

870115

7  
24

# Universidad Autónoma de Guadalajara

Incorporada a la Universidad Nacional Autónoma de México

## Escuela de Ingeniería



TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

CONSTRUCCION DEL CAMINO NOGALES-SARIC EN EL  
ESTADO DE SONORA DEL KM. 40+000 AL KM. 45+000

# Tesis

Que para obtener el Título de:

## Ingeniera Civil

Presenta:

**JOSE MARTIN GAYTAN CORDOVA**

Guadalajara, Jalisco, 1986



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.

## INDICE

PRINCIPIO	1
CAPITULO I	
GENERALIDADES	4
CAPITULO II	
REGULACION	12
CAPITULO III	
ALINEAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL	21
CAPITULO IV	
PROYECTO	55
CAPITULO V	
TERRACERIAS	65
CAPITULO VI	
CURVA RASA Y MOVIMIENTO DE TIERRAS	87
CAPITULO VII	
CERAS DE DRENAJE	96
CAPITULO VIII	
CANTIDADES DE OBRA	111
COSTOS Y PRESUPUESTO	126
CAPITULO IX	
PROGRAMACION DE OBRA	153
CAPITULO X	
CONCLUSIONES	158
BIBLIOGRAFIA	160

Las comunicaciones sean estas Terrestres, Fluviales, Aéreas, o bien Telefónicas o Radiofónicas no solamente acortan las distancias -- entre las localidades así conectadas, si no que logran el acercamiento de los seres humanos y la integración a los beneficios de la civilización, de aquellos que por falta de vías apropiadas para trasladarse físicamente a lugares con mayores facilidades, viven en un aislamiento -- injusto y perjudicial.

Primero llega la carretera y de su arribo a una localidad -- hasta entonces aislada, brotan como por encanto otros adelantos de infraestructuras, salubridad y educación que incorporan a los habitantes de la población; comunicándolos a una vida más justa, más sana, más humana integrándolos al progreso del país.

Son obvios los beneficios que proporcionan los medios de comunicación, particularmente aquellos que hacen posible el movimiento de personas y mercancías. Los transportes contribuyen a la integración de los grupos sociales fomentando y difundiendo las actividades económicas y culturales.

Desde el punto de vista económico es tal su importancia que al mejoramiento de los medios de comunicación corresponde siempre un incremento en las actividades productivas.

México es un país en pleno desarrollo que fundamentalmente -- con sus propios recursos realiza una gigantesca tarea en la construcción de vías terrestres.

Conforme a lo dispuesto por la Ley de Secretarías del Estado corresponde a la de Comunicaciones y Transportes la planeación y construcción de caminos, puentes, vías férreas, aeropuertos, edificios, etc., para la cual en su organización cuenta con direcciones generales que se encargan de los diversos aspectos que esta labor requiere, con el fin de lograr que la correcta canalización de los recursos repercuta de modo directo en beneficio de la parte de la población cuyo nivel de sea elevarse.

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha elaborado sus especificaciones generales de construcción y ha adaptado una serie de manuales e instructivos que norman su funcionamiento. Conocerlos es de gran utilidad para los Ingenieros Mexicanos.

**CAPITULO 1**

**GENERALIDADES**

EL territorio Mexicano presenta características fisiográficas que han constituido nuevos obstáculos para el aprovechamiento inmediato de los recursos naturales de algunas de sus regiones.

Corresponde a los gobiernos de este siglo el haber iniciado - en forma organizada la integración territorial, advirtiéndose ya el desarrollo que en materia de comunicaciones se ha alcanzado en el país.

Dentro de este desarrollo, son los caminos construidos por -- cooperación los que al entroncar con las redes generales resuelven va-- rios problemas de tipo nacional, como son la incorporación al resto del país de zonas potencialmente ricas que han quedado aisladas; regiones - cuya capacidad productiva es alta pero que por no contar con medios --- expeditos de comunicación están incapacitados para producir o sus pro-- ductos no pueden salir de ellos; ligando grupos de población cuyo desa-- rrollo se ha retrasado, así como también haciendo posible crear indus-- trias o centros de trabajo para la población rural, evitando el desem-- pleo y mejorando el nivel económico de las familias beneficiadas.

Aunque ya se constrúan caminos por cooperación en el año de 1925 en que se creó la Comisión Nacional de Caminos, fué hasta 1932 al integrarse la Dirección Nacional de Caminos, dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, cuando se estableció oficialmente el sistema de cooperación con los Estados.

En el año de 1933 se expide la "Ley Sobre Construcción de Caminos en Cooperación con los Estados" y en 1941 se expide el "Reglamento Correspondiente".

Al realizarse en 1958 la División de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas para formar la de Comunicaciones y Transportes y la de Obras Públicas, se crea de esta última la Dirección General de Carreteras en Cooperación que habrá de organizar, localizar, cons-- truir y conservar carreteras y aeropistas en cooperación en forma bipartita o tripartita de acuerdo con la Ley de Cooperación y con el decreto que crea la Comisión Nacional de Caminos Vecinales.

De la Dirección General de Carreteras en Cooperación dependen las Juntas Locales de Caminos, organismos que funcionan en cada Estado o Territorio de la República y que están integradas por un Presidente - que es el Gobernador del Estado, un Representante de la Secretaría de - Comunicaciones y Transportes, que es el responsable Técnico y Adminis-- trativo, por un Representante de las Empresas de Autotransportes y por un Representante de la Cámara de Comercio.

Las Juntas Locales de Caminos son de trascendental importan-- cia para el desenvolvimiento del país, por ser Instituciones que con -- relativa autonomía, estudian las necesidades locales y proyectan redes-- de comunicación Estatales o Interestatales para integrar la Red Nacio-- nal y en general todas las obras alimentadoras de los caminos troncales la cooperación entre Federación y Estados se realiza a través de las -- Juntas Locales.

La Junta Local de Caminos del Estado de Sonora tiene a su car-- go la construcción del camino: NOGALES - SARIC. Este camino comunicará a una extensa zona de la parte norte del Estado, la cual tiene como --- fuente principal de ingreso la ganadería y agricultura.

La comunicación de la zona, se realiza por medio de un camino vecinal, construído hace mas de 20 años aunque se encuentra en tramos - en mal estado es transitable durante todo el año, lo cual se dificulta-- con las lluvias.



SOCIOMORFIA

La Zona que atraviesa el camino está dedicado principalmente a la Agricultura y Ganadería.

Este camino contribuirá al desarrollo de la Zona, permitiéndole transportar sus productos a los Mercados Nacionales y Extranjeros. Actualmente se cultiva trigo, cebada, papa, cártamo, ray-grass y hortalizas en una extensión agrícola de 592 has. en el ciclo Otoño-Invierno y con maíz, frijol, sorgo, alfalfa, durazno y nogal 7,893 has. en el ciclo Primavera-Verano. Además la explotación ganadera de la región es de gran importancia ya que actualmente se tiene 30,000 cabezas de ganado vacuno, 1,136 de ganado equino, 700 de ganado caprino, ovino y porcino, con la construcción de éste camino se logrará contribuir al desarrollo Estatal y Nacional.

CLIMA

Según el sistema de clasificación Köppen por E. Garcia para adaptarlo a la República Mexicana, la Zona donde se desarrolla el tramo presenta el siguiente clima:

Grupo  $BS_1 Kw(x^1)$  ( $e^1$ ) seco el menos seco de este grupo, templado con verano cálido, temperatura media anual entre  $12^{\circ}C$  y  $18^{\circ}C$ , la del mes mas frío entre  $3^{\circ}C$  y  $18^{\circ}C$  y oscilaciones térmicas mayores de  $14^{\circ}C$ .

El régimen pluviométrico es de lluvias de Verano, con porcentaje de lluvias invernales mayor al 10% del anual la acumulación total por año es de 450 mm. La vegetación existente se clasifica como monte bajo con una densidad del 20%, los arbustos que se encuentran son: huizache, mezquite, encino, pitayo, nopal y cusí.

GEOLOGIA

La formación de la Zona donde se alojara el tramo en proyecto presenta las siguientes características:

Pertenece al Cenozoico, su origen es sedimentario e igneo, los materiales de la primera formación están representados por materiales de aluvión que se formaron en el cuaternario. Los materiales igneos son del terciario (Superior Volcánico) como son Andesitas, dasitas, basaltos y ríolitas.

Estas formaciones se encuentran superficialmente meteorizadas y cubiertas con poco espesor del suelo residual.

### MORFOLOGIA

La Morfología de la Zona en la que se desarrolla el tramo es montañoso.

### TIPO DE CAMINO

### CLASIFICACION DE LOS CAMINOS

Los caminos se clasifican según el servicio que proporcionan al usuario, como pueden ser caminos de turismo, cargueros, mixtos, militares y boulevares. También se clasifican de acuerdo a su aspecto Técnico - Geométrico en los siguientes tipos:

- a).- TIPO " ESPECIAL " Para un tránsito diario promedio anual superior a tres mil ( 3,000 ), equivalente a un tránsito horario máximo anual mayor de trescientos sesenta ( 360 ).
- b).- TIPO " A " Para un tránsito diario promedio anual de mil quinientos ( 1,500 ) a tres mil ( 3,000 ), equivalente a un tránsito horario máximo anual de ciento ochenta ( 180 ) a trescientos sesenta ( 360 ).
- c).- TIPO " B " Para un tránsito diario promedio anual de quinientos ( 500 ) a mil quinientos ( 1,500 ), equivalente a un tránsito horario máximo anual de sesenta ( 60 ) a ciento ochenta ( 180 ).
- d).- TIPO " C " Para un tránsito diario promedio anual de cincuenta ( 50 ) a quinientos ( 500 ), equivalente a un tránsito horario máximo anual de seis ( 6 ) a sesenta ( 60 ).
- e).- BRECHA Para un tránsito diario promedio anual hasta cincuenta ( 50 ), equivalente a un tránsito horario máximo anual hasta de seis ( 6 ).

## ESTUDIO DE TRÁNSITO

Durante el estudio de campo se observó que el vehículo que con más frecuencia transita por la brecha, es la camioneta - pick-up. El tránsito diario promedio anual se estima en 100 vehículos.

Decido a que no existen en los datos viales de la Comisión de Ingeniería de Tránsito, edición 1984, volúmenes de tránsito por este camino. Se considera que el volumen promedio diario anual de vehículos en los próximos diez años no será mayor de 500, con lo cual se clasifica el tramo estudiado como camino de bajo tránsito.

## ELECCION DEL TIPO DE CAMINO

El proyecto geométrico del tramo aprovechará en todo lo posible las terracerías actuales, y corresponde al de un camino de penetración de tipo "U" con ancho de corona de 7.00 mts., con una velocidad de proyecto de 40 kms. por hora.

Su clasificación según el servicio que proporciona al usuario puede catalogarse como mixto.

## ORGANIZACION ADMINISTRATIVA Y TECNICA PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS

Por ser una dependencia en la construcción de caminos se expondrá la organización y funcionamiento de las Juntas Locales de Caminos, con el objeto de hacer más explícita la labor administrativa y técnica que ocasiona un camino.

Las Juntas Locales operan de modo de Empresas particulares con un capital situado generalmente en el Banco Nacional de México cuyo manejo es de la responsabilidad del representante de la S.C.T. y del Tesorero de la Junta, todos los técnicos, empleados y trabajadores de la Junta dependen del representante como jefe.

Para la atención de las labores que tienen encomendadas las Juntas Locales de Caminos cuentan con:

- a).- RESIDENCIAS DE CONSTRUCCION: Tienen a su cargo la vigilancia de los trabajos que se lleven a cabo mediante contratos celebrados con la Junta o Gobierno Local, previa aprobación de la Secretaría, según se trate de obras de Cooperación, bipartita o tripartita. Están a cargo de un Ingeniero Residente y disponen del personal técnico y sub-proporcional que se requiere, de acuerdo con la magnitud de la obra.
- b).- BRIGADAS DE LOCALIZACION Y ESTUDIOS DE PUENTES: Llevan a cabo la localización de los caminos incluidos en el programa y los estudios de sus puentes, para ser proyectados por la Junta si son de 15:00 mts. de claro, o por la Dirección General de Servicios Técnicos de la S.C.T., si son mayores.
- c).- SUPERINTENDENCIAS DE CONSERVACION: Se encargan de la conservación y mejoramiento de los caminos al cuidado de las juntas. Los trabajos se efectúan casi siempre por Administración, con sus propios recursos de personal, equipo y materiales.
- Estas superintendencias están a cargo de un Ingeniero y se sub-dividen en sobrestantías de conservación, a las que dota con los elementos necesarios para sus labores.
- d).- OFICINA DE COSTOS: Controla los avances, erogaciones y costos de los trabajos y formula los informes que periódicamente deben rendirse a la Dirección de Cooperación.
- e).- OFICINA DE ESTIMACIONES: Revisa y controla las estimaciones de obra, que formulan las Residencias de Construcción.

- f).- TESORERIA: El presupuesto de las Juntas es manejado en la Tesorería y se divide en:
- 1.- Gastos de la Junta, Residencias, Brigadas y Compras
  - 2.- Conservación de Caminos.
  - 3.- Construcción de Caminos.
- g).- TONADURIA DE TIEMPO: Sirve para el control del personal eventual considerado en las listas de raya.
- h).- AGENCIA DE COMPRAS: Se encarga de las adquisiciones de la Junta que ésta hace libremente, de acuerdo con sus - necesidades, excepto en lo que corresponde a maquinaria y vehículos que requieren autorización expresa de la Dirección General de Carreteras en Cooperación.
- i).- ALMACEN: Controla los bienes de la Junta, de acuerdo - con las instrucciones de la Secretaría.
- j).- TALLER MECANICO: Se encarga del Servicio y Reparación- de la maquinaria y vehículos propiedad de la Junta.

CAPITULO II  
LOCALIZACION

Para lograr que el camino tenga el mejor y más económico acomodo en el terreno y esté debidamente protegido contra la acción destructora del agua, que es su peor enemigo, se recurre primero a la localización y enseguida al proyecto.

La localización tiene por objeto fijar los puntos obligados dentro de la ruta del camino.

Antes de proceder a la localización es preciso definir la ruta, tomando en cuenta las poblaciones y rancherías donde pasará el camino; las zonas ganaderas, agrícolas, industriales, los sitios atractivos para el turismo etc. Una vez fijados todos los puntos principales de la ruta, se procede a la localización de los puntos obligados intermedios, dependientes de la topografía del terreno, de sus características físicas o geológicas, tales como puertos o cruces de ríos y los necesarios para evitar pantanos, médanos, etc.

La mejor localización de un camino es el que con el menor costo de construcción produce el mínimo costo de operación del tránsito actual del camino y del que tendrá durante su vida útil, sin necesidad de modificaciones de importancia.

### CARTOGRAFIA

Primeramente con ayuda de cartas geográficas proporcionadas por la sección de Cartografía de la Secretaría de la Defensa Nacional, se analiza la posición relativa que guardan los puntos a unir, su distancia aproximada, rumbo de una línea que los una y el aspecto topográfico de las curvas de nivel, para hacer un reconocimiento.

### RECONOCIMIENTO

El reconocimiento consiste en el exámen de una zona, no de una línea con el objeto de fijar los puntos obligados y reconocer el terreno.

Los puntos obligados son los que por diferentes razones el camino debe pasar por ellos, las razones pueden ser varias:

Topográficas, Económicas, Políticas o Sociales.

Con el objeto de evitar elevar el costo del camino, buscaremos siempre el puerto más bajo para salir de un valle rodeado de montañas, lo que nos redituará un ahorro en el desarrollo longitudinal del mismo, también se evita hacer subir demasiado el tránsito, ya que aparte de tomar en cuenta los gastos de construcción, también se debe ver por los intereses de los usuarios.

Otro punto obligado es el de un cruce de río, por medio de los estudios Topográficos y Geológicos conoceremos el mejor punto para cruzarlo.

Los puntos obligados por razones Políticas, Económicas o Sociales pueden ser: una Ciudad importante, un Centro Minero, una Región Ganadera o Maderera, un Valle rico por su Agricultura, etc..

Por medio de la fotografía aérea se pueden obtener grandes mosaicos en los que fácilmente se puede localizar el trazo preliminar y aún el trazo definitivo de un camino.

En el caso de este camino, como ya habíamos mencionado se tratará de aprovechar al máximo el alineamiento del camino existente por ser obra costosa. Además de ahorrarnos mucho dinero en la nueva carretera, por lo que nuestros puntos obligados estaban prácticamente definidos. Aunque el trazo cambió en algunos tramos por razones técnicas y económicas.

#### LOCALIZACION DE LA PENDIENTE MAXIMA'

Para la búsqueda de la pendiente máxima admisible, podemos hacerlo con el uso de un nivel de mano, cinta y estadal por ejemplo: Si la pendiente buscada es de un 4% y se conoce la altura del observador - digamos 1.80 metros de altura, sabemos que la longitud total de la cinta es de 20 metros, entonces como la pendiente es igual al desnivel entre la distancia recorrida, se deberá leer en el estadal 1.00 metro por ejemplo:

$$\text{PENDIENTE} = \frac{1.80 - 1.00}{20} = \frac{0.80}{20} = 0.04 = 4.0\%$$



Ahora si la pendiente buscada es de 8%, se deberá leer en el estadal una lectura de 3.40 metros por ejemplo:

$$\text{PENDIENTE} = \frac{1.80 - 3.40}{20} = \frac{-1.6}{20} = -0.08 = -8.0\%$$

Otra forma de obtener la pendiente es mediante el uso de un clisímetro instrumento parecido al nivel de mano, pero con nivel móvil. Se marca en el círculo graduado la pendiente requerida y así al centrar la burbuja, la visual nos dará la pendiente marcada. No es necesario medir distancias y en el estadal siempre leeremos la altura del ojo.

Con éstos datos se hará un croquis que se complementará con los de la carta geográfica que nos sirvió de partida y así obtendremos un plano donde se podrán fijar arroyos, barrancas y alturas notables.

### ESTUDIOS TOPOGRAFICOS DE LA LINEA PREELIMINAR

#### TRAZO PREELIMINAR

La línea preliminar es aquella que nos sirve para unir los puntos obligados por medio de líneas rectas.

Sobre el plano obtenido con los datos del reconocimiento se proyecta la línea preliminar con un compás de puntos, se van marcando las distancias a cada 20 metros, además de las elevaciones que se obtuvieron en el reconocimiento. Con las elevaciones y con las distancias que se obtengan de la planta preliminar se dibuja un perfil, en el cual se podrá observar la primera idea de las pendientes máximas que se utilizarán en el proyecto definitivo.

En el campo con los datos del proyecto preliminar y la ayuda de un tránsito o teodolito, se procede a trazar la línea preliminar. Se parte de la primera estación señalando las siguientes a cada 20 mts. colocando trompos con sus respectivas estacas para establecer el kilómetro trazo. Los trompos que representan puntos importantes son marcados con un punto o con una tachuela.

Para el trazo preeliminar se harán orientaciones por lo menos cada 10 kilómetros. El método que se usa para obtener la orientación astronómica fué el de " Observación del sol " en dos posiciones, que es el que satisface los requerimientos para caminos.

Después del trazo preeliminar, se lleva a cabo la nivelación para conocer el perfil de la línea para apoyar en ella la Topografía. - Se nivelan con aproximación de un centímetro todas las estaciones y puntos intermedios. Es conveniente referir al nivel del mar este trabajo, para la cual deberá contarse con un aneróide si es que no se dispone de alguna referencia geográfica.

### CONFIGURACION

Con los datos de la nivelación y el trazo preeliminar se dibuja el perfil y la planta del terreno, ésta debe ser dibujada por el sistema de coordenada, por lo que deberán calcularse las coordenadas de cada uno de los puntos de inflexión, para así poder dibujarla.

Existen dos métodos para hacer la configuración, con secciones transversales o con puntos aislados de configuración. El método -- que se usa en caminos es el de secciones transversales y consiste en -- trazar uno o más polígonos de apoyo que en este caso es el trazo preeliminar sobre la zona a configurar, luego obtenemos los perfiles o secciones del terreno normales a los lados del polígono, en este caso se seccionó una faja de 60 a 100 metros a cada lado.

El seccionamiento se hace de preferencia con un nivel de mano se trata en sí de ir buscando sobre la dirección normal al polígono cotas cerradas, el procedimiento es el siguiente:

Conocida la altura del ojo del observador, este se para sobre la estación de cota conocida del polígono, calcula lo que debe leer en el estadal para que este quede sobre el punto que le de la cota cerrada.

Se ordena al estadalero que se aleje hasta obtener la lectura que le de dicha cota. Se anota la distancia, se traslada al punto donde está el estadal de cota cerrada ya conocida y realiza los mismos pasos...

para encontrar el siguiente punto. Las distancias anotadas son de un punto de cota conocida a otra.

Una vez dibujada la planta del eje del camino y marcando todas las estaciones, se dibujarán los trazos de las secciones y sobre estos los puntos con las cotas respectivas. Después uniendo con líneas continuas los puntos con cotas iguales, obtendremos las curvas de nivel que reflejarán la configuración del terreno.

### TRAZO DEFINITIVO

Satisfechas todas las condiciones necesarias para el dibujo de los planos, se procede al proyecto de la línea definitiva en el gabinete donde generalmente se hacen varios tanteos hasta lograr el perfil que ofrezca las mejores posibilidades de compensación de volúmenes, de alineamiento, de la pendiente del camino, etc..

Para llevar al terreno el trazo definitivo, se contó con una copia del proyecto elaborado en el gabinete con los siguientes datos: Puntos de intersección, Grado de cada curva, Cruces de la línea definitiva con el trazo preeliminar o sus prolongaciones, Distancias tomadas de diversos puntos de esta a la línea definitiva y todas sus referencias que sea posible obtener de los planos para su mejor comprobación en el terreno.

Auxiliándose de una Cinta de Género, se miden en el campo las ordenadas a la preeliminar en las estaciones que se tienen marcadas en el proyecto, en cada uno de los puntos así fijados se clava una vara procediéndose después a abrir una "Brecha" según la alineación de dichas varas, las que probablemente no marquen una línea recta ya que se cometen pequeños errores de apreciación tanto en el proyecto como en el terreno, esto se corrige tomando el alineamiento que pasa por el medio de todas las señales, obteniéndose una línea que si no es precisamente la proyectada, variará la posición de aquella en pocos centímetros.

Después de trazadas las tangentes en el terreno, se fijan los puntos de intersección ( P.I. ) y a partir de ellos se miden las-

distancias tangenciales calculadas para cada curva con objeto de fijar el principio ( P.C. ) y el término ( P.T. ) de las mismas. A partir - del ( P.C. ) y con los datos calculados se procede al trazo de la curva. Cuando las tangentes son muy prolongadas se colocan puntos sobretangente ( P.S.T. ) a una distancia no mayor de 200 metros. Todos los puntos antes mencionados deben estar perfectamente referenciados sobre puntos visibles como aristas de edificios, cúpulas de iglesias, rocas, troncos de árboles, etc.. Aunque realmente en el campo se referenciaron en troncos de árboles y trompos con tachuela con su respectiva estaca, en las que se anota la distancia entre referencia y el número de la misma.

La nivelación de la línea definitiva se ejecuta en forma similar a la de la línea preliminar siguiendo el cadenamamiento de las -- tangentes y de las curvas de enlace. Se parte de un banco de nivel ya establecido, colocando más a cada 500 metros a los laterales del camino sobre rocas, troncos de árboles, mojoneras, etc., deben quedar bien referenciados y registrando su número que le corresponde según el kilómetro metraje y especificar claramente su elevación al milímetro.

Muchas veces es necesario hacer modificaciones al trazo ya considerado como definitivo para corregir errores, mejorar pendiente, abaratar la construcción, lograr mayor visibilidad o disminuir el costo de operación del camino.

A continuación se muestra la hoja de cálculo de coordenadas del trazo definitivo y el plano # 1 donde se presenta el tramo en cuestión en planta.



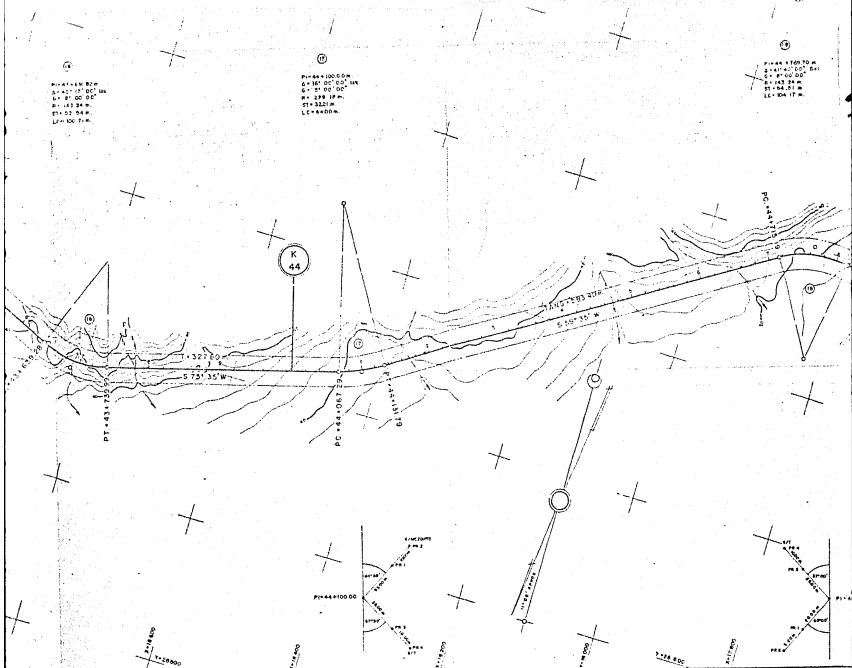




PIVOT = 100.00 M  
 Δ = 42° 17' 00" W  
 L = 21.00 35"  
 M = 143.34 M  
 PT = 52.04 M  
 LC = 100.7 M

PIVOT = 100.00 M  
 Δ = 60° 00' 00" W  
 L = 21.00 35"  
 M = 138.18 M  
 PT = 52.21 M  
 LC = 100.00 M

PIVOT = 100.00 M  
 Δ = 47° 00' 00" E  
 L = 21.00 35"  
 M = 143.34 M  
 PT = 52.04 M  
 LC = 100.7 M







**S AHOP**  
**ACION GENERAL DE CARRETERAS**  
**EN COOPERACION**  
**DEPARTAMENTO DE PROYECTOS**  
**UNTA LOCAL DE CAMINOS DEL EDO. DE SONORA**

**PLANTA**

CAMINO : NOGALES - SARIC  
 TRAMO :  
 SUB-TRAMO:  
 DE ESTACION: Km. 40+000 A Km. 45+000  
 Origen del Codificación: NOGALES, SON.

