.00
Inversión = $\frac{\$ 140'000,000.00 + 28'000,000.00}{2 \times 2,000} \times 45\%$	= \$ 18,900.00
Seguros = $\frac{\$ 140,000,000.00 + 28'000,000.00}{2 \times 2,000} \times 3\%$	= \$ 1,260.00
Mantenimiento = 80% $\times 11,200.00$	= $\frac{\$ 8,960.00}{\$ 40,320.00}$

CONSUMOS

Diesel = 21.7 Litros $\times \$ 520.00$	= \$ 11,287.00
Aceite = 0.33 Litros $\times \$ 3,142.95$	= $\frac{1,037.17}{\$ 12,321.17}$

OPRACION

Operador de cargador = \$ 46,408.73	
Factor de rendimiento = 80% $\times 8 \text{ Hrs.} = 6.40$	
Costo operación = $\frac{\$ 46,408.73}{6.4}$	= \$ 7,213.13

Costo Horario = \$ 59,854.30

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

COSTOS HORARIOS

5.- Camión Pipa	Marca: Famsa	Capacidad 800 Lts.
Motor: Diesel Mercedes Benz 170 H.P.		
Valor inicial = \$ 104'124,000.00	Factor de Mantenimiento: 85%	
Valor de rescate = 20'824,800.00	Horas al año = 1,800	
Tasa de interes = 45%	Vida económica = 6 años	
Tasa de seguro = 3%	Vida llantas = 2,000 Hrs.	
Llantas = \$ 5,953,920.00		

CARGOS FIJOS

Depreciación = $\frac{\\$ 104'124,000.00 - 20'824,800.00}{6 \text{ años} \times 1,800 \text{ Hrs.}}$	= \$ 7,712.88
Inversión = $\frac{\\$ 104'124,000.00 + 20'824,800.00}{2 \times 1,800 \text{ Hrs.}}$ * 45%	= \$ 15,618.60
Seguros = $\frac{\\$ 104'124,000.00 + 20'824,800.00}{2 \times 1,800 \text{ Hrs.}}$ * 3%	= \$ 1,041.24
Mantenimiento = \$ 7,712.88 * 85%	= \$ 6,555.94
	\$ 30,928.66

CONSUMOS

Diesel 22.4 Litros * \$ 520.00	= \$ 11,646.10
Aceite 0.4 Litros * \$ 3,142.95	= \$ 1,257.18
Llantas 5'953.920.00/1,800 Hrs.	= \$ 3,307.73
	\$ 16,212.91

OPERACION

Salario Chofer = \$ 31,646.30	
Factor de rendimiento = 0.70 * 8 Hrs. = 5.60	
Costo operación = $\frac{\\$ 31,646.30}{5.60}$	= \$ 5,651.12
Costo Horario	= \$ 52,792.69

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

COSTOS HORARIOS

6.- Compactador	Marca: Dynapac	Modelo: CA 25A
Valor inicial = \$ 70'000,000.00	% Mantenimiento = 80	
Valor de rescate = \$ 14'000,000.00	Hrs. anuales de uso = 2,000	
Tasa de interes = 45%	Vida económica = 5 años	
Tasa de seguro = 37%		

CARGOS FIJOS

Depreciación = $\frac{\$ 70'000,000.00 - 14'000,000.00}{5 \text{ años} * 2,000}$	= \$ 5,600.00
Inversión = $\frac{\$ 70'000,000.00 + 14'000,000.00}{2 * 2,000} * 45\%$	= \$ 9,450.00
Seguros = $\frac{\$ 70'000,000.00 + 14'000,000.00}{2 * 2,000} * 3\%$	= \$ 630.00
Mantenimiento = 80% * 5,600	= \$ 4,480.00
	<u>\$ 20,160.00</u>

CONSUMOS

Diesel = 20.4 Litros * \$ 520.00	= \$ 10,608.00
Aceite = 0.375 Litros * \$ 3,142.95	= \$ 1,178.60
Llantas = 0.0005 * \$ 6'511,730.00	= \$ 3,255.86
	<u>\$ 15,042.46</u>

OPERACION

Operador de compactador = \$ 34,623.02	
Factor de rendimiento = 60% * 8 Hrs. = 4.8	
Costo de Operación = $\frac{\$ 34,623.02}{4.8}$	= \$ 7,213.13

Costo Horario \$ 42,415.59

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZINAPAM**

COSTOS HORARIOS

7.- Tractor con Barredora	Marcas Sedena	Modelo: B640
Valor inicial = \$ 25'400,000.00	Factor de mantenimiento = 60	
Valor de rescate = \$ 5'080,000.00	Hrs. al año = 2,000	
Tasa de interes = 45%	Vida económica = 7 años	
Tasa de Seguro = 3%		

GASTOS FIJOS

Depreciación = $\frac{\$ 25'000,000.00 - 5'080,000.00}{7 \text{ años} \times 2,000 \text{ Hrs}}$	= \$ 1,451.42
Inversión = $\frac{\$ 25'000,000.00 + 5'080,000.00}{2 \times 2,000 \text{ Hrs.}}$ * 45%	= \$ 3,429.00
Seguros = $\frac{\$ 25'000,000.00 + 1'080,000.00}{2 \times 2,000 \text{ Hrs.}}$ * 3%	= \$ 228.60
Mantenimiento = \$ 1,451.42 * 60%	= \$ <u>870.85</u>
	\$ 5,979.87

CONSUMOS

Diesel = 7.54 Litros * \$ 520.00	= \$ 3,920.80
Aceite = 0.44 Litros * \$ 3,142.95	= \$ 1,382.89
Llantas = 0.0006 * \$ 191,238.00	= \$ <u>114.74</u>
	\$ 5,418.43

OPERACION

Operador de tractor agricola = \$ 37,571.64	
Factor de redimiento = 0.75 * 8 Hrs. = 6.00	
Costo de operación = $\frac{\$ 37,571.64}{6.00}$	= \$ 7,827.42
Costo Horario	= \$ 19,225.72

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

COSTOS HORARIOS

9.- Finisher	Marca: Barber Green	Capacidad: 26-67
Valor inicial = \$ 240'000,000.00	Factor de mantenimiento: 130	
Valor de rescate = \$ 48'000,000.00	Hrs. al año = 1,750	
Tasa de interes = 45%	Vida económica = 8 años	
Tasa de Seguro = 3%		

