



ESPOL-CIB  
INVENTARIO FÍSICO

11 SEP 2018

POR: Liliana O

INVENTARIADO

POR: 29/11/2015

*Liliana*  
*15/12/12*

ESPOL-CIB  
INVENTARIO FÍSICO

17 SEP 2019

POR: [Signature]



T  
624.15  
VAle

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

**INGENIERIA CIVIL**

**Tema de Tesis:**

**“ DISEÑO DE LA VIA ESPOL – PROSPERINA ”**

**Elaborado por:**

Pedro Jorge Vallejo Calle  
Juan Francisco Garcés Vargas  
Carlos Francisco Sánchez Baquerizo

**Director:**

Ing. Julian Coronel Ramirez

**Guayaquil - Ecuador  
1998**

**AGRADECIMIENTO**



\*D-18709\*

**AL ING JULIAN CORONEL  
AL ING MIGUEL ANGEL CHAVEZ  
A LOS PROFESORES DE LA FICT**

**DEDICATORIA**

**A DIOS  
A NUESTROS PADRES  
A NUESTRA FAMILIA**

## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, nos corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la **ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL**”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL).

---

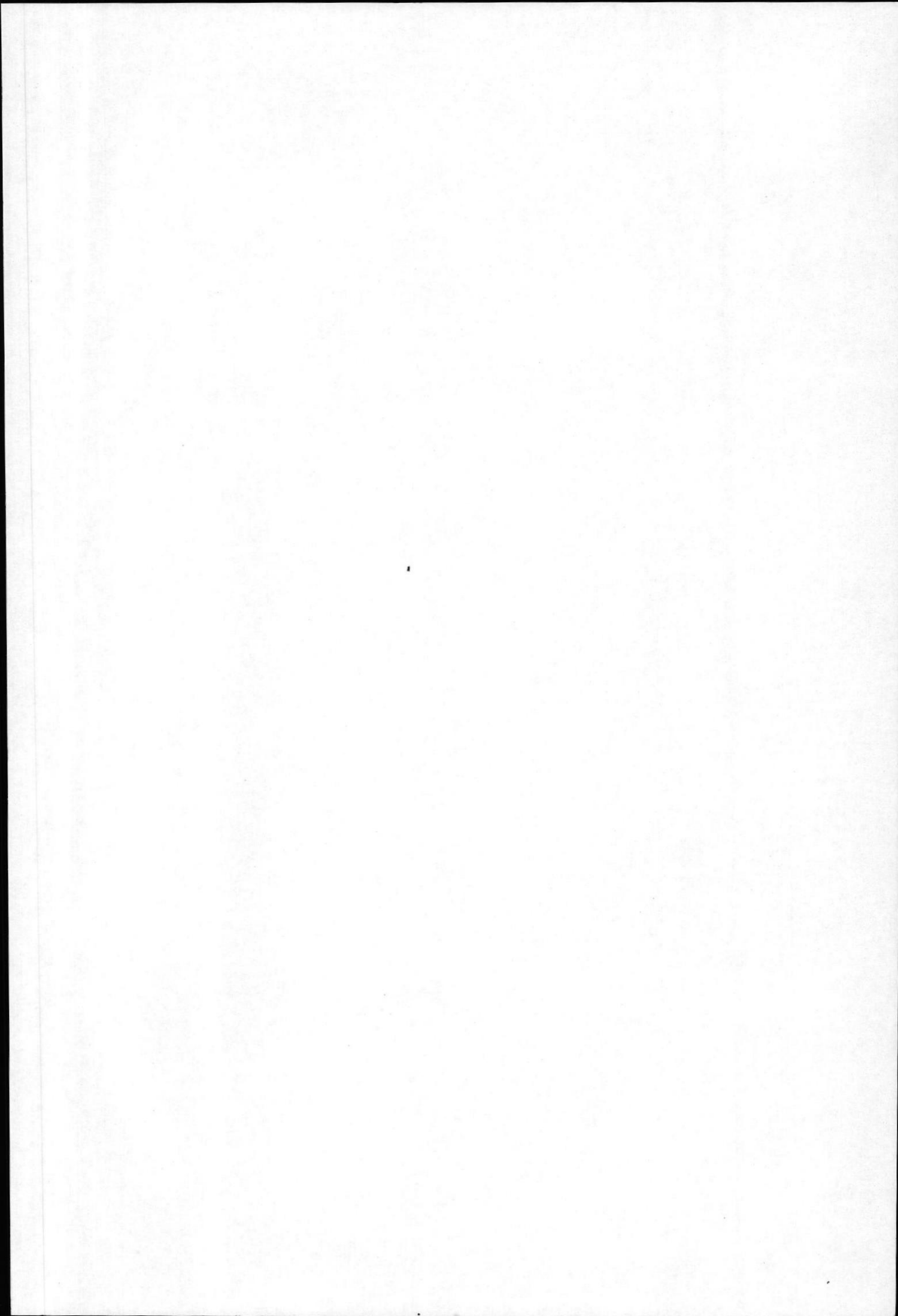
Pedro J. Vallejo Calle

---

Juan F. Garcés Vargas

---

Carlos F. Sánchez Baquerizo



## TRIBUNAL DE GRADO

Ing. MIGUEL ANGEL CHAVEZ MONCAYO  
Decano - FICT

-----

Ing. JULIAN CORONEL RAMIREZ  
Director de Tesis

-----

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Julian', written over a horizontal dashed line.

Ing. DAVID MATAMOROS  
Miembro del Tribunal

-----

Ing. EDUARDO SANTOS B.  
Miembro del Tribunal

-----

# INDICE

## CAPITULO 1

### JUSTIFICACION DEL PROYECTO 7

1.1 Ubicación geográfica del proyecto 7

1.2 Propósito del proyecto 7

1.3 Clasificación del camino 8

Cálculo del TPDA 11

## CAPITULO 2

### ESTUDIO PRELIMINAR 14

2.1 Estudio de la ruta 14

2.2 Reconocimiento de campo 14

2.3 Ruta seleccionada 14

2.4 Especificaciones de diseño 15

Velocidad de circulación 16

Distancia de visibilidad de parada 17

Distancia de visibilidad para rebasamiento de un vehículo 18

## CAPITULO 3

### DISEÑO DEFINITIVO 24

3.1 Trabajo de campo 24

3.2 Estudio de suelos y materiales 24

3.3 Estudio de drenaje 41

Método racional 42

Tiempo de concentración e intensidad de lluvia 44

Localización de las alcantarillas 47

Tipos de alcantarillas 47

Cunetas	48
Diseño de cunetas	51
Diseño de alcantarillas	57
3.4 Planos	58
3.5 Diseño Geométrico	59
Replanteo de curvas horizontales #1 y #2	65
Curva de transición	66
Cálculo de curvas espirales	70
Replanteo de curvas espirales y circular #3	72
Peralte	73
Radio mínimo de curvatura	77
Magnitud del peralte	81
Desarrollo del peralte	82
Cálculo del peralte	88
Sobreebanco	91
Diseño de sobreebanco	94
Curvas verticales	96
Curva vertical convexa	101
Curva vertical cóncava	103
Diseño de curvas verticales	105
3.6 Movimiento de tierra	111
Diagrama de masas	116
Distancia de acarreo libre	117
Distancia de sobrecarreo	117
Préstamos y desperdicios	117
Cálculo del diagrama de masas	119
Cálculo de volumen de perfiles transversales	121
Cuadro de factor de esponjamiento	143
Cuadro de volumen y distancia de sobrecarreo	143

## **CAPITULO 4**

<b>DISEÑO DE PAVIMENTO</b>	144
4.1 Pavimento	144
Proyecto de espesor del pavimento	147
Diseño de las juntas	159
Juntas longitudinales y juntas transversales	159
Efecto conjunto de las barras en las juntas transversales	162
Transferencia de carga a través de la junta	163
Longitud embebida de la barra	164
Esfuerzo de asentamiento provocado por las barras de acero en el hormigón	164
Barras de amarre	165
Procedimiento de diseño para juntas transversales	166
Procedimiento de diseño de juntas longitudinales	171

## **CAPITULO 5**

<b>PRESUPUESTO</b>	173
5.1 Equipos constructivos	173
5.2 Análisis de precios unitarios	174
5.3 Presupuesto	194
5.4 Cronograma	197
5.5 Recomendaciones generales	198

## R E S U M E N

El tema de esta tesis es el diseño de la vía que conectará a la E.S.P.O.L. con el distribuidor de tráfico de la Prosperina. Para la realización del diseño se necesita hacer trabajo de campo primero y luego trabajo de oficina.

El trabajo de campo consiste en el levantamiento de una faja topográfica amplia que se extiende entre los puntos de inicio y terminación del proyecto, a través del terreno que luego de inspecciones se consideró ofrece las mejores opciones de colocación del camino.

Con los datos obtenidos en el campo se dibuja la faja topográfica con curvas de nivel, y sobre este " terreno a escala " se procede en oficina al diseño del trazado del proyecto.

Una vez hecho el diseño definitivo de la vía se procedió a replantear las curvas con sus respectivos puntos de inicio y final de curva y sus referencias.

Teniendo los datos del terreno y proyecto se procedió a calcular el movimiento de tierra, determinándose volúmenes de corte, relleno, diagrama de masas y volumen de sobrecarreo, considerando una distancia de acarreo libre de 500 m, que es lo que utiliza el M.O.P.

Los análisis de suelos se efectuaron en puntos estratégicos a lo largo del terreno con lo cual se determinó la clasificación A.A.S.H.O. de los suelos a lo largo de la ruta así como la razón soporte de California ( C.B.R. ) que se empleó para correlacionar con el módulo de reacción de la sub-rasante (k), parámetro básico para el diseño del pavimento rígido.

Con los datos obtenidos del aforo de tráfico se calcula el T.P.D.A. y aplicando el método de la fatiga se procedió a diseñar el espesor del pavimento.

Finalmente, elaboró un presupuesto referencial del costo de la construcción de la vía, para lo cual se analizaron todos los precios unitarios de cada rubro.

## INTRODUCCION

Los caminos son, en primer lugar, un medio de transporte. Deben construirse para permitir y mantener adecuadamente el paso de los vehículos. Con el objeto de lograrlo, el diseño debe adoptar criterios de:

- seguridad ( cumplimiento de normas de diseño geométrico )
  
- resistencia ( buen diseño de pavimento )

Estos criterios proceden tanto de los conocimientos teóricos como de la experiencia, habiéndose establecido así ciertas normas generales que rigen los diseños de vías terrestres.

## **CAPITULO 1**

### **JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

#### ***1.1 UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PROYECTO***

La vía se encuentra ubicada entre el distribuidor de tráfico de la Prosperina y la garita principal de ingreso a la ESPOL, cuyas coordenadas son:

Distribuidor de tráfico de la Prosperina (inicio de vía):

Abscisa:	0+000
Norte:	9'763.501.76
Este :	617.344.58
Cota:	52.26

Garita de acceso a la ESPOL (fin de vía):

Abscisa:	1+275.19
Norte:	9'762.433.56
Este :	616.688.94
Cota:	85.72

#### ***1.2 PROPOSITO DEL PROYECTO***

Este proyecto tiene la finalidad de enlazar la vía principal de la ESPOL con el distribuidor de tráfico de la Prosperina el cual tiene ya construido un ramal para este propósito.

Tomando en cuenta el estudio de tráfico se puede observar que gran parte de los vehículos que ingresan a la Politécnica y a los colegios que se encuentran aledaños a la misma usarían esta vía. Además se descongestionaría el ingreso a la ESPOL al existir dos entradas. Esta vía la utilizarían

personas que vivan en el sector norte de la ciudad y que utilicen la vía de la Prosperina y aquellas que vivan en ciudadelas que estén ubicadas en la vía Samborondón - La Puntilla, Durán, Entre Ríos, etc.

### **1.3 CLASIFICACION DEL CAMINO**

Las carreteras o caminos se han clasificado de diferentes maneras en diferentes lugares del mundo ya sea con arreglo al fin que con ellas se persigue o por su transitabilidad.

La clasificación del camino se la realiza tomando en cuenta los siguientes aspectos:

Por su objetivo.-

Pueden ser caminos agrícolas, estratégicos, vías urbanas vías interprovinciales.

Caminos agrícolas.- son caminos baratos generalmente lastrados, pueden tener fuertes pendientes y generalmente se observa muchas curvas, porque generalmente se sigue el relieve del terreno natural.

Caminos estratégicos.- son caminos baratos y tienden con el tiempo a desaparecer.

Vías urbanas.- son las calles, vías que tienen posibilidades de parqueo.

Vías interprovinciales.- son caminos de buen ancho, buen alineamiento horizontal y vertical y tipo de calzada de buena a excelente.

Por su material.-

Pueden ser caminos de hormigón, lastrados, tierra o terreno natural.

Caminos de hormigón.- pueden ser de hormigón hidráulico, asfáltico o riego asfáltico.

Caminos lastrados.- (empedrados, con grava) son baratos, tienen mayor duración que un camino vecinal; en el costo influye el material que se explota y se lo acarrea desde el río que esté en la zona (piedra de canto rodado) o de la cantera más cercana.

Caminos de tierra o terreno natural.- son muy baratos, muy angostos y generalmente no se los puede utilizar en época de lluvias.

Por el tráfico.-

El M.O.P. ha establecido una clasificación para las vías de acuerdo al Tráfico Promedio Diario Anual ( T.P.D.A. ).

Para determinar el tipo de carretera a ser diseñada se debe de conocer el tráfico actual y sobre la base de este determinar el T.P.D.A.

El tráfico promedio diario anual es el número de vehículos que pasan en uno y otro sentido en un punto determinado del camino durante las 24 horas del día. Para determinar el T.P.D.A. es necesario conocer y determinar los siguientes tipos de tráfico:

Tráfico futuro.- se lo determina sobre la base del tráfico actual y los pronósticos deben hacerse en un período de 15 a 20 años.

Tráfico generado.- se lo determina por el número de viajes que se efectuarán si se realizarán las mejoras del tráfico y lo constituyen:

Viajes que no se efectuaron anteriormente.

Viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público.

Viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y que con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Tráfico desarrollado.- se produce por la incorporación de tráfico durante parte o todo el período de estudio, su efecto se considera a partir de la incorporación de la carretera al servicio.

Para la determinación de la tasa de crecimiento estudiantil se acudió a las oficinas del C.R.E.C.E. en donde con los datos de registros de los últimos seis años se determinó la tasa de crecimiento. Así mismo para la determinación del tráfico actual se procedió a realizar una encuesta de los posibles vehículos que utilizarían la vía.

AÑO	ESTUDIANTES	INCREMENTO	INDICE
1992	3142		
1993	3099	-43	-1,37
1994	3364	265	8,55
1995	3987	623	18,52
1996	4345	358	8,98
1997	4614	269	6,19
			40,87

$i = 8,17$

se escoge  $i = 8$

Se dispuso un período del proyecto de 20 años ( n ). Así con estos datos se procedió a calcular el T.P.D.A.:

**CALCULO DEL T.P.D.A**

$$TPDA = Tp + TD + Td + Tg$$

**Tráfico Actual ( TA ):**

$$TA = \frac{\text{Total de vehículos}}{\text{Tiempo}}$$

**Duración de la encuesta:** 5 días  
**Total de vehículos contados:** 1.353 vehículos

$$TA = 270,6$$

se escoge TA = 271 vehículos/día

$$Tp = TA * (1+i)^n$$

$$i = 0,08$$

$$n = 20 \text{ años}$$

$$Tp = 1261,26$$

se escoge Tp = 1261 vehículos

**Tráfico desarrollado ( TD ) :**

$$TD = TA * (1 + i)^{n-3} - TA$$

$$TD = 731,7$$

**se escoge TD = 732 vehículos**

**Tráfico desviado ( Td ) :**

$$Td = 0,20 * (Tp + TD)$$

$$Td = 398,6$$

**se escoge Td = 399 vehículos**

**Tráfico generado ( Tg ) :**

$$Tg = 0,25 * (Tp + TD)$$

$$Tg = 498,25$$

**se escoge Tg = 498 vehículos**

**Tráfico Promedio Diario Anual ( TPDA )**

$$TPDA = T_p + TD + T_d + T_g$$

**TPDA = 2890 vehículos**

## **CAPITULO 2**

### **ESTUDIO PRELIMINAR**

#### ***2.1 ESTUDIO DE LA RUTA***

Para disponer de información para establecer previamente las posibles rutas se acudió al departamento de planificación de la ESPOL el cual nos entregó un plano topográfico referencial con el cual se pudo, en oficina, planificar las distintas rutas alternativas para así proceder a realizar la exploración de rutas y reconocimiento de campo.

#### ***2.2 RECONOCIMIENTO DE CAMPO***

Una vez representadas las posibles rutas en las cartas geográficas se inicia propiamente el trabajo de campo con reconocimientos de las rutas alternativas, los cuales pueden ser: Aéreos, terrestres o una combinación de ambos.

El objeto del reconocimiento es el de examinar una zona del relieve terrestre con el propósito de obtener una idea de la forma del terreno así como también puntos importantes como quebradas, poblaciones, cerramientos, cauces de ríos y demás detalles.

Para el reconocimiento de campo se establecieron dos polígonos básicos colocando puntos a cada veinte metros y nivelándolos con nivelación cerrada ( ida y vuelta ) y obteniendo perfiles transversales a intervalos de veinte metros y a cincuenta metros a cada lado de los polígonos base.

#### ***2.3 RUTA SELECCIONADA***

Luego de realizar el reconocimiento de campo de cada una de las rutas se escogió la que presentaba menor sinuosidad a más de menor longitud y costo de construcción.

## 2.4 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

La clasificación de la carretera se hace en función del tráfico proyectado de acuerdo al siguiente cuadro de las normas de diseño geométrico de carreteras del M.O.P..

### CLASIFICACION DEL CAMINO SEGÚN EL T.P.D.A.

CLASE DE CARRETERA	TRAFICO PROYECTADO (T.P.D.A.)
R-I O R-II	más de 8000
1- orden	De 3000 – 8000
2- orden	De 1000 – 3000
3- orden	De 300 – 1000
4- orden	de 100 – 300
5- orden	Menos de 100

Del cuadro de anterior se puede observar que este caso corresponde a una carretera tipo 2, ya que el T.P.D.A. está entre 1000 y 3000.

Velocidad de diseño.- será la máxima velocidad a la cual los vehículos podrán circular con seguridad sobre la vía.

Dependiendo de este parámetro se pueden determinar los elementos geométricos tales como: diseño de curvas horizontales y verticales, peraltes, etc.

El siguiente cuadro da valores para obtener velocidades de diseño recomendables, en este caso, por ser el terreno demasiado accidentado ya que el promedio de sus pendientes es de 9 % se ha considerado para el diseño un terreno montañoso.

**VELOCIDAD DE DISEÑO**

CLASE DE CARRETERA	L	O	M
R-I O R-II	120	110	90
1- orden	110	100	80
2- orden	110	100	80
3- orden	100	80	60
4- orden	90	70	60
5- orden	70	60	50

LL= terreno llano

O = terreno ondulado

M = terreno montañoso

**Velocidad de circulación (Vc).** - es la velocidad real de un vehículo en determinada sección de la vía. La velocidad real del vehículo se halla dividiendo la distancia recorrida para su tiempo de circulación.

A medida que aumenta el volumen de tráfico la velocidad de circulación disminuye esto es debido a la interferencia creada entre los vehículos. Basados en este criterio se determina la velocidad promedio, siendo la velocidad promedio diaria muy diferente.

Con el valor de velocidad de circulación se calculan las distancias de visibilidad de parada y la distancia de visibilidad para rebasamiento, considerando un volumen de tráfico bajo e intermedio respectivamente.

Para un volumen de circulación bajo la velocidad de circulación es igual a:

$$V_c = 0.8 * V_d + 6.5$$

$V_d$ : velocidad de diseño en kilómetros por hora

Empleando  $V_d = 80$  Km/h; se obtiene:

$$V_c = 70.5 \text{ Km/h}$$

Y para un volumen de circulación intermedio ( TPDA entre 1000 y 3000) la velocidad de circulación es igual a:

$$V_c = 1.32 * V_d^{0.89}$$

Empleando  $V_d = 80$  Km/h; se obtiene:

$$V_c = 65.21 \text{ Km/h}$$

**Distancia de visibilidad de parada (d)** .- Es la mínima distancia requerida para detener un vehículo ya sea por restricciones en la línea horizontal o vertical y es igual a:

$$d = d_1 + d_2$$

siendo:

$d_1$ .-distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor divisa un objeto en la carretera a una distancia  $d_2$ , expresada en metros,

$d_2$ .-distancia necesaria recorrida para detener el vehículo completamente después de haberse aplicado los frenos, expresada en metros.

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción-acción será:

$$d_1 = 0.7 * V_c$$

Empleando  $V_c = 70.5 \text{ Km/h}$ ; se obtiene:

$$d_1 = 49.35 \text{ m}$$

$$d_2 = V_c^2 / (254 * f)$$

f: coeficiente de fricción entre la llanta y el pavimento, adimensional

de donde:

$$f = 1.15 / V_c^{0.3}$$

$$f = 0.32$$

reemplazando f en la ecuación para  $d_2$  se tiene:

$$d_2 = 61.15 \text{ m}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = 110.5 \text{ m}$$

**Distancia de visibilidad para rebasamiento de un vehículo (DR)** .- se determina en función de la longitud de carretera necesaria para efectuar la maniobra de rebasamiento en condiciones de seguridad. Esta distancia de visibilidad para rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias parciales que son:

$d_1$  = Distancia recorrida por un vehículo rebasante en el tiempo de percepción reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera, expresada en metros.

$d_2$  = Distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo que ocupa el carril izquierdo, expresada en metros.

## DISTANCIA DE REBASAMIENTO

Velocidad de diseño ( Vd )	Km/h 48-64	60-80	80-96	96-112
1.- Maniobra inicial				
a : aceleración Km/(h*seg)	2.24	2.29	2.35	2.4
t1: tiempo (seg)	3.6	4	4.3	4.5
V : Vel. Vehículo rebasante	57 - 70	66 - 82	82 - 93	93 - 99
2.- Ocupación de la otra vía				
t2: tiempo (seg)	9.3	10	10.7	11.3
3.- Vehículo en sentido contrario				
d3	$2*d2/3$	$2*d2/3$	$2*d2/3$	$2*d2/3$
4.- Dist. Entre vehículos contrarios				
d4	30	68.5	86	90

V= 82 Km/h  
 t1= 4 seg  
 m= 16 Km/h  
 a= 2.29 Km/(h\*seg)  
 t2= 10 seg

$$d1 = 0.14*t1*(2*V-2*m+a*t1)$$

$$d1 = 79.0496 \text{ m}$$

$$d2 = 0.28*V*t2$$

$$d2 = 229.6 \text{ m}$$

$$d3 = 2*d2/3$$

$$d3 = 153.07 \text{ m}$$

$$d4 = 72.4 \text{ m}$$

$$DR = 534.12$$

Donde:

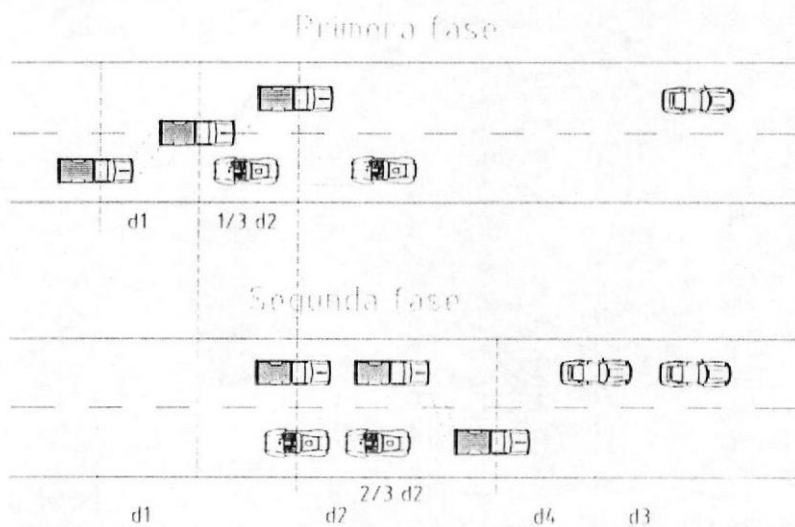
$t_1$  = Tiempo de maniobra inicial, expresado en segundos

$t_2$  = Tiempo durante el cuál el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo, expresado en segundos.

$V$  = Velocidad promedio del vehículo rebasante, expresado en kilómetros por hora.

$m$  = Diferencia de velocidad entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresado en kilómetros por hora. Esta diferencia se la considera igual a 16 Km/h como promedio.

$a$  = Aceleración promedio del vehículo rebasante, expresado en kilómetros por hora y por segundo.



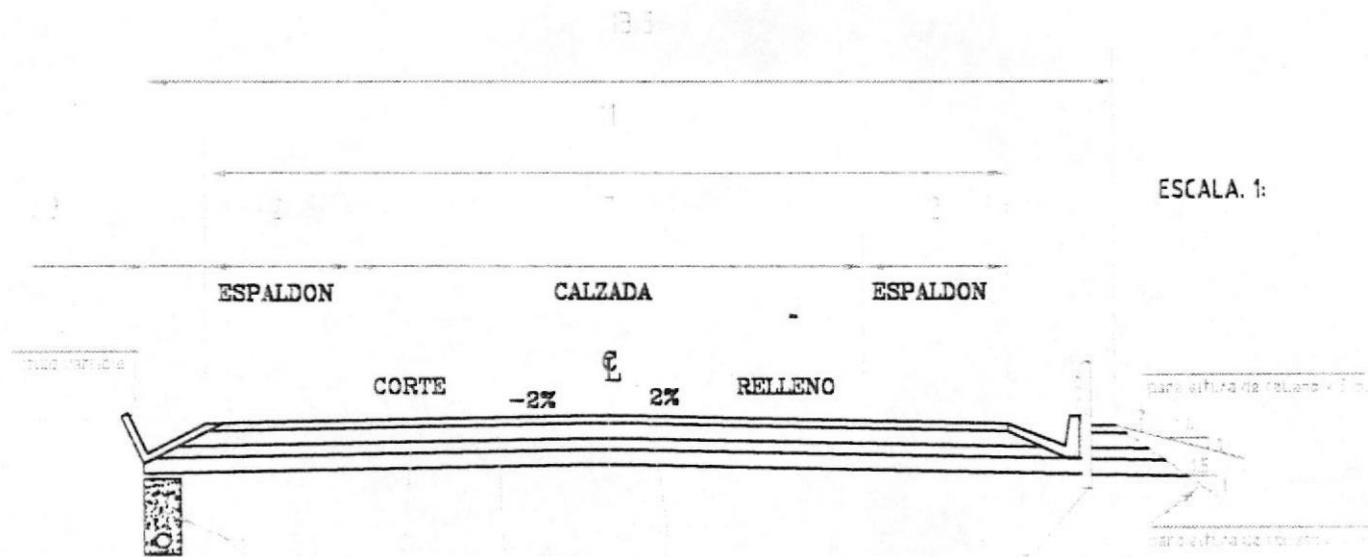
### RADIOS MINIMOS PARA NO UTILIZAR ESPIRALES

40	60
50	100
60	150
70	210
80	350
90	450
100	550
110	680

### GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMOS

CLASE DE CARRETERA	VALORES RECOMENDABLES		
	LL	O	M
I	3	4	6
II	3	4	6
III	3	5	7
IV	4	6	8
V	4	6	8

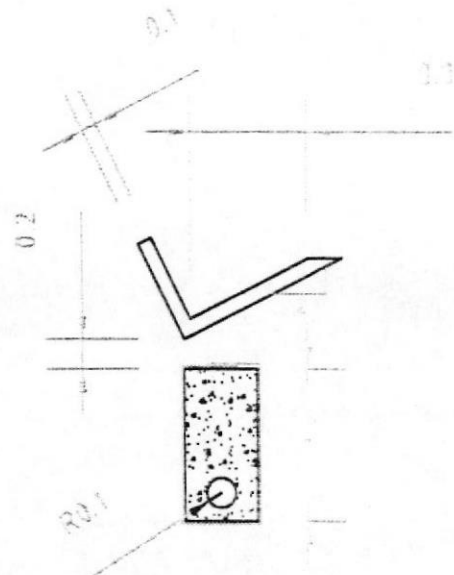
## SECCION TIPICA PARA TERRENO MONTAÑOSO



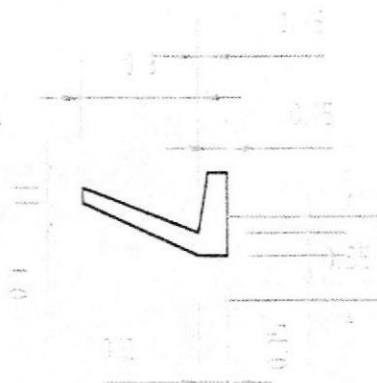
### LEYENDA

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1.- Mejoramiento de sub-base (M.S.) | 5.- Subdrenaje, tubería de hormigón (20 cm diám) perforada, material de filtro., geotextil. |
| 2.- Sub-base (S.B.)                 | 6.- Cuneta revestida con hormigón clase "B" ( $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ )                 |
| 3.- Base (B)                        | 7.- Guarda camino tipo viga (en curvas horizontales cerradas)                               |
| 4.- Capa de rodadura (C.R.)         |   |

ESCALA: 1:



Detalle de cuneta en corte



ESCALA 1:

Detalle de cuneta en relleno

## **CAPITULO 3**

### **DISEÑO DEFINITIVO**

#### ***3.1 TRABAJO DE CAMPO***

Luego de seleccionar la ruta sobre la base de menor longitud, menor movimiento de tierra y menor costo consecuente se procedió a realizar la topografía del terreno para lo cual se emplearon los siguientes implementos:

Un teodolito Wild T-2

Un distanciómetro

Un prisma

Una cinta

Un combo

Cuatro machetes

Un tarro de pintura

Personal utilizado:

Cuatro macheteros

Un cadenero

Un operador

Un apuntador

#### ***3.2 ESTUDIO DE SUELOS Y MATERIALES***

Para el análisis de suelos y materiales y luego de establecer el eje definitivo del proyecto y la sub-rasante; se hicieron cuatro calicatas, una cada 400 metros de 1 metro de profundidad.

En el material expuesto a dos profundidades diferentes se hicieron ensayos de densidad relativa de campo, y se obtuvieron muestras en fundas plásticas pequeñas para hacer ensayos de clasificación (granulometría y límites de consistencia), y muestras voluminosas para realizar ensayos de humedad-densidad (Proctor) y de razón de soporte de California (C.B.R.).

**Densidad de campo.-** es obtenida mediante la relación peso sobre volumen ocupado por ese peso.

**Granulometría.-** para obtener la distribución granulométrica de un material, se separan los diferentes tamaños utilizando el proceso de tamizado para tamaños de gránulos mayores que 0.07 mm. Y el proceso de sedimentación para tamaños que pasan el tamiz 200.

**Límites de consistencia.-** se entiende por consistencia el grado de cohesión de las partículas de suelo limoso y /o arcilloso.

La cohesión de los suelos aumenta al disminuir la humedad y su consistencia depende del estado (líquido, plástico, semisólido o sólido) en que lo mantenga su contenido de humedad. Los puntos de transición de un estado a otro fueron fijados por Atterberg; los cuales fueron establecidos de la siguiente manera:

Estado líquido

Límite líquido

Estado plástico

Límite plástico

Estado semisólido

Límite de contracción

Estado sólido

Los límites de consistencia o también llamados límites de Atterberg, tienen gran importancia, ya que el conocimiento de sus valores completa la clasificación de los suelos y se puede tener idea cierta de características tales como compresibilidad y resistencia al corte en estado saturado que permiten prever problemas potenciales y posibles soluciones.

**Relación humedad-densidad.-** Existen varios métodos para determinar la humedad óptima y la densidad máxima de un suelo. Los métodos dinámicos utilizan cargas dinámicas aplicadas mediante martillos, mientras que los métodos estáticos utilizan cargas estáticas aplicadas mediante prensas hidráulicas. Los métodos hidráulicos más empleados en la actualidad son los estandarizados por la AASHO, y son el AASHO STANDARD T - 99 (Proctor standard) y el AASHO STANDARD T - 180 (Proctor modificado).

Método standard T - 180.- también llamado proctor modificado; consiste en determinar la relación humedad-densidad de un suelo empleando un molde de 6 '' de diámetro, con un collarín superpuesto, un martillo de 10 libras y una altura de caída de 18 '', compactando al material en cinco capas.

**CBR.-** en este ensayo se establece una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte como base de sustentación para pavimentos flexibles. Si bien este método es empírico, se basa en trabajos de investigaciones de laboratorios de ensayos de suelos, y en el terreno por lo que se considera un procedimiento práctico bastante aceptable, aun cuando este método de evaluación de los materiales está cayendo en desuso.

Dado que el comportamiento de los suelos varía de acuerdo con su tipo de alteración, y granulometría, el procedimiento a seguir varía en cada caso.

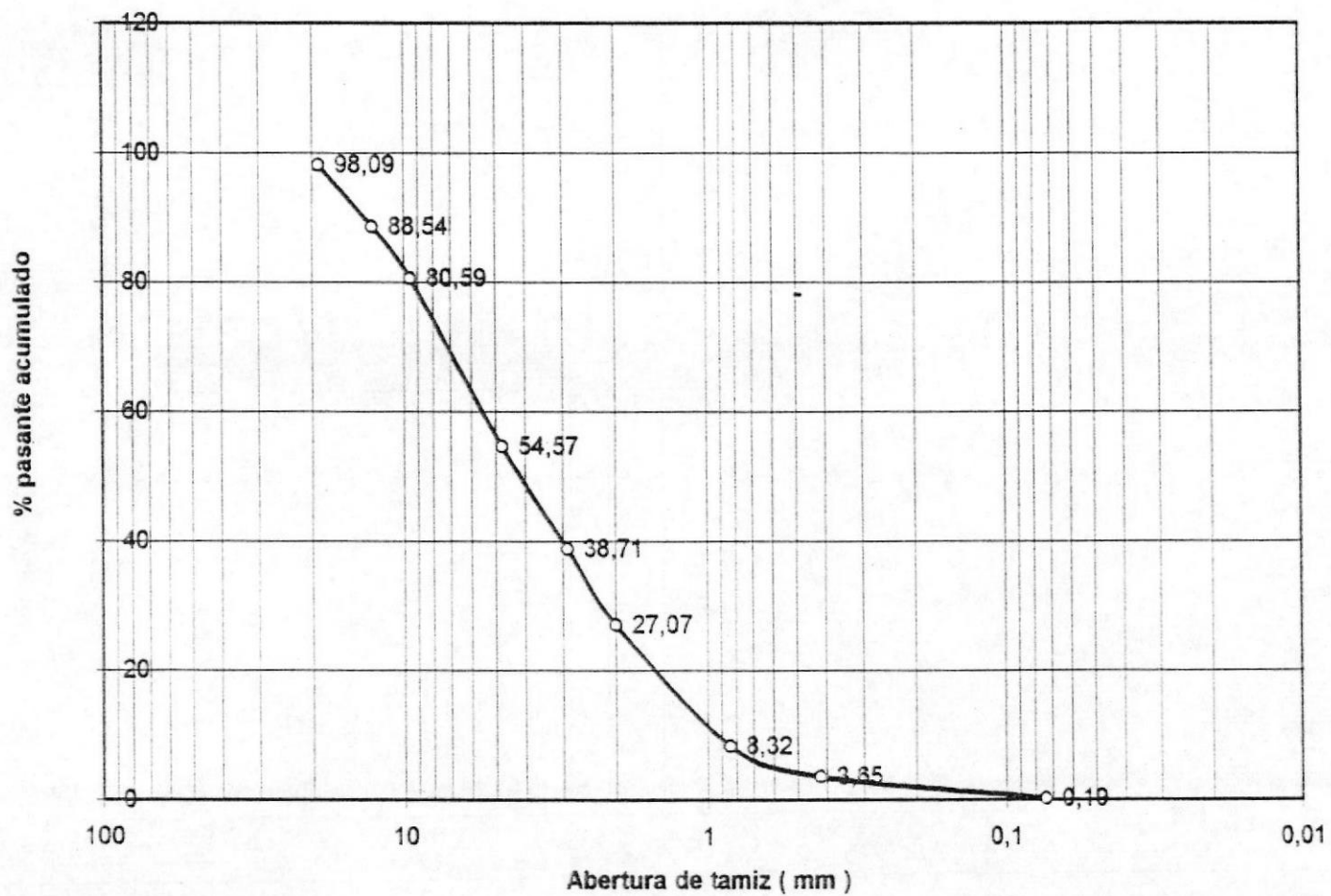
1.- Determinación de suelos perturbados y remoldeado.