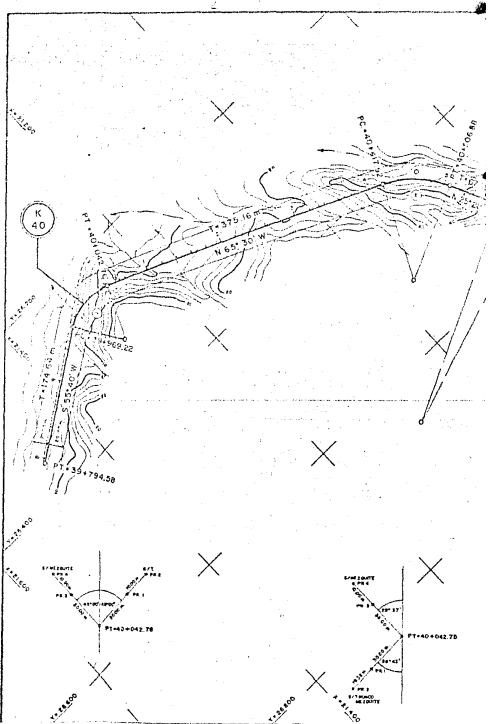
UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
ESCUELA DE INGENIERIA
TECNICO PROFESIONAL
PLANTA
CAMINO NOGALES-SARIC
PLANO N° 1
JOSE MARTIN GAYTAN CORDOVA

**ESPECIFICACIONES PARA PROYECTO**

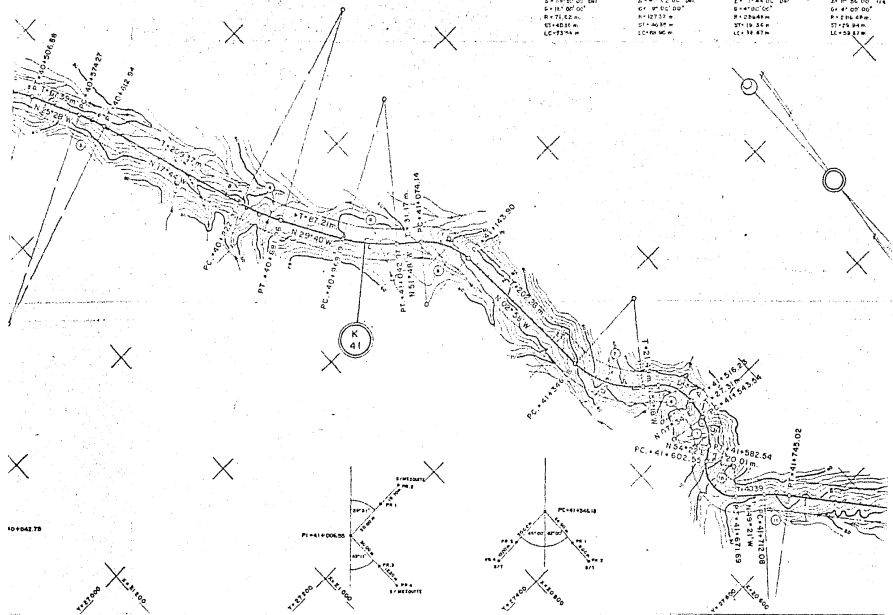
CONCEPTOS	CARACTERISTICAS DEL TRAMO	EN ESTE PLANO	UNITARIO
CAMINO TIPO			
VELOCIDAD DE PROYECTO	30-50	40-50	m/hora
ANCHO DE CORONA	7.50	7.00	m
ANCHO DE CARRETA	1.50	1.50	m
ESPESOR DE SURFACE MAS BASE	0.30	0.30	m
CURVATURA MAXIMA	12°	12°	°
PENDIENTE MAXIMA	12.0	12.0	%

ESCALAS 1:2000

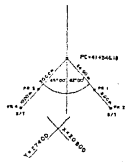
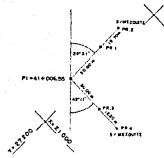
ABREVIATURAS

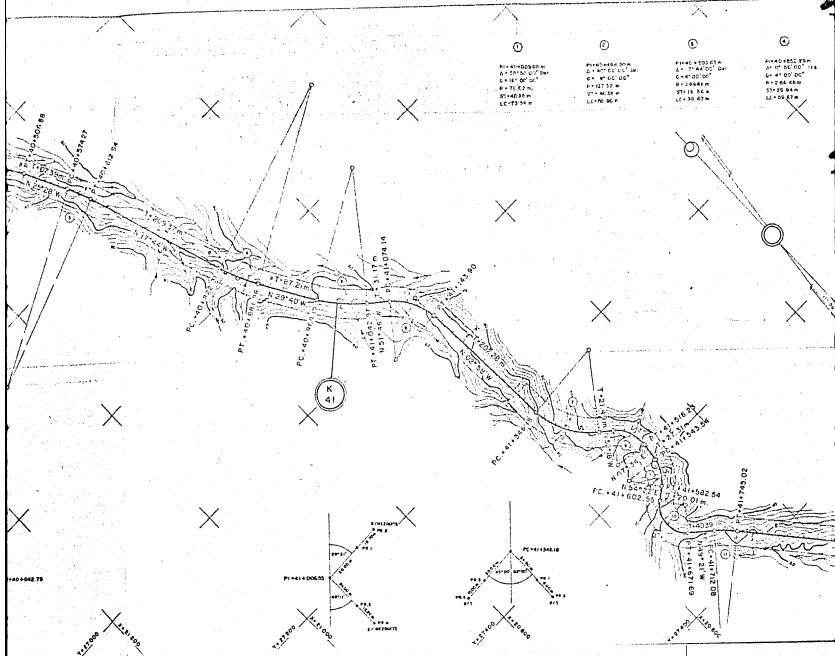


①	②	③	④
PI = 417020.80 m	PI = 417020.80 m	PI = 417020.80 m	PI = 417020.80 m
E = 57°30' 00" SW	E = 40° 00' 00" SW	E = 71° 48' 00" SW	E = 41° 00' 00" SW
B = 18' 00" 00"	B = 18' 00" 00"	B = 47' 00" 00"	B = 47' 00" 00"
R = 71.52 m	R = 127.52 m	R = 127.52 m	R = 127.52 m
ST = 40.35 m	ST = 40.35 m	ST = 19.35 m	ST = 19.35 m
LC = 23.74 m	LC = 70.36 m	LC = 19.47 m	LC = 59.87 m



10 F042.78





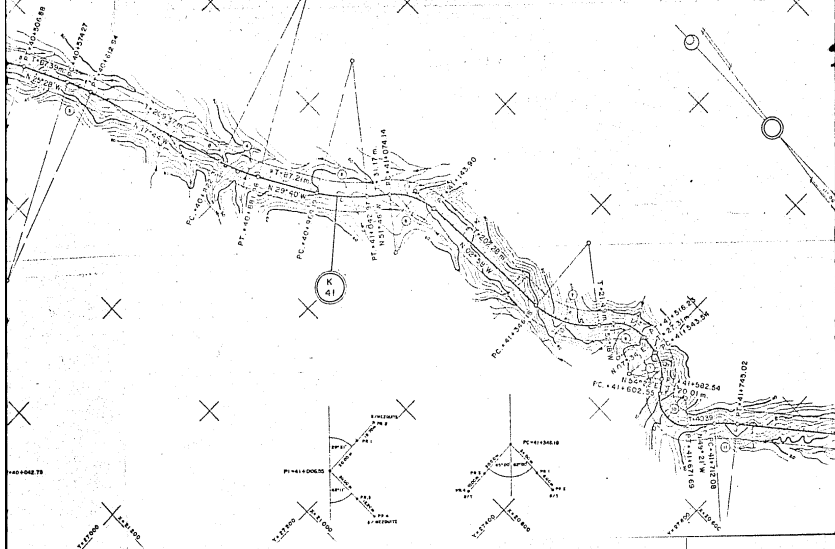
①                      ②                      ③                      ④

PIV=410028.0m  
 A=281.50 E 37.00°  
 B=57.00 S 0°  
 A-B=51.62 m  
 B-C=40.97 m  
 LC=79.34 m

PIV=410028.0m  
 A=281.50 E 37.00°  
 B=57.00 S 0°  
 A-B=51.62 m  
 B-C=40.97 m  
 LC=79.34 m

PIV=410028.0m  
 A=281.50 E 37.00°  
 B=57.00 S 0°  
 A-B=51.62 m  
 B-C=40.97 m  
 LC=79.34 m

PIV=410028.0m  
 A=281.50 E 37.00°  
 B=57.00 S 0°  
 A-B=51.62 m  
 B-C=40.97 m  
 LC=79.34 m



PIV=410028.0m  
 A=281.50 E 37.00°  
 B=57.00 S 0°  
 A-B=51.62 m  
 B-C=40.97 m  
 LC=79.34 m

PIV=410028.0m  
 A=281.50 E 37.00°  
 B=57.00 S 0°  
 A-B=51.62 m  
 B-C=40.97 m  
 LC=79.34 m

PIV=410028.0m  
 A=281.50 E 37.00°  
 B=57.00 S 0°  
 A-B=51.62 m  
 B-C=40.97 m  
 LC=79.34 m

PIV=410028.0m  
 A=281.50 E 37.00°  
 B=57.00 S 0°  
 A-B=51.62 m  
 B-C=40.97 m  
 LC=79.34 m

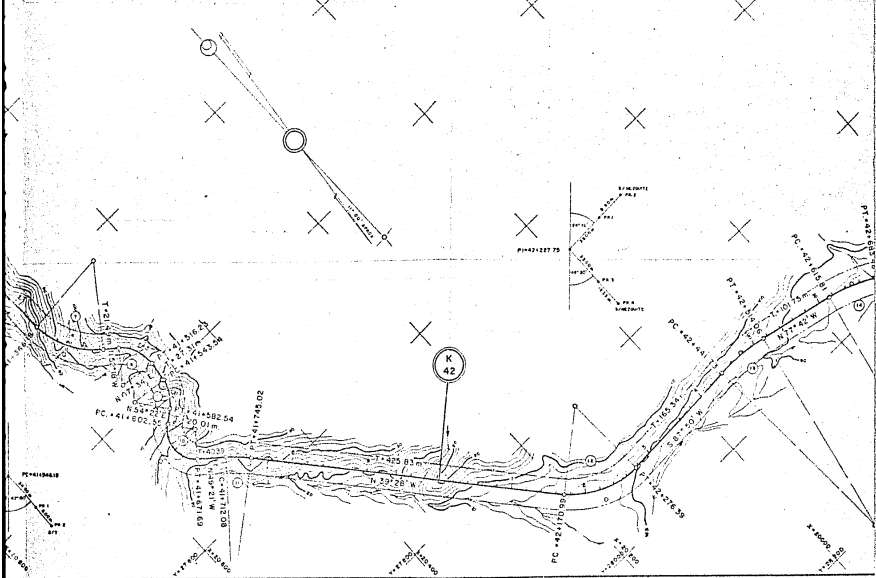
410028.0m  
 281.50 E 37.00°  
 57.00 S 0°  
 51.62 m  
 40.97 m  
 79.34 m

410028.0m  
 281.50 E 37.00°  
 57.00 S 0°  
 51.62 m  
 40.97 m  
 79.34 m

410028.0m  
 281.50 E 37.00°  
 57.00 S 0°  
 51.62 m  
 40.97 m  
 79.34 m

410028.0m  
 281.50 E 37.00°  
 57.00 S 0°  
 51.62 m  
 40.97 m  
 79.34 m

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
PI=41401.60 M Δ=181° 10' 00" Der ΔP=18° 00' 00" ΔT=71.52 M ΔL=259 M LC=783 M	PI=41404.70 M Δ=181° 12' 00" Der ΔP=18° 15' 00" ΔT=72.57 M ΔL=260 M LC=784 M	PI=41407.80 M Δ=181° 14' 00" Der ΔP=18° 30' 00" ΔT=73.62 M ΔL=261 M LC=785 M	PI=41410.90 M Δ=181° 16' 00" Der ΔP=18° 45' 00" ΔT=74.67 M ΔL=262 M LC=786 M	PI=41414.00 M Δ=181° 18' 00" Der ΔP=19° 00' 00" ΔT=75.72 M ΔL=263 M LC=787 M	PI=41417.10 M Δ=181° 20' 00" Der ΔP=19° 15' 00" ΔT=76.77 M ΔL=264 M LC=788 M	PI=41420.20 M Δ=181° 22' 00" Der ΔP=19° 30' 00" ΔT=77.82 M ΔL=265 M LC=789 M	PI=41423.30 M Δ=181° 24' 00" Der ΔP=19° 45' 00" ΔT=78.87 M ΔL=266 M LC=790 M



**CAPITULO 111**

**ALINEAMIENTO VERTICAL Y HORIZONTAL**

ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical del desarrollo del eje de la sub-rasante y está compuesto de tan gentes y curvas.

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente- y están limitadas por las curvas sucesivas, la longitud de las tangentes es la distancia medida horizontalmente entre el fin de la curva an terior y el principio de la siguiente curva. La pendiente está en fun ción a la relación que guardan el desnivel de los puntos extremos de - la tangente en cuestión y de la longitud de ésta, es decir:

$$\text{PENDIENTE} = \frac{\text{DESNIVEL}}{\text{LONGITUD}}$$

PENDIENTE GOBERNADORA

Es la pendiente media que teóricamente puede darse a la línea sub-rasante para dominar un desnivel determinado. En nuestro caso la pendiente gobernadora es del 7%, ésta pendiente se obtuvo tras dividir el mayor desnivel entre la longitud horizontal media de la siguiente - manera:

$$\text{PENDIENTE GOBERNADORA} = \frac{116.96}{1760} = 0.066 = 7\%$$

PENDIENTE MAXIMA

Esta es la mayor pendiente que se permite en el proyecto. Es determinada por el volúmen y la composición del tránsito previsto y la configuración del terreno.

La pendiente máxima se emplea cuando desde el punto de vista-económico convenga salvar ciertos obstáculos como cantiles, fallas y -

zonas inestables; siempre que no se rebase la longitud crítica. En el caso nuestro la pendiente máxima es del 12% por especificación.

### PENDIENTE MINIMA

La pendiente mínima se fija para permitir el drenaje, de esta forma la pendiente en terraplenes puede ser nula ya que con el bombeo de la sub-rasante es suficiente. En los cortes no sucede lo mismo, se tiene que conducir el agua a las partes bajas, por lo que se recomienda aplicar un 0,5% de pendiente mínima, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas.

### CURVAS VERTICALES

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efectúe el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida. El punto común de una tangente y una curva vertical en el inicio de ésta, se representa como P.C.V. y como P.T.V., el punto común de la tangente y la curva al final de ésta. Existen dos tipos de curvas verticales: Curvas verticales en cresta y curvas verticales en columpio, ver lámina No. 1



La longitud de una curva vertical es la distancia medida horizontalmente entre el P.C.V. y el P.T.V., existen cuatro criterios -- para determinar la longitud de curva, que son:

- a).- CRITERIO DE COMODIDAD: Se aplica al proyecto de curvas en columpio, en donde la fuerza centrífuga que aparece en el vehículo al cambiar de dirección se suma al peso propio del vehículo.
- b).- CRITERIO DE APARIENCIA: Se aplica al criterio de curvas verticales con visibilidad completa, o sea las curvas en columpio para evitar al usuario la impresión de un cambio súbito de pendiente.
- c).- CRITERIO DE DRENAJE: Se aplica al proyecto de curvas verticales en cresta o en columpio. Cuando están alojadas en corte la pendiente en cualquier punto de la curva debe ser tal que pueda escurrir fácilmente.
- d).- CRITERIO DE SEGURIDAD: Se aplica en curvas de cresta y en columpio, la longitud debe ser tal que en toda la curva la distancia de visibilidad sea mayor o igual que las de parada. En algunos casos, el nivel del servicio deseado puede obligar a diseñar curvas verticales con la distancia de visibilidad de rebase.

Para proyecto el criterio a seguir debe ser el de seguridad que satisfaga cuando menos la distancia de visibilidad de parada. El criterio de apariencia solo debe emplearse en caminos de tipo muy especial. Por otra parte el drenaje siempre debe resolverse, sea con la longitud de curva o modificando las características hidráulicas de las cunetas. En las gráficas No. 2 y No. 3 se obtienen las longitudes de curvas según el criterio de seguridad para satisfacer el requisito de distancia de visibilidad de parada y la longitud mínima de curva. La longitud obtenida en las gráficas debe redondearse al número de estaciones de 20 metros inmediato superior.

CALCULO DE CURVAS VERTICALES

Para el cálculo de las curvas verticales se utilizó el método de " El cuadrado de las estaciones " el cual se desarrolla de la siguiente forma:

- a).- Fijar longitud de la curva.
- b).- Calcular la constante general con 6 decimales por medio de la fórmula:

$$K = \frac{\text{DIFERENCIA ALGEBRAICA DE PENDIENTES}}{10 \text{ ( NUMERO DE ESTACIONES )}}$$

- c).- A partir del P.C.V., asignar su número de orden a cada estación e intermedias, anotar enseguida el cuadrado de los números de orden.
- d).- Multiplicación de la constante por cada uno de los cuadrados, dando así las correcciones al centímetro con su signo.
- e).- Cálculo de las cotas de las proyecciones de los puntos - hasta el P.T.V. sobre la tangente de entrada, tomando en cuenta la elevación del P.C.V. y el valor de la primer pendiente.
- f).- Afectación de las cotas obtenidas mediante las correcciones que se suman o restan según el caso, deduciéndose las cotas de la curva.

A continuación se expone el cálculo completo de una curva vertical:

## DATOS:

LONGITUD DE LA CURVA = N = 12 ESTACIONES  
 PENDIENTE DE ENTRADA = +12.00%  
 PENDIENTE DE SALIDA = -4.90%  
 COTA DEL P.C.V. = 914.25 METROS

$$K = \frac{S_2 - S_1}{10 \times N} = \frac{(-4.90) - (+12.00)}{(10 \times 12)}$$

$$K = -0.1408333$$

<u>ESTACION</u>	<u>PUNTOS</u>	<u>COTAS TANGENTES</u>	<u>N</u>	<u>N<sup>2</sup></u>	<u>CORRECCION</u>	<u>COTAS RASANTE</u>
41+600	P.C.V.	914.25	0	0	- 0.00	914.25
41+620	+12.00%	16.65	1	1	- 0.14	16.51
41+640		19.05	2	4	- 0.56	18.49
41+660		21.45	3	9	- 1.27	20.18
41+680		23.05	4	16	- 2.25	21.60
41+700		26.25	5	25	- 3.52	22.73
41+720	P.I.V.	28.65	6	36	- 5.07	23.58
41+740		31.05	7	49	- 6.90	24.15
41+760		33.45	8	64	- 9.01	24.44
41+780		35.05	9	81	- 11.41	24.44
41+800		30.25	10	100	- 14.08	24.17
41+820	+12.00%	40.65	11	121	- 17.04	23.61
41+840	P.T.V. -4.90%	43.05	12	144	- 20.28	22.77

En la lámina No. 2 se muestra gráficamente.

### ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la sub-corona del camino. Los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes, las curvas circulares y las curvas de transición.

#### TANGENTES

Las tangentes son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se le representa como P.I. y al --

ángulo de deflexión formado por la prolongación de una tangente y lo siguiente es representado por una delta. Como las tangentes van unidas entre sí por curvas, la longitud de una tangente es la distancia comprendida entre el fin de la curva anterior y el principio de la siguiente. A cualquier punto preciso del alineamiento horizontal localizado en el terreno sobre una tangente, se le denomina punto sobre tangente y se le representa por P.S.T.

La longitud máxima de una tangente está condicionada por la seguridad. Las tangentes largas son causa potencial de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo, o bien porque favorecen los deslumbramientos durante la noche; por tal razón conviene limitar la longitud de las tangentes, proyectando en su lugar alineamientos ondulados con curvas de gran radio.

La longitud mínima de tangente entre dos curvas consecutivas está definida por la longitud necesaria para dar la sobre elevación y ampliación a esas curvas.

### CURVAS CIRCULARES

Las curvas circulares son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas; las curvas circulares pueden ser simples o compuestas, según se trate de un solo arco de círculo o de dos o más sucesivos de diferente radio.

### CIRCULARES SIMPLES

Cuando dos tangentes están unidas entre sí por una sola curva circular, ésta se denomina curva simple. En el sentido del cadenasamiento las curvas simples pueden ser hacia la izquierda o hacia la derecha.

Las curvas circulares simples tienen como elementos característicos los mostrados en la lámina # 3 y se calculan como sigue:

- a).- GRADO DE CURVATURA: Es el ángulo subtendido por un arco de 20 metros, se representa con la letra  $G_c$ :

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360^\circ}{2\pi R_c} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad G_c = \frac{1\ 145.92}{R_c} \dots\dots(1)$$

El grado máximo de curvatura que puede tener una curva es el que permite a un vehículo recorrer con seguridad la curva con la sobreelevación máxima de velocidad de proyecto.

- b).- RADIO DE LA CURVA: Es el radio de la curva circular, se simboliza como  $R_c$  de la expresión (1) se tiene:

$$R_c = \frac{1\ 145.92}{G_c} \dots\dots\dots(2)$$

- c).- ANGULO CENTRAL: Es el ángulo subtendido por la curva circular, se simboliza como  $\Delta_c$ . En curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes.

- d).- LONGITUD DE CURVA: Es la longitud del arco entre el PC y el PT, se le representa como  $l_c$ .

$$\frac{l_c}{2\pi R_c} = \frac{\Delta_c}{360^\circ} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad l_c = \frac{\pi \Delta_c}{180^\circ} R_c$$

Pero teniendo en cuenta la expresión (2) se tendrá:

$$l_c = 20 \frac{\Delta_c}{G_c} \dots\dots\dots(3)$$

- e).- SUBTANGENTE: Es la distancia entre el PI y el PC o PT, medida sobre la prolongación de las tangentes, se representa como  $ST$ , del triángulo rectángulo PI-O-PT, se tiene:

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta_c}{2} \dots\dots\dots(4)$$

- f).- EXTERNA: Es la distancia mínima entre el PI y la curva se representa con la letra E, en el triángulo rectángulo PI-O-PT, se tiene:

$$E = R_C \sec \frac{\Delta_C}{2} - R_C = R_C \left( \sec \frac{\Delta_C}{2} - 1 \right) \dots \dots \dots (5)$$

- g).- ORDENADA MEDIA: Es la longitud de la flecha en el punto medio de la curva, se simboliza con la letra M, del triángulo rectángulo PI-O-PT, se tiene:

$$M = R_C - R_C \cos \frac{\Delta_C}{2} \dots \dots \dots (6)$$

- h).- DEFLEXION A UN PUNTO CUALQUIERA DE LA CURVA: Es el ángulo entre la prolongación de la tangente en PC y la tangente en el punto considerado, se le representa como  $\theta$ , se puede establecer:

$$\frac{\theta}{1} = \frac{G_C}{20} \cdot \cdot \cdot \theta = \frac{G_C l}{20} \dots \dots \dots (7)$$

- i).- CUERDA: Es la recta comprendida entre dos puntos de la curva, se le denomina C, si esos puntos son el PC y el-PT, a la cuerda resultante se le denomina cuerda larga, en el triángulo PC-O-PSC.

$$C = 2R_C \sin \frac{\theta}{2} \dots \dots \dots (8)$$

PARA LA CUERDA LARGA:

$$CL = 2R_C \sin \frac{\Delta_C}{2} \dots \dots \dots (8')$$

- j).- ANGULO DE LA CUERDA: Es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente y la cuerda considerada, se representa como  $\phi$ , en el triángulo PC-O-PSC.

$$\phi = \frac{\theta}{2}$$

y teniendo en cuenta la expresión (7)

$$p = \frac{Gcl}{40} \dots\dots\dots(9)$$

para la cuerda larga:

$$p_c = \frac{Gcl_c}{40}$$

### CURVAS CIRCULARES COMPUESTAS

Son aquellas que están formadas por dos o más curvas circulares simples del mismo sentido y de diferente radio o de diferente sentido y cualquier radio, pero siempre con un punto de tangencia común entre dos consecutivas. Cuando son del mismo sentido se llaman compuestas directas y cuando son de un sentido contrario, compuestas inversas.

En caminos debe evitarse este tipo de curvas, porque introducen cambios de curvatura peligrosos; sin embargo en intersecciones pueden emplearse siempre y cuando la relación entre dos radios consecutivos no sobrepase la cantidad de 2.0 y se resuelva satisfactoriamente la transición de la sobreelevación.

### AMPLIACION EN CURVAS

Debido a que una curva horizontal los vehículos ocupan más espacio que en tangente, es necesario ampliarla, esta ampliación es hacia el interior de la curva y se inicia parcialmente en el principio de tangente de transición y aplicando totalmente la ampliación en el punto donde comienza la curva.

Estas ampliaciones están dadas en las especificaciones de proyecto geométrico de la S.C.T. en la tabla No. 1 .

### SOBREELEVACION EN CURVAS

En toda curva se debe dar una sobreelevación determinada, con el fin de pasar gradualmente de la tangente a la curva circular, para así contrarrestar el efecto de la fuerza centrífuga ejercida sobre los vehículos al entrar a dicha curva.

En las especificaciones de proyecto geométrico de la S.C.T. se encuentran tablas en las que se pueden obtener con diferentes sobreelevaciones según el grado de la curva y la velocidad de proyecto.

(Ver tabla No. 2).

#### DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE CURVAS DE ALINEAMIENTO HORIZONTAL

En las curvas del alineamiento horizontal que parcial o totalmente queden alojadas en corte o que tengan obstáculos en su parte interior que limiten la distancia de visibilidad, debe tenerse presente que esa distancia sea cuando menos equivalente a la distancia de visibilidad de parada. Si las curvas no cumplen con ese requisito deberán tomarse las providencias necesarias para satisfacerlo, ya sea recortado o abatiendo el talud del lado interior de la curva, modificando el grado de curvatura o eliminando el obstáculo. La gráfica No. 4 permite comparar las condiciones existentes en el proyecto con las recomendaciones.

#### DISTANCIA DE VISIBILIDAD

A la longitud de carretera que un conductor ve continuamente delante de él, cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables, se le llama distancia de visibilidad. En general se considerarán dos distancias de visibilidad: La distancia de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad de rebase.

#### DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

La distancia de visibilidad de parada es la distancia de visibilidad mínima necesaria para que un conductor que transita a, o cerca de la velocidad de proyecto, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Es la misma distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera.

La distancia de visibilidad de parada está formada por la suma de dos distancias: La distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor ve el objeto hasta que coloca su pie en el pedal del freno y la distancia recorrida por el vehículo durante la aplicación de los frenos. A la primera se le llama distancia de ———



reacción y a la segunda, distancia de frenado.

Lo anterior expresado en forma de ecuación queda:

$$D_p = d + d'$$

En donde:

$D_p$  = Distancia de Visibilidad de Parada.

$d$  = Distancia de Reacción.

$d'$  = Distancia de Frenado.

La distancia de reacción se calcula mediante la expresión:

$$d = Kvt$$

En donde:

$d$  = Distancia de reacción (m).

$t$  = Tiempo de reacción (seg).

$v$  = Velocidad del vehículo (km/h).

$K$  = Factor de conversión de km/h a m/seg, igual a 0.278.

La distancia de frenado se calcula igualando la energía cinética del vehículo con el trabajo que realiza la fuerza para detenerlo, esto es:

$$\frac{1}{2} mV^2 = Wfd' + Wpd'$$

En donde:

$m$  = Masa del vehículo ( $m = \frac{W}{g}$ )

$V$  = Velocidad del vehículo (m/seg).

$W$  = Peso del vehículo.

$f$  = Coeficiente de fricción longitudinal.

$p$  = Pendiente de la carretera.

$g$  = Aceleración de la gravedad ( $g = 9.81 \text{ m/seg}^2$ )

$d'$  = Distancia de frenado.

Expresando la velocidad en kilómetros por hora y sustituyendo a  $m$  por su valor, la expresión anterior queda:

$$(0.278V)^2 \frac{W}{2 \times 9.81} = Wfd' + Wpd'$$

y simplificando:

$$d' = \frac{V^2}{254 (f + p)}$$

Sumando la distancia de reacción y la distancia de frenado, se obtendrá la distancia de visibilidad de parada expresada por:

$$D_p = 0.278vt + \frac{V^2}{254 (f + p)}$$

En la deducción de la expresión anterior, se ha considerado que la velocidad del vehículo es constante durante el tiempo de reacción. Además, se ha supuesto que el vehículo se detiene -- por la sola aplicación de los frenos, despreciando la inercia de las partes móviles, las resistencias internas, la resistencia al rodamiento, la resistencia del aire y la variación en la eficiencia de los frenos.

Las variables no consideradas están involucradas implícitamente en el tiempo de reacción y en el coeficiente de fricción longitudinal. Este coeficiente varía a su vez, con la velocidad, con la presión, tipo y estado de llantas, y con el tipo y estado de la superficie de rodamiento.

El coeficiente de fricción y el tiempo de reacción deben establecerse experimentalmente. Después de numerosas experiencias, la AASHTO ha determinado que para proyecto debe emplearse un tiempo de reacción de 2.5 segundos. El coeficiente de fricción longitudinal para proyecto varía entre 0.40 para una velocidad de 30 kilómetros por hora, hasta 0.29 para 110 kilómetros por hora. Estos coeficientes corresponden a pavimentos mojados y por tanto, la velocidad de los vehículos en esta condición es inferior a la de proyecto y se aproxima a la velocidad de marcha, para bajos volúmenes de tránsito.

## LONGITUD CRITICA

Longitud crítica de una tangente del alineamiento vertical es la longitud máxima en la que un camión cargado puede ascender sin reducir su velocidad más allá de un límite previamente establecido.

Los elementos que intervienen para la determinación de la longitud crítica de una tangente son fundamentalmente el vehículo de proyecto, la configuración del terreno, el volumen y la composición del tránsito.

El vehículo con su relación peso/potencia, define características de operación que determinan la velocidad con que es capaz de recorrer una pendiente dada. La configuración del terreno impone condiciones al proyecto que, desde el punto de vista económico, obligan a la utilización de pendientes que reducen la velocidad de los vehículos pesados y hacen que estos interfieran con los vehículos ligeros. El volumen y la composición del tránsito son elementos primordiales para el estudio económico del tramo, ya que los costos de operación dependen básicamente de ellos.

Las gráficas del estudio de Firey y Peterson permiten, para una relación dada de peso/potencia del vehículo, obtener su velocidad de marcha para diferentes pendientes y longitudes de las mismas.

En las gráficas se muestran las relaciones de peso/potencia de 90 kg/Hp, con base en ella se han desarrollado los criterios para determinar la longitud crítica de una tangente vertical, los cuales se detallan a continuación.

A.- Cuando se trata de caminos con volúmenes de tránsito alto en cualquier tipo de terreno o bien, con cualquier volumen de tránsito en terreno sensiblemente plano o en el lomerío suave, se ha considerado que la longitud crítica de cualquier pendiente es aquella que ocasiona una reducción de 25 km/h en la velocidad de marcha del vehículo.

Conforme a este criterio y para ilustrar el procedimiento de cálculo con base en la gráfica No. 1 se tiene que para un camino que tenga una velocidad de entrada a una tangente vertical de  $V = 50$  km/h y en el que prevean vehículos con relación peso/potencia de 90-km/hp; se desea saber las longitudes críticas para pendientes de 12% 10% y 8% haciendo uso de la gráfica No. 1 se tiene que las longitudes críticas serán aquellas comprendidas entre las ordenadas que marcaría la velocidad de entrada de 50 km/h y la de 25 km/h, que es el resultado de aceptar una reducción de 25 km/h en la velocidad de marcha durante su recorrido.

Estos valores son:

Para 12% ..... 320 mts.

Para 10% ..... 430 mts.

Para 8% ..... 1200 mts.

B.- La Secretaría de Comunicaciones y Transportes ha desarrollado otro criterio basado con el tiempo de recorrido, el cual se aplica a caminos con bajos volúmenes de tránsito y alojados en terrenos clasificados como lomerío fuerte o montañoso en donde por razones de configuración, es necesario considerar una pendiente gobernadora con valor previamente especificado, como resultado de un estudio económico.

Cuando interviene la pendiente gobernadora, la longitud crítica de tangente para las diferentes pendientes no debe considerarse con valores rígidos y fijos como en el primer caso, su valor puede tener pequeñas variaciones para diferentes tramos, en función del afecto que el conjunto de las tangentes tenga en la velocidad de marcha y por ende en el tiempo de recorrido para el tramo.

## CALCULO DE LA SOBREELEVACION EN CURVAS

La sobreelevación es la pendiente que se dá a la corona hacia el centro de la curva para contrarrestar parcialmente el efecto de la fuerza centrífuga de un vehículo en las curvas del alineamiento horizontal.

La fórmula para calcular la sobreelevación necesaria en una curva circular, está dada por la siguiente expresión:

$$S = 0,00785 \frac{V^2}{R} - \mu$$

en donde:

- S = Sobreelevación, en valor absoluto
- V = Velocidad del vehículo, en km/h.
- R = Radio de la curva, en m.
- $\mu$  = Coeficiente de fricción lateral.

Con la expresión anterior puede calcularse la sobreelevación necesaria para que no deslice un vehículo que circule por la curva a una velocidad dada; sin embargo, algunos problemas relacionados con la construcción, operación y conservación de la carretera, han mostrado la necesidad de fijar una sobreelevación máxima, admitiéndose cuatro valores. Se usa una sobreelevación máxima de 12% en aquellos lugares en donde no existen heladas ni nevadas y el porcentaje de vehículos pesados en la corriente de tránsito es mínimo; se usa 10% en los lugares en donde sin haber nieve o hielo se tiene un gran porcentaje de vehículos pesados; se usa 8% en zonas en donde las heladas o nevadas son frecuentes y, finalmente, se usa 6% en zonas urbanas.

## CALCULO DE AMPLIACION DE CURVAS

Ancho de calzada en curvas del alineamiento horizontal. Cuando un vehículo circula por una curva del alineamiento horizontal, ocupa un ancho mayor que cuando circula sobre una tangente y el conductor experimenta cierta dificultad para mantener su vehículo en el centro del carril, por lo que se hace necesario dar un ancho adicional a la calzada respecto al ancho en tangente. A este sobreancho se le llama ampliación, la cual debe darse tanto a la calzada como a la corona.

Para caminos de dos carriles, el ancho de calzada en curva se calcula, sumando el ancho definido por la distancia entre huellas externas  $U$  de dos vehículos que circulan por la curva; la distancia libre lateral  $C$  entre los vehículos y entre éstos y la orilla de la calzada; el sobreancho  $F_a$  debido a la proyección del vuelo delantero del vehículo que circula por el lado interior de la curva; y un ancho adicional  $Z$  que toma en cuenta la dificultad de maniobra en la curva.

## S I M B O L O S :

- $a$  - Ancho de calzada en tangente
- $a_c$  - Ancho de calzada en curva
- $A$  - Ampliación en curva
- $V_t$  - Vuelo trasero
- $V_d$  - Vuelo delantero
- $DE$  - Distancia entre ejes
- $EV$  - Entrevía (en este caso igual al ancho total del vehículo)
- $c$  - Distancia entre vehículos
- $U$  - Distancia entre huellas externas
- $F_a$  - Proyección del vuelo delantero
- $Z$  - Sobreancho por dificultad de maniobra.

NOTA: Todas las medidas en metros y normales al alineamiento horizontal.

EXPRESIONES PARA EL CALCULO:

$$A = a_c - a$$

$$a_c = 2U + 2C + F_a + Z$$

$$U = \bar{E}V + R - \sqrt{R^2 - \bar{D}E^2}$$

$$F = \sqrt{R^2 + V_d (Z \bar{D}E + V_d)} - R$$

$$Z = 0.1 \frac{V}{\sqrt{R}}$$

ANCHO CALZADA (a) en m.	VALOR DE (c) en m.
5.50	0.45
6.10	0.60
6.70	0.75
7.50	0.90

Para caminos con  $n=5.50$  en donde se espera bajo volumen de tránsito, puede considerarse que  $Z = 0$

La ampliación de la calzada en las curvas, se da en el lado interior; la raya central se pinta posteriormente en el centro de la calzada ampliada. Para pasar del ancho de calzada en tangente al ancho de calzada en curva, se aprovecha la longitud de transición requerida para dar la sobreelevación, de manera que la orilla interior de la calzada forme una curva suave sin quiebres bruscos a lo largo de ella.

En curvas circulares con espirales, la ampliación en la transición puede darse proporcionalmente a la longitud de la espiral, esto es:

$$A' = \frac{A}{l_e} l$$

en donde  $A'$  es la ampliación en una sección que está a metros del TE,  $l_e$  es la longitud de la espiral y  $A$  es la ampliación total en curva. Procediendo de esta manera se tendrá ampliación nula en el TE, ampliación total en el EC, y la orilla inferior de la calzada tendrá la forma de una espiral modificada.

En curvas circulares sin espirales puede seguirse el mismo criterio, pero resultarán quiebres que pueden eliminarse durante la construcción.

## NIVEL DE SERVICIO

Nivel de servicio es un término que denota un número de condiciones de operación diferentes que pueden ocurrir en un carril o camino dado, cuando aloja varios volúmenes de tránsito. Es una medida cualitativa del efecto de una serie de factores, entre los cuales se pueden citar: la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones del tránsito, la libertad de manejo, la seguridad, la comodidad y los costos de operación.

Un determinado carril o camino puede proporcionar un rango muy amplio de niveles de servicio. Los diferentes niveles de servicio de un camino específico, son función del volumen y composición del tránsito, así como de las velocidades que pueden alcanzarse en ese camino.

Un carril o camino proyectado para un determinado nivel de servicio, en realidad operará a muchos niveles, conforme varía el volumen durante una hora o durante diferentes horas del día, durante días de la semana, o durante períodos del año, y aún durante diferentes años, con el crecimiento del tránsito.

### CONDICIONES DE OPERACION PARA LOS DIFERENTES NIVELES DE SERVICIO

Se distinguen seis niveles de servicio, para la indentificación de las condiciones existentes al variar la velocidad y los volúmenes de tránsito, en una carretera.



Los niveles de servicio designados con las letras de la A a la F, del mejor al peor, comprenden la clasificación total de las operaciones de tránsito que pueden ocurrir.

El nivel de servicio A corresponde a una condición de flujo libre, con volúmenes de tránsito bajos y velocidades altas. La densidad es baja, y la velocidad depende del espacio de los conductores dentro de los límites impuestos y bajo las condiciones físicas de la carretera. No hay restricción en las maniobras ocasionadas por la presencia de otros vehículos; los conductores pueden mantener las velocidades deseadas con escasa o ninguna demora.

El nivel de servicio B corresponde a la zona de flujo estable, con velocidades de operación que comienzan a restringirse por las condiciones del tránsito. Los conductores tienen una libertad razonable para elegir sus velocidades y el carril de operación. Las reducciones de velocidad son razonables, con una escasa probabilidad de que el flujo del tránsito se reduzca.

El nivel de servicio C se encuentra en la zona de flujo estable, pero las velocidades y posibilidades de maniobra están más estrechamente controladas por los altos volúmenes de tránsito. La mayoría de los conductores perciben la restricción de su libertad para elegir su propia velocidad, cambiar de carriles o rebasar; se obtiene una velocidad de operación satisfactoria.

El nivel de servicio D se aproxima al flujo inestable con velocidades de operación aún satisfactorias, pero afectadas considerablemente por los cambios en las condiciones de operación. Las variaciones en el volumen de tránsito y las restricciones momentáneas al flujo, pueden causar un descenso importante en las velocidades de operación. Los conductores tienen poca libertad de maniobra con la consecuente pérdida de comodidad.

El nivel de servicio E no puede describirse solamente por la velocidad, pero representa la operación a velocidades aún más bajas que el nivel D, con volúmenes de tránsito correspondientes a la capacidad. El flujo es inestable y pueden ocurrir paradas de corta duración.

El nivel de servicio F corresponde a circulación forzada, las velocidades son bajas y los volúmenes inferiores a los de la capacidad. En estas condiciones generalmente se producen colas de vehículos a partir del lugar en que se produce la restricción. Las velocidades se reducen y pueden producirse paradas debidas al congestionamiento. En los casos extremos, tanto la velocidad como el volumen, puede descender a cero.

## DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE REBASE

Se dice que un tramo de carretera tiene distancia de visibilidad de rebase, cuando la distancia de visibilidad en ese tramo es suficiente - para que el conductor de un vehículo pueda adelantar a otro que circula -- por el mismo carril, sin peligro de interferir con un tercer vehículo que venga en sentido contrario y se haga visible al iniciarse la maniobra.

La distancia de visibilidad de rebase se aplica a carreteras de dos carriles; en carreteras de cuatro o más carriles, la maniobra de rebase se efectúa en carriles con la misma dirección de tránsito, por lo que no hay peligro de interferir con el tránsito de sentido opuesto; las maniobras de rebase que requieran cruzar el eje de un camino de cuatro o más carriles sin faja separadora central, son tan peligrosas que no deben permitirse.

No es posible establecer criterios rígidos para determinar la -- frecuencia y longitud de los tramos de rebase que debe tener una carretera de dos carriles, ya que depende de variables, tales como el volúmen de -- tránsito, la configuración topográfica, la velocidad de proyecto, el costo y el nivel de servicio deseado; sin embargo, es aconsejable proporcionar -- tantos tramos de rebase como sea económicamente posible. En gran parte de los caminos, los tramos de rebase se incluyen de manera natural en el desarrollo del proyecto y como consecuencia lógica de la configuración topográfica; estos tramos de rebase son suficientes cuando el volúmen de tránsito es bajo o muy bajo; sin embargo, conforme el volúmen de tránsito se acerca a la capacidad, es esencial proyectar tramos de rebase más largos y más -- frecuentes, para evitar que se formen filas de vehículos detrás de los vehículos lentos.

En pendientes descendentes fuertes, la distancia de visibilidad de rebase generalmente es menor que en terreno plano, puesto que el vehículo que va a rebasar puede acelerar más rápidamente y reducir el tiempo de maniobra; los vehículos rebasados generalmente son pesados y normalmente evitan acelerar en pendientes descendentes para un mejor control del vehículo, facilitando así que sea rebasado.

En pendientes ascendentes fuertes, la distancia de visibilidad de rebase es mayor que en terreno plano, debido a la reducción en el poder

de aceleración de los vehículos que van a rebasar y a la mayor velocidad de los vehículos que vienen en sentido opuesto; esto queda compensado en parte, por la baja velocidad del vehículo que se quiere rebasar. Sin embargo, si se quiere que la maniobra de rebase se efectúe con gran seguridad, la distancia de visibilidad de rebase debe ser mayor que en terreno plano; a la fecha no hay un criterio establecido para calcular ese aumento, pero el proyectista debe reconocer que esos aumentos son deseables.

En 1958, la Secretaría de Obras Públicas, basada en un número limitado de observaciones, recomendó 500 metros como límite para la distancia de visibilidad de rebase, a velocidad de proyecto de 110 Km/h. Por otra parte, el Manual de Capacidad de Carreteras de 1965, establece una distancia de visibilidad de rebase de 458 m (1,500') independientemente de la velocidad de proyecto, y las Especificaciones Inglesas consideran que la distancia de visibilidad de rebase no debe ser menor que la distancia recorrida por un vehículo a la velocidad de proyecto en 16 segundos, lo cual significa que para 110 km/h se tendrá una distancia de visibilidad de rebase de 490 m.

Para velocidades menores de 110 km/h las distancias de visibilidad de rebase se reducirán proporcionalmente, esto es:

$$D_R = \frac{500}{110} V = 4.545V$$

Esta expresión coincide notablemente con la recomendada por las normas inglesas, que es:

$$D_R = 4.445V$$

Para proyecto, la expresión para calcular la distancia de visibilidad de rebase mínima es:

$$D_R = 4.5V$$

en donde  $D_R$  es la distancia mínima de visibilidad de rebase en metros y  $V$  la velocidad de proyecto en km/h.

CALCULO Y TRAZO DE UNA CURVA HORIZONTAL

DATOS:

P.I. = 42+227.75

$\Delta = 52^{\circ} 42'$

G<sub>c</sub> = 10° 00'

a). - RADIO

$$R_c = \frac{1145.92}{G} = \frac{1145.92}{10}$$

$$R_c = 114.59 \text{ m.}$$

b). - LONGITUD DE CURVA

$$L = 20 \frac{\Delta_c}{G_c} = 20 \times \frac{52^{\circ} 42'}{10^{\circ} 00'} = 20 \times \frac{52.7^{\circ}}{10.0^{\circ}} = L_c = 105.40 \text{ m.}$$

c). - SUBTANGENTE

$$ST = R_c \tan \frac{\Delta_c}{2} = 114.59 \times \tan \frac{52.7}{2} = 119.59 \times \tan 26.35$$
$$ST = 56.76 \text{ m.}$$

d). - EXTERNA

$$E = R_c \left( \sec \frac{\Delta_c}{2} - 1 \right) = 114.59 \left( \sec 26.35 - 1 \right) =$$
$$114.59 \left( 0.11595 \right) = 13.29 \text{ m.}$$

e). - ORDENADA MEDIA

$$M = R_c - R_c \cos \frac{\Delta_c}{2} = 114.59 - 114.59 \cos 26.35 = M = 11.91 \text{ m.}$$

f). - CUERDA LARGA

$$CL = 2R_c \sin \frac{\Delta_c}{2} = 2 \left( 114.59 \right) \left( \sin 26.35 \right) = CL = 101.72 \text{ m.}$$

g).- PUNTOS DE COMIENZO Y TERMINO DE LA CURVA

P.C. =	
P.I. =	42 + 227.75 -
S.T. =	56.76
	<hr/>
P.C. =	42 + 170.99
P.T. =	
P.C. =	42 + 170.99 +
L.C. =	105.40
	<hr/>
P.T. =	42 + 276.39

Para el trazo de las curvas en el terreno se utiliza el método de deflexiones a partir del P.C., primeramente se fijan con exactitud el P.C. y el P.T. de las curvas, después obtenemos la deflexión por metro, substituyendo en la fórmula No. 9 la fórmula No. 3 obteniendo así la deflexión total de la cuerda larga, finalmente se divide entre la longitud de curva y obtenemos la deflexión por cada metro de la curva, a continuación se hace practicamente:

$$\delta_c = \frac{G_c L_c}{40} \text{-----} (9)$$

Substituyendo  $L = 20 \frac{\Delta_c}{G_c}$  ----- (3)

Tenemos:  $\delta = \frac{G_c \left( \frac{20 \Delta_c}{G_c} \right)}{40} = \frac{20 \Delta_c}{40} = \frac{20 \Delta_c}{40} \quad \delta_c = \frac{\Delta_c}{2}$

Este resultado nos expresa el valor del ángulo de la cuerda larga. Para encontrar la deflexión por metro o el ángulo de la cuerda por cada metro dividimos entre el valor de la longitud de curva en metros, así:

$$d = \frac{\Delta_c / 2}{L_c}$$

Donde "d" es el ángulo de la cuerda por cada metro o la deflexión por metro.

Entonces:

$$d = \frac{26.35^{\circ}}{105.40} = 0.25^{\circ} = \underline{\underline{0^{\circ}15'}}$$

A continuación se procede a determinar las deflexiones correspondientes a cada estación que esté dentro de la curva. A cada 20.00 metros le corresponde una deflexión de  $5^{\circ}00'$ , entonces obtenemos lo siguiente:

P.C.	=	42 + 170.99		$0^{\circ} 00' 00''$
		180.00		$2^{\circ} 15' 09''$
		200.00		$7^{\circ} 15' 09''$
		220.00		$12^{\circ} 15' 09''$
		240.00		$17^{\circ} 15' 09''$
		260.00		$22^{\circ} 15' 09''$
P.T.	=	42 + 276.39		$26^{\circ} 21' 00''$

Para comprobar que las deflexiones son correctas se debe chequear que la deflexión dada al P.T. sea igual a la mitad de la deflexión total de la curva.

$$\frac{\Delta}{2} = \frac{52^{\circ}42'}{2} = 26^{\circ} 21'$$

Las deflexiones obtenidas se dan con el tránsito midiendo las distancias correspondientes con cinta.





T A B L A N O . 2

V = 50 KM/H

SOBRE ELEVACIONES RECOMENDADAS

$G_c$	$R_c$	TT	S <sub>z</sub>	M	$G_c$	$R_c$	$L_e$	S <sub>z</sub>	M
0° 30'	2291.83	12	2.0	12.00	8° 30'	134.81	34	6.2	10.98
1° 00'	1145.92	12	2.0	12.00	9° 00'	127.32	36	6.5	11.08
1° 30'	763.94	12	2.0	12.00	9° 30'	120.62	38	6.9	11.01
2° 00'	572.96	12	2.0	12.00	10° 00'	114.59	40	7.2	10.96
2° 30'	458.37	12	2.0	12.00	10° 30'	109.12	42	7.6	11.05
3° 00'	381.97	12	2.2	10.91	11° 00'	104.17	44	8.0	11.00
3° 30'	327.40	14	2.5	11.20	11° 30'	99.64	46	8.4	10.95
4° 00'	286.48	16	2.9	11.03	12° 00'	95.49	48	8.7	11.03
4° 30'	254.65	18	3.3	10.91	12° 30'	91.67	50	9.1	10.99
5° 00'	229.18	20	3.6	11.11	13° 00'	88.15	52	9.5	10.95
5° 30'	208.35	22	4.0	11.00	13° 30'	84.88	54	9.8	11.02
6° 00'	190.99	24	4.4	10.91	14° 00'	81.85	56	10.2	10.98
6° 30'	176.29	26	4.7	11.06	14° 30'	79.03	58	10.5	11.05
7° 00'	163.70	28	5.1	10.98	15° 00'	76.39	60	10.9	11.01
7° 30'	152.79	30	5.5	10.91	15° 30'	73.93	62	11.3	10.97
8° 00'	143.24	32	5.8	11.03	16° 00'	71.62	64	11.6	11.03
					16° 30'	69.45	66	12.0	11.00

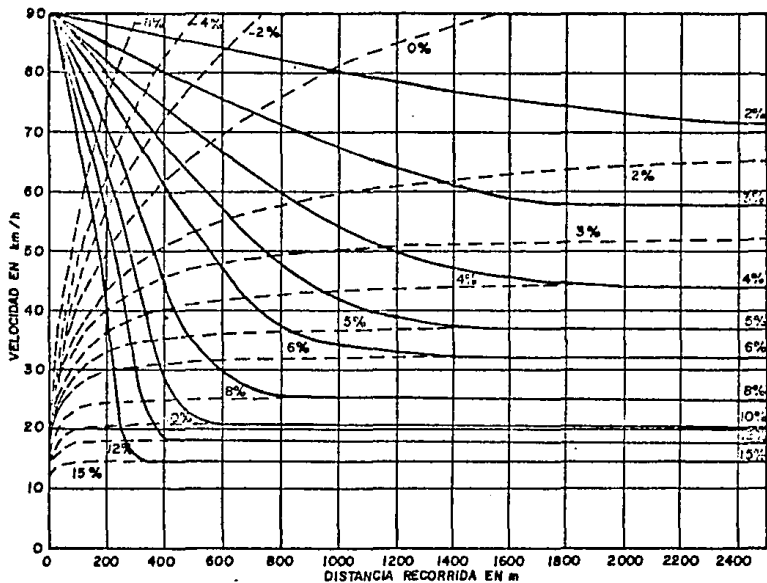
$G_c$  = Grado de la Curva Circular

S = Sobre Elevación en %

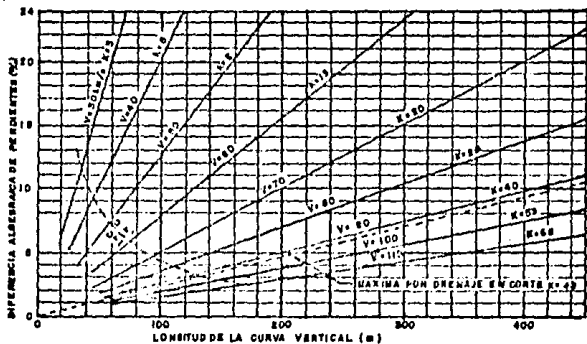
V = Velocidad en Km/h

M = Semidistancia del punto donde termina el bombeo al punto donde la S es de 2

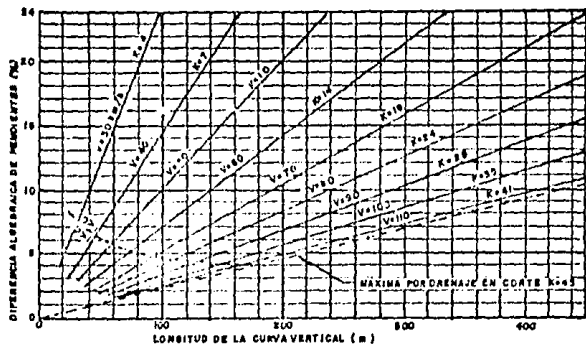
$L_e$  = TT



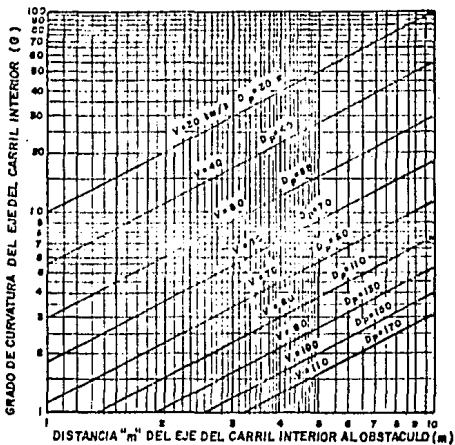
GRAFICA N° 1 EFECTO DE LAS PENDIENTES EN LOS VEHICULOS CON RELACION PESO/POTENCIA DE 90 KG/HP.



