

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

ESCUELA DE INGENIERIA

Proyecto del Camino
"Tolimán - Misión de Palmas"
Localizado en el Edo. de Querétaro

Biblioteca Central

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

T E S I S

Que para obtener el título de

INGENIERO CIVIL

p r e s e n t a

CARLOS SANCHEZ HERNANDEZ

No. Reg. 1949

TS

Clas. 625.7

S211p



OFICIO NUM: 81

ASUNTO: SE APRUEBA TEMA
DE TESIS.

Octubre 16 de 1972.

SR. PASANTE CARLOS SANCHEZ HERNANDEZ.
P R E S E N T E .-

En respuesta a su atenta Solicitud, relativa al Tema de su Tesis Profesional, me permito comunicar a Usted, el que para tal efecto fué propuesto por el Sr. Ing. Pablo Ballesteros — Jurado. El título de su Tesis será:

PROYECTO DEL CAMINO TOLIMAN-MISION DE PALMAS LOCALIZADO EN EL ESTADO DE QUERETARO.

- I.- ANTECEDENTES
HISTORIA DE LOS CAMINOS
- II.- GENERALIDADES
CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LOS CAMINOS.
- III.- PROYECTO GEOMETRICO
 - a).- LOCALIZACION
 - b).- RECONOCIMIENTO
 - c).- TRAZO Y NIVELACION PRELIMINAR
 - d).- TRAZO Y NIVELACION DEFINITIVA, (ALINEAMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES).
 - e).- PERFIL
 - f).- SECCIONES DE CONSTRUCCION
 - g).- DIAGRAMA DE CURVA MASA.
- IV.- DRENAJE
 - a).- OBJETO DEL DRENAJE
 - b).- DRENAJE SUPERFICIAL
 - c).- DRENAJE SUBTERRANEO.
- V.- PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION
 - a).- TERRACERIAS.
 - b).- PAVIMENTOS.
- VI.- SEÑALAMIENTO Y CONSERVACION
 - a).- SEÑALES PREVENTIVAS, RESTRICTIVAS E INFORMATIVAS
 - b).- MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO

##

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE QUERETARO



hoja # 2

VII.- CONCLUSIONES

VIII.- BIBLIOGRAFIA

También hago de su conocimiento las disposiciones de nuestra Escuela, en el sentido de que, antes de su Examen Profesional deberá cumplir con el requisito del Servicio Social y de que el presente Oficio se imprima en todos los Ejemplares de su Tesis.

ATENTAMENTE
"EDUCO EN LA VERDAD Y EN EL HONOR" .

ING. ANTONIO SANCHEZ HERNANDEZ.
DIRECTOR.

C.c.p.- La Mesa de Profesiones de la U.A.Q.- Edificio.-
C.c.p.- El Sr. Ing. Pablo Ballesteros Jurado.- Presente.-
C.c.p.- El Archivo de la Escuela de Ingeniería.- Edificio.-

A MI UNIVERSIDAD

A MI ESCUELA

A MIS MAESTROS

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS

Con respeto a mi Madre,

GREGORIA H. DE SANCHEZ CAMARENA

En memoria de mi Padre,

ADALBERTO SANCHEZ CAMARENA

Y de mi Hermano,

MANUEL

A mis Hermanos:

LUPE,
FERNANDO,
JOSEFINA,
CARMELA,
ANA,
ANGELA,
LUIS,
JAVIER.

En especial, con gratitud a: TOÑO

A MI TIO LINO

A MIS SOBRINOS

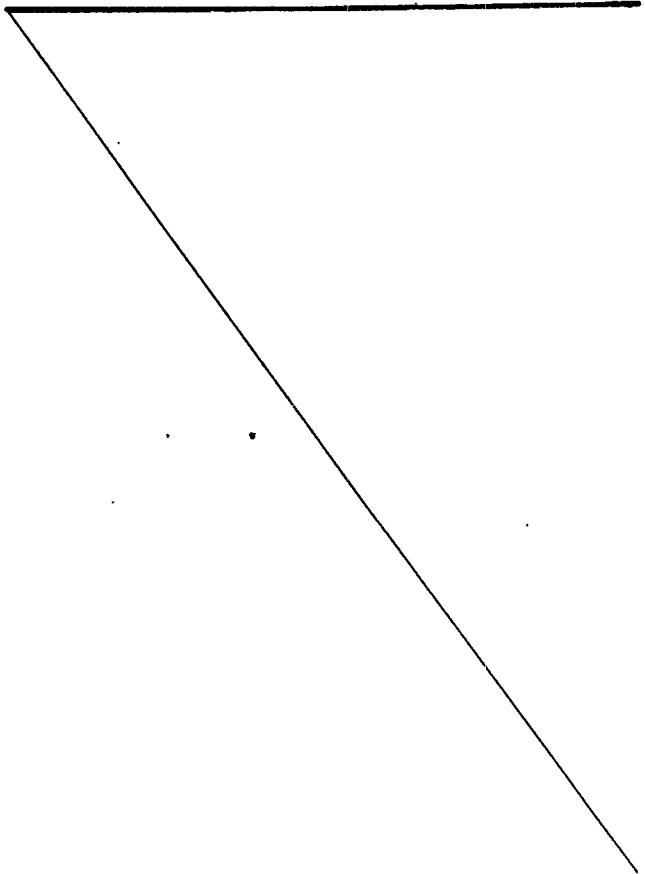
Con cariño

PARA LA FAMILIA VELEZ - RAMIREZ

En especial para

MI ESPOSA CHELITA

CAPITULO I



HISTORIA DE LOS CAMINOS.

México se encuentra actualmente construyendo con toda actividad y al máximo de su capacidad económica, una extensa red de caminos de todas categorías, desde los de cuota, de altas especificaciones, hasta los más modestos caminos vecinales. Este formidable impulso constructor que constituye uno de los factores básicos en el desarrollo económico del país, se inició hace unos cuarenta años.

Es interesante recorrer, aunque sea someramente, la evolución de los caminos de Mexico, desde la época precortesiana, hasta nuestros días; se puede a través de ello tener una idea de cada uno de esos momentos de nuestra historia y nos servirá además para comprender mejor el esfuerzo creador enorme que hace la nación destinando a los caminos una buena parte de sus recursos.

Cuando los conquistadores españoles llegaron a lo que hoy constituye el territorio nacional, encontraron que sus pobladores no hacían uso de la rueda en vehículos de transporte y no disponían tampoco de animales de tiro y carga. Pero a pesar de ello, cosa curiosa, contaban con un gran número de buenas calzadas de piedra, así como una considerable cantidad de caminos, veredas y senderos. Partiendo de la capital azteca, los españoles encontraron amplias cal-

zadas sobre el lago, que conducían a los pueblos cercanos.

La Historia nos ha dejado constancia de aquellos aborígenes que con tanto interés se dedicaron a la construcción de caminos; también se preocuparon por su conservación, emitiendo leyes sobre la manera y la época en que debían repararse, lo que se hacía empleando prisioneros y al finalizar la temporada de lluvias. En el curso del año cooperaban también a la conservación los habitantes, con excepción de los guerreros, los magistrados y otros altos dignatarios.

Los caminos que los aborígenes construyeron para sus necesidades, fueron después útiles a Cortés y su gente para movilizarse a pie y a caballo para transportar sus bagajes y cañones.

La colonización de la Nueva España trajo como consecuencia lógica un sensible mejoramiento de los caminos ya existentes y la apertura de muchos otros; no tanto, si se quiere, pero por el mero interés que los españoles pudieron haber tenido en el desenvolvimiento social y material del país, sino más bien como resultado de su especial situación geográfica y del uso económico dado a la nación conquistada por sus nuevos gobernantes.

Fue en el año de 1522 cuando se construyó el primer camino en Mé

xico; Cortés encomendó a Alvaro López la apertura del camino entre México y Veracruz, camino que llegaría a ser durante los albores de la colonia el más importante; mismo que siglos después, en 1803, el Barón de Humboldt llamaría el "Camino a Europa" y en el que pocos años después de iniciada su construcción se realizó un experimento que había de convertirse en unos de los pasos más trascendentales en los sistemas de transportación del país recientemente conquistado: la introducción de la carreta.

Fray Sebastián de Aparicio, bonachón y forzado gallego, después fraile y beato, corriendo el año de 1535 se las ingenió para construir las primeras carretas, rudimentarias, por cierto, a las que unció novillos y toros mansos que él mismo adiestraba, lanzándolas en forma de cuadrillas por la carretera a Veracruz. Estos primeros transportes los inició Sebastián de Aparicio desde la ciudad de Puebla, en la cual residía; pero habiéndose popularizado grandemente para el acarreo de mercancías y semillas, en el año de 1542 se pasó a la Ciudad de México, dirigiendo ahora sus carros hacia el norte, abriendo la ruta hasta el Real de Minas de Santa María -- Zacatecas. Sebastián de Aparicio fue el introduccionista de las carretas en México y estableció la primera ruta de carga a la ciudad de Veracruz.

Después del camino a Veracruz, Cortés, Don Antonio de Mendoza , el Virrey Manrique de Zúñiga, el Virrey Don Luis de Velasco, Don Miguel Cuevas Dávalos, Don Felipe Orozco, Don Pedro Ponce, etc., mandaron construir caminos. Todas estas rutas nos son ahora bien conocidas.

Al finalizar la Colonia, México contaba ya con un buen número de caminos carreteros y de herradura, variando su estado de conservación de acuerdo con su importancia. Se había realizado una evolución evidente, desde las veredas abiertas por los aborígenes, hasta los caminos carreteros; evolución debida al empleo de los diversos vehículos, circunstancia antes desconocida.

En los años inmediatamente posteriores a 1810, poco se hizo en materia de caminos, concretándose los diferentes regímenes a la expedición de una que otra ley relativa a estas vías terrestres, ya que la azarosa situación derivada de la iniciación de la Independencia, -- impedía la realización de cualquier esfuerzo de orden constructivo -- que se hubiera intentado.

Después de la Independencia vino la Revolución, iniciada en 1910, -- que provocó en el país una conmoción profunda, que por largos años impidió la realización de todo intento de carácter constructivo. La

rápida sucesión de Gobiernos y la inestabilidad de los mismos, permitía solamente atender los aspectos sociales o políticos, pero hacía imposible formular planes o programas de obras materiales de alguna envergadura.

La aparición del automóvil, acaecida en Mexico en 1906, y que revolucionó definitivamente los viejos sistemas de transportación por carretera entre 1918 y 1920, influyó más en el incremento y modificación de los caminos, que los cuatrocientos años anteriores de nuestra Historia.

Desgraciadamente, la aparición del nuevo vehículo no produjo en los caminos de México la misma evolución que en otros países, por una razón muy especial, que la curvatura, las pendientes y las superficies de rodamiento no eran las adecuadas para el automóvil, sino para vehículos de tracción animal.

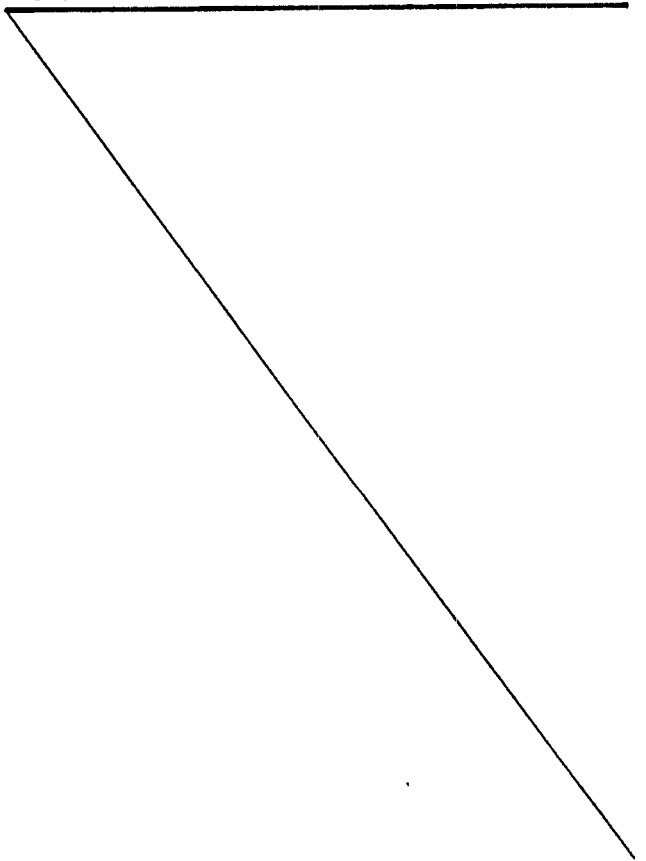
En consecuencia, los antiguos caminos se modificaron y se mejoraron, o bien se construyeron nuevos, de acuerdo con las nuevas exigencias de los vehículos.

El pujante desarrollo actual del país, el incremento en el número de vehículos de motor y el sorprendente crecimiento demográfico, han motivado que numerosos caminos sean insuficientes, se encuen

tren saturados y no cumplan satisfactoriamente con su misión comunicadora. Esta problema hizo pensar en la necesidad de unir con nuevas carreteras, aquellas ciudades que por su alto crecimiento económico y demográfico, estaban ya comunicadas con carreteras que habían resultado saturadas e insuficientes.

Fue así como se dispuso la construcción de carreteras de altas especificaciones. A la fecha se cuenta con una red de cerca de mil kilómetros de carreteras, que precisamente por sus altas especificaciones se les ha designado como "Autopistas".

CAPITULO II



GENERALIDADES.

En vista de que la inversión en cualquiera de los sectores económicos del país representa sacrificio de parte del consumo actual en aras de una esperanza de mayor consumo en el futuro, y puesto que en Mexico, el consumo aún no alcanza niveles satisfactorios, se impone un cuidadoso análisis de la inversión como sus efectos.

Mucho se ha hablado sobre la imperiosa necesidad de planear el desarrollo de los países donde el nivel de bienestar material es bajo, si se compara con el nivel alcanzado ya en los países industrializados. Un gran número de naciones que reúnen a más de la mitad de la población del globo, se han dado cuenta de que les es imposible alcanzar, aún con grandes sacrificios, un grado de desarrollo que les permita disfrutar de los últimos adelantos de la civilización, - educación, servicios asistenciales, servicios municipales, etc., extendidos a todos los integrantes de una colectividad y no solamente a algunos de sus miembros. Este fenómeno se ha intensificado durante la segunda mitad del presente siglo, debido en gran parte al inusitado desarrollo de los medios de comunicación.

Parecería simple lógica, que estas naciones siguieran el camino ya recorrido por las más adelantadas, iniciando el proceso con el estímulo a la empresa individual, seguido por la concentración de

capitales después del libre juego de la oferta y la demanda y la su -
puestamente natural conciliación entre las utilidades de la empresa
y los intereses colectivos. Pero no debe olvidarse que se trata de
una carrera contra el tiempo: lo que algunos países, unos cuantos,
lograron en dos siglos, el resto de la humanidad lo debe alcanzar -
en pocos años. Esto solo se puede lograr mediante una definición
de objetivos, metas parciales consecutivas, estudio de los recur -
sos disponibles, empleo óptimo de ellos y acción programada; en -
una palabra, con el empleo de las técnicas de planeación, como un
instrumento para proporcionar al hombre una vida digna y decoro -
sa.

OBJETIVIDAD E IMPORTANCIA DE ESTE CAMINO.

- 1º Lograda la construcción de este camino, el incremento -
de las actividades primarias, el intercambio comercial y
la creación de actividades industriales transformarán la -
estructura económica de la región.
- 2º Los productos que destacan en esta región (maíz, frijol,
diversas clases de frutas, ganado lanar, etc.), que por -
falta de esta vía de comunicación no son llevados a los -
centros de consumo.

- 3º En un futuro esta vía de comunicación proporcionará una ruta más corta con el estado de Guanajuato.

CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS DE LOS CAMINOS.

La determinación del tipo y clase de un camino se designa de acuerdo con su capacidad de tránsito en la siguiente forma:

a) TIPO ESPECIAL:

Para un tránsito diario promedio anual superior a tres mil (3,000), equivalente a un tránsito horario máximo anual mayor de 360 (trescientos sesenta).

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 máxi

mo anual de seis (6) a sesenta (60).

Tomando en cuenta en las clasificaciones aquí expuestas que ha sido considerado un 50% de vehículos pesados.

Las normas geométricas de los diferentes tipos de caminos citados anteriormente, varían según las características topográficas de los terrenos que atraviesan.

Las características geométricas para caminos de tipo especial, en los cuales la velocidad y la intensidad de tráfico es mucho mayor que los otros tipos, es solamente aplicable a supercarreteras.

CLASES DE TERRENO:

- a) Plano y lomerío suave
- b) Lomerío fuerte
- c) Montañoso poco escarpado
- d) Montañoso muy escarpado

En las tablas 1, 2 y 3, se encuentran las especificaciones de caminos tipo A, B y C, respectivamente,

COMPLEMENTO:

El ancho de la corona será de 6.60 m, para todos los tipos de terreno (plano, lomerío suave, lomerío fuerte, montañoso poco escarpado

y montañoso muy escarpado) y tanto en terraplén, como en balcón o corte. En las curvas se deberá considerar la ampliación correspondiente.

DERECHO DE VIA:

El derecho de vía es la faja que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de esa vía y de sus servicios auxiliares. Su ancho será el requerido para satisfacer esas necesidades.

En general conviene que el ancho de derecho de vía sea uniforme, pero habrá casos en que para alojar intersecciones, bancos de materiales, taludes de corte o terraplén y servicios auxiliares, se requiera disponer de un mayor ancho.

TALUDES: Para terraplenes menores de 0.70 m. de altura:3:1
Para terraplenes de 0.70 m. a 1.50m.de altura:2:1
Para terraplenes mayores de 1.50 m.de altura:5:1

Para calcular el ancho de la subcorona deberá considerarse que el espesor total de la sub-base más la base podrá variar entre 27 y 36 cms. Como promedio podrá suponerse de 30 cms.

El riego de impregnación se dará con producto asfáltico FM-1. Para

la carpeta de un riego, se usará producto asfáltico FR-3.

En las carreteras programadas hasta revestimiento provisional o - primera capa sub-base, deberá preverse un ancho de subcorona su ficiente para permitir la futura construcción del pavimento.

TABLA NO. 1

Características Geométricas	Unidades	Terreno Plano y Lomerío Suave	Lomerío Fuerte	Montañoso poco Escarpado	Montañoso muy Escarpado
Velocidad de operación	Km/H	100	80	70	60
Velocidad de proyecto	Km/H	70	60	50	40
Ancho de Corona	M	9.00	9.00	8.50	8.00
Ancho de Carpeta	M	6.10	6.10	6.10	6.10
Grado máximo de curvatura ..	°	8	11	16° 30'	26
Pendiente gobernadora	%	2.0	3.5	4.0	4.5
Pendiente máxima	%	4.0	5.0	5.5	6.0

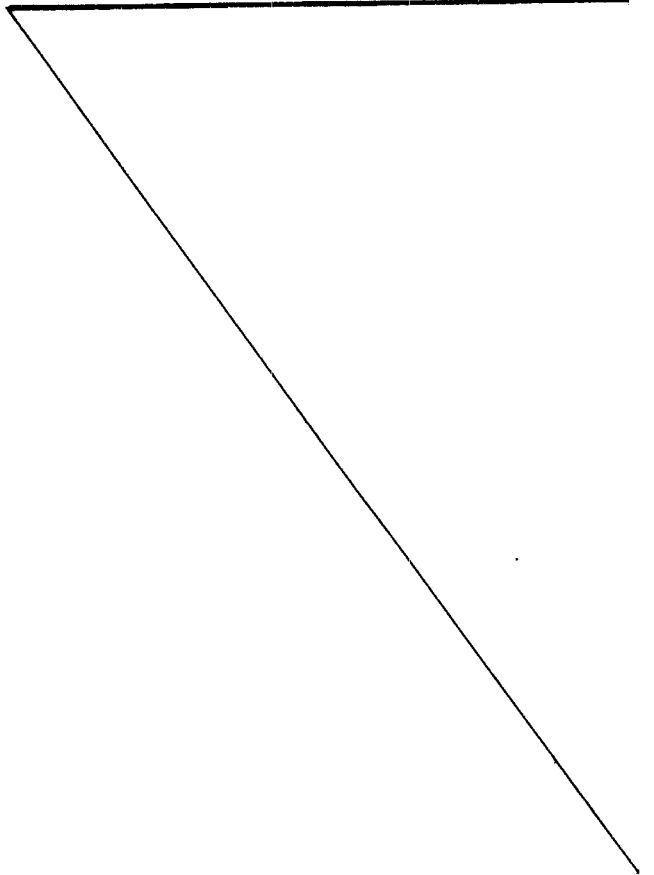
T A B L A N O . 2

Características Geométricas	Unidades	Terreno Plano y Lomerío Suave	Lomerío Fuerte	Montañoso poco Escarpado	Montañoso muy Escarpado
Velocidad de Operación	Km/H	80	70	60	50
Velocidad de Proyecto	Km/H	60	50	40	35
Ancho de Corona	M	8.00	8.00	7.50	7.00
Ancho de Carpeta	M	6.10	6.10	6.10	5.50
Grado máximo de curvatura . .	°	11	16° 30	26	35
Pendiente gobernadora	%	2.5	3.5	4.5	5.0
Pendiente máxima	%	4.5	5.5	6.0	6.5

TABLA NO. 3

Características Geométricas	Unidades	Terreno Plano y Lomerío Suave	Lomerío Fuerte	Montañoso poco Escarpado	Montañoso muy Escarpado
Velocidad de Operación	Km/H	70	60	40	35
Velocidad de Proyecto	Km/H	50	40	30	25
Ancho de Corona	M	7.00	7.00	6.50	6.00
Ancho de Carpeta	M	5.50	5.50	5.50	5.50
Grado máximo de curvatura...	°	16° 30'	26	47	67
Pendiente gobernadora	%	3.0	4.0	4.5	5.0
Pendiente máxima	%	5.0	6.0	6.5	7.0

CAPITULO III



PROYECTO GEOMETRICO DE UN CAMINO.

a) LOCALIZACION:

La localización de una vía de comunicación tiene por objeto fijar los puntos obligados, dentro de la ruta.