### ANALISIS GRANULOMETRICO

MUESTRA:	1	FECHA:	9/12/97
FUENTE DEL MATERIAL:	ESPOL	MATERIAL:	ARENA GRUESA
PROFUNDIDAD:	80 cm	ESTACION:	0+100

Tamiz	Peso retenido Parcial	Peso retenido Acumulado	% retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
2 1/2"	482,90	482,90	8,68	91,32
2"	570,80	1053,70	18,95	81,05
1 1/2"	1260,10	2313,80	41,61	58,39
1"	1638,60	3952,40	71,07	28,93
1/2"	1152,70	5105,10	91,79	8,21
3/8"	221,60	5326,70	95,78	4,22
No 4	137,10	5463,80	98,25	1,75
No 10	52,40	5516,20	99,19	0,81
No 40	32,10	5548,30	99,77	0,23
No 200	11,00	5559,30	99,96	0,04
<b>Fondo</b>	<b>2,00</b>	<b>5561,30</b>	<b>100,00</b>	<b>0,00</b>

### CURVA GRANULOMETRICA

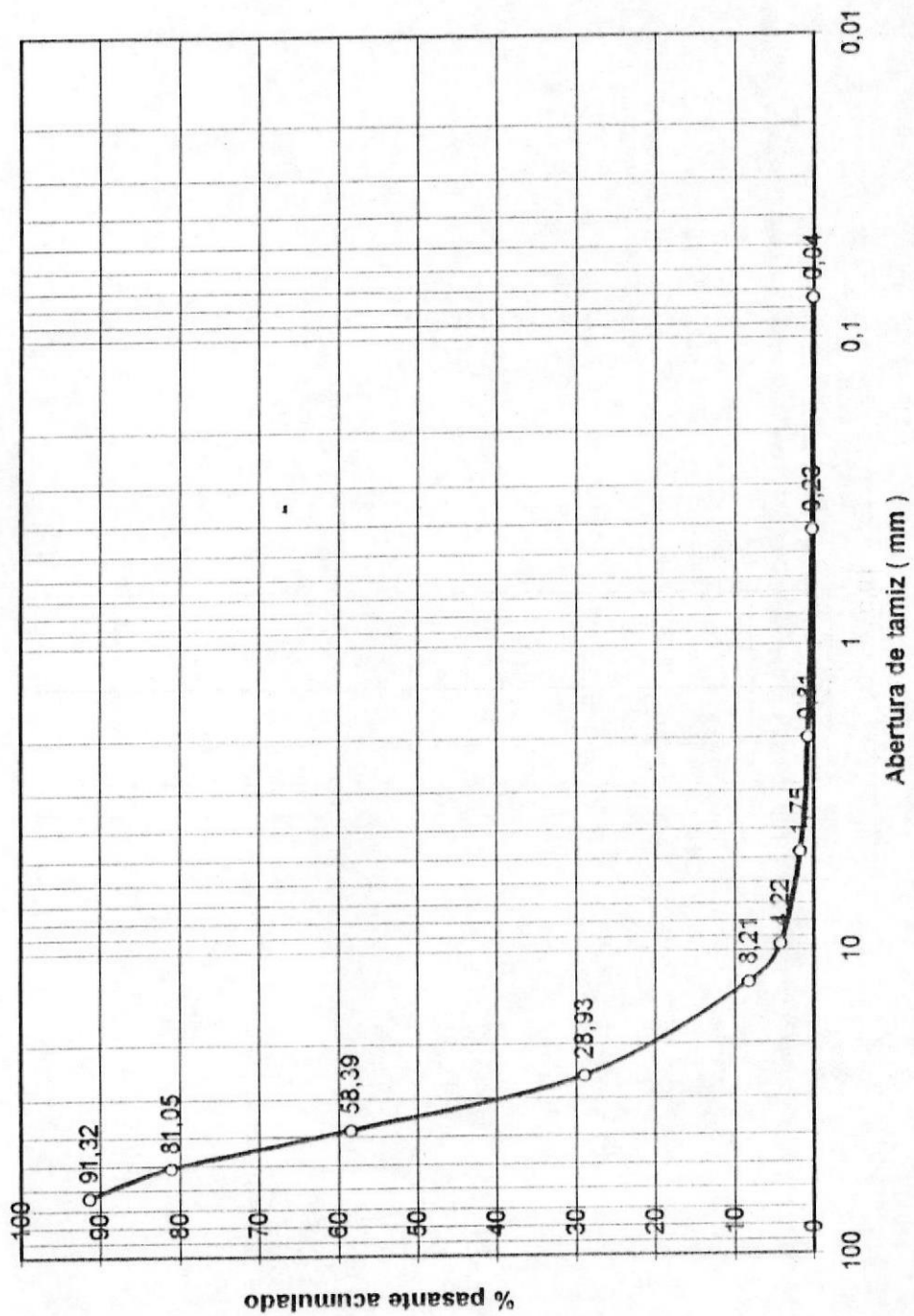


### ANALISIS GRANULOMETRICO

MUESTRA:	1	FECHA:	9/12/97
FUENTE DEL MATERIAL:	ESPOL	MATERIAL:	ARENA GRUESA
PROFUNDIDAD:	80 cm	ESTACION:	0+500

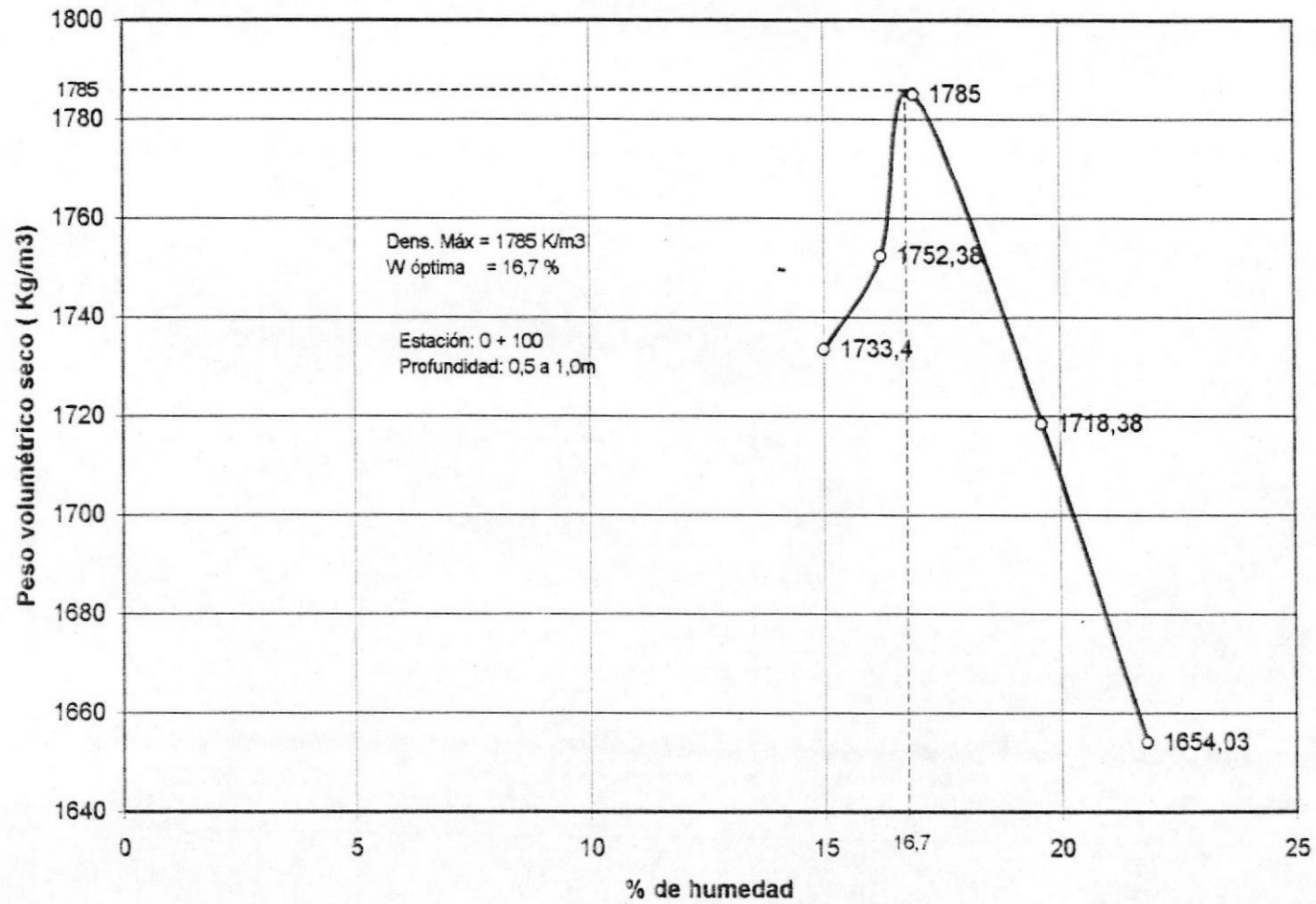
Tamiz	Peso retenido Parcial	Peso retenido Acumulado	% retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
3/4"	111,30	111,30	1,91	98,09
1/2"	557,10	668,40	11,46	88,54
3/8"	463,90	1132,30	19,41	80,59
No 4	1517,90	2650,20	45,43	54,57
No 8	925,20	3575,40	61,29	38,71
No 10	679,00	4254,40	72,93	27,07
No 20	1093,60	5348,00	91,68	8,32
<b>No 40</b>	<b>272,50</b>	<b>5620,50</b>	<b>96,35</b>	<b>3,65</b>
<b>No 200</b>	<b>201,60</b>	<b>5822,10</b>	<b>99,81</b>	<b>0,19</b>
<b>Fondo</b>	<b>0,00</b>	<b>5833,10</b>	<b>100,00</b>	<b>0,00</b>

### CURVA GRANULOMETRICA





### PROCTOR



## **ENSAYO DE LIMITES**

### **LIMITE LIQUIDO**

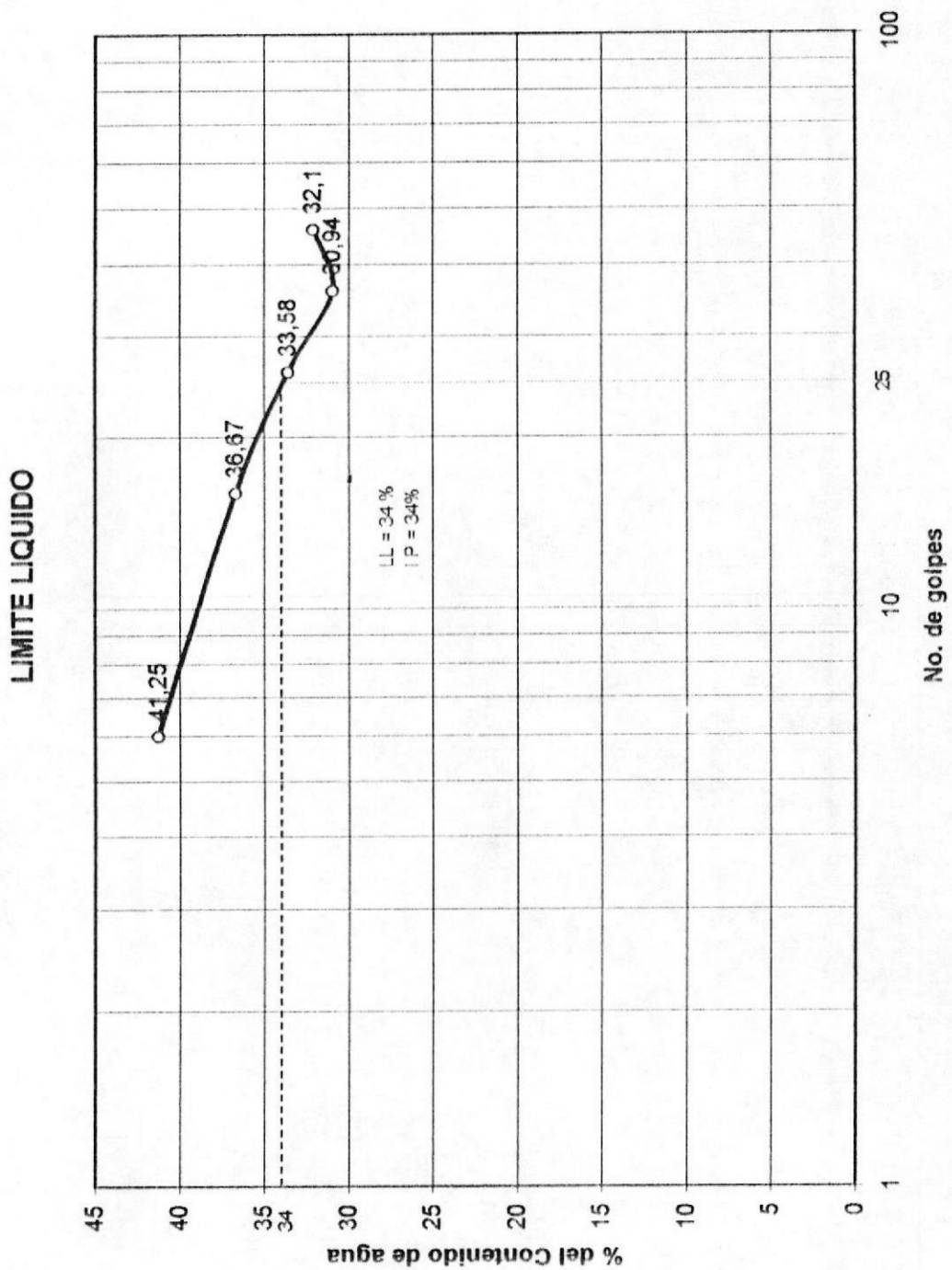
PROYECTO: tesis

FUENTE DEL MATERIAL: Espol

FECHA: 12/13/97

TIPO DE MATERIAL: arena gruesa

<b>No de recipientes</b>	<b>79,00</b>	<b>98,00</b>	<b>112,00</b>	<b>129,00</b>	<b>507,00</b>
<b>No de golpes</b>	<b>6,00</b>	<b>16,00</b>	<b>26,00</b>	<b>36,00</b>	<b>46,00</b>
<b>Peso Muestra + Recip. (humed)</b>	<b>17,50</b>	<b>14,60</b>	<b>18,90</b>	<b>18,00</b>	<b>28,00</b>
<b>Peso Muestra + Recip. (seco)</b>	<b>14,20</b>	<b>12,40</b>	<b>15,70</b>	<b>15,20</b>	<b>26,00</b>
<b>Peso Agua</b>	<b>3,30</b>	<b>2,20</b>	<b>3,20</b>	<b>2,80</b>	<b>2,00</b>
<b>Peso de recipiente</b>	<b>6,20</b>	<b>6,40</b>	<b>6,17</b>	<b>6,15</b>	<b>19,77</b>
<b>Peso Suelo Seco</b>	<b>8,00</b>	<b>6,00</b>	<b>9,53</b>	<b>9,05</b>	<b>6,23</b>
<b>Contenido de Agua %</b>	<b>41,25</b>	<b>36,67</b>	<b>33,58</b>	<b>30,94</b>	<b>32,10</b>



CALCULO DEL C.B.R				
Proyecto: Tesis		Fecha:		13/11/97
Localizac ESPOL		Muestra:		1
No golpes:		56		
Penetración	Penetración	Cargas de penetración (lb)	de penetración (lb/pul)	C.B.R. %
0,05 "	4,50	141,06	47,02	
0,10"	10,00	194,56	64,85	6,49
0,15"	18,00	272,38	90,79	
0,20"	26,00	350,21	116,74	<u>7,78</u>
0,30"	47,00	554,50	184,83	
0,40"	72,00	797,70	265,90	
0,50"	104,00	1027,98	342,66	

CALCULO DEL C.B.R				
Proyecto: Tesis		Fecha:		13/11/97
Localización: ESPOL		Muestra:		2
No golpes:		25		
Penetración	Penetración	Cargas de penetración (lb)	de penetración (lb/pul)	C.B.R. %
0,05 "	4,50	93,15	31,05	
0,10"	10,00	120,87	40,29	4,03
0,15"	18,00	158,28	52,76	
0,20"	26,00	225,45	75,15	<u>5,01</u>
0,30"	47,00	374,46	124,82	
0,40"	72,00	637,44	212,48	
0,50"	104,00	822,12	274,04	

CALCULO DEL C.B.R				
Proyecto: Tesis		Fecha: 13/11/97		
Localización: ESPOL		Muestra: 3		
No golpes: 12				
Penetración	Penetración	Cargas de penetración (lb)	de penetración (lb/pul)	C.B.R. %
0,05 "	4,50	44,88	14,96	
0,10"	10,00	68,34	22,78	2,28
0,15"	18,00	97,38	32,46	
0,20"	26,00	172,29	57,43	<u>3,83</u>
0,30"	47,00	294,45	98,15	
0,40"	72,00	480,81	160,27	
0,50"	104,00	604,32	201,44	

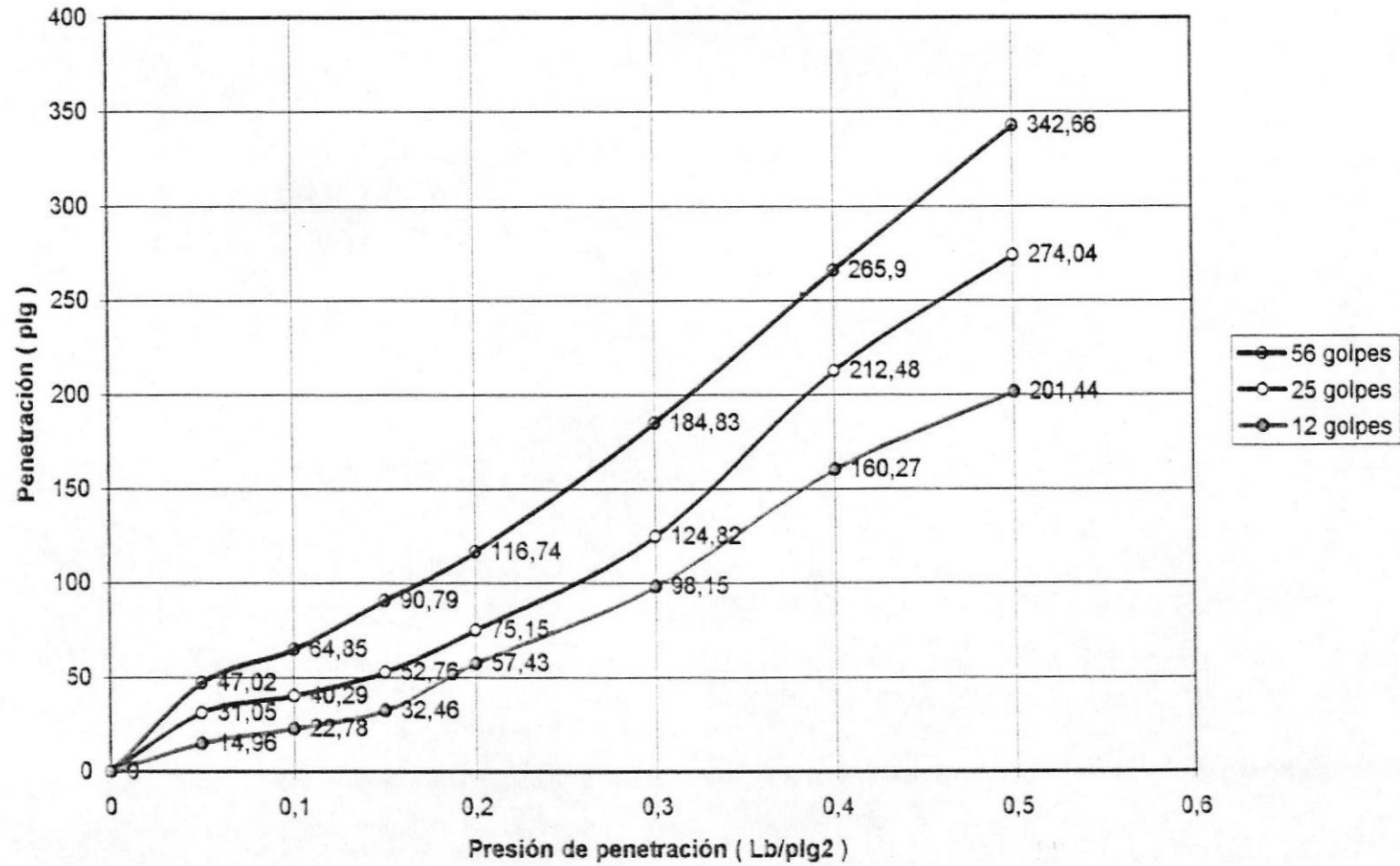
## ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

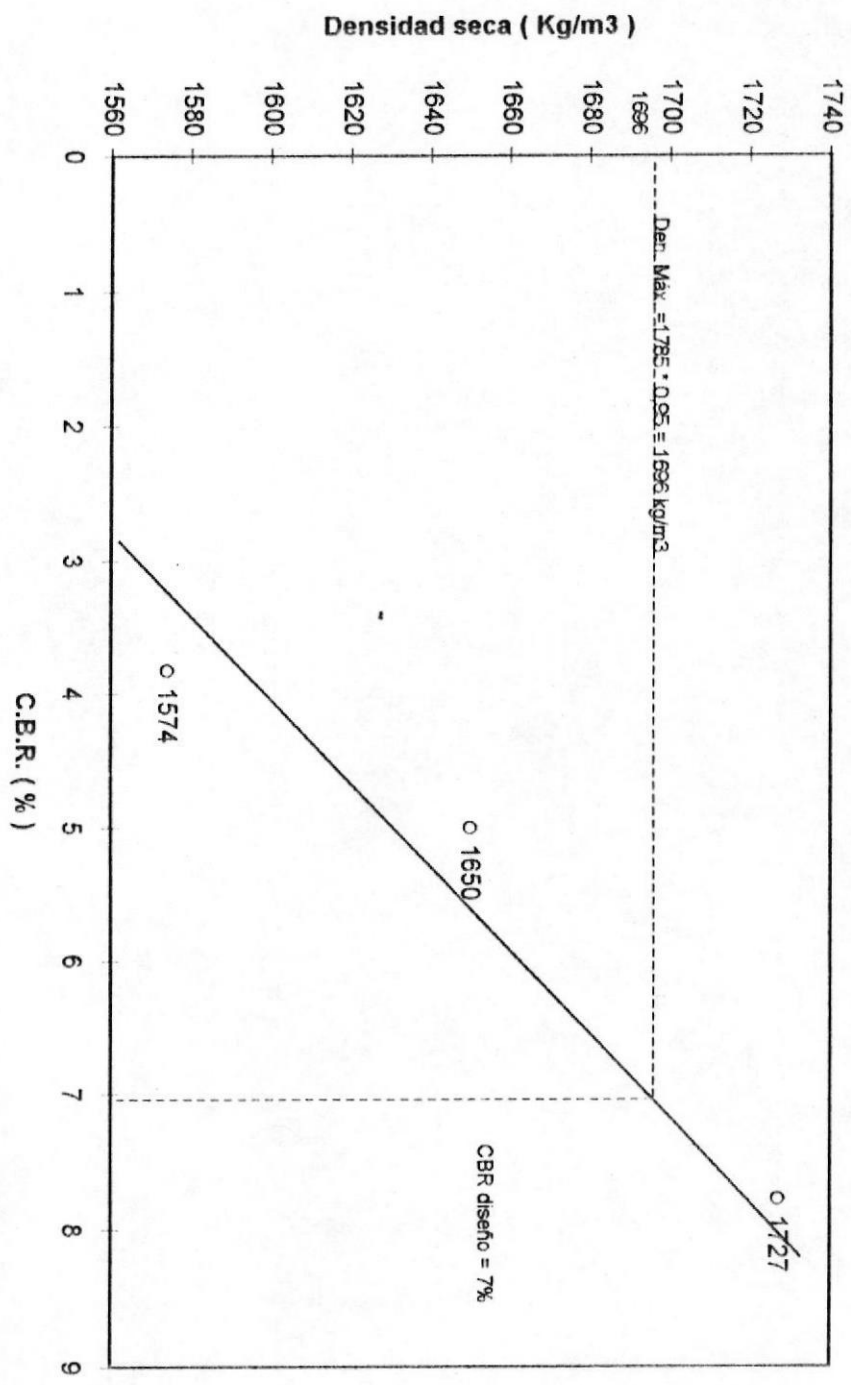
### C.B.R.

#### PROYECTO: Tesis

No. De capas	5	5	5	5
No. De golpes por capa	56	25	12	12
Peso muestra húmeda + molde gr	12497,9	12294,1	12088,4	12088,4
Peso de molde gr	8041	8041	8041	8041
Peso muestra húmeda gr	4456,9	4253,1	4047,4	4047,4
Volúmen del molde m <sup>3</sup>	0,002142	0,002142	0,002142	0,002142
Densidad húmeda kg/m <sup>3</sup>	2080,7	1985,6	1889,6	1889,6
No. De la tara	100	186	46	46
Peso muestra húmeda + tara gr	122,8	148,6	134,9	134,9
Peso muestra seca + tara gr	104,0	125,2	114,5	114,5
Peso del agua gr	18,8	23,4	20,4	20,4
Peso de la tara gr	12,2	10,0	12,7	12,7
Peso muestra seca gr	91,8	115,2	101,8	101,8
Contenido de humedad %	17	16,9	16,7	16,7
Densidad seca kg/m <sup>3</sup>	1727	1650	1574	1574

### C.B.R.





- a) Gravas y arenas.
- b) Suelos cohesivos, poco plásticos y poco o nada expansivos.
- c) Suelo cohesivos y expansivos.

2.- Determinación del CBR de suelos inalterados.

3.- Determinación del CBR en sitio.

El procedimiento primero es el más utilizado y requiere un mayor control en el laboratorio. El ensayo en si consta de fases claramente diferenciadas: expansión y penetración del material.

### **3.3 ESTUDIO DE DRENAJE**

El Drenaje es un factor muy importante y de gran trascendencia en el diseño de toda carretera, tanto para su estabilidad como para su conservación.

El estudio de drenaje comprende dos aspectos fundamentales:

1.- El drenaje superficial del agua que se escurre sobre el terreno del camino, sea que provenga directamente de la lluvia, de cauces naturales o de aguas almacenadas.

2.- La interceptación y control del agua subterránea que fluye lateralmente bajo la influencia de la gravedad o que se eleva verticalmente por efecto de la capilaridad, afectando a la estructura de la carretera.

Drenaje superficial.- Corresponde a lo relacionado con cunetas de coronación, cunetas de plano, canales, alcantarillas y puentes, y una vez que se ha localizado la carretera, hay que considerar dos aspectos básicos como son:

a) Hidrología: Estimación de los caudales máximos de escurrimiento que se deben drenar.

b) Diseño hidráulico: Selección de los tipos y tamaños de la estructura, drenaje para servir en los escurrimientos estimados sin que ocurran problemas de socavación o embalsamiento.

#### **Método racional**

Para el diseño de las estructuras de drenajes menores, es necesario determinar el caudal de escurrimiento del agua en su respectiva cuenca, usando los registros de caudales cuando estos existen, o en su lugar la fórmula empírica que corresponde al método racional la cual es aplicable hasta superficies de 50 Ha y viene dada por la fórmula:

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

De donde:

Q = caudal expresado en metros cúbicos por segundo.

C = coeficiente de escurrimiento que expresa la relación existente entre la cantidad de agua que corre sobre el terreno y la que cae sobre él, es decir el porcentaje de impermeabilidad del área.

I = intensidad máxima de precipitación fluvial que puede caer sobre toda la cuenca durante el tiempo de concentración, expresada en milímetros por hora.

A = área de la cuenca aguas arriba del sitio en que estará ubicada la estructura de drenaje propuesta, expresada en hectáreas.

En el siguiente cuadro se puede apreciar el coeficiente C para diferentes tipos de terrenos.

#### VALORES DE ESCURRIMIENTO PARA USO EN LA FORMULA RACIONAL

TIPO DE SUPERFICIE	COEFICIENTE DE ESCURRIMIENTO
SUPERFICIES PAVIMENTADAS	0,85 - 0,90
SUPERFICIES DE GRAVA Y MACADAM	0,35 - 0,70
TIERRA DESNUDA Y LIGERAMENTE PERMEABLE	0,50 - 0,85
TIERRA CON HIERBA LIGERAMENTE PERMEABLE	0,30 - 0,75
TIERRA DESNUDA MODERADAMENTE PERMEABLE	0,25 - 0,50
TIERRA CON CESPED MODERADAMENTE PERMEABLE	0,00 - 0,20

Valores válidos para pendientes que varían entre 0.5 y 2 por ciento.

A pesar de lo anterior los autores W.C. Hoar y H. G. Mc. Gee, sugieren las siguientes fórmulas para la determinación del coeficiente C:

Para superficies impermeables:

$$C = \frac{T}{8 + T}$$

Para superficies permeables:

$$C = \frac{0.3 * T}{20 + T}$$

Donde T es la duración de la lluvia expresada en minutos.

### **Tiempo de concentración e intensidad de lluvia**

El tiempo de concentración es aquel necesario para que una partícula de agua de la parte más alejada de la zona drenada alcance la entrada de la estructura de drenaje. El máximo caudal a tener en cuenta, se producirá cuando la precipitación fluvial haya continuado durante un período de igual tiempo al de la concentración, ya que en este todos los puntos de la cuenca estarán contribuyendo simultáneamente a engrosar el caudal a través de la estructura de drenaje, por lo tanto el tiempo de concentración se determinará en base a

la distancia desde la parte más alejada de la zona drenada hasta la estructura ya además en relación con la velocidad de fluencia o de agua superficial.

Según el autor Mead, esta velocidad de fluencia o de escurrimiento varía de 1.5 a 4.5 metros por minuto para superficies con césped y de 6 a 15 metros por minuto para superficies pavimentadas y para pendientes medias comprendidas entre 0.5 y 2 por ciento, siendo necesario para mayores pendientes estimar la velocidad correspondiente. El tiempo de concentración ( $T_c$ ) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$T_c = \frac{L}{V_e}$$

$T_c$  = tiempo de concentración expresado en minutos.

$L$  = Longitud del área drenada expresada en metros.

$V_e$  = Velocidad de escurrimiento en metros por minuto.

Luego se calcula la intensidad de lluvia de acuerdo a la ecuación pluviométrica de la zona.

Para el caso de Guayaquil:

$$i = \frac{269}{T_c^{0.42}}$$

$i$  = intensidad de lluvia expresada en milímetros por hora.

$T_c$  = tiempo de concentración expresado en minutos.

Que en este caso es sólo referencial porque se ha empleado una intensidad de lluvia de 20 milímetros por hora correspondiente a la intensidad de lluvia del 20 de Marzo de 1997; dato proporcionado por el Doctor Santos, director del CICYT.

En el caso de que no existan registros de caudales para efectuar un cálculo más exacto para el diseño de las alcantarillas, se utiliza las fórmulas de Talbot modificada, que se indican a continuación.

$$a = 0.183 * C * A^{0.75}$$

En la que:

$a$  = Area hidráulica, en metros cuadrados, que deberá tener la alcantarilla.

$\Lambda$  = Superficie a drenar, en hectáreas.

$C$  = Coeficiente.

El siguiente cuadro muestra el coeficiente  $C$  a utilizarse en la fórmula de Talbot.

**COEFICIENTE C A USARSE EN LA FORMULA DE TALBOT MODIFICADA**

CLASE DE TERRENO	COEFICIENTE
TERRENOS CON SUELO ROCOSO Y PENDIENTES ABRUPTAS	0,91 -1,00
TERRENOS QUEBRADOS CON PENDIENTES FUERTES	0,80
TERRENOS QUEBRADOS CON PENDIENTES MODERADAS	0,60
TERRENOS DE VALLES IRREGULARES MUY LARGOS	0,50
TERRENOS AGRICOLAS ONDULADOS	0,30
TERRENOS A NIVEL NO AFECTADOS POR INUNDACIONES	0,20

**Localización de las alcantarillas**

Para una buena localización de las alcantarillas se debe de tomar en cuenta:

**Alineamiento.-** corresponde al acomodamiento de la estructura a la topografía del terreno, esto que la alcantarilla coincida con el lecho de la corriente, para así poder facilitar la entrada y salida del agua.

**Pendiente.-** en lo posible debe de ser igual a la que lleva la corriente, instalándose la alcantarilla de tal forma que su fondo coincida con el lecho de la corriente.

**Tipos de alcantarillas**

La elección de cuál tipo de alcantarilla es la mejor depende:

- a) del suelo de cimentación.
- b) de las dimensiones de la alcantarilla y requisitos de la topografía.
- c) de la economía relativa de los diferentes tipos posibles y adecuados de estructura.

Dependiendo de la forma y material las alcantarillas se clasifican en:

Alcantarillas de tubo, que pueden ser: de concreto reforzado, de lámina corrugada, de barro vitrificado y hierro fundido.

Alcantarillas de cajón.- de concreto reforzado, sencillas o múltiples.

Alcantarillas de bóveda.- de mampostería o de concreto simple, sencillas o múltiples.

### **Cunetas**

Son zanjas que se hacen a ambos lados del camino con el propósito de recibir y conducir el agua pluvial de la mitad del camino, el agua que escurre por los cortes y a veces la que escurre por pequeñas áreas adyacentes. Cuando las cunetas pasan del corte al terraplén, se prolongan a lo largo del pie del terraplén dejando una berma convencional entre dicho pie y el borde de la cuneta para evitar que se remoje el terraplén lo cual es la causa de asentamientos.

La forma de las cunetas depende de la cantidad de agua que va a ser escurrida, del ancho del camino y de sus dimensiones.

En caminos vecinales el uso de cunetas profundas es peligroso, debido a que los conductores usan parte del camino. En caso de emergencia la cuneta ideal para caminos vecinales es una prolongación de la superficie de rodadura. Así las cunetas se proyectan de acuerdo a las siguientes normas:

Capacidad.- tomándose en cuenta la precipitación y la forma con que concurre el agua hacia las cunetas.

Forma.- no se usará nunca la forma rectangular, ni tampoco de forma trapezoidal, por ser peligrosas y tener conservación difícil.

Dimensiones.- Se determina de acuerdo a la forma y capacidad.