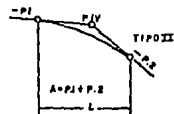
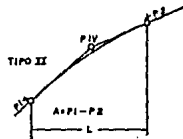
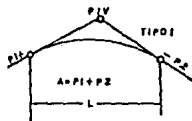
GRAFICA N°8 LONGITUD DE CURVAS VERTICALES EN CRESTA PARA CUMPLIR CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



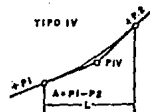
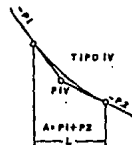
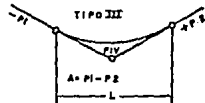
GRAFICA N°9 LONGITUD DE CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO PARA CUMPLIR CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



GRAFICA Nº4 DISTANCIA MINIMA NECESARIA A OBSTACULOS EN EL INTERIOR DE CURVAS CIRCULARES PARA DAR LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA



CURVAS VERTICALES EN CRESTA



CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO

$P_1$  = Pendiente de entrada  
 $P_2$  = Pendiente de salida  
 $A$  = Diferencia de pendientes  
 $L$  = Longitud de curva  
 $K$  = Variación de longitud por unidad  
 de pendiente  $K = \frac{L}{A}$

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

ESCUELA DE INGENIERIA

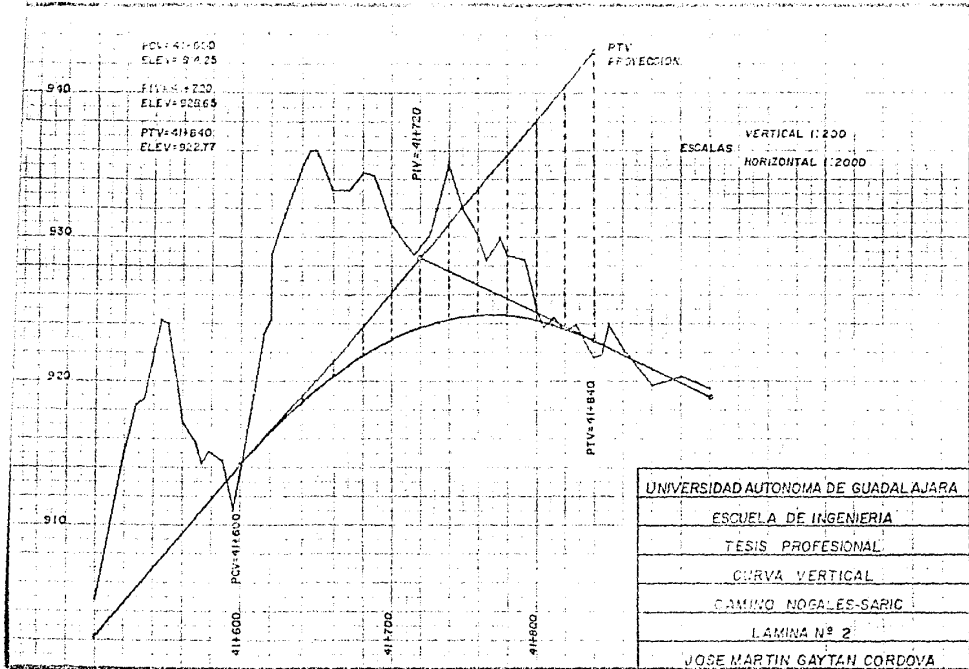
TESIS PROFESIONAL

CURVAS VERTICALES

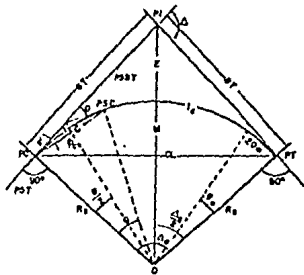
CAMINO NOGALES-SARIC

LAMINA N° 1

JOSE MARTIN GAYTAN CORDOVA



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
ESCUELA DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
CURVA VERTICAL
CAMINO NOGALES-SARIC
LAMINA N° 2
JOSE MARTIN GAYTAN CORDOYA



- PI** PUNTO DE INTERSECCION  
**PC** PUNTO EN DONDE COMIENZA LA CURVA  
**PT** PUNTO EN DONDE TERMINA LA CURVA  
**PST** PUNTO SOBRE TANGENTE  
**PNST** PUNTO SOBRE SUBTANGENTE  
**PSC** PUNTO SOBRE LA CUERDA CIRCULAR  
**O** CENTRO DE LA CURVA CIRCULAR  
  
**Δ** ANGULO DE DEFLEXION DE LAS TANGENTES  
**Δ<sub>1</sub>** ANGULO CENTRAL DE LA CURVA  
**θ** ANGULO DE DEFLEXION A UN PST  
**φ** ANGULO DE UNA CUERDA CUALQUIERA  
**φ<sub>1</sub>** ANGULO DE LA CUERDA LARGA  
**φ<sub>2</sub>** BRADO DE LA CURVATURA DE LA CURVA  
  
**R<sub>1</sub>** RADIO DE LA CURVA  
**ST** SUBTANGENTE  
**E** EXTENNA  
**M** ORDENADA MEDIA  
**C** CUERVA  
**CL** CUERDA LARGA  
**l** LONGITUD DE UN ARCO  
**l<sub>1</sub>** LONGITUD DE LA CURVA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

ESCUELA DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

CURVA CIRCULAR

CAMINO NOGALES-SARIC

LAMINA N° 3

JOSE MARTIN GAYTAN CORDOVA

C A P I T U L O I V

PROYECTO



PLANTA TOPOGRAFICA Y PERFIL DEL EJE DE PROYECTO

Los alineamientos horizontal y vertical no deben ser considerados independientes en el proyecto, puesto que se complementan uno al otro. Si uno de los dos alineamientos presenta partes pobremente proyectadas, estas influyen negativamente tanto en el resto de ese alineamiento como en el otro. Por lo anterior deben estudiarse en forma exhaustiva ambos alineamientos, tomando en cuenta que la bondad en su proyecto incrementará su uso y seguridad.

Si se supone que la localización general ha sido realizada y que el problema restante es lograr un proyecto armónico entre los alineamientos horizontal y vertical y que obtenido este, el camino resulta una vía económica, agradable y segura.

Un proyecto apropiado de los alineamientos horizontal y vertical se logra por medio de estudios de ingeniería y las siguientes normas generales:

- a).- La curvatura y la pendiente deben estar balanceadas, las tangentes o las curvas horizontales suaves en combinación con pendientes fuertes, o bien una curvatura horizontal excesiva con pendientes suaves.
- b).- La curvatura vertical sobrepuesta a la curvatura horizontal o viceversa, dá como resultado una vía más agradable a la vista pero debe ser analizada tomando en cuenta el tránsito. Cambios sucesivos en el pérfil que no están en combinación con la curvatura horizontal, pueden tener como consecuencia una serie de jorobas visibles al conductor por alguna distancia. Sin embargo, en algunas ocasiones la combinación de los alineamientos horizontal y vertical pueden resultar peligrosos.
- c).- No deben proyectarse curvas horizontales forzadas en o cerca de una cima, o de una curva vertical pronunciada. Esta condición es peligrosa porque el conductor no puede percibir el cambio en el alineamiento horizontal, especialmente de noche,

porque las luces de los carros alumbran adelante -- hacia el espacio y en línea recta.

- d).- De la misma manera no deben proyectarse curvas horizontales forzadas o cerca del punto bajo de una curva vertical en columpio, porque el camino dá la impresión de estar cortado.
- e).- En caminos de dos carriles, la necesidad de tramos para rebasar con seguridad a intervalos frecuentes y en un porcentaje apreciable de la longitud del -- camino.
- f).- En las intersecciones donde la distancia de visibilidad a lo largo de ambos caminos sea importante y los vehículos tengan que disminuir su velocidad o -- parar, la curvatura horizontal y el p rfil debe proyectarse lo más suave posible.

La planta topográfica fué hecha a una escala de 1:2000 -- con curvas de nível a cada dos metros.

En el p rfil se usaron dos escalas, la horizontal 1:2000 y la vertical 1:200 como después lo veremos en temas posteriores.- En éste último plano, se acostumbra representar en la parte superior el alineamiento horizontal con los datos de cada curva horizontal, con el fin de facilitar el estudio de la coordinación entre ambos alineamientos. En éste plano también se dibuja la ordenada de curva masa, como después lo veremos en capítulos posteriores más detalladamente.

( VER PLANTA PLANO No. 1 Y PERFIL PLANO No. 2 )

#### PROYECTO DE LA SUBRASANTE

El costo de construcción, parte integrante de los costos en que se basa la evaluación de un camino, está gobernado por los movimientos de terracerias. Esto implica una serie de estudios -- que permitan tener la certeza de que los movimientos a realizar -- sean los más económicos.

La subrasante la forman una serie de líneas rectas con sus respectivas pendientes según el caso, y unidas de una pendiente a otra por curvas verticales tangentes a ellas. Las pendientes, siguiendo el sentido del cadomamiento, serán (+) ascendentes o (-) descendentes.

La subrasante debe compensar lo más que sea posible los cortes y terraplenes. Las pendientes por lo general se proyectan con 3 decimales para caminos, por ejemplo: 5.432%, a veces resultan cortes o terraplenes muy altos en terreno accidentado como es en el caso de este camino, pero en zonas planas la subrasante puede ser el perfil del terreno.

En el proyecto de la subrasante aparte del perfil longitudinal también se debe analizar el alineamiento horizontal, las secciones transversales del terreno, los datos relativos a la calidad de los materiales y la elevación mínima que se requiere para dar cabida a las estructuras.

Los elementos que definen el proyecto de la subrasante son los siguientes:

- a).- LAS CONDICIONES TOPOGRAFICAS: De acuerdo con su configuración se consideran los siguientes tipos de terrenos: Plano, Lomerío y Montañoso. En nuestro caso como habíamos dicho, el terreno es montañoso y se caracteriza por el empleo frecuente de las especificaciones máximas, tanto en el alineamiento horizontal como en el vertical, y fácilmente se dispone de espacios libres para obras de drenaje y puentes.
- b).- CONDICIONES GEOTECNICAS: La calidad de los materiales que se encuentran en la zona donde se localiza el camino, es factor muy importante, ya que además del empleo que tendrán en la formación de las terracerías, servirán de apoyo al camino.

La elevación de la subrasante está limitada en ocasiones por la capacidad de carga del suelo que servirá de base al camino.

- c).- SUBRASANTE MINIMA: La elevación mínima correspondiente a puntos determinados del camino, a los que el estudio de la subrasante económica debe sujetarse, define en esos puntos el proyecto de la subrasante mínima. Estos puntos pueden ser: Obras monores, puentes, intersecciones y zonas de inundación.
- d).- COSTO DE LAS TERRACERIAS: La posición que debe guardar la subrasante para obtener la economía máxima en la construcción de las terracerias, depende de los siguientes conceptos:

COSTOS UNITARIOS

COEFICIENTES DE VARIABILIDAD VOLUMETRICA

RELACION DE COSTOS Y VOLUMENES AL MOVER SUBRASANTE

DISTANCIA SOBRE ECONOMIA DE SOBRECARREROS

### SECCIONES TRANSVERSALES

Son secciones o pórfiles del terreno, normales al eje del camino, se obtienen a cada 20 mts. en intermedios, si el terreno así lo requiere. Para la obtención de datos para dibujar las secciones transversales se utiliza un nivel de mano, una cinta y un estadal en cada estación seccionamos a ambos lados, una distancia que varía según el espesor de corte o terraplen. Por ejemplo, si el terraplen es muy grande, el pie del talud (los cerros) pateará a gran distancia del eje del camino. Por lo tanto deberá seccionarse la distancia que se requiera según la magnitud de los espesores. El procedimiento para sacar secciones transversales es el siguiente:

- a).- En cada estación cerrada o intermedia se trazan normales al eje del camino.
- b).- El estadal se coloca en el centro de la sección, punto que consideramos con una elevación igual a cero.

El observador desde otra posición hace la lectura.

- c).- En cada variación del terreno se pone el estadal y se hace la lectura correspondiente para obtener -- las variaciones del terreno. Se toman distancias a cada una de las posiciones, las lecturas serán -- positivas o negativas, según suba o baje el nivel del terreno con respecto al centro. Por ejemplo -- si la lectura en el centro de la sección fué de -- 1.50 mts. y en la siguiente posición del estadal -- se lee 2.00 mts. la variación será de -0.50 mts.-- con respecto al centro, pero si en vez de 2.00 mts. se lee 1.00 mts., la variación será de +0.50 mts., -- esto se hace a ambos lados del camino.

El registro se lleva en libretas de secciones, en la forma que se muestra en la lámina No. 4. Las secciones se dibujan en -- papel milimétrico escala 1:100, de acuerdo con las especificaciones -- como tangentes como transición, sobreelevaciones, ampliaciones, an-- cho de corona, talud y bombeo. ( Ver lámina No. 5 ).

#### SECCION DE CONSTRUCCION

Para el cálculo de espesores, tanto de corte como terraplen para cada una de las estaciones, se ve la diferencia de cotas -- del terreno natural y de la rasante, y así se obtienen dichos espesores que se anotan en la columna correspondiente del perfil.

Después de dibujar las secciones del terreno natural se -- procede a dibujar las secciones de construcción de acuerdo con los -- anchos de corona, bombeos, sobreelevaciones, transiciones, ampliaciones, taludes y demás. Con relación de éstos factores se obtiene la -- sección para cada caso. Como se muestra en la lámina No. 5.

En general el proyecto se sujetó a las siguientes condiciones:

EN TANGENTES BOMBEO DEL 2% A AMBOS LADOS  
 ANCHO DE SUBRASANTE 7 METROS  
 CUNETA DE 1.00 M. CON TALUD DE 3 x 1  
 TALUDES EN CORTE AL 1/4 x 1 Y 1/2 x 1  
 TALUDES EN TERRAPLEN A 1 1/2 x 1  
 CUÑAS DE SOBREAÑO DE 0.15 M.

Para calcular las superficies de cada sección, se utilizó un planímetro, aparato con el cual partiendo de un punto cualquiera de la sección y siguiendo el perímetro de la misma hasta regresar al mismo punto nos dá el área de la sección directamente, ya que éstas están dibujadas con una escala de 1:100.

En seguida se hicieron las sumas de área en cada uno de esos conceptos, que multiplicadas por la Semi-distancia entre una y otra sección, nos dió los volúmenes.

El método que se utilizó fué el promedio de áreas extremas que se representa por la ecuación siguiente:

$$V = \frac{A_1 + A_2}{2} D$$

En donde:

$A_1 + A_2$  = Area de las secciones extremas.

D = Distancia entre las secciones extremas

V = Volúmen.

# DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS EN COOPERACION

JUNTA LOCAL DE CAMINOS DEL ESTADO DE SONORA

DEPARTAMENTO DE OBRAS

RESIDENCIA: MOGALES, SONORA.

DATOS AL CONTRATISTA DE KM. 42 + 700 A KM. 43 + 200

CAMINO: MOGALES - S'RIC

FECHA

ESTACION	Sub. No.	Corta Ibs.	Corta Ibs.	Lts. Ibs.	LMP 50%		Lts. Ibs.	Corta Ibs.	Corta Ibs.	ALIMENTACION		SUMINISTROS		
					C.	T.				Ibs.	Ver.	C	T	
42+700	867.70	4.63		4.16 -.08		1.07	4.16 -.08		5.43					249
700	867.10	5.13		"		1.03	"		6.45					204
740	866.66	4.36		"		.80	"		6.33					207
760	866.14	5.04		"		1.44	"		6.47					203
780	865.81	5.46		"		1.63	"		6.79					201
800	865.80	4.57	4.50 -.37	3.50 -.07		1.62	"		7.84				5	305
820	866.14	6.26	"	"	.20	"	"		6.42				83	180
840	866.40	4.82	"	"		.40	"		6.11				359	37
860	876.66	5.04		4.16 -.08		1.10	"		6.06				2	239
880	826.15	4.56		"		.75	"		5.58					169
900	885.44	4.99		"		.95	"		5.78					198
920	804.16	5.80	4.50 -.37	3.50 -.07	.18	"	"		4.71				55	83
940	832.68	5.53	"	"		.25	"		5.42				88	27
960	861.80	5.28	"	"		.65	"		6.32				51	79
980	800.52	4.75	"	"		1.07	"		6.03				20	144
43+000	879.24	4.76	"	"		.94	"		6.33				4	161
020	877.96	5.12	"	"		.44	"		5.05				17	95
040	876.68	5.22	"	"		.29	"		5.01				33	41
060	875.40	5.26	"	"		.29	4.13 +.09		5.28				26	43
060	874.30	4.98		4.56 -.10		1.35	4.13 +.09		6.44				8	141
100	873.57	4.62		4.16 -.08		1.35	4.16 -.07		6.40					232
120	873.21	4.60	4.35 -.38	3.50 -.07		.60	3.96 -.07		4.84				2	150
140	873.03	5.22	"	"	.68	"	3.50 -.07	4.35 +.30	4.77				88	33
160	872.85	6.43	"	"	1.15	"	"	"	4.92				320	
180	872.67	5.07	"	"		.23	3.96 -.07		5.80				258	28
43+200	872.41			3.96 -.07		.78	"		7.14				17	134

$\frac{-2.5}{20.0}$	$\frac{-2.5}{12.0}$	$\frac{-3.0}{11.0}$	40+080	$\frac{+3.9}{14.0}$	$\frac{+6.7}{20.0}$
$\frac{-4.1}{20.0}$	$\frac{-3.8}{16.0}$		060	$\frac{+4.0}{13.0}$	$\frac{+5.2}{20.0}$
$\frac{-4.9}{20.0}$	$\frac{-3.6}{10.0}$		040	$\frac{+3.7}{20.0}$	
$\frac{-4.7}{20.0}$	$\frac{-3.0}{8.50}$		020	$\frac{+1.8}{6.50}$	$\frac{+2.2}{11.0}$ $\frac{+5.5}{20.0}$
$\frac{-1.0}{20.0}$	$\frac{-0.7}{4.50}$		40+000	$\frac{+1.3}{10.0}$	$\frac{+4.7}{20.0}$

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

ESCUELA DE INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL

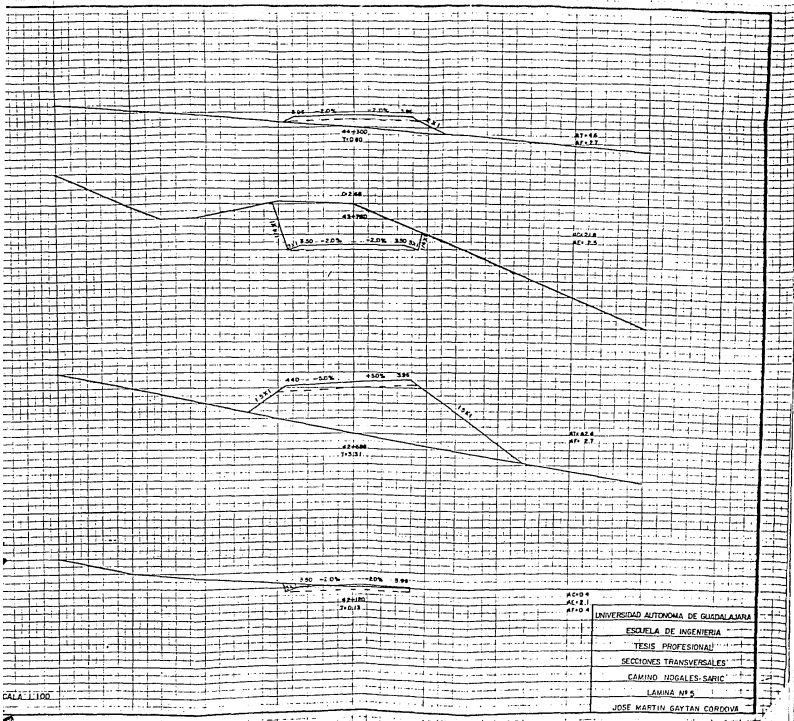
SECCIONES

CAMINO: NOGALES-SARIC

LAMINA N° 4

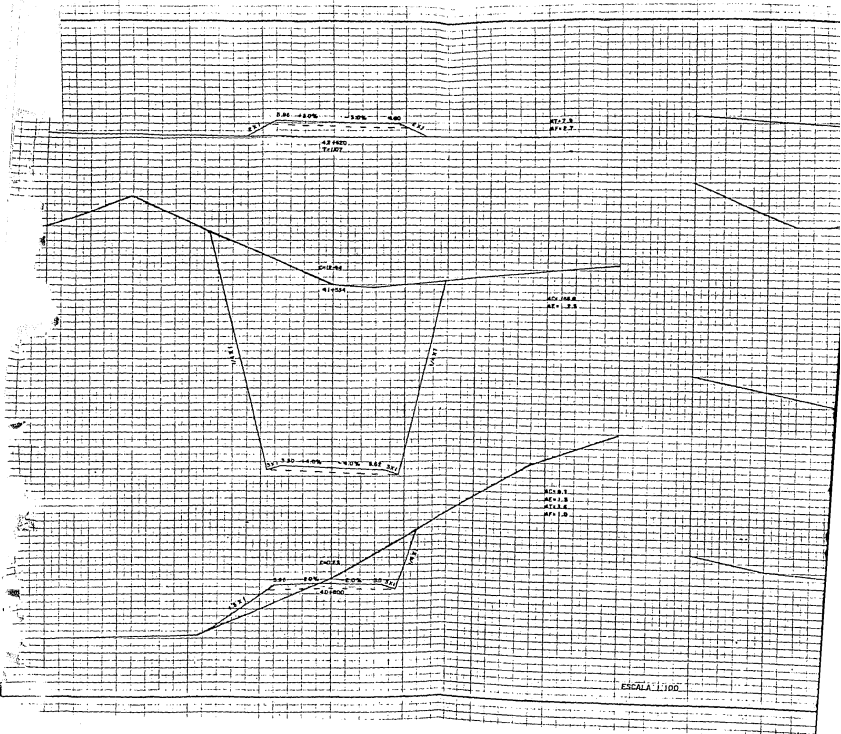
JOSE MARTIN GAYTAN CORDOVA





ESCALA 1:100

AC+0.0  
 AC+2.0  
 AC+4.0  
 UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL  
 SECCIONES TRANSVERSALES  
 CAMINO HIDGALES-SARIC  
 LAMINA N° 5  
 JOSE MARTIN GAYTAN CORDOVA



HT 2.5  
PI 1.7

43.7820  
T=12.07

HT 2.5  
PI 1.5

HT 1.5  
PI 1.5  
AT 1.5  
PI 1.5

ESCALA 1:100

CAPITULO V  
TERRACERIAS

## CORTES Y TERRAPLENES

Los materiales rocosos que se encuentran a lo largo del trazo, como son reolitas y granitos serán atacados con explosivos y retirados por tractores Bulldozer del tipo D-8 o similar, y los productos que se obtengan se usarán únicamente en la construcción del cuerpo del terraplén. En donde el trazo se aloja en conglomerados y aluviones, podrán usarse para atacarlas tractores Bulldozer D-9, el material obtenido se usará solamente en la formación del cuerpo del terraplén.

En general no son de esperarse problemas de estabilidad de taludes en los cortes realizados en las formaciones rocosas; sin embargo, en los cortes mayores de ocho metros podrán presentarse desprendimientos de material en volúmenes considerables, -- por lo que si se llegan a presentar, el material que se desprenda se retirará inmediatamente para evitar que se efectúe la drenación del camino.

Es factible que en los tramos restantes se produzcan en los cortes, graneado de material, pero será de poca magnitud.

Para evitar fallas de talud en los terraplenes por deslizamientos y asentamientos de consideración, se recomienda que se construyan escalones, longitudinales o transversales en las laterales con pendientes transversales igual o mayor que 25%.

Se recomienda que el tamaño máximo de los fragmentos sea de 0.75M. y que la formación del terraplén sea continua desde su base hasta la capa inferior de la sub-rasante.

En caso de ampliación de terraplenes deben ligarse mediante escalones al cuerpo original y llevarse a cabo la construcción desde el nivel del terreno natural.

Los préstamos laterales que se efectúen aguas arriba deben drenarse en la forma adecuada, para evitar acumulación de agua que perjudique a las terracerías, los materiales indicados como desperdicio deben ser colocados en el tercio inferior de los terraplenes.

Se recomienda evitar que el material sea depositado a volteo sobre el hombro de las terracerías.

### CAPA SUBRASANTE.

De acuerdo con las condiciones topográficas, geológicas y climatológicas de la región, la formación rocosa no está muy meteorizada, por lo que el material para la capa subrasante se acarreará del banco que se localiza en el Km 43+500 con 60M de desviación derecha.

Estos bancos están formados por material sedimentarios como son: arenas arcillosas y arcillas arenosas. En general estos materiales son de buena calidad, ya que no presentan características plásticas.

Tomando en cuenta lo anterior y de acuerdo con los resultados de la exploración y los ensayos de laboratorio, se considera que la capa subrasante debe formarse con material proveniente del banco indicado anteriormente. El banco podrá atacarse con tractor D-8 y el material deberá disgregarse de ser necesario.

