



# ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA  
TIERRA

“Replanteo y Trazado del Proyecto Vertical de la Carretera:  
CERECITA - TAMARINDO - BAJADA DE PROGRESO:  
Tramo #1 desde Abs. 0+000 hasta Abs. 1+100”

Seminario de Graduación de Carreteras  
Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERO CIVIL

Presentado por:

Avilés de la Torre Henry  
Burgos Lazo Alexis  
Maldonado Amaya Miguel

Guayaquil-Ecuador

2009

## AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por todas sus bendiciones.

A nuestros padres, familias.

Sin olvidar a los grandes

Maestros que supieron

guiarnos por las diferentes

etapas. Especialmente al

Ing. Eduardo Santos

Baquerizo y también al Ing.

Ignacio Gómez de la Torre.

## DEDICATORIA

A nuestros Padres, de una u otra forma son parte de esta lucha académica.

En especial a nuestras MADRES.

TRIBUNAL DE GRADUACION

-----  
Ing. Eduardo Santos Baquerizo.  
DIRECTOR DE SEMINARIO

-----  
Ing. Manuel Gómez De La Torre Gómez  
PROFESOR DEL SEMINARIO

## DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesina, 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)

Henry W. Avilés de la Torre

---

Alexis B. Burgos Lazo

---

Miguel E. Maldonado Amaya

---

# Resumen

Esta tesina se la hace después de haber recibido una serie de conocimientos impartidos en 60 horas de clases, repartidas en tres materias, Replanteo y Trazado de Carreteras, Equipo caminero que se utiliza para construcción de carreteras, Drenaje Superficial para carreteras, utilización de Geosintéticos para carreteras dictadas por el Ing. Eduardo Santos, Ing. Ignacio Gómez de la Torre, Ing. Antonio Naranjo, las cuales nos sirvieron para hacer el desarrollo de esta tesina que se centrara en el proyecto vertical de la carretera CERECITA - TAMARINDO - BAJADA DE PROGRESO: Tramo #1 desde Abs. 0+000 hasta Abs. 1+100.

Una vez obtenidos los datos del diseño de la carretera, y el replanteo horizontal de la carretera.

Se realiza cada uno de los pasos del trazado y replanteo de la carretera CERECITA - TAMARINDO - BAJADA DE PROGRESO: Tramo #1 desde Abs. 0+000 hasta Abs. 1+100. Para tener un proceso óptimo de construcción, con los criterios correspondientes.

Culminado el trazado y replanteo del proyecto horizontal, se procede al replanteo del proyecto vertical, este sirve para realizar la franja de desbroce con la maquinaria pertinente, después se coloca los laterales para el corte y relleno, requiriendo de un control estricto, se chequea el movimiento de tierra in situ, y se deja a cota de subrasante, tanto el eje longitudinal como las curvas verticales.

Este movimiento de tierra efectuado se lo hace mediante un buen estudio de la subrasante, obteniendo resultados mínimos de corte y relleno que sería lo óptimo según el diseño realizado.

Luego se puede proceder al replanteo del pavimento, su espesor, cota de subbase, cota de base y la cota de la carpeta de rodadura, en las cuales se emplea otro tipo de maquinaria de tipo pesado, aquí se debe tener un buen conocimiento de rendimiento de equipos, y de su uso.

Y una vez terminada cada etapa del trazado y replanteo y construcción, se puede comenzar con la señalética respectiva a lo largo de la carretera, que es de mucha importancia, en ella está el informar, prevenir y reglamentar, el uso de la carretera.

# CONTENIDO

|  |    |
|--|----|
| Introducción .....   | 1  |
| CAPITULO I .....   | 2  |
| Recopilación de Datos Técnicos para el Proyecto Vertical ..... | 2  |
| 1.1 Perfil Longitudinal .....                                  | 2  |
| 1.2 Cotas.....   | 5  |
| 1.2.1 Cota de Terreno Natural .....                            | 5  |
| 1.2.2 Cota de Proyecto de Subrasante .....                     | 5  |
| 1.2.3 Cota de Proyecto de Rasante.....                         | 6  |
| 1.3 Abscisas .....   | 6  |
| 1.4 Pendientes .....   | 7  |
| 1.5 Curvas Verticales.....                                     | 8  |
| 1.6 Perfiles Transversales.....                                | 10 |
| 1.6.1 Perfiles de Alcantarillas.....                           | 11 |
| 1.7 Diseño del Pavimento .....                                 | 12 |
| 1.7.1 Sección Típica.....                                      | 14 |
| 1.8 Peraltes .....   | 15 |
| 1.9 Calculo de Volumen .....                                   | 16 |
| 1.9.1 Calculo de Corte.....                                    | 18 |