Pendiente.- va de acuerdo con la del camino o con el caudal a drenar y la sección misma teniendo como límite de velocidad la que pueda resistir el terreno sin erosionar:

Conservación.- consiste en mantenerlas limpias para aprovechar toda su capacidad y que puedan recoger todo caudal para el que fueron diseñadas.

El diseño de las cunetas se basa en los principios del flujo en los canales abiertos. En un flujo uniforme, las relaciones básicas se indican mediante la conocida fórmula de Manning:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

V = Velocidad promedio en metros por segundo.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R = Radio hidráulico ( área de la sección transversal entre perímetro mojado).

S = Pendiente del canal en metros por metro.

#### VALORES DE n PARA LA FORMULA DE MANNING

Tipo de material	valores de n
Tierra común, niveladaa y aislada	0,02
Roca lisa y uniforme	0,03
Roca con salientes y sinuosos	0,04
Lechos pedregosos	0,03
Plantillas de tierra, taludes ásperos	0,03

Por otro lado se sabe que:

$$Q = A * V$$

Por lo tanto incluyendo el valor de V de Manning, se tiene:

$$Q = A * (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

En la que:

Q = Descarga en metros cúbicos por segundo.

A = Area de la sección transversal del flujo en metros cuadrados.

Así, mediante las fórmulas y el procedimiento indicado anteriormente, se puede observar el diseño de las cunetas y la alcantarilla que se detalla a continuación.

#### Diseño de cunetas

De la abscisa 0+000 → 0+280

Datos

C = 0.75

i = 20 mm/h tomado de la precipitación del 25 de Marzo de 1997

A = 5.5m \* 280 m = 1540 m = 0.154 Ha

Usando la fórmula del método racional se encuentra el caudal

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = 0.0064 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Utilizando la fórmula de Manning y despejando A se determina el área de la sección transversal, la misma que para todos los casos es una sección triangular.

$$Q = A * (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

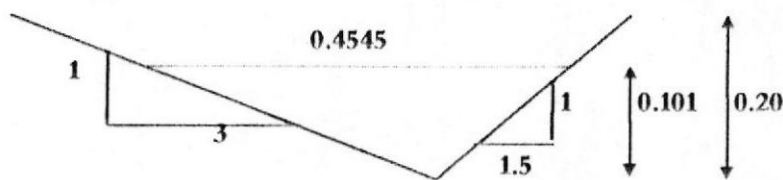
siendo:

$$n = 0.03$$

$$R = A / \text{perímetro mojado} = 0.024 \text{ m}$$

$$S = 0.01$$

$$A = 0.023 \text{ m}^2$$



De la abscisa 0 + 860 → 1+275.19

Datos:

$$C = 0.75$$

$i = 20 \text{ mm/h}$  tomado de la precipitación del 25 de Marzo de 1997

$$A = 6 \text{ m} * 415.19 \text{ m} = 2491.14 \text{ m} = 0.25 \text{ Ha}$$

Usando la fórmula del método racional hallo el caudal

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = 0.01032 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Utilizando la fórmula de Manning y despejando A determino el área de la sección transversal que para todos los casos se ha utilizando secciones transversales triangulares.

$$Q = A * (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

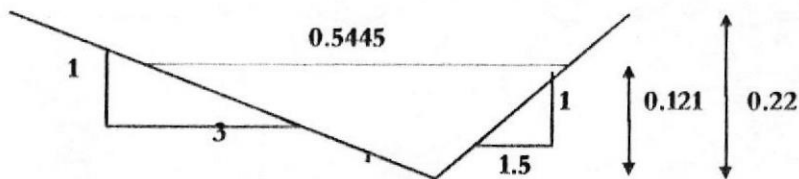
siendo:

$$n = 0.03$$

$$R = A / \text{perímetro mojado} = 0.0288 \text{ m}$$

$$S = 0.024$$

$$A = 0.033 \text{ m}^2$$



De la abscisa 0 + 600 → 0 + 860

Datos:

$$C = 0.75$$

$i = 20 \text{ mm/h}$  tomado de la precipitación del 25 de Marzo de 1997

$$A = 9 \text{ m} * 260 \text{ m} = 2340 \text{ m} = 0.234 \text{ Ha}$$

Usando la fórmula del método racional hallo el caudal

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = 0.0096 \text{ m}^3/\text{s} + .01032 \text{ m}^3/\text{s} = 0.02 \text{ m}^3/\text{s}$$

Utilizando la fórmula de Manning y despejando A determino el área de la sección transversal que para todos los casos se ha utilizando secciones transversales triangulares.

$$Q = A * (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

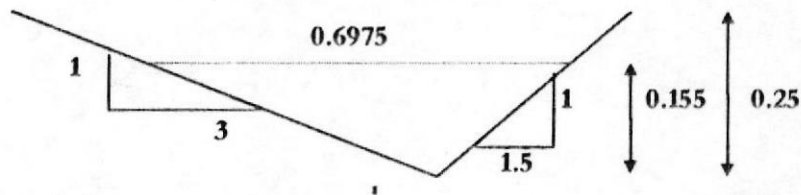
siendo:

$$n = 0.03$$

$$R = \Lambda / \text{perímetro mojado} = 0.0368 \text{ m}$$

$$S = 0.07$$

$$\Lambda = 0.054 \text{ m}^2$$



De la abscisa 0 + 280 → 0 + 600

Datos:

$$C = 0.75$$

$i = 20 \text{ mm/h}$  tomado de la precipitación del 25 de Marzo de 1997

$$A = 7 \text{ m} * 320 \text{ m} = 2240 \text{ m} = 0.224 \text{ Ha}$$

Usando la fórmula del método racional hallo el caudal

$$Q = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q = 0.00925 \text{ m}^3/\text{s} + 0.02 \text{ m}^3/\text{s} = 0.02925 \text{ m}^3/\text{s}$$

Utilizando la fórmula de Manning y despejando  $\Lambda$  determino el área de la sección transversal que para todos los casos se ha utilizando secciones transversales triangulares.

$$Q = A * (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

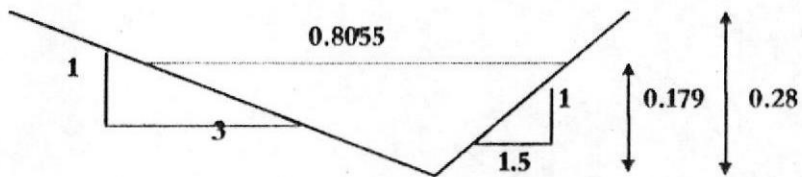
siendo:

$$n = 0.03$$

$$R = A / \text{perímetro mojado} = 0.0425 \text{ m}$$

$$S = 0.03$$

$$A = 0.072 \text{ m}^2$$



### Diseño de alcantarilla

Para el diseño de la alcantarilla se utiliza la fórmula de Talbot antes mencionada.

De acuerdo a los planos se necesita una alcantarilla que recoge un área de cuenca igual a 31.37 Ha, que sumado a las áreas de captación de las cunetas que es de 0.862 Ha, da como resultado 32.232 Ha.

$$a = 0.183 * C * A^{0.75}$$

donde:

a = área transversal de la alcantarilla

datos:

abscisa = 0 + 280

Longitud = 52 m

$\alpha$  = ángulo de esviajamiento de acuerdo al terreno  $54^{\circ}$

m = 1 % pendiente longitudinal de la alcantarilla.

C = 0.8 para terrenos con mucho lomerío

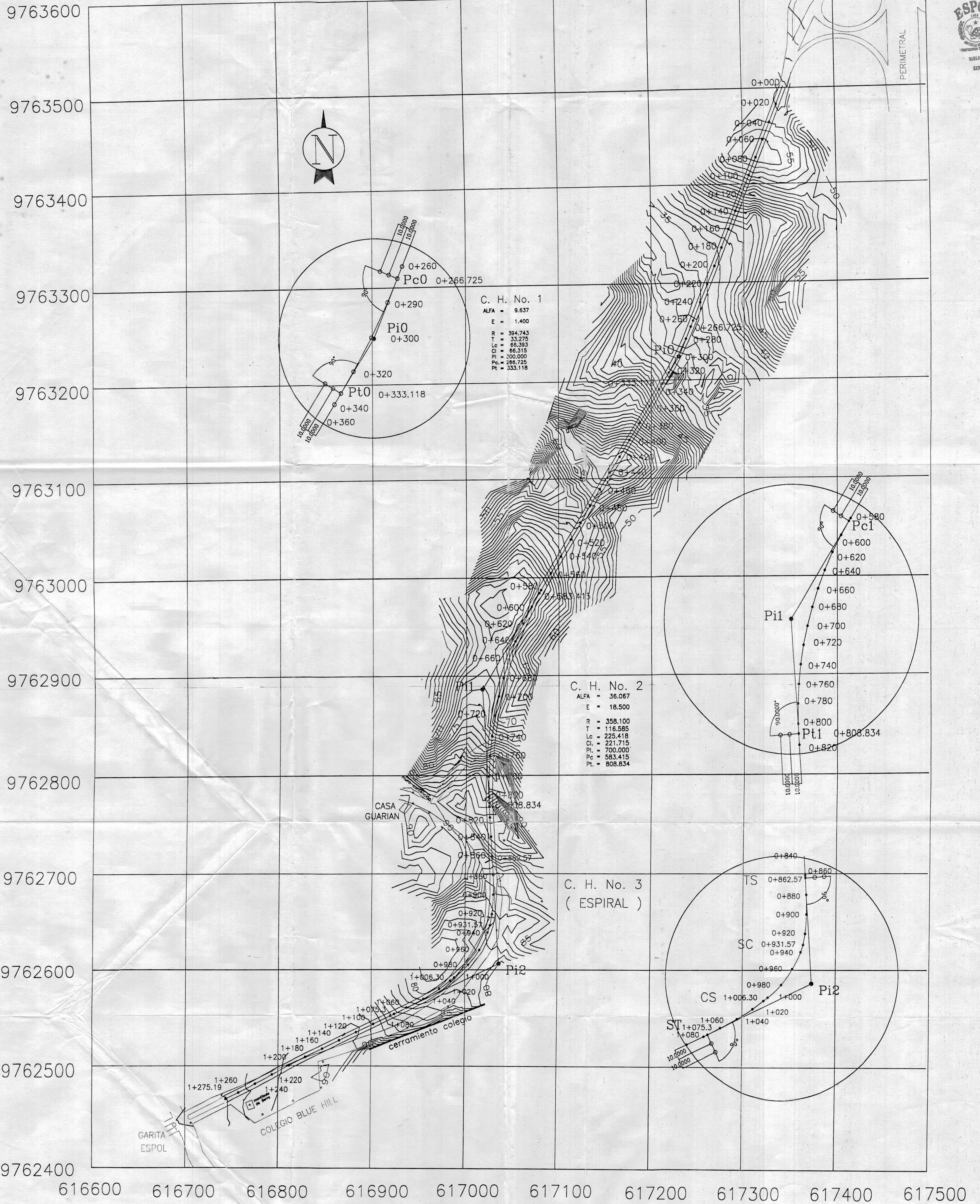
$$a = 1.98 \text{ m}^2$$

$$\phi = 1.6 \text{ m}$$

### 3.4 PLANOS.

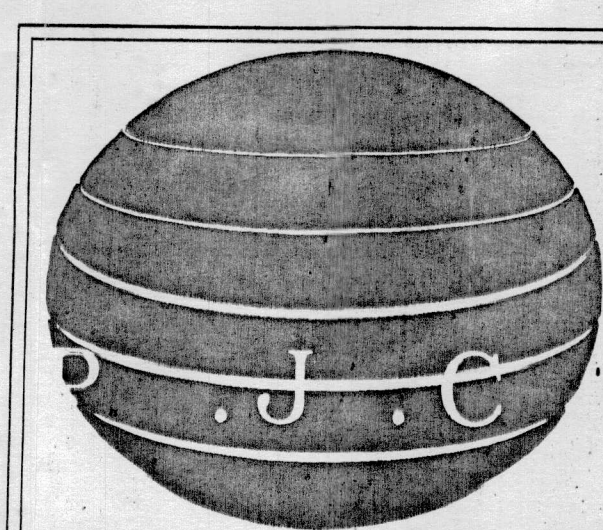
A continuación se podrá encontrar los siguientes planos:

- Plano topográfico.
- Plano de drenaje.



SIMBOLOGÍA

- CONSTRUCCIONES EXISTENTES
- CAMINO DE TIERRA
- POSTE
- EJE Y ANCHO DE VIA
- PUNTO DE INTERSECCIÓN DE TANGENTES



PROYECTO:  
Diseño de Vía  
E.S.P.O.L. - PROSPERINA

CONTIENE:  
EJE DEFINITIVO DE PROYECTO

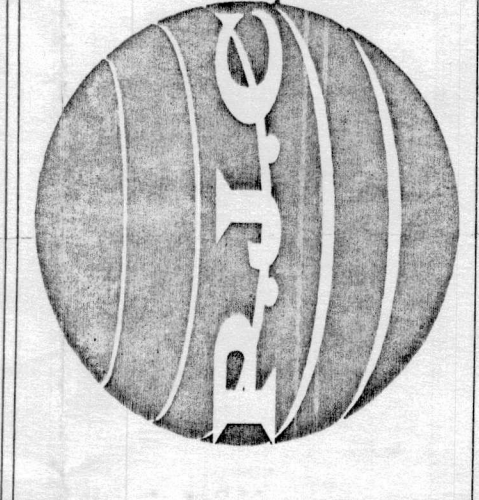
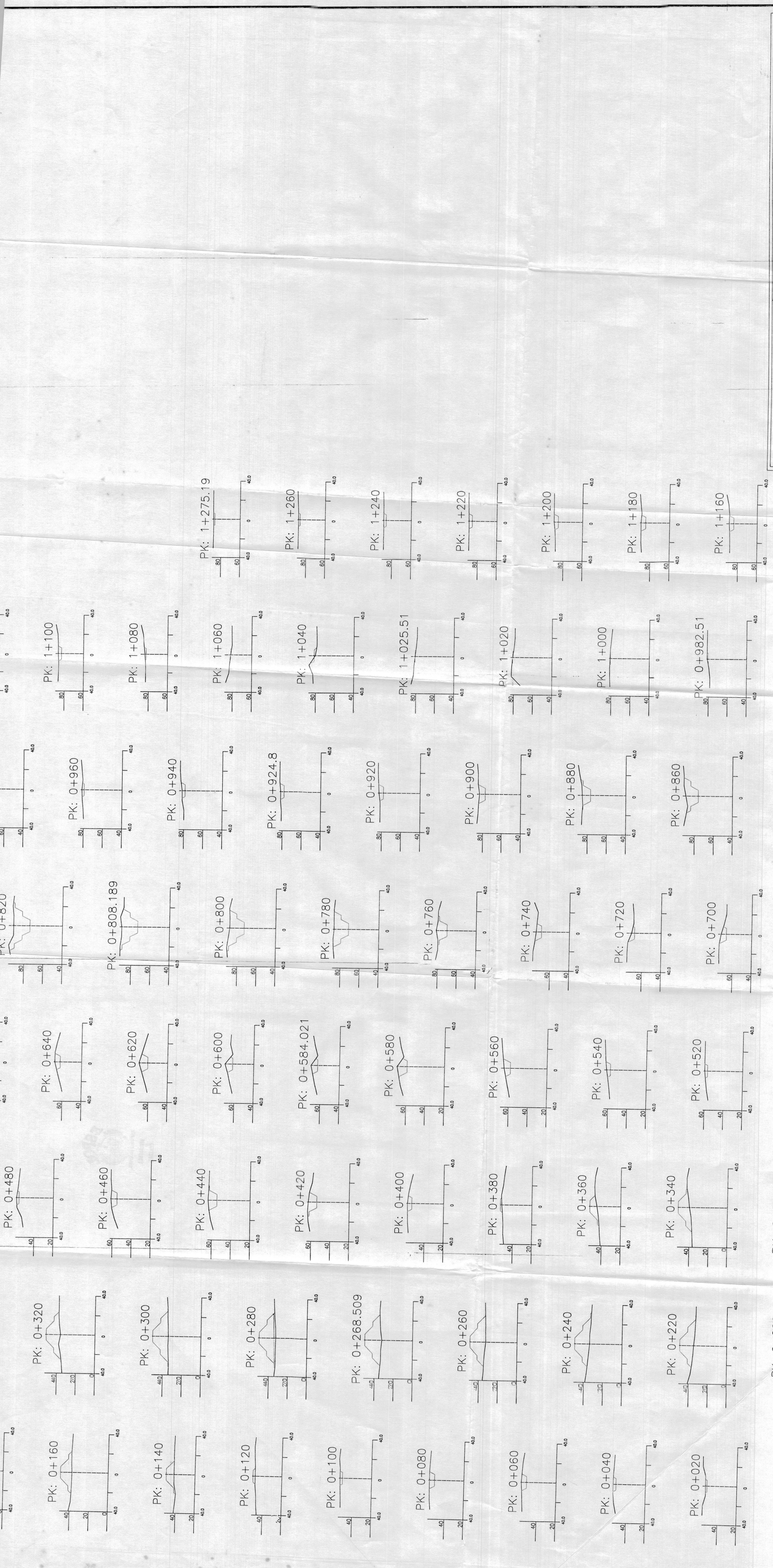
OBSERVACIONES:

1	EJE DEFINITIVO DE LA VIA
2	CURVAS HORIZONTALES
3	DETALLES EXISTENTES EN EL TERRENO

DIBUJO:  
P.J.V.C.

FECHA:  
FEB/98

ESCALA: INDICADAS  
FOLIO: 1 de 1



**PROYECTO:**  
 Diseño de Vía  
 E.S.P.O.L. - PROSPERINA  
 CONTIENE:  
 EJE DEFINITIVO DE PROYECTO

**OBSERVACIONES:**

DIBUJO: P.J.V.C.	
1	CURVAS HORIZONTALES
2	DETALLES EXISTENTES EN EL TERRENO
3	

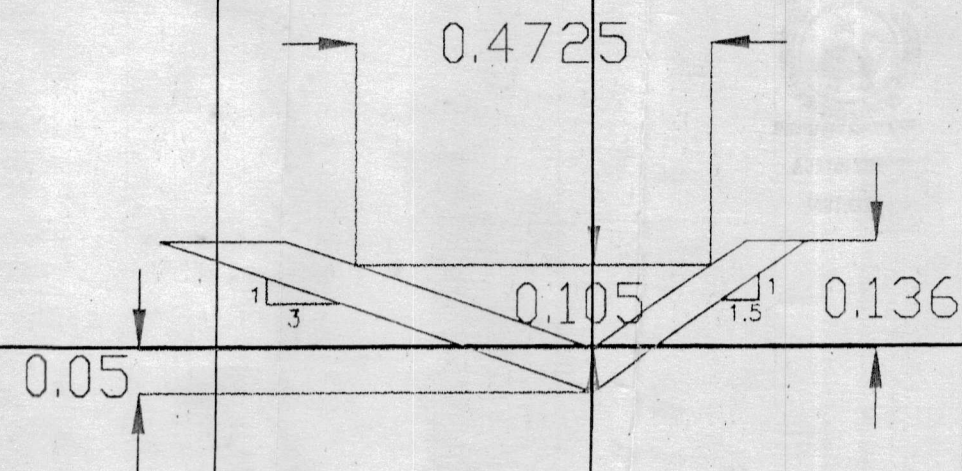
FECHA:	DIC/97
ESCALA:	
FILE:	LAMIN.
RESUMEN:	1 d.

Detalle de Cuneta 1

Abscisa 0+000 a 0+280 en ambos lados



$A = 0.042 \text{ m}^2$   
 $R_h = 0.042 \text{ m}$   
 $S = 0.03$

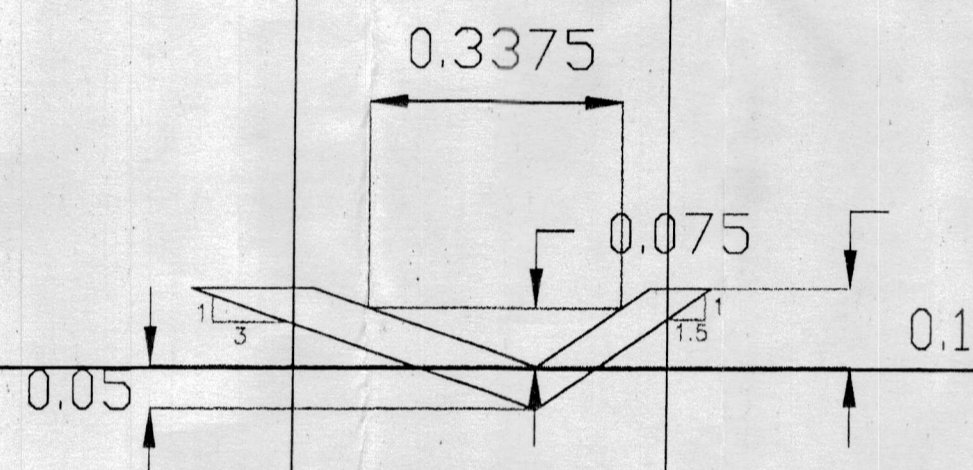


Ver detalle de cuneta 1

Detalle de Cuneta 2

Abscisa 0+280 a 0+600 en ambos lados

$A = 0.022 \text{ m}^2$   
 $R_h = 0.0317 \text{ m}$   
 $S = 0.07$

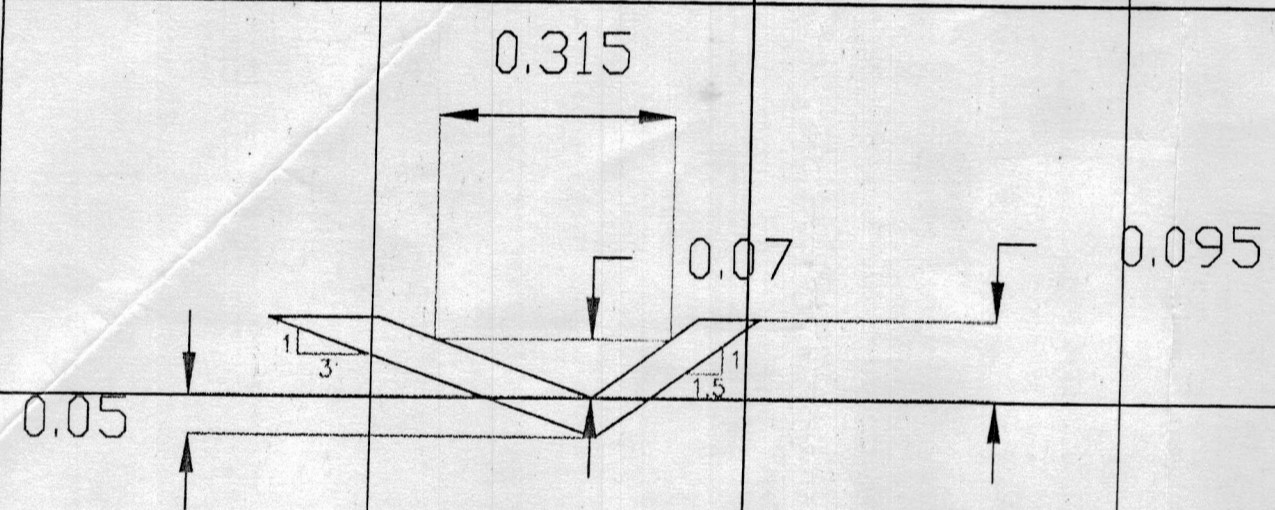


Ver detalle de cuneta 2

Detalle de Cuneta 3

Abscisa 0+600 a 1+275.19 en ambos lados

$A = 0.02 \text{ m}^2$   
 $R_h = 0.03 \text{ m}$   
 $S = 0.01$



Ver detalle de cuneta 3

Detalle de Alcantarilla

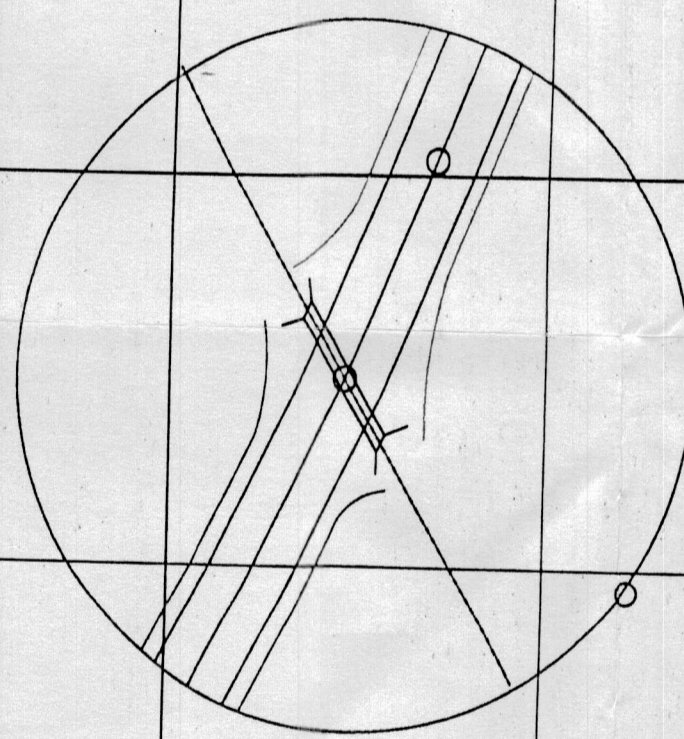
Abscisa 0+280

Cota 32.8

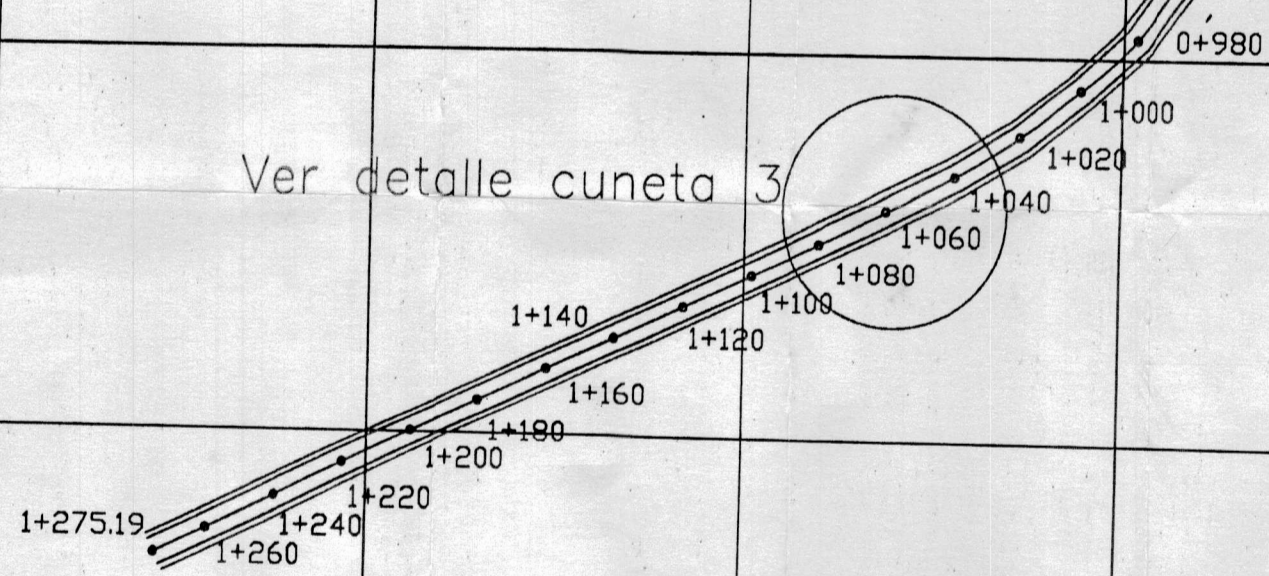
Longitud 52 m

Pendiente 1%

Diametro 1.6 m

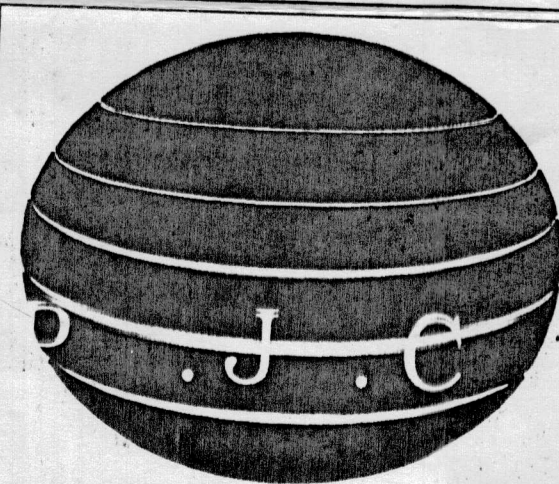


Ver detalle cuneta 3



SIMBOLOGÍA

- Detalle de cuneta 1
- Detalle de cuneta 2
- Detalle de cuneta 3
- Detalle de alcantarilla



PROYECTO:  
Diseño de Vía  
E.S.P.O.L. - PROSPERINA

CONTIENE:  
PLANO DE DRENAJE DE AGUAS LLUVIAS

OBSERVACIONES:

- 1 Ubicación de cunetas y alcantarilla
- 2 Detalle de cunetas
- 3 Detalle de alcantarilla

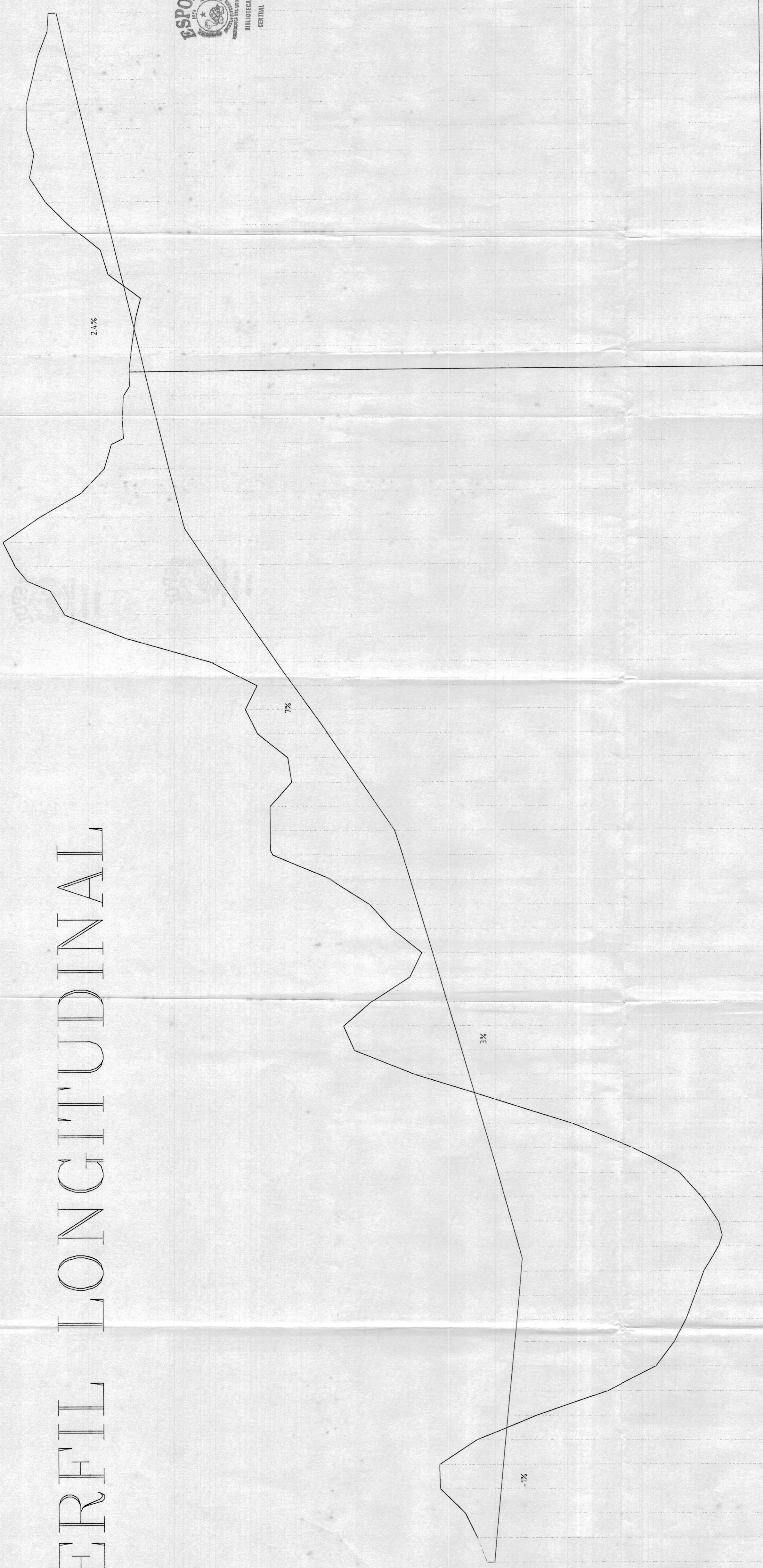
DIBUJO:  
P.J.V.C.

FECHA:  
FEB/08

ESCALA: Indicadas

FILE: DRENAJE LAMINA: 1 de 1

# PERFIL LONGITUDINAL



ABSCISA	RELENO	CORTE	PROYECTO	TERRENO	COTA
0.000	0	0	516	522	516
0.020	0	0	327	514	514
0.040	0	0	604	512	54
0.060	0	0	1159	51	565
0.080	0	0	1566	508	561
0.100	0	0	1112	506	53
0.120	333	322	504	504	48
0.140	2063	0	502	502	42
0.160	4782	0	50	38	38
0.180	6801	0	498	365	365
0.200	7869	0	496	355	355
0.220	8569	0	494	35	35
0.240	9273	0	492	34	34
0.260	10133	0	494	328	328
0.280	64091	0	50	328	328
0.300	11015	0	506	342	342
0.320	9483	0	512	361	361
0.340	29115	0	518	40	40
0.360	4693	0	524	45	45
0.380	1691	0	53	515	515
0.400	212	614	536	581	581
0.420	2133	542	631	631	631
0.440	3016	548	64	64	64
0.460	2401	554	617	617	617
0.480	1195	56	585	585	585
0.500	419	566	575	575	575
0.520	493	572	60	60	60
0.540	923	578	618	618	618
0.560	1522	584	65	65	65
0.580	2359	59	698	698	698
0.600	12992	596	70	70	70
0.620	2072	61	70	70	70
0.640	1965	624	682	682	682
0.660	1542	638	685	685	685
0.680	1650	652	71	71	71
0.700	1654	666	72	72	72
0.720	1295	68	71	71	71
0.740	1341	694	748	748	748
0.760	2724	708	818	818	818
0.780	5612	722	869	869	869
0.800	7674	736	881	881	881
0.820	54669	75	91	91	91
0.840	9217	764	92	92	92
0.860	7266	7734	89	89	89
0.880	40579	7782	855	855	855
0.900	25073	783	836	836	836
0.920	1637	7878	83	83	83
0.940	564	7926	821	821	821
0.960	2567	7974	82	82	82
0.980	321	8022	815	815	815
1.000	718	807	813	813	813
1.020	558	8118	81	81	81
1.040	161	8166	805	805	805
1.060	4271	8214	82	82	82
1.080	185	8262	838	838	838
1.100	621	831	864	864	864
1.120	1126	8358	883	883	883
1.140	1420	8406	892	892	892
1.160	1400	8454	892	892	892
1.180	1336	8502	899	899	899
1.200	1274	855	898	898	898
1.220	1059	8598	892	892	892
1.240	816	8646	882	882	882
1.260	555	8694	88	88	88
1.27519	0	2804	872	872	872

**PROYECTO:**  
Diseño de Vía  
E.S.P.O.L. - PROSPERINA

CONTIENE: PERFIL LONGITUDINAL

DIBUJO:  
P.V.C.