### PRUEBAS DE LABORATORIO.

Conocer la naturaleza del terreno antes de proyectar y construir una carretera es absolutamente indispensable para determinar el costo de la construcción y conservación de la obra en la localización deben hacerse estudios de suelos sobre las rutas posibles para determinar la calidad y estabilidad de los materiales que se emplearán, establecer los procedimientos de construcción y seleccionar el equipo requerido para la correcta ejecución de los trabajos.

Es conveniente hacer notar que los caprichos de la naturaleza han originado una gran variedad de condiciones de suelos y por lo tanto, más que las soluciones matemáticas cuenta la experiencia y el buen juicio en el análisis y correcta interpretación de las pruebas de laboratorio, las que deben complementarse con el conocimiento empírico sobre la validez -

relativa que en cada caso debiera darse a los mencionados resultados.

Teniendo en cuenta los anteriores conceptos, a continuación hago mención de las principales pruebas que son indispensables para la construcción de caminos, como el caso de este:

Granulometría  
 Límites de Atterberg  
 Peso volumetrico seco máximo  
 Porter Estandaad.

Estas pruebas se efectuaran en material utilizado en la construcción de terracerias para poder conocer su calidad y proporcionarle un tratamiento adecuado para cumplir con las especificaciones que marca la S.C.T.

Por último aplicamos la prueba Porter modificada al 95% de su peso volumetrico seco máximo para obtener el V.R.S. de diseño ( 30% a 20% ).

#### NORMAS DE CONSTRUCCION.

Tomando en cuenta las características topográficas y geológicas de la región así como el tipo de camino, a continuación se resumen las normas de tipo geotécnico para su construcción.

- a) La construcción de las terracerías, de las obras de drenaje y complementarias, deberán regirse por las especificaciones Generales de Construcción de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.
- b) Debe realizarse el desmonte y limpieza general -- dentro del área comprendida por la línea de ceros de los cortes y de los terraplenes, así como la -- de los préstamos laterales para las terracerías y la capa sub rasante, procurando no afectar el -- resto de la vegetación.

- c) Los materiales clasificados como " compactables para formar el cuerpo de terraplén deben compactarse como mínimo al 90% de su Peso Volumétrico Seco Máximo (P. V.S.M.), definido por el laboratorio de la Junta Local de Caminos.
- d) Los materiales clasificados como " no compactables"- por contener fragmentos de roca, para formar el cuerpo del terraplén, deben colocarse en capas sensiblemente horizontales, del mínimo espesor que permita - el tamaño de los fragmentos, dando a cada capa como mínimo cinco pasadas con un tractor D-9 o similar -- por cada punto de la superficie. Sobre la última capa, subyacente a la capa sub rasante, además del tratamiento anterior se darán cinco pasadas con un rodillo de rejillas de quince Ton. o del tipo vibratorio.
- e) La construcción de las obras de drenaje se realizará antes de formar los terraplenes. Esto es para no interrumpir el funcionamiento del drenaje superficial- y evitar que se originen almacenamientos de agua que perjudiquen a los terraplenes del camino en construcción.
- f) Los préstamos para capa sub rasante podrán excavar-se con Bulldozer procurando efectuar el ataque de los - extremos al centro del préstamo, tratando de formar- un pequeño almacén con el fin de homogenizar el mate- rial.
- g) Los préstamos laterales se ubicarán preferentemente- aguas abajo, dejando una banquetta con ancho mínimo - igual a  $4+1.5h$  en metros, donde h es la profundidad- excavada del préstamo. El ancho total se medirá en- tre los ceros del terraplén y la orilla del préstamo

además debe drenarse perfectamente esta excavación.

- h) Los terraplenes que se desplantan en laderas, cuya pendiente transversal sea igual o mayor al 2%, se anclarán mediante la construcción de escalones de liga de 2.5m de huella mínimo, si son excavados en materiales clasificados como tipo A o B; de 1.00M de huella si se trata de material tipo C; en ambos casos el espaciamiento será de 2.00M medidos a partir del borde exterior de la huella del escalón inmediato superior.
- i) En la construcción de los terraplenes no se permitirá que los materiales sean colocados a volteo. Para lograr el acomodo de material, en los talwegs profundos y angostos, se formarán plantillas de 6.00M de ancho con el equipo adecuado, lo cual permitirá el bandeado o la compactación de los materiales.
- j) En ningún caso se harán recargues de materiales en los homoros de los terraplenes, ya que esto reduce el factor de seguridad de los taludes, además de permitir la filtración de agua.
- k) La capa sub rasante debe construirse inmediatamente después de la terminación del cuerpo del terraplén o del vaciado de la caja del corte. Se usará material de los bancos indicados al cual se le eliminarán las partículas mayores a 7.5CM.
- El espesor mínimo será de 30CM y se compactará al -- 95% de su Peso Volumétrico  $S_{pc}$  Máximo, definido por la prueba correspondiente.
- 1) Los taludes de los terraplenes para el proyecto de -- la sección serán como sigue:



- 1.- Terraplén con altura a rasante menor de 0.60m. 3:1
- 2.- Terraplén con altura a rasante entre 0.60m. y\_ 1.20m. 2:1
- 3.- Terraplén con altura total a rasante mayor de\_ 1.20m. 1:5:1

m) Los taludes de los cortes serán los indicados en las\_ tablas de datos para el cálculo de la curva de masas.

n) De acuerdo con las pendientes longitudinales que presenta el camino, una vez que se termine la construcción de la capa sub-rasante, deberá procederse a colocar inmediatamente la capa de pavimento indicado por\_ el estudio respectivo, esto es para evitar que el --- tránsito y la lluvia deterioren la superficie de la - capa.

## ESTUDIO DE SUBRASANTE

En algunos diseños se observa que el espesor de la capa subrasante es de solo 16 cm., con lo que se logra la duración requerida, sin embargo se práctica común diseñar la capa subrasante por especificaciones construyéndola de 30 cm. como mínimo.

Teóricamente, esto no le agrega ninguna resistencia al pavimento de acuerdo al criterio de resistencia relativa uniforme lo único que se logra es transferir la capa crítica de la terracería a otras capas superiores, lo cual puede resultar ventajoso en el caso de terracerías de mala calidad, donde la incertidumbre es alta.

## REVESTIMIENTO

Capa de material seleccionado que se coloca sobre las terracerías a fines de servir como superficie de rodamiento.

Los materiales seleccionados que se emplean en revestimientos, deberán ser de los tipos que se indican a continuación:

Materiales que no requieren tratamiento

Materiales que requieren ser disgregados

Materiales que requieren cribado

Materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados

Los materiales que no requieren tratamiento son los poco o nada cohesivos, como limos, arenas, y gravas que al extraerlos quedan sueltos y que no contienen más del cinco por ciento -- (5%) de partículas mayores de setenta y seis (76) milímetros (3").

Los materiales que requieren ser disgregados son los cohesivos, como tepetates, caliches, conglomerados, aglomerados y roca muy alterada, que al extraerlos resultan con terrones que pueden disgregarse por la acción del equipo de disgregación y que, una vez disgregados no contienen más de cinco por ciento (5%) de partículas mayores de setenta y seis (76) milímetros (3").

Los materiales que requieren cribado son los poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos quedan sueltos y que contienen entre cinco (5) y el veinticinco por ciento (25%) de mayor de setenta y seis (76) milímetros (3") y que requieren ser cribados por una malla para eliminar este material.

Los materiales que requieren ser triturados parcialmente y cribados son los poco o nada cohesivos, como mezclas de gravas, arenas y limos, que al extraerlos resultan con terrones que pueden disgregarse por la acción del equipo de disgregación o bien queden sueltos, pero que contengan más del cinco por ciento (5%) de partículas de tamaño mayor de cincuenta y un (51) milímetros (2"). Estos materiales requieren trituración y cribado por la malla de cincuenta y un (51) milímetros (2"), sin que previamente deban disgregarse por la acción del equipo de disgregación.

Además el material de revestimiento debe cumplir con las siguientes normas:

La curva granulométrica del material debe quedar comprendida entre el límite inferior de la zona no. 1 y el superior de la zona no. 3 dadas en la gráfica de zonas de especificaciones granulométricas de la S. C. T.

La curva granulométrica deberá afectar en forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas, sin presentar cambios bruscos de pendiente, y la relación del porcentaje en peso que pase la malla no. 200 al que pase la malla no.

40 no deberá ser mayor de 0.65.

Su contracción lineal, en por ciento será de 6.0, 4.5 y 3.0 como máximo en las zonas 1, 2 y 3 respectivamente.

Su valor cementante para materiales redondeados y lisos en Kg / cm<sup>2</sup> será de 8.0, 6.5 y 5.0 como mínimo en las zonas 1, 2 y 3 respectivamente.

Su valor relativo de soporte deberá ser de un 30% como valor mínimo.

Su grado de compactación será el que fije el proyecto.

En vista de que nuestro banco de subrasante es un material que cumple con las condiciones requeridas para un revestimiento; ya que es un material que no requiere tratamiento y cumple con las normas de calidad antes mencionadas se ha considerado que al terminar la capa subrasante el camino queda auto-revestido en forma provisional. La determinación anterior se tomó debido a la buena calidad del material de subrasante por cuestiones económicas ya que es necesario que esta vía de comunicación preste un buen servicio a los usuarios.

En un futuro se planea pavimentar totalmente esta ruta, pero por el momento el servicio que prestará será suficiente ante las necesidades requeridas por la zona que beneficia.

PRUEBAS DE LABORATORIO NECESARIAS PARA UN  
MEJOR CONTROL DE CALIDAD DEL CAMINO

A).- TERRACERIAS

Localización de bancos  
Muestras  
Secado de muestras  
Disgregado y cuarteado  
Granulometría  
Densidad y porcentaje de absorción  
Límites de Atterberg  
Peso volumétrico seco suelto  
Peso volumétrico seco máximo (porter o Proctor)  
Valor relativo de soporte  
Pruebas de compactación  
Prueba del valor cementante

B).- OBRAS DE DRENAJE

Localización de bancos  
Muestreo  
Prueba de interperismo acelerado  
Prueba de resistencia a la presión en roca  
Prueba de resistencia a la compresión en morteros  
Granulometría  
Densidad, porcentaje de absorción y módulo de finura  
Cálculo de proporcionamiento para la elaboración de concreto  
Pruebas de compresión al concreto  
Determinación del contenido de materia orgánica en la arena  
Pruebas de tensión al acero de refuerzo.

## ESTUDIO DE TERRACERIAS

UBICACION		40+050	40+600	41+500	42+800	43+100
Muestra.						
Numero.						
TAMAÑO DE LAS PARTICULAS.						
% de partículas mayores de 3"		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
% que pasa la malla # 4		75.0	48.0	41.0	38.0	45.0
" " " " " 40		49.0	31.0	24.0	22.0	20.0
" " " " " 200		20.0	14.0	19.0	15.0	16.0
Limite Líquido		75.0	34.0	32.0	28.0	21.0
Limite Plástico		14.0	19.0	22.0	20.0	12.0
Indice Plástico		11.0	15.0	10.0	8.0	9.0
Contracción Líquida		2.8	3.0	3.1	3.2	1.7
Equivalente de arena.						
Peso Volumétrico seco máximo Porter		1900	2120	2080	1960	2020
Humedad Óptima Porter		12.0	8.2	10.0	11.7	8.5
Valor Relativo soporte estándar		26.0	36.7	27.9	42.0	34.0
% de expansión.		1.7	2.2	1.2	1.7	1.8
Peso Volumétrico seco suelto.		1370	1530	1270	1580	1630
Peso Volumétrico seco máximo Proctor						
Humedad Óptima Proctor						
V. R. S.	90%					
	95%					
	100%					
% de compactación.						
Humedad Natural.						
Espesor Requerido.						
Observaciones.		SC	CC-SC	CC	CC	CC

CARRETERA: NOGALES - SARIC TRAMO: NOGALES - SARIC  
 SUB-TRAMO: 40+000 al 45+000 ORIGEN: NOGALES, SONORA

OBSERVACIONES.

UBICACION.		43,550	43,800	44,500	45,000	45,200	45,500
Muestra.							
Numero.							
TAMANO DE LAS PARTICULAS.							
% de particulas mayores de 3"		0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
% que paso la malla 4		46.0	43.0	81.0	40.0		56.0
" " " " " 40		31.0	32.0	55.0	19.0		21.0
" " " " " 200		12.0	18.0	34.0	8.0		20.0
Limite Liquido		18.0	33.0	51.0	23.0		21.0
Limite Plastico		8.0	22.0	25.0	18.0		N.P.
Indice Plastico		10.0	11.0	6.0	5.0		-
Contraccion Lineal		2.1	3.9	4.2	1.2		1.5
Equivalente de arena.							
Peso Volumetrico seco maximo. Porter		2010	2120	2070	1920		2100
Humedad Optima Porter		9.0	9.0	11.2	12.8		8.0
Valor Relativo soporte estandar		40.0	41.0	36.0	43.0		47.6
% de expansion.		0.3	1.4	0.6	0.0		0.3
Peso Volumetrico seco suelto.		1475	1610	1240	1500		1600
Peso Volumetrico seco maximo Proctor							
Humedad Optima Proctor							
V. R. S.	90%						
Modificado	95%						
	100%						
% de compactacion.							
Humedad Natural.							
Espesor Requerido.							
Observaciones.		GC-SC	GC	SC-SH	GN		SH

CARRETERA: NOGALES - SARIC TRAMO: NOGALES - SARIC

SUB-TRAMO: 10 + 000 a 145 + 000 ORIGEN: NOGALES, SONORA

OBSERVACIONES



INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO

CARRERA: INGENIERIA CIVIL  
 TRAMO: DE 1.150 A 1.200  
 SUB-TRAMO: DE 1.150 A 1.170  
 DISEÑO: INGENIERIA CIVIL FECHA: \_\_\_\_\_

KILOMETRO	ESTRATO	CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO A B C	CORTE		OBSERVACIONES
				20%	30%	100%	COEFICIENTE		ALTURA MAXIMA	TALUD	
40+000	1 D-70	arena arcillosa color café azul la poca húmeda y con material orgánico. SC	MEZCLAS					100-60-60			a
40+100	2 Indet.	condensado tipo brechales color café húmedo con estratos de arcilla, se altera en F-30	MEZCLAS								
40+300	1 D-70	arena y arena arcillosa color café húmeda poco húmeda y con materia orgánica. SC	MEZCLAS			1.10		100-60-70	1/4:1	1-c	
40+400	1 Indet.	condensado tipo brechales de color café húmedo bastante alterado con estratos de arcilla se altera en F-30-F-40	MEZCLAS	1.20	1.00			100-60-60	1/2:1	1-c	
40+500	1 D-70	arena arcillosa color café húmedo con arena y con material orgánico. SC	MEZCLAS					100-60-60			a
40+600	2 Indet.	condensado tipo brechales color café poco alterado fractura de arcilla se altera en F-30-F-40	MEZCLAS			1.15		60-60-60	1/4:1	1-c	
40+700	1 D-70	arena arcillosa color café húmedo con arena y materia orgánica SC	MEZCLAS					100-60-60			a
40+800	2 Indet.	arena y arcilla arenosa color café poco húmeda compacta a muy compacta, se altera en G-1	MEZCLAS	1.05	1.00			60-60-60	1/2:1	d	

INFORME DE ESTUDIO GEOTÉCNICO				CARRETERA <u>MOGALES - GARIC</u>		TRAMO <u>MOGALES - GARIC</u>		SUB-TRAMO <u>COMIENZO AL 45+000</u>		ORIGEN <u>MOGALES, SONORA.</u>		FECHA _____	
KILOMETRO	ESTRATO		CLASIFICACION	TRATAMIENTO PROBABLE	COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA				CLASIFICACION PRESUPUESTO A B C	CORTE		OBSERVACIONES	
	DESDE	HASTA			EN ESPESORES	50%	60%	100%		DESARROLLO	ALTURA MAXIMA		TALUD
43+120	1	0.20	arena arcillosa color café suelta con materia organica. SC	DESVALIE					100-00-00				
	2	Injet	arena sedimentaria arenosa color café clara poco a mediana										
43+500	1	0.20	arena aluvial, en abundancia materia arcillosa color café suelta con grava y materia organica. SC	CONTACTADO				1.15	00-00-20		1/2:1	1-0	
	2	Injet	grava y arena arcillosa color café poco abundante compactada, no alterada. SC-00.	DESVALIE					100-00-00				
43+620	1	0.20	arena arcillosa color café suelta con materia organica. SC	DESVALIE					100-00-00				
43+900	1	0.20	arena arcillosa fina color café suelta poco húmeda y con materia organica. SC	DESVALIE					100-00-00				
44+700	2	Injet	suelo residual arena lig. arcillosa con 2% de grava, una ligera capa de compactada con alterada. SC-00.	CONTACTADA	1.08	1.03			60-40-00		1/2:1	1-0	

ESTA TESIS NO DEBE  
 SAIR DE LA BIBLIOTECA





## OBSERVACIONES

- a).- Efectuar un desplante de 20 cm. en este tramo, que se indique en la hoja de suelos.
- b).- Material cuya calidad le permite ser usado únicamente en el cuerpo del terraplén.
- c).- En cortes excavados en este material y en terraplenes formados por el mismo, proyéctese capa sub rasante de 30 cm de espesor, construída con material adecuado procedente del préstamo más cercano.
- d).- Material con calidad suficiente para ser usado tanto en la construcción del cuerpo del terraplén como de la capa sub rasante. En cortes la capa sub rasante se proyectará escarificado - 30 cm y compactando al 95% .
- e).- Pueden ubicarse préstamos laterales para el cuerpo del terraplén.

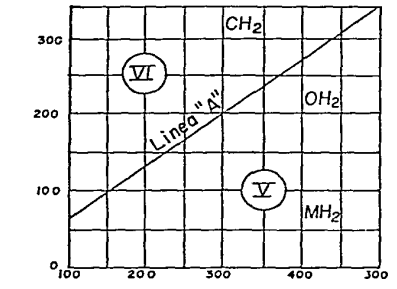
CUADRO NUMERO 1

Tipo	Sub-Tipos	IDENTIFICACION	Sistema de Clave	NOTAS
FRAGMENTOS DE BROCA	GRANDES Medidas en 75 cm Medidas en 3 m	Fragmentos grandes, con arena del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fg	1.- Cuando los fragmentos de una muestra... 2.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos medianos, predominando los grandes, con menos del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fg	3.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos, predominando los grandes, con menos del 10% de fragmentos medianos o de suelo.	Fg	4.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos medianos y chicos, predominando los grandes sobre los pequeños y éstos sobre los chicos, con menos del 10% de suelo.	Fg	
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos y medianos, predominando los grandes sobre los chicos y éstos sobre los medianos, con menos del 10% de suelo.	Fg	
		Fragmentos grandes mezclados con fragmentos chicos y medianos, predominando los medianos sobre los grandes, con menos del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fm	5.- Cuando los fragmentos de una muestra...
	MEDIANOS Medidas en 30 cm Medidas en 75 cm	Fragmentos medianos, con arena del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fm	6.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos, predominando los medianos sobre los chicos, con menos del 10% de fragmentos grandes o de suelo.	Fm	7.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos grandes, predominando los medianos sobre los grandes, con menos del 10% de fragmentos chicos o de suelo.	Fm	8.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos y grandes, predominando los medianos sobre los chicos y éstos sobre los grandes, con menos del 10% de suelo.	Fm	
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos grandes y chicos, predominando los medianos sobre los grandes y éstos sobre los chicos, con menos del 10% de suelo.	Fm	
		Fragmentos medianos mezclados con fragmentos chicos y medianos, predominando los chicos sobre los grandes y éstos sobre los medianos, con menos del 10% de suelo.	Fm	
CHICOS Medidas en 75 cm (2") Medidas en 30 cm	Fragmentos chicos, con arena del 10% de otros fragmentos o de suelo.	Fc	9.- Cuando los fragmentos de una muestra...	
	Fragmentos chicos mezclados con fragmentos medianos, predominando los chicos, con menos del 10% de fragmentos grandes o de suelo.	Fc	10.- Cuando los fragmentos de una muestra...	
	Fragmentos chicos mezclados con fragmentos grandes, predominando los chicos, con menos del 10% de fragmentos medianos o de suelo.	Fc	11.- Cuando los fragmentos de una muestra...	
	Fragmentos chicos mezclados con fragmentos medianos y grandes, predominando los chicos sobre los medianos y éstos sobre los grandes, con menos del 10% de suelo.	Fc		
	Fragmentos chicos mezclados con fragmentos grandes y medianos, predominando los chicos sobre los grandes y éstos sobre los medianos, con menos del 10% de suelo.	Fc		
	Fragmentos chicos mezclados con fragmentos chicos y medianos, predominando los chicos sobre los grandes y éstos sobre los medianos, con menos del 10% de suelo.	Fc		
FRAGMENTOS DE BROCA	FRAGMENTOS DE BROCA	Gravas gruesas, mezcla de grava y arena, por lo más de 1/4. (Deben tener un porcentaje de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) menor de 3. (Ver nota N.º 6.)	GV	1.- Como la clasificación de las gravas depende en general de su origen en el terreno, se recomienda que en las gravas se indiquen las letras que aparecen en la siguiente tabla:
		Gravas mal graduadas, mezcla de grava y arena, por lo más de 1/4. (Deben tener un porcentaje de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) menor de 3. (Ver nota N.º 6.)	GV	2.- Como la clasificación de las gravas depende en general de su origen en el terreno, se recomienda que en las gravas se indiquen las letras que aparecen en la siguiente tabla:
		Gravas finas, mezcla de grava, arena y limo, mal graduadas.	GM	3.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Gravas medias, mezcla de grava, arena y arcilla, mal graduadas.	GM	4.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Arenas bien graduadas, arena con grava, por lo más de 1/4. (Deben tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) menor de 3. (Ver nota N.º 6.)	AV	5.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Arenas mal graduadas, arena con grava, por lo más de 1/4. (Deben tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) menor de 3. (Ver nota N.º 6.)	AV	6.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Arenas finas, mezcla de arena y limo mal graduadas.	AM	7.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Arenas medias, mezcla de arena y arcilla mal graduadas.	AM	8.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Arenas bien graduadas, arena con grava, por lo más de 1/4. (Deben tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) menor de 3. (Ver nota N.º 6.)	AV	9.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Arenas mal graduadas, arena con grava, por lo más de 1/4. (Deben tener un coeficiente de uniformidad (Cu) mayor de 4 y un coeficiente de curvatura (Cc) menor de 3. (Ver nota N.º 6.)	AV	10.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Arenas finas, mezcla de arena y limo mal graduadas.	AM	11.- Cuando los fragmentos de una muestra...
		Arenas medias, mezcla de arena y arcilla mal graduadas.	AM	12.- Cuando los fragmentos de una muestra...
FRAGMENTOS DE BROCA	FRAGMENTOS DE BROCA	<p>1.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>2.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>3.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>4.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>5.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>6.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>7.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>8.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>9.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>10.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>11.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>12.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p>		<p>1.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>2.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>3.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>4.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>5.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>6.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>7.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>8.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>9.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>10.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>11.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p> <p>12.- Cuando los fragmentos de una muestra...</p>

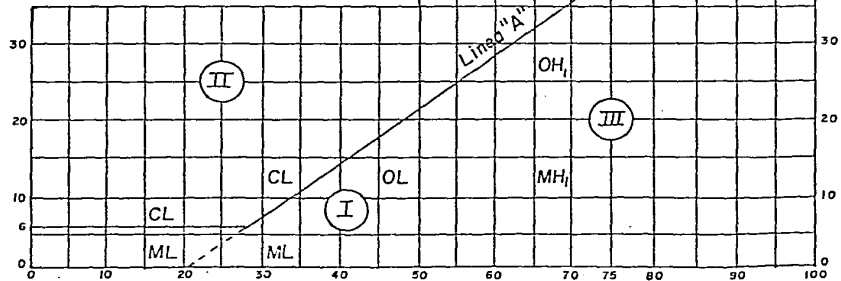
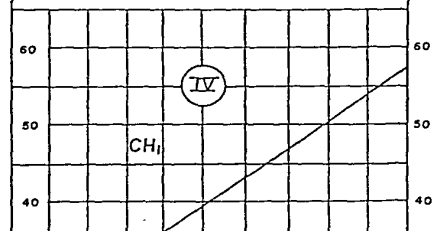
CUADRO NUMERO 2

TIPO	NO. TIPO	SIMBOLO DE CLASE	CARACTERÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS	USOS RECOMENDADOS PARA EL TIPO DE TRABAJO	RECOMENDACIONES PARA EL USO						
					USOS DEL TRABAJO	USOS DEL TRABAJO					
K O O K O K O K O K O K	GRANDES Máquina de 75 cm y máquina de 90 cm	Tg Tgm Tgn Tgm	Susceptibles de ser usadas en cualquier tipo de equipo de construcción.		Pueden utilizarse en todo el cuerpo del terreno, al pavimentarlo en su totalidad más allá de los límites de los que el equipo de trabajo se constituya un elemento adicional.	NO DEBEN USARSE					
	MEDIANAS Máquina de 60 cm y máquina de 75 cm	Tm Tmm Tmg Tmg	Susceptibles de ser usadas en cualquier tipo de equipo de construcción.		Pueden utilizarse en todo el cuerpo del terreno, tendiendo en cuenta del espacio mínimo que permite el trabajo de los implementos mayores.	NO DEBEN USARSE					
	CHICAS Máquina de 45 cm y máquina de 60 cm	Tc Tcc Tcg Tcg	Susceptibles de ser usadas en cualquier tipo de equipo de construcción.		Pueden utilizarse en todo el cuerpo del terreno, tendiendo en cuenta del espacio mínimo que permite el trabajo de los implementos mayores.	NO DEBEN USARSE					
M O J M D M	Cemento	Gratas	GK	TAASNO ESTANDAR SIVIERRE QUE EL PROYECTO NO INDIQUE OTRA PRUEBA DINAMICA En caso de especiales el proyecto deberá indicar el procedimiento a seguir en el control de la compactación.	NO DEBEN USARSE	El proyecto deberá especificar que se usará un procedimiento de prueba de campo, como el método de Prueba Dinámica, para verificar la compactación de los agregados. El método de Prueba Dinámica, en cualquier caso, no deberá ser utilizado para la verificación de la compactación de los agregados.	No deberán usarse los métodos de prueba de campo, como el método de Prueba Dinámica, para verificar la compactación de los agregados.				
			GP								
			GH								
			GC								
	Arena	AW									
		AP									
		AM									
		AC									
	Fieno	Llaves ligadas entre sí de 50	ML					Susceptibles de ser usadas en cualquier tipo de equipo de construcción.	NO DEBEN USARSE	El proyecto deberá especificar que se usará un procedimiento de prueba de campo, como el método de Prueba Dinámica, para verificar la compactación de los agregados. El método de Prueba Dinámica, en cualquier caso, no deberá ser utilizado para la verificación de la compactación de los agregados.	No deberán usarse los métodos de prueba de campo, como el método de Prueba Dinámica, para verificar la compactación de los agregados.
			CL								
			OL								
MH											
CH											
ALTAMENTE COAGULADO	TERRA	PH									
		CH									
		OH									

INDICE PLASTICO



C A R T A  
D E  
P L A S T I C I D A D



LIMITE LIQUIDO

CUADRO Nº 3



## CAPITULO VI

### CURVA MASA Y MOVIMIENTO DE TIERRAS

CURVA MASA

Al diseñar el perfil de un camino, no basta con ajustarse a las especificaciones sobre pendiente, curvas verticales, compensación por curvaturas, drenaje, etc., para obtener un resultado satisfactorio, sino que también es igualmente importante conseguir la mayor economía posible en el movimiento de tierras. Esta economía se consigue excavando y rellenando solamente lo indispensable y acarreando los materiales a la menor distancia posible. El estudio de las cantidades de excavación y relleno, su compensación y movimiento se lleva a cabo mediante el diagrama llamado "Curva masa".