GASTOS FIJOS

Depreciación = $\frac{\$ 240'000,000.00 - 48'000,000.00}{8 \text{ años} \times 1,750 \text{ Hrs}}$	= \$ 13,714.29
Inversión = $\frac{\$ 240'000,000.00 + 48'000,000.00}{2 \times 1,750 \text{ Hrs.}}$ * 45%	= \$ 37,028.57
Seguros = $\frac{\$ 240'000,000.00 + 48'000,000.00}{2 \times 1,750 \text{ Hrs}}$ * 3%	= \$ 2,468.57
Mantenimiento = \$ 13,714.29 * 130%	= \$ 17,828.58
	<u>\$ 71,040.01</u>

CONSUMOS

Diesel = 15.54 Litros * \$ 520.00	= \$ 8,080.80
Aceite = 0.28 Litros * \$ 3,142.95	= \$ 880.02
Diafano = 2.00 Litros * \$ 527.85	= \$ 1,055.70
	<u>\$ 10,016.52</u>

OPERACION

Operador = 0.15 * \$ 46,408.73	= \$ 6,961.30
Peón = 0.45 * \$ 27,220.43	= \$ 12,249.17
Ayudante = 0.15 * \$ 27,220.43	= \$ 4,083.06
Cabo = 0.015 * \$ 42,987.07	= \$ 644.80
	<u>\$ 23,938.35</u>

Costo Horario = \$ 104,994.88

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

COSTOS HORARIOS

10.- Revolvedora 1 saco	Marca: Elba	Motor gasolina 8 H.P.
Valor inicial = \$ 6,440,000.00	Factor de mantenimiento :	125
Valor de rescate = \$ 1'288,000.00	Hrs. al año	= 1,400
Tasa de interes = 45%	Vida económica	= 3 años
Tasa de seguro = 3%		

COSTOS FIJOS

Depreciación = $\frac{\$ 6'440,000.00 - 1'288,000.00}{3 \text{ años} \times 1,400 \text{ Hrs.}}$	= \$	1,226.66
Inversión = $\frac{\$ 6'440,000.00 + 1'288,000.00}{2} \times 45\%$	= \$	1,242.00
Seguros = $\frac{\$ 6'440,000.00 + 1'288,000.00}{2} \times 3\%$	= \$	82.80
Mantenimiento = \$ 1,226.66 \times 125%	= $\frac{\$ 1,533.32}{\$ 4,084.78}$	

CONSUMOS

Gasolina = 0.86 Litros \times \$ 520.00	= \$	447.20
Aceite = 0.010 Litros \times \$ 3,142.95	= $\frac{\$ 31.42}{\$ 478.62}$	

OPERACION

Operador de revolvedora = \$ 31,646.30		
Factor de rendimiento = 0.75 \times 8 Hrs. = 6.00		
Costo de Operación = $\frac{\$ 31,646.30}{6.00}$	= \$	5,274.38
Costo Horario	= \$	9,837.78

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

A).- CORTES

- 1.- DESPALME DESPERDIANDO EL MATERIAL.
POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

Equipo: Tractor Komatsu D-155-A CON
riper de tres dientes y cuchilla
anquable.

Costo Horario = \$ 173,753.21

Rendimiento = 250 M3/Hr.

Costo Directo = $\frac{\$ 173,753.21}{250 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 695.01/M3

COSTO DIRECTO = \$ 695.01

26% INDIRECTOS + UTILIDAD = 180.70

PRECIO UNITARIO = \$ 875.71/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

2.- EXCAVACIONES. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA EN CORTES Y ADICIONALES ABAJO DE LA SUBRASANTE. CUANDO EL MATERIAL SE UTILIZA PARA LA FORMACION DE TERRAPLENES.

Equipo: Tractor Komatsu D-155-A con ríper de tres dientes y cuchilla angulable.

Costo Horario = \$ 173,753.21

Se considera para la extracción en este material un 70% de material B y 30% de material C sin uso de explosivos.

Tractor:

Rendimiento Material "C" = 20 M3/Hr.

Rendimiento Material "B" = 100 M3/Hr.

Costo Mat. C	=	<u>\$ 173,753.21</u>	=	\$ 6,687.66
		20 M3		
	=	\$ 8,687.66	* 30%	= \$ 2,606.30 M3
Costo Mat. B	=	<u>\$ 173,753.21</u>	=	\$ 1,737.53
		100 M3		
	=	\$ 1,737.53	* 70%	= \$ 1,216.27 M3
Costo Acarreo Libre	=	<u>\$ 173,753.21</u>	=	<u>\$ 695.01</u>
		250 M3		\$ 4,517.58

COSTO DIRECTO	=	\$ 4,517.58
26% INDIRECTO + UTILIDAD	=	<u>1,174.57</u>
PRECIO UNITARIO	=	\$ 5,692.15/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIHAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

3.- EXCAVACION EN BANCOS DE PRESTAMO, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, BANCO "CERRO PRIETO" UBICADO A 200 MTS. A LA DERECHA DE LA ESTACION 10+640.00 DEL CAMINO.

Equipos: Tractor Komatsu D-155-A con ripper de tres dientes y cuchilla angulable.

Costo Horario = \$ 173,753.21

Traxcavo 955 L

Costo Horario = \$ 59,854.30

Rendimiento = 70 M3/Hra.

Se considera para la extracción en banco un 80% de material "B" y 20% de material "C" sin uso de explosivos.

Tractor:

Rendimiento en Material "C" = 10 M3/Hr.

Rendimiento en Material "B" = 80 M3/Hr.

Costo Mat. C = \$ 173,753.21/Hr. = \$ 17,375.32 M3
10 M3/Hr.

= \$ 17,375.32 M3 * 20% = \$ 3,475.06 M3

Costo Mat. B = \$ 173,753.21/Hr. = \$ 2,171.92 M3
80 M3

= \$ 2,171.91 M3 * 80% = \$ 1,737.54 M3

Costo Carga Trascavo = \$ 59,854.30/Hr. = \$ 855.06 M3
70 M3/Hr.

	COSTO DIRECTO	= \$ 6,067.66
26% INDIRECTOS + UTILIDAD	=	<u>1,577.59</u>
PRECIO UNITARIO	=	\$ 7,645.25 M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

4.- COMPACTACION DE UNIDAD DE OBRA TERMINADA DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES AL 90%.

EQUIPO: Motoconformadora, escarifica y agrega humedad.

Costo Horario = \$ 56,829.32

Rendimiento = 50 M3/Hr.

Costo Motoconformadora = $\frac{\$ 56,829.32}{50 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 1,136.58/M3

EQUIPO: Compactador Dynapac, compacta material homogenizado al 90%

Costo Horario = \$ 42,415.59

Rendimiento = 70 M3/Hr.

Costo Compactador = $\frac{\$ 42,415.59}{70 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 605.93/M3

Costo por concepto de Agua.