Antes de proceder a la localización es preciso definir la ruta, tomando en cuenta las poblaciones y rancherías que tocará el camino; las zonas ganaderas, agrícolas o industriales; los sitios atractivos para el turismo, etc. Una vez fijados todos los puntos obligados intermedios, dependientes de la topografía del terreno, de sus características geológicas y geotécnicas. Factores que pesarán en el costo de la construcción, explotación y conservación del camino.

La localización, al igual que el proyecto y la construcción, son producto de la experiencia de individuos y organizaciones especializados; no es una ciencia exacta, en la cual los problemas se resuelven mediante fórmulas dadas, tampoco se puede decir que para cada caso hay una sola solución, pues todos los detalles, considerados desde distintos puntos de vista (topográficos, económicos ,

sociales, etc.), pueden dar lugar a muy distintas soluciones, destacándose como principal el de lograr la construcción con el máximo de economía.

b) RECONOCIMIENTO:

Los reconocimientos que se requieren para la construc -
ción de caminos, adquieren mayor importancia que la que
tienen los que se hacen para la construcción de otra clase
de vías de comunicación, ya que a los aspectos puramen -
te ingenieriles, debe añadirse el muy importante punto de
vista del beneficio social.

Los reconocimientos que haga el ingeniero se dividirán -
en dos etapas:

1º En la primera recorrerá acuciosamente la ruta que en
términos generales haya sido fijada previamente. En
todas las poblaciones y rancherías irá organizando reu
niones a las que concurrirán las autoridades locales ,
tales como Presidentes o Agentes Municipales, y las -
personas más connotadas e influyentes de la región co
mo agricultores, comerciantes, Ganaderos, Industria
les, etc. Escuchará en esas juntas todas las opinio -

nes y tomará nota de las sugerencias y peticiones que le hagan, en esta ocasión y si así es el caso, persuadirá a los presentes de la necesidad ineludible de cruzar con el camino, terrenos de propiedad particular y los excitará a que faciliten esta labor constructiva haciéndoles ver que el beneficio que les reportará el camino compensará el valor del terreno afectado. Siempre que las condiciones lo permitan, solicitará la sección del derecho de vía. Anotará las indicaciones que se le hagan sobre la conveniencia de llevar el camino por tal o cual lado; sobre la necesidad de construir obras que permitan pasar las aguas de riego; los terrenos de cultivo que no conviene cruzar, etc. Si se aprovecha un camino viejo y angosto, consultará con los afectados, siempre que la topografía lo permita, el lado para el cual prefieren que se amplíe, pues no debe olvidarse que en la mayoría de los casos se va a construir el camino exclusivamente para su beneficio.

En este mismo reconocimiento y durante las Juntas de que hablamos, el ingeniero aprovechará la ocasión para exponer a los asistentes la imposibilidad de acce

der a aquellas solicitudes obviamente improcedentes , o bien se reservará su opinión para cuando haya adquirido mayor conocimiento de la región, sus gentes y - sus problemas.

2º Una vez terminado el primer reconocimiento, procede ya la realización del verdadero reconocimiento. En - éste no se precisa la asistencia de todas las personas a quienes ya se consultó previamente, pues ahora el - ingeniero debe concentrarse en los aspectos Técnicos o Topográficos.

Desde el punto de vista Topográfico, los principales - puntos obligados son los "puertos" o puntos bajos a - través de las cordilleras, por lo que el ingeniero de - berá localizarlos en primer término. El paso por los puertos ahorra desarrollo, evita las fuertes pendientes y por consecuencia se economiza la construcción. O - tros puntos obligados los constituyen los cruces de los ríos por lo que deben buscarse lugares que topográfi - ca y geológicamente representen las mejores condiciones de paso.

c) TRAZO Y NIVELACION PRELIMINAR:

Efectuado el reconocimiento y escogida la ruta se procede al trazo de la línea preliminar, que sirve de base para topografiar la faja de terreno en la que se alojará el trazo definitivo. El ancho de la faja de terreno por topografiar depende de la configuración del mismo.

El trazo preliminar, es una poligonal abierta que usualmente se levanta por el método de deflexiones para seguir los alineamientos que va dando el localizador. Se parte de un punto al que se le denomina 0+000 y para marcarlo en el terreno se siembran estacas, numeradas en forma progresiva a cada 20 mts., y en los puntos de inflexión (llamados PI) se entierran trompos con un punto fijamente marcado por medio de una tachuela para indicar el vértice en forma exacta. Para tener un control angular de la poligonal, se hacen orientaciones astronómicas a cada 30 6 40 lados o a cada 10 Kms.

Una vez que se ha llevado a cabo el trazo de la poligonal, o simultáneamente si es posible, se lleva a cabo la nivelación de los lados de la poligonal a efecto de conocer el

perfil del trazo preliminar y además para apoyar en la po
ligonal la topografía de la faja levantada: Se nivelan to -
das las estacas y los puntos interesantes, tales como cau
ces de arroyos, canales, barrancas, etc. Todos estos -
puntos se nivelan con aproximación de un centímetro. Es
conveniente referir al nivel del mar este trabajo, para lo
cual deberá contarse con un aneroide, si es que no se dis
pone de alguna referencia geográfica o geodésica.

En terrenos planos y ondulados se fijarán bancos de nivel
a cada 500 mts. , disminuyendo dicha distancia a medida-
que el terreno se haga más accidentado.

Cada banco de nivel se numera por el kilómetro en que se
encuentra y el número que le corresponde en ese kilómetro
procurando situarlos en lugares visibles y suficien-
temente alejados del área de la construcción para evitar
que sean fácilmente destruídos.

Para configurar la faja de terreno es necesario tomar --
secciones transversales a cada 20 mts. , y en aquellos -
otros puntos en que se haga necesario. La amplitud de -
la faja topográfica está condicionada a las especificacio-

nes geométricas del camino y a las características del terreno. Es costumbre generalizada leer el desnivel de 2 en 2 mts., pero en terrenos montañosos es conveniente fijar la altura en que cambia la pendiente.

Con los datos anteriores se procede a la elaboración de planos que permitan el estudio del trazo definitivo.

d) TRAZO Y NIVELACION DEFINITIVA
(ALINEAMIENTOS HORIZONTALES Y VERTICALES):

Una vez que se lleva a cabo el trazo preliminar y satisfic^has todas las condiciones 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 el trazo definitivo en el terreno, el trazador debe - contar con una copia del proyecto elaborado en el gabinete con los siguientes datos: cruces de la línea definitiva con el trazo preliminar o sus prolongaciones, puntos de intersección, grado de cada curva, distancias tomadas - de diversos puntos de esta línea a la definitiva y todas -

las 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 preliminar en las estaciones que se tienen marcadas en el proyecto; en cada uno de los puntos así fijados se clava una estaca procediéndose después a abrir brecha según la alineación de dichas estacas, con teniendo pequeños errores de apreciación tanto en el proyecto como en el terreno; ésto se corrige tomando el alineamiento que pasa en medio de todas las señales, obteniéndose una línea que, si no es precisamente la proyectada, variará la posición de aquélla 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 el objeto de fijar el (P.C.) y el (P.T.) de las mismas. A partir del (P.C.) y con los datos calculados se procede al trazo de la curva.

La nivelación de la línea definitiva se ejecuta en forma similar a la de la línea preliminar, siguiendo el cadenamien

to de las tangentes y las curvas de enlace. Muchas veces es necesario hacer modificaciones en el trazo ya considerado como definitivo, corrigiendo errores, mejores pendientes, lograr mayor visibilidad o disminuir el costo de la operación del camino.

ALINEAMIENTO HORIZONTAL:

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje de la subcorona del camino.

Los elementos que integran el alineamiento horizontal son las tangentes y las curvas circulares.

Tangentes.- Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas. 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.

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

Curvas Circulares.- Las curvas circulares son los arcos de círcu

lo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas.

Hay dos maneras para proyectar estas curvas. Una consiste en escoger la curva que mejor se adapte y posteriormente calcular su grado de acuerdo con el radio con el cual se trazó, y la otra consiste en emplear curvas de determinado grado y calcular los demás elementos de ella.

Debido a la facilidad que presenta el cálculo de estas curvas y debido a su fácil trazado, es más recomendable la segunda alternativa y es la que vamos a ver a continuación.

Una vez que se tiene determinado el grado de la curva, se calculan los demás elementos de ella.

Se denomina grado de curvatura, al ángulo según el cual se observa desde el centro de la curva, una cuerda de 20 mts.

Para el cálculo de los principales elementos de una curva circular simple, se emplean las fórmulas siguientes:

$$\begin{aligned} ST &= R \operatorname{Tan} \frac{\Delta}{2} & G &= \frac{20}{Lc} \\ Lc &= 20 \frac{\Delta}{G} & R &= ST \operatorname{Cot} \frac{\Delta}{2} \\ \Delta &= \frac{G \cdot Lc}{20} \end{aligned}$$

Y para el cálculo de los elementos con cuerda de 20 mts. son:

$$R = \frac{10}{\text{Sen} \frac{G}{2}}$$

$$M = R \left(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2} \right)$$

$$C = 2R \text{ Sen} \frac{\Delta}{2}$$

$$E = R \left(\text{Sec} \frac{\Delta}{2} - 1 \right)$$

Para obtener el radio de una curva circular de Grado (G) cualquiera, se establece una proporción basada en las propiedades de la siguiente figura:

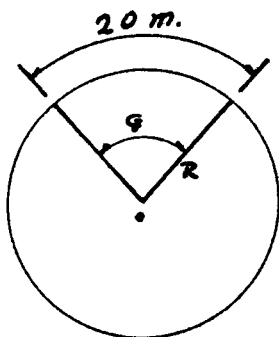


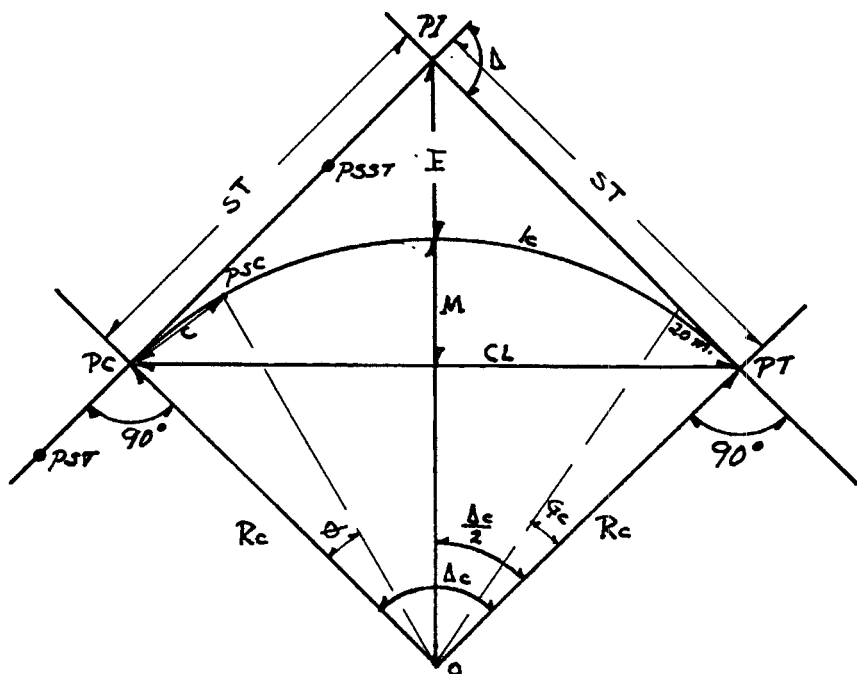
FIG. III-1

$$\frac{2\pi R}{360^\circ} = \frac{20}{G} \quad \text{Despejando } R$$

$$R = \frac{20 \times 360}{G \times 2\pi} \quad R = \frac{1145.91}{G}$$

Para un radio de curvatura de 1°

$$R = \frac{1145.91}{G}$$



- PI Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- PC Punto en donde comienza la curva circular simple
- PT Punto donde termina la curva circular simple
- PST Punto sobre tangente
- PSST Punto sobre subtangente
- PSC Punto sobre la curva circular
- O Centro de la curva circular
- Δ Angulo de deflexión de las tangentes
- Δ_c Angulo central de la curva circular
- θ_c Angulo de deflexión a un PSC
- Gc Grado de la curvatura de la curva circular
- Rc Radio de la curva circular
- ST Subtangente
- E Externa
- M Ordenada media
- C Cuerda
- CL Cuerda larga
- lc Longitud de la curva circular

TRAZO Y CALCULO DE UNA CURVA HORIZONTAL DEL CAMINO: TOLIMAN - MISION DE PALMAS.

TRAZO

<u>Est.</u>	<u>P. O.</u>	<u>Deflexión</u>	<u>Datos de la Curva</u>
1 + 974.38	Pc.	0° 00'	$\Delta = 29^{\circ} 00'$
980		2° 49'	ST = 14.82 m.
990		7° 49'	Lc = 29.00 m.
2 + 000		12° 49'	G = 20° 00'
2 + 003.38	PT	14° 30'	PI = 1 + 989.20
2 + 060	PST		R = 57.29 m.

CALCULO

FORMULAS

$$Pc = PI - ST$$

$$PT = Pc + Lc$$

$$R = \frac{1145.91}{G}$$

$$ST = R \tan \frac{\Delta}{2}$$

$$Lc = \frac{20 \Delta}{G}$$

$$\sqrt{m} = G' + \frac{G''}{2}$$

$$\sqrt{20m} = \frac{G}{2}$$

SOLUCION

$$R = \frac{1145.91}{20} = 57.29$$

$$ST = 57.29 \times 0.25862 = 14.816$$

$$Lc = \frac{20 \times 29}{20} = 29$$

1 + 974.38
980
990
2 + 000
2 + 003.38

0° 0'
2° 49'
7° 49'
12° 49'
14° 30'

Pc = 1 + 989.20 - 14.82
Pc = 1 + 974.38
PT = 1 + 974.38 + 29
PT = 2 + 003.38

$$\sqrt{20m} = 10^{\circ} 00'$$

SOBRE ELEVACION Y AMPLIACION EN CURVAS HORIZONTALES

Dentro de la curva horizontal debe existir una sobreelevación y ampliación, las cuales están en función de la velocidad de proyecto y sirve para evitar que el vehículo se salga del camino.

Se le denomina, bombeo en las tangentes de un camino, a la pendiente transversal comprendida entre el eje del camino y uno de los extremos de la corona; dicho bombeo sirve para desalojar hacia ambos lados el agua pluvial y generalmente es del -2.0%.

La ampliación y sobreelevación se obtienen de la Gráfica (III-1) y se aplican de la siguiente forma: Expondremos el caso de una curva horizontal derecha.

1. Como los cambios de pendientes y ampliación dentro del camino deben hacerse paulatinamente, existe al principio y fin de cada curva una longitud llamada tangente de transición, dentro de las cuales se efectúan dichos cambios.
2. La sección A, indica el bombeo con el cual llega la tangente del camino, el cual a partir de esta estación comenzará a variar. (Ver Gráfica III-1)
3. La sección B, muestra cómo el ala izquierda de la curva ha

variado dentro de la distancia N, viéndose también hasta ahora, que la ampliación es nula y habiéndose mantenido constante el bombeo del ala derecha.

4. La sección C, permite observar cómo dentro de la segunda distancia N, el ala izquierda se ha elevado a una pendiente igual y de signo opuesto al bombeo, el ala derecha ha permanecido en la pendiente de bombeo y se ha logrado una ampliación parcial dentro de la misma ala.

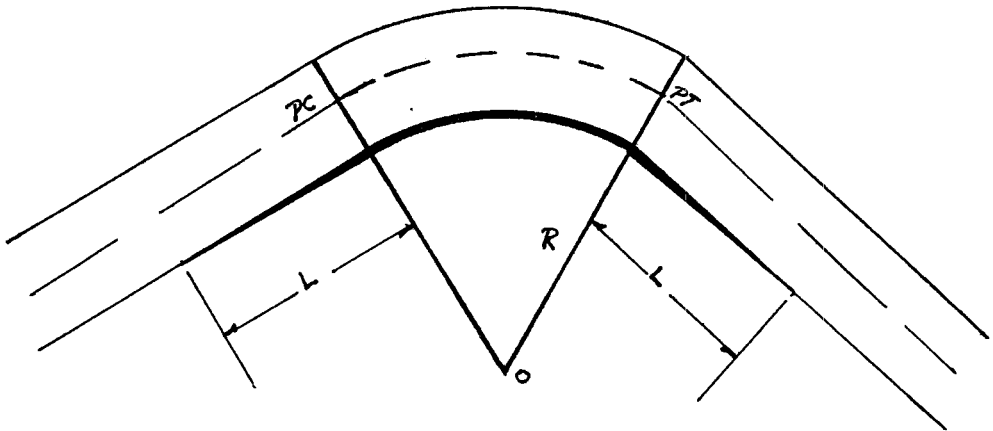
5. La sección D, muestra como ambos extremos de la misma han llegado hasta la pendiente deseada, positiva o negativa en el extremo izquierdo o derecho respectivamente, habiendo completado la ampliación total requerida el ala derecha, todo esto en la longitud comprendida entre la terminación de la segunda distancia N y el comienzo de la curva horizontal. Para la salida de la curva se efectúa la misma secuencia, pero inversamente.

CALCULO DE UNA CURVA HORIZONTAL

PC = 8 + 849.49
PT = 8 + 897.49

DATOS: G = 20° 00' Der.
 S = 6.9%
 N = 7.54 m.
 TT = 26.0 m.
 AMP = 1.60 m.

TRANSICION.



La construcción de la sobre-elevación obliga a que antes del PC de la curva y después del PT de ella, se construyan transiciones en las tangentes con el fin de que se vaya pasando gradualmente de la sección horizontal del camino hasta la sobre-elevación y posteriormente de la sobre-elevación a la sección horizontal.

ALINEAMIENTO VERTICAL:

El alineamiento vertical es la proyección sobre un plano vertical - del desarrollo del eje de la subcorona. Al eje de la subcorona en alineamiento vertical se le llama línea subrasante. El alineamiento vertical se compone de tangentes y curvas verticales.

TANGENTES:

Las tangentes se caracterizan por su longitud y su pendiente y es tán limitadas por dos curvas consecutivas. La pendiente de la - tangente es la relación entre el desnivel y la distancia entre la - terminación de una curva y el principio de la siguiente.

CURVAS VERTICALES:

Las curvas verticales son las que enlazan dos tangentes consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se efec-tué el paso gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la tangente de salida. Deben dar por resultado un camino de operación segura y confortable, apariencia agradable y con características de drenaje adecuadas.

Las curvas verticales pueden tener concavidad hacia arriba o hacia abajo, recibiendo el nombre de curvas en columpio o en cresta respectivamente.

Únicamente se proyectará curva vertical cuando la diferencia algebraica entre las dos pendientes sea máyor de 0.5% ya que en los casos de diferencia igual o menor a la indicada, el cambio es tan pequeño que en el terreno se pierde durante la construcción.

EJEMPLO:

Supongamos que la pendiente de entrada es de -7.64% (el kilometraje del PIV es 5 + 470) y la pendiente de salida es de -2.82% .

Secuela; cambiándole el signo a la pendiente de salida se efectúa la suma algebraica de las mismas, obteniendo el número aproximado de estaciones, el cual se aproxima al inmediato superior par, ésto solamente que el PIV coincida con una estación cerrada, de lo contrario se aproxima al inmediato superior impar; esta diferencia obtenida se divide entre el número de estaciones ya aproximadas, determinándose el coeficiente de corrección de alturas (K), debiéndose multiplicar éste por el cuadrado del número que le corresponda a cada estación (x^2), obteniéndose la corrección total; dicha corrección se sumará o restará según sea cresta o columpio respectivamente, a la cota de cada estación obtenida con la pendiente de entrada.

Pendiente de Entrada:	-7.64%	
Pendiente de Salida:	-2.82%	
Diferencia	-7.64 <u>+2.82</u> 4.82	Corrección = $\frac{4.82}{3} = 0.1606$
6 = 60 mts.	= 6 5 + 470 <u>30</u>	5 + 470 <u>30</u>
PCV =	5 + 440	PTV = 5 + 500

<u>Estación</u>	<u>x</u>	<u>x²</u>	<u>k</u>	<u>y=kx²</u>	<u>cota pen. entrada</u>	<u>cota real</u>
PCV = 5 + 440	0.	0.	0.1606	0.0	1563.30	1563.30
450	0.5	0.25	0.1606	0.04	1562.54	1562.58
460	1.0	1.00	0.1606	0.16	1561.77	1561.93
PIV = 5 + 470	1.5	2.25	0.1606	0.36	1561.01	1561.37
480	2.0	4.00	0.1606	0.64	1560.24	1560.88
490	2.5	6.25	0.1606	1.00	1559.48	1560.48
PTV = 5 + 500	3.0	9.00	0.1606	1.45	1558.72	1560.17

LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO

Tomaremos en cuenta primeramente, la distancia de visibilidad nocturna, la cual viene determinada por el ángulo e intensidad del haz luminoso de los faros del vehículo. Debiendo satisfacer ésta la distancia mínima igual a la de parada.

El cálculo está siempre en función de los términos siguientes:

Tangentes Verticales

Diferencia Algebraica de Pendientes.

Velocidad del Vehículo y

Potencia de los faros del vehículo.

Habiendo tomado en cuenta los términos anteriores, el valor de la longitud se determina mediante las siguientes fórmulas:

$$L = \frac{A S}{152 + 3.5S} \quad \text{Para } S < 1$$

$$L = \frac{2S - 152 + 3.5S}{A} \quad \text{Para } S \geq 1$$

En los cuales:

- L = Longitud en metros de la curva vertical en columna pio.
- A = Diferencia algebraica de pendientes en por ciento.
- S = Distancia en metros de visibilidad con el has luminoso, siendo igual a la distancia de parada -- (Ver Gráfica III-2).

LONGITUD MINIMA DE LAS CURVAS EN CRESTA:

Dicha longitud debe satisfacer la distancia de visibilidad de parada, pudiéndose ampliar ésta para satisfacer igualmente la de rebase.

Esta longitud se encuentra en función de:

Velocidad de Proyecto

Diferencia algebraica de pendientes

Distancia de visibilidad de parada

(Ver Gráfica III-3)

Fórmula para cálculo de la curva vertical en cresta:

$$L = \frac{A S^2}{200 (h_1 + h_2)} \quad \text{Donde}$$

L = Longitud total en metros de la curva vertical en cresta.

A = Diferencia algebraica de pendientes en por ciento.