FECHA:  
DIC/97

OBSERVACIONES:

- 1 COTAS TERRENO NATURAL
- 2 COTAS PROYECTO
- 3 VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO

### **3.5 DISEÑO GEOMETRICO.**

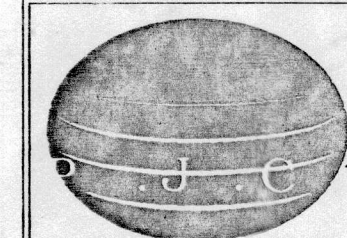
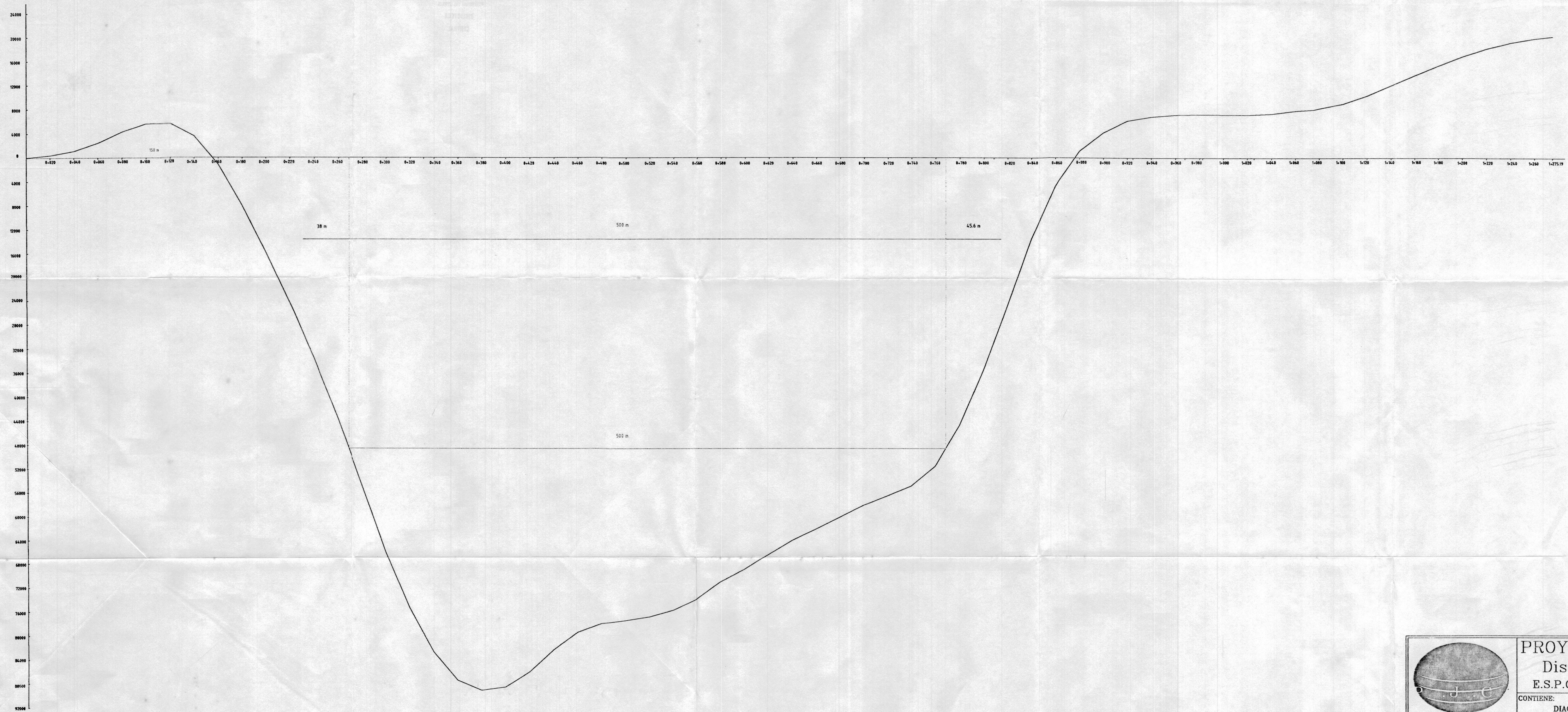
**Curvas horizontales.-** Se clasifican en curvas circulares simples, compuestas y reversas.

**Curvas circulares simples.-** Así se denomina a un arco de círculo simple que empalma dos tangentes.

**Curvas circulares compuestas.-** Están formadas por dos o más curvas circulares simples de radios diferentes. Se emplean principalmente con el fin de obtener que el eje de la vía se ajuste lo más posible al eje del terreno; tienen notables ventajas cuando el trazado se desarrolla en terrenos montañosos, pues en algunos casos se hace necesario emplear dos, tres o más curvas simples de radio diferente.

**Curvas circulares reversas.-** Son aquellas que pudiendo tener el mismo radio siguen un sentido inverso. Estas curvas son poco utilizadas y sólo se justifica cuando deben evitarse grandes movimientos de tierra.

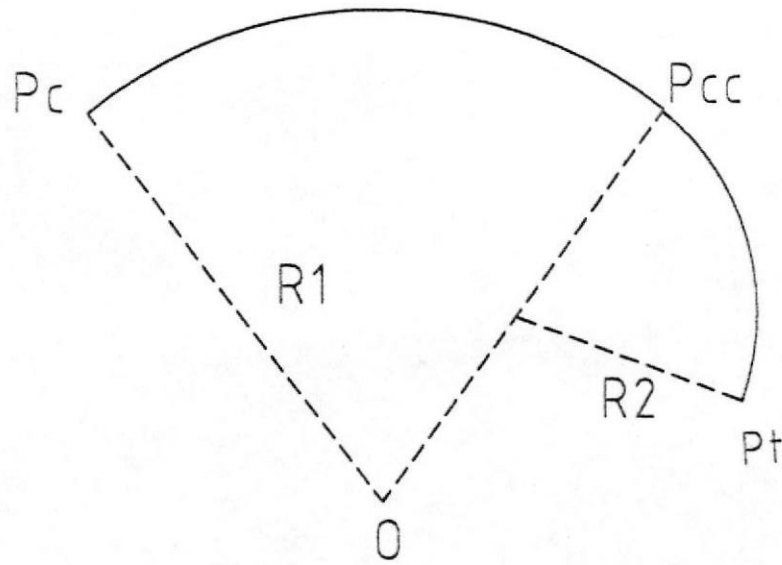
# DIAGRAMA DE MASAS



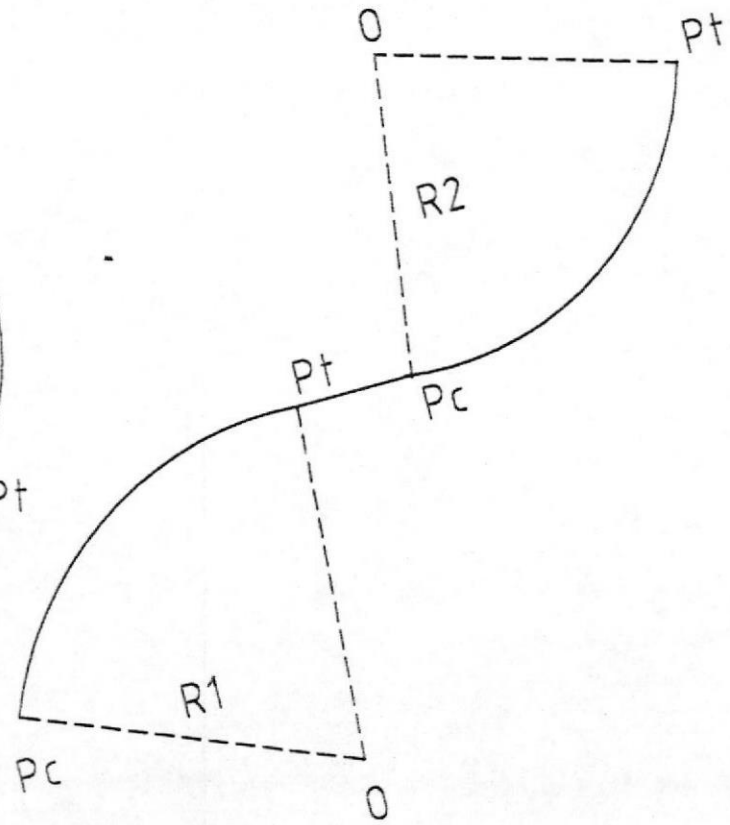
PROYECTO:  
Diseño de Vía  
E.S.P.O.L. - PROSPERINA  
CONTIENE:  
DIAGRAMA DE MASAS

OBSERVACIONES:		DIBUJO:	
1	Acarreo libre	P.J.V.C.	
2	Sobre acarreo	DIC/97	
3		FECHA:	LÁMINA:
		MANOS	1 de 1

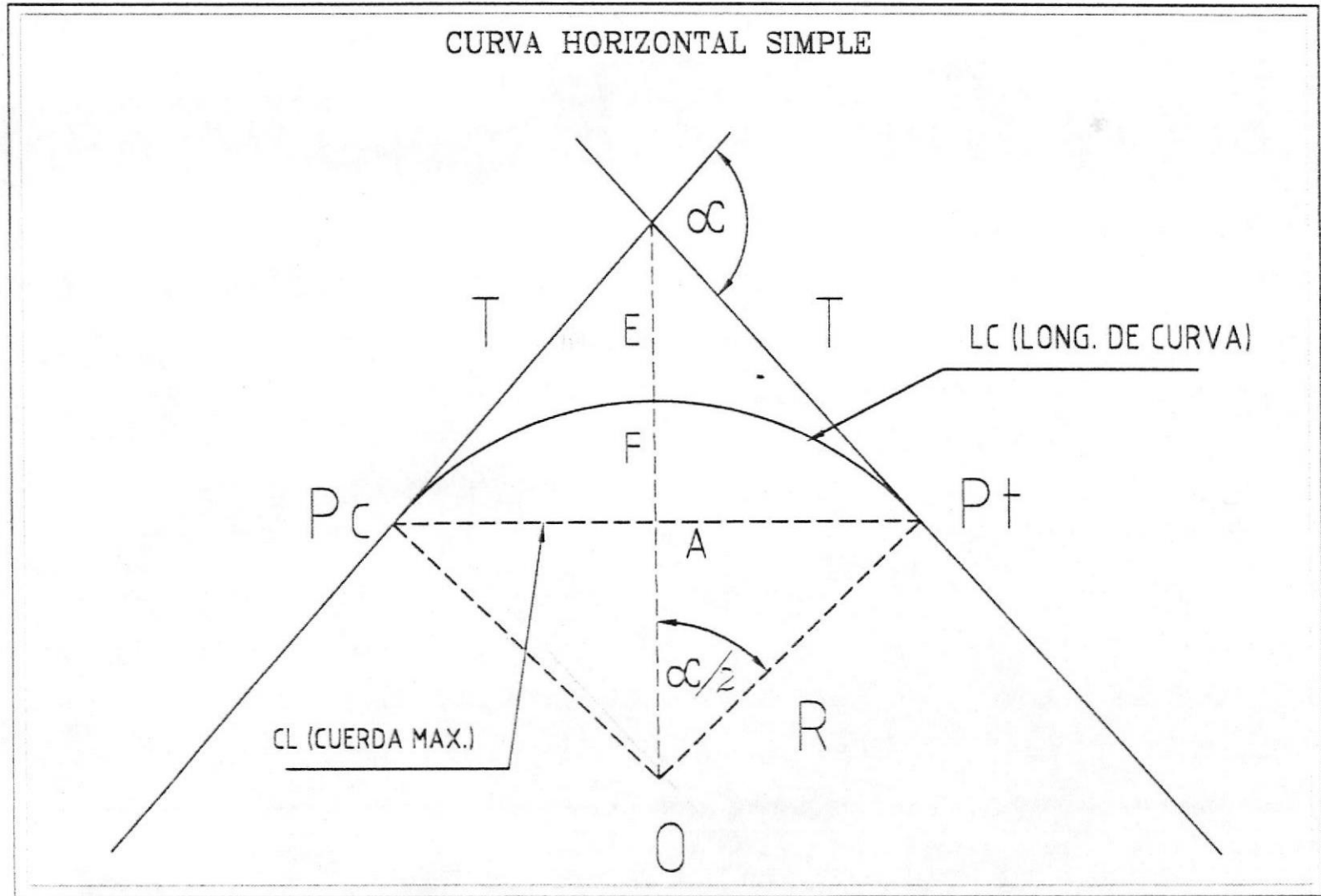
CURVA COMPUESTA



CURVA REVERSA



# CURVA HORIZONTAL SIMPLE



PI = Punto de intersección de las dos tangentes, cuyo valor se lo obtiene en el campo.

$\alpha$  = Angulo de deflexión en el PI formado por la prolongación de una tangente y la siguiente. Este valor se lo obtiene en el campo.

Pc = Punto de comienzo de la curva.

Pt = Punto de terminación de la curva.

T = Tramo de tangente comprendido entre el Pc y el PI y entre el PI y el Pt, expresado en metros.

Cc = Centro de la curva.

Lc = Longitud de arco circular y esta comprendido por los puntos Pc-Cc-Pt, expresado en metros.

Cl = Es la cuerda larga entre los puntos Pc y Pt, en metros.

E = External comprendido entre el PI y el Cc y se lo utiliza para la localización del vértice de la curva en el terreno.

F = Es la flecha comprendida entre Cc y Cl/2.

R = Radio de la curva, en metros.

Considerando la figura anterior se tiene que la tangente (T) es igual a:

$$T = R * \operatorname{tg} \alpha/2$$

Del mismo triángulo se tiene que la external (E) es igual a:

$$E = R * ( \operatorname{sec} \alpha/2 - 1 )$$

Así mismo se tiene que la cuerda larga (Cl) es igual a

$$Cl = 2 * R * \operatorname{sen} \alpha/2$$

Por último se tiene que la flecha (F) es igual a:

$$F = R * ( 1 - \operatorname{cos} \alpha/2 )$$

	<i>DIST.</i>	<i>A. deflección</i>
P0	300,000	
P1	400,000	9,637
P2	280,000	36,067
P3	302.939	68,631

*C. H. No. 1*

A. deflección	9,64
E	1,40
R	394,74
T	33,28
Lc	66,39
Cl	66,32
PI	300,00
Pc	266,72
Pt	333,12

*C. H. No. 2*

A. deflección	36,07
E	18,50
R	358,10
T	116,58
Lc	225,42
Cl	221,71
PI	700,00
Pc	583,42
Pt	808,83

*C.H.No3*

A. deflección	68,63
E	25,288
R	120,00
T	81,91
Lc	74,73
Cl	69,00
PI	980,00
Pc	898,09
Pt	972,82

\* CURVA ESPIRAL

## CURVA HORIZONTAL #1

	ABSCISA	DIST.	DIST. ACMLD	CUERDA
Pc0	266,72			0,00
		13,28	13,28	
	280,00			13,26
		20,00	33,28	
	300,00			33,24
		20,00	53,28	
	320,00			53,21
		13,12	66,39	
Pt0	333,12			66,32

## CURVA HORIZONTAL #2

	ABSCISA	DIST.	DIST. ACMLD	CUERDA
Pc1	583,42			0,00
		16,58	16,58	
	600,00			16,31
		20,00	36,58	
	620,00			35,98
		20,00	56,58	
	640,00			55,65
		20,00	76,58	
	660,00			75,33
		20,00	96,58	
	680,00			95,00
		20,00	116,58	
	700,00			114,67
		20,00	136,58	
	720,00			134,34
		20,00	156,58	
	740,00			154,01
		20,00	176,58	
	760,00			173,68
		20,00	196,58	
	780,00			193,35
		20,00	216,58	
	800,00			213,03
		8,83	225,42	
Pt1	808,83			221,71

### Curva de Transición

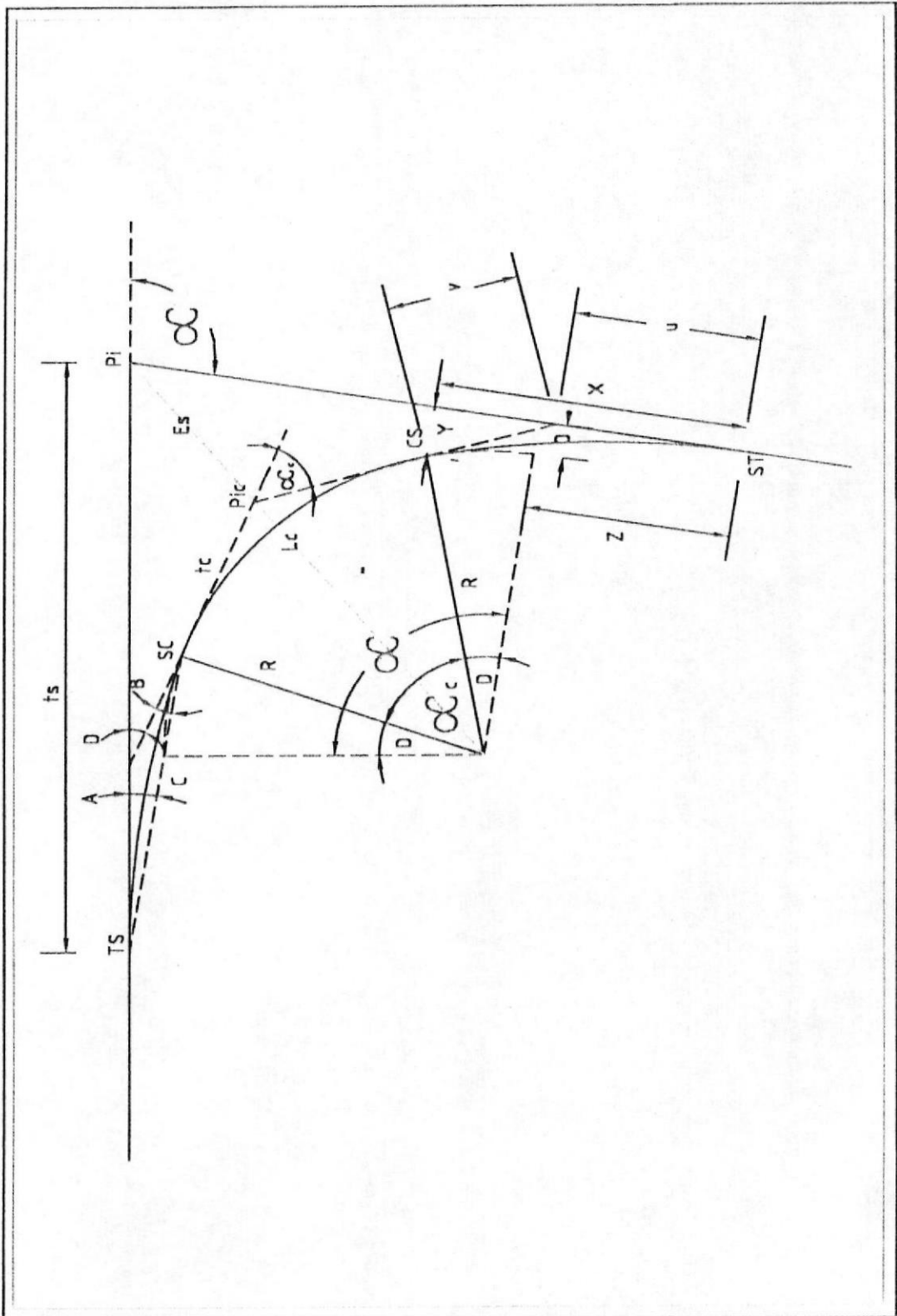
Una curva de transición aumenta gradualmente la curvatura, eliminando de esta forma un cambio brusco en la velocidad de desplazamiento lateral de los vehículos. Debe situarse una curva de transición o espiral entre las tangentes y cada extremo de una curva simple y entre las curvas simples de una curva compuesta.

La longitud de la espiral debe ser tal que dé a los pasajeros tiempo para adaptarse a la fuerza centrífuga desbalanceada, sin sentir un movimiento brusco al entrar o salir de la curva.

Las principales ventajas que ofrecen las curvas de transición son:

- a) Las curvas de transición diseñadas adecuadamente ofrecen al conductor una trayectoria fácil de seguir de manera que la fuerza centrífuga se incremente y decrezca gradualmente conforme el vehículo entre en la curva circular y sale de ella.
- b) La longitud de la curva de transición permite un adecuado desarrollo del peralte cumpliéndose aproximadamente la relación velocidad-radio, para el vehículo circulante.
- c) Cuando la sección transversal necesita ser ensanchada a lo largo de una curva circular, la curva de transición también facilita la transición del ancho.

Cálculo y replanteo de los elementos de una curva espiral.



Donde :

$\alpha$  = ángulo de deflexión entre las tangentes

R = radio de la curva circular

$\pi$  = punto de intersección de tangentes

L = longitud total de la curva

Ls = longitud total de la curva de transición ( espiral )

D = ángulo al centro de la curva espiral

A = ángulo de deflexión de cuerda principal de espiral

B = ángulo entre la cuerda principal de espiral y la tangente al final de la misma

C = longitud de la cuerda principal

X = distancia sobre la tangente desde TS a SC y de ST a CS

Y = distancia perpendicular a la longitud desde la tangente al punto SC y CS

u = longitud de tangente de la espiral

v = longitud de tangente circular

O = distancia más corta entre la curva circular y la tangente

$t_s$  = longitud de tangente

$E_s$  = external de la curva circular

$\alpha_c$  = ángulo al centro de la curva espiral

$L_c$  = longitud de curva circular

$t_c$  = longitud de SC a Plc y de Plc a Cs

TS = comienzo de la primera curva espiral

SC = punto de unión entre final de curva espiral y comienzo de la circular.

CS = punto de unión entre final de curva circular y comienzo de la espiral

ST = final de curva espiral

## CALCULO DE CURVAS ESPIRALES

Datos	CURVA #3		
alfa	68.63		
R	120.00		
PI	980.00		
$L = \pi * R * \text{alfa} / 180$	143.74		
$L_s = 6,28 * \text{SQR}(R)$	68.79	TOMO=	69.00
$D = 28,65 * L_s / R$	16.47		
$A = D / 3$	5.49		
$B = D - A$	10.98		
$C = L_s * \text{COS}(0,3 * D)$	68.74		
$X = C * \text{COS}(A)$	68.43		
$Y = C * \text{SEN}(A)$	6.58		

$u=C*SEN(B)/SEN(D)$	46.18
$v=C*SEN(A)/SEN(D)$	23.20
$Z=X-R*SEN(D)$	34.40
$O=Y-R(1-COS(D))$	1.65
$ts=(R+O)*TAN(alfa/2)+Z$	117.43
$Es=(R+O)*(1-COS(alfa/2))+O$	22.83
$ALFAc=alfa-2*D$	35.68
$Lc=PI*R*ALFAc/180$	74.73
$tc=R*TAN(ALFAc/2)$	38.62
$TS=PI-ts$	<b>TS=</b> 862.57
$SC=TS+Ls$	<b>SC=</b> 931.57
$CS=SC+Lc$	<b>CS=</b> 1,006.30
$ST=CS+Ls$	<b>ST=</b> 1,075.30

## ESPIRAL 1

	ABSCISA DEL EJE	ARCO TOTAL	< DE LOCALIZ TOTAL (an)	CUERDA DE LOCALIZAC
TS	862.57	0.00	0.00	0
	870.00	7.43	0.06	7.43
	880.00	17.43	0.35	10.00
	890.00	27.43	0.87	10.00
	900.00	37.43	1.62	10.00
	910.00	47.43	2.59	10.00
	920.00	57.43	3.80	10.00
	930.00	67.43	5.24	10.00
SC	931.57	69.00	5.49	1.57
ESPIRAL 2				
CS	1,006.30	69.00	5.49	3.70
	1,010.00	65.30	4.92	10.00
	1,020.00	55.30	3.53	10.00
	1,030.00	45.30	2.37	10.00
	1,040.00	35.30	1.44	10.00
	1,050.00	25.30	0.74	10.00
	1,060.00	15.30	0.27	10.00
	1,070.00	5.30	0.03	5.30
ST	1,075.30	0.00	0.00	0.00
de localizacion				
		arco parcial	< parcial	R.acumulado
CURVA CIRCULAR				
	931.57	0	0.00	0.00
	940.00	8.43	2.01	8.43
	950.00	10.00	4.40	18.43
	960.00	10.00	6.71	28.43
	970.00	10.00	9.17	38.43
	980.00	10.00	11.56	48.43
	990.00	10.00	13.95	58.43
	1,000.00	10.00	16.34	68.43
	1,006.30	6.30	17.83	74.73

### Peralte

Cuando un vehículo sigue la trayectoria de una tangente y pasa a la de la curva, al recorrer esta aparece la fuerza centrífuga que origina dos peligros de estabilidad para el vehículo en movimiento:

El peligro de deslizamiento transversal y el peligro del vuelco.

El primero se presenta cuando el coeficiente de rozamiento transversal  $\mu_t$  no es suficiente para que  $P \cdot \mu_t$  sea mayor que la fuerza centrífuga  $F_c$ , y el segundo se presenta cuando  $F_c$  por  $A_a$  es mayor que  $P$  por  $A_B$ .

Para evitar los peligros mencionados es necesario peraltar las curvas. Ya se sabe, por otro lado, que el valor de la fuerza centrífuga  $F_c$  es de:

$$F_c = \frac{P \cdot V^2}{g \cdot R}$$

Donde:

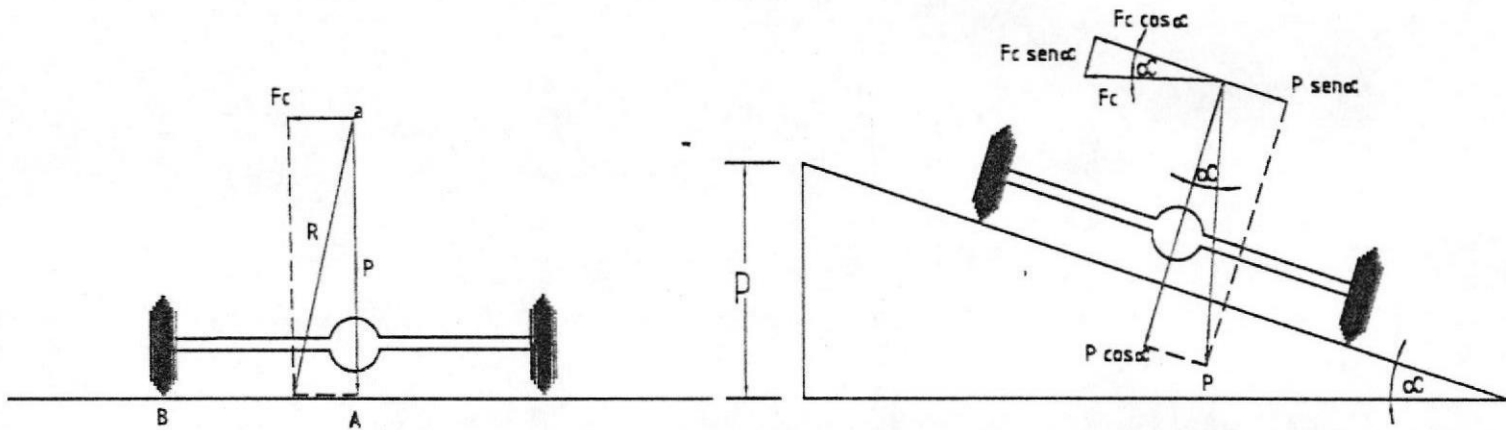
$F_c$  = Fuerza centrífuga en Newtons

$P$  = Peso del vehículo en kilogramos

$V$  = Velocidad del vehículo en metros por segundo

$g$  = Gravedad en metros por segundos al cuadrado

DESCOMPOSICION DEL PESO DEL VEHICULO  
PARA EL CALCULO DEL PERALTE



$R$  = Radio de la curva en metros

Por lo tanto en el peligro de desplazamiento se tiene:

- a) La fuerza solicitante  $F_c \cos\alpha$  que es la componente, paralela al plano del camino, de la fuerza centrífuga  $F_c$ .
- b) La fuerza resistente  $P \sin\alpha$  que es la componente, paralela al plano del camino, del peso del vehículo y,
- c) La fuerza resistente provocada por el rozamiento, o sea la reacción del rozamiento por rotación y cuyo valor es de  $\mu t ( F_c \sin\alpha + P \cos\alpha )$ .

De lo anterior se desprende que la condición de equilibrio es:

$$F_c \cos\alpha = P \sin\alpha + \mu t ( F_c \sin\alpha + P \cos\alpha )$$

$\mu t$ : coeficiente de rozamiento estático, adimensional

Si no se toma en cuenta el efecto de rozamiento, entonces:

$$F_c \cos\alpha = P \sin\alpha$$

$$\frac{P * V^2}{g * R} \cos\alpha = P * \sin\alpha$$

$$\frac{V^2}{g * R} = \frac{\text{sen}\alpha}{\text{cos}\alpha} = \text{tan}\alpha$$

En la fórmula anterior:

V = velocidad del proyecto en metros por segundo

g = aceleración de la gravedad en metros por segundo al cuadrado

R = radio de la curva en metros

La fórmula anterior se puede transformar a:

$$\text{tan}\alpha = \frac{V^2}{9.81 * (3.6)^2 * R} = \frac{V^2}{127 R}$$

si  $\text{tan}\alpha = e$  entonces:

$$e = \frac{V^2}{127 R}, \text{ en la cual:}$$

V = velocidad del proyecto en kilómetros por hora y,

R = radio de la curva en metros

**Radio mínimo de curvatura.**

El radio mínimo de las curvas horizontales es un valor límite para una velocidad de diseño dada y se lo determina al máximo peralte admisible y coeficiente de rozamiento transversal.

El MOP recomienda un peralte máximo de 10 %.

En el siguiente cuadro se puede ver los radios mínimos para velocidades de diseño dadas:

**VALORES DE DISEÑO DE LOS RADIOS MINIMOS PARA (e) MAXIMO = 0,10 m.**

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE		
	L	O	M
R - I o R - II	530	435	275
I	435	350	210
II	435	350	210
III	350	210	115
IV	275	160	115
V	160	115	80

**VALORES DE DISEÑO DEL PERALTE ( e ) PARA UN MAXIMO DE 0,1**

RADIO ( m )	VELOCIDADES ( Km/h )			
	80	90	100	120
4500,000				SN
4000,000				CP
3500,000			SN	0,023
3400,000		SN	SN	0,024
3000,000		SN	CP	0,028
2500,000	SN	CP	0,023	0,033
2000,000	SN	0,024	0,028	0,042
1900,000	CP	0,026	0,030	0,044
1800,000	0,021	0,027	0,031	0,046
1700,000	0,023	0,028	0,033	0,049
1600,000	0,024	0,030	0,035	0,052
1500,000	0,025	0,032	0,037	0,055
1400,000	0,027	0,034	0,040	0,058
1300,000	0,029	0,037	0,043	0,062
1200,000	0,031	0,040	0,046	0,066

**VALORES DE DISEÑO DEL PERALTE ( e ) PARA UN MAXIMO DE 0,1**

RADIO ( m )	VELOCIDADES ( Km/h )			
	80	90	100	120
1100,000	0,033	0,043	0,050	0,071
1000,000	0,036	0,047	0,055	0,076
900,000	0,040	0,052	0,060	0,081
800,000	0,054	0,057	0,066	0,086
750,000	0,048	0,061	0,070	0,088
700,000	0,050	0,064	0,073	0,091
600,000	0,058	0,072	0,080	0,096
535,000	0,064	0,077	0,085	0,100
500,000	0,067	0,080	0,088	
460,000	0,072	0,084	0,091	
435,000	0,074	0,086	0,093	
400,000	0,078	0,089	0,096	
350,000	0,084	0,093	0,100	
300,000	0,090	0,098		
275,000	0,093	0,100		
250,000	0,096			
210,000	0,100			
SN =	Sección normal			
CP =	Curva con peralte			

**Magnitud del peralte**

La distribución debe hacerse de tal forma que exista una relación lógica entre su magnitud y el coeficiente de fricción lateral de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) El peralte varía desde cero hasta el máximo valor recomendado, en forma inversamente proporcional al radio de la curva, estando esta variación gobernada por la siguiente ecuación:

$$e = \frac{v^2}{127 R}$$

- b) El peralte es de tal magnitud que por sí sólo, sin sobrepasar el máximo aceptable, es capaz de contrarrestar la fuerza centrífuga desarrollada por la velocidad de circulación del vehículo para volúmenes de tráfico bajo.
- c) El peralte tiene una relación curvilínea con los diferentes radios de una curva. Esta relación tiene una distribución práctica en toda su amplitud, mediante una parábola simple, gobernando la distancia horizontal.

### GRADIENTES LONGITUDINALES PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE

VELOCIDAD DE DISEÑO ( Km/h )	GRADIENTE LONG. PARA DESARROLLO DE e %
40	0,7
50	0,65
60	0,6
70	0,55
80	0,5
90	0,47
100	0,43
110	0,4

#### Desarrollo del peralte.

Luego de calculado el peralte, habrá que alcanzarlo gradualmente, es decir, pasar paulatinamente de una sección recta con cierta inclinación transversal (bombeo) hasta otra sección en la curva cuya inclinación es el peralte. Para conseguir este cambio, se necesita una longitud (LT) de desarrollo del peralte.

Existen tres métodos para el desarrollo del peralte.

- 1) Haciendo girar la calzada alrededor de su propio eje.
- 2) Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior.
- 3) Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

En curvas circulares, la longitud de transición del peralte se distribuye 1/3 en la curva y 2/3 en la tangente. En curvas espirales el peralte se lo desarrolla a todo lo largo de la longitud de la espiral

El valor de la longitud de transición del peralte esta en función del gradiente longitudinal

(i).

$$L_t = \frac{e * a}{2 * i}$$

$L_t$  = Longitud de transición en metros.

$e$  = Valor del peralte.