Costo Horario Pipa = \$ 52,792.69 * 0.0721 = \$ 3,806.35

COSTO DIRECTO	= \$ 5,548.86
26% INDIRECTOS + UTILIDAD	= <u>1,442.70</u>
PRECIO UNITARIO	= \$ 6,991.56 M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZINAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

5.- FORMACION Y COMPACTACION POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA DE TERRAPLENES ADICIONALES CON SUS CUÑAS DE SOBREALCHO, AL 95%.

EQUIPO: Motoconformadora acamellopa, humedece y extiende material.

Costo Horario = \$ 56,829.32

Rendimiento = 40 M3/Hr.

Costo Motoconformadora = \$ 56,829.32/Hr. = \$ 1'420.73/M3
40 M3/Hr.

EQUIPO: Compactador Dynapac CA-25-A compacta material homogeneizado.

Costo Horario = \$ 42,415.59

Rendimiento = 60 M3/Hr.

Costo Compactador = \$ 42,415.59/Hr. = \$ 706.93/M3
60 M3/Hr.

Costo por concepto de Agua 1er. km.

Costo Horario Pipa = \$ 52,792.69/Hr. = \$ 2,111.71/M3

Rendimiento 25 M3/Hr.

COSTO DIRECTO = \$ 4,239.37

26% INDIRECTOS + UTILIDAD = 1,102.24

PRECIO UNITARIO = \$ 5,341.61/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

**6.- ACARREOS PARA TERRACERIAS.
SOBREACARRO DE MATERIAL. PARA DISTANCIAS HASTA DE CINCO (5)
HECTOMETROS.**

**A).- PARA EL PRIMER HECTOMETRO, ES DECIR LOS PRIMEROS CIEN (100)
METROS.**

Camión de volteo fansa F 1314 rinde 28 M3. En movimiento 1
km.

Costo Horario = \$ 31,820.03

Rendimiento = 28.00 M3/Hr.

Costo camión en movimiento = $\frac{\$ 31,820.03}{28 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 1,136.43

COSTO UNITARIO	=	\$ 1,136.43
26% INDIRECTOS + UTILIDAD	=	<u>295.47</u>
PRECIO UNITARIO	=	\$ 1,431.90 M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

MAMPOSTERIA

7.- MAMPOSTERIA DE TERCERA CLASE. A CUALQUIER ALTURA POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, CON CEMENTO-ARENA 1:5 EN ALCANTARILLAS.

a).- Obtención de la Piedra

Ayudante	Jor.	\$ 27,220.43	*	1.00	=	\$ 27,220.43
Cabo	Jor.	34,623.02	*	0.10	=	<u>3,462.30</u>
						\$ 30,682.30/Jor.

Rendimiento = 4 M3/Jor.

Costo de Pepena = $\frac{\$ 30,682.30}{4 \text{ M3/Jor.}}$ = \$ 7,670.68/M3

b).- Carga y Acarreo

Ayudante	Jorn	\$ 27,220.43	*	1.00	=	\$ 27,220.43
Cabo	Jorn.	34,623.02	*	0.10	=	<u>3,462.30</u>
						\$ 30,682.73/Jor.

Rendimiento= 4 M3/Jor.

Costo Carga = $\frac{\$ 30,682.73}{4 \text{ M3 Jar.}}$ = \$ 7,670.68/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

c).- Mamposteo

Of. albañil	Jor.	\$ 31,646.38	* 1.00 =	\$ 31,646.38
Ayudante	Jor.	27,220.43	* 1.00 =	27,220.43
Cabo	Jor	34,623.02	* 0.10 =	<u>3,462.30</u>
				\$ 62,329.11

Rendimiento = 2.5 M3/Jor.

Costo de mamposteo = $\frac{\$ 62,329.11}{2.5 \text{ M3/Jor.}}$ = $\$ 24,931.64/\text{M3}$

d).- Mortero Cemento-Arena 1:5

Cemento	Ton.	\$ 220,509.00	* 0.360 =	\$ 79,383.24
Arena	M3	23,430.00	* 1.230 =	28,818.90
Agua	M3	3,805.52	* 0.325 =	<u>1,236.79</u>
				\$109,438.93

Para 1 M3 de mamposteria se necesita = 350 Litros.

Costo mortero = $\$ 109,438.93 * 0.350$ = $\$ 38,303.63$
 3.5% Herramienta * $\$ 24,931.64$ = 872.61

Resumen:	a).-	\$ 7,670.68
	b).-	7,670.68
	c).-	24,931.64
	d).-	38,303.63
	e).-	<u>872.61</u>
		\$ 79,449.24

COSTO UNITARIO = \$ 79,449.24
 26% INDIRECTOS + UTILIDAD = 20,656.80
 PRECIO UNITARIO = \$ 100,106.04 M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

B.- ZAMPEADO DE MAMPOSTERIA DE TERCERA CLASE. JUNTEADOS CON MORTERO DE CEMENTO 1:5 A CUALQUIER ALTURA. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

a).- Obtención de la Piedra

Ayudante	Jor.	\$ 27,220.43	* 1.00 = \$ 27,220.43
Cabo	Jor.	34,623.02	* 0.10 = <u>3,462.30</u>
			\$ 30,682.73/Jor.

Rendimiento = 4 M3/Jor.

Costo Pepena = \$ 30,682.73/Jor. = \$ 7,670.68/M3
4 M3/Jor.

b) Carga y Acarreo

Ayudante	Jor.	\$ 27,220.43	* 1.00 = \$ 27,220.43
Cabo	Jor.	34,623.02	* 0.10 = <u>3,462.30</u>
			30,682.73/Jor.

Rendimiento = 4 M3/Jor.

Costo de carga = \$ 30,682.73/Jor. = \$ 7,670.68/M3
4 M3/Jor.

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

c) Zampeado

Of. albañil	Jor.	\$ 31,646.38	* 1.00 =	\$ 31,646.38
Ayudante	Jor.	27,220.43	* 1.00 =	27,220.43
Cabo	Jor.	34,623.02	* 0.10 =	<u>3,462.30</u>
				62,329.11/Jor.

Rendimiento = 4 M3/Jor.

Costo Zampeado = \$ 62,329.11/Jor. = \$ 15,582.28/M3
4 M3/Jor.

d). - Mortero Cemento-Arena 1:5

Cemento	Ton.	\$ 220,509.00	* 0.360 =	\$ 79,383.24
Arena	M3	23,430.00	* 1.230 =	28,818.90
Agua	M3	3,805.52	* 0.325 =	<u>1,236.79</u>
				\$109,438.93

Para 1 M3 de zampeado se necesitan 150 Litros.