S = Distancia de visibilidad de parada en metros.

h_1 = Altura de ojo sobre pavimento (1.15 metros).

h_2 = Altura de objeto sobre pavimento
(0.10 mts.)

Fórmula para determinar la longitud de visibilidad de rebase, según la velocidad de proyecto: (Ver gráfica III-4)

$$L = \frac{A S^2}{916}$$

Después de haber valorado la longitud, mediante las Gráficas (III-3) y (III-4), para cresta o columpio respectivamente, según el caso y habiendo aproximado al número de estaciones inmediato superior, se procede a calcular las cotas para cada estación, mediante la fórmula

mula siguiente:

$$Y_n = Y(N + 1) + \left[c - \frac{(2N + 1) K}{10} \right]^2$$
$$c = \frac{P_e}{5} \quad k = \frac{P_e - P_s}{N \cdot E.}$$

En donde:

- Y_n = Cota de la estación por calcular
- $Y(N + 1)$ = Cota de la estación anterior
- N = Número de orden de la estación por calcu
lar.
- K = Corrección
- P_e = Pendiente de entrada en por ciento (con su
signo)
- P_s = Pendiente de salida en por ciento (con su -
signo)

e) PERFIL:

Para obtener el perfil, se dibujan sobre papel milimétrico las cotas del terreno obtenidas mediante la nivelación, después de unir las cotas antes mencionadas, se procede a -- proyectar la subrasante.

La subrasante es el perfil de las terracerías del camino, - está compuesto por líneas rectas, una a continuación de -

otra, siendo unidas por arcos de curvas parabólicas verticales.

Para el proyecto de la subrasante hay que tomar en cuenta que:

1. La subrasante debe cumplir con las especificaciones de -- proyecto geométrico dadas.
2. En general, el alineamiento horizontal es definitivo, pues - todos los problemas inherentes a él han sido previstos en la fase de anteproyecto. Sin embargo habrá casos en que se - requiera modificarlo localmente.
3. La subrasante a proyectar debe permitir alojar las alcantarillas, puentes y su elevación debe ser la necesaria para - evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación o humedad excesiva en el terreno natural.

Para obtener el proyecto de subrasante más satisfactorio, deben efectuarse varios tanteos, pues solamente de esta - manera se llega a una solución favorable, desde el punto-- de vista económico y técnico, aunque no siempre se puede lograr una compensación adecuada de terracerías.

Hay ciertas ocasiones, en que el volumen de corte es mayor que el de terraplén, tal como pasa en regiones montañosas o en determinados lugares en que la estabilidad de terraplenes obliga a bajar la subrasante. Existen zonas en las cuales hay que mantener la subrasante hasta determinada altura, en estos casos habrá que construir una obra auxiliar, tal como muro de contención, para la estabilidad del talud, aumentando el volumen y naturalmente el costo.

Dibujada la subrasante sobre el papel milimétrico, en el cual está dibujado el terreno, se procede a calcular las cotas correspondientes para cada estación de 20 metros.

PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA SUBRASANTE:

Se obtiene las pendientes de las rectas que componen la subrasante de la siguiente forma:

1. Según la escala del dibujo, se determina a ojo la elevación de cada intersección de rectas a la cual se le denomina PIV (punto de inflexión vertical).
2. Se valora la diferencia de cotas entre principio y terminación de una sola recta, dividiendo luego dicho desnivel entre la longitud en metros de los PIV de la misma obteniendo la pendiente

deseada.

3. Conociendo la elevación del punto de partida, solamente resta sumar o sustraer, si la pendiente es positiva o negativa respectivamente, la variación por cada 20 metros de longitud.

f) SECCIONES DE CONSTRUCCION:

Habiendo trazado la línea definitiva en el terreno con todas sus curvas y habiéndola nivelado, se sacan secciones transversales del terreno en cada estación de 20 metros y en todos aquellos puntos intermedios en los cuales se note que haya cambio notable con respecto a las estaciones que le anteceden o le siguen.

La secuela para obtener las secciones de construcción es la siguiente:

1. Se sitúa el topógrafo con su nivel de mano, dentro de la línea definitiva y sobre la estación por seccionar.
2. Ordenará el topógrafo, al estadalero, situarse dentro de una perpendicular a la línea definitiva sobre los puntos donde se observen accidentes en el terreno para obtener las alturas.

3. Las lecturas valoradas en el inciso anterior, se restan a la altura de ojo del seccionador, determinando de esta manera las cotas del terreno.
4. En el caso de no haber desnivel notorio en el terreno, solamente se leerá en los extremos.

El registro de secciones transversales levantadas en el campo, se compone de una columna central que indica el cadenamiento que sigue la línea del trazo, y una o más columnas situadas a la derecha e izquierda del cadenamiento, indicando la distancia y desnivel que existen con respecto a la estación. (El numerador es la distancia y el denominador el desnivel en metros.)

$\frac{10.0}{+ 1.10}$	1 + 720	$\frac{1.20}{- 0.50}$	$\frac{10.0}{- 1.30}$
$\frac{10.0}{+ 1.40}$	1 + 740	$\frac{4.40}{- 0.80}$	$\frac{6.30}{- 1.40} \quad \frac{8.60}{- 1.40} \quad \frac{10.0}{- 1.70}$
$\frac{10.0}{+ 1.70}$	1 + 760	$\frac{10.0}{- 1.90}$	
$\frac{10.0}{+ 1.60}$	1 + 780	$\frac{10.0}{- 1.80}$	
$\frac{10.0}{+ 1.40}$	PC = 1 + 798.63	$\frac{10.0}{- 1.70}$	

DIBUJO DE SECCIONES:

Las secciones obtenidas en el campo, se dibujan sobre papel mi limétrico a escala 1:1000. Para valorar los espesores de corte o terraplén, basta determinar la diferencia entre las cotas del terreno y la subrasante para cada estación de 20 metros y otros puntos intermedios necesarios.

A partir del centro de la sección transversal, se dibuja a escala el espesor de corte o terraplén, partiendo del punto dibujado y con un bombeo del -2.0% para ambos lados se proyecta el ancho de subrasante requerido.

Los terreplenes se proyectarán con talud correspondiente, partiendo del ángulo de reposo del material usado en la construcción del camino. En cortes al talud depende de la estabilidad del terreno.

DETERMINACION DE AREAS:

Para fines de presupuesto y pago de la obra, es preciso determinar los volúmenes tanto de corte como de terraplén, para lograr lo anterior, es necesario calcular el área de las distintas porciones consideradas en el proyecto de la sección de construcción.

Dentro de los distintos procedimientos empleados para este fin, los tres siguientes son los más comunes:

- a) Método Analítico
- b) Método Gráfico
- c) Método del Planímetro.

El uso de los tres procedimientos anteriores fue el método del Planímetro, por ser uno de los más sencillos y exactos.

Las áreas determinadas nos servirán para obtener los volúmenes.

CALCULO DE VOLUMENES:

El volumen comprendido entre dos secciones se valora mediante cualquiera de las fórmulas siguientes, según el caso:

$$V = (A_1 + A_2) \frac{d}{2}$$

$$V = (A_1 + A_2) \cdot 10 \quad \text{En donde}$$

- A_1 y A_2 = Areas de las secciones extremas
- $d/2$ = Semi distancia, cuando una de las secciones o ambas se localizan en estaciones arbitrarias.
- 10 = Semidistancia, cuando las secciones se localizan entre estaciones cerradas.

g) DIAGRAMA DE CURVA MASA:

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

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

Cada vez que se proyecta una subrasante se determinan los espesores, se dibujan las secciones, se determinan las áreas, se calculan los volúmenes, se calcula la Curva Masa

y se dibuja y escoge la línea de compensación.

LINEA COMPENSADORA:

La línea compensadora es cualquier línea horizontal que corta a la curva masa en una cima o columpio, marcando los límites de corte y terraplén que se compensan.

1. La curva es ascendente hacia la derecha en los tramos en - donde existe corte y descendente hacia la derecha en los tra - mos de terraplén.
2. En los puntos donde hay cambio de corte y terraplén existi - rá un máximo, y en donde hay cambio de terraplén a corte - existirá un mínimo.
3. La ordenada de cualquier punto de la Curva Masa con rela - ción a una horizontal cualquiera, mide la suma algebraica - de los volúmenes de corte a terraplenes existentes a partir del punto de intersección de la línea considerada con la curva hasta el punto considerado.
4. La diferencia de ordenadas entre dos puntos representa el - volumen de corte a terraplén disponible entre ellos.

5. Entre las secciones correspondientes a los puntos de intersección de una horizontal con el Diagrama de la Curva Masa, existe una compensación de volúmenes de corte y terraplén. El volumen total de tierras a moverse entre esas dos estaciones será la ordenada máxima con relación a la horizontal considerada.

6. En un tramo compensado, el movimiento de tierras que habrá de efectuarse será hacia la derecha cuando el diagrama quede arriba de la horizontal que indica la compensación y hacia la izquierda cuando el diagrama está abajo de dicha horizontal.

Los objetos principales de la Curva Masa son los siguientes:

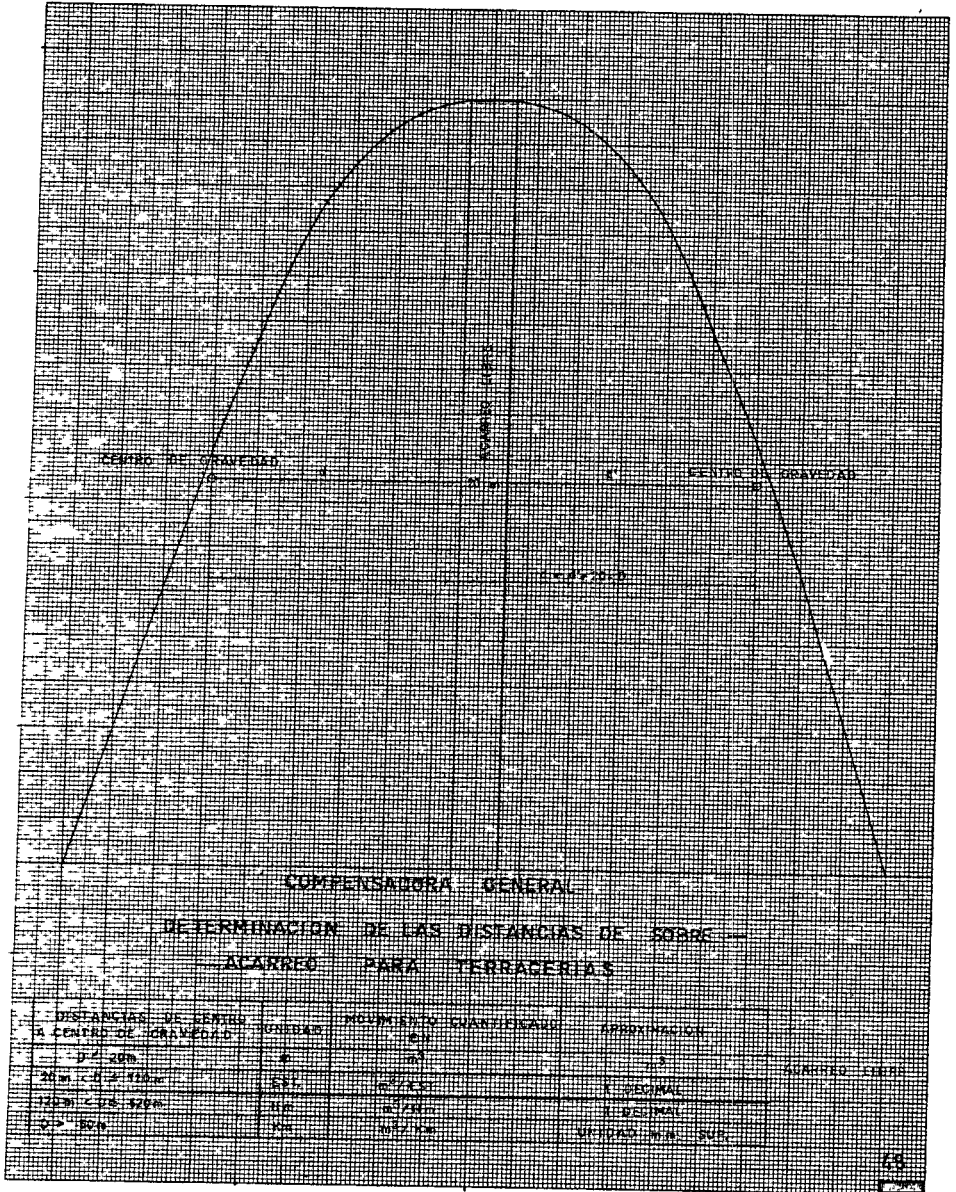
- a) Compensar volúmenes
- b) Fijar el sentido de los movimientos del material
- c) Fijar los límites del acarreo libre.
- d) Calcular los sobreacarreos
- e) Controlar préstamos y desperdicios

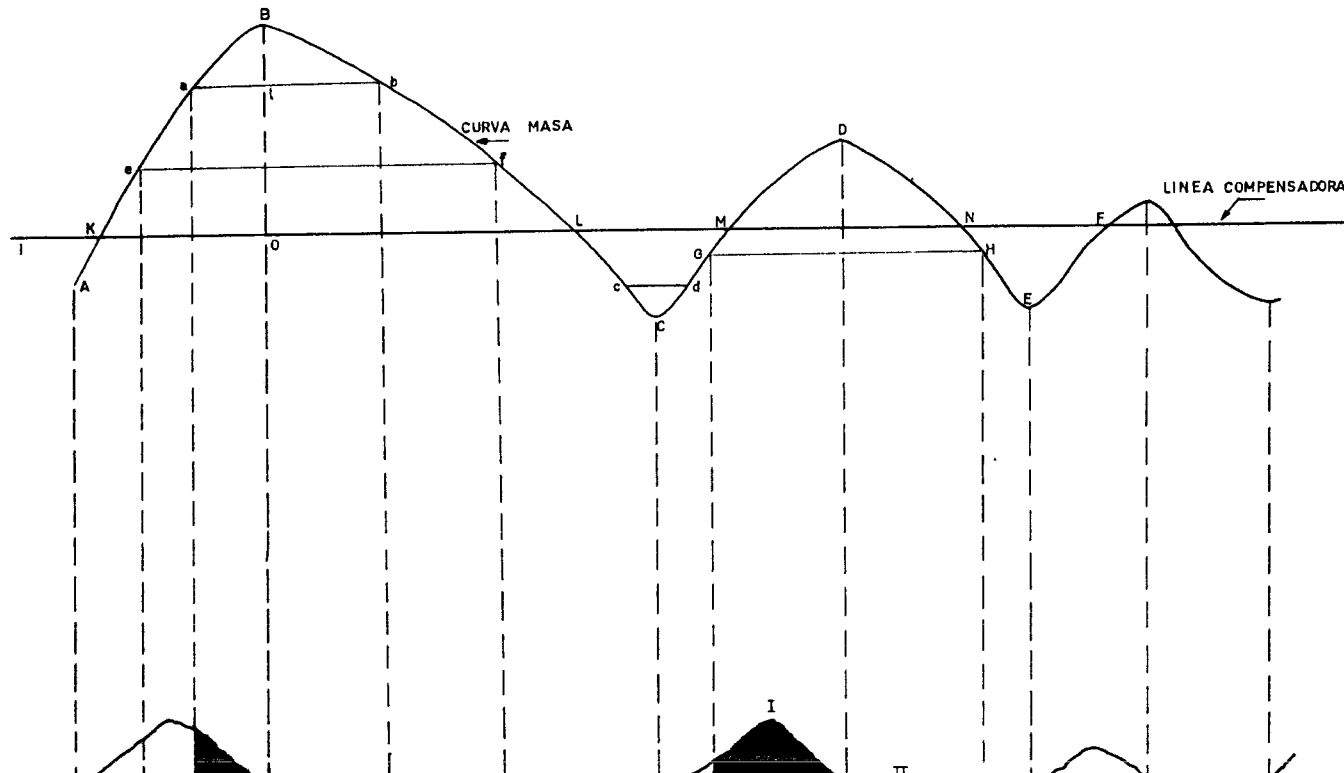
a) COMPENSACION DE VOLUMENES:

Cualquier línea horizontal que corta una cima o columpio de la Curva Masa, marca los límites de corte y terraplén que se compensan. (Ver la fig. (III-2).

Si trazamos en la curva masa la línea G. H., cortamos a la curva masa precisamente en los puntos G. y H. En la curva masa esta horizontal indica que el volumen comprendido entre G. y D. es suficiente para construir el terraplén de D. a H., o bajando referencias al perfil del camino, que el volumen de corte marcado I llena el terraplén II. La línea G H. resuelve lo referente a los volúmenes I y II., pero no indica lo que debe hacerse con el resto del corte ni hasta dónde debe acarrear-se.

En estas condiciones se presenta el problema de la distribución de volúmenes, es decir, qué cortes se van a emplear, en qué terraplén y cómo determinar la distancia de transporte del material de su punto de extracción a su punto de empleo.





V = 35 Km./h.
SOMER ELEVACIONES RECOMENDADAS

O	R	L	S	N	O	R	L	S	N	O	R	L	S	N
0*	291.03	8	2.0	4.70	13*	88.98	18	4.4	7.63	28*	40.93	37	9.6	7.71
1*	145.92	8	2.0	8.00	14*	81.85	18	4.8	7.50	29*	39.51	36	9.9	7.68
1*	763.59	8	2.0	8.00	14*	79.03	19	5.0	7.60	30*	38.20	39	10.3	7.57
2*	572.86	8	2.0	8.00	15*	76.39	19	5.1	7.45	31*	36.97	40	10.6	7.55
2*	859.37	8	2.0	8.00	15*	72.93	20	5.3	7.55	32*	35.81	42	11.0	7.64
3*	381.97	8	2.0	8.00	16*	68.62	21	5.7	7.64	33*	34.72	45	11.3	7.61
3*	327.40	8	2.0	8.00	16*	69.45	22	5.7	7.72	34*	33.70	45	11.7	7.69
4*	206.88	8	2.0	8.00	17*	67.41	22	5.8	7.59	35*	32.74	46	12.0	7.67
4*	254.65	8	2.0	8.00	17*	65.40	23	6.0	7.67					
5*	224.13	8	2.0	8.00	18*	63.66	24	6.2	7.74					
5*	301.35	8	2.0	8.00	18*	61.84	24	6.3	7.62					
6*	190.99	8	2.1	7.62	19*	60.31	25	6.5	7.69					
6*	176.29	8	2.2	7.27	19*	59.77	26	6.7	7.76					
7*	163.74	8	2.4	7.30	20*	57.30	26	6.9	7.56					
7*	152.79	10	2.6	7.09	20*	55.90	27	7.0	7.71					
8*	143.24	10	2.7	7.41	21*	54.57	27	7.2	7.50					
8*	133.81	11	2.9	7.59	21*	53.20	28	7.4	7.57					
9*	127.32	12	3.1	7.74	22*	52.09	29	7.5	7.73					
9*	120.65	13	3.3	7.45	22*	50.93	29	7.7	7.53					
10*	114.59	13	3.4	7.71	23*	49.57	30	7.9	7.59					
10*	107.23	14	3.6	7.71	23*	48.26	31	8.1	7.65					
11*	101.57	14	3.4	7.37	24*	47.75	31	8.1	7.62					
11*	99.54	15	3.9	7.66	24*	46.77	32	8.2	7.62					
12*	95.49	16	4.1	7.80	25*	45.84	33	8.6	7.57					
12*	91.67	16	4.3	7.44	25*	44.97	34	8.6	7.64					
13*	88.45	17	4.5	7.56	27*	42.44	35	9.3	7.53					

O = Grupos de la Curva Circular, V = Velocidad en Km./h.
R = Sobre elevación en %, M = Sensibilidad del punto donde termina el bocheo
L = Longitud de la curva en metros, N = Sensibilidad del punto donde termina el bocheo
S = Sobre elevación en %, M = Sensibilidad del punto donde termina el bocheo
L = Longitud de la curva en metros, N = Sensibilidad del punto donde termina el bocheo

AMPLIACIONES EN CURVAS (EN CENTIMETROS).

USO DE CURVA	ABOCHO DE PAVIMENTO EN TANGENTE						CALLE	ABOCHO DE PAVIMENTO EN CURVA					
	V=25Km/h	V=30Km/h	V=35Km/h	V=40Km/h	V=45Km/h	V=50Km/h		V=25Km/h	V=30Km/h	V=35Km/h	V=40Km/h	V=45Km/h	V=50Km/h
0-30'	40	40	40	40	40	40	15-30'	150	150	160	170	180	
1-30'	50	50	50	50	50	50	20-30'	150	150	160	170	180	
2-30'	60	60	60	60	60	60	20-30'	150	160	170	180	190	
3-30'	60	60	60	60	60	60	21-30'	150	160	170	180	190	
4-30'	60	60	60	60	60	60	21-30'	160	160	170	180	190	
5-30'	60	60	60	60	60	60	22-30'	160	170	170	180	190	
6-30'	60	60	60	60	60	60	22-30'	160	170	180	190	190	
7-30'	60	60	60	60	60	60	23-30'	160	170	180	190	190	
8-30'	60	60	60	60	60	60	23-30'	170	170	180	190	190	
9-30'	60	60	60	60	60	60	24-30'	170	180	180	190	190	
10-30'	60	60	60	60	60	60	24-30'	170	180	190	190	190	
11-30'	60	60	60	60	60	60	25-30'	170	180	190	190	190	
12-30'	60	60	60	60	60	60	25-30'	180	180	190	190	190	
13-30'	60	60	60	60	60	60	26-30'	180	190	200	200	200	
14-30'	60	60	60	60	60	60	26-30'	180	190	200	200	200	
15-30'	60	60	60	60	60	60	27-30'	180	190	200	200	200	
16-30'	60	60	60	60	60	60	27-30'	180	190	200	200	200	
17-30'	60	60	60	60	60	60	28-30'	190	200	210	210	210	
18-30'	60	60	60	60	60	60	28-30'	190	200	210	210	210	
19-30'	60	60	60	60	60	60	29-30'	200	210	220	220	220	
20-30'	60	60	60	60	60	60	29-30'	200	210	220	220	220	
21-30'	60	60	60	60	60	60	30-30'	210	220	230	230	230	
22-30'	60	60	60	60	60	60	30-30'	210	220	230	230	230	
23-30'	60	60	60	60	60	60	31-30'	210	220	230	230	230	
24-30'	60	60	60	60	60	60	31-30'	210	220	230	230	230	
25-30'	60	60	60	60	60	60	32-30'	210	220	230	230	230	
26-30'	60	60	60	60	60	60	32-30'	210	220	230	230	230	
27-30'	60	60	60	60	60	60	33-30'	210	220	230	230	230	
28-30'	60	60	60	60	60	60	33-30'	210	220	230	230	230	
29-30'	60	60	60	60	60	60	34-30'	210	220	230	230	230	
30-30'	60	60	60	60	60	60	34-30'	210	220	230	230	230	
31-30'	60	60	60	60	60	60	35-30'	210	220	230	230	230	
32-30'	60	60	60	60	60	60	35-30'	210	220	230	230	230	
33-30'	60	60	60	60	60	60	36-30'	210	220	230	230	230	
34-30'	60	60	60	60	60	60	36-30'	210	220	230	230	230	
35-30'	60	60	60	60	60	60	37-30'	210	220	230	230	230	
36-30'	60	60	60	60	60	60	37-30'	210	220	230	230	230	
37-30'	60	60	60	60	60	60	38-30'	210	220	230	230	230	
38-30'	60	60	60	60	60	60	38-30'	210	220	230	230	230	
39-30'	60	60	60	60	60	60	39-30'	210	220	230	230	230	
40-30'	60	60	60	60	60	60	39-30'	210	220	230	230	230	

Para lograr ésto y basándonos en las propiedades de la Curva Maza, trazamos una horizontal cualquiera, se dice cualquiera porque aún no se sabe donde conviene situarla, por ejemplo: la línea horizontal "I J" intercepta a la curva en los puntos KLMNF, los cuales definen una compensación entre cortes y terraplenes.