$a$  = Ancho de la calzada en metros

Para encontrar el valor de  $x$ , podemos establecer la siguiente relación:

$$L_p = \frac{b * a}{2 * i}$$

$L_p$  = Longitud del bombeo en metros

$b$  = Bombeo en porcentaje

#### RADIOS MINIMOS PARA NO UTILIZAR ESPIRALES

VELOCIDAD DE DISEÑO ( Km/h )	R. MINIMO PARA NO UTILIZAR ESPIRALES ( m )
40	60
50	100
60	150
70	210
80	350
90	450
100	550
110	680

**GRADIENTES LONGITUDINALES MAXIMOS**

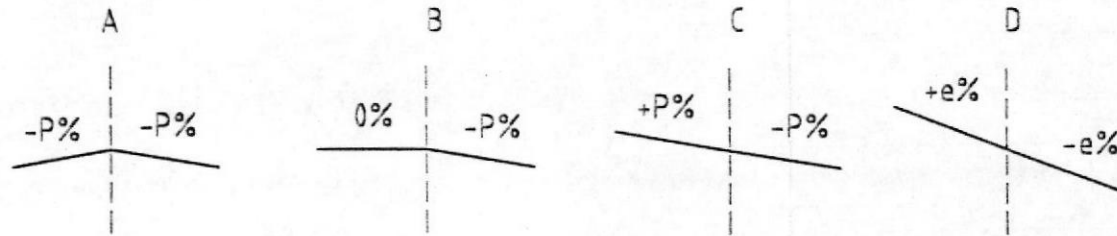
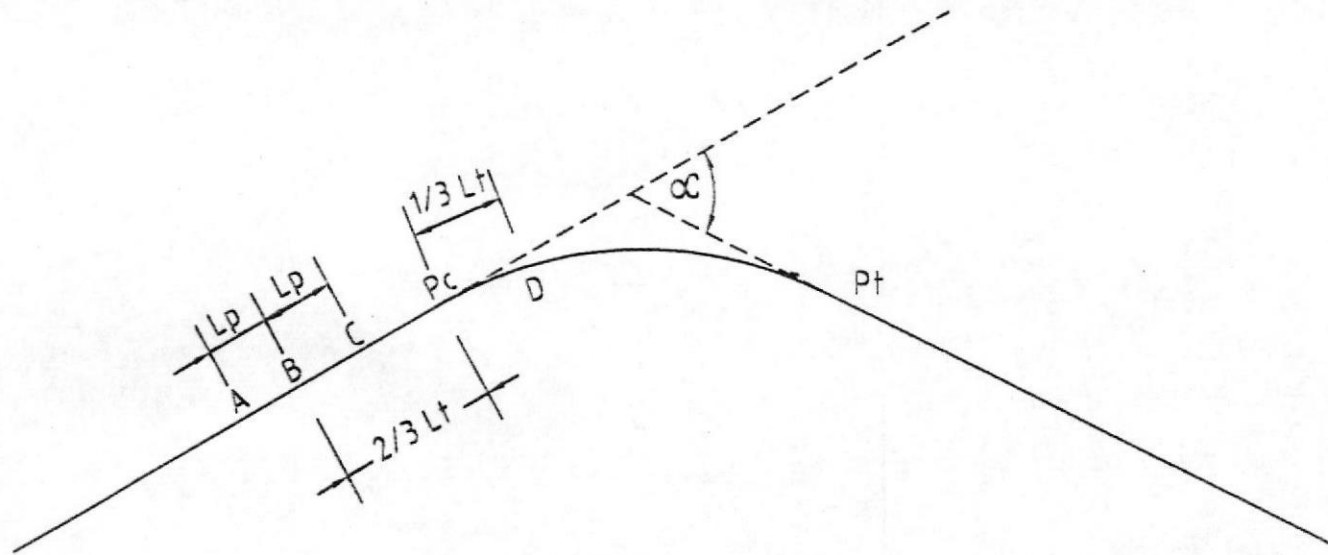
CLASE DE CARRETERA	VALORES RECOMENDABLES		
	LL	% O	M
I	3	4	6
II	3	4	6
III	3	5	7
IV	4	6	8
V	4	6	8

**RADIOS MINIMOS DE CURVAS PARA VALORES LIMITES DE E Y F**

VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h	PERALTE		TOTAL	RADIO MINIMO	
	MAXIMO (e)	MAXIMO (f)		CALCULADO ( M )	REDONDEADO ( M )
40	0,1	0,165	0,265	47,5	50
50	0,1	0,1588	0,2588	78	80
60	0,1	0,1524	0,2524	112	115
70	0,1	0,1462	0,2462	156	160
80	0,1	0,14	0,24	210	210
90	0,1	0,1337	0,2337	273	275
100	0,1	0,1274	0,2274	346	350
110	0,1	0,1271	0,2271	431	435
120	0,1	0,1149	0,2149	527	530

En el siguiente cuadro se puede observar el desarrollo del peralte.

### TRANSICION DEL PERALTE



## CALCULO DEL PERALTE

e = de tablas

$$L_t = e * a / 2 * i$$

$$L_p = b * a / 2 * i$$

f = 0.140

i = 0.500 %

### CURVA HORIZONTAL # 1

Vd = 80

a = 7

b = 2 %

Rt = 394.74

Pcl = 266.72

Ptl = 333.12

e = 7.86 %

Lt = 55.02      tomo Lp = 55 m

Lp = 14.00

Λ = 216.05

<b>B =</b>	230.05
<b>C =</b>	244.05
<b>D =</b>	285.05
<b>D' =</b>	314.79
<b>C' =</b>	355.79
<b>B' =</b>	369.79
<b>A' =</b>	383.79

**CURVA HORIZONTAL # 2**

<b>Vd =</b>	80
<b>a =</b>	7
<b>b =</b>	2 %
<b>R2 =</b>	358.10
<b>Pc2 =</b>	583.42
<b>Pt2 =</b>	808.83

<b>e =</b>	8.30 %	
<b>Lt =</b>	58.10	<b>tomo Lp = 58 m</b>
<b>Lp =</b>	14.00	

<b>A =</b>	530.75
<b>B =</b>	544.75

C = 558.75

D = 602.75

D' = 789.50

C' = 833.50

B' = 847.50

A' = 861.50

## **SOBREANCHO**

En una carretera generalmente se hace la sección de las curvas más anchas que la de las tangentes, esto ocurre por las siguientes razones:

- El ancho total del vehículo es mayor en las curvas.
- La separación entre los ejes del vehículo incrementa al ancho normal del mismo.
- Los conductores no pueden juzgar con precisión el paso de las llantas traseras.

### **Ancho del eje**

Cuando las dimensiones de un vehículo son conocidas, el incremento en el ancho de sus ejes sobre una curva puede ser calculado geoméricamente. La A.A.S.H.O. recomienda hacer este cálculo asumiendo como vehículo de diseño un

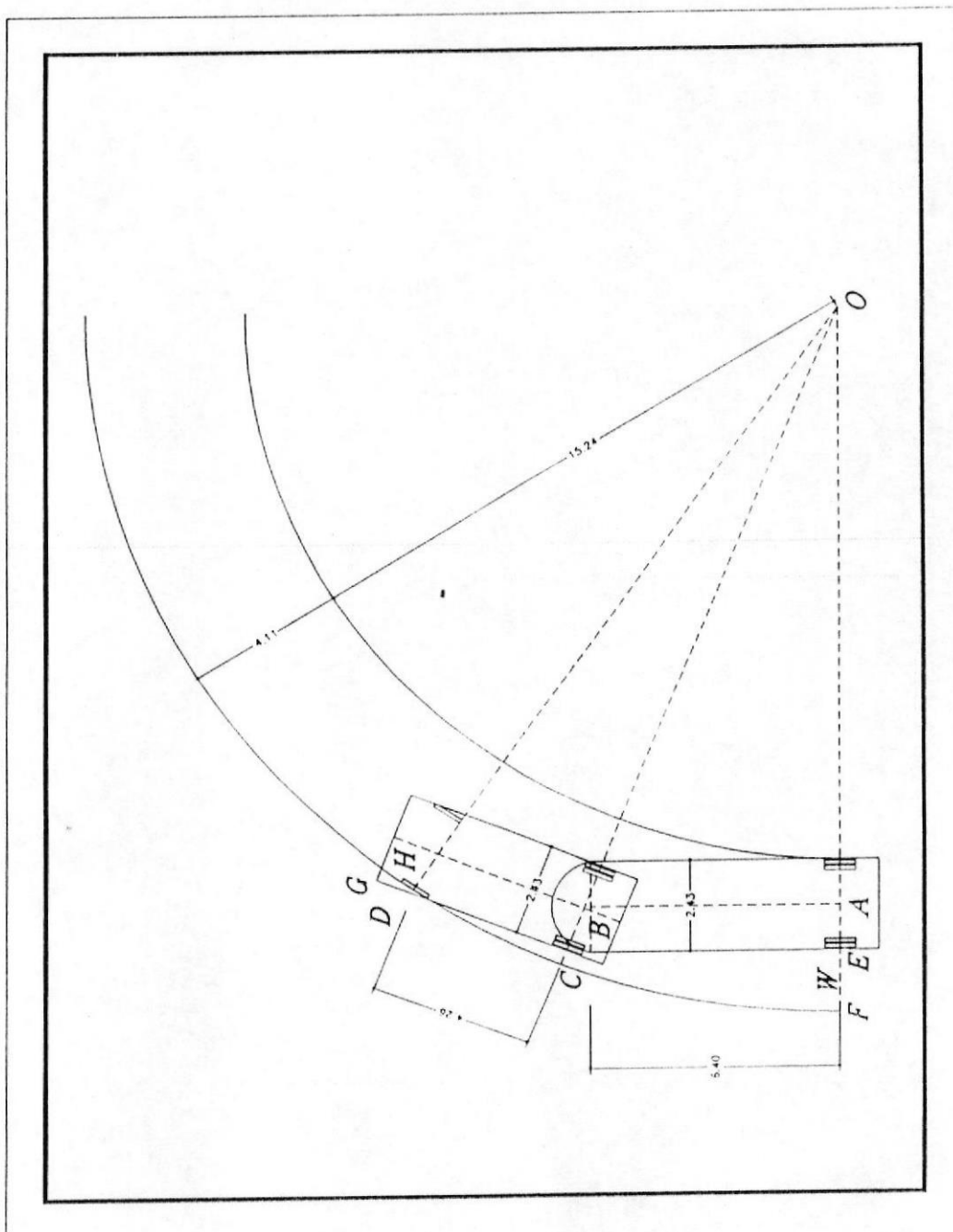
semitrailer.

$$OB = \sqrt{OA^2 + AB^2}$$

$$OC = OB + BC$$

$$OD = \sqrt{OC^2 + CD^2}$$

$$W = OD - OE$$



Entonces, deberemos aumentar un sobreaño W al radio.

#### Ancho del vehículo

En la figura GH representa el incremento en el ancho del vehículo.

$$\frac{GH}{GD} = \frac{CD}{OD}$$

Asumiendo  $GD = 1.22 \text{ m.}$  :

$$GH = 1.22 \frac{CD}{OD}$$

#### Error del conductor.-

La A.A.S.H.O. recomienda un incremento en el ancho debido a error del conductor de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$W_d = \frac{V}{\sqrt{R}}$$

V.- velocidad de diseño expresada en millas por hora.

R.- radio de la curva expresado en pies.

De esta forma el total del sobreaño será la suma de los tres casos anteriores:

$$\text{Sobrancho} = W + GH + W_d$$

### Diseño de sobrancho.

#### Curva circular #1:

Número de carriles	:	2,00	
Ancho del carril	:	7,00	m
Radio de curva (OB=R):		394,74 m	= 1.294,75 pies
Vehículo de diseño	:	2,50	m de ancho
Velocidad de diseño	:	80,00 Km/h	= 49,71 millas/h
Distancia entre ejes (AB):		6,10	m
Se asume un valor CB	:	1,22	m
W:	$\sqrt{(\Delta O^2 + BA^2)} - R$	:	2,55 m
CH:	$CB ( AB / R )$	:	0,02 m
Wd:	$V_d / \sqrt{R}$	:	1,38 pies = 0,42 m

Sobrancho :  $W + CH + W_d : 2,99$  se toma 3,00 m

#### Curva circular #2:

Número de carriles	:	2,00	
Ancho del carril	:	7,00	m
Radio de curva (OB=R):		358,10 m	= 1.174,57 pies
Vehículo de diseño	:	2,50	m de ancho

Velocidad de diseño : 80,00 Km/h = 49,71 millas/h  
 Distancia entre ejes (AB): 6,10 m  
 Se asume un valor CB : 1,22 m  
 $W: \sqrt{(AO^2+BA^2)} - R: 2,55 \text{ m}$   
 CH:  $CB ( AB / R ) : 0,02 \text{ m}$   
 $Wd: Vd / \sqrt{R} : 1,45 \text{ pies} = 0,44 \text{ m}$

Sobrecancho :  $W + CH + Wd : 3,01$  se toma 3,00 m

#### Curva circular #3:

Número de carriles : 2,00  
 Ancho del carril : 7,00 m  
 Radio de curva (OB=R): 120,00 m = 393,70 pies  
 Vehículo de diseño : 2,50 m de ancho  
 Velocidad de diseño : 80,00 Km/h = 49,71 millas/h

Distancia entre ejes (AB): 6,10 m  
 Se asume un valor CB : 1,22 m  
 $W: \sqrt{(AO^2+BA^2)} - R: 2,65 \text{ m}$   
 CH:  $CB ( AB / R ) : 0,06 \text{ m}$   
 $Wd: Vd / \sqrt{R} : 2,51 \text{ pies} = 0,76 \text{ m}$

Sobrecancho :  $W + CH + Wd : 3,48$  se toma 3,50 m

### Curvas verticales

Los elementos que constituyen el perfil longitudinal de la subrasante deben enlazarse por medio de las curvas verticales, convexas o cóncavas, de longitud variable. Así pues, las curvas verticales se emplean para pasar gradualmente de un tramo en que la subrasante tiene una pendiente determinada a otro en que la pendiente es diferente, pudiendo presentarse dos casos: uno en que vamos subiendo y luego bajamos, denominado cima, y el otro en el cual se baja y luego se sube llamado columpio.

Únicamente se proyectará curva vertical cuando la diferencia algebraica entre dos pendientes sea mayor 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. Ejemplos:

Tramo ascendente	= + 3%
Tramo descendente	= <u>- 3 %</u>
Diferencia algebraica	= + 6%
Tramo ascendente	= + 3 %
Tramo ascendente	= <u>+ 2.8%</u>
Diferencia algebraica	= + 0.2%

En el primer caso sí se proyecta la curva vertical, pero en el segundo caso no.

La curva que mejor satisface el cambio gradual de una tangente a otra es la parábola, porque si se intercala la rama de una parábola entre los dos puntos, se obtiene una variación uniforme de pendiente y además la entrada y la salida resultan suavizadas porque en ellas la variación de pendiente es la mitad que para el resto de la curva.

L = Longitud de la curva vertical convexa, expresada en metros.

$\Lambda$  = Diferencia algebraica de las gradientes expresadas en porcentaje.

S = Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo expresada en metros.

$$S = 0,7 * Vd + \frac{Vd^2}{254 * (f - G)}$$

donde :

Vd = Velocidad de diseño expresada en metros por segundo.

f = Coeficiente de fricción, adimensional.

G = Gradiente mayor de las dos tangentes de la curva.

PIV = Punto de intersección vertical

PCV = Punto de curva vertical.

PTV = Punto de tangente vertical.



$$Y = \left( \frac{x}{L/2} \right)^2 * m$$

De la figura anterior puede también escribirse que:

$$(g_1 * L/2) + (g_2 * L/2) = BC$$

o sea que:

$$BC = (g_1 + g_2) * L/2$$

Pudiéndose, por lo tanto, escribir que:

$$\frac{m}{BC} = \frac{(L/2)^2}{(L)^2}$$

$$\frac{m}{(g_1 + g_2) * L/2} = \frac{(L/2)^2}{L^2}$$

de donde:

$$m = \frac{(L/2)^2}{(L)^2} * (g_1 + g_2) * L/2 = \frac{(g_1 + g_2) * L}{8} = \frac{A * L}{8}$$

y en cualquier punto de la parábola:

$$Y = \left( \frac{x}{L/2} \right)^2 * m = \left( \frac{x}{L/2} \right)^2 * \frac{A * L}{8} = \frac{A * x^2}{2 * L}$$

en donde:

$m$  = ordenada media de la parábola o sea la correspondiente al vértice de las tangentes.

$A = (g_1 + g_2)$  = diferencia algebraica de pendientes.

$L$  = longitud de la curva en metros

$Y =$  Abscisas a contar de los extremos de la curva, en metros.

Si se quiere expresar  $A$  en tanto por ciento en vez de en decimal, entonces:

$$m = \frac{A * L}{800}$$

$$Y = \frac{A * x^2}{200 * L}$$

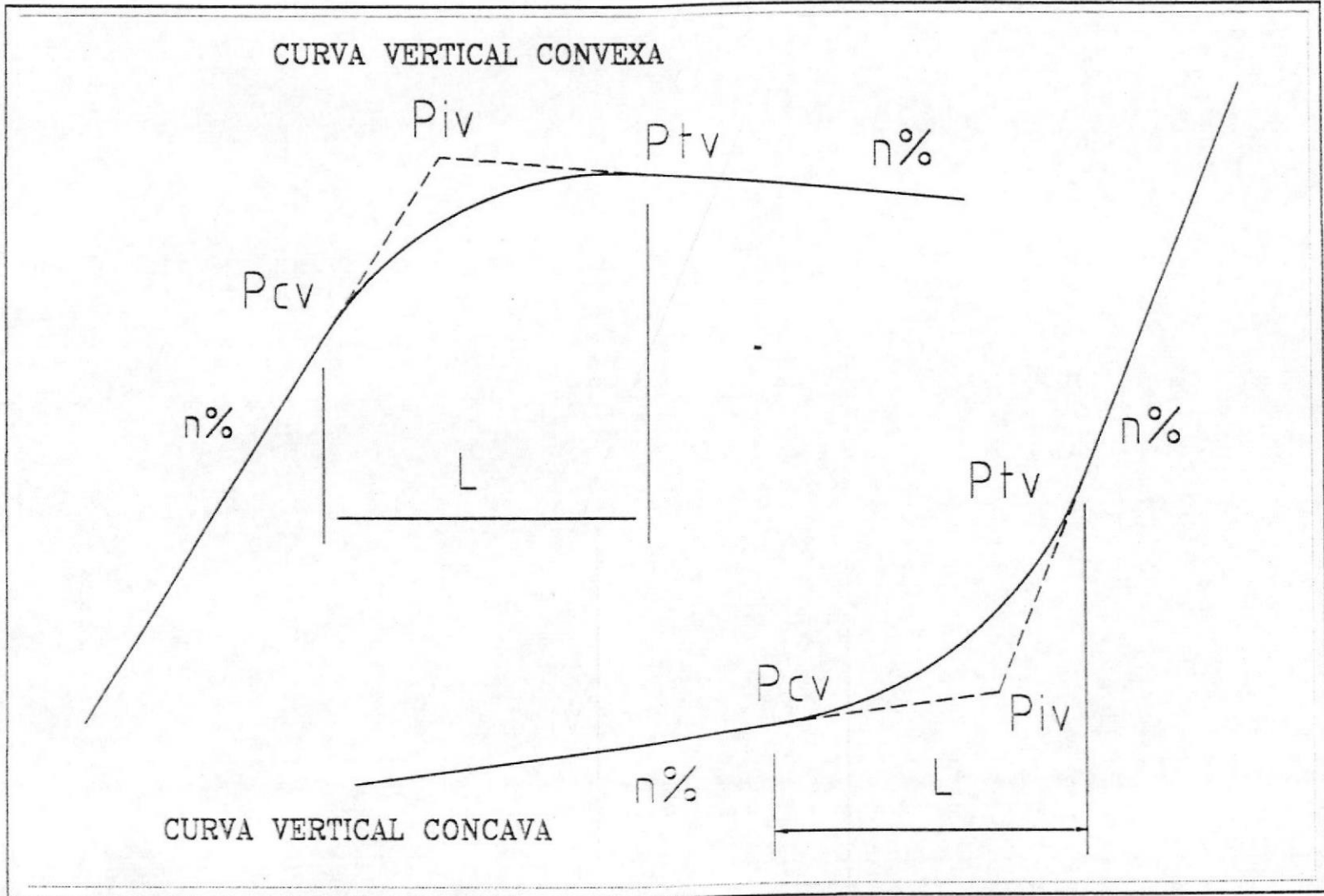
#### Curva vertical convexa

La longitud mínima de las curvas verticales se determina sobre la base de los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura de ojo del conductor de 1.15 m. y una altura del objeto que se divide sobre la carretera de 0.15 m.

Esta longitud se la obtiene de la siguiente manera:

$$L = \frac{A * S^2}{426}$$

donde:



L = Longitud de la curva en metros.

X, Y = Coordenadas de cualquier punto de la curva.

D = Ordenada en el extremo de la curva.

d = Ordenada en el eje de la curva.

#### VALORES f

Vd	f
40	0,384
50	0,362
60	0,344
70	0,332
80	0,32
90	0,31
100	0,301
110	0,293
120	0,287

#### Curva vertical cóncava

Difiere de la curva vertical convexa en el cálculo de la longitud de la curva cuyo valor es igual a:

$$L = \frac{A \cdot S^2}{(122 + 3,5 \cdot S)}$$

En donde los demás elementos se determinan de la misma manera que las curvas convexas.

A continuación se puede observar el cálculo de las diferentes curvas verticales de este trazado:

## CALCULO DE CURVAS VERTICALES

Datos	CURVA 1 (CONVEXA)	
Piv =	0	0,00
Cota =	51,6	51,60
G1 =	1,00%	1,00
G2 =	-1,00%	-1,00
A =	G1-G2	2,00
S =	$0,7Vd + Vd^2 / (254(f-G))$	137,28
Vd =	80 Km/h	80,00
f =	0,32	0,32
G =	MAYOR(G2,G1)	0,01
Lcx =	$AS^2/426$	88,48
Pcv =	$Piv - Lcx/2$	-44,24
Ptv =	$Piv + Lcx/2$	44,24

ABSCISA	ABSCISA	DISTANCIA	PEND.	COTA SOBRE	Y	COTA SOBRE
		ACUMULADA		LA TANGENTE		CURVA
Pcv = 0-44,24	-44,24	0	0,01	51,16	0,000	51,16
0-040	-40	4,24	0,01	51,20	0,002	51,20
0-020	-20	24,24	0,01	51,40	0,068	51,33
Piv = 0+000	0	44,24		51,60	0,231	51,60
Piv = 0+000	44,24	88,48	-0,01	51,16	0,000	51,16

Datos	CURVA 2 (CONCAVA)	
Piv =	0+250	250,00
Cota =	49,1	49,10
G1 =	-1,00%	-1,00
G2 =	3,00%	3,00
A =	G1-G2	4,00
S =	$0,7Vd+Vd^2/(254(f-G))$	142,89
Vd =	80 Km/h	80,00
f =	0,32	0,32
G =	MAYOR(G2,G1)	0,03
Lcx =	$AS^2/(122+3.5 \cdot s)$	131,27
Pcv =	Piv-Lcx/2	184,36
Ptv =	Piv+Lcx/2	315,64

ABSCISA	ABSCISA	DISTANCIA	PEND.	COTA SOBRE	Y	COTA SOBRE
		ACUMULADA		LA TANGENTE		LA CURVA
Pcv = 0+184.36	184,36	0	-0,01	49,76	0,000	49,76
0+200	200	15,64	-0,01	49,60	0,037	49,64
0+220	220	35,64	-0,01	49,40	0,194	49,59
0+240	240	55,64	-0,01	49,20	0,472	49,67
Piv = 0+250	250	65,64		49,10	0,856	49,76
0+260	260	75,64	0,03	49,40	0,472	49,87
0+280	280	95,64	0,03	50,00	0,194	50,19
0+300	300	115,64	0,03	50,60	0,037	50,64
Ptv = 0+315.64	315,64	131,28	0,03	51,07	0,000	51,07

Datos	CURVA 3 (CONCAVA)	
Piv =	0+600	600,00
Cota =	59,6	59,60
G1 =	3,00%	3,00
G2 =	7,00%	7,00
A =	G1-G2	4,00
S =	$0,7Vd+Vd^2/(254(f-G))$	156,79
Vd =	80 Km/h	80,00
f =	0,32	0,32
G =	MAYOR(G2,G1)	0,07
Lcx =	$AS^2/(122+3.5*s)$	146,59
Pcv =	Piv-Lcx/2	526,70
Ptv =	Piv+Lcx/2	673,30

ABSCISA	ABSCISA	DISTANCIA	PEND.	COTA SOBRE	Y	COTA SOBRE
		ACUMULADA		LA TANGENTE		LA CURVA
Pcv = 0+526.7	526,7	0	0,03	57,40	0,000	57,40
0+540	540	13,3	0,03	57,80	0,024	57,82
0+560	560	33,3	0,03	58,40	0,151	58,55
0+580	580	53,3	0,03	59,00	0,388	59,39
Piv = 0+600	600	73,3		59,80	0,788	60,58
0+620	620	93,3	0,07	61,00	0,388	61,39
0+640	640	113,3	0,07	62,40	0,151	62,55
0+660	660	133,3	0,07	63,80	0,024	63,82
Ptv = 0+673.3	673,3	146,6	0,07	64,73	0,000	64,73

Datos	CURVA 4 (CONVEXA)	
Piv =	0+850	850,00
Cota =	77,1	77,10
G1 =	7,00%	7,00
G2 =	2,40%	2,40
A =	G1-G2	4,60
S =	$0,7Vd+Vd^2/(254(f-G))$	156,79
Vd =	80 Km/h	80,00
f =	0,32	0,32
G =	MAYOR(G2,G1)	0,07
Lcx =	$AS^2/426$	265,44
Pcv =	Piv-Lcx/2	717,28
Ptv =	Piv+Lcx/2	982,72

ABSCISA	ABSCISA	DISTANCIA	PEND.	COTA SOBRE	Y	COTA SOBRE
		ACUMULADA		LA TANGENTE		LA CURVA
P <sub>CV</sub> = 0+717,28	717,28	0	0,07	67,81	0,000	67,81
0+720	720	2,72	0,07	68,00	0,001	68,00
0+740	740	22,72	0,07	69,40	0,045	69,38
0+760	760	42,72	0,07	70,80	0,158	70,64
0+780	780	62,72	0,07	72,20	0,341	71,88
0+800	800	82,72	0,07	73,60	0,593	73,01
0+820	820	102,72	0,07	75,00	0,914	74,09
0+840	840	122,72	0,07	76,40	1,305	75,09
Piv = 0+850	850	132,72		77,10	1,528	75,57
0+860	860	142,72	0,024	77,34	1,305	76,04
0+880	880	162,72	0,024	77,82	0,914	76,91
0+900	900	182,72	0,024	78,30	0,593	77,71
0+920	920	202,72	0,024	78,78	0,341	78,44
0+940	940	222,72	0,024	79,26	0,158	79,10
0+960	960	242,72	0,024	79,74	0,045	79,70
0+980	980	262,72	0,024	80,22	0,001	80,22

DATOS CURVA 5 (CONVEXA)		
Piv =	1275,19	1.275,19
Cota =	87,3	87,30
G1 =	2,40%	2,40
G2 =	-1,00%	-1,00
A =	G1-G2	3,40
S =	$0,7Vd+Vd^2/(254(f-G))$	144,10
Vd =	80 Km/h	80,00
f =	0,32	0,32
G =	MAYOR(G2,G1)	0,03
Lcx =	$AS^2/426$	165,73
Pcv =	Piv-Lcx/2	1.192,32
Ptv =	Piv+Lcx/2	1.358,06

ABSCISA	ABSCISA	DISTANCIA	PEND,	COTA SOBRE	Y	COTA SOBRE
		ACUMULADA		LA TANGENTE		LA CURVA
P <sub>cv</sub> = 0+1192,3	1192,32	0	0,024	85,31	0,000	85,31
0+1200	1200	7,68	0,024	85,50	0,006	85,49
0+1220	1220	27,68	0,024	85,98	0,079	85,90
0+1240	1240	47,68	0,024	86,46	0,233	86,22
0+1260	1260	67,68	0,024	86,94	0,470	86,47
P <sub>iv</sub> = 0+1275,1	1275,19	82,87		87,30	0,704	86,60
0+1280	1280	87,68	-0,01	87,25	0,625	86,63
0+1300	1300	107,68	-0,01	87,20	0,346	86,85
0+1320	1320	127,68	-0,01	87,00	0,149	86,85
0+1340	1340	147,68	-0,01	86,80	0,033	86,77
P <sub>tv</sub> = 0+1358,0	1358,06	165,74	-0,01	86,62	0,000	86,62

### 3.6 MOVIMIENTO DE TIERRA

Determinación de las áreas de los perfiles transversales.

El movimiento de tierra en los diferentes tipo de obra sobre todo viales es lo más importante en el presupuesto. Al realizar los cortes o rellenos, se ocupa un área que hay que expropiar, a veces hay que revestir y siempre conservar los taludes de los desmontes o terraplenes. Así mismo es preciso conocer los volúmenes de tierra a desmontar o a terraplenar; por tal motivo es necesario las áreas de los perfiles transversales del camino.

Esta determinación se la hace ya sea analíticamente, por planímetro o su vez por medio de programas como es el caso de este proyecto en que se ha utilizado el TOPOGRAPH.

Existen diferentes métodos para determinar los volúmenes entre las secciones transversales; entre ellos el del prismoide, en donde la sección media es igual a la media de las secciones extremas, es decir:

$$A_m = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

$A_m$ : área de la sección media en metros al cuadrado.

$A_1, A_2$ : área de cada sección en metros al cuadrado.

Y es volumen del prismoide es igual a :

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

d: distancia entre las secciones en metros

El cálculo del volumen de tierras a mover, por cualquiera de los métodos aproximados, da suficiente exactitud, siempre y cuando la distancia entre las dos secciones transversales sea tal que la diferencia de cotas rojas y anchos de ocupación no sea excesiva.

Cuando las dos secciones consideradas sean mixtas de corte y relleno, como se muestran en las figuras que siguen, si los puntos de paso de las dos secciones están en una recta paralela al eje del camino, los volúmenes de corte y relleno serán:

$$VR = \frac{R_1 + R_2}{2} * d$$

$$VC = \frac{C_1 + C_2}{2} * d$$

Donde:

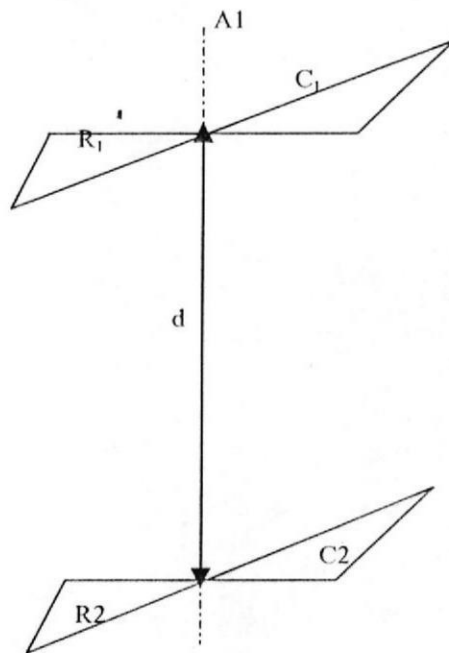
VR = volumen de relleno en metros cúbicos

VC = volumen de corte en metros cúbicos

$R_1$  y  $R_2$  = áreas de relleno en metros cuadrados

$C_1$  y  $C_2$  = áreas de corte en metros cuadrados

$d$  = distancia entre secciones en metros



Si el punto de paso no se encuentra en la misma recta paralela al eje del camino, se imaginan trazados planos paralelos al vertical que pasa por el eje por los puntos  $A_1$  y  $A_2$ . El volumen buscado se

descompone en una parte formada por dos rellenos,  $R_1$  y  $R_2$ , y otra en corte  $C_0$  y relleno  $C_0$  y además, una formada por dos corte  $C_1$  y  $C_2$ .

$$V_r = d/2 * ( R_1 + R_2 ) + d/2 * \frac{R_0^2}{R_0 + C_0}$$

$$V_r = d/2 * ( R_1 + R_2 + \frac{R_0^2}{R_0 + C_0} )$$

$$V_c = d/2 * ( C_1 + C_2 ) + d/2 * \frac{C_0^2}{C_0 + R_0}$$

$$V_c = d/2 * ( C_1 + C_2 + \frac{C_0^2}{C_0 + R_0} )$$

Donde:

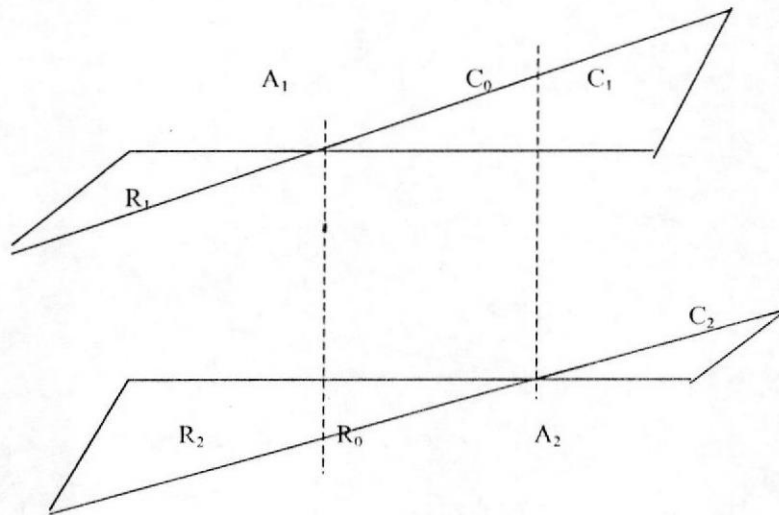
VR = volumen de relleno en metros cúbicos

$VC$  = volumen de corte en metros cúbicos

$R_0, R_1$  y  $R_2$  = áreas de relleno en metros cuadrados

$C_0, C_1$  y  $C_2$  = áreas de corte en metros cuadrados

$d$  = distancia entre secciones en metros



Para este proyecto se ha obtenido los volúmenes de los corte y relleno por medio del programa TOPOGRAPH .

A continuación se puede observar el cálculo de los mismos.

### Diagrama de Masas

Cuando la conformación de un proyecto incluye sobre acarreo, se acostumbra a trazar, un diagrama de masas.

Para la obtención de un diagrama de masas se cuenta con los perfiles que tienen las estaciones topográficas como abscisas y las elevaciones como ordenadas.

El diagrama de masas tiene las mismas abscisas, pero sus ordenadas representan la suma algebraica de la excavación y el relleno entre un punto seleccionado de partida y cualquiera de las estaciones en cuestión.

Para poder utilizar correctamente las curvas de masas es necesario conocer algunas características de las mismas:

- 1.- La ordenada de cualquier punto, sobre la curva de masas representa los metros cúbicos acumulados de corte o relleno que hay hasta ese punto en el perfil longitudinal.
- 2.- Una curva de masas que se eleva indica excavación hasta ese punto del camino y una curva que baja indica relleno.
- 3.- Las inclinaciones pronunciadas de las curvas de masas reflejan grandes cortes o rellenos, pendientes suaves indican pocas cantidades de movimiento de tierras.
- 4.- Los puntos que indican los cambios de una sección de corte y una de relleno, corresponden a un máximo, y lo inverso corresponde a un mínimo.
- 5.- Si una curva es convexa indica que el acarreo es de izquierda a derecha y si es concava el acarreo es derecha a izquierda.

6.- Cualquier línea horizontal que corte un sector del diagrama intercepta a la línea curva, en dos puntos entre los cuales el corte es igual al relleno, a esta línea se la conoce con el nombre de línea de compensación o balance.

**Distancia de acarreo libre.** En la construcción de terracerías con volúmenes considerables, la longitud del acarreo necesario para colocar los materiales de excavación en los rellenos correspondientes, ejerce una influencia importante en el costo de operaciones. Debido a que ocurren en estos casos variaciones considerables en la longitud de acarreo del material excavado, se ha adoptado la práctica de considerar dentro del precio de excavación, el acarreo del material a cierta distancia que se la denomina distancia de acarreo libre. Esta distancia se la ha asumido sea de 500 metros. La distancia de acarreo libre es la distancia a la que cada metro cúbico de material puede ser movido sin que se haga, por lo tanto un pago adicional.

**Distancia de sobre acarreo.** El sobre acarreo es el transporte de los materiales ya sea del corte o de un préstamo a mayor distancia que la del acarreo libre. A la distancia que hay del centro de gravedad del corte (o préstamo) al centro de gravedad del relleno que se forma con ese material, se le resta la distancia de acarreo libre para obtener la distancia media del sobre acarreo. El valor de sobre acarreo se obtiene multiplicando esa distancia, por los metros cúbicos de la excavación, sujeta a sobre acarreo.