Costo mortero = \$ 109,438.93 * 0.150 = \$ 16,415.84
3.5% Herramienta * \$ 15,582.28 = 545.38
\$ 16,961.22

Resumen:	a). -	\$ 7,670.68
	b). -	7,670.68
	c). -	15,582.28
	d). -	<u>16,961.22</u>

\$ 47,884.86

COSTO DIRECTO = \$ 47,884.86

26% INDIRECTOS + UTILIDAD = 12,450.06

PRECIO UNITARIO = \$ 60,334.92 M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAM**

PRECIOS UNITARIOS

CONCRETO HIDRAULICO

9.- CONCRETO HIDRAULICO NORMAL DE F'C = 200 KG./CM2 POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, EN CUALQUIER ESTRUCTURA.

A) MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P.V	IMPORTE
Cemento	Ton.	0.391	220,509.00	\$ 86,219.02
Arena	M3	0.470	23,430.00	11,012.10
Grava	M3	0.650	28,000.00	18,200.00
Agua	M3	0.215	3,805.52	<u>818.14</u>
				\$116,249.31

B).- EQUIPO

Revolvedora de 1 saco

Rendimiento = 0.50 M3/Hr.

Costo Horario = \$ 9,837.78

Costo Equipo = \$ 9,857.78/Hr. = \$ 4,918.89/Hr.

0.50 M3/Hr.

C).- MANO DE OBRA

Fabricación:

Cuadrilla No. 1 = (0.10 cabo + 3 peón)
= (3,462.30 + 3(27,220.43))
= \$ 85,123.59/Jor.

Rendimiento de Cuadrilla = 0.325 M3/Jor.

Costo de Fabricación = 0.325 M3/Jor. **85,123.59/Jor.
= \$ 27,665.17/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

Vaciado:

Cuadrilla No. 2	=	(0.25 of. albañil+1 peón)
	=	(0.25(31,646.38)+27,220.43)
	=	\$ 35,132.03/Jor.
Rendimiento de Cuadrilla	=	0.950 M3/Jor.
Costo de Vaciado	=	0.950 M3/Jor. *\$35,132.03/Jor.
	=	<u>\$ 33,375.42/M3</u>

COSTO DIRECTO	=	\$ 184,345.22
26% INDIRECTOS + UTILIDAD	=	<u>47,929.76</u>
PRECIO UNITARIO	=	\$ 232,274.98/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

10.- ACERO DE REFUERZO. POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA, VARILLA DE LIMITE ELASTICO IGUAL O MAYOR DE 2.320 KG./CM2

MATERIAL

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.V.	IMPORTE
Varilla	Kg.	1.10	1,156.00	\$ 1,271.60

EQUIPO

Cortadora	Kg.	1.00	0.570	\$ 0.570
Rep. Cortadora	Kg.	1.00	1.120	1.125
Base Cortadora	P.T.	0.27	2.500	<u>0.675</u>
				\$ 2.37

MANO DE OBRA

Cuadrilla	(0.5 of. fierrero + 1 Ayudante)			
Jornal	= 0.013			
Costo mano de obra	= 0.013 * \$ 43,043.62			= \$ 559.57
Herramienta	3.5% * \$ 559.57			= <u>19.58</u>
				\$ 579.15

COSTO DIRECTO	=	\$ 1,853.12
26% INDIRECTOS + UTILIDAD	=	<u>481.81</u>
PRECIO UNITARIO	=	\$ 2,334.93 kg.

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

- 11.- TUBERIA DE CONCRETO (POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA) REFORZADO DE F'C=280 KG/CM2 CON JUNTAS TIPO MACHO Y HEMBRA. DE 1.20 M. DE DIAMETRO.

MANO DE OBRA

Albañil	Jor.	\$ 31,646.38	×	1.00	=	\$ 31,646.38
Ayudante	Jor.	27,220.43	×	1.00	=	27,220.43
Cabo	Jor.	34,623.02	×	0.10	=	<u>3,462.30</u>
						\$ 62,329.11/Jor.

RENDIMIENTO = 4.5 ML./Jor.

Costo de colocación =	\$ 62,329.11	=	\$ 13,850.91 ML.
	4.5 ML./Jor.		

EQUIPO

Rendimiento de grua. tendido de tubo = 0.23 Hrs. ML./Hr.

Costo Horario = \$ 59,854.30

Costo de equipo 0.23 ML./Hr. × \$ 59,854.30 = \$ 13,766.49/ML.

MATERIALES

Suministro de tubo \$ 350,000/M = \$350,000.00

	COSTO DIRECTO	=	\$ 377,617.40
	26% INDIRECTOS + UTILIDAD	=	<u>98,180.52</u>
	PRECIO UNITARIO	=	\$475,797.92/ML

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

12.- SUB-BASE COMPACTADA AL CIEN POR CIENTO (100%) POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA DEL BANCO NO. 3 PEÑA BLANCA "I" UBICADO A LA DERECHA DEL KM. 7+300 DEL TRAZO DEL CAMINO PTO. SALITRE-BOQUILLA.

EQUIPO.- Tractor Komatsu D-155-A con riper de tres dientes y cuchilla angulable.

Costo Horario = \$ 173,753.21

Traxcavo 9551

Costo Horario = \$ 59,853.30

Rendimiento = 42 M3/Hr.

Se considera para la extracción en banco un 80% de material B y 20% de material C sin uso de explosivos.

Tractor

Rendimiento en material "C" = 10 M3/Hr.

Rendimiento en material "B" = 60 M3/Hr.

Costo Mat. C = \$ <u>173,753.21</u> /Hr.		= \$ 17,375.32
10 M3/Hr.		
= \$ 17,375.32 * 20%		= \$ 3,475.06/M3

Costo Mat. B = \$ <u>173,753.21</u> /Hr.		= \$ 2,171.92
60 M3/Hr.		
= \$ 2,171.92 * 80%		= \$ 1,737.54/M3

Costo carga traxcavo = \$ <u>59,854.30</u> /Hr.		= \$ 1,452.10/M3
42 M3/Hr.		