La curva masa es un diagrama en el cual las ordenadas representan volúmenes acumulativos de las terracerías y las abscisas el cadenamiento correspondiente. Este diagrama se dibuja en el mismo perfil del terreno y del proyecto de la subrasante.

Del estudio y de la forma que adopta el diagrama de masas, pueden deducirse sus objetivos:

- A.- La curva es ascendente hacia la derecha en los tramos en donde existe corte, y es descendente hacia la derecha en los tramos de terraplén.
- B.- En los puntos donde hay cambio de corte a terraplén existirá un máximo, y en donde hay cambio de terraplén a corte existirá un mínimo.
- C.- La ordenada de cualquier punto de la curva masa con relación a una horizontal cualquiera, mide la suma algebraica de los volúmenes de cortes o terraplenes existentes a partir del punto de intersección de la línea considerada con la curva hasta el punto considerado.

- D.- La distancia de ordenadas entre dos puntos representa el volumen de la diferencia de terracerías comprendida entre dichos puntos.
- E.- Una horizontal que corte la curva masa, indicará dos puntos en los cuales existe una compensación entre el volumen por extraer del corte y el necesario para formar el terraplen. A esta línea horizontal se le dá el nombre de Línea Compensadora.
- F.- La línea de compensación que en general resulta más económica, es aquella que corta el mayor número de veces la curva masa, produciendo además el mayor volumen de acarreo libre.
- G.- La ordenada máxima, con relación a la línea compensadora, entre dos secciones cortadas por dicha línea, representará el volumen total de tierras por mover entre esas dos secciones.
- H.- En un tramo compensado, el movimiento de tierras que habrá que efectuar será hacia la derecha cuando el diagrama quede arriba de la compensadora y, hacia la izquierda cuando el diagrama esté abajo de dicha línea.
- I.- Cuando al trazar una nueva línea compensadora, queda está abajo de la anterior, la ordenada entre ellas determinará un volumen de préstamo.
- J.- Si la nueva línea compensadora queda más arriba que la anterior, la ordenada entre ellas señalará un volumen de desperdicio.

K.- El área comprendida entre la curva masa y una horizontal cualquiera, representa el transporte total de la materia entre los puntos de cruce, cuya distancia máxima por recorrer será la comprendida entre los puntos de intersección.

L.- El acarreo más económico será el que corresponde a la distribuidora que hace mínima la suma de las áreas comprendidas entre ella y la curva masa.

El cálculo de la curva masa se puede hacer de dos maneras: Abundando los cortes o reduciendo los terraplenes; desde luego que siempre y cuando exista tal abundamiento o que el peso de las máquinas al trabajar, no lo elimine.

Es evidente que el volumen determinado de un material en el corte, cambiará al extraerse para llevarlo al terraplén. Al calcular las terracerías debe aplicarse un coeficiente de abundamiento o de reducción a los cortes dependiendo del cambio de volumen del material.

El cálculo de las ordenadas de la curva masa se realizó en formas especiales para ello, estas formas constan de varias columnas.

La primera de ellas se ponen las estaciones tomadas de las secciones.

En la segunda columna van las elevaciones del terreno que se obtiene del perfil.

La tercera columna se ponen la elevación y corte de la sub-rasante, o sea, es la elevación que corresponde de acuerdo con el perfil proyectado.

La cuarta columna nos dá los espesores ya sea de corte o terraplén.

En la columna siguiente tenemos las áreas de las secciones proyectadas.

En otra columna tenemos las sumas de las áreas  $A_1 + A_2$ .

En otra columna tenemos las semidistancias de una estación a otra, que multiplicando esta semidistancia por la suma  $A_1 + A_2$  correspondiente, obtenemos los volúmenes que se anotan en la siguiente columna.

Después tenemos las columnas de coeficiente de abundamiento que se debe al hecho conocido de que un metro cúbico de material excavado casi nunca da un metro cúbico de material colocado en terraplén.

Puede haber abundamiento o reducción, según el tipo de material y el procedimiento de construcción, estos coeficientes se determinan en el campo midiendo directamente los volúmenes.

Después viene la columna de corte abundado, o sea, el volumen de corte multiplicado por el coeficiente de abundamiento nos da el volumen abundado; solo se afectan los volúmenes de excavación; los de terraplenes no se multiplican.

Viene después la suma algebraica de volúmenes dando signo (+) a los cortes y (-) a los terraplenes.

En la última columna se toma una ordenada de partida y vemos la de las estaciones siguientes sumando con su signo los valores correspondientes en forma acumulativa.

### MOVIMIENTO DE TIERRA

Para el movimiento del material de los cortes utilizados en la formación de terraplenes, lo distinguimos de acuerdo como sigue:

- A).- ACARREO LIBRE. Que es la distancia en que el contratista acepta que no se le pague nada por concepto de acarreo. Esta distancia generalmente es de 20 mts. (1 est.) aunque en ocasiones va

ría de acuerdo con las siguientes circunstancias; el procedimiento de construcción que se use, el reateo con el administrador, etc,

En todos los primoides determinados por la línea compensadora, se traza una línea horizontal indicando los puntos de la curva entre los cuales existe acarreo libre, de ahí se bajan referencias a la Compensadora General.

- B). SOBRE ACARREO. O transporte de material producto de cortes, para formar terraplenes a una distancia mayor de 20 mts., que si ocasiona pago. Estos volúmenes están dados en metros cúbicos y las distancias de acarreo son representadas en Estaciones, Hectómetro y Kilómetro.

Para calcular los Sobre Acarreos se usa la siguiente fórmula.

$$S/A \text{ Adte. o átras } \frac{\text{Volumen}}{\text{Coef. Ab.}} \times \text{Dist. media acarreo}$$

En donde.

Volumen Diferencia en metros cúbicos entre la línea de acarreo libre y la compensadora.

Coef. Ab. Coeficiente de abundamiento del material en el corte.

Dist. Acarreo. Distancia entre los centros de gravedad del corte y el terraplén, descontando los 20 mts. de acarreo libre, en estaciones, hectómetros y kilómetros.

#### PRESTAMOS Y DESPERDICIOS.

Cuando en la curva de las masas aparece un terraplén que no se compensan, las terracerías serán formadas mediante préstamos de banco. Caso contrario, cuando el material de un corte no es

aprovechable, se tiene entonces un desperdicio.

En este tramo tenemos préstamos de material fino para - la última capa, (Sub-rasante), y desperdicio de material de corte.

La forma como se llevó a cabo el cálculo de éstos préstamos fue la siguiente:

- 1.- Localización de los bancos correspondientes.
- 2.- Determinación del Centro de Gravedad C. de G. y desviación.
- 3.- Clasificación del material.
- 4.- Cálculo del coeficiente de abundamiento o reducción según el caso.
- 5.- Cálculo de los volúmenes abundados o reducidos.
- 6.- Cálculo del sobre acarreo S/A del préstamo (M3/Est. M3/Hm., M3/Km.).

#### EJEMPLO.

Préstamo de banco para finos con centro de gravedad a 60 mts. de-  
recha de la estación 43+500

a) Hacia atrás

$$\text{Material compactado a } 95\% = \frac{7519}{0.95} = 7915 \text{ M3}$$

$$\text{Sobre acarreo} = 7915 \times 1.7 \text{ Km.} = 13455 \text{ M3.Km}$$

b) Hacia adelante

$$\text{Material compactado a } 95\% = \frac{3468}{0.95} = 3651 \text{ M3}$$

$$\text{sobre acarreo} = 3651 \times 0.7 \text{ Km.} = 2556 \text{ M3 Km.}$$

## EJEMPLO DE SOBRECARRERO.

DATOS.

MOVIMIENTO Nº 29

VOLUMEN= 133149 - 132849= 300 M<sup>3</sup>

COEFICIENTE DE VARIACION VOLUMETRICA= 1.15

DISTANCIA DE ACARREO: 1517 mts.

ACARREO LIBRE: 20 mts.

$$S/A = \frac{300}{1.15} \times 1.5 \text{ Km.} = 249 \text{ M}^3 \times 1.5 \text{ Km.} = 374 \text{ M}^3 \cdot \text{Km.}$$

## MOVIMIENTO

CORTE		TERRAPLEN
41 + 726	HACIA ADELANTE	43 + 236
41 + 730		43 + 250





CAPITULO VII

OBRAS DE DRENAJE

## DRENAJE

El drenaje de los caminos tiene por objeto, en primer lugar, reducir lo más que sea posible la cantidad de agua que llega a las diferentes partes de un camino, y en segundo lugar, dar salida al agua cuyo acceso sea inevitable.

Para que un camino tenga buen drenaje debe evitarse que el agua circule en cantidades excesivas por el mismo, destruyendo el pavimento y originando la formación de baches, así como también que el agua que lleven las cunetas se estanque y reblandezca las terracerías originando pérdidas de estabilidad de las mismas, provocando asentamientos perjudiciales.

Debe evitarse también que los cortes se saturen de agua con peligro de derrumbes o deslizamientos según el tipo de material del corte, y evitarse que el agua subterránea no reblandezca la subrasante con su consiguiente peligro.

Como puede observarse, el proyectar un buen drenaje es uno de los factores más importantes en el estudio de un camino y por lo tanto debe preverse desde la localización misma, procurando alojarlo en suelos estables y con un drenaje natural. Sin embargo, debido a la necesidad de un alineamiento determinado, el camino puede atravesar suelos variables, permeables unos e impermeables otros, obligando ello a la construcción artificial de obras de drenaje de acuerdo con las condiciones requeridas.

La experiencia en el análisis y estudio de muchísimos caminos en mal estado ha enseñado que el drenaje inadecuado más que ninguna otra causa, ha sido el responsable del daño que han sufrido, o que hayan perdido su eficiencia.

A continuación se dan algunas normas que deben guiar al ingeniero localizador en lo relativo al drenaje:

Cuando el camino deba seguir el curso de un valle o corriente de agua, las terracerías deben quedar a una altura conveniente sobre el nivel de las aguas máximas del río o valle, ya que se admita o no que el agua llegue hasta saturar las terracerías. El mismo problema se presenta cuando tenga que bordearse algún lago o cualquier otra extensión considerable de agua, en cuyo caso es patente el problema de drenaje en relación con la estabilidad de los terraplenes. Además, al trazar un camino en la ladera de una montaña o loma, el localizador debe evitar, en cuanto sea posible, el paso por lugares sumamente húmedos en los que hubiera el peligro de la existencia de manantiales, los cuales siempre son perjudiciales.

La subrasante debe estudiarse cuidadosamente con relación al drenaje, ya que frecuentemente bastan ligeros cambios para facilitar la salida rápida y completa del agua. Es de mayor importancia que la superficie sea rápida, con un drenaje adecuado y protegida contra las inundaciones, que lograr que las terracerías tengan un costo mínimo. El dinero que se invierta en mejorar el drenaje siempre es dinero bien gastado.

El drenaje de este camino tiene las dos funciones mencionadas anteriormente: Reducir al mínimo, mediante la captación, el agua que pueda llegar al camino o a sus inmediaciones y la manera de darle salida a la que inevitablemente entra. Así pues este estudio se refiere a las obras de drenaje necesarias para el buen funcionamiento del camino y alcantarillas.

#### CUNETAS.

Son canales que se hacen a ambos lados del camino con el objeto de recibir y conducir el agua pluvial de la mitad del camino o de todo el camino en las curvas dependiendo del bombeo aplicado; el agua que escurre por los cortes. Las cunetas desaguan en alcantarillas o directamente al terreno donde no afecte al terraplén del camino.

Las cunetas de este camino son en forma de "V" con un talud de 3 x 1 del lado del camino y del otro el talud del corte, con una profundidad de 0.30M. y una pendiente longitudinal igual a la pendiente del camino.

#### CONTRACUNETAS.

Son los canales prácticamente paralelos al eje del camino que sirven para evitar que llegue a las cunetas más agua de la que estas pueden recibir, además evitan deslaves en los cortes, se colocan en las laderas del lado de aguas arriba a cierta distancia de la orilla del corte, van a descargar libremente hacia alcantarillas adyacentes. Las contracunetas tienen forma trapecoidal y taludes de 1/2 x 1.

#### BOMBEO DEL CAMINO.

El bombeo del camino tiene fin principal el llevar hacia los lados el agua que cae en el mismo camino; evitando de este modo trastornos al tránsito e infiltraciones en las terrazas. En este caso se optó porque fuera del 2% de acuerdo a las características del camino.

#### ALCANTARILLAS.

Las alcantarillas son las obras que tienen por objeto dar paso rápido al agua que por no poder desviarse en otra forma, tenga que cruzar de un lado a otro del camino. Generalmente se les denomina obras de arte, estando incluidas en ellas las alcantarillas y los puentes.

Las alcantarillas son estructuras de claro menor de seis metros, además la mayoría de estas obras llevan un colchón de tierra y los puentes no. Este colchón debe tener un espesor mínimo de 60 cm. en tubos principalmente.

Las alcantarillas se localizan generalmente en el fondo del arroyo, canal o cauce que desaguan, procurando siempre que ello sea posible, no forzar los cruces para hacerlos normales cuando la localización natural es esviada, ya que lo que se economiza no compensa los gastos posteriores de conservación debido a la

continua erosión, y además no debe tratarse de reducir el número de alcantarillas concentrando en una sola el agua de una larga cuneta sino que es mejor poner todas las alcantarillas que sean necesarias.

Cuando el esviajamiento de una corriente sea menor de 5° es más fácil hacer la estructura perpendicular al camino y aquí se puede suprimir el esviajamiento, pero no cuando éste sea mayor de 5°. Cuando el cauce es tortuoso debe canalizarse una parte a la entrada y a la salida de la alcantarilla.

En los arroyos, como regla general, la localización de la alcantarilla debe seguir el curso de los mismos ya que es bien sabido que es muy difícil cambiar el curso de las corrientes.

Hay varios procedimientos para proyectar hidráulicamente una alcantarilla; así tenemos el procedimiento por comparación empírico, el de sección y pendiente y el de la precipitación pluvial.

De estos métodos el que generalmente se emplea es el empírico, debido a la falta de datos de precipitación pluvial para emplear el último método enunciado que es uno de los mejores.

El procedimiento empírico consiste en el empleo de la fórmula establecida por Talbot.

Este procedimiento es el que se usa en el cálculo hidráulico de las obras que intervienen en este camino.

Este procedimiento se basa en la siguiente fórmula:

$$a = 0.183 C A^{3/4}$$

DONDE:

a= Área hidráulica, en m<sup>2</sup>, que deberá tener la alcantarilla.

A= Superficie por drenar, en hectáreas.

C= Coeficiente con los siguientes valores:

C= 1.00 para terreno montañoso y escarpado.

C= 0.80 para terreno poco lomerío.

C= 0.60 para terreno con lomerío.

C= 0.50 para terreno muy ondulado.

C= 0.40 para terreno poco ondulado.

C= 0.30 para terreno casi plano.

C= 0.20 para terreno plano.

La fórmula de Talbot está basada en el estudio de un -- gran número de instalaciones hidráulicas en el Valle del Río Misisipi en los Estados Unidos de Norte América. Esta fórmula está basada en una precipitación máxima alrededor de 100 m.m. por hora y la velocidad usada por Talbot en sus estudios fué de 3 metros/segundo.

Las superficies consideradas por Talbot fueron generalmente no mayores de 20,000 hectáreas.

El procedimiento de "Sección y Pendiente" consiste en -- determinar el gasto por medio de secciones hidráulicas definidas -- y de la pendiente del río o arroyo. Este método es aplicable cuando se tiene un cauce bien definido en el cual sea posible encontrar huellas dejadas por las altas aguas en el sitio de la alcantarillas a cierta distancia de él. Midiendo la sección y la pendiente se deduce el gasto del mismo en función de la rugosidad de el cauce y de la velocidad del agua calculada por la fórmula de -- Manning. Conocido el gasto se determina el área de la alcantarilla.

El procedimiento por comparación es aplicable cuando -- se trata de construir una alcantarilla en el lugar donde ya había otra o bien cerca de otra alcantarilla existente en el mismo lugar. El procedimiento racional mediante la precipitación pluviual se aplica cuando hay datos de dicha precipitación; así se -- calcula el escurrimiento máximo probable en función de la máxima intensidad de precipitación pluvial y de las características de -- de la cuenca. De acuerdo con ese gasto se proporcionan las dimensiones de la alcantarilla.

La fórmula para determinar el gasto es la de Burkli- Ziegler.

$$Q = 0.022 CA^h \left( \frac{A}{\lambda} \right)^{\frac{1}{4}}$$

Donde:

Q= gasto de la alcantarilla en metros cúbicos por segundo.

C= coeficiente de escurrimiento que depende de la naturaleza del terreno.

A= número de hectáreas tributarias.

$h$  = la precipitación en centímetros por hora correspondiente, al a-  
güero más intenso durante diez minutos.

$S$  = pendiente del terreno en metros por kilómetro.

Los valores del coeficiente  $C$  para emplearse en esta --  
fórmula son:

Terrenos montañosos,  $C = 0.18$

Terrenos de cultivo,  $C = 0.25$

Calles de macadam y jardines  $C = 0.30$

Calles en zonas residenciales,  $C = 0.625$

Calles pavimentadas y zonas comerciales,  $C = 0.75$

Hidráulicamente las alcantarillas pueden trabajar de --  
dos maneras, sin carga o con carga. Las alcantarillas sin carga --  
son las de salida libre y con carga son aquellas en las cuales la  
alcantarilla puede estar ahogada o semi- ahogada como cuando es --  
obstruída por cualquier cantidad de agua estancada o cuando el a-  
gua no tiene salida rápida. Es conveniente que una alcantarilla --  
tenga la misma pendiente que el lecho de la corriente en ese tra-  
co para alterar lo menos posible las condiciones de escurrimiento.

#### EJEMPLO DEL CALCULO HIDRAULICO DE ALCANTARILLAS

Utilizaremos el procedim'ento empírico de Talbot.

DATOS:

Estación: 40 + 728

Área de drenar: 12 hectáreas

Coefficiente de escurrimiento: 0.80



Tipo de obra: ?

Área Hidráulica: ?

PROCEDIMIENTO:

$$a = 0.183 C (A)^3 \frac{1}{4}$$

$$a = 0.183 (0.80) (12)^3 \frac{1}{4}$$

$$a = 0.183 (0.80) (6.45)$$

$$á = 0.94428$$

$$a = 0.95$$

RESOLUCION:

Requerimos una área hidráulica de 0.95 M<sup>2</sup> para drenar - la cuenca en cuestión.

Dado que un tubo de 1.07 M. no es suficiente para drenar esta área y un tubo de 1.20 M. queda sobrando utilizaremos una losa de 1.00 M. de altura por longitud de 1.00 m. proporcionando así el área hidráulica que se requiere.

#### CONSIDERACIONES PRACTICAS QUE REGULAN EL TAMAÑO Y LONGITUD DE LAS ALCANTARILLAS .

La longitud que debe tener una alcantarilla depende del ancho de la corona del camino, de la altura del terraplén, del talud del mismo de la pendiente de la alcantarilla y del esvíaamiento de la misma.

La mejor manera de determinar la longitud de una alcantarilla es hacerlo mediante un croquis de la sección transversal del terraplén y un plano y perfil de la corriente como se muestra en la láminas número 6, 7 y 8.

Cuando se tienen cuencas grandes, el área de las alcantarillas se proporciona como hemos visto por el escurrimiento, si es así, que sin embargo, para pequeñas áreas, el tamaño se determina por la facilidad de limpieza más que por la capacidad.

Cuando se tiene una pendiente suficiente para que la alcantarilla se limpie por sí sola, un tubo de 12" es adecuado en terraplenes de poca altura; pero si la corriente es mayor, solo un tubo de 16" o 18" podrá servir satisfactoriamente.

Las alcantarillas de gran longitud bajo terraplenes muy altos nunca serán de un diámetro menor de 90 cm. para permitir su limpieza a mano cuando ello sea necesario.

De acuerdo con su forma y material, las alcantarillas se clasifican en:

- a) Alcantarillas de tubo: 1).- de concreto reforzado;  
2).- de lámina corrugada;  
3).- de barro vitrificado;  
4).- de fierro fundido.
- b) Alcantarillas de cajón de concreto reforzado:
  - 1).- Sencillas;
  - 2).- Múltiples.
- c) Alcantarillas de bóveda de concreto simple o de mampostería.
  - 1).- Sencillas;
  - 2).- Múltiples.
- d) Otros tipos.

La elección del tipo de alcantarilla depende:

- a).- Del suelo de la cimentación.
- b).- De las dimensiones de la alcantarilla y requisitos de la topografía.
- c).- De la economía relativa de los diferentes tipos posibles de estructura adecuados para el lugar, etc.

Tomando en cuenta que el suelo de cimentación de nuestro tramo es seco y firme utilizaremos alcantarillas de tubo de lámina corrugada, losas de concreto y bovedas de mampostería, dependiendo de la topografía del terreno y cuidando siempre la economía de las mismas.

El proyecto de las alcantarillas se reduce casi siempre a tomarlas de los proyectos tipos de la S.C.T. y adaptarlas en cada caso en lo que se refiere a su longitud, pendiente, muros de cabeza, etc. Esta adaptación es casi puramente geométrica, y cuando requiere cálculos de estabilidad o resistencia deben hacerse siguiendo los lineamientos ya por todos conocidos.

Desde el punto de vista constructivo podemos decir que es siempre recomendable dejar un colchón de tierra entre la cubierta de una alcantarilla o la clave de un tubo y la base del pavimento. El espesor de este colchón a veces controla la elevación de la plantilla, dándose el caso de que se haya tenido que levantar la subrasante a efecto de dar el colchón necesario.

En cuanto a los muros de cabeza ellos pueden ser de piedra suelta, mampostería o de concreto. Estos dos últimos son los mejores y deben preferirse. La altura de los muros de cabeza debe ser tal que se extienda más arriba de su intersección con los taludes del camino. En nuestro caso la extendimos 15cm. arriba de dicha intersección.

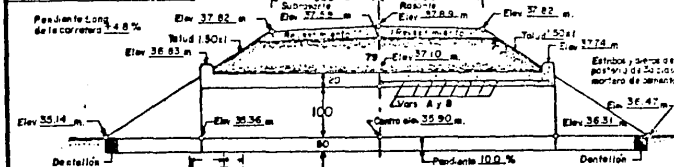
La longitud de los muros de cabeza depende del claro de la alcantarilla, de la altura de la misma y del talud natural del terraplén.

Cuando los muros de cabeza no son rectos sino que llevan aleros, para determinar la longitud de ellos debe tenerse en consideración el ángulo que formen los aleros. La altura de los aleros va en disminución hacia su extremo; esa reducción depende del ángulo de los aleros y del talud natural del terreno.

PROYECTO

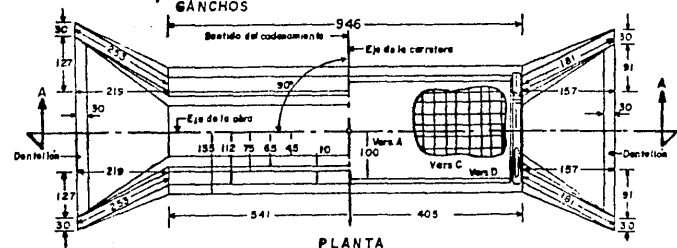
A continuación anexo una lista de las obras que son necesarias en este tramo.