**Préstamos y desperdicios.** Si se determinan correctamente, con anterioridad, los factores de esponjamiento y de reducción de los materiales, se puede observar que los volúmenes de corte son suficientes para construir los rellenos y no hay desperdicios. Sin embargo, es común que las determinaciones de los factores antes mencionados no se determinen y sean nada más supuestos con lo cual la curva de masa no se cumple enteramente y los cortes no son suficientes para rellenar, siendo necesario hacer préstamos de los materiales que deben ser autorizados por el Ingeniero. Si en un

determinado caso se observa que los préstamos se repiten sistemáticamente puede modificarse el proyecto de la subrasante.

Si los préstamos son nada más eventuales, puede modificarse la curva de masa corrigiendo los esponjamientos o reducciones de acuerdo a la realidad.

Cuando por una determinada causa sea necesario hacer uso de un préstamo, en muchas ocasiones se presenta duda de si es más conveniente tomar los materiales de un préstamo o sobre acarrearlos de un corte. Para ello es necesario determinar la distancia económica de sobre acarreo. Asumiendo los valores anotados abajo para el costo del metro cúbico del préstamo y del costo de ese mismo metro cúbico acarreado de un corte, se obtiene la distancia económica de sobre acarreo de la siguiente manera:

Costo de metro cúbico de préstamo	\$5000
Costo del sobre acarreo por metro cúbico y	
Por estación de 500 metros	\$500

$$\text{Distancia de acarreo} = \frac{5000}{500} = 10 \text{ estaciones}$$

Por lo tanto el número de metros a los cuales se puede sobre acarrear será de  $10 * 500 = 5000$  metros. Aumentándose a esta distancia los 500 metros del acarreo libre, se tienen 5500 metros como la máxima distancia a la que se puede acarrear un corte, ya que más allá de esa distancia conviene más que el contratista traiga material de un préstamo.

## DIAGRAMA DE MASAS

ABSCISA	CORTE m3 (+)	RELLENO m3 (-)	VARIACION EN CORTE %	INCREMENT CORTE m3	VOL. CORTE m3	MOV. DE TIERRA EN c / sección	VOL. ACUMLD. m3
0 + 000							0
0 + 020	327.00	0.00	17.67	58	385.00	385.00	385.00
0 + 040	604.00	0.00	17.67	107	711.00	711.00	1,096.00
0 + 060	1,159.00	0.00	17.67	205	1,364.00	1,364.00	2,460.00
0 + 080	1,566.00	0.00	17.67	277	1,843.00	1,843.00	4,303.00
0 + 100	1,112.00	0.00	17.67	196	1,308.00	1,308.00	5,611.00
0 + 120	322.00	333.00	17.67	57	379.00	46.00	5,657.00
0 + 140	0.00	2,063.00	17.67	0	0.00	-2,063.00	3,594.00
0 + 160	0.00	4,782.00	17.67	0	0.00	-4,782.00	-1,188.00
0 + 180	0.00	6,801.00	17.67	0	0.00	-6,801.00	-7,989.00
0 + 200	0.00	7,869.00	17.67	0	0.00	-7,869.00	-15,858.00
0 + 220	0.00	8,569.00	17.67	0	0.00	-8,569.00	-24,427.00
0 + 240	0.00	9,273.00	17.67	0	0.00	-9,273.00	-33,700.00
0 + 260	0.00	10,133.00	17.67	0	0.00	-10,133.00	-43,833.00
0 + 268.509	0.00	4,656.00	17.67	0	0.00	-4,656.00	-48,489.00
0 + 280	0.00	6,409.10	17.67	0	0.00	-6,409.10	-54,898.10
0 + 300	0.00	11,015.00	17.67	0	0.00	-11,015.00	-65,913.10
0 + 320	0.00	9,483.00	21.37	0	0.00	-9,483.00	-75,396.10
0 + 331.325	0.00	4,417.50	21.37	0	0.00	-4,417.50	-79,813.60
0 + 340	0.00	2,911.50	21.37	0	0.00	-2,911.50	-82,725.10
0 + 360	0.00	4,693.00	21.37	0	0.00	-4,693.00	-87,418.10
0 + 380	0.00	1,691.00	21.37	0	0.00	-1,691.00	-89,109.10
0 + 400	614.00	212.00	21.37	131	745.00	533.00	-88,576.10
0 + 420	2,133.00	0.00	21.37	456	2,589.00	2,589.00	-85,987.10
0 + 440	3,016.00	0.00	21.37	645	3,661.00	3,661.00	-82,326.10
0 + 460	2,401.00	0.00	21.37	513	2,914.00	2,914.00	-79,412.10
0 + 480	1,195.00	0.00	21.37	255	1,450.00	1,450.00	-77,962.10
0 + 500	419.00	0.00	21.37	90	509.00	509.00	-77,453.10
0 + 520	493.00	0.00	21.37	105	598.00	598.00	-76,855.10
0 + 540	923.00	0.00	21.37	197	1,120.00	1,120.00	-75,735.10
0 + 560	1,522.00	0.00	21.37	325	1,847.00	1,847.00	-73,888.10
0 + 580	2,359.00	0.00	21.37	504	2,863.00	2,863.00	-71,025.10
0 + 584.021	431.80	0.00	21.37	92	523.80	523.80	-70,501.30
0 + 600	1,299.20	0.00	21.37	278	1,577.20	1,577.20	-68,924.10
0 + 620	2,072.00	0.00	21.37	443	2,515.00	2,515.00	-66,409.10
0 + 640	1,965.00	0.00	21.37	420	2,385.00	2,385.00	-64,024.10
0 + 660	1,542.00	0.00	21.37	330	1,872.00	1,872.00	-62,152.10
0 + 680	1,650.00	0.00	21.37	353	2,003.00	2,003.00	-60,149.10
0 + 700	1,654.00	0.00	21.37	353	2,007.00	2,007.00	-58,142.10
0 + 720	1,295.00	0.00	21.37	277	1,572.00	1,572.00	-56,570.10
0 + 740	1,341.00	0.00	21.37	287	1,628.00	1,628.00	-54,942.10
0 + 760	2,724.00	0.00	21.37	582	3,306.00	3,306.00	-51,636.10
0 + 780	5,612.00	0.00	21.37	1199	6,811.00	6,811.00	-44,825.10
0 + 800	7,674.00	0.00	21.37	1640	9,314.00	9,314.00	-35,511.10
0 + 808.189	3,409.60	0.00	21.37	729	4,138.60	4,138.60	-31,372.50
0 + 820	5,466.90	0.00	21.37	1168	6,634.90	6,634.90	-24,737.60

ABSCISA	CORTE m3 (+)	RELLENO m3 (-)	ESPONJA- MIENTO %	INCREMT CORTE m3	VOL. CORTE m3	MOV. DE TIERRA EN c / sección	VOL. ACUMLD. m3
0 + 840	9,217.00	0.00	21.37	1970	11,187.00	11,187.00	-13,550.60
0 + 860	7,246.00	0.00	21.37	1548	8,794.00	8,794.00	-4,756.60
0 + 862.87	779.79	0.00	21.37	167	946.79	946.79	-3,809.81
0 + 880	4,057.90	0.00	21.37	867	4,924.90	4,924.90	1,115.09
0 + 900	2,507.30	0.00	21.37	536	3,043.30	3,043.30	4,158.39
0 + 920	1,637.00	0.00	21.37	350	1,987.00	1,987.00	6,145.39
0 + 940	564.00	0.00	21.37	121	685.00	685.00	6,830.39
0 + 960	256.70	0.00	21.37	55	311.70	311.70	7,142.09
0 + 980.000	78.10	32.10	21.37	17	95.10	63.00	7,205.09
1 + 000	35.80	71.80	21.37	8	43.80	-28.00	7,177.09
1 + 020	37.10	55.80	21.37	8	45.10	-10.70	7,166.39
1 + 040	144.50	16.10	21.37	31	175.50	159.40	7,325.79
1 + 060	427.10	0.00	21.37	91	518.10	518.10	7,843.89
1 + 075.30	145.20	0.00	21.37	31	176.20	176.20	8,020.09
1 + 080	185.00	0.00	21.37	40	225.00	225.00	8,245.09
1 + 100	621.00	0.00	21.37	133	754.00	754.00	8,999.09
1 + 120	1,126.00	0.00	21.37	241	1,367.00	1,367.00	10,366.09
1 + 140	1,420.00	0.00	21.37	303	1,723.00	1,723.00	12,089.09
1 + 160	1,400.00	0.00	21.37	299	1,699.00	1,699.00	13,788.09
1 + 180	1,336.00	0.00	21.37	286	1,622.00	1,622.00	15,410.09
1 + 200	1,274.00	0.00	21.37	272	1,546.00	1,546.00	16,956.09
1 + 220	1,059.00	0.00	21.37	226	1,285.00	1,285.00	18,241.09
1 + 240	816.00	0.00	21.37	174	990.00	990.00	19,231.09
1 + 260	555.00	0.00	21.37	119	674.00	674.00	19,905.09
1 + 275.19	280.40	0.00	21.37	60	340.40	340.40	20,245.49

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:47:26

HOJA No 001

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VÍAS

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

PK.:0+000

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	55.200
002	2		I	20.000	55.000
003	3		I	10.000	52.100
004	4		D	0.000	52.200
005	5		D	10.000	52.100
006	6		D	20.000	55.100
007	7		D	30.000	55.200

PK.:0+000

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	56.000
002	2		I	20.000	55.800
003	3		I	10.000	52.900
004	4		D	00.000	53.000
005	5		D	10.000	53.000
006	5		D	20.000	55.900
007	6		D	30.000	56.000

PK.:0+000

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	51.000
002	2		I	20.000	53.100
003	3		I	10.000	54.000
004	4		I	0.000	54.000
005	5		D	10.000	53.900
006	6		D	20.000	52.200
007	7		D	30.000	52.700

PK.:0+000

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	55.000
002	2		I	20.000	55.500
003	3		I	10.000	55.900
004	4		D	0.000	56.500
005	5		D	10.000	55.800
006	6		D	20.000	55.000
007	7		D	30.000	52.500

PK.:0+000

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	53.100

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:47:27

HOJA No 002

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

002	2	I	20.000	55.900
003	3	I	10.000	56.100
004	4	D	0.000	56.100
005	5	D	10.000	56.100
006	6	D	20.000	55.500
007	7	D	30.000	54.900

PK.:0+100

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	52.200
002	2		I	20.000	52.400
003	3		I	10.000	52.800
004	4		D	0.000	53.000
005	5		D	10.000	53.000
006	6		D	20.000	53.900
007	7		D	30.000	53.000

PK.:0+120

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	46.800
002	2		I	20.000	47.000
003	3		I	10.000	48.000
004	4		D	0.000	48.000
005	5		D	10.000	48.000
006	6		D	20.000	48.500
007	7		D	30.000	48.300
008	8		I	40.000	46.000
009	9		D	40.000	48.000

PK.:0+140

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	41.000
002	2		I	20.000	40.000
003	3		I	10.000	41.900
004	4		D	0.000	42.000
005	5		D	10.000	42.000
006	6		D	20.000	42.100
007	7		D	30.000	42.000
008	8		I	40.000	42.000
009	9		D	40.000	41.600

PK.:0+160

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	39.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:47:34

HOJA No 001

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

002	2	I	20.000	33.500
003	3	I	10.000	38.200
004	4	D	0.000	38.000
005	5	D	10.000	38.400
006	6	D	20.000	38.500
007	7	D	30.000	38.000
008	8	I	40.000	41.100
009	9	D	40.000	37.600

PK.:04100

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	38.700
002	2		I	20.000	37.800
003	3		I	10.000	36.900
004	4		I	0.000	36.500
005	5		D	10.000	36.300
006	6		D	20.000	35.800
007	7		D	30.000	35.500
008	8		I	40.000	40.200
009	9		D	40.000	35.000

PK.:04200

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	36.000
002	2		I	20.000	37.000
003	3		I	10.000	36.200
004	4		D	0.000	35.500
005	5		D	10.000	34.900
006	6		D	20.000	34.700
007	7		D	30.000	34.500
008	8		I	40.000	39.900
009	9		D	40.000	34.200

PK.:04300

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	38.300
002	2		I	20.000	36.800
003	3		I	10.000	35.800
004	4		D	0.000	35.000
005	5		D	10.000	33.900
006	6		D	20.000	33.500
007	7		D	30.000	33.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:47:50

HOJA No 00:

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

008	8	I	40.000	41.000
009	9	D	40.000	33.000

PK.:0+240

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	37.000
002	2		I	20.000	36.000
003	3		I	10.000	35.000
004	4		D	0.000	34.000
005	5		D	10.000	34.000
006	6		D	20.000	32.900
007	7		D	30.000	32.500
008	8		I	40.000	38.500
009	9		D	40.000	32.000

PK.:0+260

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	35.000
002	2		I	20.000	34.700
003	3		I	10.000	33.900
004	4		D	0.000	32.800
005	5		D	10.000	33.000
006	6		D	20.000	33.100
007	7		D	30.000	33.500
008	8		I	40.000	35.800
009	9		D	40.000	33.800

PK.:0+28.500

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	34.500
002	2		I	20.000	33.500
003	3		I	10.000	33.500
004	4		D	0.000	32.500
005	5		D	10.000	33.900
006	6		D	20.000	34.500
007	7		D	30.000	34.900
008	8		I	40.000	35.200
009	9		D	40.000	34.300

PK.:0+280

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	33.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:48:19

HOJA No 005

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPDL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

002	2	I	20.000	32.900
003	3	I	10.000	32.900
004	4	D	0.000	32.800
005	5	D	10.000	33.000
006	6	D	20.000	33.900
007	7	D	30.000	34.500
008	8	I	40.000	34.000
009	9	D	40.000	34.900

PK.:0+300

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	33.500
002	2		I	20.000	34.000
003	3		I	10.000	34.500
004	4		D	0.000	34.200
005	5		D	10.000	34.500
006	6		D	20.000	34.900
007	7		D	30.000	35.000
008	8		I	40.000	33.900
009	9		D	40.000	35.800

PK.:0+320

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	34.800
002	2		I	20.000	36.000
003	3		I	10.000	38.000
004	4		D	0.000	36.100
005	5		D	10.000	37.400
006	6		D	20.000	38.000
007	7		D	30.000	37.900
008	8		I	40.000	34.000
009	9		D	40.000	38.000

PK.:0+331.325

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	36.200
002	2		I	20.000	36.500
003	3		I	10.000	38.500
004	4		D	0.000	38.200
005	5		D	10.000	40.000
006	6		D	20.000	40.700
007	7		D	30.000	41.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:48:41

HOJA No 006

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPDL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

008	8	I	40.000	35.500
009	9	D	40.000	39.800

PK.:01350

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	37.000
002	2		I	20.000	37.500
003	3		I	10.000	38.200
004	4		D	0.000	40.000
005	5		D	10.000	41.100
006	6		D	20.000	42.900
007	7		D	30.000	43.000
008	8		I	40.000	36.500
009	9		D	40.000	41.100

PK.:01360

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	42.000
002	2		I	20.000	42.500
003	3		I	10.000	43.500
004	4		D	0.000	45.000
005	5		D	10.000	47.000
006	6		D	20.000	47.600
007	7		D	30.000	47.100
008	8		I	40.000	41.000
009	9		D	40.000	45.000

PK.:01380

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	50.000
002	2		I	20.000	50.000
003	3		I	10.000	50.500
004	4		D	0.000	51.500
005	5		D	10.000	51.900
006	6		D	20.000	50.000
007	7		D	30.000	48.900
008	8		I	40.000	49.000
009	9		D	40.000	47.500

PK.:01400

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	56.900

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:49:05

HOJA No 007

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

002	2	I	20.000	57.800
003	3	I	10.000	58.000
004	4	D	0.000	58.100
005	5	D	10.000	57.000
006	6	D	20.000	55.000
007	7	D	30.000	52.500

PK.:0+420

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	61.000
002	2		I	20.000	63.000
003	3		I	10.000	63.700
004	4		D	0.000	63.100
005	5		D	10.000	62.000
006	6		D	20.000	59.300
007	7		D	30.000	58.000

PK.:0+440

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	58.200
002	2		I	20.000	61.200
003	3		I	10.000	63.000
004	4		D	0.000	64.000
005	5		D	10.000	63.500
006	6		D	20.000	63.200
007	7		D	30.000	63.000

PK.:0+460

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	54.000
002	2		I	20.000	58.000
003	3		I	10.000	60.800
004	4		D	0.000	61.700
005	5		D	10.000	61.000
006	6		D	20.000	61.800
007	7		D	30.000	61.800

PK.:0+480

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	51.300
002	2		I	20.000	53.000
003	3		I	10.000	58.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:49:27

HOJA No 008

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

004	4	I	3.000	58.500
005	5	D	10.000	57.000
006	6	D	20.000	56.000
007	7	D	30.000	55.000

PK.:0+500

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	55.000
002	2		I	20.000	57.100
003	3		I	10.000	58.300
004	4		D	0.000	57.500
005	5		D	10.000	57.000
006	6		D	20.000	56.000
007	7		D	30.000	55.500

PK.:0+520

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	56.100
002	2		I	20.000	58.000
003	3		I	10.000	59.100
004	4		D	0.000	60.000
005	5		D	10.000	60.100
006	6		D	20.000	60.000
007	7		D	30.000	60.000

PK.:0+540

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	58.000
002	2		I	20.000	59.000
003	3		I	10.000	60.300
004	4		D	0.000	61.800
005	5		D	10.000	62.800
006	6		D	20.000	63.300
007	7		D	30.000	63.900

PK.:0+560

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	59.000
002	2		I	20.000	61.000
003	3		I	10.000	63.000
004	4		D	0.000	65.000
005	5		D	10.000	66.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH



C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:50:13

HOJA No 610

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

PK.:0+640

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	60.000
002	2		I	20.000	62.900
003	3		I	10.000	65.600
004	4		D	0.000	68.200
005	5		D	10.000	68.000
006	6		D	20.000	65.800
007	7		D	30.000	63.000

PK.:0+660

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	72.000
002	2		I	20.000	72.500
003	3		I	10.000	71.100
004	4		D	0.000	68.500
005	5		D	10.000	68.500
006	6		D	20.000	66.500
007	7		D	30.000	61.800

PK.:0+680

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	72.100
002	2		I	20.000	73.000
003	3		I	10.000	72.300
004	4		D	0.000	71.000
005	5		D	10.000	69.000
006	6		D	20.000	67.000
007	7		D	30.000	65.000

PK.:0+700

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	74.000
002	2		I	20.000	74.200
003	3		I	10.000	74.000
004	4		D	0.000	72.000
005	5		D	10.000	69.000
006	6		D	20.000	66.500
007	7		D	30.000	66.400

PK.:0+720

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	75.500

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:50:36

HOJA No 011

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

002	2	I	20.000	75.500
003	3	I	10.000	75.000
004	4	D	0.000	71.000
005	5	D	10.000	68.800
006	6	D	20.000	69.000
007	7	D	30.000	69.900

PK.:0+740

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	78.000
002	2		I	20.000	77.800
003	3		I	10.000	76.100
004	4		D	0.000	74.800
005	5		D	10.000	74.000
006	6		D	20.000	73.000
007	7		D	30.000	77.000

PK.:0+760

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	82.000
002	2		I	20.000	80.000
003	3		I	10.000	80.000
004	4		D	0.000	81.800
005	5		D	10.000	80.000
006	6		D	20.000	79.800
007	7		D	30.000	77.000

PK.:0+780

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	86.500
002	2		I	20.000	87.500
003	3		I	10.000	87.900
004	4		D	0.000	86.900
005	5		D	10.000	87.000
006	6		D	20.000	87.000
007	7		D	30.000	86.000

PK.:0+800

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	90.000
002	2		I	20.000	91.000
003	3		I	10.000	89.500

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-10-97 HORA.: 10:50:59

HOJA No 011

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

004	4	0	0.000	88.100
005	5	0	10.000	88.000
006	6	0	20.000	88.500
007	7	0	30.000	88.000

PK.:0+808.139

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	91.500
002	2		I	20.000	91.500
003	3		I	10.000	90.000
004	4		0	0.000	90.000
005	5		0	10.000	91.500
006	6		0	20.000	88.000
007	7		0	30.000	88.000

PK.:0+820

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	94.000
002	2		I	20.000	96.000
003	3		I	10.000	91.000
004	4		0	0.000	91.000
005	5		0	10.000	91.000
006	6		0	20.000	92.000
007	7		0	30.000	90.900

PK.:0+840

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	95.000
002	2		I	20.000	93.500
003	3		I	10.000	93.000
004	4		0	0.000	92.000
005	5		0	10.000	90.000
006	6		0	20.000	90.500
007	7		0	30.000	90.500

PK.:0+860

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	91.000
002	2		I	20.000	89.000
003	3		I	10.000	87.000
004	4		I	0.000	89.000
005	5		0	10.000	91.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH





C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:52:07

HOJA No 015

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VI-

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

002	2	I	20.000	78.500
003	3	I	10.000	79.500
004	4	O	0.000	81.500
005	5	O	10.000	81.500
006	6	O	20.000	81.500
007	7	O	30.000	81.500

PK.:1+000

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	81.200
002	2		I	20.000	81.500
003	3		I	10.000	81.600
004	4		O	0.000	81.300
005	5		O	10.000	80.800
006	6		O	20.000	79.800
007	7		O	30.000	78.900

PK.:1+020

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	73.000
002	2		I	20.000	82.500
003	3		I	10.000	82.100
004	4		O	0.000	81.000
005	5		O	10.000	79.700
006	6		O	20.000	78.800
007	7		O	30.000	78.800

PK.:1+025.51

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	85.000
002	2		I	20.000	82.500
003	3		I	10.000	82.100
004	4		O	0.000	80.900
005	5		O	10.000	79.700
006	6		O	20.000	78.800
007	7		O	30.000	78.800

PK.:1+040

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	82.500
002	2		I	20.000	83.000
003	3		I	10.000	87.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:52:29

HOJA No 016

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPDL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

004	4	D	0.000	80.500
005	5	D	10.000	78.700
006	6	D	20.000	78.800
007	7	D	30.000	79.200

PK.:1+060

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	87.100
002	2		I	20.000	83.900
003	3		I	10.000	83.100
004	4		D	0.000	82.000
005	5		D	10.000	80.500
006	6		D	20.000	80.800
007	7		D	30.000	80.900

PK.:1+080

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	83.000
002	2		I	20.000	83.000
003	3		I	10.000	83.100
004	4		D	0.000	83.800
005	5		D	10.000	84.900
006	6		D	20.000	85.600
007	7		D	30.000	88.000

PK.:1+100

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	86.500
002	2		I	20.000	86.100
003	3		I	10.000	86.000
004	4		D	0.000	86.400
005	5		D	10.000	86.500
006	6		D	20.000	87.000
007	7		D	30.000	89.000

PK.:1+120

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	87.900
002	2		I	20.000	87.900
003	3		I	10.000	88.100
004	4		D	0.000	88.300
005	5		D	10.000	88.000

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:52:52

HOJA No 017

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

## LISTADO DEL TERRENO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

006	6	0	20.000	91.000
007	7	0	30.000	93.000

PK.:1+140

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	20.000	89.000
002	2		I	20.000	89.100
003	3		I	10.000	89.000
004	4		D	0.000	89.200
005	5		D	10.000	89.000
006	6		D	20.000	92.000
007	7		D	30.000	93.000

PK.:1+160

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	88.400
002	2		I	20.000	88.500
003	3		I	10.000	88.700
004	4		D	0.000	89.200
005	5		D	10.000	88.900
006	6		D	20.000	89.800
007	7		D	30.000	92.000

PK.:1+180

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	89.000
002	2		I	20.000	89.800
003	3		I	10.000	89.800
004	4		D	0.000	89.900
005	5		D	10.000	89.000
006	6		D	20.000	90.000
007	7		D	30.000	91.000

PK.:1+200

PTO	NOMBRE	DESCRIPCION	LADO	DISTANCIA	COTA
001	1		I	30.000	88.100
002	2		I	20.000	88.300
003	3		I	10.000	88.700
004	4		I	0.000	89.800
005	5		D	10.000	89.900
006	6		D	20.000	89.800
007	7		D	30.000	89.900

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH



C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:44:03

HOJA No 001

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

VOLUMENES : TERRENO X PROYECTO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

PK	AREA m2		AREAS ACUM. m2		SEMI DISTANCIA	VOLUMENES m3		VOLUMENES ACUM. m3	
	DESMONTE	TERRAPLEN	DESMONTE	TERRAPLEN		DESMONTE	TERRAPLEN	DESMONTE	TERRAPLEN
0+000	10.6	0.0	10.6	0.0					
0+020	22.1	0.0	32.7	0.0	10.0	327.0	0.0	327.0	0.0
0+040	38.3	0.0	71.0	0.0	10.0	604.0	0.0	931.0	0.0
0+060	77.6	0.0	148.6	0.0	10.0	1159.0	0.0	2090.0	0.0
0+080	79.0	0.0	227.6	0.0	10.0	1566.0	0.0	3656.0	0.0
0+100	32.2	0.0	259.8	0.0	10.0	1112.0	0.0	4768.0	0.0
0+120	0.0	33.3	259.8	33.3	10.0	322.0	333.0	5090.0	353.0
0+140	0.0	173.0	259.8	206.3	10.0	0.0	2063.0	5090.0	2396.0
0+160	0.0	305.2	259.8	511.5	10.0	0.0	4782.0	5090.0	7178.0
0+180	0.0	374.9	259.8	886.4	10.0	0.0	6801.0	5090.0	13979.0
0+200	0.0	412.0	259.8	1298.4	10.0	0.0	7869.0	5090.0	21848.0
0+220	0.0	444.9	259.8	1743.3	10.0	0.0	8569.0	5090.0	30417.0
0+240	0.0	482.4	259.8	2225.7	10.0	0.0	9273.0	5090.0	39690.0
0+260	0.0	530.9	259.8	2756.6	10.0	0.0	10133.0	5090.0	49823.0
0+268.509	0.0	551.9	259.8	3308.5	4.3	0.0	4656.0	5090.0	54479.0
0+280	0.0	572.5	259.8	3881.0	5.7	0.0	6409.1	5090.0	60888.1
0+300	0.0	529.0	259.8	4410.0	10.0	0.0	11015.0	5090.0	71903.1
0+320	0.0	419.3	259.8	4829.3	10.0	0.0	9483.0	5090.0	81386.1
0+331.325	0.0	355.7	259.8	5185.0	5.7	0.0	4417.5	5090.0	85803.6
0+340	0.0	321.4	259.8	5506.4	4.3	0.0	2911.5	5090.0	88715.2
0+360	0.0	147.9	259.8	5654.3	10.0	0.0	4693.0	5090.0	93408.2
0+380	0.0	21.2	259.8	5675.5	10.0	0.0	1691.0	5090.0	95099.2

C.E.D.E.G.E.

topograph

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:44:56

HOJA No 002

PROYECTO.....: 114 Lesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

VOLUMENES : TERRENO X PROYECTO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

PK	AREA m2		AREAS ACUM. m2		SEMI DISTANCIA	VOLUMENES m3		VOLUMENES ACUM. m3	
	DESMONTE	TERRAPLEN	DESMONTE	TERRAPLEN		DESMONTE	TERRAPLEN	DESMONTE	TERRAPLEN
					10.0	614.0	212.0	5704.0	95311.2
0+400	61.4	0.0	321.2	5675.5	10.0	2133.0	0.0	7837.0	95311.2
0+420	151.9	0.0	473.1	5675.5	10.0	3016.0	0.0	10853.0	95311.2
0+440	149.7	0.0	622.8	5675.5	10.0	2401.0	0.0	13254.0	95311.2
0+460	90.4	0.0	713.2	5675.5	10.0	1195.0	0.0	14449.0	95311.2
0+480	29.1	0.0	742.3	5675.5	10.0	419.0	0.0	14868.0	95311.2
0+500	12.8	0.0	755.1	5675.5	10.0	493.0	0.0	15361.0	95311.2
0+520	36.5	0.0	791.6	5675.5	10.0	923.0	0.0	16284.0	95311.2
0+540	55.8	0.0	847.4	5675.5	10.0	1522.0	0.0	17806.0	95311.2
0+560	96.4	0.0	943.8	5675.5	10.0	2359.0	0.0	20165.0	95311.2
0+580	139.5	0.0	1083.3	5675.5	2.0	431.8	0.0	20596.8	95311.2
0+584.021	76.4	0.0	1159.7	5675.5	8.0	1299.2	0.0	21896.0	95311.2
0+600	86.0	0.0	1245.7	5675.5	10.0	2072.0	0.0	23968.0	95311.2
0+620	121.2	0.0	1366.9	5675.5	10.0	1965.0	0.0	25933.0	95311.2
0+640	75.3	0.0	1442.2	5675.5	10.0	1542.0	0.0	27475.0	95311.2
0+660	78.9	0.0	1521.1	5675.5	10.0	1650.0	0.0	29125.0	95311.2
0+680	86.1	0.0	1607.2	5675.5	10.0	1654.0	0.0	30779.0	95311.2
0+700	79.3	0.0	1686.5	5675.5	10.0	1295.0	0.0	32074.0	95311.2
0+720	50.2	0.0	1736.7	5675.5	10.0	1341.0	0.0	33415.0	95311.2
0+740	83.9	0.0	1820.6	5675.5	10.0	2724.0	0.0	36139.0	95311.2
0+760	188.5	0.0	2009.1	5675.5	10.0	5612.0	0.0	41751.0	95311.2
0+780	272.7	0.0	2381.8	5675.5	10.0	7674.0	0.0	49425.0	95311.2
0+800	394.7	0.0	2776.5	5675.5					

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA: 14-12-97 HORA: 10:44:18

HOJA No 002

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE T  
 CAPITULO.....: ESPOL

VOLUMENES : TERRENO X PROYECTO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

PK	AREA m2		AREAS ACUM. m2		SEMI DISTANCIA	VOLUMENES m3		VOLUMENES ACUM. m3	
	DESMONTE	TERRAPLEN	DESMONTE	TERRAPLEN		DESMONTE	TERRAPLEN	DESMONTE	TERRAPLEN
					4.1	3409.6	0.0	52834.6	95311.0
0+808.189	436.9	0.0	3213.4	5675.5	5.9	5466.9	0.0	58301.5	95311.0
0+820	489.7	0.0	3703.1	5675.5	10.0	9217.0	0.0	67518.5	95311.0
0+840	432.0	0.0	4135.1	5675.5	10.0	7246.0	0.0	74764.5	95311.0
0+860	292.6	0.0	4427.7	5675.5	10.0	4444.0	0.0	79208.5	95311.0
0+880	151.8	0.0	4579.5	5675.5	10.0	2512.0	0.0	81720.5	95311.0
0+900	99.4	0.0	4678.9	5675.5	10.0	1633.0	0.0	83353.5	95311.0
0+920	63.9	0.0	4742.8	5675.5	2.4	275.5	0.0	83629.0	95311.0
0+924.8	50.9	0.0	4793.7	5675.5	7.6	733.4	0.0	84362.4	95311.0
0+940	45.6	0.0	4839.3	5675.5	10.0	731.0	0.0	85093.4	95311.0
0+960	27.5	0.0	4866.8	5675.5	3.9	182.5	0.0	85275.9	95311.0
0+967.8	19.3	0.0	4886.1	5675.5	6.1	201.9	0.0	85477.9	95311.0
0+980	13.8	0.0	4899.9	5675.5	1.3	33.7	0.0	85511.5	95311.0
0+982.51	12.1	0.0	4912.0	5675.5	8.7	173.1	0.0	85684.7	95311.0
1+000	7.8	0.0	4919.8	5675.5	10.0	93.0	36.0	85777.7	95347.2
1+020	1.5	3.6	4921.3	5679.1	2.8	9.1	20.7	85785.8	95367.9
1+025.51	1.4	3.8	4922.7	5682.9	7.2	75.6	125.3	85861.4	95493.2
1+040	9.1	13.6	4931.8	5696.5	10.0	108.0	174.0	85969.4	95667.2
1+060	1.7	3.8	4933.5	5700.3	10.0	185.0	38.0	86154.4	95705.2
1+080	16.8	0.0	4950.3	5700.3	10.0	621.0	0.0	86775.4	95705.2
1+100	45.3	0.0	4995.6	5700.3	10.0	1126.0	0.0	87901.4	95705.2
1+120	67.3	0.0	5062.9	5700.3	10.0	1420.0	0.0	89321.4	95705.2
1+140	74.7	0.0	5137.6	5700.3					

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

C.E.D.E.G.E.

FECHA.: 14-12-97 HORA.: 10:44:47

HOJA No 004

PROYECTO.....: 114 tesis  
 OBRA.....: 114 TRAZADO DE VIA

FRENTE.....: 11 CALCULO DE VOLUMENES DE \*  
 CAPITULO.....: ESPOL

VOLUMENES : TERRENO X PROYECTO

TRAMO.....: 08 SECCIONES TRANSVERSALES

PK	AREA m2		AREAS ACUM. m2		SEMI DISTANCIA	VOLUMENES m3		VOLUMENES ACUM. m3	
	DESMONTE	TERRAPLEN	DESMONTE	TERRAPLEN		DESMONTE	TERRAPLEN	DESMONTE	TERRAPLEN
					10.0	1400.0	0.0	90721.4	95705.2
1+160	65.3	0.0	5202.9	5700.3	10.0	1336.0	0.0	92057.4	95705.2
1+180	68.3	0.0	5271.2	5700.3	10.0	1274.0	0.0	93331.4	95705.2
1+200	59.1	0.0	5330.3	5700.3	10.0	1059.0	0.0	94390.4	95705.2
1+220	46.8	0.0	5377.1	5700.3	10.0	816.0	0.0	95206.4	95705.2
1+240	34.8	0.0	5411.9	5700.3	10.0	555.0	0.0	95761.4	95705.2
1+260	20.7	0.0	5432.6	5700.3	7.6	280.4	0.0	96041.8	95705.2
1+275.19	16.2	0.0	5448.8	5700.3					

AREA TOTAL DE DESMONTE...: 5448.8 m2  
 AREA TOTAL DE TERRAPLEN.: 5700.3 m2

VOLUMEN TOTAL DE DESMONTE...: 96041.8 m3  
 VOLUMEN TOTAL DE TERRAPLEN.: 95705.2 m3

C.E.D.E.G.E.

topoGRAPH

	Densidad de campo Kg/cm3	Densidad compactada Kg/cm3	Factor de esponjamiento ( F.E. ) %
0+000			
	2060	1696	17.67
0+300			
	2480	1950	21.37
0+700			
	2480	1950	21.37
1+100			
	2480	1950	21.37
1+275.19			-

$$F.E. = (\text{densd. campo} - \text{densd. compact}) * 100 / \text{densd. campo}$$

	ABSCISAS	VOLUMEN	VOLUMEN DE SOBRECARRERO	DISTANCIA DE SOBRECARRERO
	0+000			
<b>AL</b>		5,657.00	0.00	0.00
	0+155			
<b>RELLENO</b>		89,109.10	48,654.00	83.60
	0+878			
<b>CORTE</b>		20,245.49		
	1+275.19			

AL = ACARREO LIBRE

## **CAPITULO 4**

### **DISEÑO DE PAVIMENTO**

#### **4.1.- PAVIMENTO**

El pavimento es una estructura de capas de materiales diferentes, que tiene por objeto proveer una superficie de rodadura lisa y durable.