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

12-A).- EQUIPO: Motoconformadora, escarifica y agrega humedad.		
Costo Horario		= \$ 56,829.32
Rendimiento	= 30 M3/Hr.	
Costo motoconformadora	= <u>\$ 56,829.32/Hr.</u> 30 m3/Hr.	= \$ 1,894.31/M3
EQUIPO: Compactador Dynapac, compacta material homogenezado al 100%		
Costo Horario		= \$ 42,415.59
Rendimiento	= 55 M3/Hr.	
Costo compactador	= <u>\$ 42,415.59/Hr.</u> 55 M3/Hr.	= \$ 771.19/M3
Costo por concepto de Agua 1er. Km.		
Costo horario pipa		= \$ 52,792.69
Rendimiento	= 30 M3/Hr.	
Costo de agua	= <u>\$ 52,792.69/Hr.</u> 30 M3/Hr.	= \$ 1,759.76/M3
	COSTO DIRECTO	= \$ 11,062.96
	26% INDIRECTOS + UTILIDAD	= \$ <u>2,876.37</u>
	PRECIO UNITARIO	= \$ 13,939.33/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

- 13.- BASE COMPACTADA AL CIEN POR CIENTO (100%) CON MATERIAL DEL BANCO NO. 4 "PERA BLANCA 1" UBICADA A 250 MTS. A LA DERECHA DEL KM 7+640 DEL TRAZO DEL CAMINO PTO. SALITRE-BOQUILLA

EXPLDTACION DE BANCO

EQUIPO: Compresor Ingersoll Rand p-350 pcm.
Perforadora Ingersoll Rand J-40 de 81 PCM

13.- Barrenación: Costo compresor

Costo Horario = \$ 36,317.34
Rendimiento = 30 M3/Hr.

Costo = $\frac{\$ 36,317.34}{30 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 1,210.58/M3

Costo perforadora

Costo horario = \$ 4,147.63
Rendimiento = 5 M3/Hr.

Costo = $\frac{\$ 4,147.63}{5 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 829.53/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

2).-Materiales

Concepto	Cantidad	P.V.	Importe
Dinamita 1/8" > 0.27 Kg/M3	0.054	\$ 14,858.00	\$ 802.33
Agente explosivo			
Mexamon . 0.27 Kg/M3	0.376	1,909.00	\$ 717.78
Cordon detonante	0.365	1,398.40	510.42
Fulminante No. 6	1.00	646.30	646.30
Cañuela	0.20	727.95	145.59
Acero de Barrenación	0.002	559,282.50	1,118.57
Aceite lubricación	0.04	3,142.95	<u>125.72</u>
			\$4,066.71

3).-Barrenación

Perforista	Jor.	\$ 37,571.64	\$ 1.00 =	\$ 37,571.64
Ayudante	Jor.	27,220.43	\$ 1.00 =	27,220.43
Cabo	Jor.	42,987.07	\$ 0.10 =	<u>4,298.70</u>
				\$ 69,090.77

Rendimiento = 40 M3/Hr.

Costo = \$ 69,090.77/Hr. = \$ 1,727.27
40 M3/Hr.

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

4.- Carga y voladura

Cabo	Jorn.	\$ 42,987.07	\$	1.00	=	\$ 42,987.07
Ayudante	Jorn.	27,220.43	\$	3.00	=	<u>81,661.29</u>
						\$124,648.36

Rendimiento = 280 M3/hr.

Costo = $\frac{\$ 124,648.36}{2804 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 445,174/M3

Costo Tractor = $\frac{\$ 173,753.21}{100 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 1,737.53

Costo explotación de banco = \$ 10,016.78

Costo M3 Medido Compactado
\$ 10,016.78 * 1.05 = \$ 10,517.61

TRITURACION

Trituradora conjunto TELSSMITH 20 * 36 SE

Costo Horario = \$ 308,700.40/Hr.

Rendimiento = \$ 25 M3/Hr.

Costo Trituradora = $\frac{\$ 308,700.40}{25 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 12,348.01/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

CONFORMADO Y COMPACTACION

EQUIPO: Motoconformadora, escarifica y agrega humedad

Costo horario = \$ 56,829.32

Rendimiento = 25 M3/Hr.

Costo Motoconformadora = $\frac{\$ 56,829}{25 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 2,273.17/M3

EQUIPO: Compactador Dynapac, compacta material homogeneizado al 100%

Costo Horario = \$ 42,415.59

Rendimiento = 37 M3/Hr.

Costo Compactador = $\frac{\$ 42,415.59}{37 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 1,146.36/M3

Costo por concepto de agua 1er. Km.

Costo Horario = \$ 52,792.69

Rendimiento = 25 M3/Hr.

= $\frac{\$ 52,792.69}{25 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 2,111.70/M3

COSTO DIRECTO	=	\$ 28,396.85
26% INDIRECTOS + UTILIDAD	=	<u>7,383.18</u>
PRECIO UNITARIO	=	\$ 35,780.03 M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

MATERIALES ASFALTICOS

14.- ASFALTO FM-1 EN RIGIDO DE IMPREGNACION POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA.

EQUIPO: Petrolizadora Seaman Gunnison
 Costo Horario = \$ 49,148.63
 Rendimiento = 1.110 Lts./Hr.

Costo petrolizadora = $\frac{\$ 49,148.63}{1.110 \text{ Lts./Hr.}}$ = \$ 44.28/LT.

Almacenaje:

Costo cisterna de 10,000 Lts. = \$ 8'625,000.00

Costo cisterna = $\frac{\$ 8'625,000.00 \times 3 \text{ Unidades}}{400,000 \text{ Lts.}}$ = \$ 64.69/LT.

Consumo:

Asfalto FM-1	1.09	* \$ 304.00	= \$ 331.36/LT.
Diáfano	0.01239	* 527.85	= 6.54/LT.

Mano de Obra

Ayudante general Jar. 0.001 * \$27,220.43 = \$ 27.22

COSTO DIRECTO	= \$ 474.09
26% INDIRECTOS + UTILIDAD	= <u>123.26</u>
PRECIO UNITARIO	= 597.35/Lts.

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZINAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

15.- ASFALTO FR-3 EN RIEGO DE LIGA, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA

EQUIPO: Petrolizadora Seaman Gunnison

Costo Horario = \$ 49,148.63

Rendimiento = 1,110 Lts./Hr.

Costo Petrolizadora = $\frac{\$ 49,148.63}{1,110 \text{ Lts./Hr.}}$ = \$ 44.28/LT.

Almacenaje:

Costo cisterna 10,000 Lts. = \$ 6'625.000.00

Costo cisterna = $\frac{\$ 6'625,000.00}{400,000 \text{ Lts.}}$ * 3 Unidades = \$ 64.69/LT.

Consumo:

Asfalto FR-3 1.03 * \$ 273.00 = \$ 281.19/LT.

Mano de obra:

Ayudante general Jornal 0.001 * \$ 27,220.43 = \$ 27.22

COSTO DIRECTO	= \$ 417.38
26% INDIRECTOS + UTILIDAD	= <u>108.52</u>
PRECIO UNITARIO	= \$ 525.90/Lts.