<u>ESTACION:</u>	<u>TIPO DE OBRA</u>	<u>CRUCE</u>	<u>A.D.</u>	<u>MC =</u>	<u>A.H.</u>
40+140.00	LOSA DE 2.50x1.00 m.	NORMAL	40.0 H.m.	0.80	2.33 m <sup>2</sup>
40+330.00	LOSA DE 2.00x1.25 m.	30°00'I.	30.0 "	0.80	1.89 "
40+728.00	LOSA DE 1.00x1.00 m.	NORMAL	12.0 "	0.80	0.95 "
40+829.00	BOVEDA DE 1.00x1.00 m.	RADIAL	12.0 "	0.80	0.95 "
41+056.50	BOVEDA DE 1.50x1.00 m.	20°00'I.	25.0 "	0.80	1.64 "
41+306.00	TUBO DE 1.07 m. ∅	NORMAL	10.0 "	0.80	0.82 "
41+500.00	TUBO DE 1.07 m. ∅	10°00'D.	8.0 "	0.80	0.75 "
41+978.00	BOVEDA DE 1.50x1.00 m.	10°00'D.	16.0 "	0.80	1.17 "
42+170.91	LOSA DE 1.00x1.00 m.	NORMAL	12.0 "	0.80	0.95 "
42+671.00	LOSA DE 2.50x1.00 m.	15°00'I.	35.0 "	0.80	2.11 "
42+880.00	LOSA DE 1.50x1.00 m.	NORMAL	18.0 "	0.80	1.28 "
43+220.00	LOSA DE 1.50x1.00 m.	NORMAL	12.0 "	0.80	0.95 "
43+400.00	TUBO DE 1.07 m. ∅	10°00'I.	10.0 "	0.80	0.82 "
43+500.00	TUBO DE 1.07 m. ∅	15°00'I.	8.0 "	0.80	0.75 "
43+690.00	TUBO DE 0.91 m. ∅	RADIAL	4.0 "	0.80	0.42 "
43+780.00	TUBO DE 1.07 m. ∅	NORMAL	10.0 "	0.80	0.82 "
44+153.00	LOSA DE 2.50x1.00 m.	NORMAL	30.0 "	0.80	1.89 "
44+470.50	BOVEDA DE 1.50x1.00 m.	NORMAL	20.0 "	0.80	1.39 "
44+620.00	TUBO DOBLE DE 0.91 m. ∅	10°00'I.	16.0 "	0.80	1.17 "
44+934.00	LOSA DE 3.50x1.00 m.	20°00'D.	53.0 "	0.80	2.88 "

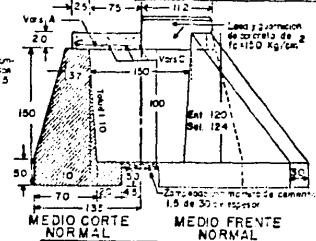


**GANCHOS**

159	95	21	11	8



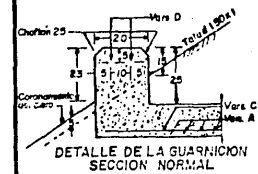
PLANTA



MEDIO CORTE NORMAL MEDIO CORTE NORMAL

**DETALLE DE VARILLAS**

DESIGNACION	CROQUIS	CANTIDAD	PAQUETE
Vars C 7 1.29		936	30 103
Vars D 4 0.95	Long	214	8
Vars B		-	-
Vars A 73 1.59		220	13 251

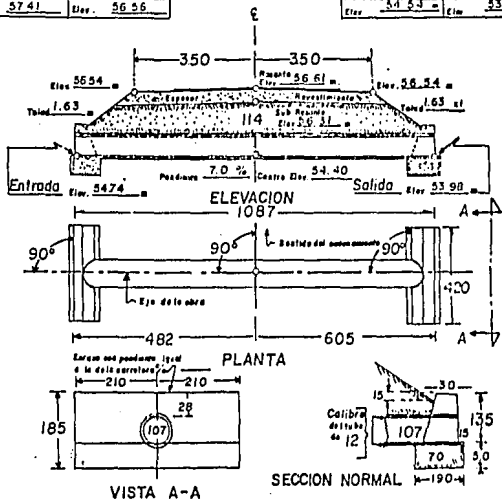


**MATERIALES**

CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
Mortero de 3ª clase con mortero de cemento 1:5	242	m³
Concreto de 150 Kg/cm²	40	m³
Acero de refuerzo	359	Kg
Zanjas con mortero de cemento 1:5	48	m³
Elevación total	92	m³
Clasificación ( )		

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA  
 ESCUELA DE INGENIERIA  
 TESIS PROFESIONAL  
 ALICANTARILLADE LOSA DE 150 X 100  
 MTS #NORMAL EN TANGENTE  
 KM 40+728 00  
 CAMINO NOGALES SARIC  
 LAMINA Nº 6  
 JOSE MARTIN GAYTAN CORONA

Niv. Base 15.00 m Elev. 57.41	Niv. Top. 10.00 m Elev. 56.56	Niv. Base 10.00 m Elev. 54.53	Niv. Top. 15.00 m Elev. 55.94
----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------	----------------------------------

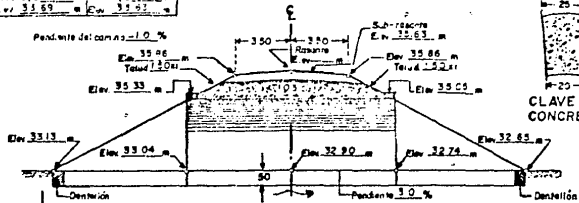


MATERIALES		
CONCEPTO	CANTIDAD	
Tubo de 1.07 m Diam.	10.98	m
Trazos de 0.81 m	18	m
Excavacion	34.0	m <sup>3</sup>
Mamposteria de 20. clase con mortero de cemento de 1:3	8.5	m <sup>3</sup>

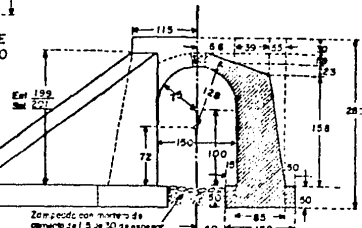
U. A. G.
ESCUELA DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
ALCANTARILLA DE TUBO DE LAMINA DE 107 MTS. Ø NORMAL EN TANGENTE K.M. 43+780 CAMINO NOGALES SARIC
LAMINA N° 7
JOSE MARTIN GAYTAN CORDOVA

Altura 3.20 m Ancho 3.00 m  
Elev 33.69 m Elev 33.92 m

Altura 3.22 m Ancho 3.00 m  
Elev 33.66 m Elev 33.67 m

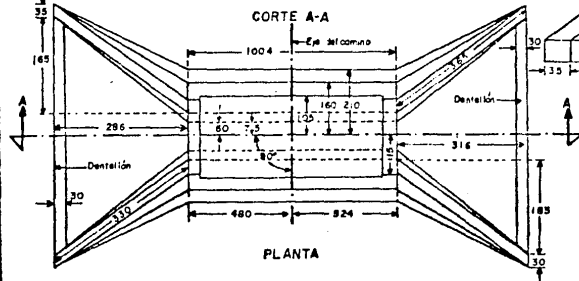


CLAVE DE CONCRETO



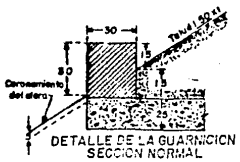
MEDIO-FRENTE NORMAL

MEDIO-CORTE NORMAL



CORTE A-A

PLANTA



MATERIALES		
CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD
Maz posterior de la obra clase con apertura de cazoete 1.5	52.8	m <sup>3</sup>
Concreto de R=100 Kg/cm.	9.7	m <sup>3</sup>
Zanquedo con mortero de cemento 1.5	8.4	m <sup>3</sup>
Escofadora total	1.4	m <sup>2</sup>
Clasificación ( )		

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA
ESCUELA DE INGENIERIA
TESIS PROFESIONAL
ALCANTARILLA DE BOVEDA DE 1.5 X 1.00 M.T.S. NORMAL EN TANGENTE
KM 44+470.50 CAMINO NOGALES SARIC
LAMINA N° 8
JOSE MARTIN GAYTAN CORCOVA

**CAPITULO VIII**

**CANTIDADES DE OBRA**



CANTIDADES DE OBRA DEL CAMINO :

NOGALES - SARIO

DEL KM. 40 + 000 AL KM. 45 + 000

	DESPALME		EN:	CORTE	TERRAPLEN	SUBRASANTE:	
	TERRAPLEN	CORTE				FINOS	ESCAAFICADO.
40+000	17				136	52	
020	26		32	329	131	26	26
040			29	667		30	22
060			58	1033		44	8
080	19		43	886	78	48	4
100	38				112	50	2
120	40				116	52	
140	47				270	52	
160	52				354	52	
180	50				313	52	
200	43		4	4	228	52	
220	19		27	279	81	48	4
240			12	170		22	30
260	15		71	1001	26		52
280	37		6	5	141	33	19
300	44				215	45	7
320	43				187	52	
340	20		2	2	76	52	
360	18		50	599	28	40	12
380			56	1188		10	42
400	3		49	811	1		52
420	30		20	146	216	3	49
440	56				536	30	22
460	58				566	54	
480	46		11	42	343	54	
500	43		11	42	269	42	10
520	26		27	546	170	41	13
540			54	932		26	26
560	5		45	461	1		52
580	8		37	187	2	6	46
600	22		23	115	69	9	43
620	39		6	4	148	25	27
640	39		3	1	117	46	6
660	18		3	5	58	43	3
680	39		29	122	95	41	11
700	30		16	75	102	29	23
720	46		5	9	313	34	18

///...

	DESPALME TERRAPLEN	EN: CORTE	CORTE	TERRAPLEN	SUBRASANTE: FIMOS	ESCARIFICADO
40+740	53	1		424	46	6
760	49	8	24	405	51	1
780	39	22	113	266	44	8
800	27	31	194	110	31	21
820	19	8	55	134	21	31
840	31	12	110	138	44	8
860		37	294		11	41
880		73	359			52
900	5	24	115	15		52
920	36	30	191	99	9	43
940	31	12	27	72	32	20
960	11	31	104	5	39	13
980		43	235		15	37
41+000		44	268			52
020	19	22	111	39		52
040	54			446	26	26
060	80			1108	53	
080	28			422	53	
100	104			1148	52	
120	41	12	76	244	52	
140	9	7	45	37	51	1
160	92	22	139	260	50	2
180	25	22	116	172	48	4
200	60	22	106	322	48	4
220	38	19	101	184	47	5
240	34	17	69	139	47	5
260	50	17	74	284	48	4
280	73	9	45	964	48	4
300	93			1694	48	4
320	93			1669	48	4
340	93			1132	49	3
360	50	23	520	380	51	1
380	13	28	494	73	51	1
400	2	39	798	10	51	1
420		40	1090		51	1
440		38	1000		50	2
460		70	1600		49	3

III...

	DESPALME EN:		CORTE	TERRAPLEN	SUBRASANTE:	
	TERRAPLEN	CORTE			FINOS	ESCARIFICADO
41+480	25	336	50		50	2
500		72	1772		52	2
520		43	2026		51	1
540		41	2352		49	3
560		79	3138		51	1
580		31	451		52	
600	57	41	1073	414	50	2
620		64	3318		52	
640		26	1669		54	
660		112	6279		53	
680		22	1121		50	1
700		76	2764		48	4
720		67	2327		50	1
740		29	1125		50	1
760		34	867		49	3
780		61	1254		49	3
800	5	21	229	13	48	4
820	36	26	136	124	48	4
840	30	22	154	140	48	4
860	36	32	215	144	48	4
880	29	15	84	120	48	4
900	13	28	166	16	48	4
920	5	36	384	3	48	4
940	19	25	305	72	48	4
960	32	2	4	300	48	4
980	27			313	48	4
42+000	32	24	712	355	48	4
020		46	1193		48	4
040	15	29	499	39	48	4
060	39	7	18	177	50	2
080	48			290	52	
100	45			216	52	
120	32	6	2	63	43	9
140	33	6	2	116	43	9
160	43			212	52	
180	45			246	53	
200	50			314	54	

////...

	DESPALME TERRAPLEN	EN: CORTE	CORTE	TERRAPLEN	SUBRASANTE : FINOS	ESCARIFICADO
42+270	42	5	2	202	48	4
240	31	12	6	66	40	12
260	37	7	4	121	46	6
280	46			231	54	
300	42	9	29	229	43	9
320	44	8	25	284	43	9
340	33	16	57	134	35	17
360	22	24	99	42	25	27
380	27	18	64	66	31	21
400	32	14	30	99	36	16
420	36	11	16	172	40	12
440	41	5	5	234	47	5
460	43	1		204	52	
480	46			218	54	
500	45			216	64	
520	40			151	53	
540	40			129	52	
560	40			132	52	
580	38			127	52	
600	41			150	52	
620	44			185	53	
640	44			187	54	
660	46			197	54	
680	51			300	54	
700	47			249	53	
720	43			204	52	
740	43			207	51	1
760	43			203	51	1
780	46			281	52	
800	46	4	5	305	49	3
820	33	18	83	180	34	18
840	13	37	359	37	14	38
860	44	2	2	239	40	12
880	43			169	52	
900	44			198	51	1
920	27	15	55	83	36	16
940	18	25	88	27	25	27

///...

	EN:		CORTE	TERRAPLEN	SUBRASANTE:	
	TERRAPLEN	CORTE			FINOS	ESCARIFICADO
42+960	28	17	51	79	33	19
980	36	10	20	144	41	11
43+000	39	6	21	256	46	6
020	32	10	33	41	40	12
040	25	15	26	43	34	18
060	26	15	8	141	35	17
080	36	7		232	45	7
100	44		2	150	53	
120	39	2	88	33	50	2
140	17	21	320		48	4
160		42	258	28	48	4
180	13	31	17	82	48	4
200	38	6		345	48	4
220	49			409	48	4
240	54			181	48	4
260	45	4	104	74	48	4
280	6	38	260		48	4
300		45	767		50	2
320	13	33	180	162	48	4
340	47			486	48	4
360	50		4	85	48	4
380	39	7	5	345	48	4
400	48	1		174	48	4
420	43	10	242	190	48	4
440	2	44	515	71	48	4
460	18	30	183	24	48	4
480	5	40	429	223	48	4
500	30	21		43	50	2
520	49			557	51	1
540	50			230	52	
560	47			159	52	
580	43			246	52	
600	46			339	52	
620	50		12	129	50	2
640	38	10	9	79	49	3
660	27	22	518	115	51	1
680	20	30	389	336	51	1
700	66	34	207	640	52	

...

	DESALHE		CORTE	TERRAPLEN	SUBRASANTE:	
	TERRAPLEN	EN: CORTE			FINOS	ESCARIFICADO
43+720	21	62	1218		51	1
740		54	1507		50	2
760		22	237	131	48	4
780	21	11	56	154	48	4
800	32	33	224	22	48	4
820	11	34	206	18	48	4
840	10	16	45	95	48	4
860	29	1	2	71	48	4
880	42	9	11	434	48	4
900	48	2	1	285	48	4
920	43	21	54	21	49	3
940	17	38	113		23	29
960		25	63	6		32
980	13	8	3	30	18	34
44+000	30	2		75	43	9
020	38			134	51	1
040	42			217	52	1
060	45			256	52	
080	48			221	53	
100	46			185	54	
120	44			181	54	
140	44			250	53	
160	46			282	52	
180	48			217	52	
200	45			152	52	
220	42			82	52	
240	38	2		65	50	2
260	38	2		112	50	2
280	42			131	52	
300	42			91	52	
320	38	2	1	41	50	2
340	32	6	4	19	46	6
360	27	11	4	23	39	13
380	29	9	1	84	40	12
400	38	2		150	49	3
420	42			188	52	1
440	43			331	52	

.....

	DESPALME EN:		CORTE	TERRAPLEN	SUBRASANTE:	
	TERRAPLEN	CORTE			FINOS	ESCARIFICADO
44+460	49			237	52	
480	56			551	52	
500	48			79	52	
520	38	2	1	18	49	3
540	32	6	3	6	45	8
560	24	12	2	27	38	14
580	27	8		97	41	11
600	39			191	51	1
620	45			230	52	
640	46			116	52	
660	43		7	142	52	
680	32	7	47	9	43	9
700	19	25	84	150	25	27
720	35	8		221	43	9
740	47			201	52	
760	47			51	52	
780	35	5	1	23	46	6
800	33	5	1	62	46	6
820	38			134	51	1
840	41			224	49	3
860	44			250	48	4
880	46			177	48	4
900	43			40	48	4
920	40			131	48	4
940	40	1		85	48	4
960	24	14	2	28	45	7
980		37	42		45	7
45+000		39	114		5	47

NOTA: LAS UNIDADES DE ESTOS VOLUMENES ESTAN DADAS EN METROS CUBICOS.



## TERRACERIAS

118

DESMONTE.

Del Km. 40 + 000 al Km. 45 + 000

Región semiárida

Densidad 80%

Superficie: 20 hectáreas.

DESPALME EN CORTE.Volumen: 3983 m<sup>3</sup>DESPALME EN TERRAPLEN.Volumen: 7975 m<sup>3</sup>EXCAVACION EN CORTE.

DE ESTACION	A ESTACION	VOLUMEN
40 + 000	40 + 080	2415 m <sup>3</sup>
40 + 180	40 + 280	1454 m <sup>3</sup>
40 + 320	40 + 420	2746 m <sup>3</sup>
40 + 460	41 + 020	1741 m <sup>3</sup>
41 + 100	41 + 280	771 m <sup>3</sup>
41 + 340	42 + 060	41473 m <sup>3</sup>
42 + 100	42 + 140	4 m <sup>3</sup>
42 + 200	42 + 440	337 m <sup>3</sup>
42 + 780	42 + 860	449 m <sup>3</sup>
42 + 900	43 + 180	987 m <sup>3</sup>
43 + 240	43 + 480	2689 m <sup>3</sup>
43 + 600	43 + 980	4875 m <sup>3</sup>
44 + 300	44 + 380	10 m <sup>3</sup>
44 + 500	44 + 560	6 m <sup>3</sup>

DE ESTACION	A ESTACION	VOLUMEN
44 + 640	44 + 700	138 M <sup>3</sup>
44 + 760	44 + 800	2 M <sup>3</sup>
44 + 940	45 + 000	<u>158 M<sup>3</sup></u>
		TOTAL: 60255 M <sup>3</sup>

DESPERDICIOS.

40 + 025	40 + 064	1696 M <sup>3</sup>
40 + 362	40 + 398	1636 M <sup>3</sup>
41 + 514	41 + 886	8448 M <sup>3</sup>
41 + 604	41 + 724	<u>16413 M<sup>3</sup></u>
		TOTAL: 28193 M <sup>3</sup>

PRESTAMO DE BANCO.

Ubicación: 60 metros derecha en estación 43 + 500  
 Volúmen: 11566 M<sup>3</sup>

SOBREACARREO DE MATERIAL PARA SUBRASANTE.

S/A = 16,012 M<sup>3</sup> km.

FORMACION Y COMPACTACION DE LA CAPA SUPERIOR DE TERRAPLENES (Sub-rasante) A 95%.

VOLUMEN: 10,158 M<sup>3</sup>

FORMACION Y COMPACTACION DEL RELLENO PARA FORMAR CAPA DE SUBRASANTE A 95%

VOLUMEN: 1,408 M<sup>3</sup>

FORMACION DE LA CAMA DE LOS CORTES AL 95% ( Subrasante ).

VOLUMEN: 2,152 M<sup>3</sup>.

FORMACION Y COMPACTACION DE TERRAPLENES AL 90 %.

DE ESTACION	A ESTACION	VOLUMEN
40 + 160	40 + 840	6708 M <sup>3</sup>
40 + 880	40 + 960	191 M <sup>3</sup>
41 + 000	41 + 080	2015 M <sup>3</sup>
42 + 360	42 + 400	165 M <sup>3</sup>
42 + 840	42 + 880	408 M <sup>3</sup>
43 + 940	44 + 040	<u>462 M<sup>3</sup></u>
		TOTAL: 9949 M <sup>3</sup>

FORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL NO COMPACTABLE.

DE ESTACION	A ESTACION	VOLUMEN
40 + 000	40 + 020	269 M <sup>3</sup>
40 + 060	40 + 160	930 M <sup>3</sup>
41 + 080	41 + 400	8712 M <sup>3</sup>
41 + 580	41 + 600	414 M <sup>3</sup>
41 + 780	42 + 360	4582 M <sup>3</sup>
42 + 400	42 + 840	4268 M <sup>3</sup>
42 + 880	43 + 260	2516 M <sup>3</sup>
43 + 300	43 + 700	4633 M <sup>3</sup>
43 + 740	43 + 920	1231 M <sup>3</sup>
44 + 040	44 + 960	<u>6541 M<sup>3</sup></u>
		TOTAL: 34126 M <sup>3</sup>

EXCAVACIONES DE CANALES Y CONTRACUNETAS.

VOLUMEN: 10,000 M<sup>3</sup>

SORTEO ACAPRO DE MATERIAL PARA FORMACION DE TERRAPLENES.

	CENTRO DE GRAVEDAD atrás	A CENTRO DE: GRAVEDAD adelante	M <sup>3</sup> EST.	M <sup>3</sup> HM.	M <sup>3</sup> A 0.5 Km	M <sup>3</sup> HM. KM.
1	40 + 001	40 + 024	16			
2	40 + 070	40 + 142	964			
3	40 + 182	40 + 246	1735			
4	40 + 262	40 + 317	753			
5	40 + 408	40 + 457	1175			
6	40 + 486	40 + 540	850			
7	40 + 586	40 + 648	602			
8	40 + 668	40 + 722	38			
9	40 + 556	40 + 756		1929		
10	40 + 818	40 + 830	8			
11	40 + 920	40 + 936	16			
12	40 + 996	41 + 058	1285			
13	40 + 876	41 + 072		1467		
14	41 + 316	41 + 432	23713			
15	41 + 154	41 + 485		270		
16	41 + 138	41 + 487		6915		
17	41 + 311	41 + 837	3			
18	41 + 356	41 + 893	11			
19	41 + 934	41 + 974	384			
20	42 + 009	42 + 180		2937		
21	41 + 914	42 + 309		914		
22	41 + 352	42 + 330		372		
23	42 + 350	42 + 390	56			
24	41 + 854	42 + 405			47	14
25	41 + 758	42 + 636			3537	12731
26	42 + 826	42 + 860	147			
27	41 + 734	42 + 992			992	7342
28	43 + 150	43 + 220	1382			
29	41 + 728	43 + 245			261	2601
30	43 + 291	43 + 389	4252			
31	43 + 442	43 + 546	4384			
32	41 + 724	43 + 610			486	6659

CEN TR DE GR.V.D. D at:As	GENIO DE GR.V.D. D adelante	M <sup>3</sup> ESL.	M <sup>3</sup> EM.	M <sup>3</sup> A C.S. P.S.	M <sup>3</sup> EM.EM.	
33	43 + 660	43 + 694	286			
34	43 + 769	43 + 796	14			
35	43 + 818	43 + 878	720			
36	43 + 758	43 + 905		439		
37	43 + 952	43 + 020	446			
38	43 + 736	44 + 160		9839		
39	43 + 649	44 + 422		78	194	
40	44 + 686	44 + 710	5			
41	41 + 710	44 + 488		1861	42056	
42	41 + 693	44 + 862		1288	34127	
43	44 + 934	44 + 988	242			
TOTAL:			43487	25082	8550	105732

## OBRAS DE DRENAJE

DESCRITO Y UBICACION	EXCAVACION	ZAMPOSTERIA	ZAMPEADO	RELLENO	ACERO DE REFUERZO	CONCRETO F'c		TUBO DE LAMINA $\phi$		
						100	160	200	091	107
ALC./DE LOSA DE 2.5 x 1.0 KM. 40 + 140.00	28.0	18.6	7.1	40.8	506		6.7			
ALC./DE LOSA DE 2.0 x 1.25 KM. 40 + 330.00	41.0	35.3	6.5	38.0	477		6.1			
ALC./DE LOSA DE 1.5 x 1.00 KM. 40 + 728.00	52.0	24.2	4.6	40.7	359		4.0			
ALC./DE BOVEDA DE 1.0 x 1.0 KM. 40 + 829.00	71.0	42.8	4.1	42.3		0.7				
ALC./DE BOVEDA DE 1.5 x 1.0 KM. 41 + 066.50	58.0	70.2	9.9	64.2		0.8				
ALC./DE TUBO $\phi$ = 1.07 KM. 41 + 306.00	37.0	8.5		113.0						24.04
ALC./DE TUBO $\phi$ = 1.07 KM. 41 + 500	57.0	9.5		53.0						10.60
ALC./DE BOVEDA DE 1.5 x 1.0 KM. 41 + 978.00	74.0	63.0	9.3	56.7		0.7				
ALC./DE LOSA DE 1.0 x 1.0 KM. 42 + 170.91	25.0	24.5	2.5	23.9	207		2.5			
ALC./DE LOSA DE 2.5 x 1.0 KM. 42 + 671.00	61.0	31.0	7.7	54.0	656		7.7			
ALC./DE LOSA DE 1.5 x 1.0 KM. 42 + 880.00	48.0	22.8	4.2	48.4	311		3.5			
ALC./DE LOSA DE 1.5 x 1.0 KM. 43 + 220.00	41.0	30.7	4.0	47.3	257		3.4			
ALC./DE TUBO $\phi$ = 1.07 KM. 43 + 400	40.0	8.5		58.4						12.81
ALC./DE TUBO $\phi$ = 1.07 KM. 43 + 500	26.0	8.5		62.4						12.81
ALC./DE TUBO DE LAM. $\phi$ = 0.91 KM. 43 + 690	14.0	6.6		53.3				15.86		
ALC./DE TUBO DE LAM. $\phi$ = 1.07 KM. 43 + 780.00	34.0	8.5		49.3						10.98



## **COSTOS Y PRESUPUESTO**



CAMINO; NOGALIS - SARIC

TRAMO ; 40 + 000 45 + 000

## CARGO INDIRECTO, UTILIDAD Y ADICIONALES

## CARGO INDIRECTO

Administración Central	5 %
Administración de Campo	8 %
Imprevistos	2 %
Costo Financieros	<u>10 %</u>
Sub-total.	25 %

CARGOS ADICIONALES 1 %

UTILIDAD ( Antes del I.S.R. y R. UT.) 20 %

TOTAL: 46 %

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000      45 + 000

## DATOS BASICOS

A.- MANO DE OBRA: Incluye Prestaciones	\$ TURNO
Peon	\$ 1,500.00
Cabo	\$ 1,685.00
Albañil	\$ 2,425.00
Fierrero	\$ 2,450.00
Oficial	\$ 1,660.00

B.- MATERIALES: Puestos en la obra por M<sup>3</sup>.

Cemento	\$ 39,953.93
Grava	\$ 1,176.68
Arena	\$ 1,098.23
Agua	\$ 951.20
Piedra	\$ 1,647.35
Acero de refuerzo	\$118,449.00/ton.

C.- COSTOS, HORARIOS DEL EQUIPO	\$ /hr.
Escarificador (ripper) para D-8	\$ 1,368.98
Tractor CAT. D-8	\$ 11,365.98
Cargador CAT. 955	\$ 6,098.71
Motoconformadora CAT. 120-B	\$ 6,194.62
Camión Volteo 6M <sup>3</sup> .	\$ 2,433.07
Vibrocompactador CA-25A	\$ 7,414.71
Revolvedora 2 sacos	\$ 1,362.74
Vibrador para concreto 201 mod. K4	\$ 323.40

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : Km. 40 + 000 al Km. 45 + 000

## DESMONTE POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA

TALA Y DESENGRAIZE

EQUIPO: TRACTOR CAT. D-8

RENDIMIENTO 4 hrs / Ha. \_\_\_\_\_ \$ 45,463.92

LIMPIA Y QUEMA

1 Cabo = \$ 1,685.00

10 Peones = \$ 15,000.00

M.O. = \$ 16,685.00

RENDIMIENTO 1.5 HA TURNO \_\_\_\_\_ \$ 11,123.33

DIESEL + 10 % por flete almacén distribución y  
merma.