|  |    |
|--|----|
| 1.9.2 Calculo de Relleno .....                         | 18 |
| 1.9.3 Calculo de una sección mixta.....                | 19 |
| 1.10 Diagrama de Masa .....                            | 20 |
| CAPITULO II .....                                      | 23 |
| Comprobación de los BM de control .....                | 23 |
| 2.1 Arrastre de Cota IGM a los BM de control .....     | 23 |
| 2.2 Ubicación de BM (auxiliares) .....                 | 27 |
| CAPITULO III .....                                     | 29 |
| Replanteo del Proyecto Vertical .....                  | 29 |
| 3.1 Franja de Desbroce .....                           | 29 |
| 3.2 Colocación de Laterales para corte y relleno.....  | 36 |
| 3.3 Chequeo en el campo del movimiento de tierra ..... | 41 |
| 3.4 Cota de Sub-rasante.....                           | 47 |
| 3.5 Cota de Curvas Verticales .....                    | 47 |
| CAPITULO IV .....                                      | 48 |
| Replanteo del Pavimento.....                           | 48 |
| 4.1 Replanteo de espesor de Pavimento .....            | 51 |
| 4.2 Replanteo de cota de Sub-base .....                | 52 |
| 4.3 Replanteo de cota de base.....                     | 55 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4 Imprimación Asfáltica .....                    | 56 |
| 4.5 Replanteo de la capa de rodadura .....         | 57 |
| 4.6 Tablas de control del Replanteo .....          | 60 |
| CAPITULO V .....                                   | 48 |
| Señalización de la Carretera.....                  | 48 |
| 5.1 Señalización Vertical .....                    | 62 |
| 5.2 Señalización Horizontal .....                  | 71 |
| 5.4 Señalización de balizamiento.....              | 76 |
| 5.4. Instrumentacion.....                          | 79 |
| Auto Propulsado .....                              | 81 |
| 5.5Distancia lateral y altura de las señales ..... | 82 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....                | 87 |
| BIBLIOGRAFIA.....                                  | 89 |
| ANEXOS .....                                       | 91 |

# Índice de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Fig. 1.1 Perfil Longitudinal.....                                   | 3  |
| Fig. 1.2 Perfil Longitudinal.....                                   | 4  |
| Fig. 1.3 Cotas .....  | 5  |
| Fig. 1.4 Abscisas .....   | 7  |
| Fig. 1.5 Gradientes Longitudinales.....                             | 8  |
| Fig. 1.6 Curva Vertical .....                                       | 9  |
| Fig. 1.7 Perfil Transversal .....                                   | 10 |
| Fig. 1.8 Perfil Transversal (drenaje) .....                         | 11 |
| Fig. 1.9 Sección Típica .....                                       | 14 |
| Fig. 1.10 Elementos de la sección transversal de una carretera..... | 15 |
| Fig. 1.11 Peraltes.....   | 16 |
| Fig. 1.12Corte y Relleno .....                                      | 17 |
| Fig. 1.13 Diagrama de masa .....                                    | 22 |
| Fig. 2.1 Ubicación de BM.....                                       | 24 |
| Fig. 2.2 Colocación de BM Auxiliares .....                          | 27 |
| Fig. 2.3 Grafico en Planta .....                                    | 28 |
| Fig. 3.1 Secciones transversales de corte.....                      | 31 |
| Fig. 3.2 Secciones transversales de relleno.....                    | 32 |
| Fig. 3.3 Secciones transversales de mixta .....                     | 33 |
| Fig. 3.4 Sección de Desbroce.....                                   | 34 |
| Fig. 3.5 Sección Típica .....                                       | 35 |

|  |    |
|--|----|
| Fig. 3.6 Control in situ de cotas de subrasante .....    | 37 |
| Fig. 3.7 Colocación de laterales de corte .....          | 38 |
| Fig. 3.8 Colocación de laterales de relleno .....        | 39 |
| Fig. 3.9 Colocación de laterales de mixta.....           | 40 |
| Fig. 3.10 Perfil Longitudinal.....                       | 42 |
| Fig. 3.11 Secciones de Chequeo de corte .....            | 43 |
| Fig. 3.12 Secciones de Chequeo de relleno.....           | 44 |
| Fig. 3.13 Secciones de Chequeo mixta .....               | 45 |
| Fig. 3.14 Perfil Longitudinal.....                       | 48 |
| Fig. 3.15 Curva Vertical .....                           | 49 |
| Fig. 4.1 Espesores de la Sección Típica.....             | 51 |
| Fig. 4.2 Estoqueado del material de subbase .....        | 52 |
| Fig. 4.3 Estoqueado del material de subbase .....        | 53 |
| Fig. 4.4 Nivelación de ultima capa de subbase .....      | 54 |
| Fig. 4.5 Acabado de la capa de Base .....                | 55 |
| Fig. 4.6 Material de la última capa de base .....        | 56 |
| Fig. 4.7 Carpeta de Rodadura (Estacas pintadas).....     | 58 |
| Fig. 4.8 Acabado de Carpeta de rodadura (Pavimento)..... | 59 |
| Fig. 5.1 Señal Vertical de Prevención .....              | 64 |
| Fig. 5.2 Señales Verticales de Prevención .....          | 65 |
| Fig. 5.3 Señal Vertical de Restricción .....             | 67 |
| Fig. 5.4 Señales Verticales de Restricción .....         | 68 |
| Fig. 5.5 Señal Vertical de Información .....             | 69 |