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO

- 16.- CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA
COMPACTADA AL NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95%)

DEL BANCO NO. 9 "RANCHO NUEVO" UBICADO EN AMBOS LADOS DEL KM
25+200 DEL TRAZO DEL CAMINO FTO. SALITRE BOQUILLA, CON ORIGEN EN
EL KM. 60+200 DE LA CARRETERA SAN JUAN DEL RIO-PINAL DE AMOLES.

EQUIPO:

a).- PLANTA DE CONCRETO ASFALTICO STAN STEEL TM40

Costo Horario	=	\$ 439,833.71	
Rendimiento	=	32.8 M3/Hr.	
Costo Planta	=	<u>\$ 439,833.71/Hr.</u>	= \$ 13,409.56/M3
		32.8 M3/Hr.	

b).- GENERADOR ELECTRICO CAT. 3412T

Costo Horario	=	\$ 68,199.61	
Rendimiento	=	32.8 M3/Hr.	
Costo Generador	=	<u>\$ 68,199.61/Hr.</u>	= \$ 2,079.26/M3
		32.8 M3/Hr.	

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZINAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

c).- FINISHER ASFALTICA BARBER GREEN 26-27 M/KIN

Costo Horario	=	\$ 104,994.88	
Rendimiento	=	32 M3/Hr.	
Costo Finisher	=	<u>\$ 104,994.88/Hr.</u>	= \$ 3,281.09/M3
		32.8 M3/Hr.	

d).- COMPACTADOR DYNAPAC CA 25 A

Costo Horario	=	\$ 42,415.59	
Rendimiento	=	233 M3/Hr.	
Costo Compactador	=	<u>\$ 42,415.59/Hr.</u>	= \$ 182.04/M3
		233 M3/Hr.	

e).- TRITURADORA CONJUNTO TELSMITH 20 * 36 YSE

Costo horario	=	\$ 308,700.40	
Rendimiento	=	25 M3/Hr.	
Costo Trituradora	=	<u>\$ 308,700.40/Hr.</u>	= \$ 12,348.02/M3
		25 M3/Hr.	

SUB-TOTAL = \$ 31,299.97/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

EXPLOTACION BANCO No. 9 RANCHO NUEVO

Equipo:

Compresor Ingersoll Rand P-350 pcm
Perforadora Ingersoll Rand J-40 de 81 pcm

1).- BARRENACION: Costo compresor

Costo Horario = \$ 36,317.34
Rendimiento = 30 M3/Hr.

Costo = $\frac{\$ 36,317.34}{30 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 1,210.58/M3

: Costo perforadora

Costo Horario = \$ 4,147.63
Rendimiento = 5 M3/Hr.

Costo = $\frac{\$ 4,147.63}{5 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 829.53/M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

4).- CARGA Y VOLADURA

Cabo	Jor.	\$ 42,987.07	* 1.00	= \$ 42,987.07
Ayudante	Jor.	27,220.43	* 1.00	= <u>27,220.43</u>
				\$ 70,207.50

Rendimiento = 80 M3/Hr.

Costo = $\frac{\$ 70,207.50}{80 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 877.59/M3

EXTRACCION CON TRACTOR

Costo Horario = \$ 173,753.21

Rendimiento = 100 M3/Hr.

Costo de Extracción = $\frac{\$ 173,753.21}{100 \text{ M3/Hr.}}$ = \$ 1,737.53/M3

Costo por Explotación del Banco Rancho Nuevo = \$ 11,154.15

M3 Medido Compactado \$ 11,154.15 * 1.05 = \$ 11,711.86

COSTO DIRECTO = \$ 43,011.83

26% INDIRECTOS + UTILIDAD = 11,183.08

PRECIO UNITARIO = \$ 54,194.91 M3

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO
HIDROELECTRICO ZIMAPAN**

PRECIOS UNITARIOS

2).- MATERIALES

CONCEPTO	CANTIDAD	P. V.	IMPORTE
Dinamita 1/8" > 0.27 Kg/M3	0.10	\$ 14,858.00	\$ 1,485.80
Agente explosivo mexamon - > 0.27 kg/M3	0.60	1,909.00	1,145.40
Cañuela	1.00	727.95	727.95
Fulminante No. 6	1.00	646.30	646.30
Acero de Barrenación	0.001	466,201.75	466.20
Aceite lubricación	0.095	3,142.95	<u>300.00</u>
			\$ 4,771.65

3).- BARRENACION

Perforista	Jor.	\$ 37,571.64	* 1.00	= \$ 37,571.64
Ayudante	Jor.	\$ 27,220.43	* 1.00	= 27,220.43
Cabo	Jor.	42,987.07	* 0.10	= <u>4,298.70</u>
				\$ 69,090.78

Rendimiento = 40 M3/Hr.

Costo = \$ 69,090.78/Hr. = \$ 1,727.27
40 M3/Hr.

C A P I T U L O V I

PRESUPUESTO

P R E S U P U E S T O

Para tener conocimiento del costo de la obra, se requiere de conocer los conceptos y actividades que intervienen en el proceso constructivo y los volúmenes o cantidades de obra que en conjunto con los precios unitarios se llega a un costo de obra.

A continuación se presenta el presupuesto.

PRESUPUESTO

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN, TRAMO PTO.
SALITRE - CERRO PRIETO DEL KM 0+000 AL KM 25 + 177.**

No.	CONCEPTO Y DESCRIP. DE OBRA.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
TERRACERIAS					
01	DESMONTE POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA,	HA	10.00	348,613.13	3,486,131.30
02	DESPALME, DESPERDI- CIANDO EL MATERIAL, POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA EN CORTES.	M3	45,276.00	875.71	39,648,645.96
03	DESPALME, DESPERDI- CIANDO, EL MAT. POR UNIDAD DE OBRA TER- MINADA, PARA DES-- PLANTE DE TERRAPLE- NES.	M3	47,093.00	1,094.65	51,550,352.45
04	EXCAVACIONES, POR - UNIDAD DE OBRA TER- MINADA, EN CORTES Y ADICIONALES ABAJO DE LA SUBRASANTE, - CUANDO EL MATERIAL SE UTILICE PARA -- FORMACION DE TERRA- PLENES.	M3	73,268.00	5,692.15	417,052,446.20
05	EXCAVACIONES, POR - UNIDAD DE OBRA TER- MINADA, EN CORTES Y ADICIONALES ABAJO - DE LA SUBRASANTE, CUANDO EL MATERIAL SE DESPERDICIE.	M3	33,992.00	5,546.21	100,526,770.32
06	EXCAVACIONES DE - PRESTAMOS, POR UNI- DAD DE OBRA TERMI- NADA. LATERALES -- DENTRO DE LA FAJA - DE 20 Y 40 M.	M3	17,862.00	5,367.52	95,794,114.97

PRESUPUESTO

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN, TRAMO PTO. SALITRE - CERRO PRIETO DEL KM 0+000 AL KM 25 + 177.