150 Lts. x \$ 39.00 x 1.1 = \$ 6,435.00

Gasolina + 10% por flete almacén distribución y  
merma.

50 Lts. x \$ 55.00 x 1.1 = \$ 3,025.00

COSTO DIRECTO : \$ 65,047.25

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales : \$ 30,381.74

PRECIO UNITARIO : \$ 96,428.99



CAMINO: NOGALES - SARIC

TIAMO : 40 + 000 45+ 000

## EXCAVACION EN CORTE POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA

Cuando el material se utilize en en terraplenes y/o cuando el material se desperdicie.

## a) .- EXTRACCION Y REMOION. EQUIPO : TRACTOR.

CAT. D-8

MAT. "A"= 120 M<sup>3</sup>/hr.Mat. "B"= 100 M<sup>3</sup>/hr. con escarificador ( ripper )

## COSTO POR METRO CUBICO

Mat. A = \$ 94.72 /M<sup>3</sup>Mat. B = \$ 127.35 /M<sup>3</sup>

MATERIAL "C"

Barrenación \$ 462.05 /M<sup>3</sup>Aceros y brocas \$ 118.36 /M<sup>3</sup>Explosivos \$ 233.05 /M<sup>3</sup>Mano de obra \$ 143.39 /M<sup>3</sup>TOTAL \$ 956.85 /M<sup>3</sup>

CLASIFICACION: 0 - 60 - 40

COSTO \_\_\_\_\_ \$ 459.15

## b) .- CARGA:

EQUIPO: Cargador CAT. 955

con rendimiento de 50 M<sup>3</sup>/hr. \_\_\_\_\_ \$ 121.97

## c) .- TIEMPO DE LOS VEHICULOS EN LA CARGA Y DESCARGA

Camión Ford F - 600 CICLO COMPLETO: 9.4 Min.

CAPACIDAD 6 M<sup>3</sup>.

ABUNDAMIENTO 1.15 \_\_\_\_\_ \$ 55.24

COSTO DIRECTO \$ 636.36

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales \$ 292.73

PRECIO UNITARIO \$ 929.09

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 - 45 + 000

## PRESTAMOS

EXCAVACIONES DE PRESTAMO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA  
DEL BANCO UBICADO A 60 MTS. DERECHA EN ESTACION 43 + 500.

## a).- DESMONTE Y DESPALME

EQUIPO TRACTOR CAT. D-8

RENDIMIENTO 175 M<sup>3</sup>/Hr.

Se consideran 0.20 m. para el despalme. \$ 64.95

## b).- EXTRACCION Y REMOCION.

CLASIFICACION 60 - 40 - 00

Material A: \$ 94.72 M<sup>3</sup>Material B: \$ 127.35 M<sup>3</sup>COSTO \$ 107.77

## c).- CARGA

EQUIPO:

Cargador CAT. 955 rendimiento 150 M<sup>3</sup>/hr.

Costo \$ 40.66

Camión Ford F-600

Tiempo en maniobras 8.5 min.

Costo \$ 57.45

Abundamiento 1.0 \$ 98.11

COSTO DIRECTO \$ 270.83

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales 124.58

PRECIO UNITARIO \$ 395.41

CAMINO: NOGALES - GARIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

## TERRAPLENES

Formación y compactación por unidad de obra terminada para noventa y cinco por ciento ( 95% ) y/o sobre material no compactable; y/o terraplenes de relleno para formar capa subrasante en cortes con excavación adicional.

## a).- ESCARIFICACION Y DISGRAGADO

EQUIPO:

Tractor CAT. D-8

Motoconformadora 120- B CAT.

Rendimiento 180 M<sup>3</sup>/hr. \_\_\_\_\_ \$ 97.55

## b).- COMPACTACION

EQUIPO:

Vibrocompactador C.A.-25A

Rendimiento 150 M<sup>3</sup>/hr. \_\_\_\_\_ \$ 49.43c).- AGUA Y SU INCORPORACION \$ 951.20/M<sup>3</sup>M<sup>3</sup>Agua/M<sup>3</sup> de Material 0.12 \_\_\_\_\_ \$ 114.14.

## d).- RECORTE DE CUÑAS Y AFINAMIENTO

EQUIPO:

Motoconformadora CAT. 120 - B

Rendimiento 190 M<sup>3</sup>/hr. \_\_\_\_\_ \$ 32.60

COSTO DIRECTO \$ 293.72

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales 135.11

PRECIO UNITARIO 428.83

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 45 + 000

## TERRAPLENES

COMPACTACION POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA DE LA GAMA  
DE LOS CORTES EN QUE NO SE HAYA ORDENADO EXCAVACION  
ADICIONAL:

PARA NOVENTA Y CINCO POR CIENTO ( 95% )

a).- ESCARIFICADO Y DISGREGADO

EQUIPO:

Motoconformadora 120 B- CAT.

Rendimiento 100 M<sup>3</sup>/hr. 61.94

b).- COMPACTACION

EQUIPO:

Vibrocompactador CA - 25 A

Rendimiento 100 M<sup>3</sup>/hr. 74.15c).- AGUA Y SU INCORPORACION \$ 951.20/M<sup>3</sup>M<sup>3</sup> agua/M<sup>3</sup> de Material 0.15 142.68

COSTO DIRECTO 278.77

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales 128.23

PRECIO UNITARIO \$ 407.00



CAMINO: NOGALES - MARIIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

## TERRAPLENES

Formación y compactación, por unidad de obra terminada de terraplenes adicionales cuñas de sobreancho compactados al Noventa por Ciento ( 90% ).

## a).- ESCARIFICACION Y DISGREGADO

EQUIPO:

Tractor CAT. D-8

Motoconformadora 120-B CAT.

Rendimiento 200 M<sup>3</sup>/hr. \_\_\_\_\_ \$ 87.80

## b).- COMPACTACION

EQUIPO:

Vibrocompactador CA-25

Rendimiento 200 M<sup>3</sup>/hr. \_\_\_\_\_ \$ 37.07c).- AGUA Y SU INCORPORACION \$ 951.20/M<sup>3</sup>M<sup>3</sup> Agua/ M<sup>3</sup> de Material 0.10 \_\_\_\_\_ \$ 95.12

## d).- REJORTE DE CUÑAS Y AFINAMIENTO

EQUIPO:

Motoconformadora CAT. 120-B

Rendimiento 320 m<sup>3</sup>/hr. \_\_\_\_\_ \$ 19.36

COSTO DIRECTO \$ 239.35

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales \$ 110.10

PRECIO UNITARIO \$ 349.45

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

## TERRAPLENES

Formación de la parte de los terraplenes y de sus cuñas de sobrecancho por unidad de obra terminada construidas con material no compactable.

## a).- FORMACION.

## EQUIPO:

Tractor CAT. D-8

Rendimiento 90 M<sup>3</sup>/hr. \_\_\_\_\_ \$ 126.29

COSTO DIRECTO \$ 126.29

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales \$ 58.09PRECIO UNITARIO \$ 184.38

CAMINO: NOGALES - S. RIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

### CANALES Y CONTRACUNETAS

Excavación de Canales y Contracunetas por unidad de obra terminada.

a).- EXTRACCION Y REMOCION.

CLASIFICACION 0 - 60 - 40

EQUIPO: Tractor CAT. D-8

con escarificador.

Rendimiento 50 M<sup>3</sup>/hr.

COSTO:

Material B 254.70

Material C 956.85 \$ 535.56

COSTO DIRECTO \$ 535.56

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales \$ 246.36

PRECIO UNITARIO \$ 781.92

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

ACARREOS PARA TERRACERIAS.

Sobre acarreo de materiales cuando se trate de obras que se paguen por unidad de obra terminada.

a).- EN DISTANCIA HASTA ( 5 ) ESTACIONES.

EQUIPO:

Camión Volteo	6 M <sup>3</sup>	
Tiempo ida	3.8 Min.	
Tiempo regreso	2.2 Min.	
Ciclo completo	6.0 Min.	
Distancia	5 Estaciones	<u>8.11</u>
	COSTO DIRECTO	8.11
	Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales	<u>3.73</u>
	PRECIO UNITARIO	11.84

GAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

ACABREO : PARA TERRACERRIAS

Soorecarreo de materiales cuando se trate de obras que se paguen por unidad de obra terminada.

o).- DISTANCIA HASTA ( 5 ) HECTOMETROS

EQUIPO:

Camión Volteo	6 M <sup>3</sup>	
Tiempo ida	14.5 Min.	
Tiempo regreso	6.0 Min.	
Tiempo completo	20.5 Min.	
<u>Distancia</u>	<u>5 Hm.</u>	<u>\$ 27.71</u>

COSTO DIRECTO 27.71

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales 12.75

PRECIO UNITARIO 40.46

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

ACARREOS PARA TERRACERIAS

Soorecarreo de materiales cuando se trate de obras que se paguen por unidad de obra terminada.

c).- EN DISTANCIA DE MAS DE ( 5 ) HECTOMETROS.

EQUIPO:

Camión Volteo	6 M <sup>3</sup>	
Tiempo ida	20.6 min.	
Tiempo regreso	11.2 Min.	
Tiempo completo	31.8 Min.	
<u>Distancia</u>	<u>2 Km.</u>	<u>107.46</u>

COSTO DIRECTO 107.46

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales 49.43

PRECIO UNITARIO 156.89

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO: 40+000 al 45+000

## EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS

Excavación para estructuras, por unidad de obra terminada, cualesquiera que sea su clasificación y profundidad.

## a).- MANO DE OBRA

0.1 Cabo \$ 168.50

1.0 Peon \$ 1500.00

Rendimiento 2 M<sup>3</sup>/ turno

Herramienta 5% \_\_\_\_\_ \$ 875.96

## b).- CARGA EN CARRETILLA Y ACARREO

0.1 Cabo \$ 168.50

1.0 Peon \$ 1500.00

Rendimiento 6 M<sup>3</sup>/ turno

Herramienta 5% \_\_\_\_\_ \$ 291.99

COSTO DIRECTO \$ 1167.95

CARGO Indirecto, Utilidad y Adicionales \$ 537.26

PRECIO UNITARIO \$ 1705.21

CAMINO: NOGALES, - SARIC

TRAMO ; 40 + 000 a 45 + 000

## RELLENOS

Rellenos, para la protección de obras de drenaje, por unidad de obra terminada, compactados al Noventa por ciento (90%).

a).- MATERIAL Y ACARREO \_\_\_\_\_ \$ 202.30

## b).- MANO DE OBRA

0.1 Cobo \$ 168.50

1 Peon \$1,500.00

Rendimiento 1 M<sup>3</sup>/ turno \_\_\_\_\_ \$1,668.50

c).- HERRAMIENTA 5% \_\_\_\_\_ \$ 93.54

COSTO DIRECTO \$1,964.34

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales \$ 903.60

PRECIO UNITARIO \$2,867.94





CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

## ZAMPEADOS

Zampeados a cualquier altura, por unidad de obra terminada, de mampostería de tercera clase. Junteados -- con mortero de cemento.

## MORTERO:

Cemento	0.28	\$ 11,187.10	
Arena	1.06	\$ 1,164.13	
Agua	0.20	\$ 190.24	
Costo		\$ 12,541.47	
Mortero	0.306	\$ 3,837.69	
Piedra	1.3	\$ 2,141.56	\$ 5,979.25

## MANO DE OBRA: En Mampostería y Junteo

0.4 Cabo	\$ 674.00
4 Peones	\$ 6,000.00
2 Albañiles	\$ 4,850.00

Rendimiento 6.0 M<sup>3</sup>/turno \_\_\_\_\_ \$ 1,920.67

HERRAMIENTA 5 % \_\_\_\_\_ \$ 395.00

COSTO DIRECTO \$ 8,294.92

50% Indirecto y Utilidad 3,815.66

PRECIO UNITARIO \$ 12,110.58

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

## ALCANTARILLAS DE LAMINA CORRUGADA DE ACERO

Por Unidad de Obra Terminada.

Tubo circular de lámina corrugada de Acero de 0.90m. de diámetro calibre 14 puesto en obra incluyendo maniobras y mermas.

COSTO \_\_\_\_\_ \$ 16,612.82

## MANO DE OBRA

0.2 Cabo \$ 337.00

2 Peones \$3,000.00

3 Oficiales \$4,980.00

Rendimiento 5 m/turno \$ 1,663.4

COSTO DIRECTO \$ 18,276.22

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales \$ 8,407.06

PRECIO UNITARIO \$ 26,683.28

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO: 40 + 000 a 45 + 000

ALCANTARILLA DE LAMINA CORRUGADA DE ACERO

Tubo Circular de lámina de Acero de 1.05 M. de Diámetro calibre 12 puesto en obra, incluyendo manobras y mermas.

COSTO \$ 27,165.36

MANO DE OBRA

0.2 Cabo \$ 337.00

2 Peones 33,000.00

3 Oficiales \$4,980.00

RENDIMIENTO 4.5 m /turno \$ 1,848.22

costo directo \$ 29,013.58

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales 13,346.25

PRECIO UNITARIO \$ 42,359.83

TRAMO : 40 + 000 a 45 + 000

## CONCRETO HIDRAULICO

Concreto Hidráulico, por unidad de obra terminada.

 $f'c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ 

## a).- MATERIALES:

Cemento	0.26	10,388.00	
Grava	1.09	1,282.58	
Arena	0.75	823.67	
Agua	0.17	161.70	
			\$ 12,655.95

## FABRICACION:

Revolvedora	2 sacos		
Vibrador			
Rencimiento	2.9 M <sup>3</sup> /hr.		
			\$ 581.43

## b).- MANO DE OBRA:

1 Cabo		\$ 1,685.00	
10 Peones		\$ 15,000.00	
2 Albañiles		\$ 4,850.00	
Rendimiento	3.2 M <sup>3</sup> /turno		\$ 6,729.69

c).- HERRAMIENTAS 5 % \$ 998.35

d).- MOLDES \$ 5,062.00

e).- OBRA FALSA \$ 2,531.19

	COSTO DIRECTO	\$ 28,558.61
	Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales	\$ 13,136.96
	PRECIO UNITARIO	\$ 41,695.57

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO: 40+000 al 45+000

## CONCRETO HIDRAULICO

CONCRETO HIDRAULICO POR UNIDAD DE OBRA TERMINADA,  $f'c=150 \text{ Kg/Cm}^3$ .

## a).- MATERIALES

Cemento	0.31	\$ 12,385.72	
Grava	1.07	\$ 1,259.05	
Arena	0.74	\$ 812.69	
Agua	0.17	\$ 161.70	
Codo			\$ 14,619.16

## FABRICACION:

Revolvedora 2 sacos.

Vibrador.

Rendimiento  $2.9 \text{ M}^3/\text{hr.}$  \_\_\_\_\_ \$ 581.43

## b).- MANO DE OBRA

1 Cabo		\$ 1,685.00	
10 Peones		\$ 15,000.00	
2 Albañiles		\$ 4,850.00	
Rendimiento $3.2 \text{ M}^3/\text{turno}$			\$ 6,729.69

c).- HERRAMIENTAS 5% \_\_\_\_\_ \$ 1,096.51

d).- MOLDES \_\_\_\_\_ \$ 5,062.00

e).- OBRA FALSA \_\_\_\_\_ \$ 2,531.19

COSTO DIRECTO \$ 30,619.98

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales \$ 14,085.19

PRECIO UNITARIO \$ 44,705.17

CAMINO: NOGALES - SARIC

TRAMO : 40 + 000 - 45 + 000

## ACERO PARA CONCRETO HIDRAULICO

Acero de refuerzo, por unidad de obra terminada.

## MATERIALES:

Varilla	\$ 118,449.00/ton.	
5% de desperdicio	5,922.45	
Alambre	\$ 7,178.72/ton.	
<hr/>		\$ 131,520.17

1 Fierrero	\$ 2,450.00
1 Oficial	\$ 1,660.00
7 Peones	\$ 10,500.00

Rendimiento	0.5 ton/turno	\$ 29,220.00
-------------	---------------	--------------

COSTO DIRECTO	\$ 160,740.17
---------------	---------------

Cargo Indirecto, Utilidad y Adicionales	\$ 73,940.48
---	--------------

PRECIO UNITARIO	\$ 234,680.65/ton.
-----------------	--------------------

PRECIO UNITARIO	\$ 234.68/KG,
-----------------	---------------

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION  
 CARRETERAS NATIONALES - SARIK  
 TRAMO: 40+000 - 45+000

CONCEPTO	VOLUMEN	UNIDAD	P.U.	IMPORTE
<b>DEMANDAS</b>				
Desmorte por unidad de O.T.	20	Haa.	96,428.99	1'928,579.80
Desperdicio en corte por Unidad de O.T.	3,983	M <sup>3</sup>	94.83	377,707.89
Desperdicio en Terraplen por Unidad de O. T.	7,975	M <sup>3</sup>	94.83	756,269.25
Excavación en Corte por Unidad de O. T.	60,755	M <sup>3</sup>	929.09	55'982,317.95
Excavación en Corte desperdiciando el material por Unidad de O. T.	28,193	M <sup>3</sup>	929.09	26'193,834.37
Excavación de préstamo de Material por Unidad de O. T.	11,566	M <sup>3</sup>	395.41	4'573,312.06
Sobre Acarreos de material - cuando se trate de Obra que se pique por Unidad de O. T.	16,012	M <sup>3</sup> Km.	156.89	2'512,122.68
Formación y Compactación de Subrasante 95% por Unidad de O. T.	10,158	M <sup>3</sup>	428.83	4'356,055.14
Formación y Compactación del relleno para formar capa subrasante en corte al 95% por Unidad de O. T.	1,408	M <sup>3</sup>	428.83	603,792.64
Formación de la cama de los cortes al 95% donde no se haya ordenado excavación adicional por unidad de O. T.	2,152	M <sup>3</sup>	407.00	875,864.00
Formación y Compactación de Terraplenes al 90% por Unidad de O. T.	9,949	M <sup>3</sup>	349.45	3'476,676.05
Formación de Terraplenes con material no compactable por Unidad de O. T.	34,126	M <sup>3</sup>	184.38	6'292,151.88
Excavación de Canales y Contracunetas por Unidad de O.T	10,000	M <sup>3</sup>	781.92	7'819,200.00
Sobre Acarreos de material - cuando se trate de Obra que se pique por Unidad de O.T.	43,487	M <sup>3</sup> EST.	11.84	514,886.08



PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION  
CAMINO: YOGALES - SARIC  
TRAMO: 40+000 - 45+000

CONCEPTO	VOLUMEN	UNIDAD	P. U.	IMPORTE
<b>TERRACERIAS:</b>				
En distancias hasta 5 Hm.	25,082	M <sup>3</sup> Hm.	40.46	1'014,817.72
En distancias a mas de 5'Hm.	14,847	M <sup>3</sup> Km.	156.89	2'329,345.03
			<b>S U M A :</b>	<b>\$ 119'606,935,34</b>
<b>OBRAS DE DRENAJE:</b>				
Excavación para Obras de Drenaje por U. de O.T.	870.0	M <sup>3</sup>	1,705.21	1'483,532.70
Relleno de protección para -- Obras de Drenaje por U. de O. T.	1024.2	M <sup>3</sup>	2,867.94	2'937,344.14
Mampostería de Ira. a cual-- quier altura por U. de O.T.	529.8	M <sup>3</sup>	13,582.75	7'196,140.95
Zampeado de Mampostería de -- Ira. por U. de O.T.	85.9	M <sup>3</sup>	12,110.58	1'040,246.02
Tubo de lámina corrugada de - 0.90 M ø por U. de O.T.	35.38	M	26,683.28	944,054.45
Tubo de lámina corrugada de - 1.05 M ø por U. de O.T.	71.24	M	42,359.03	3'017,714.29
Concreto hidráulico f'c=100-- kg/cm <sup>2</sup> por U. de O. T.	2.9	M <sup>3</sup>	41,695.57	120,917.17
Concreto hidráulico f'c=150-- kg/cm <sup>2</sup> por U. de O.T.	50.6	M <sup>3</sup>	44,705.17	2'262,081.60
Acero de refuerzo por U. de O T.	4,099	Kg.	234.68	961,953.32
			<b>S U M A :</b>	<b>\$ 19'964,037.42</b>

CAMINO: Nogales - Saric

TRAHO: 40+000 - 45+000

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Construcción de Terracerias .....	\$ 119'606,935.34
Obras de Drenaje .....	19'964,037.42
	<hr/>
S U M A :	\$ 139'570,972.75
15% I. V. A.	20'935,645.91
	<hr/>
COSTO T O T A L :	\$ 160'506,618.67
	<hr/>

**C A P I T U L O   I X**

**P R O G R A M A C I O N   D E   O B R A**

## PROGRAMA DE OBRAS

## TERRACERIAS

CONCEPTO Y UBICACION	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO
DESMONTE Y DESPALME	/	/				
DEL KM. 40+000 AL KM. 45+000	/	/				
CORTE:						
DEL KM. 40+000 AL KM.40+080	/					
DEL KM. 40+180 AL KM.40+280	/	/				
DEL KM. 40+320 AL KM.40+420		/				
DEL KM. 40+460 AL KM.41+020		/				
DEL KM. 41+100 AL KM.41+280		/				
DEL KM. 41+340 AL KM.42+060		/	/	/	/	/
DEL KM. 42+100 AL KM.42+140						
DEL KM. 42+200 AL KM.42+440						
DEL KM. 42+780 AL KM.42+860						
DEL KM. 42+900 AL KM.43+160						
DEL KM. 43+240 AL KM.43+480					/	
DEL KM. 43+600 AL KM.43+980					/	
DEL KM. 44+300 AL KM.44+380						
DEL KM. 44+500 AL KM.44+560						
DEL KM. 44+640 AL KM.44+700						
DEL KM. 44+760 AL KM.44+800						
DEL KM. 44+940 AL KM.45+000						
TERRAPLENES						
DEL KM. 40+000 AL KM.40+020	/					
DEL KM. 40+000 AL KM.40+160	/					
DEL KM. 40+160 AL KM.40+840	/	/				





## PROGRAMA DE OBRA

### OBRAS DE DRENAJE

CONCEPTO Y UBICACION	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEB.	MAR.
KM. 40 + 40.00	■						
KM. 40 + 330.00	■						
KM. 40 + 728.00	■						
KM. 40 + 829.00	■						
KM. 41 + 066.50		■					
KM. 41 + 306.00		■					
KM. 41 + 978.00		■					
KM. 42 + 170.91		■					
KM. 42 + 671.00		■					
KM. 42 + 880.00		■					
KM. 43 + 220.00		■					
KM. 43 + 400.00		■					
KM. 43 + 500.00		■					
KM. 43 + 690.00		■					
KM. 43 + 780.00		■					
KM. 44 + 153.00		■					
KM. 44 + 470.50		■					
KM. 44 + 620.00		■					
KM. 44 + 934.00		■					
NOTA:	Para la construcción de Obras de Drenaje se presupone que contemos con cuatro cuadrillas de construcción.						

**CAPITULO X**  
**CONCLUSIONES**



Los beneficios que un camino trae consigo son incalculables. En el caso particular del camino Nogales - Saric objeto de esta tesis, una vez realizada su construcción; beneficiará grandemente los municipios que comunica y zonas adyacentes. Se solucionará el problema de tráfico que actualmente se tiene, ya que todos los vehículos de carga que por aquí transitan lo hacen de una manera lenta y tortuosa; por lo que una vez concluido éste camino se espera que éstos vehículos transiten de una forma rápida y segura. Lo que redundará en una salida más rápida a los productos que se producen en la zona.

En éste trabajo se ha descrito cada una de las faces que intervienen en la construcción de un camino, pudiera subestimarse el problema que representa la verificación de la obra; sin embargo se manejan volúmenes muy por encima por su magnitud de otras obras por lo que un análisis no concienzudo puede conducirnos a grandes errores. En un camino los volúmenes de excavación, terraplenes, -- mamposterías, concretos, etc., revisten cantidades considerables, motivo por el cual se requiere una preparación especializada.

El estudio de las comunicaciones terrestres de un país, como México y en particular de un estado como Sonora, nos hace reflexionar en una rama de la ingeniería civil; apasionante por sus aspectos técnicos y su gran penetración social en los pueblos.

Quedan aún cientos de comunidades que en tanto no salgan de su aislamiento no podrán participar del progreso general del Estado y del país. Sin duda que no será fácil construir, con la rapidez que fuera de desearse, los caminos que reclaman con tanta urgencia y tan justamente. Difícil pero inevitable tarea es la de establecer las posibilidades de evolución de México en los próximos años, así como la de identificar las adecuaciones y cambios que en la infraestructura carretera del país habrá que hacer para acentar al nivel de necesidades por cubrir. La pauta a seguir nos la debe dar los propósitos y aspiraciones de nuestro país.

En tanto subsista la estrecha colaboración que en materia de caminos ha existido entre la administración federal, el Gobierno del Estado y los particulares, será factible impulsar cada año con mayor vigor, con más y mejores recursos, la construcción de éstas - obras de enorme trascendencia para las comunidades que gracias a ellas pueden mejorar en todos los sentidos sus condiciones de vida, y que vistas en conjunto, constituyen uno de los más loables esfuerzos para hacer de este país una patria mejor para todos los que en ella vivimos.

BIBLIOGRAFIA

MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS.

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

PROYECTOS TIPO DE OBRAS DE DRENAJE PARA CARRETERAS.

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

MANUAL DE CAMINOS VECINALES.

- Rene Etcharren.

- Coedición de:

Asociación Mexicana de Caminos

y de

Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.

LAS CARRETERAS MODERNAS.

- Dr. Ing. Erwin Neumann.

- Traducido por: Ing. R. Dublang.

- Editorial Labor S. A.

TOPOGRAFIA.

- Ing. Miguel Montes de Oca.

- Editado por: Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. México.

CAMINOS, INSTRUMENTOS DE DESARROLLO.

- Arq. Pedro Ramirez Vázquez.

- Ing. Rodolfo Félix Valdez.

- Lic. José Ramirez Oelrich.

- Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

MECANICA DE SUELOS.

- Tomo I.

- Juarez Badillo.

- Rico Rodríguez.

- Editorial Limusa.

INSTRUCTIVO PARA EFECTUAR PRUEBAS EN SUELOS.

- Volúmen 1 y 2

- Editado por: Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas.

COSTOS DE CONSTRUCCION PESADA Y EDIFICACION.

- Ing. Leopoldo G. Varela Alonso.

- Compuobras.