En la actualidad se puede decir que no existe una terminología única para designar las diferentes partes que forman un pavimento. Sin embargo comúnmente, un pavimento en su forma más completa se construye de varias capas teniendo cada una de ellas su función específica.

En general los pavimentos se dividen en dos tipos: los pavimentos rígidos o de concreto hidráulico y los pavimento flexibles o de hormigón asfáltico. La diferencia entre ellos estriba en que los pavimentos flexibles presentan muy poca resistencia a la flexión.

En un pavimento rígido la losa de concreto suele constituir, al mismo tiempo, la capa de rodamiento y el medio para soportar y distribuir la carga. Cuando el suelo que forma la sub -rasante es de mala calidad, es necesario colocar bajo la losa un material de sub-base de grava bien graduada y compactada o de suelo estabilizado para conseguir una mejor distribución de las cargas y prevenir la eyección del suelo fino a través de las juntas del pavimento. Y en consecuencia necesitan del concurso de otras capas estructurales denominadas base y sub-base para disminuir las presiones de las llantas a niveles que no dañen o deterioren la sub-rasante ( terreno natural en corte o terraplén).

En un pavimento de asfalto, o flexible, la sub-base es la capa que se construye directamente sobre la sub-rasante y que está formada por un material de mejor calidad que el de aquella, obtenida en la generalidad de los casos de depósitos cercanos a la obra.

La sub-base tiene como función:

- a) 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.
- b) Proteger la base aislándola de la sub-rasante ya que cuando está formada por material fino y plástico (generalmente es el caso) y cuando la base es de textura abierta, de no existir el aislamiento dado por el material de sub-base, el material de la sub-rasante se introduciría en la base pudiendo producir cambios volumétricos perjudiciales al variar las condiciones de la humedad, a la vez que se disminuiría la resistencia estructural de la base. El aislamiento producido por la sub-base no sólo consiste en evitar que los finos plásticos de la sub-rasante se introduzcan en la base de textura abierta, sino también evitar la mezcla de ambos materiales cuando se usan piedras trituradas o gravas de río para formar la base.
- c) En caminos en construcción frecuentemente se construye la sub-base, que propiamente es un revestimiento provisional, para tener una superficie de rodamiento que facilite, en cualquier época del año, el paso del equipo de construcción y de los vehículos que transiten por el camino antes de quedar

pavimentado. Si el revestimiento provisional una vez que ha estado en servicio reúne las condiciones de calidad para sub-base, este espesor debe de considerarse al proyectar el espesor total del pavimento, de lo contrario debe de dejarse como parte de la sub-rasante.

La base es la capa del material que se construye sobre la sub-base, o a falta de ésta, sobre la sub-rasante, debiendo estar formada por material de mejor calidad que el de la sub-base.

Los principales que debe de satisfacer la capa de base son las que siguen:

- a) Tener en todo tiempo la resistencia estructural para soportar las presiones que le sean transmitidas por los vehículos estacionados o en movimiento.
- b) Tener un espesor necesario para que dichas presiones al ser transmitidas a la sub-base o a la sub-rasante, no excedan la resistencia estructural de éstas.
- c) No presentar cambios volumétricos perjudiciales al variar las condiciones de la humedad.

La carpeta asfáltica es la capa de material pétreo cementado con asfalto que se coloca sobre la base para satisfacer las funciones siguientes:

- a) Proporcionar una superficie de rodamiento lisa que permita, en todo tiempo, un tránsito fácil y cómodo de los vehículos.

b) Impedir la infiltración del agua de lluvia hacia las capas inferiores, para impedir que el que el agua disminuya su capacidad para soportar cargas.

c) Resistir la acción destructora de los vehículos y de los agentes climáticos.

### **Proyecto de espesor de los pavimentos**

Son muchos y muy diferentes los métodos que existen para proyectar el espesor de un pavimento. Sin embargo el problema es bastante complejo y su estudio bastante reciente como para que pueda haber llegado a un método que pueda ser seguro y de una aceptación tan general como los métodos de proyecto que se emplean en otras ramas de la ingeniería. En términos generales que la confianza que se puede tener en cada uno de ellos depende de la cantidad de comprobaciones experimentales a que hallan sido sometido. Por otro lado, cada uno de los métodos que existen para proyectar el espesor de los pavimentos exige una suficiente cantidad de conocimiento, experiencia y sentido común por parte de quién los aplica.

Los métodos existentes pueden ser clasificados en tres grupos definidos:

1.- Métodos empíricos que no emplean ensayos de suelo. En estos métodos el espesor del pavimento se determina basándose en los espesores que la experiencia ha demostrado que son necesarios para cargas de rueda similares y suelos que dan resultados iguales en ensayos de clasificación tales como los límites de consistencia.

2.- Métodos basados parcialmente en la teoría y parcialmente en la experiencia. En estos métodos se determina las propiedades fundamentales de la relación esfuerzo-deformación del material que forma la sub-rasante por medio de ensayos de corte y los resultados se emplean aunados a una teoría modificada de la distribución de presiones, la cual se ha encontrado tiene alguna justificación experimental.

3.- Métodos totalmente teóricos. Estos métodos se basan en un análisis matemático de los esfuerzos y deformaciones a través del pavimento y de la subrasante y de las verdaderas características de la función esfuerzo deformación de los diversos materiales. Constituyen un ideal que, es muy posible, nunca llegue a lograrse.

De los grupos anteriormente indicado, probablemente los métodos más seguros son el del Valor relativo de soporte de California (CBR) para pavimentos flexibles y el método de Westergaard, con las modificaciones subsiguientes, para los pavimentos rígidos.

Para este caso se va a diseñar un pavimento rígido mediante el método que se fundamenta en el concepto de que la falla de las losas del pavimento ocurre por fatiga, en el supuesto caso de que los esfuerzos originados por las cargas no excedan la resistencia o flexión del concreto.

Previo al diseño del pavimento rígido, se necesita determinar el número de repeticiones esperadas de cada peso de eje a lo largo del período de diseño.

Como se conoce el número de vehículos que pasa actualmente, se calcula el TPDA a los 20 años con la tasa de crecimiento que para el caso es del 8 %.

$$TPDA_{\text{actual}} = 271 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TPDA_{20} = TPDA_{\text{actual}} * (1 + 0.08)^n$$

$$TPDA_{20} = 1261 \text{ veh\u00edculos}$$

El tr\u00e1fico de dise\u00f1o es igual al promedio del tr\u00e1fico actual con el proyectado, que para este caso es:

$$TPDA_{\text{promedio}} = (TPDA_{20} + TPDA_{\text{actual}})/2$$

$$TPDA_{\text{promedio}} = 766 \text{ veh\u00edculos}$$

Estos veh\u00edculos est\u00e1n distribuidos de la siguiente manera:

50 % autos y camionetas

20 % camionetas con doble cabina ( llanta posterior tipo dual )

25 % buses

5 % volquetas y camiones cargados

Conocido los tipos de vehículos se procede a calcular el número de repeticiones esperadas multiplicando el número de ejes por 365 días que tiene un año, por 20 años que es el período de diseño y por un factor que viene dado en la siguiente tabla que esta en función del peso de cada eje.

TIPO DE VEHICULO	TPDA PROMEDIO	EJES	PESO EJE (TON)	No EJES	REPETICIONES ESPERADAS DE EJES 18000 LBS
AUTOS Y CAMIONETAS	383	1	1 T	383	559
		2	1 T	383	559
CAMIONETAS CON DOBLE LLANTA POSTERIOR	153	1	1.9 T	153	2234
		2	4 T	153	55845
BUSES	192	1	5 T	192	182208
		2	10 T	192	3195648
VOLQUETA CARGADAS TAMDEN	38	1	3,1	38	5548
		2	16.8 T	38	729562

1 = eje delantero

2 = eje trasero

Una vez determinado el número de repeticiones esperadas de cada peso de eje en los 20 años de diseño se procede a calcular el espesor del pavimento de acuerdo al procedimiento que a continuación se explica.

- 1) Se ordenan los ejes en orden ascendente según su peso, separados los sencillos de los tandem.
- 2) Se asume un espesor de losa y se determina el esfuerzo que cada eje produce. El peso del eje deberá estar multiplicado por el correspondiente factor de impacto, estos esfuerzos se determinan utilizando las figuras que a continuación se detallan para ejes simples y tandem respectivamente.
- 3) Se calcula la relación de esfuerzos entre el producido por cada eje y el valor del módulo de rotura del concreto, con esta relación se encuentra en la tabla de Minor el número de repeticiones admisibles.
- 4) Se calcula la relación entre el número de ejes previstos durante el período de diseño para cada peso y el correspondiente número de repeticiones admisibles. Esta relación, expresada en porcentaje es el consumo de fatiga.
- 5) Se suman los consumos de fatiga. Este consumo total se lo compara con el máximo admisible que es el 100 %, pero cuando este se calcula con el módulo de rotura a los 28 días, se puede permitir que sea hasta del 125 %, ya que la resistencia aumenta con el tiempo.

6) Si el consumo de fatiga excede el valor admisible, debe aumentarse el espesor asumido, o utilizarse concreto de mayor resistencia , y repetir el calculo, si el consumo de fatiga es mucho menor que el admisible se tanteará con un espesor menor al asumido inicialmente.

Se calcula el módulo de rotura que es igual a:

$$MR = C * f_c^{0.5}$$

$$C = 8 \text{ a } 10 , \text{ se escoge } 9$$

$$f_c = \text{en psi} = 4000 \text{ psi}$$

$$MR = 569.2 \text{ psi} = 40 \text{ Kg/ cm}^2$$

**EJES SIMPLES pt = 2.5**

PESO DE EJE ( kips )	ESPESOR DEL PAVIMENTO ( in )					
	6	7	8	9	10	11
2	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
4	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
6	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
8	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03
10	0,1	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
12	0,2	0,19	0,18	0,18	0,18	0,17
14	0,38	0,36	0,35	0,34	0,34	0,34
16	0,63	0,62	0,61	0,6	0,6	0,6
18	1	1	1	1	1	1
20	1,51	1,52	1,55	1,57	1,58	1,58
22	2,21	2,2	2,28	2,34	2,38	2,4
24	3,16	3,1	3,23	3,36	3,45	3,5
26	4,41	4,26	4,42	4,67	4,85	4,95
28	6,05	5,76	5,92	6,29	6,61	6,81
30	8,16	7,67	7,79	8,28	8,79	9,14
32	10,81	10,06	10,1	10,7	11,43	11,99
34	14,12	13,04	13,94	13,62	14,59	15,43
36	18,2	16,69	16,41	17,12	18,33	19,52
38	23,15	21,14	20,61	21,31	22,74	24,31
40	29,11	26,49	25,65	26,29	27,91	29,9

**EJES TANDEM pt = 2.5**

PESO DE EJE ( kips )	ESPESOR DEL PAVIMENTO ( in )					
	6	7	8	9	10	11
10	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
12	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
14	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
16	0,1	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08
18	0,16	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13
20	0,23	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21
22	0,34	0,32	0,31	0,31	0,3	0,3
24	0,48	0,46	0,45	0,44	0,44	0,44
26	0,64	0,64	0,63	0,62	0,62	0,62
28	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
30	1,11	1,12	1,13	1,14	1,14	1,14
32	1,43	1,44	1,47	1,49	1,5	1,51
34	1,82	1,82	1,87	1,92	1,95	1,96
36	2,29	2,27	2,35	2,43	2,48	2,51
38	2,85	2,8	2,91	3,04	3,12	3,16
40	3,52	3,42	3,55	3,74	3,87	3,94
42	4,32	4,16	4,3	4,55	4,74	4,86
44	5,26	5,01	5,16	5,48	5,75	5,92
46	6,36	6,01	6,14	6,53	6,9	7,14
48	7,64	7,16	7,27	7,73	8,21	8,55

### TABLA DE MINOR

RELACION DE ESFUERZOS		No. DE	RELACION DE ESFUERZOS		No. DE
$f/MR$	REPETICIONES ADMISIBLES		$f/MR$	REPETICIONES ADMISIBLES	
0,5	INFINITAS		0,68	3600	
0,51	400000		0,69	2500	
0,52	300000		0,7	2000	
0,53	240000		0,71	1500	
0,54	180000		0,72	1100	
0,55	130000		0,73	850	
0,56	100000		0,74	650	
0,57	75000		0,75	490	
0,58	57000		0,76	360	
0,59	42000		0,77	270	
0,6	32000		0,78	210	
0,61	24000		0,79	160	
0,62	18000		0,8	120	
0,63	14000		0,81	90	
0,64	11000		0,82	70	
0,65	8000		0,83	50	
0,66	6000		0,84	40	
0,67	4500		0,85	30	

A continuación se detalla el cálculo del espesor del pavimento, primero asumiendo un espesor de 21 cm y por último un espesor de 22 cm que es el que finalmente se acepta.

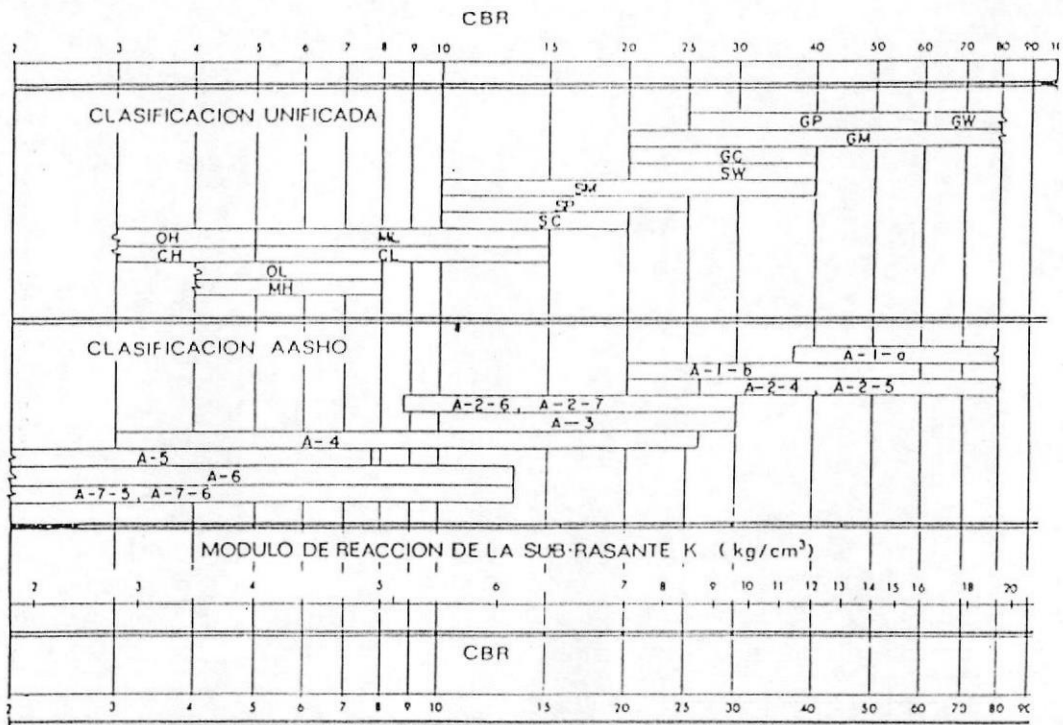
## PRIMER TANTEO CON e = 21 CM

PESO POR EJE (T)	PESO POR FACTOR DE IMPACTO (T)	ESFUERZO DE LOSA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RELACION DE ESFUERZOS	No DE REPETICIONES ADMISIBLES	No DE REPETICIONES ESPERADAS	CONSUMO DE FATIGA (%)
SIMPLES	1	1,2	—	—	1118	—
	1,9	2,28	—	—	2234	—
	3,1	3,72	—	—	5548	—
	4	5	—	—	55845	—
	5	6	—	—	182208	—
	10	12	—	400000	3195648	799
TAMDEN	16,3	20,16	—	400000	729662	182
					SUMA	981

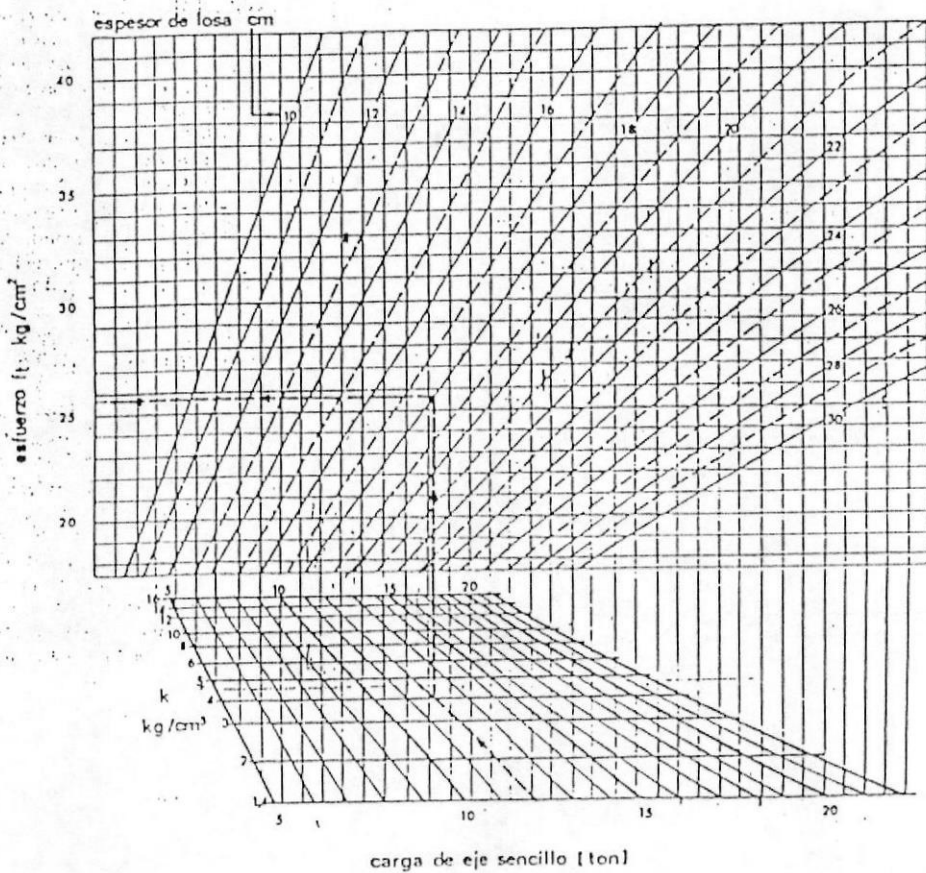
## SEGUNDO TANTEO CON e = 22 CM

PESO POR EJE (T)	PESO POR FACTOR DE IMPACTO (T)	ESFUERZO DE LOSA (Kg/cm <sup>2</sup> )	RELACION DE ESFUERZOS	No DE REPETICIONES ADMISIBLES	No DE REPETICIONES ESPERADAS	CONSUMO DE FATIGA (%)
SIMPLES	1	1,2	—	—	1118	—
	1,9	2,28	—	—	2234	—
	3,1	3,72	—	—	5548	—
	4	5	—	—	55845	—
	5	6	—	—	182208	—
	10	12	0,47	INFINITAS	3195648	MINIMO
TAMDEN	16,3	20,16	0,47	INFINITAS	729662	MINIMO
					SUMA	MINIMO

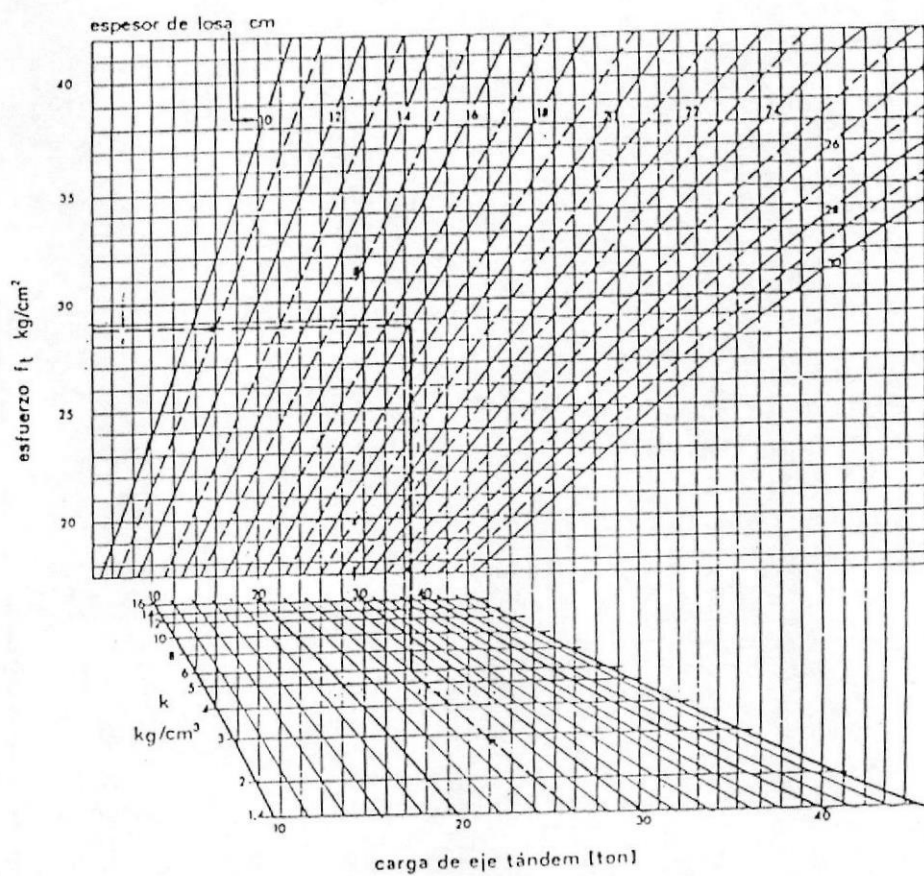
RELACION APROXIMADA ENTRE LA CLASIFICACION DE SUELO Y LOS VALORES DE CBR Y K.



**NOMIOGRAMA PARA CALCULO DE ESFUERZOS DE BORDE PARA EJE SENCILLO (CASO I)**



NOMIOGRAMA PARA CALCULO DE ESFUERZOS DE BORDE  
PARA EJE TANDEM (CASO I)



**Diseño de las juntas.**

Como es conocido, en nuestro medio, para losas de longitud mayor a 4,5 metros se producen fisuras de contracción en la mitad del lado largo de la misma; y, para evitar esto, se diseñan losas cuyo lado largo no exceda 4,5 metros.

Es necesario mencionar que los esfuerzos causados por los cambios en la temperatura o en el hormigón son totalmente independientes a los de las cargas aplicadas.

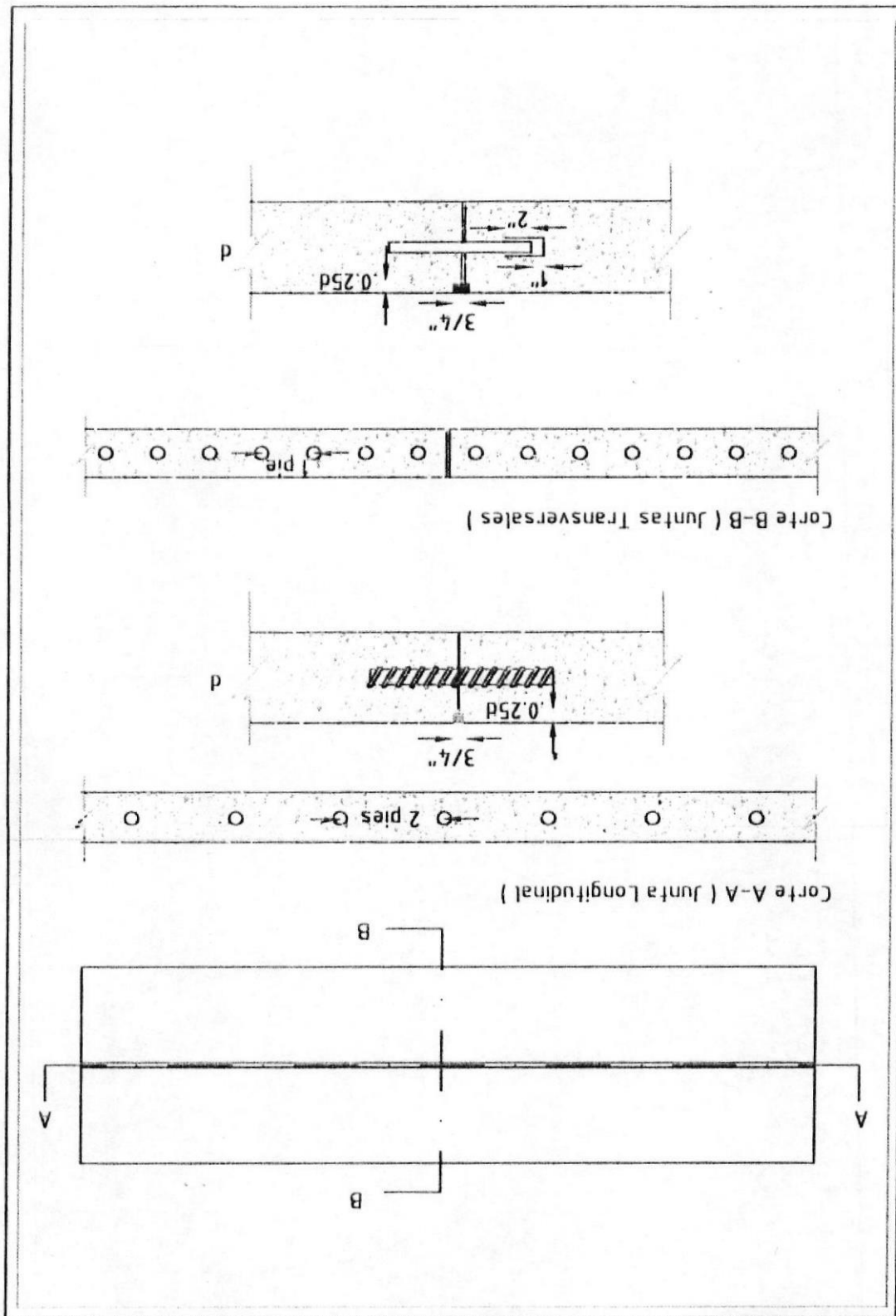
Adicionalmente hay que destacar que las fisuras causadas por flexión y/o por contracción ( y en algunos casos por las cargas ) son perjudiciales para el pavimento solo si la transferencia de los esfuerzos a lo largo de las fisuras se pierde. Un buen diseño de hormigón debe considerar un método para que exista transferencia de esfuerzos a lo largo de las fisuras.

De esta aseveración se puede deducir lo siguiente:

- 1.- Losas cortas pueden ser diseñadas para asegurar la transferencia de carga de una losa a otra.
- 2.- Losas largas pueden diseñarse distribuyendo acero para evitar las fisuras.
- 3.- Diseñar losas que permitan el movimiento en las juntas con el uso de barras lubricadas ( este es el procedimiento de empleo común en nuestro medio ).

**Juntas longitudinales y Juntas transversales ( de contracción ).**

Cuando se diseña un pavimento de varios carriles es necesario el uso de juntas longitudinales, en donde las barras de amarre ( tie bars ) son colocadas a intervalos de



aproximadamente 3 pies. Estas barras ( tie bars ) deben ir firmemente aseguradas para prevenir el movimiento relativo entre losas de los carriles adyacentes.

Las juntas de contracción expansión deben ser diseñadas con el propósito de permitir el movimiento que produce la contracción que se genere dentro del hormigón. La abertura de las juntas generalmente se mantiene en aproximadamente 1/4 de pulgada.

Para prevenir la posibilidad que se pierda la transferencia de carga en las juntas de contracción , se diseñan barras de acero lubricadas por lo menos en uno de sus extremos. Debe proveerse de una cápsula de expansión con suficiente espacio para que las barras tengan espacio para el movimiento durante el proceso de contracción.

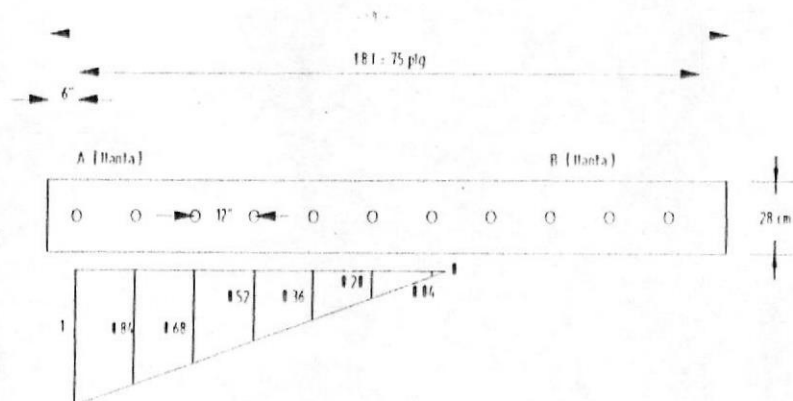
La longitud de las barras usadas para las juntas transversales está dada principalmente por la experiencia, para carreteras, autopistas, aeropuertos, etc. se recomienda el uso de barras de 18, 20 y 24 pulgada de largo y diámetros de 1, 1.25 y 1.5 pulgadas de diámetro respectivamente y espaciadas a 1 pie de centro a centro a lo largo de toda la junta.

Las barras de amarre ( tie bars ) son más pequeñas que las anteriores y tienen mayor espaciamiento, barras de 5/8 de pulgada de diámetro espaciadas a 3 pies de centro a centro son generalmente utilizadas.

### Efecto conjunto de las barras en las juntas transversales

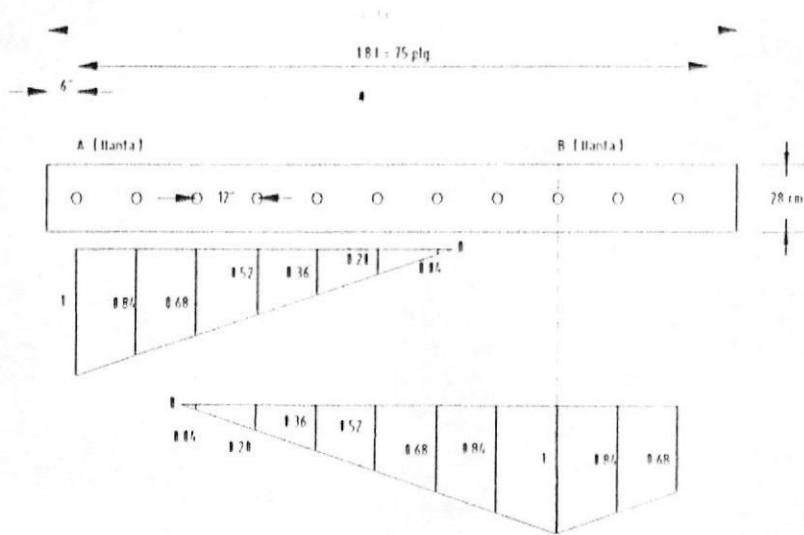
Cuando las cargas son aplicadas en las juntas, una porción de la carga es transmitida a través de las barras al siguiente paño de losa. Las barras bajo la acción de la carga asumen inmediatamente la mayor parte de ésta junto con las otras barras, asumiendo así progresivamente menor cantidad de carga. El comportamiento de las barras fue estudiado por Friberg, quien observó que según el análisis teórico presentado por Westergaard, el máximo momento negativo ocurre a una distancia de 1,81 de la carga. De esta manera, si una serie de barras es diseñada, la barra sobre la cual se aplica la carga soportará la mayor parte de ésta, decreciendo hasta cero a una distancia de 1,81 de la primera barra.

La capacidad de carga del grupo de barras será igual a la suma de la sollicitud de



carga aplicada a cada una de ellas.

Si la carga de dos ruedas es aplicada, causaría el siguiente efecto en el conjunto de barras.



### Transferencia de carga a través de la junta.

Teóricamente, si la barra es 100% eficiente, la barra transferiría la mitad de la carga aplicada hacia el siguiente paño. Esto sería cierto si cada barra se deflectara una misma

cantidad y cada una de ellas asumiera la mitad de la carga aplicada. Además, si la carga es aplicada a una pequeña distancia de la junta, la carga de diseño para el diseño de la barra sería la mitad de la carga de diseño, esto sumado a que la repetida aplicación de las cargas tiende a reducir la capacidad de transferencia de carga.

De esta forma, la carga de diseño transferida puede ser tomada como 45% de la carga de diseño para la mayoría de los casos. La carga transferida se representa por  $P_t$ .

#### **Longitud embebida de la barra.**

La capacidad de carga de la barra depende también de la longitud de esta que esté embebida por el concreto. El A.C.I. recomienda una longitud embebida igual a 0.5 veces la longitud total de la barra.

Así mismo, recomienda una apertura de 0,25 pulgadas para juntas de contracción y construcción; y 0,75 pulgadas para juntas de expansión.

#### **Esfuerzo de asentamiento provocado por las barras de acero en el hormigón.**

Este esfuerzo ha sido evaluado de forma experimental y se encontró que varía con el valor del diámetro de la barra. Valores recomendados por el A.C.I. pueden ser determinados por la siguiente ecuación:

$$f_b = \left( \frac{4-b}{3} \right) f'_c$$

donde:

$f_b$  : esfuerzo permisible de las barras, en psi.

$b$  : diámetro de la barra, en pulgadas.

$f'_c$  : resistencia del concreto a la compresión, en psi.

#### **Barras de amarre ( tie bars ).**

La relación entre la distribución de acero requerida y la longitud del paño está dada por la siguiente ecuación:

$$A_s = \frac{WfLd}{f_s}$$

donde:

$A_s$  : acero requerido por pie de ancho.

$W$  : peso del paño, en psf

$f$  : coeficiente de resistencia.

$L$  : ancho del carril, pies.

$f_s$  : esfuerzo admisible en el acero, psi

$d$  : espaciamiento entre las barras, pies.

### Procedimiento de diseño para juntas transversales (contracción)

Para el diseño de las juntas se ha considerado el paso de volquetas con un peso máximo de 16.8 toneladas en el segundo eje ya que esta sería la circunstancia más crítica. Se asume también que las barras soportan una condición de carga combinada, es decir, la carga es aplicada en el punto A ( a 6 pulg. del extremo de la losa ) y en una posición B ( asumida para este caso sobre la novena barra ).

Datos:

Diámetro de varillas ( b ) : 1,00 pulg.

Longitud de varillas : 18,00 pulg.

Espaciamiento entre varillas: 12,00 pulg.

Separación de juntas : 0,25 pulg.

Separación entre llantas del  
eje del camión : 96 pulg. = 8 pies (aprox.)

Carga por cada llanta : 8,40 Ton. = 18.480,00 lbs.