No.	CONCEPTO Y DESCRIP. DE OBRA.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
07	EXCAVACIONES DE -- PRESTAMOS, POR UNI- DAD DE OBRA TERMI-- NADA: DE LOS BANCOS ANALIZADOS.	M3	70,862.00	7,251.00	513,826,030.96
08	COMPACTACION POR -- UNIDAD DE OBRA TER- MINADA, DEL TERRENO NATURAL EN EL AREA DE DESPLANTE DE LOS TERRAPLENES PARA 90 Y 95%	M3	40,105.00	6,835.00	326,361,863.25
09	FORMACION Y COMPAC- TACION DE LA CAPA -- SUP. DE LOS TERRA-- PLENES. PARA FOR-- MAR LA SUBRASANTE PARA 90 Y 95%.	M3	50,900.00	5,233.04	226,361,863.25
10	FORMACION Y COMPAC- TACION DE LA CAPA -- SUPERIOR DE LOS TE- RRAPLENES. PARA -- FORMAR LA SUBRASAN- TE PARA 90 Y 95%.	M3	51,029.00	5,341.61	363,127,489.41
11	FORMACION DE LA -- PARTE DE LOS TERRA- PLENES Y DE LAS CU- NAS DE SOBRE ANCHO, CONSTRUIDOS CON MA- TERIAL NO COMPACTA- BLE.	M3	51,029.00	1,459.52	74,447,846.00
CANALES					
12	EXCAVACION PARA CA- NALES DE ENTRADA Y SALIDA A OBRAS DE -- DRENAJE.	M3	4,070.00	10,727.00	43,660,965.70

PRESUPUESTO

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN, TRAMO PTO. SALITRE - CERRO PRIETO DEL KM 0+000 AL KM 25 + 177

No.	CONCEPTO Y DESCRIP. DE OBRA.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
13	EXCAVACION PARA - CONTRACUNETAS.	M3	13,860.00	10,727.51	148,683,288.60
ACARREOS PARA TERRACERIAS					
14	SOBREACARREO DE MA- TERIALES, PARA DIS- TANCIAS HASTA DE -- CINCO (5) ESTACI -- ONES DE VEINTE (20) METROS.	M3- EST	64,476.00	729.77	47,052,650.52
15	SOBREACARREO DE - MATERIALES, PARA -- DISTANCIAS HASTA DE CINCO (5) HECTOME - TROS, PARA EL PRIMER HECTOMETRO.	M3	24, 191.00	1,431.90	34.639,092.90
16	SOBREACARREO DE - MATERIALES, PARA -- DISTANCIAS HASTA DE CINCO (5) HECTOME-- TROS, PARA LA DIS-- TANCIA EXCEDENTE AL PRIMER HECTOMETRO, INCREMENTADO POR - CADA HECTOMETRO - ADICIONAL AL MIEMBRO.	M3- HM	26,090.00	477.30	12,452,757.00
17	SOBREACARREO DE MA- TERIALES, PARA DIS- TANCIAS HASTA DE -- DOS (2) KILOMETROS, PARA LOS PRIMEROS,- CINCO (5) HECTOMETROS,	M3	2,173.00	1,909.20	4,148.691.60

PRESUPUESTO

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN, TRAMO PTO. SALITRE - CERRO PRIETO DEL KM 0+000 AL KM 25 + 177.

No.	CONCEPTO Y DESCRIP. DE OBRA.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
18	SOBREACAPREO DE MATERIALES, PARA DISTANCIAS HASTA DE DOS (2) KILOMETROS, PARA LA DISTANCIA EXCEDENTE A LOS PRIMEROS CINCO (5) HECTOMETROS. INCREMENTO POR CADA HECTOMETRO ADICIONAL A LOS PRIMEROS CINCO.	M ³ - HM	3,572.00	409.11	1,461,340.92
19	SOBREACARREO DE MATERIALES PARA CUALQUIER DISTANCIA DE MATERIALES DE PRES-TAMO DE BANCO PARA LA CONSTRUCCION DE LA CAPA SUBRASANTE Y PARA COMPLEMENTAR LA CONSTRUCCION DEL CUERPO DEL TERRAPLEN.				
	A).- PARA EL PRIMER KILOMETRO.	M ³	70,862.00	1,431.90	101,467,297.00
	B).- PARA LOS KILOMETROS SUBSE-- CUENTES	M ³ KM	117,699.00	715.94	84,265,422.06
	ESTRUCTURA Y OBRAS DE DRENAJE				
20	EXCAVACION PARA ESTRUCTURA, CUALES -- QUIERA QUE SEA SU -- CLASIFICACION Y -- PROFUNDIDAD	M ³	9,097.00	25,102.90	220,361,809.06

PRESUPUESTO

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN, TRAMO PTO. SALITRE - CERRO PRIETO DEL KM 0+000 AL KM 25 + 177

No.	CONCEPTO Y DESCRIP. DE OBRA.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
21	RELLENOS PARA LA -- PROTECCION DE LAS -- OBRAS DE DRENAJE.	M3	3,410.00	14,799.33	50,465,715.30
22	MAMPOSTERIA DE TER- CERA CLASE A CUAL -- QUIER ALTURA. EN -- ALCANTARILLA.	M3	2,657.00	100,106.04	265,981,748.28
23	MAMPOSTERIA DE TER- CERA CLASE A CUAL -- QUIER ALTURA, EN -- MUROS DE SOSTENIMI- ENTO.	M3	2,571.00	148,876.00	382,760,401.68
24	ZAMPEADO A CUAL -- QUIER ALTURA DE -- MAMPOSTERIA DE TER- CERA CLASE.	M3	263.00	60,334.92	15,868,083.96
25	CONCRETO HIDRAULICO F'C=100 KG./CM2	M3	9.00	200,934.51	1,808,410.59
26	CONCRETO HIDRAULICO F'C=150 KG./CM2	M3	100.00	216,163.72	21,616,372.00
27	CONCRETO HIDRAULICO F'C=200 KG./CM2	M3	43.00	232,274.90	9,987,834.14
28	ACERO DE REFUERZO -- EN ESTRUCTURAS -- F'C=2320 KG./CM2	KG	13,244.00	2,334.93	30,923,812.92
29	ALCANTARILLAS TUBU- LARES DE CONCRETO -- REFORZADO CON JUNTAS TIPO MACHO Y HEMBRA DE 90, 105 Y 120 CM. DE DIAMETRO.	ML	977.00	292,843.30	291,964,765.70
30	BORDILLOS DE CONCRETO ASFALTICO.	M	11,270.00	4,104.46	46,257,264.20