Al trazar la línea horizontal I J que corta toda la curva, tendremos que el corte K B es suficiente para el terraplén B L, que con el corte M D se construirá el terraplén D N, y así sucesivamente. Bajando al perfil del camino las referencias de los puntos K, L, M, N y F se obtienen los límites de los movimientos de los cortes y de los terraplenes.

b) SENTIDO DE LOS MOVIMIENTOS:

El sentido se determina de la siguiente forma: Cuando los cortes de la Curva Maza quedan arriba de la línea de compensación se mueve hacia adelante, y cuando quedan abajo, se mueven hacia atrás.

c) DISTANCIA DE ACARREO LIBRE:

Es la distancia en que al contratista no se le paga por nada por concepto de acarreo. Actualmente se establece que la

distancia de acarreo libre es el de una estación de 20 mts. Como el acarreo libre es de una estación, en cada cambio de la curva, ya sea en cima o en columpio, se traza una horizontal que tenga una longitud de 20 metros.

En la figura de la curva masa anterior, las líneas " a b " y " C d " se supone que miden una estación y por lo tanto marcan el acarreo libre. Bajando los puntos, donde esta horizontal corta a la curva masa, hasta el perfil se tienen los límites de corte y terraplenes correspondientes al acarreo libre. Los volúmenes de los cortes son para cada caso las diferencias de las ordenadas entre a y B y entre d y C.

d) DISTANCIA DE SOBRE-ACARREO:

Para conocer la distancia media de sobre-acarreo, se divide por la mitad la ordenada comprendida entre la línea de compensación y la línea de acarreo libre y se traza por dicho punto una horizontal hasta que corte a la curva masa. Midiendo la longitud de esta horizontal al décimo de estación y restándole la estación del acarreo libre, el resultante nos da la distancia de sobre-acarreo.

En la figura (III-2), correspondiente a la curva masa se divi de "O P" en dos partes iguales y por ese punto trazamos la horizontal "e f". La distancia de sobre-acarreo será por lo tanto "e f" menos "a b". Los puntos "e f" tienen la propie - dad de encontrarse en las ordenadas que pasan por los cen - tros de gravedad de las masas de corte y terraplén movidos.

e) PRESTAMOS Y DESPERDICIOS:

En el diagrama de la curva masa, frecuentemente acusa -- grandes ondulaciones de su dibujo como consecuencia de la presencia de volúmenes de consideración, ya sea de corte o terraplén. En estos casos lo que se hace, es fraccionar la línea de compensación original, limitando con ello zonas - equilibradas de volumen. Como el exceso de corte origina el crecimiento ascendiente de la curva masa, ésto obliga a emplear dos líneas de compensación y la diferencia de orde - nadas entre esas líneas indicará el volumen de desperdicios de dicho corte. Cuando la presencia de un terraplén origina el crecimiento excesivo descendente de la curva, es neces^uario trazar dos líneas de compensación, en las cuales la di - ferencia de ordenadas indicará la magnitud de volúmenes de -

préstamo.

ABUNDAMIENTO:

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 de material.

Es de suma importancia determinar los coeficientes de abundamiento para cada clase de material. La S.O. P. da los siguientes valores:

<u>MATERIAL</u>	<u>COEFICIENTE</u>
Material "A"	1.00 a 1.25
Material "B"	1.10 a 1.30
Material "C"	1.30 a 1.65

Estos valores sólo deben tomarse para tener una idea del coeficiente, ya que para cada caso lo más prudente es determinar el coeficiente.

DATOS DE CONSTRUCCION:

Con el fin de que en el campo se puedan efectuar los trabajos con

forme al proyecto, se elaboran con especial cuidado los datos de construcción.

Mediante la Gráfica (III-5) se obtiene para cada tipo de sección, las cuales deben de estar dibujadas en papel milimétrico para facilitar la extracción de los datos necesarios, como son: ceros; fondos de cuneta y hombros. La cota del terreno, subrasante y observaciones se obtienen del perfil. Estos datos se muestran en la hoja (III-2).

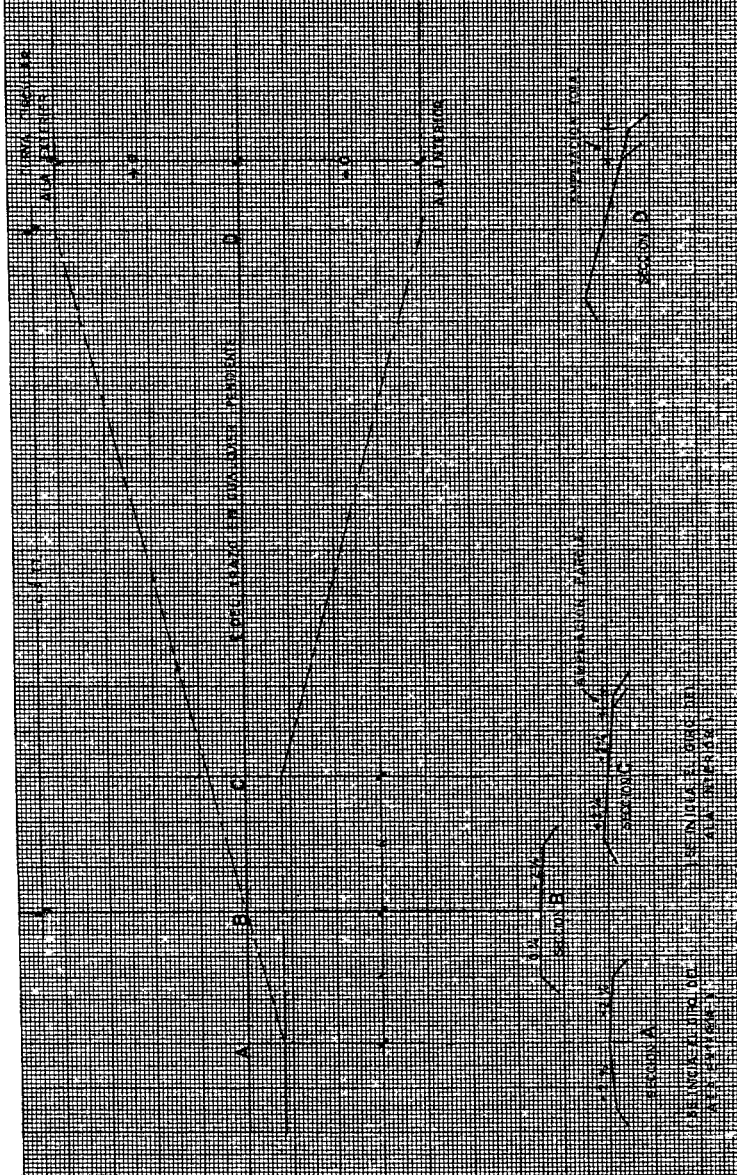
g) DIAGRAMA DE CURVA MASA:

Después de haber dibujado el perfil, proyectado la subrasante, determinado los espesores de corte y terraplén, dibujado las secciones de construcción y determinado las áreas, - se procede a calcular la curva masa de la siguiente forma: (Ver hoja III-I).

- a) Columna "Estación", se colocará el cadenamamiento de las secciones obtenidas.
- b) Columna "Elevación Terreno", las cotas del terreno determinadas en la nivelación.

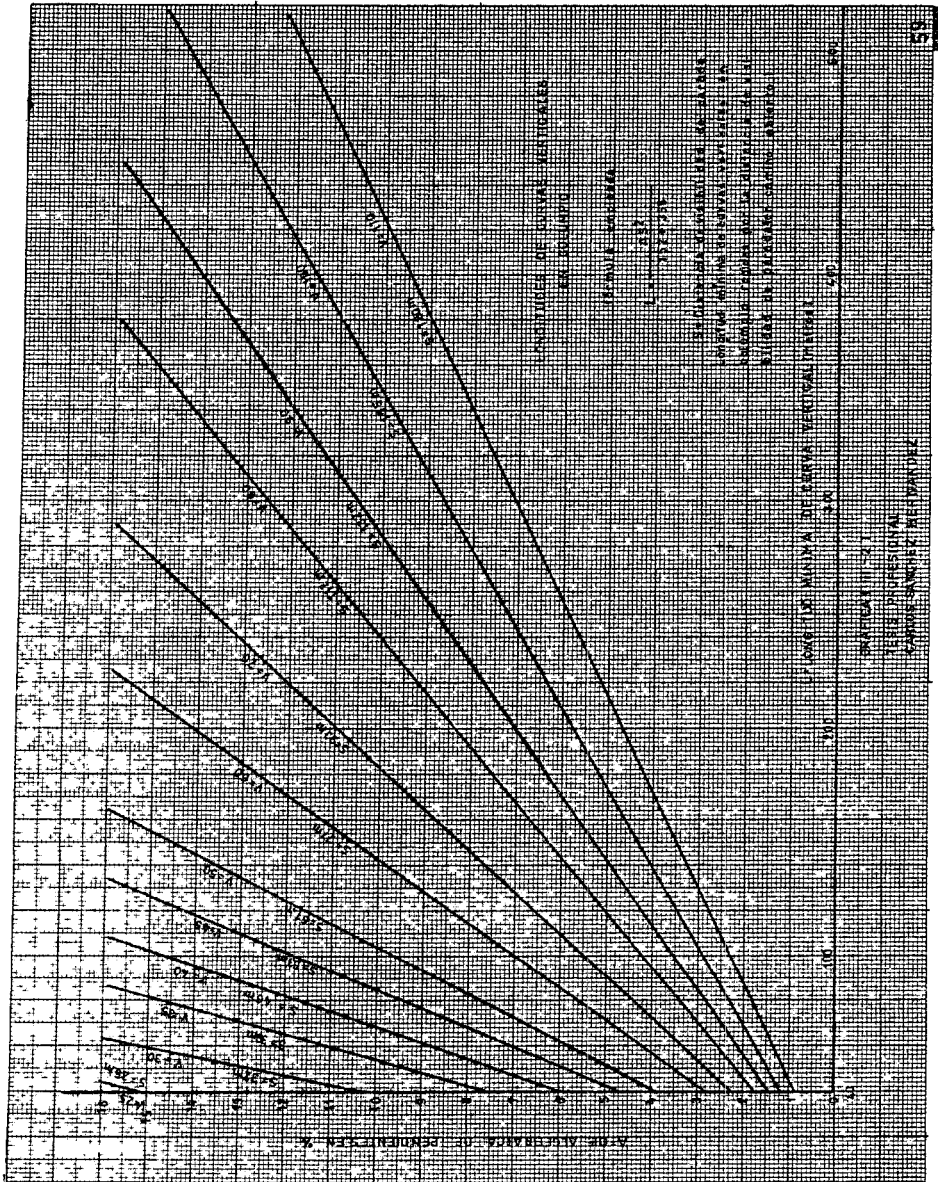
- c) Columna "Tangente Vertical", las cotas sin corregir de la subrasante proyectada.
- d) Columna "Curva Vertical", el cálculo y corrección de las curvas verticales.
- e) Columna "Elevación Rasante", las cotas de la subrasante ya corregida.
- f) Columna "Espesores", la diferencia de cotas entre el terreno y la subrasante.
- g) Columna "Areas", el área de corte o terraplén correspondiente a cada estación.
- h) Columna " $A_1 + A_2$ ", la suma de áreas en corte o terraplén, para cada sección y la siguiente.
- i) Columna " $D/2$ ", la distancia entre cada estación y la siguiente entre dos.
- j) Columna "Volumen", la multiplicación de la suma de áreas por la semidistancia para cada sección.
- k) Columna "Coeficiente, Abundamiento o Reducción", el coeficiente de abundamiento o reducción para el corte o terraplén respectivamente.
- l) Columna "Volúmenes Abundados o Reducidos", la multiplicación de los volúmenes de la columna (j) por su respectivo coeficiente de la columna (k).

- m) Columna "Suma Algebraica", la suma algebraica con sus signos, se coloca en la columna que tenga el signo mayor.
- n) Columna "Ordenada Curva Masa", se comienza con una cantidad grande para evitar que haya cantidades negativas.



SE TOMA COMO EJE DEL CÍRCULO EL t_0 DEL TRAZO
 TRANSICIÓN DE LA SOBREENFLEXIÓN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN FÍSICA
 ANEXO 1 - FÍSICA DE LOS MATERIALES



ESTADO DE DESARROLLO COMPLETO
65°C

60°C

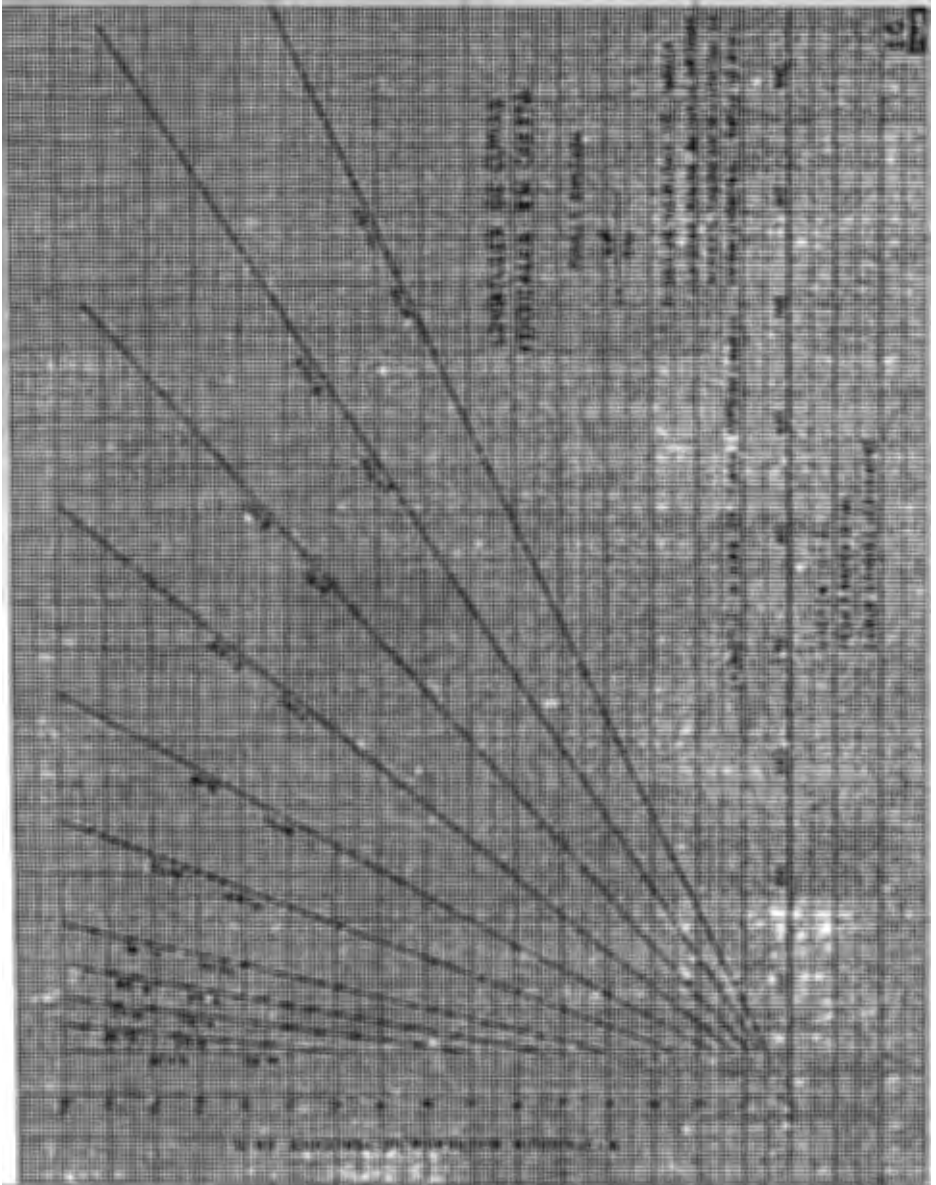
55°C

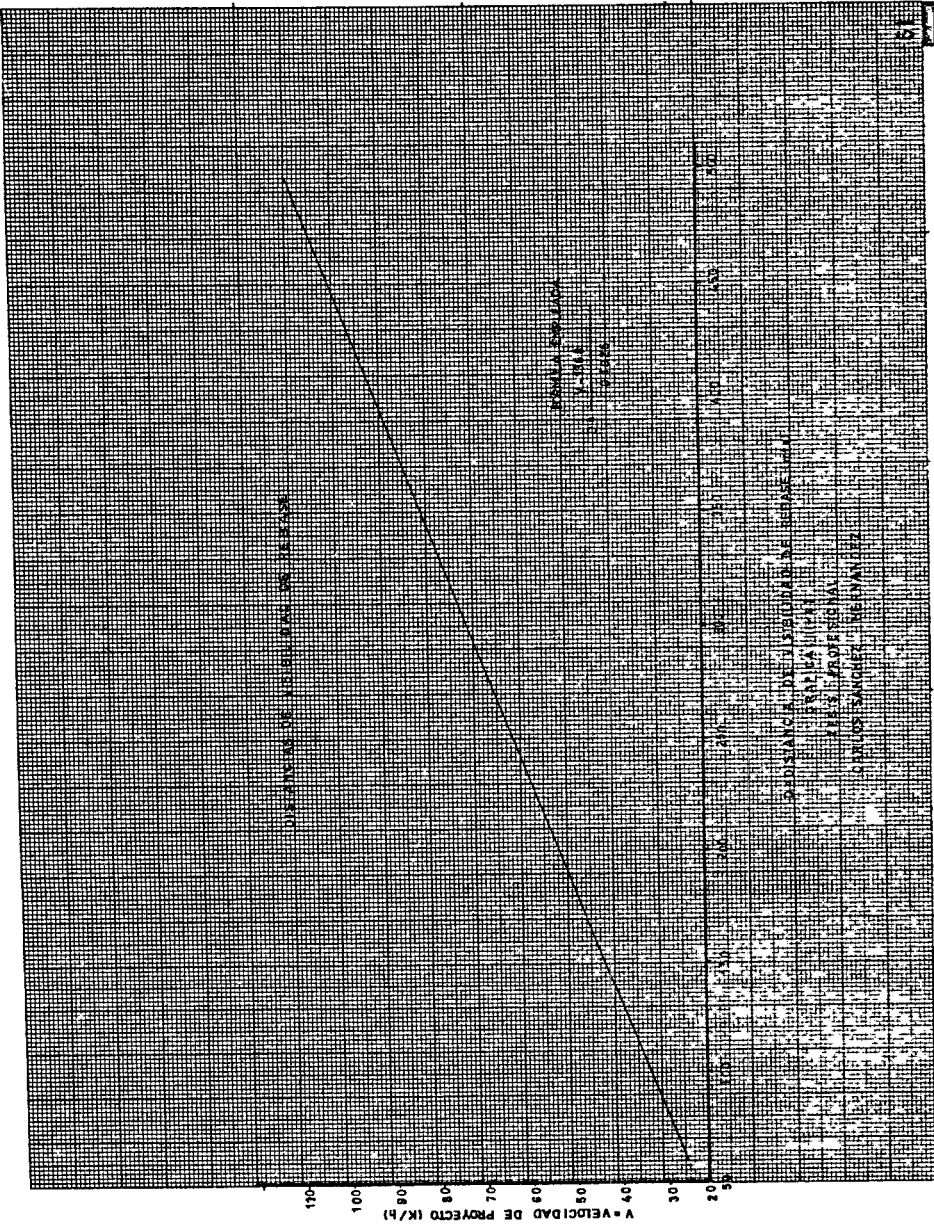
ESTADO DE DESARROLLO COMPLETO
50°C

45°C

40°C

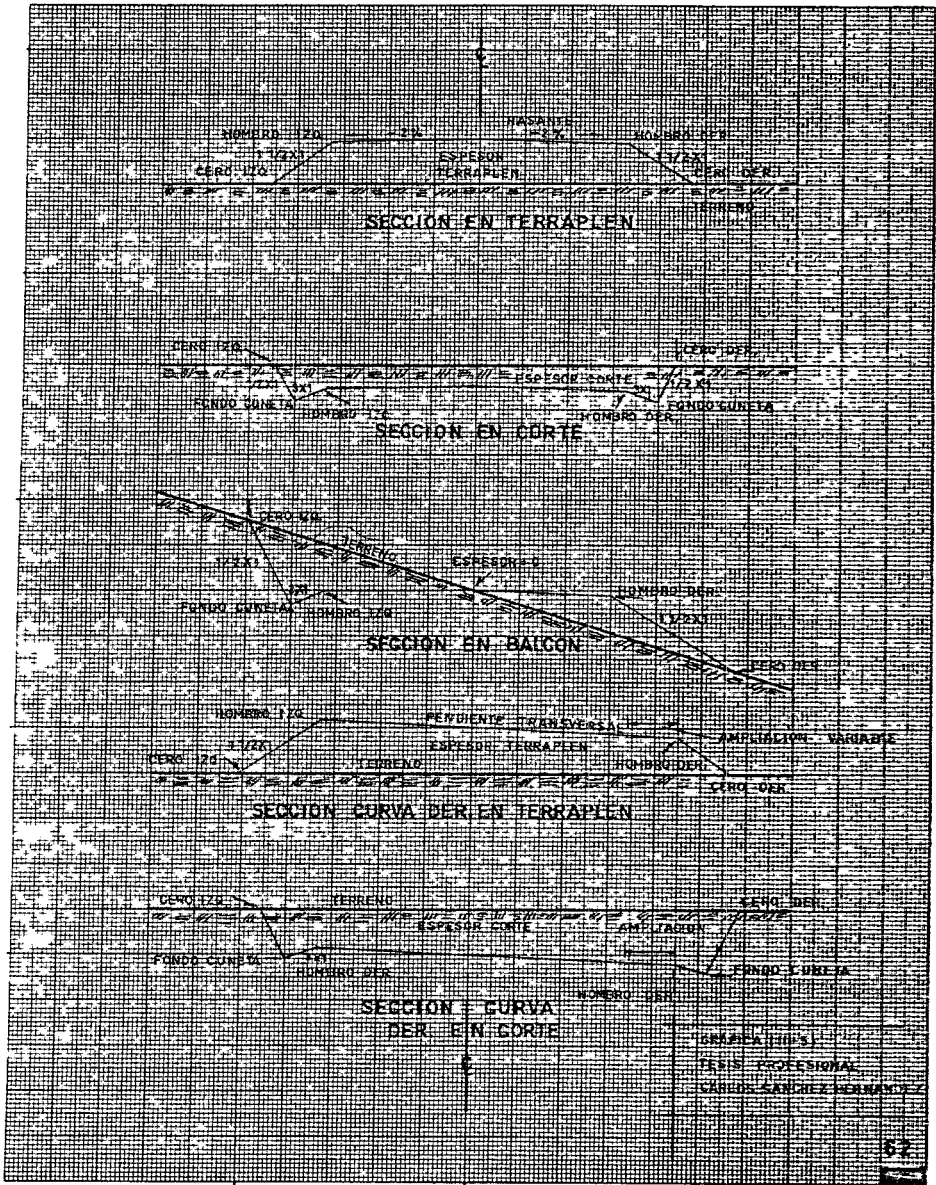
35°C





GRÁFICA DE VELOCIDAD DE PROYECTO

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
 DIVISIÓN DE INVESTIGACIONES OPERATIVAS
 CAROLINA GARCÍA
 CARLOS SANCHEZ REYNOLDO



INGENIERIA PROFESIONAL
 CARLOS SANCHEZ BERNALDEZ

ESCUELA de INGENIERIA

TESIS PROFESIONAL U.F.C. HOJA N° III-2

CARLOS SANCHEZ HERNANDEZ 1973

DATOS DE CONSTRUCCION DE TERRACERIAS

Camino: Tolimán - Misión de Palmas

Ancho de Corona 6.60 m.