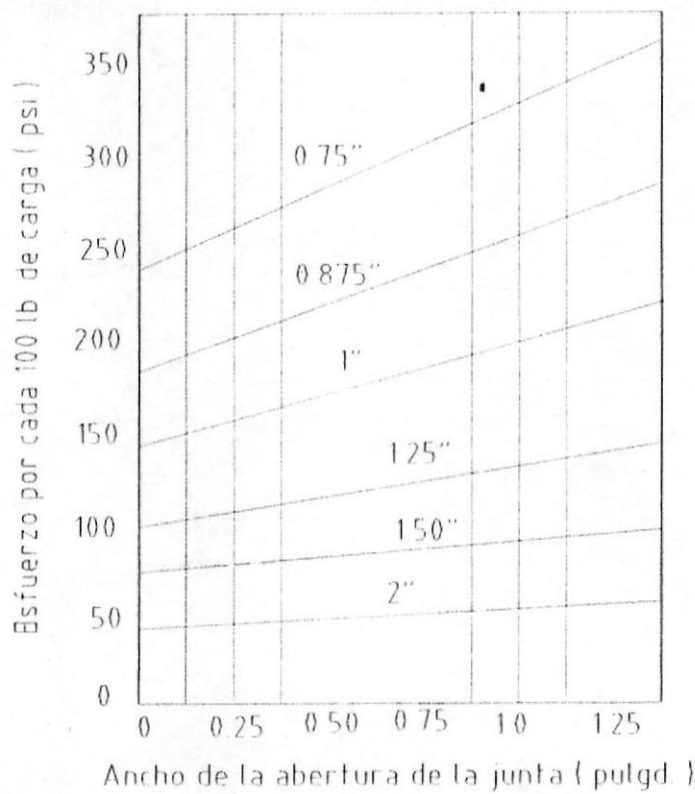
$f_c$  del concreto : 280,00 Kg/cm<sup>2</sup> = 4.000,00 psi (aprox.)

Capacidad de transferencia : 45,00 % ( asumido )

Radio relativo (1) : 35,32 pulg.

**Desarrollo:**

1.- Con los valores de ancho de junta y el diámetro de la varilla asumidos se entra a la tabla mostrada y se halla el esfuerzo admisible ( psi ) de cada barra por cada 100 libras de carga.



apertura de juntas : 0,25 pulg.

diámetro de varilla : 1,00 pulg.

Esfuerzo admisible : 155,00 psi

por cada 100 lbs.

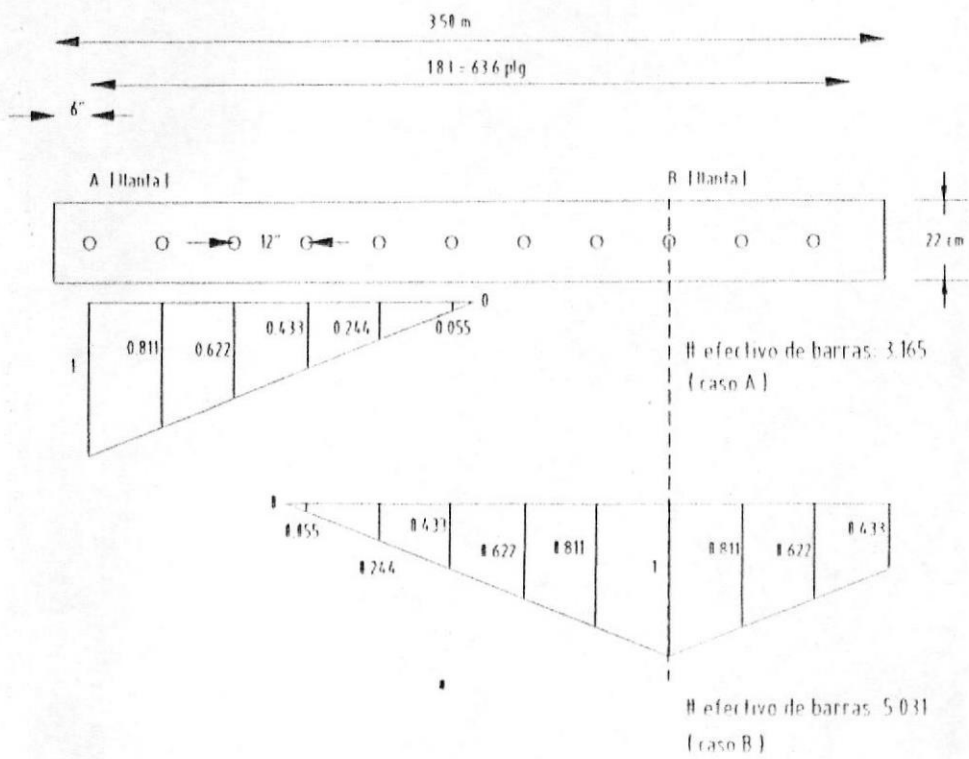
2.- Se calcula la carga que soportará cada varilla. (lb.)

$f_c$  : 4.000,00 psi

Esfuerzo admisible : 155,00 psi

Carga que soporta cada varilla:  $\frac{f_c \times 100}{155} = 2.580,65$  lbs.

155



Número efectivo de barras para la posición A: 3,165

Carga que soporta el grupo varillas ( lbs ): # barras x carga para c/varilla: 8.167,74

Número efectivo de barras para la posición B: 5,031

Carga que soporta el grupo varillas ( lbs ): # barras x carga para c/varilla: 12.983,23

3.- Se calcula el esfuerzo admisible de asiento que se provoca en el hormigón.

$$f_b = (4 - b) / 3 * f_c : 4.000,00 \text{ psi}$$

b = diámetro de la varilla en pulgadas

4.- Se asume un porcentaje de transferencia de carga por cada barra de 45 %.

La carga transferida en el punto A y B son ambos iguales a ( lbs ):

$$0.45 \times 18480 : 8.316,00$$

5.- La carga total sobre la barra externa es obtenida sumando los efectos de las carga aplicadas en A y en B.

$$\frac{8.316,00}{8} + 8.316 (0/ 5.031) = 1.039,50 \text{ lbs}$$

6.- El esfuerzo de asentamiento que provocará en el hormigón la barra externa será :

$$155 (1.039,50 / 100) : 1.611,23 \text{ psi}$$

Este valor de 1611.23 psi es menor que el esfuerzo calculado para las varillas ( fb ) que es 4000 psi, por lo tanto se aceptan las varillas de 1 pulg. de diámetro.

#### **Procedimiento de diseño de juntas longitudinales ( tie bars )**

Al área de acero requerida por pie de ancho viene dada por la siguiente ecuación :

$$A_s = W * f * L * d / f_s$$

$$W: \quad 528 \text{ Kg/m}^3 = 107,97 \text{ lb/pie}^3$$

$$f: \quad 1,50 \text{ asumido}$$

$$L: \quad 11,48 \text{ pies}$$

$$f_s: \quad 4.200 \text{ Kg/cm}^2 = 59.612,78 \text{ psi}$$

$$d: \quad 3,00 \text{ pies}$$

$$A_s = 1,33 \text{ plg}^2/\text{pie}$$

Se necesitará 1.33 plg<sup>2</sup> por cada 3 pies.

Se determina el diámetro de las varillas:

$$A = 3.1416 * R^2$$

A: área de la varilla

R: radio de la varilla

$$R = \text{SQR} ( A / 3,1416 )$$

$$D = 2 * R$$

D: diámetro de la varilla.

$$D = 0,65 \text{ pulg.}$$

Entonces se adoptan varillas de 5/8 de pulgada de diámetro con una longitud de 2 pies y espaciadas a 3 pies de centro a centro para las juntas longitudinales.

## CAPITULO 5

### PRESUPUESTO

#### *5.1 EQUIPOS CONSTRUCTIVOS*

El movimiento de tierras incluye el movimiento de una parte de la superficie de la tierra de un lugar a otro. En ocasiones el material removido se desecha como desperdicio. Debido a la gran variedad de suelos existentes y de trabajos que deben efectuarse en ellos, se han desarrollado una amplia variedad de equipos y métodos para este fin.

El material que se va a excavar puede determinar el equipo básico utilizado. Se debe tener en cuenta la distancia y el tipo de acarreo.

Para las rocas, el equipo básico debe ser un cargador frontal o una pala. Para excavar tierra, si se puede construir un camino para transporte, es preferible utilizar mototraillas. Pero si hay que mover la tierra a varios kilómetros en calle o caminos existentes, la selección sería un cargador frontal, una pala mecánica, o una pala de arrastre o cuchara de arrastre para cargar camiones de volteo ( volquetes ). El uso de una pala o de una pala de arrastre depende de que el fondo de la excavación pueda soportar un cargador frontal o una pala mecánica y los vehículos de transporte. Si el fondo es demasiado suave, se necesita utilizar una pala de arrastre o una cuchara de arrastre. La cuchara de arrastre puede estar a la orilla de la excavación y cargar el vehículo al mismo nivel ( carga superior ). Pero cuando puede utilizarse una pala mecánica , es preferible a la cuchara de arrastre por su mayor producción.

Para desmonte o arranque de raíces, se debe usar un tractor con rastrillo, esta máquina puede derribar árboles y desarraigar tocones. Las raíces se apilan y se las incinera para mayor limpieza.

Para la excavación en tierra, las traillas arrastradas por tractor están limitadas por la distancia de acarreo y la capacidad de soporte del suelo; su costo se vuelve excesivo si la distancia de acarreo excede de 500 metros. Las mototraillas de dos y tres ejes necesitan mucho espacio para maniobrar y están limitadas por el terreno y por la capacidad de soporte del suelo, son muy eficaces para acarreos largos.

Las palas mecánicas pueden mover cualquier tipo de roca quebrada en pedazos que puedan excavar con facilidad. Están limitadas a excavar una cara o frente y se utilizan para alta producción en la carga de vehículos para transporte. Los cargadores frontales se utilizan en lugar de las palas, por su alta producción, menor costo de operación y facilidad de traslado de un lugar a otro. Las retroexcavadoras se utilizan para excavar cimientos, zanjas y alta producción en terreno abrupto; deben excavar debajo de sus carriles ( orugas ).

Las palas hidráulicas pueden usarse en lugar de las palas mecánicas cuando el espacio es reducido, están limitadas por la altura de los vehículos para transporte y a roca de fácil excavación.

## ***5.2 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS***

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

#### Descripción

Clave: 1.1

Desbroce, desbosque y limpieza de terreno

Unidad : Ha  
 Cantidad : 2.73  
 Precio U. : 2'616,026  
 Total : 7'141,751

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
---	-------	-------------	--------	----------	-----------	-------

#### Herramienta

HER00001		Herramientas menores	(%)mo	0.0500	0	0
<b>Total de Herramienta</b>						<b>0</b>

#### Equipo

TRAC008		Tractor de 285 HP	hora	6.0000	344,320	2'065,920
<b>Total de Equipo</b>						<b>2'065,920</b>

**Subcontratos 170,000**

**Costo Directo 2'235,920**  
**Indirectos ( 5.00%) 111,796**  
**Financiamiento ( 0.00%) 0**  
**Utilidad ( 10.00%) 223,592**  
**Cargos Adicionales ( 2.00%) 44,718**

**Precio Unitario 2'616,026**

**\*\* DOS MILLONES SEISCIENTOS DIECISEIS MIL VEINTISEIS SUCRES CERO CVS. \*\***

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

<b>Análisis de Precio Unitario</b>
------------------------------------

<b>Descripción</b>	
Clave: 1.2	
Replanteo y trazado	
	Unidad : m2
	Cantidad : 16,900.00
	Precio U. : 5,850
	Total : 98'865.000

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
					<b>Subcontratos</b>	<b>5,000</b>
					Costo Directo	5,000
					Indirectos ( 5.00%)	250
					Financiamiento ( 0.00%)	0
					Utilidad ( 10.00%)	500
					Cargos Adicionales ( 2.00%)	100
					<b>Precio Unitario</b>	<b>5,850</b>

\*\* CINCO MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA SUQUES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

#### Descripción

Clave: 1.3

Construcciones provisionales

Unidad : m2  
 Cantidad : 200.00  
 Precio U. : 65,677  
 Total : 13'135,400

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Materiales</b>						
	MAD03	Cuartones de Chanul	un	0.2000	18,000	3,600
	MAD10	Tablas de encofrado	un	1.0000	8,000	8,000
	BLA00018	Bloque piedra pómez 10 x 20 x 40	u	0.0800	290	23
	MEN00012	Clavos de 2" a 8"	kg	0.0500	2,567	128
	HOR00002	fc=140 kg/cm2,Bom.Piedra 12 mm	m3	0.0500	263,890	13,194
	PIN00000	PINTURAS	gal	0.0500	22,000	1,100
	OTR00020	Plancha de zing 6 "	un	0.6000	12,500	7,500
	PTCA	Puerta para obra (batientes, jambas, etc)	un	0.0200	120,000	2,400
	VENTANOB	Ventana para casetas de obra	un	0.0400	80,000	3,200
	MOR00001	Morteros 1: 4	m3	0.0100	160,672	1,607
	VAR001	Cadena para obra	ml	0.0200	15,000	300
	VAR002	Candado para obra	un	0.0200	7,000	140
	SANIT001	Inst. sanitarias	m2	1.0000	1,500	1,500
	ELECT001	Inst. Eléctricas	m2	1.0000	1,500	1,500
<b>Total de Materiales</b>						<b>44,192</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	+ 1.1.000	CUADRILLA TIPO 1	jor	0.0250	477,686	11,942
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>11,942</b>

Costo Directo 56,134  
 Indirectos ( 5.00%) 2,807  
 Financiamiento ( 0.00%) 0  
 Utilidad ( 10.00%) 5,613  
 Cargos Adicionales ( 2.00%) 1,123

Precio Unitario 65,677

\*\* SESENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

**Análisis de Precio Unitario**

**Descripción**

Clave: 1.4

Limpieza de derrumbes

Unidad : global  
 Cantidad : 1.00  
 Precio U. : 5'850,000  
 Total : 5'850,000

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
---	-------	-------------	--------	----------	-----------	-------

Subcontratos 5'000,000

Costo Directo 5'000,000

Indirectos ( 5.00%) 250,000

Financiamiento ( 0.00%) 0

Utilidad ( 10.00%) 500,000

Cargos Adicionales ( 2.00%) 100,000

Precio Unitario 5'850,000

\*\* CINCO MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA MIL SUQUES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

Descripción		Unidad :	
Clave: 1.5			
Limpieza final		m2	
		Cantidad :	9,100.00
		Precio U. :	1,347
		Total :	12'257,700

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Mano de Obra</b>						
	1.001	Oficial	jor	0.0167	38,623	645
	1.006	Maestro de obra	jor	0.0100	45,088	451
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>1,096</b>
<b>Herramienta</b>						
	HER00001	Herramientas menores	(%)mo	0.0500	1,096	55
<b>Total de Herramienta</b>						<b>55</b>

Costo Directo	1,151
Indirectos ( 5.00%)	58
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	115
Cargos Adicionales ( 2.00%)	23

Precio Unitario 1,347

\*\* UN MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE SUARES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

Descripción		Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Clave: 2.1		m3			
Excavación			116,379.70	17,616	
				Total :	2,050'144,795

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Mano de Obra</b>						
	1.001	Oficial	jor	0.0250	38,623	966
	1.006	Maestro de obra	jor	0.1000	45,088	4,509
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>5,475</b>
<b>Herramienta</b>						
	HER00001	Herramientas menores	(%)mo	0.0300	5,475	164
<b>Total de Herramienta</b>						<b>164</b>
<b>Equipo</b>						
	TRAC000	Tractor de 300 HP	hora	0.0111	111,111	1,231
	VOLQ001	Volqueta de 8 m3	hora	0.0143	86,080	1,231
	CARG006	Cargadora de 275 HP	hora	0.0143	228,112	3,262
<b>Total de Equipo</b>						<b>9,417</b>

Costo Directo	15,056
Indirectos ( 5.00%)	753
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	1,506
Cargos Adicionales ( 2.00%)	301

Precio Unitario 17,616

\*\* DIECISIETE MIL SEISCIENTOS DIECISEIS SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

Descripción						
Clave: 2.2						
Relleno compactado						
					Unidad :	m3
					Cantidad :	95,705.10
					Precio U. :	21,848
					Total :	2,090'965,025
C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Mano de Obra</b>						
	1.001	Oficial	jor	0.0250	38,623	966
	1.006	Maestro de obra	jor	0.1000	45,088	4,509
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>5,475</b>
<b>Herramienta</b>						
	HER00001	Herramientas menores	(%)mo	0.0300	5,475	164
<b>Total de Herramienta</b>						<b>164</b>
<b>Equipo</b>						
	TRAC008	Tractor de 285 HP	hora	0.0100	344,320	3,443
	TANQ	Tanquero de agua de 8 m <sup>3</sup>	m3	0.0500	8,500	425
	RODI001	Rodillo liso de 80 HP	hora	0.0100	90,384	904
	MOTO003	Motoniveladora de 155 HP	hora	0.0100	245,328	2,453
	CARG006	Cargadora de 275 HP	hora	0.0100	228,112	2,281
H	TRAC006	Tractor de 165 HP	hora	0.0100	266,848	2,668
	VOLQ001	Volqueta de 8 m <sup>3</sup>	hora	0.0100	86,080	861
<b>Total de Equipo</b>						<b>13,035</b>
<b>Costo Directo</b>						<b>18,674</b>
Indirectos ( 5.00%)						934
Financiamiento ( 0.00%)						0
Utilidad ( 10.00%)						1,867
Cargos Adicionales ( 2.00%)						373
<b>Precio Unitario</b>						<b>21,848</b>

\*\* VEINTIUN MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

Descripción

Clave: 2.3  
 Compactación de terreno

Unidad : m2  
 Cantidad : 2,000.00  
 Precio U. : 6,858  
 Total : 13'716,000

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Mano de Obra</b>						
	1.006	Maestro de obra	jor	0.1000	45,088	4,509
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>4,509</b>
<b>Herramienta</b>						
	HER00001	Herramientas menores	(%)mo	0.0300	4,509	135
<b>Total de Herramienta</b>						<b>135</b>
<b>Equipo</b>						
	RODI001	Rodillo liso de 80 HP	hora	0.0100	90,384	904
	TANQ	Tanquero de agua de 8 m3	m3	0.0370	8,500	314
<b>Total de Equipo</b>						<b>1,218</b>

Costo Directo 5,862  
 Indirectos ( 5.00%) 293  
 Financiamiento ( 0.00%) 0  
 Utilidad ( 10.00%) 586  
 Cargos Adicionales ( 2.00%) 117  
  
 Precio Unitario 6,858

\*\* SEIS MIL OCHOCIENTOS CINCUENTA Y OCHO SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

Descripción	
Clave: 2.4	
Base	
	Unidad : m3
	Cantidad : 5,070.00
	Precio U. : 55,892
	Total : 283'372,440

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Materiales</b>						
	MAT-BAS	Material de Base	m3	1.4000	30,000	42,000
<b>Total de Materiales</b>						<b>42,000</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	1.001	Oficial	jor	0.0500	38,623	1,931
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>1,931</b>
<b>Herramienta</b>						
	HER00001	Herramientas menores	(%)mo	0.0300	1,931	58
<b>Total de Herramienta</b>						<b>58</b>
<b>Equipo</b>						
	MOTO003	Motoniveladora de 155 HP	hora	0.0100	245,328	2,453
	RODI001	Rodillo liso de 80 HP	hora	0.0100	90,384	904
	TANQ	Tanquero de agua de 8 m3	m3	0.0500	8,500	425
<b>Total de Equipo</b>						<b>3,782</b>

Costo Directo	47,771
Indirectos ( 5.00%)	2,389
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	4,777
Cargos Adicionales ( 2.00%)	955

Precio Unitario 55,892

\*\* CINCUENTA Y CINCO MIL OCHOCIENTOS NOVENTA Y DOS SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

<b>Análisis de Precio Unitario</b>
------------------------------------

<b>Descripción</b>
--------------------

Clave: 2.5  
 Sobreacarreo

Unidad : m3  
 Cantidad : 48,654.00  
 Precio U. : 48,906  
 Total : 2,379,472,524

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
		Acarreos				41,800

Costo Directo	41,800
Indirectos ( 5.00%)	2,090
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	4,180
Cargos Adicionales ( 2.00%)	836

Precio Unitario 48,906

\*\* CUARENTA Y OCHO MIL NOVECIENTOS SEIS SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

#### Descripción

Clave: 3.1

Pavimento de hormigón de cemento Portland tipo I (fc= 280 Kg/cm2

Unidad : m3  
 Cantidad : 2,093.00  
 Precio U. : 622,688  
 Total : 1,303'285,984

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Materiales</b>						
	MAD10	Tablas de encofrado	un	0.3000	8,000	2,400
	TUB003	Tubería de PVC de 1" x 6ml	un	0.5000	38,500	19,250
	ACV00008	Varilla grado interm. corr. 22 mm	qq	1.5000	91,445	137,168
	ACV00001	Varilla grado interm. corr. 8 mm	qq	0.3000	91,445	27,434
	HOR10	Hormigón Premezclado de 280 Kg/cm	m3	1.0200	325,440	331,949
	MAD03	Cuartones de Chanul	un	0.1000	18,000	1,800
	MEN00012	Clavos de 2" a 8"	kg	0.0500	2,567	128
<b>Total de Materiales</b>						<b>520,129</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	+ 1.1.000	CUADRILLA TIPO 1	jor	0.0250	477,686	11,942
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>11,942</b>
<b>Equipo</b>						
	EQP000003	Vibrador	hora	0.0250	5,650	141
<b>Total de Equipo</b>						<b>141</b>

Costo Directo 532,212  
 Indirectos ( 5.00%) 26,611  
 Financiamiento ( 0.00%) 0  
 Utilidad ( 10.00%) 53,221  
 Cargos Adicionales ( 2.00%) 10,644

Precio Unitario 622,688

\*\* SEISCIENTOS VEINTIDOS MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y OCHO SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

<b>Análisis de Precio Unitario</b>
------------------------------------

<b>Descripción</b>
--------------------

Clave: 3.2

Sello de juntas de contracción

Unidad :	ml
Cantidad :	2,275.00
Precio U. :	2,691
Total :	6'122,025

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
					Subcontratos	2,300
					Costo Directo	2,300
					Indirectos ( 5.00%)	115
					Financiamiento ( 0.00%)	0
					Utilidad ( 10.00%)	230
					Cargos Adicionales ( 2.00%)	46
					Precio Unitario	2,691

\*\* DOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UN SUQUES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

<b>Análisis de Precio Unitario</b>
------------------------------------

<b>Descripción</b>
--------------------

Clave: 3.3

Sello de juntas longitudinales

Unidad :	ml
Cantidad :	1,300.00
Precio U. :	2,691
Total :	3'498,300

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
					Subcontratos	2,300

Costo Directo	2,300
Indirectos ( 5.00%)	115
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	230
Cargos Adicionales ( 2.00%)	46

Precio Unitario	2,691
-----------------	-------

\*\* DOS MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y UN SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

#### Descripción

Clave: 4.1

Excavación para cuneta

Unidad : m3  
 Cantidad : 611.00  
 Precio U. : 69,612  
 Total : 42'532,932

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Materiales</b>						
	MAD10	Tablas de encofrado	un	1.0000	8,000	8,000
	MEN00012	Clavos de 2" a 8"	kg	0.0500	2,567	128
	MAD03	Cuartones de Chanul	un	0.2000	18,000	3,600
<b>Total de Materiales</b>						<b>11,728</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	+ 1.1.000	CUADRILLA TIPO 1	jor	0.1000	477,686	47,769
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>47,769</b>

Costo Directo 59,497  
 Indirectos ( 5.00%) 2,975  
 Financiamiento ( 0.00%) 0  
 Utilidad ( 10.00%) 5,950  
 Cargos Adicionales ( 2.00%) 1,190

Precio Unitario 69,612

\*\* SESENTA Y NUEVE MIL SEISCIENTOS DOCE SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

Descripción							
Clave: 4.2							
Alcantarilla circular de 2 m de diámetro, instalada							
						Unidad :	ml
						Cantidad :	56.00
						Precio U. :	2'639,599
						Total :	147'817,544
C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total	
<b>Materiales</b>							
	TUB	Tubería de hormigón de 2 metros de diámetro	ml	1.0000	2'130,546	2'130,546	
<b>Total de Materiales</b>						<b>2'130,546</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
	CADENERC	Personal para topografía	jor	0.1000	37,408	3,741	
	1.001	Oficial	jor	0.2000	38,623	7,725	
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>11,466</b>	
<b>Equipo</b>							
	CARG006	Cargadora de 275 HP	hora	0.5000	228,112	114,056	
<b>Total de Equipo</b>						<b>114,056</b>	

Costo Directo	2'256,068
Indirectos ( 5.00%)	112,803
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	225,607
Cargos Adicionales ( 2.00%)	45,121

Precio Unitario 2'639,599

MILLONES SEISCIENTOS TREINTA Y NUEVE MIL QUINIENTOS NOVENTA Y NUEVE SUCRES CERO

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

#### Descripción

Clave: 4.3  
 Hormigón cunetas ( f'c= 180 Kg/cm2 )

Unidad :	ml
Cantidad :	2,600.00
Precio U. :	78,882
Total :	205'093,200

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Materiales</b>						
	MAD10	Tablas de encofrado	un	1.0000	8,000	8,000
	HOR00002	f'c=140 kg/cm2,Bom.Piedra 12 mm	m3	0.1600	263,890	42,222
	MAD03	Cuartones de Chanul	un	0.5000	18,000	9,000
	MEN00012	Clavos de 2" a 8"	kg	0.0500	2,567	128
<b>Total de Materiales</b>						<b>59,350</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	+ 1.1.000	CUADRILLA TIPO 1	jor	0.0167	477,686	7,977
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>7,977</b>
<b>Equipo</b>						
	EQP000003	Vibrador	hora	0.0167	5,650	94
<b>Total de Equipo</b>						<b>94</b>

Costo Directo	67,421
Indirectos ( 5.00%)	3,371
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	6,742
Cargos Adicionales ( 2.00%)	1,348

Precio Unitario **78,882**

\*\* SETENTA Y OCHO MIL OCHOCIENTOS OCHENTA Y DOS SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

<b>Análisis de Precio Unitario</b>
------------------------------------

<b>Descripción</b>
--------------------

Clave: 5.1

Letreros de señalización

Unidad :	un
Cantidad :	20,00
Precio U. :	175,500
Total :	3'510,000

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
						Subcontratos 150,000
						Costo Directo 150,000
						Indirectos ( 5.00%) 7,500
						Financiamiento ( 0.00%) 0
						Utilidad ( 10.00%) 15,000
						Cargos Adicionales ( 2.00%) 3,000
						Precio Unitario 175,500

\*\* CIENTO SETENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS SUCRES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

Análisis de Precio Unitario
Descripción

Clave: 5.2

Líneas sobre la capa de rodadura

Unidad : ml  
 Cantidad : 3,850.00  
 Precio U. : 6,271  
 Total : 24'143,350

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Materiales</b>						
	PIN00001	Pin. latex popular (glidden )	gln	0.0100	22,000	220
<b>Total de Materiales</b>						<b>220</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	1.001	Oficial	jor	0.0100	38,623	386
	1.006	Maestro de obra	jor	0.1000	45,088	4,509
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>4,895</b>
<b>Herramienta</b>						
	HER00001	Herramientas menores	(%)mo	0.0500	4,895	245
<b>Total de Herramienta</b>						<b>245</b>

Costo Directo	5,360
Indirectos ( 5.00%)	268
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	536
Cargos Adicionales ( 2.00%)	107

Precio Unitario 6,271

\*\* SEIS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y UN SUARES CERO CVS. \*\*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

### Análisis de Precio Unitario

#### Descripción

Clave: 5.3

Tratamiento superficial bituminoso (doble riego para espaldones)

Unidad : m2  
 Cantidad : 5,200.00  
 Precio U. : 11,500  
 Total : 59'800,000

C	Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
<b>Materiales</b>						
	PIE4	Piedra #4	m3	0.3000	30,000	9,000
<b>Total de Materiales</b>						<b>9,000</b>
<b>Mano de Obra</b>						
	AYUD002	Ayudante de máquina	jor	0.0015	39,721	60
	1.001	Oficial	jor	0.0100	38,623	386
<b>Total de Mano de Obra</b>						<b>446</b>
<b>Herramienta</b>						
	HER00001	Herramientas menores	(%)mo	0.1000	446	45
<b>Total de Herramienta</b>						<b>45</b>
<b>Equipo</b>						
	BARREMEC	Barredora mecánica	hora	0.0015	105,000	158
	DIST.ASFL	Distribuidora de asfalto	hora	0.0015	120,000	180
<b>Total de Equipo</b>						<b>338</b>

Costo Directo	9,829
Indirectos ( 5.00%)	491
Financiamiento ( 0.00%)	0
Utilidad ( 10.00%)	983
Cargos Adicionales ( 2.00%)	197

Precio Unitario 11,500

\*\* ONCE MIL QUINIENTOS SUCRES CERO CVS. \*\*

### *5.3 PRESUPUESTO*

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

Presupuesto						
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total	
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>					
1.1	Desbroce, desbosque y limpieza de terreno	Ha	2.73	2'616,026	7'141,751	
1.2	Replanteo y trazado	m2	16,900.00	5,850	98'865,000	
1.3	Construcciones provisionales	m2	200.00	65,677	13'135,400	
1.4	Limpieza de derrumbes	global	1.00	5'850,000	5'850,000	
1.5	Limpieza final	m2	9,100.00	1,347	12'257,700	
<b>Total de capítulo</b>					<b>137'249,851</b>	
<b>2</b>	<b>EXCAVACION Y RELLENO</b>					
2.1	Excavación	m3	116,379.70	17,616	2,050'144,795	
2.2	Relleno compactado	m3	95,705.10	21,848	2,090'965,025	
2.3	Compactación de terreno	m2	2,000.00	6,858	13'716,000	
2.4	Base	m3	5,070.00	55,892	283'372,440	
2.5	Sobreacarreo	m3	48,654.00	48,906	2,379'472,524	
<b>Total de capítulo</b>					<b>6,817'670,784</b>	
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGON</b>					
3.1	Pavimento de hormigón de cemento Portland tipo I ( f'c= 280 Kg/cm2 )	m3	2,093.00	622,688	1,303'285,984	
3.2	Sello de juntas de contracción	ml	2,275.00	2,691	6'122,025	
3.3	Sello de juntas longitudinales	ml	1,300.00	2,691	3'498,300	
<b>Total de capítulo</b>					<b>1,312'906,309</b>	
<b>4</b>	<b>DRENAJE Y ALCANTARILLADO</b>					
4.1	Excavación para cuneta	m3	611.00	69,612	42'532,932	
4.2	Alcantarilla circular de 2 m de diámetro, instalada	ml	56.00	2'639,599	147'817,544	
4.3	Hormigón cunetas ( f'c= 180 Kg/cm2 )	ml	2,600.00	78,882	205'093,200	
<b>Total de capítulo</b>					<b>395'443,676</b>	
<b>5</b>	<b>SEÑALIZACIONES Y PINTURAS</b>					
5.1	Letreros de señalización	un	20.00	175,500	3'510,000	
5.2	Líneas sobre la capa de rodadura	ml	3,850.00	6,271	24'143,350	
5.3	Tratamiento superficial bituminoso (doble riego para espaldones)	m2	5,200.00	11,500	59'800,000	
<b>Total de capítulo</b>					<b>87'453,350</b>	
<b>Total</b>					<b>8,750'723,970</b>	

Cliente: E.S.P.O.L. P.J.C.  
 Nombre del Proyecto: VIATESI  
 Descripción: Diseño de la vía  
 ESPOL-Prosperina.

Presupuesto					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio U.	Total
Resumen del Presupuesto					
1	PRELIMINARES				137'249,851
2	EXCAVACION Y RELLENO				6,817'670,784
3	ESTRUCTURAS DE HORMIGON				1,312'906,309
4	DRENAJE Y ALCANTARILLADO				395'443,676
5	SEÑALIZACIONES Y PINTURAS				87'453,350
				<b>Total</b>	<b>8,750'723,970</b>

**5.4 CRONOGRAMA**

RUBRO	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4			
	SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS				SEMANAS			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1 Limpieza de terreno	■	■	■													
2 Excavación y relleno			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
3 Pavimento									■	■	■	■	■	■	■	■
4 Drenaje				■					■	■	■	■	■	■	■	■
5 Señalización													■	■	■	■
Limpieza de la obra									■	■	■	■	■	■	■	■

### 5.5 RECOMENDACIONES GENERALES

- Antes de construir la vía será necesario realizar perforaciones a lo largo del eje del proyecto para así determinar las características del terreno en donde va a asentarse la vía. Los taludes que se utilizaron en el diseño no corresponden a un resultado analítico, sino que han sido asumidos en base al tipo de material que se encontró y en base a la experiencia del director de la tesis.

No se realizaron estudios de estabilización de taludes por que esto requería la ejecución de perforaciones ( roca en ciertos sectores ) lo cual hubiese resultado más costoso, además que se adentraba en un campo que no era objeto de la tesis. El estudio de la estabilización de taludes de la vía contempla una serie de análisis y teorías y es tan extenso que bien podría ser tema para una futura tesis.

- Las dimensiones de las cunetas son mínimas ya que el proyecto está ubicado casi en su totalidad en la divisoria de aguas, aportando caudal únicamente las áreas de los taludes de corte.

- En la sección típica de la carretera dada por el M.O.P. se podrá observar el uso de subdrenes, en este caso no ha sido necesaria su utilización ya que como se mencionó antes, la vía se encuentra en la divisoria de aguas y por lo tanto no hay nivel freático que abatir.

- Para aprovechar parte del terraplén existente y con el fin de minimizar costos de construcción se diseñó la tercera curva con un radio de 120 metros, con el propósito de suavizar esta curva se diseñaron curvas de transición espirales al comienzo y al final de la misma.

- Con la velocidad de diseño de 80 Km/h se calculó la velocidad de circulación  $V_c = 65$  Km/h adoptándose para mayor seguridad una velocidad de circulación  $V_c = 60$  Km/h.

Es necesario mencionar que la tercera curva ( espiral ) no corresponde a una velocidad de diseño de 80 Km/h sino de 60 Km/h , pero por estar justo en el comienzo del sector escolar se la ha permitido, ya que para seguridad de los estudiantes se limitará la velocidad de circulación en esta zona a 40 Km/h. Para poder realizar esta curva y justificarla con el argumento anterior se lo consultó con Director de Obras Públicas Municipales, Ing Berrezueta, el cual aprobó esta decisión.

- Es muy importante el poner énfasis en la señalización de la vía, especialmente en la tercera curva ( Pi2 0+980 ) ya que como se dijo antes, ésta es la entrada a la zona escolar, por lo tanto se deberá colocar letreros desde el comienzo de la curva ( abscisa 0+862.57 ) indicando la velocidad máxima. Un método alternativo sería el colocar vigilantes acostados tanto al comienzo ( abscisa 0+862.57 ) como al final de la misma ( abscisa 1+075.3 ) con lo cual se obligaría al conductor al reducir su velocidad, de esta forma se estaría protegiendo tanto al conductor como a los peatones.

- Debido a que la distancia de visibilidad de rebasamiento es alta sería aconsejable el pintar el centro de la vía con una línea continua, indicándose de ésta forma al conductor que no es recomendable rebasar a otro vehículo.

Cabe indicar que en la elaboración del presupuesto se ha tomado en cuenta estos factores de seguridad en el Capítulo SEÑALIZACION.

- Se ha elaborado un presupuesto ( no se ha tomado en consideración ningún método de reajuste del precio ) con sus respectivos análisis de precios unitarios y un cronograma de trabajo, los mismo que son tentativos y son datos obtenidos de la experiencia de nuestros respectivos lugares de trabajo ( ODEBRECHT, CORPORACION OLIMPUS ). Por esto, el presupuesto y el cronograma pueden variar dependiendo de los rendimientos de la empresa que se vaya a encargar de la construcción de la vía.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Frederick S. Merritt, Manual del Ingeniero Civil, Tercera Edición, 1992, West Palm Beach.
- 2.- Carlos Crespo Villalaz, Vías de Comunicación, Segunda Edición, 1982, México.
- 3.- Alvaro Torres, Topografía, Segunda Edición, 1968, Colombia.
- 4.- William Irvine, Topografía, Primera Edición, 1975, México.