PRESUPUESTO

**CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN, TRAMO PTO.
SALITRE - CERRO PRIETO DEL KM 0+000 AL KM 25 + 177**

No.	CONCEPTO Y DESCRIP. DE OBRA.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
31	RECUBRIMIENTO DE-- CUNETAS Y CONTRA-- CUNETAS CON CON-- CRETO HIDRAULICO - SIMPLE F'C=150 -- KG./CM ²	M ³	3,434.00	235,063.72	807,208,814.40
32	LAVADEROS METALICOS FORMADOS CON MEDIO TUBO DE LAMINA DE ACERO CON DOBLE CA-- PA DE CEMENTO AS-- FALTICO DE 60 CM. DE DIAMETRO Y CA-- LIBRE No. 12.	M	630.00	132,636.63	83,561,076.90
PAVIMENTACION					
33	SUB-BASE COMPACTA-- DA AL CIEN POR --- CIENTO (100%) DEL BANCO No. 3 PERA BLANCA "I".	M ³	34,384.00	13,939.33	479,289,922.72
34	BASE COMPACTADA AL CIEN POR CIENTO - (100%) DEL BANCO - No. 4 PERA BLANCA "II".	M ³	32,641.00	35,700.03	1,167,895,959.23
35	MATERIAL ASFALTICO FM-1 EN RIEGO DE - IMPREGNACION.	LT	358,544.00	597.35	214,176,258.40
36	MATERIAL ASFALTICO FR-3 EN RIEGO DE - LIGA.	LT	87,247.00	525.90	45,883,197.30
37	MATERIAL ASFALTICO FR-3 EN RIEGO DE - SELLO.	LT	254,150.00	532.03	135,215,424.50

PRESUPUESTO

CAMINO DE ACCESO AL PROYECTO HIDROELECTRICO ZIMAPAN, TRAMO PTO. SALITRE - CERRO PRIETO DEL KM 0+000 AL KM 25 + 177

No.	CONCEPTO Y DESCRIP. DE OBRA.	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE
38	CEMENTO ASFALTICO EMPLEADO EN CONCRETO ASFALTICO.	KG	1,502,550.00	300.28	451,185,714.00
39	ADITIVOS PARA ASFALTOS REBAJADOS.	LT	6,132.00	10,242.73	62,808,420.36
40	ADITIVOS PARA MEZCLAS ASFALTICAS EN	LT	15,029.00	10,187.69	153,110,793.01
41	BARRIDO DE SUPERFICIE POR TRATAR.	HA	25.00	331,850.90	8,296,274.75
42	CARPETA DE CONCRETO ASFALTICO, COMPACTADO AL NOVENTA Y CINCO POR CIENTO (95%).	M ³	12,026.00	54,194.91	651,747,987.66
43	RIEGO DE SELLO, UTILIZANDO MATERIAL PETREO.	M ³	2,118.00	25,893.08	54,820,363.44
44	ACARREO DE MATERIALES PARA PAVIMENTOS MEDIDOS ACAMELLONADOS EN LOS ALMACENAMIENTOS O EN LOS VEHICULOS DE TRANSPORTE EN EL LUGAR DE DESCARGO PARA SER UTILIZADOS EN RIEGOS DE SELLO, BASE, SUB-BASE Y CARPETA.	M ³ - KM	883,218.00	771.02	680,978,742.36
			SUMA	TOTAL	* 9.162.698,439.51

C A P I T U L O V I I

CONCLUSIONES

VII.- CONCLUSIONES

El presente trabajo es de carácter didáctico y está dirigido a los estudiantes del Área de construcción y a las personas dedicadas al estudio de las vías terrestres.

Mencionamos los datos básicos del proyecto que son fundamentales desde el punto de vista de la Ingeniería, se realizó el estudio Geotécnico del subsuelo del camino, así como el de los materiales de los bancos de préstamo, para su utilización en el cuerpo del terraplén.

Describo el método de diseño empleado para la elección del pavimento (Instituto de Ingeniería de la UNAM); así como los procedimientos generales de construcción y las normas de calidad requeridas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y la Comisión Federal de Electricidad.

Elaboré una curva masa de un tramo del camino, para hacer notar la importancia de la misma en la realización de un proyecto carretero, así como el análisis de precios unitarios y programa de actividades para tener un control en la ejecución del proyecto y finalmente presento el presupuesto, el cual nos indica el costo de la obra.

El principal objetivo de construir un camino de este tipo es proporcionar una adecuada seguridad y rapidez para transportar personal, materiales, maquinaria y el equipo necesario para construir el proyecto Hidroeléctrico "ZIMAPAN" que formará parte del desarrollo del país.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Instituto de Geología. UNAM (1972-1985)
Cartas Geológicas de los Estados de Hidalgo
y Querétaro.
- 2.- Corro Caballero S. y Prado D. G. (1974)
"Diseño Estructural de Carreteras con
Pavimento Flexible".
- 3.- Secretaría de Obras Públicas (1971)
"Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras"
México, D. F.
- 4.- Rico Rodríguez A. y Del Castillo Méjia H (1978)
"La Ingeniería de los Suelos en las Vías
Terrestres", Vol. 2.
México, D. F.
- 5.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (1981)
Normas de Construcción
Tomos XIII y IX.
México, D. F.
- 6.- Instituto de Ingeniería, UNAM (1981)
Instructivo para Diseño de Pavimentos
Flexibles para carretera.

- 7.- Ingeniería de Carreteras
Laurence I. Hewest.
Clarkson H. Oglesby
Compañía Editorial Continental.
- 8.- Proyecto Hidroeléctrico Ing. Carlos Ramirez Ulloa
Rio Balsas "El Caracol"
Ing. Salvador de Pozzo Mastachi
Colegio de Ingenieros Civiles de México, A.C.
- 9.- Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.)
Subdirección de Construcción
Estudios Geotecnicos y Diseño de Pavimentos
Proyecto Hidroeléctrico Zimapán
Elaborados por Solum S.A. de C.V.
- 10.- Topografía
Miguel Montes de Oca.
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
- 11.- Manual de Pavimentos
Jesús Moncayo V.
Compañía Editorial Continental, S.A.
México, D. F.
- 12.- Mecánica de Suelos (Teoría y Aplicaciones Mecánica de suelos)
Eulalio Juárez Badillo
Alfonso Rico Rodríguez
Editorial Limusa.