De Km. 0 + 640 A Km. 0 + 945.13

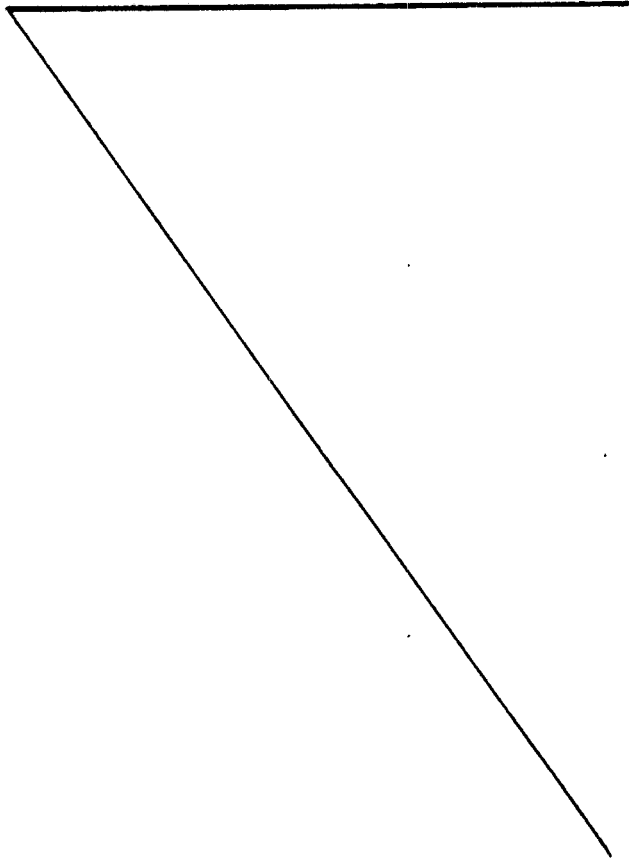
ELEVACIONES		CERO IZQ.	F.C. IZQ.	HOM. BRO IZQ.	ESTACION ESPESOR	HOM. BRO DER.	F.C. DER.	CERO DER.	OBSERVACIONES
TERRENO	SUB-RAS								
1535.27	1535.51	5.00	—	3.70	0+640 T=0.24	3.70	—	5.10	TANGENTE
1535.93	1536.17	4.90	-0.40	4.70 3.70	0+660 T=0.26	3.70	—	5.10	"
1536.56	1536.66	5.00	"	"	0+680 T=0.10	"	—	4.50	"
1537.36	1536.92	5.20	"	"	0+700 C=0.94	"	4.70	5.00	"
1537.65	1536.97	5.30	"	"	0+720 C=0.68	"	"	5.00	"
1537.68	1536.92	5.30	"	"	0+740 C=0.76	"	4.70	5.05	"
1536.78	1536.87	5.20	"	"	0+760 T=0.09	"	—	5.00	"
1537.69	1536.81	5.40	"	"	0+780 C=0.88	"	—	5.00	"
1535.85	1536.76	4.90	"	"	0+800 T=0.91	"	—	15.00	"
1537.43	1536.71	5.60	"	"	0+820 C=0.72	"	—	5.00	"
1537.58	1536.83	5.10	4.70 -0.40	3.70 -0.07	0+840 C=0.75	3.70	4.70 -0.40	4.90	"
1535.17	1537.32	5.90	—	3.70 +0.16	0+860 T=2.21	4.41	—	9.30	TANGENTE
1534.79	1537.87	7.70	—	3.70 +0.24	0+874.36 T=3.10	5.60	—	10.40	Pc=0+874.36
1536.78	1538.16	5.70	—	"	0+880 T=1.38	"	—	8.40	G°=26°00' Der.
1538.88	1538.81	4.90	4.70 -0.07	"	0+890 C=0.07	"	—	7.10	S=6.6%
1538.22	1539.35	4.90	—	"	0+900 T=1.13	"	—	7.60	Amph=1.90 m.
1539.12	1540.04	4.80	—	"	0+910 T=0.92	"	6.60 -0.60	5.85	TT=23.00 m
1541.90	1540.73	5.30	4.70 -0.07	"	0+920 C=1.17	"	"	6.00	N=13.97 m
1542.70	1541.41	5.30	"	"	0+930 C=1.29	"	"	5.85	
1542.41	1542.10	5.40	"	"	0+940 C=1.31	"	"	5.90	
1543.64	1542.45	5.40	4.70 -0.07	3.70 +0.24	0+945.13 C=1.19	5.60 -0.37	6.60 -0.60	5.95	PT=0+945.13

Formuló: CARLOS SANCHEZ Hdez.

Fecha: 1973

Aprobó: _____

CAPITULO IV



OBRAS DE DRENAJE

OBJETO DEL DRENAJE:

El objeto fundamental del drenaje es la eliminación del agua o humedad que en cualquier forma pueda perjudicar al camino; ésto - se logra evitando que el agua llegue a él, o bien dando salida a la que inevitablemente le llega.

Para que un camino tenga buen drenaje debe evitarse que el agua circule en cantidades excesivas por el mismo, destruyendo las terracerías 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 con sus consiguientes asentamientos perjudiciales.

En la vida de un camino es fundamental el funcionamiento del drenaje, pues por la naturaleza del material con que se forman los terraplenes o el propio de los taludes de los cortes, cualquier - exceso de agua o humedad ocasiona deslaves y trastorna el fun - cionamiento del camino.

Los deslaves, asentamientos, oquedades y desprendimientos de

material, encarecen el costo de la conservación y a veces interrumpen el tránsito, ocasionando por lo tanto desequilibrios económicos.

En el caso particular de aquellos caminos, que se construyen -- por lo general con la aportación del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los particulares, hay un especial interés en que las obras sean económicas y ésto se logra solamente con un estudio conqienzudo del drenaje puesto que de él dependen gran parte el éxito.

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 su - frido, o de que hayan perdido su eficacia.

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

Cuando el camino debe 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 admite o no que el agua llegue a mojar las terracerías.

El mismo problema se presenta cuando tenga que bordearse al -
gún lago o cualquier otra extensión considerable de agua, en cu -
yo caso es patente el problema de drenaje en relación con la es -
tabilidad de los terraplenes. Además, al trazar un camino en la
ladera de una montaña o loma, el localizador debe evitar, en cu
to sea posible, el paso por lugares sumamente húmedos en los -
que hubiera el peligro de la existencia de manantiales, los cuales
casi siempre son perjudiciales.

Debe evitarse, asimismo, que los cortes debiliten la estabilidad
de la estructura geológica del terreno y que los terraplenes lle -
guen a sobrecargar demasiado alguna capa de detritus o materia
suelos sueltos que estén en las pendientes de las montañas. En es -
tos últimos casos, una localización desafortunada puede originar -
complicados problemas de drenaje y de estabilidad del terraplén.

La subrasante debe estudiarse cuidadosamente con relación al -
drenaje, ya que frecuentemente bastan ligeros cambios para faci -
litar la salida rápida y completa del agua. Es de mayor impor -
tancia que la superficie sea rápida, correctamente drenada y pro
tegida contra las inundaciones, que logran que las terracerías -
tengan un costo mínimo. El dinero que se invierte en mejorar el dre
naje es dinero bien gastado.

Debido a que son muy diferentes los procedimientos empleados para captar, conducir y eliminar el agua de la superficie del camino, de los usados para el agua del subsuelo, el estudio del drenaje se divide en dos partes:

Drenaje Superficial y Drenaje Subterráneo.

DRENAJE SUPERFICIAL:

Se llama Drenaje Superficial al que tiende a eliminar al agua que escurre encima del terreno o del camino, sea que provenga directamente de lluvia, de escurrideros naturales o de aguas almacenadas.

El Drenaje Superficial comprende dos aspectos: uno, reducir al mínimo, mediante la captación, el agua que pueda llegar al camino o a sus inmediaciones; y el segundo, el de darle salida a la que inevitablemente entra. Así pues, el primer estudio se refiere a las obras de "captación y defensa" tales como bombeo de la superficie, cunetas, contracunetas, alcantarillas, etc.

BOMBEO DEL CAMINO:

Se llama bombeo, a la forma que se le da a la sección del camino para evitar que el agua de lluvia se estanque y por lo tanto

ocasiona trastornos al tránsito e infiltraciones en las terracerías , que provocan saturaciones en las mismas, reblandecimientos del terreno y finalmente destrucción del camino; sirve también para evitar que el agua corra longitudinalmente sobre la superficie y la erosión.

El bombeo depende no solamente de la precipitación pluvial, sino de la de superficie del camino que una superficie dura y tersa requiere menos bombeo que una rugosa y falta de compactación.

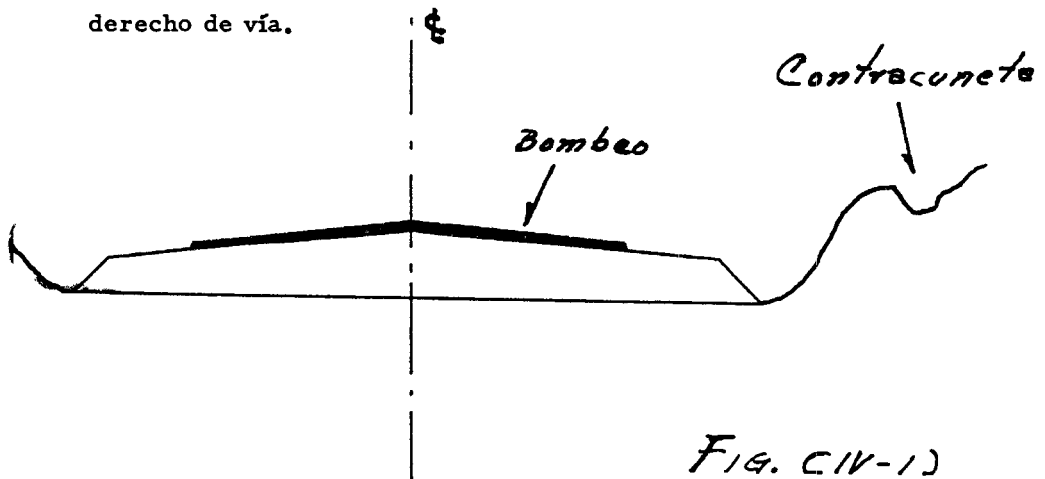
A continuación se especifican los bombeos recomendables para cada tipo de camino:

Clase de Superficie	Pendiente Transversal Recomendable		Tipo de Camino	Bombeo o pendiente transversal
	Mínima	Máxima .		
Tierra	2%	8%	Especial	2%
Grava o Macadam	1%	6%	1° y 2° Orden	2 - 3%
Pavimentos Asfálticos Concretos	1/2%	3%	Tercer Orden	3%

CUNETAS:

Son las estructuras destinadas a recoger el agua que escurre de la superficie del camino debido al bombeo, así como la que escurre por los taludes de los cortes.

Las cunetas son zanjas que se localizan a la orilla del camino en los cortes, o cuando el camino es a pelo de tierra; desaguan en alcantarillas o por medio de canales de salida. Como el área a drenar por las cunetas es relativamente pequeña, generalmente se proyectan éstas para que den capacidad a fuertes aguaceros - de 10 a 20 minutos de duración. Se puede decir que se considera suficientemente seguro proyectar las cunetas para que tomen un 80% de la precipitación pluvial de la mitad del ancho total del derecho de vía.



En la actualidad se han eliminado las cunetas de forma rectangular y hay tendencia a hacer lo mismo con las triangulares profundas, pues la experiencia ha demostrado, sobre todo en caminos vecinales, que el uso de cunetas profundas es peligroso, - pues los conductores de vehículos las usan como parte del camino en caso de emergencia.

Por la razón anterior, la cuneta ideal para caminos es aquella que es una prolongación de la superficie de rodamiento; así - - además de dar seguridad, aminora costo de la conservación; pero de cualquier modo debe ajustarse a las necesidades hidráulicas:

1. Capacidad. La calculada tomando en cuenta la precipitación y la naturaleza del terreno que recorre el agua que llega a la cuneta.
2. Forma. No se usarán nunca de forma rectangular por peligrosas y por tener conservación difícil, además de que -- pasan humedad a la base del camino. Tampoco deben usarse las de forma trapezoidal. Se emplearán las de forma en V, con el talud adyacente al camino lo más tendido posible, de preferencia como prolongación del bombeo.

En lugares montañosos, donde una cuneta tendida aumentaría considerablemente los cortes, por lo que se estudiará una combinación de cuneta con acotamiento, revistiéndola en caso de emergencia como auxiliar al estacionamiento o como parte del camino.

3. Dimensiones. Se determinarán de acuerdo con su forma y capacidad.
4. Pendiente. La pendiente de la cuneta se dará de acuerdo con la del camino o de acuerdo con el gasto por drenar y la sección de la misma, pero teniendo como límite la velocidad que puede resistir el terreno sin erosionarse.

Debe conservarse siempre la misma velocidad del agua en las cunetas, por lo que es necesario proyectar transiciones y cambiar sección en los cambios de alineamiento tanto vertical como horizontal, pues en las curvas el agua tiende a salirse y en los cambios de pendiente tiende a perder o aumentar velocidad, ocasionando en esa forma depósitos o erosiones.

5. Conservación. La conservación de las cunetas consiste en

mantenerlas limpias para aprovechar toda su capacidad, mediante el desyerbe y desazolve. Con frecuencia se suelen zampear para su fácil conservación y mayor economía. Cuando la pendiente es menor de 7% y el tirante de agua de diez centímetros, no vale la pena zampear, pero tratándose de aquellos caminos, que generalmente son de corona angosta, el zampeado de la cuneta tiene también utilización en el tránsito.

CUNETA TIPO

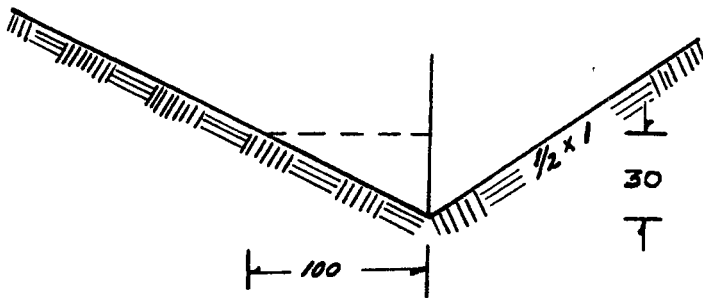


FIG. (IV-2)

CONTRACUNETAS:

Las contracunetas son canales destinados a evitar que llegue el-

agua a las cunetas, cuando éstas tienen una capacidad menor que la necesaria para el gasto, así como para evitar deslaves en los cortes.

La localización de las cunetas va íntimamente ligada con su funcionamiento, por lo cual se colocan siempre en las laderas, del lado de aguas arriba y a cierta distancia de la orilla del corte. Como son normales a la línea de máxima pendiente del terreno, prácticamente quedan paralelas al eje del camino. Por la razón anterior cuando el eje del camino siga la línea de máxima pendiente, no deben construirse contracunetas, pues en ese caso su funcionamiento no solamente es nulo, sino perjudicial.

Un factor que interviene en la localización de las contracunetas es el de la estratificación de las capas geológicas, pues si en la excavación de las mismas se llega a un manto poroso, por el que se filtrara el agua, se perjudicarían los cortes ocasionando deslaves y derrumbes.

Las contracunetas se hacen generalmente en forma trapezoidal con base de 30 a 50 centímetros y taludes de acuerdo con el terreno; su pendiente debe ser uniforme, pues los cambios ocasiona

nan disturbios hidráulicos y como consecuencia depósitos o deslaves y a la larga, el anulamiento de su funcionamiento. El desfogue de las mismas debe ser siempre libre y lo suficientemente alejado del terraplén para no ocasionar perjuicios en él.

La longitud de la contracuneta deberá ser siempre la mínima, a menos que la salida esté obligada, en cuyo caso deberá hacerse una correcta localización de ella sobre los planos de configuración del terreno.

DESARENADORES, CAJONES DE ENTRADA.

En muchas ocasiones es necesario recoger, a una cierta distancia, el agua que escurre por las cunetas por medio de una alcantarilla que se llama de "alivio". Para encausar el agua de la cuneta a la alcantarilla se construyen obras denominadas muros transversales, cajones de entrada, desarenador, etc. La aplicación más frecuente de estas estructuras, es en las laderas de las lomas, en donde el agua que se reúne en la cuneta de la parte superior, se puede eliminar del camino a intervalos por medio de una alcantarilla de alivio.

El muro transversal es un muro que se coloca transversalmente a la cuneta, aguas abajo de la entrada de la alcantarilla para con

tener el agua y encausarla a aquélla. El cajón de entrada es de mampostería o de concreto en donde cae el agua que escurre por la cuneta y después de caer entra a la alcantarilla. El desarenador es un cajón de entrada que tiene un primer depósito destinado a retener los arrastres que lleve la cuneta.

El pozo de visita, es un desarenador grande tapado con una reja móvil por la cual entran operarios a limpiar tanto el pozo como la alcantarilla.

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 incluídas en ellas las alcantarillas y los puentes. No hay distinción precisa ni matemática entre alcantarilla y puente; nos reservamos el primer nombre para las estructuras de claro menor de 6.00 metros y para aquéllas que aunque mayores de claro, tienen colchón como en el caso de las alcantarillas de bóveda, y el nombre de puentes para las estructuras de claro mayor de 6.00 metros sin colchón. En lo que se

refiere al estudio de campo, tienen grandes puntos comunes unas y otros, pero no así en cuanto a su proyecto detallado.

Una alcantarilla consta de dos partes: el cañón y los muros de cabeza. El cañón forma el canal de la alcantarilla y es parte principal de la estructura. Los muros de cabeza sirven para impedir la erosión alrededor del barril, para guiar la corriente y para evitar que el terraplén invada el canal. Sin embargo, si se alarga el cañón, los muros de cabeza se pueden omitir.

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 esviamiento de una corriente sea menor de 5 grados es más fácil hacer la estructura perpendicular al camino y aquí

sí se puede suprimir el esviajamiento, pero no cuando éste sea mayor de 5 grados.

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. Cuando el cauce es tortuoso debe canalizarse una parte a la entrada y a la salida de la alcantarilla.

La determinación del gasto tiene por objeto el cálculo de la longitud, en el caso de los puentes y la determinación del área hidráulica necesaria, en el caso de las alcantarillas.

Los métodos para el cálculo del gasto son de tres clases:

- a) Aforo directo
 - b) Procedimientos empíricos y
 - c) Cálculo racional
- a) Aforo. Llámase aforo a la medición directa del gasto de una corriente en una sección determinada. Solo se puede aforar corrientes con aguas permanentes y en condiciones de régimen tranquilo como en el caso de canales. Los datos obtenidos por aforo sirven solamente para el caso estudiado

y hay necesidad de extrapolar para otras condiciones.

Hay varios métodos de aforo; el Volumétrico por medio de vertedores y orificios; por el conducto medidor de Parshall; el método químico y por medio de sección y velocidad.

El método volumétrico no es adecuado para corrientes naturales; el de vertedores sirve para gastos muy pequeños; el del conducto medidor se usa con éxito en los canales de riego; el método químico se aconseja en las corrientes de régimen turbulento y el de sección y velocidad para los cauces con aguas permanentes y régimen tranquilo.

- b) Procedimientos empíricos. Consiste en la determinación del gasto por comparación o bien usando fórmulas deducidas de la experiencia.

Fijar el gasto por comparación es arriesgado y sólo en el caso de tener amplia experiencia y encontrar condiciones análogas, se puede determinar el gasto de una corriente por comparación con otra de gasto conocido; naturalmente que esto sólo debe emplearse para alcantarillas de tubo de pequeño diámetro, pues en cualquier otro caso debe siempre

verificarse el gasto por otros procedimientos.

Las principales fórmulas empíricas para la determinación del área hidráulica necesaria son las de Talbot, Meyer y Peck.

Los resultados obtenidos en un mismo caso por las tres fórmulas son muy diferentes y algunas veces ni comparables entre sí, pero se ha encontrado que la fórmula de Talbot es la que da resultados aproximadamente más parecidos a los valores promedio de las otras fórmulas, razón por la cual en México, donde no se tienen datos completos para el uso de otros procedimientos, se ha adoptado el uso de dicha fórmula para la determinación del área de las alcantarillas. La fórmula es la siguiente:

$$a = 0.183 c \sqrt[4]{A^3} \text{ en que}$$

a = área que debe tener la alcantarilla en M².

c = Coeficiente de escurrimiento, en función de la naturaleza del área drenada y

A = Área drenada en hectáreas.

Indudablemente que la fórmula de Talbot no es muy general, pues fue deducida para un caso especial, con cierta precipi

tación pluvial y para determinadas áreas de escurrimientos; sin embargo las áreas drenadas en nuestro país son generalmente menores que las norteamericanas para las cuales se elaboró la fórmula de Talbot, se cree que en los casos comunes de alcantarillas, dará buenos resultados.

El éxito de la fórmula de Talbot o de cualquiera otra empírica, estriba en la determinación del coeficiente de escurrimiento para lo cual también es necesario tener una amplia experiencia. El coeficiente depende de la naturaleza del área por drenar. A continuación se da una tabla con los valores más usuales de "c".

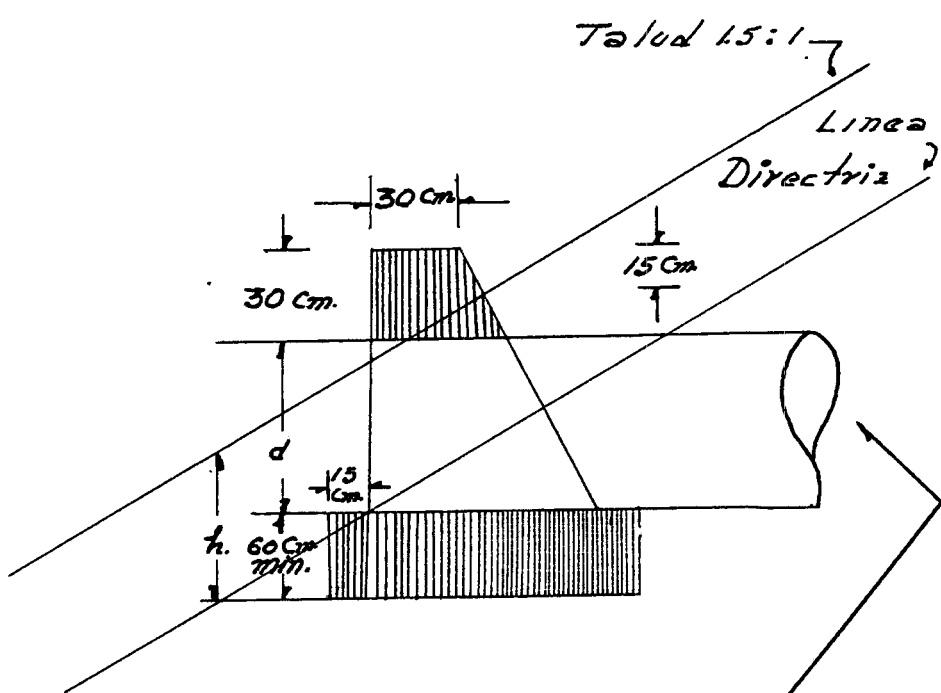
Naturaleza del Terreno	Coeficiente
Terreno plano	0.20
Terreno ligeramente ondulado	0.30
Terreno ondulado	0.50
Lomerío	0.60
Lomerío fuerte	0.80
Montañoso	0.90 - 1.00

Para usar la fórmula de Talbot es necesario conocer el área drenada, que puede tomarse de cartas geográficas o bien medirse directamente sobre el terreno. Si se dispone de cartas geográficas configuradas, en las que puede determinarse la ubicación de los parte - aguas, bastaría con tomar la de esas cartas y calcular el área hidráulica por medio de la fórmula de Talbot. Cuando no se dispone de cartas geográficas con suficiente precisión a detalle, deberá levantarse la cuenca por los métodos topográficos comunes y corrientes.

- c) Cálculo Racional. Los métodos racionales para la determinación del gasto en los arroyos son principalmente dos:

Uno basado en la precipitación pluvial y condiciones del terreno y el otro por medio de la sección y la pendiente.

El procedimiento racional mediante la precipitación pluvial 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 la cuenca. De acuerdo con ese gasto se proporcionan las dimensiones de la alcantarilla.



Cañón de
la Alcantarilla

ALCANTARILLA DE TUBO

La fórmula empleada para determinar el gasto es la siguiente:

$$Q = F C A \quad h \sqrt[4]{\frac{S}{A}} \quad \text{en donde}$$

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

h = La precipitación en centímetros por hora correspondientes al aguacero más intenso durante diez minutos.

F = Constante

A = Número de hectáreas tributarias

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

S = Pendiente del terreno en metros por Kilómetros

Si a la fórmula anterior le ponemos un valor constante a "F" de 0.022, nos da la fórmula de Burkil - Ziegler - que es:

$$Q = 0.022 \quad CA \quad h \sqrt[4]{\frac{S}{A}}$$

Para el uso correcto de esta fórmula es indispensable elegir con criterio los coeficientes y además tener datos sobre las precipitaciones. Estos se calculan de acuerdo con los datos sobre lluvias de que se disponga.

Otro de los factores que intervienen en la fórmula es el grado de permeabilidad, que depende naturalmente de la formación del terreno. La relación se expresa por un coeficiente.

A continuación se dan valores del coeficiente "C" para usarse en la fórmula de Burklin - Ziegler:

Naturaleza del Terreno	Coeficiente
Calles pavimentadas y zonas comerciales	0.75
Calles en zonas residenciales	0.625
Calles con Macadam y jardines	0.30
Terrenos de cultivo	0.25
Terrenos montañosos	0.18

Otro elemento de la fórmula, lo constituye la pendiente del terreno, difícil de determinar, pues son varias las de la cuenca y ésta es generalmente de forma irregular.

Como se dijo anteriormente, esta fórmula no puede ser de uso general en México, por falta de datos, o por lo incompleto de los mismos.

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

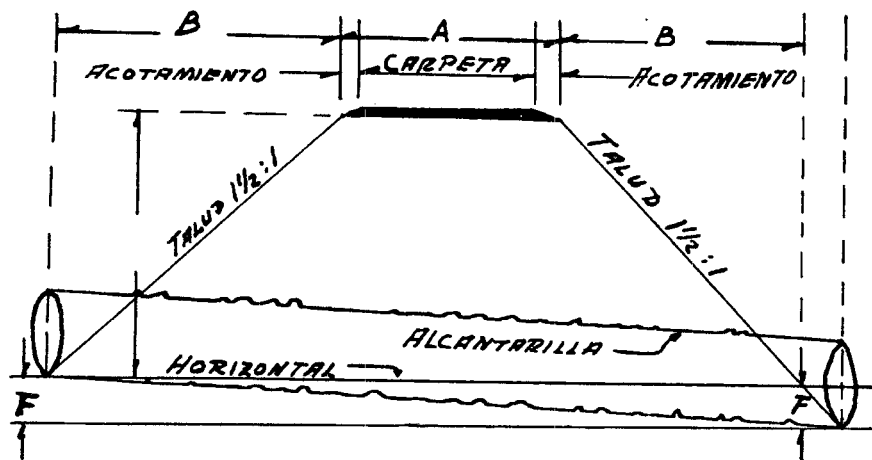
Hidráulicamente las alcantarillas pueden trabajar de dos modos, sin carga o con carga; las alcantarillas sin carga son las de salida libre; y con carga son aquéllas en las cuales la alcantarilla puede estar ahogada o semi-ahogada, como cuando es obstruída por cualquier cantidad de agua estancada o cuando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

La longitud que debe tener una alcantarilla es la que ésta requiere en el sentido transversal al camino, suficiente para que los

taludes del terraplén sean detenidos por las obras proyectadas en las extremidades, tales como muros de cabeza o cabezotes, aleros, etc.

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 ve a continuación donde también se presenta un ejemplo ilustrativo.

DETERMINACION DE LA LONGITUD DE UNA ALCANTARILLA.



Donde:

A = Ancho de corona = 6.60 m.

D = Altura del terraplén a la entrada = 3.50 m.

$$B = \text{Valor del talud por } D = 1.5 D = 1.5 \times 3.50 = 5.25 \text{ m.}$$

$$F = \text{pendiente por } (A + 2B) = 0.02 \times 10.50 = 0.21 \text{ m.}$$

$$C = \text{aprox. } 1.1/2 \times F = 1.5 \times 0.21 = 0.32 \text{ m.}$$

Longitud

$$\text{Total} = A + 2B + C = 6.60 + (2 \times 5.25) + 0.32 = 17.42 \text{ m.}$$

Si el tubo no es perpendicular a la línea del centro del camino , multiplíquese esta longitud total por la cosecante del ángulo de - del ángulo de esviaje.

CONSIDERACIONES PRACTICAS QUE GOBIERNAN EL TAMAÑO DE LAS ALCANTARILLAS.

Cuando se tienen cuencas grandes, el área de las alcantarillas - se proporciona como hemos visto por el escurrimiento, 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 61 cms. es adecuado en terraplenes de poca altura; pero si la corriente es mayor, sólo un tubo de 75 cms. podrá servir satisfactoriamente. Las alcantarillas de gran longitud bajo terraplenes muy altos nunca serán de un diámetro menor de 90 cms. 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 lámina corrugada
- 2' de concreto reforzado

b) Alcantarillas de cajón:

- 1' sencillas
- 2' múltiples

c) Alcantarillas de bóveda de concreto simple o de mampostería:

- 1' Sencillas
- 2' múltiples

La elección del tipo de alcantarilla depende:

- 1) Del suelo de cimentación
- 2) De las dimensiones de la alcantarilla y requisitos de la topografía, y
- 3) De la economía relativa de los diferentes tipos posibles de estructura adecuada para el lugar.

Sobre el suelo de cimentación podemos decir que cuando es seco y firme cualquiera de los tipos mencionados con anterioridad es satisfactorio; sin embargo, en suelos húmedos el tipo de cajón--

Es el más adecuado porque las cargas se transmiten verticalmente en direcciones bien definidas. En arena movediza y en lodazales el tipo más conveniente y que más se presta es el de tubo de lámina acanalada.

El proyecto de las alcantarillas se reduce casi siempre a tomarlas de los proyectos tipo S O P, y adaptarlas en cada caso en loque se refiere a su longitud, pendiente, muros de cabeza, etc. Esta adaptación es casi puramente geométrica, y cuando requiere cálculo de estabilidad o resistencia deberá hacerse siguiendo los alineamientos conocidos.

En cuanto a los muros de cabeza, pueden ser de piedra suelta , mampostería o de concreto. La práctica ha demostrado que los 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. Sería muy conveniente extenderla alrededor de 50 cms. arriba de dicha intersección. El muro de cabeza debe prolongarse por lo menos 60 cms. abajo de la plantilla, formando un dentellón que sirva a la vez de amarre y de protección contra la erosión de dicha plantilla.

Quando los muros de cabeza o cabezotes no son rectos sino que

llevan aleros, para determinar la longitud de ellos debe tenerse en consideración el ángulo que forman los aleros. La altura de los aleros va en disminución hacia su extremo; esa reducción de pende del ángulo de los aleros y del talud natural del terreno.

DRENAJE SUBTERRANEO:

El agua que se encuentra bajo la superficie de la tierra se presenta en corrientes o estancada.

Cuando se presenta estancada puede apreciarse a simple vista ; si no es aparente superficialmente, entonces se encuentra como exceso de humedad en los suelos y es llamada agua capilar o hidroscópica.

Es bien sabido que la resistencia de los suelos es alterada por la humedad, y que un exceso de la misma disminuye grandemente su estabilidad.

En los caminos, el exceso de agua subterránea es causa de deslaves, lodazales, ondulaciones del pavimento, baches etc., y por lo tanto debe prestársele tanto interés como al drenaje superficial, aunque éste último es mucho más importante, y además, fundamental.

Cada sitio que requiere drenaje subterráneo o subdrenaje, ya sea para la construcción de un camino nuevo o para la estabilización de uno ya construido, es un problema individual y diferente y deben emplearse los principios de ingeniería en el desarrollo de su aplicación.

Sin embargo, en todos los casos debe enfocarse el problema con el fin de atacar la causa y no el efecto, pues aunque ello a primera vista parezca más costoso, es a la larga, más económico que corregir el efecto.

Las obras de drenaje subterráneo tienen el mismo fin que las de drenaje superficial, o sea, en primer lugar las de captación y de fensa, y en segundo lugar las de alejamiento.

En el subdrenaje o drenaje subterráneo se presentan generalmente dos problemas que podemos enunciar como el "drenaje para controlar el ascenso capilar" y el "drenaje interceptor y de desalojamiento". El primero consiste en remover el agua libre con lo cual se controla el máximo ascenso del agua capilar y el segundo el de interceptar y recolectar el agua que llega al camino lateralmente.

SUBDRENAJE PARA CONTROL DE AGUA CAPILAR:

La función del drenaje capilar en los caminos es la de conservar el manto capilar a niveles suficientemente profundos para evitar así sus efectos perjudiciales.

Después de efectuar un buen estudio de las condiciones de drenaje superficial y subterráneo, se puede definir el lugar más adecuado para la colocación de los tubos para regular el agua capilar.

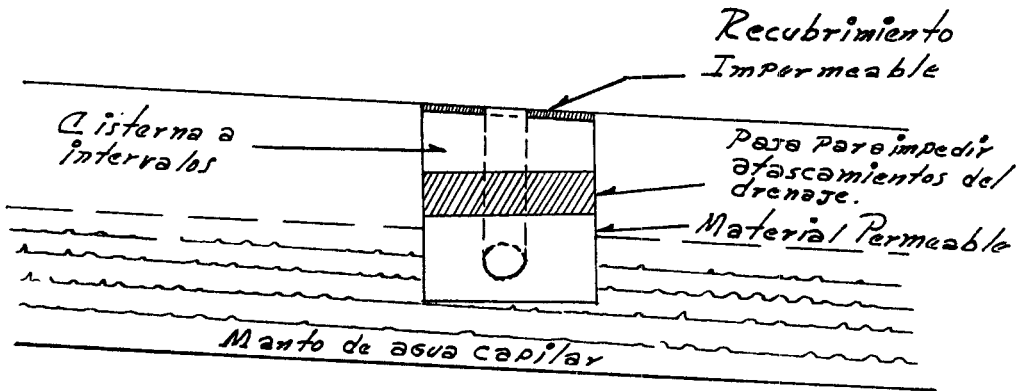


FIG (IV-4)

Cuando los drenes subterráneos se hacen de la forma indicada en la figura anterior, colocándolos bajo la cuneta, dichos drenes sirven, además, para recolectar el agua superficial. El dren en este

caso consiste de un tubo colocado en una zanja poco profunda, cubriéndolo primero con una capa de material permeable, luego sobre dicha capa se coloca otra de paja y sobre ésta, otra de material permeable.

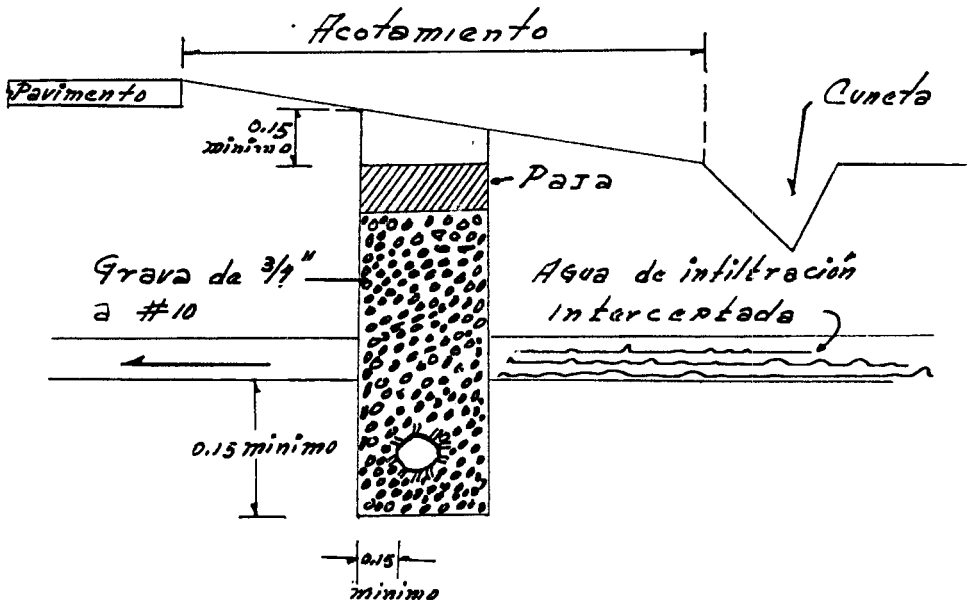


FIG. (IV-5)

ESTRATO IMPERMEABLE

SUBDRENAJE INTERCEPTOR Y DE DESALOJAMIENTO:

El propósito de este subdrenaje es el de interceptar y recolectar el agua que llega al camino lateralmente. Para que la intercepción y recolección del agua sea completa, el dren debe ser construido en forma eficiente.

En la anterior figura, el tubo perforado debe colocarse dentro del estrato impermeable para asegurar su mejor funcionamiento.

CASOS EN QUE DEBE ESTUDIARSE EL DRENAJE SUBTERRANEO SON:

- a) Estabilización de la sub-base
- b) Estabilización de la base
- c) Estabilización de taludes
- d) Derrumbes en terraplenes.

SUBDRENAJE SIN OBRAS AUXILIARES:

Los métodos para subdrenar sin obras auxiliares, consisten en el aprovechamiento de las condiciones naturales del suelo para eliminar el agua subterránea o para abatir su nivel.

1. Para estabilizar la sub-base, uno de los casos que es posible

resolver sin recurrir a obras auxiliares, pueden emplearse los siguientes sistemas:

- a) Colocar una capa permeable sobre el terreno, con el objeto de que el agua que por capilaridad ponga en peligro la estabilidad de la base, no suba al terraplén sino que escurra lateralmente.

No se ha fijado el espesor de la capa porosa, en general se recomienda sea de 15 a 60 centímetros, variando con cada caso.

Cuando el revestimiento (base) o pavimento, permiten el paso del agua superficial, muchas veces se agrava la situación, pues el agua va a aumentar la cantidad de humedad del terreno.

- b) Otro sistema consiste en la impermeabilización de la subbase por medio de mezclas de materiales, recurriéndose por lo general al asfalto.
- c) Cuando se prevea que estos sistemas no son eficientes, será necesario acarrear materiales adecuados para mejorar el que se tiene, seleccionando los bancos.

- d) Un sistema que en cualquier caso ayuda notablemente es el de compactar adecuadamente y con intervención del laboratorio, el terraplén o la cama del camino en los cortes.
2. Para estabilizar la base (o revestimiento) que es la capa que va sobre las terracerías (o sub-base) y abajo del pavimento, se aconseja observar las siguientes reglas:
- a) Que la altura de la rasante sea la suficiente para que el agua capilar no llegue a perjudicarla.
- b) Que haya drenes de grava o piedra, generalmente en forma triangular.

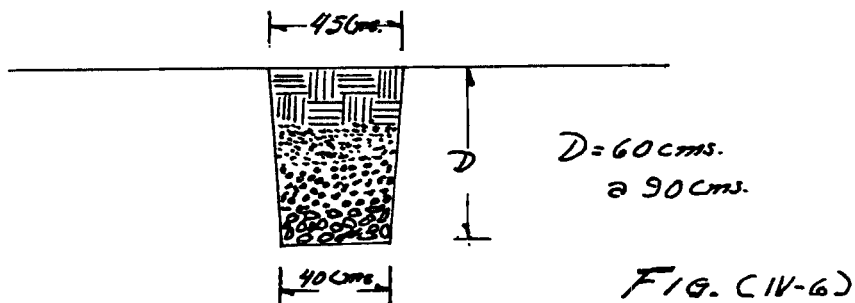
SUBDRENAJE CON OBRAS AUXILIARES.

Quando los métodos aconsejados en el subdrenaje sin obras auxiliares no son efectivos, hay necesidad de proyectar un drenaje parecido al superficial, es decir, hay necesidad de establecer conductos para que el agua escurra y salga o para que se abata el nivel subterráneo.

Tipos. El primer tipo de dren subterráneo lo constituyen los tubos, con juntas abiertas y paredes perforadas o permeables.

Estos tubos se alojan dentro de un relleno permeable que sirve como conducto para que el agua llegue al tubo y pueda salir.

El segundo tipo consiste en abrir una zanja y poner el material permeable, suprimiendo el tubo. El ideal sería que la zanja tuviera la profundidad necesaria para captar todo el espesor del manto de agua, pero como esto no es posible, bastará darle la profundidad a que quiera abatirse el nivel subterráneo para que éste no sea perjudicial al camino.



No hay método racional para calcular las dimensiones de estas zanjías. La pendiente y dimensiones dependen en gran parte de la naturaleza del terreno y de las exigencias constructivas.

Cuando la zanja va rellena de material permeable constituye un dren ciego (Fig. IV-6) y se coloca dentro del propio terraplén o fuera de él.

Lo importante en el proyecto de drenes ciegos, es que éstos tengan pendiente adecuada, salida fácil y que la graduación del material y el tamaño de las partículas faciliten el escurrimiento.

Cuando se colocan lateralmente es conveniente ponerlas debajo de las cunetas, excavando las zanjas del ancho indispensable para que un hombre pueda trabajar dentro de ellas, es decir de cuarenta y cinco a sesenta centímetros y con una profundidad de medio metro a un metro.

Con objeto de que el agua escurra con facilidad dentro del dren, el material de relleno debe tener el más alto porcentaje de vacíos posible, por lo que se aconseja que el material sea de tamaño uniforme.

Algunos autores recomiendan que cuando las zanjas van colocadas debajo de las cunetas, como éstas pueden arrastrar lodo, el material de relleno se gradúe pero en capas, es decir, debe ser material fino la primera, la que va a continuación, de material más grueso y finalmente la que va en el fondo de la zanja, de grava gruesa o piedra quebrada hasta de diez o quince centímetros.

Cuando el dren va dentro del terraplén, puede ir al centro o bien

transversalmente, sea perpendicularmente al eje del camino o bien en forma de V.

Si el dren ciego que va dentro del camino no funciona bien sea por que no tiene la profundidad suficiente para abatir la lámina de agua hasta el nivel deseado, o porque el material relleno se clasificó y provocó atascamientos y por lo tanto impidió la salida del agua, lejos de servir es perjudicial para la estabilidad del camino, pues forman zonas débiles en el terraplén.

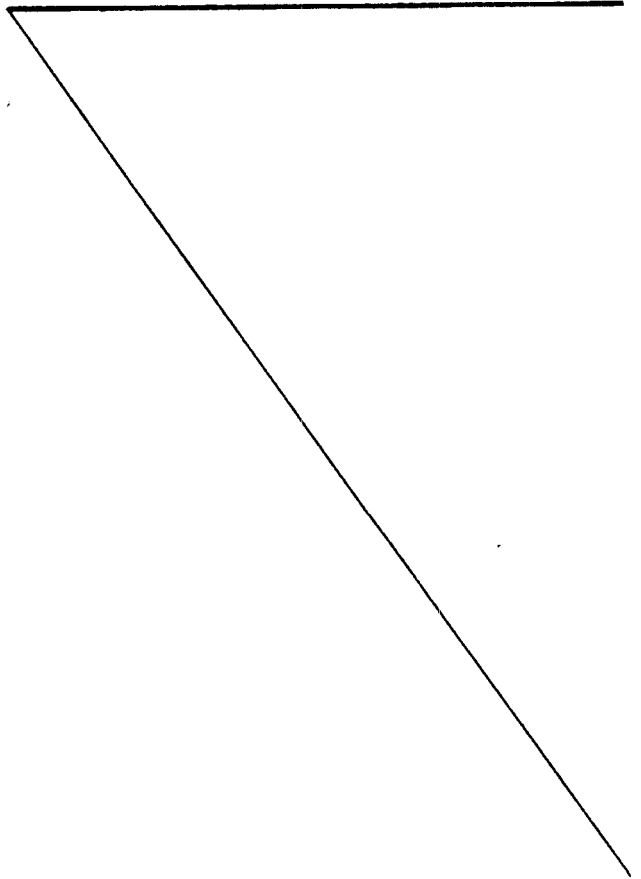
El tercer tipo de dren lo constituye la zanja rellena de material permeable, con un tubo alojado dentro de él. En este caso el dren lo constituye propiamente el relleno de la zanja y el tubo solo es el conducto necesario para dar salida al agua drenada. Los tubos pueden ser de barro, de concreto o de lámina corrugada. La manera de hacer llegar el agua a ellos puede ser no poniendo juntas, o en los de barro y concreto, hacerlos porosos o finalmente haciéndoles perforaciones, siendo éste último sistema el más usado y el que recomendamos.

FALLAS. Estos drenes suelen fallar por las siguientes causas:

- a) Por no ser el método adecuado.

- b) Por atascamiento del material de relleno en la zanja.
- c) Por atascamiento del tubo, sea en el sistema de entrada o dentro de él.
- d) Por rotura de los tubos cuando sirven como ductos.

CAPITULO V



PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCION:

a) TERRACERIAS

ESTUDIOS DE RECONOCIMIENTO

Para efectuar estos estudios, se designa al Ingeniero que va ya a fungir como residente o Superintendente de la obra el - cual, al hacer el recorrido observará lo siguiente:

- 1) Punto de iniciación de los trabajos por efectuar.
- 2) Sitios adecuados para montar el campamento.
- 3) Localización adecuada para almacenamiento - de explosivos.
- 4) Localización de posibles bancos de materia - les tanto de drenaje, revestimiento o pavimentación.
- 5) Tipos de materiales y sus kilometrajes aproximados por atacar en terracería.
- 6) Kilometraje efectivo según trazo proporcionado por la Secretaría de Obras Públicas (SOP)
- 7) Salario mínimo del lugar.

Después de llevar a cabo las observaciones antes mencionadas, pueden hacerse todas las que se crean pertinentes, habiendo recopilado los datos necesarios, se regresará al gabinete donde se realizarán otros estudios, como son los económicos.

Con los datos de construcción proporcionados por la S.O.P., se elegirá el equipo o se acondiciona el que se tenga, es decir, la S. O. P., por medio de su Residencia, hace entrega de dichos datos donde se marcan los movimientos de tierra y sus volúmenes, auxiliándonos con las observaciones de tipo de material y el desmonte por efectuar, podemos elegir el tipo de equipo; para entender mejor la forma de elegirlo, cabe aclarar que toda compañía constructora, tiene un estudio realizado de los costos horarios y sus distintas economías del equipo con que se cuente.

El estudio de la terracería comprende los puntos siguientes:

- a) Desmonte
- b) Excavación en corte y
- c) Acarreos.

a) DESMONTE.

Antes de efectuar el desmonte debemos poner unas estacas (señales), limitando el derecho de vía fijado por la Residencia, que generalmente es de 20 mts. a cada lado del eje del camino (trazo definitivo); colocadas las estacas, se procede a limpiar con el bulldozer esa franja, quitando toda cla-

se de vegetación, desde pastizales, hasta árboles de cualquier dimensión.

b) EXCAVACION EN CORTE:

Se inicia inmediatamente después de terminado un tramo de desmonte; dichas excavaciones se hacen de acuerdo con los movimientos que nos marquen en los datos de construcción y la dureza del material.

En cuanto las referencias y puntos clave del camino se encuentren fijas, se procede al ataque, el cual puede ser directamente con uno o dos tractores auxiliándose con el equipo ripper, si el material lo permite, de lo contrario se procede a aflojar con explosivos.

El ataque con tractor se puede hacer central y lateral.

El central, se ejecuta cuando el camino va a construirse en el parte aguas o en el caso de ser la pendiente transversal del terreno casi a nivel. El ataque lateral se lleva a cabo en el caso de estar la ladera muy inclinada.

c) ACARREOS.

Para llevar a cabo los movimientos debemos primeramente ver si se puede efectuar con un tractor o dos tractores, y una vez que se proceda a terraplenar, ya sea una cuenca o levantar un terraplén en terreno más o menos plano, se ordenará que dichos tractores empujen el material de corte hacia dichos puntos y de esta manera formar el camino, en caso de que el acarreo sobrepase la distancia límite de sobreacarreo de tractor, se pensará en la posibilidad de trabajar en batería con dichos tractores, de tal forma que un tractor empuje el material hasta 50 mts. y dicho material sea trasladado por otro tractor 40 mts. más; siendo en el caso de 90 mts. de acarreo.

Si la distancia es más larga se puede acondicionar otro tractor o de lo contrario, debe pensarse en un préstamo de banco o en el uso de motoescrepa, si el banco se encuentra demasiado lejos se usarán camiones.

Acarreo de desperdicio:

Si dicho acarreo se hace lateralmente, se emplean bulldozers, o en ocasiones cuando el corte es en cajón y el material se presta, se utilizan dragas, pero si el desperdicio debe acarreararse a una distancia considerable se efectuará con escrepas, palas, moto-

escrepas o cargadores con camiones.

TIPOS DE PRESTAMOS:

Préstamo Lateral. Se atacan con tractor, escrepas o moto -
escrepas.

Préstamo de Banco. Se atacan con escrepas, palas o cargado -
res de camiones.

BANCOS PARA REVESTIMIENTO:

Estos bancos son fijados por la S O P los cuales se deben atacar por lo general, mediante explosivos y cargadores, este material debe acarreararse mediante camiones hasta el camino, almacén o planta de tratamiento según el tipo de material; una vez depositado en el camino, se acamellonará, si así se ordena y se cuenta - con motoconformadora, o extenderlo con gente una capa unifor - me, dejando unos 20 ó 30 cms. a los hombros de la terracería, para evitar desperdicio al orillararlo demasiado, ya que parte caerá dentro de la cuneta obstruyéndola y pudiendo ser arrastrado - por las lluvias antes de ser levantado; en el caso de necesitar el material disgregado, éste puede hacerse antes de acamellonarlo o extenderlo y de esta manera poder uniformizar la capa.

Para atacar los bancos de material, ya sea para revestimiento o pavimentación se hace en la siguiente forma: fijada la zona de ataque debe desmontarse, o sea quitar toda la vegetación y el material que no sea aprobado para su uso, lo que se conoce como despalmado; después de haber desmontado y despalmado se observará si su frente de ataque es apropiado, de tal forma que presente un corte casi vertical, para lograr una barrenación más eficiente; en el caso de ser el frente demasiado alto, se deberá atacar en forma escalonada la barrenación, siempre se deberá atacar el banco a todo lo ancho fijado, para efectuar las maniobras del equipo con facilidad.

Durante el ataque al banco, todo material que no reúna las características, se desperdiciará depositándolo fuera, en el lugar más conveniente.

REVESTIMIENTO PROVISIONAL:

Este es una capa de material que se construye sobre las terracerías de un camino, la cual presenta una mayor consistencia que el material que forma dicha vía. El objeto es protegerlo de las inclemencias del tiempo y el deterioro producido por el tránsito, por lo tanto dicho material debe ser seleccionado y puede -

estar formado por: limos, tepetates, tezontles, conglomerados, etc.

Para los revestimientos provisionales, el equipo adecuado es fijado de acuerdo al material que se pretende emplear por norma general debe disponerse del siguiente equipo:

1. Equipo de Barrenación (barrenación a mano)
2. Equipo de carga y acarreo (trascavo y camiones)
3. Equipo de Nivelación (motoconformadoras)
4. En casos especiales: equipo de cribado o de trituración.
5. No hay compactación en revestimiento provisional.

b) PAVIMENTOS:

En la actualidad se puede decir que no existe una terminología única para designar las diferentes partes que forman un pavimento. Así, por ejemplo, unos llaman pavimento a la capa superficial de mezcla asfáltica o de concreto que se coloca sobre la base. Otros a esta capa de mezcla asfáltica la llaman firme, y otros llaman pavimento al conjunto de todas las capas, siendo ésta última terminología la más adecuada.

Los requisitos que debe cumplir un pavimento son:

- 1) Debe tener adherencia con las ruedas de los vehículos.
- 2) Debe tener resistencia al desgaste producido por la acción abrasiva de las llantas.
- 3) Debe formar una especie de amortiguador elástico que aumente la comodidad de los que transitan la vía.
- 4) Debe tener resistencia a los agentes atmosféricos.
- 5) Debe suprimir las cantidades excesivas de polvo que produce el material suelto.

En general los pavimentos se dividen en dos clases, los "Pavimentos Flexibles" y los "Pavimentos Rígidos".

PAVIMENTOS FLEXIBLES:

El pavimento flexible o de asfalto, es una estructura formada -- por varias capas de materiales seleccionados, cuya función principal es la de distribuir las cargas concentradas de los vehículos en tal forma que no se provoquen deformaciones permanentes -- perjudiciales sobre las terracerías.

La selección de un pavimento flexible o rígido, es consecuencia-

casi exclusiva de la resolución económica del camino, pero en ambos casos, su proyecto depende de las condiciones de las terracerías sobre las cuales debe construirse.

El pavimento flexible en su forma más completa está formado por:

- a) SUB-BASE
- b) BASE
- c) CARPETA ASFALTICA.

a) SUB-BASE:

Es la capa de material que se construye directamente sobre la terracería y está formada por un material de mejor calidad que el de la terracería.

FUNCIONES DE LA SUB-BASE:

- 1) Reducir el costo del pavimento, disminuyendo el espesor de la base que se construye generalmente con materiales de mayor costo, por tener que cumplir con especificaciones más rígidas.
- 2) Proteger la base aislándola de la terracería, esto es -- cierto, cuando la base tiene una textura abierta, en el -

caso de no haber aislamiento, el material fino y plástico de la terracería se introduce en la base disminuyendo su resistencia estructural.

El material escogido para sub-base debe producir una ca
pa que confine el suelo plástico y que pueda trabajar, has
ta cierto grado, a flexión, lo cual se consigue con mate-
riales más o menos finos y cohesivos, o de alta cimenta-
ción pero dentro de especificaciones.

- 3) En caminos en construcción frecuentemente se constru -
ye la sub-base, para tener una superficie de rodamiento-
que facilite, en cualquier época del año, el paso del equi-
po de construcción y de los vehículos que transiten por el
camino antes de quedar pavimentado. Si este revestimien-
to provisional, una vez que ha estado en servicio reúne -
las condiciones de calidad para sub-base, este espesor de-
be tomarse en cuenta al proyectarse el espesor total del -
pavimento.

b) BASE:

Es la capa de material que se construye sobre la sub-base o

a falta de ésta sobre la terracería, debiendo estar formada por materiales de mayor calidad que el de la sub-base. Los principales requisitos que debe satisfacer la capa de base son los siguientes:

- 1) Tener en todo tiempo la suficiente resistencia estructural para soportar las presiones que les sean transmitidas por los vehículos en movimiento o estacionados.
- 2) Tener el espesor necesario para que dichas presiones, al ser transmitidas a la sub-base o terracerías, no excedan la resistencia estructural de éstas.
- 3) No presentar cambios volumétricos perjudiciales al variar las condiciones de humedad.

c) CARPETA ASFÁLTICA:

La carpeta asfáltica está constituida por un material pétreo, al que ha sido adicionado un producto asfáltico que tiene por objeto servir como aglutinante.

Las carpetas asfálticas más comunes las podemos clasificar en:

- a) Tratamiento superficial
 - Simple o de un riego
 - Doble o de dos riegos
 - Triple o de tres riegos

- b) Mezclas asfálticas
 - Mezclas en el lugar
 - Mezclas en planta

Para nuestro estudio se escogió el tratamiento superficial simple o de un riego.

Los productos asfálticos empleados en el riego pueden ser emulsiones de fraguado rápido o asfaltos rebajados de fraguado rápido (FR-2, FR-4).

La temperatura a la cual deben aplicarse los asfaltos es la siguiente:

- Productos Asfálticos
 - Temperatura ambiente
 - siempre y cuando también
 - no sea inferior a 10 grados C

- Emulsiones Asfálticas
 - FR-2 de 40 °C a 60 °C
 - FR-3 de 60 °C a 80 °C
 - FR-4 de 80 °C a 100 °C

PROCEDIMIENTO DE CONSTRUCCION:

Sobre la base compactada, barrida, impregnada y seca se da un riego de producto asfáltico del tipo y la cantidad por metro cuadrado fijado. Aplicado el riego de producto asfáltico se procederá a cubrirlo con material pétreo 3-A, 3-C, 3-D ó 3-E en la cantidad especificada. Después de espaciado el material pétreo, se le pasa una rastra ligera de raíz o de fibra para que la superficie quede exenta de ondulaciones, bordes y depresiones, etc., indicándose inmediatamente el planchado con rodillo liso, que deberá efectuarse en las tangentes de orilla hacia el centro del camino, mientras que en las sobre-elevación de las curvas, del lado interior hacia el exterior de la misma.

Deberá pasarse el equipo de planchado, cubriendo la superficie dos veces. Una vez terminado el planchado y después que transcurran uno o dos días puede abrirse al tránsito el camino, debiendo barrerse la superficie tres días después de abierta al tránsito para evitar que el material pétreo sobrante provoque ondulaciones.

No deberán regarse con producto asfáltico, tramos mayores que los que serán cubiertos de inmediato con material pétreo y debe

rá verificarse antes de dar el riego de producto asfáltico, que la base impregnada esté seca y limpia, es decir, libre de materiales extraños o polvo.

Al hacerse la aplicación del producto asfáltico, deberá tenerse especial cuidado en evitar los empalmes en los riegos, para esto, en el lugar donde se inicie cada riego asfáltico y con el fin de evitar que se empalme el riego en estos lugares, es indispensable colocar una o más tiras de papel de envoltura de 1 a 2 mts. - de ancho, aproximadamente cada tira.

Para el control de la elaboración de este tipo de carpeta, se logra ajustando las cantidades por metro cuadrado de materiales pétreos y de producto asfáltico, de acuerdo con los resultados - obtenidos en los primeros tramos, de tal modo que se consiga fi jar capas uniformes de material pétreo sin excederse en la proporción de asfalto. El control de la construcción se reduce a ve rificar la calidad de los materiales por un lado y por otra parte, deberá vigilarse todos los procesos de trabajo por personal ex perimentado y responsable.

DEFECTOS EN LA CONSTRUCCION:

Entre los defectos de construcción podemos mencionar:

- 1) El impropio calentamiento de los agregados de la carpeta asfáltica es un factor que a menudo se descuida en la construcción, provocando con ello fallas en las mismas. Así tenemos que, cuando no se calienta el asfalto a la temperatura adecuada, se provoca un exceso del mismo con la consiguiente alta plasticidad de la carpeta. Cuando el calentamiento del asfalto es en exceso, entonces se quema el asfalto, perdiendo parte de sus propiedades aglutinantes. Cuando son los materiales pétreos los que sufren un calentamiento excesivo, ellos sufren alteraciones y muchas partículas se queman, cambiando sus propiedades completamente. Es necesario, como se ve, que todos los agregados se calienten a la temperatura recomendada para cada caso.

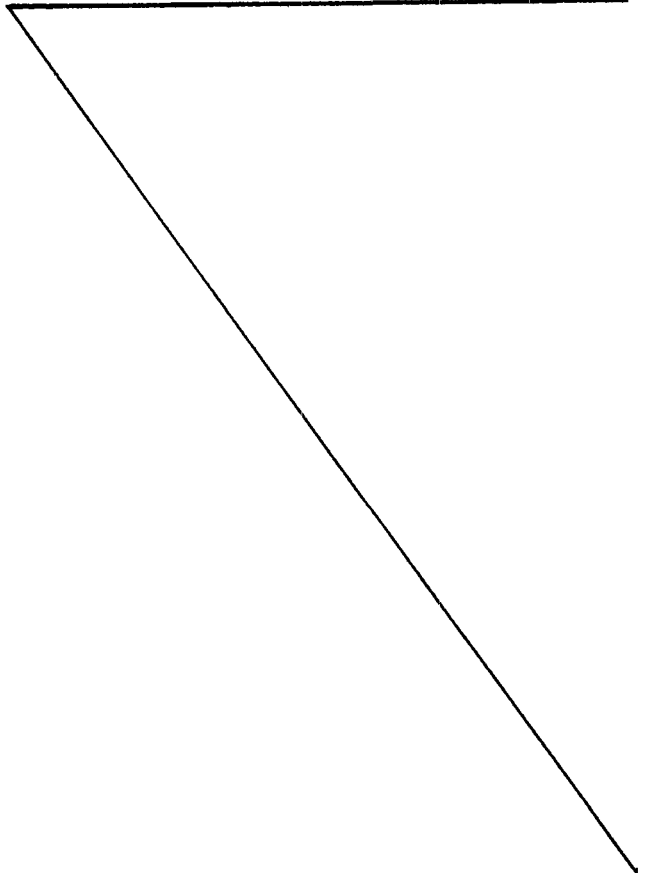
- 2) Cuando se presente un exceso de humedad en los agregados, ya sea de la base o de la carpeta, ello provocará fallas en el pavimento. Cuando los agregados pétreos de la carpeta se encuentran húmedos y se les agrega el asfalto para formar la mezcla, esa humedad de los materiales impide que el asfalto se adhiera a los materiales pétreos en forma adecuada y por lo tanto pierda estabilidad la mezcla, y poco a poco se desintegre. Cuando son los materiales de la base-

los que se encuentran con exceso de humedad, se producen agrietamientos de la carpeta en forma de mapas, la base -- pierde estabilidad y los agentes atmosféricos aceleran el fra caso.

- 3) En algunos casos los riegos asfálticos se aplican trasladán-
dolos en la línea central y en el lugar de arranque de la pe -
trolizadora, lo cual ocasiona que en estos lugares posteriorme
ntemente aflore el asfalto. En las curvas de fuerte sobre-ele-
vación frecuentemente el riego de asfalto se escurre, si no_
se tiene precaución de distribuirlo con cepillos, para evitar
los encharcamientos.
- 4) La limpieza de las espreas y la altura sobre la base a que -
debe colocarse la barra de la petrolizadora, es muy impor-
tante para lograr un riego asfáltico uniforme. El poco cui-
dado que se tiene en este punto, da lugar frecuentemente a
que los riegos queden rayados.
- 5) Muy comúnmente se usa aplanador de ruedas metálicas con
peso de 12 Ton., impropias para este trabajo, pues aunque
los materiales empleados tengan la resistencia adecuada, -
el peso excesivo de la aplanadora, rompe el material, dis-

minuyendo el espesor de la carpeta y provocando que los finos producidos sean los que preferentemente se adhieran al asfalto y que aparezcan zonas lloradas.

CAPITULO VI



SEÑALAMIENTO

El señalamiento en un camino tiene por objeto, prevenir a los conductores de vehículos sobre la existencia de peligros, su naturaleza, la existencia de determinadas restricciones o prohibiciones que limiten sus movimientos sobre el camino y proporcionarles la información necesaria para facilitar su viaje.

En cuanto a su función, el señalamiento se divide en:

- a) Señales Preventivas
- b) Señales Restrictivas
- c) Señales Informativas.

UBICACION LONGITUDINAL:

Las señales deberán colocarse como se indica a continuación:

- a) Las señales Preventivas se colocarán antes del riesgo que se trate de señalar, generalmente a las siguientes distancias del mismo:

En caminos de baja velocidad de 50 a 100 mts. , de 100 a - 150 para caminos de velocidad media y de 150 a 200 mts.en caminos de alta velocidad.

- b) Las Señales Restrictivas, por regla general, se colocarán en el punto mismo donde existe la restricción o prohibición. Debe estudiarse cuidadosamente su colocación para evitar señales innecesarias.
- c) Las Señales Informativas se colocarán en donde un estudio - previo indique la necesidad de su uso.

Las señales informativas se situarán de tal manera que estén cuando menos una distancia mínima de 60 m. de otra. Las - señales informativas de servicio se podrán colocar en cami - nos de alta velocidad a 5 km., a 1 km., a 500 m., 250 m., y en el lugar de salida o acceso.

DISTANCIA LATERAL:

La distancia lateral entre la orilla del pavimento y el extremo in - mediato del tablero se determinará como sigue:

- a) Para caminos con acotamientos menores de 2.40 m., en te - rraplén de 0 a 1 m., contando el desnivel entre el hombro y el cero del talud, el poste se colocará en el talud o en el terre - no natural, de manera que la orilla interior de la señal quede a 2 m. de la carpeta. Para terraplenes mayores de 1 m. de -

alto, la señal se colocará de modo que su orilla interior -- coincida con la vertical del hombro; cuando el camino esté en corte, el poste deberá colocarse en el talud al nivel del -- hombro.

- b) En señales elevadas el poste o soporte de ella deberá estar de 2 a 3 m. de la orilla de la carpeta y en carreteras de alta velocidad preferentemente fuera del acotamiento.
- c) Para caminos en terraplén o en corte, con acotamiento de 2.40 m. o más, el poste se colocará en el hombro; si la señal lleva dos postes, el interior irá en el hombro.

SEÑALES PREVENTIVAS:

Las señales preventivas tienen por objeto advertir al usuario la existencia y naturaleza de un peligro en el camino.

Las señales preventivas se usarán en los siguientes casos:

1. Cambio de alineamiento horizontal.
2. Intersección de caminos.
3. Reducción o aumento en el número de carriles.
4. Cambio en el ancho del pavimento.
5. Pendientes peligrosas.

6. Escuelas y cruces de peatones
7. Cruces de ferrocarril a nivel.
8. Accesos a vías rápidas.
9. Cualquier otra circunstancia que pueda representar un peligro en el camino .

Forma: Serán cuadradas con una diagonal en posición vertical.

Dimensiones: Largo 60 cms. mínimo, pudiéndose emplear hasta de 75 y 90 cms.

Color: Fondo en amarillo, letras y filete en negro.

SEÑALES RESTRICATIVAS:

Las señales restrictivas tienen por objeto indicar al usuario, la existencia de ciertas limitaciones físicas o prohibiciones reglamentarias que regulan el tránsito.

Las señales restrictivas se usarán para reglamentar los siguientes casos:

1. El derecho de paso
2. El movimiento a lo largo del camino
3. Los movimientos direccionales

4. Las limitaciones de dimensiones y paso de vehículos.
5. La prohibición de paso a ciertos vehículos
6. Las restricciones de estacionamiento
7. Restricciones diversas.

Forma: Es rectangular, debiéndose colocar con la dimensión mayor en posición vertical.

Color: Están compuestas por un símbolo negro inscrito en un círculo rojo, sobre fondo blanco.

Dimensiones: Son de 70 cms. de alto por 42.5 cms. de ancho en zonas rurales y de 50 cms. de alto por 30 cms. de ancho para zona edificada.

SEÑALES INFORMATIVAS:

Las señales informativas sirven para guiar al usuario a lo largo - de su itinerario e informarle sobre los caminos que encuentre y - los nombres de poblaciones, lugares de interés, etc., y sus distancias.

Las señales informativas se clasifican en cuatro grupos:

- a) De identificación. Se usarán para identificar los caminos según el número que les haya sido designado. Tendrán forma de escudo, pudiendo éste ser pintado sobre una placa rectangular o recortado según la silueta correspondiente.
- b) De destino. Se usarán para indicar al usuario el nombre de las poblaciones que encuentre sobre la ruta, el número de ésta y la dirección que deberá seguir.
- c) De servicio. Son aquéllas que identifican lugares donde se prestan servicios generales, como gasolineras, puestos de socorro, teléfonos, etc.
- d) De información general. Son las que identifican lugares, ríos, puentes, sentido del tránsito, desviaciones, postes de kilometraje, etc.

Color: El fondo es blanco con letras y filete negro.

Forma: Son rectangulares, se deben colocar en posición horizontal.

Dimensiones: El tamaño es ajustable a las necesidades, pero sin que lleve tres renglones de leyenda.

MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO:

Se dividen en dos: a) Marcas Longitudinales
 b) Marcas Transversales

Marcas Longitudinales: Pueden ser de una línea continua y una discontinua. Cuando la línea es continua, está restringiendo la circulación, de tal manera que ningún vehículo puede cruzar o circular sobre dicha línea. Las líneas discontinuas tienen por objeto - guiar y facilitar la circulación.

Marcas Transversales: Se emplean cuando se quiere indicar para das, o para delimitar fajas destinadas para el cruce de peatones . Se recomienda que todas las marcas sean de color blanco.

CONSERVACION:

CONCEPTOS GENERALES:

A semejanza de cualquier esfuerzo que el hombre desarrolle para conservar su salud, asimismo la conservación de los caminos vi ne siendo la mejor inversión posible, ya que una conservación ade

cuada no sólo garantiza la inversión inicial de construcción, sino que disminuye el costo de explotación y alarga la vida tanto del camino como de los vehículos que lo usan.

Se denomina Conservación, al conjunto de trabajos constantes o periódicos que se ejecutan para evitar el deterioro o destrucción prematuros en una obra y que la mantienen en su calidad y valor.

El programa de trabajos de conservación es generalmente rutinario y debe tender a ejecutarse en forma de ciclos, estudiando para formarlos los intervalos de periodicidad adecuados a la intensidad del tránsito para algunas obras, como rastreos y bacheos, y de acuerdo con las estaciones meteorológicas del año si se trata de efectos atmosféricos, como las limpiezas y desazolves de cunetas y los desyerbes de acotamientos y taludes.

Es necesario entender claramente, que la conservación, más que un problema de economía, es un problema de muy alta técnica de Ingeniería, y por lo tanto los trabajos deben ejecutarse oportunamente, ya que de ello depende el que los gastos sean mínimos. Sin embargo, para ello es necesario contar con personal con experiencia, ya que sin ella o con personal negligente,

todos los sistemas, materiales y equipo que se empleen, por buenos que sean, tendrán como resultado despilfarros y trabajos defectuosos.

CONSERVACION DE CAMINOS PAVIMENTADOS.

El Ingeniero encargado de la conservación, deberá observar los siguientes puntos durante el recorrido:

- 1) Estado físico de la carpeta
- 2) Estado físico y funcionamiento del Drenaje
- 3) Limpia de acotamiento
- 4) Derecho de vía

1) ESTADO FISICO DE LA CARPETA;

Durante el recorrido, se deberá observar el estado de la carpeta, anotando los puntos en los cuales existen baches, asentamientos y terraplenes que no recibieron ningún tratamiento especial.

El bacheo debe llevarse a cabo cuando la superficie del pavimento presente puntos deteriorados o deformados y de carácter aislado. Deberá prestársele especial atención a

esta práctica en los comienzos de la primavera y el otoño .

Antes de iniciarse el bacheo es necesario, como práctica ingenieril, inspeccionar la zona afectada con el objeto de determinar la causa o causas originadoras de los deterioros y tomar entonces las providencias necesarias para evitar o reducir al mínimo, la repetición de las fallas.

En el caso que se encuentre un asentamiento (hundimiento) en algún tramo de la carpeta, se deberá observar y revisar detenidamente la zona adyacente, ya que dicho asentamiento puede ser producido por una filtración debida a un canal cercano, si así fuera deberá corregirse, ya sea zampeando el canal o retirándolo; también puede que sea debido a una falla en la construcción.

En determinadas ocasiones se ha observado, en los terraplenes que no recibieron ningún tratamiento especial en la compactación, siendo natural que se produzcan asentamientos, debido a la pérdida o aumento de humedad del material, el cual va sufriendo contracciones, o simplemente debido al aumento del tránsito.

2) ESTADO FISICO Y FUNCIONAMIENTO DEL DRENAJE:

La conservación del drenaje es de mucha importancia, por lo que debe hacerse la observación personalmente o encomendar el trabajo a una persona con los conocimientos suficientes en la materia.

En términos generales debe observarse en la siguiente forma:

- a) Si la obra es de tubo, observar las condiciones de entrada y salida, los muros de Cabeza y que no haya obstrucciones o taponamientos .
- b) Si es de bóveda, loza o puente, se observará que no existan erosiones cerca de la cimentación, las cuales se corregirán por pequeñas que sean.

Para la solución de cualquier erosión debe reconstruirse el zampeado y si no lo hay construyéndolo.

La época en que debe recorrerse el camino con más frecuencia, es la de lluvias, principalmente en caminos que atraviesan lomeríos fuertes o montañas, debi

do a que pueden existir derrumbes o deslaves, no permitiendo la circulación en dicha vía; si se trata de un derrumbe, - basta con sacar lo que se encuentra dentro del camino, pero en el caso de un deslave, debe observarse el motivo para or denar lo que más convenga para evitar deslaves futuros.

También es importante que las cunetas y contracunetas se encuentren en perfecto estado, pues de lo contrario el fun - cionamiento defectuoso de éstas puede provocar un deterio - ro en la corona del camino o en el talud del mismo.

3) LIMPIA DE ACOTAMIENTO:

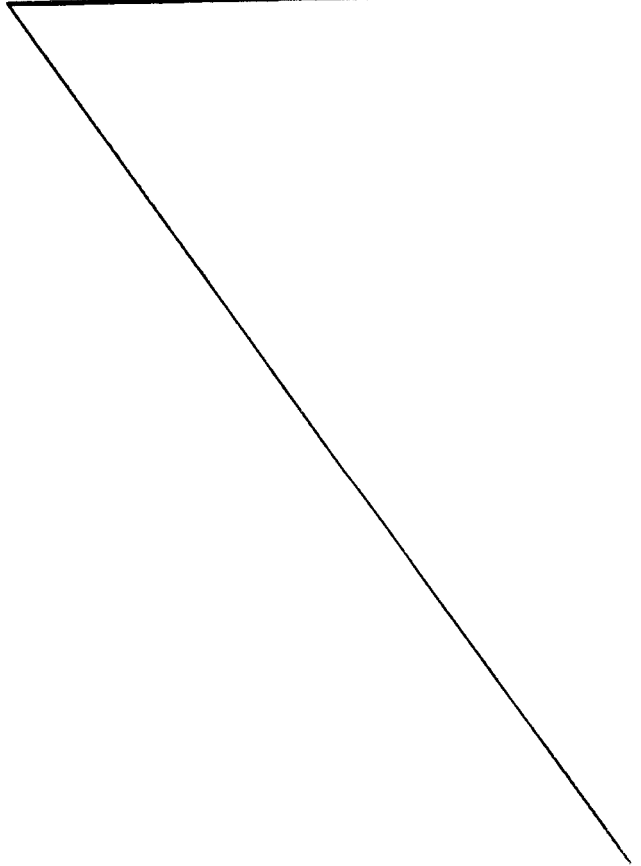
Es importante el dar al camino un aspecto agradable, por lo que es necesario mantener limpios los acotamientos.

4) DERECHO DE VIA:

La conservación del derecho de vía estriba en no permitir la construcción de casas habitación, cercas de piedra, alam - bradas y anuncios comerciales, dentro de la distancia espe - cificada por la Ley de derecho de vía que rige en el Esta - do de Querétaro, la cual marca 20 mts. , a cada lado del -

eje del camino como mínimo, pudiéndose ampliar según el volumen de tránsito.

CAPITULO VII



CONCLUSIONES:

Económico - Cultural - Todo camino que se construye implica - un cambio fundamental en la Economía de la zona y por lo tanto, en la Educación que es un factor económico. Por medio de la educación, el individuo debe prepararse para ir de acuerdo con el desarrollo y éste no se lograría si permaneciese estático ante el avance de la Industria y de la Cultura.

Técnico.- Por otro lado, el camino debe convertirse en promotor de la nueva economía y seguir el ritmo de solución económica; debe incrementar el interés por el mejoramiento de todos los aspectos de la vida introduciendo la Técnica.

Sociológico.- Ahora bien, un camino pone en contacto a los distintos elementos que constituyen una sociedad y dicho contacto -- la hace modificar, en todos aspectos, el modo de vida.

Agrícola - Ganadero - El camino, como se ha dicho, permitirá el desarrollo integral de la región. En Agricultura, incrementando los cultivos existentes y provocando la diversificación de ellos, además de introducir los métodos modernos de siembra y cosecha; en la Ganadería, introduciendo sementales para el mejoramiento -

de la raza.

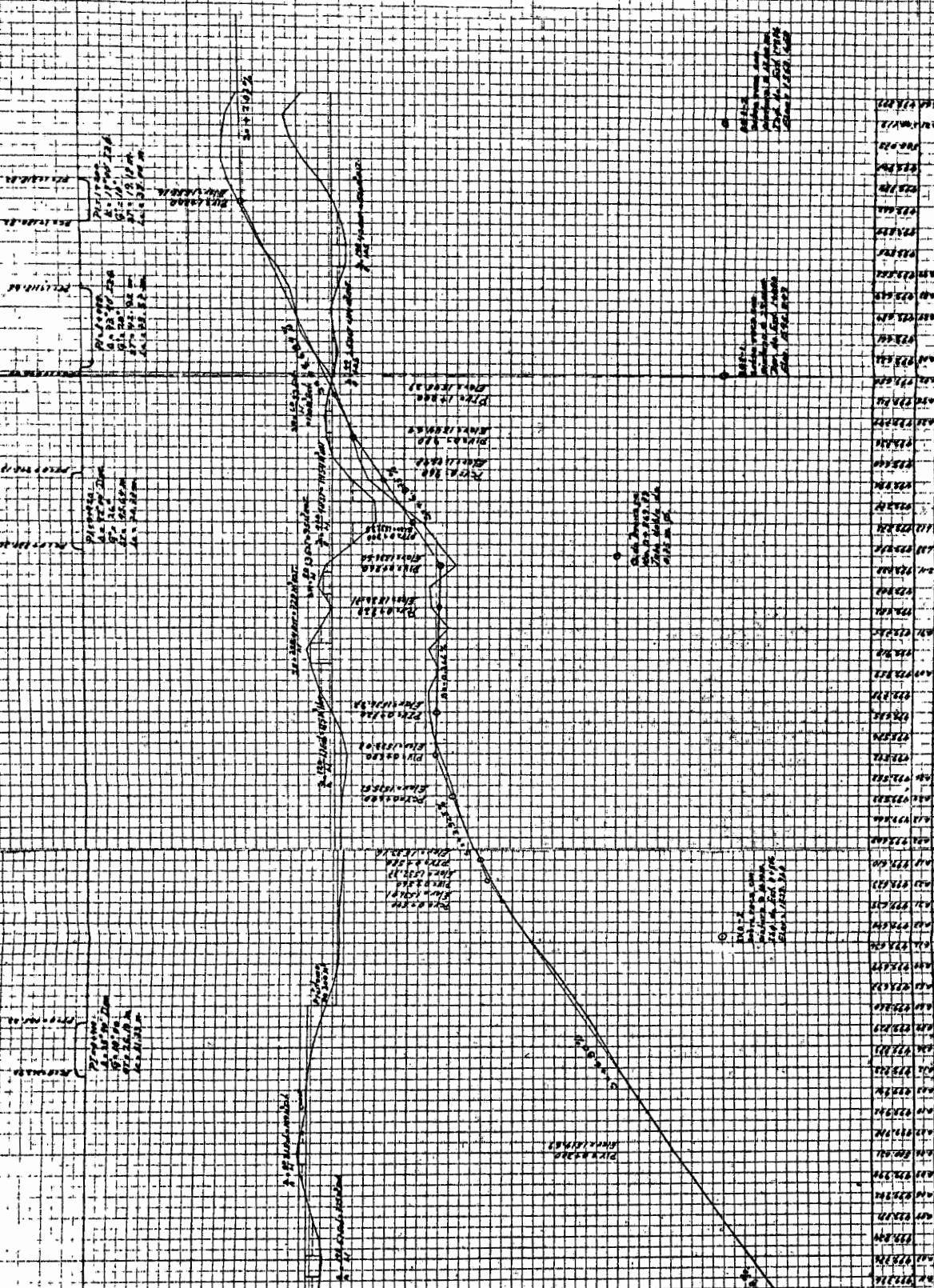
Industrial.- La industria resulta obviamente beneficiada al --
atraer a la región nuevos y más fuertes capitales que al establecerse
se darán fuentes de trabajo e ingresos a los habitantes.

CAPITULO VIII



BIBLIOGRAFIA.

- Camino.- Proyecto, Construcción, Conservación. Ing. Carlos Crespo Villalaz.
- Manual de Caminos Vecinales René Etcharren.
- Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras S. O. P. - 1970.
- Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras S. O. P. - 1971.
- Métodos Topográficos Ing. Ricardo Toscano
- Proyectos Tipo de Obras de Drenaje S. O. P.
- Revista S. O. P. Comunicaciones de América S. O. P. - 1972.



P.O. 1000
 4. 11. 1000 1000
 10. 10. 1000
 10. 10. 1000
 10. 10. 1000
 10. 10. 1000

P.O. 1001
 4. 11. 1001 1001
 10. 10. 1001
 10. 10. 1001
 10. 10. 1001

P.O. 1002
 4. 11. 1002 1002
 10. 10. 1002
 10. 10. 1002
 10. 10. 1002

P.O. 1003
 4. 11. 1003 1003
 10. 10. 1003
 10. 10. 1003
 10. 10. 1003

1000
 1001
 1002
 1003
 1004
 1005
 1006
 1007
 1008
 1009
 1010
 1011
 1012
 1013
 1014
 1015
 1016
 1017
 1018
 1019
 1020

1000
 1001
 1002
 1003
 1004
 1005
 1006
 1007
 1008
 1009
 1010
 1011
 1012
 1013
 1014
 1015
 1016
 1017
 1018
 1019
 1020

1000
 1001
 1002
 1003
 1004
 1005
 1006
 1007
 1008
 1009
 1010
 1011
 1012
 1013
 1014
 1015
 1016
 1017
 1018
 1019
 1020

1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
 ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
 CALCULO DE RASANTE Y CURVA MASA

De Km. 0+60

Origen del Trazo:

Número: _____

TANGENTE VERTICAL	CURVA VERTICAL CORRECCION			ELEVACION RASANTE	ESPEORES		ÁREAS		A ₁ + A ₂		SEMI DISTANCIA	VOLUMEN		COEFICIENTE ABUNDAMIENTO		VOLUMENES ABUNDADOS		SUMA ALGOS VOLUMENES	
					pendiente	cotas	pendiente	cotas	pendiente	cotas		pendiente	cotas	pendiente	cotas	pendiente	cotas	pendiente	cotas
S=-3.925%				1533.94	-	0.02	0.5	0.3	-	-	10.0								
	N N ² N			1534.73	-	0.13	0.3	0.8	0.8	1.1	"	8	11	1.10	-	9	11	-	-
PCV	1535.51	0	0	1535.51	-	0.24	-	1.8	0.3	2.6	"	3	26	"	-	3	26	-	2
	1536.29	1	1	1536.19	-	0.26	0.2	1.4	0.2	3.2	"	2	32	"	-	2	32	-	3
PIV	1537.08	2	2	1536.66	-	0.10	0.5	0.5	0.7	1.9	"	2	19	"	-	2	19	-	1
	1537.86	3	3	1536.92	0.44	-	4.0	-	4.5	0.5	"	45	5	"	-	49	5	44	
PTV	1538.63	4	4	1536.97	0.68	-	5.0	-	9.0	-	"	90	-	"	-	99	-	99	
S=-2.266%				1536.92	0.76	-	5.3	-	10.3	-	"	103	-	"	-	113	-	113	
"				1536.82	-	0.09	1.4	1.3	6.7	1.3	"	67	13	"	-	74	13	61	
"				1536.81	0.88	-	6.3	0.2	6.7	1.5	"	65	15	"	-	74	15	59	
	K=0.104			1536.76	-	0.91	0.6	12.6	5.9	12.8	"	59	128	"	-	65	128	-	1
PCV	1536.71	0	0	1536.71	0.72	-	6.0	-	6.6	12.6	"	66	126	"	-	73	126	-	1
	1536.65	1	1	1536.83	0.75	-	5.4	-	11.4	-	"	114	-	"	-	125	-	125	
PIV	1536.60	2	2	1537.32	-	2.21	-	12.8	5.4	12.8	"	54	128	"	-	59	128	-	6
	1536.56	3	3	1538.16	-	1.38	-	11.5	-	24.3	"	-	243	"	-	-	243	-	2
RTV	1536.50	4	4	1539.35	-	1.13	-	10.8	-	22.3	"	-	223	"	-	-	223	-	2
S=+6.875%				1540.73	1.12	-	10.3	-	10.3	10.8	"	103	108	"	-	113	108	5	
				1542.10	1.31	-	9.6	-	12.9	-	"	199	-	"	-	219	-	219	
PCV	1543.98	0	0	1543.98	0.81	-	5.3	-	14.9	-	"	149	-	"	-	164	-	164	
PIV	1544.64	1	1	1544.25	0.09	-	1.6	-	6.9	-	"	69	-	"	-	76	-	76	
PTV	1545.39	2	2	1545.79	-	0.27	0.5	1.5	2.1	1.5	"	21	15	"	-	23	15	8	
S=+2.689%				1546.73	-	0.95	0.2	2.5	0.7	4.0	"	7	40	"	-	8	40	-	3
"				1547.66	-	0.72	0.1	4.0	0.3	6.5	"	3	65	1.10	-	3	65	-	6
"				1548.60	-	0.08	1.8	0.8	1.9	4.8	"	19	48	1.05	-	20	48	-	2
"				1549.59	0.21	-	2.8	0.1	4.6	0.9	"	46	9	"	-	48	9	39	
"				1550.46	-	0.24	1.0	1.6	3.8	1.7	"	38	17	"	-	40	17	23	
"				1551.41	-	0.77	0.7	5.1	1.1	6.7	"	11	67	"	-	12	67	-	5
"				1552.35	-	0.49	0.4	3.1	0.5	8.2	"	5	82	"	-	5	82	-	7
"				1553.29	0.13	-	3.1	1.3	3.5	4.4	"	35	44	"	-	37	44	-	7
"				1554.22	0.31	-	3.3	0.5	6.4	1.8	"	64	18	"	-	67	18	49	
"				1555.03	0.38	-	3.7	-	7.0	0.5	"	70	5	"	-	73	5	68	
"				1555.82	0.86	-	2.9	-	11.6	-	"	116	-	"	-	122	-	122	
"				1556.79	1.04	-	7.6	-	15.5	-	"	155	-	"	-	163	-	163	