|  |    |
|--|----|
| Fig. 5.6 Señales Verticales de Información .....               | 70 |
| Fig. 5.7 Distintos Tipos de Señalización Vial.....             | 72 |
| Fig. 5.8 Señal Horizontal (Paso Cebra) .....                   | 76 |
| Fig. 5.9 Señales de balizamiento .....                         | 78 |
| Fig. 5.10 Dispositivos de balizamiento .....                   | 79 |
| Fig. 5.11 Micro Esferas .....                                  | 80 |
| Fig. 5.12 Dispositivos de Pintado .....                        | 80 |
| Fig. 5.13 Dispositivos de Pintado .....                        | 81 |
| Fig. 5.14 Dispositivos de Pintado Auto propulsado .....        | 81 |
| Fig. 5.15 Demarcación de Señales Preventivas.....              | 82 |
| Fig. 5.16 Demarcación de Señales Restrictivas .....            | 83 |
| Fig. 5.17 Demarcación de Señales Informativas de destino ..... | 84 |

# Índice de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla. 1.1 Gradientes Longitudinales.....              | 7  |
| Tabla. 1.2 Libreta de Calculo (Diagrama de Masa) ..... | 21 |
| Tabla.2.1 Arrastre de cota IGM-BM1 .....               | 25 |
| Tabla.2.2 Arrastre de cota BM1-BM2 .....               | 26 |
| Tabla. 3.1 Control de Corte .....                      | 46 |
| Tabla. 3.2 Control de Relleno.....                     | 46 |
| Tabla. 3.3 Control de Corte y Relleno .....            | 46 |
| Tabla. 4.1 Control de Corte y Relleno .....            | 60 |
| Tabla. 4.2 Control de Corte y Relleno .....            | 60 |
| Tabla. 4.3 Control de Corte y Relleno .....            | 60 |

## Introducción

Nos hemos visto motivados a desarrollar el trazado y replanteo de la carretera, CERECITA - TAMARINDO - BAJADA DE PROGRESO: Tramo #1 desde Abs. 0+000 hasta Abs. 1+100 para terminar de realizar este proyecto que tanto requiere el sector.

La Parroquia rural Juan Gómez Rendón (Progreso), perteneciente al cantón Guayaquil, provincia del Guayas, tiene una superficie aproximada de 31.453 HA, con un clima tropical templado con escasas precipitaciones en época invernal (de Enero a Abril) produciendo abundante y verde vegetación, el resto del año presenta un clima tropical seco. Su topografía resalta un relieve irregular a pesar de esto posee pocos ríos y estos son intermitentes.

Estas parroquias se encuentran a 65 kilómetros al Oeste de la ciudad de Guayaquil, donde la mayoría de sus habitantes viven de la agricultura y la ganadería. Por esto la importancia de desarrollar esta carretera.

El desarrollo de este trabajo también motiva y deja constancia a los futuros profesionales de la carrera de Ing. Civil, los pasos que deben seguir y tomar, para la ejecución de una carretera.

## CAPITULO I

### Recopilación de Datos Técnicos para el Proyecto Vertical

A continuación se detalla una breve descripción, de los datos que se requieren para el desarrollo vertical de la carretera.

Estos son obtenidos de los planos de diseño de la carretera, en el Diseño Vertical y Diseño Horizontal.

#### 1.1 Perfil Longitudinal

Es el desarrollo sobre un plano de la selección obtenida empleando como plano de corte una superficie reglada cuya directriz es el eje longitudinal de la carretera, empleando una recta vertical como generatriz.

En esta vista se sintetiza gran parte de la información necesaria para la construcción de la carretera en lo que corresponde al proyecto vertical, expresada tanto de forma grafica como numérica.

El perfil longitudinal lo obtenemos en el Proyecto Vertical de la Carretera, en el se detalla la mayor parte de los datos requeridos.

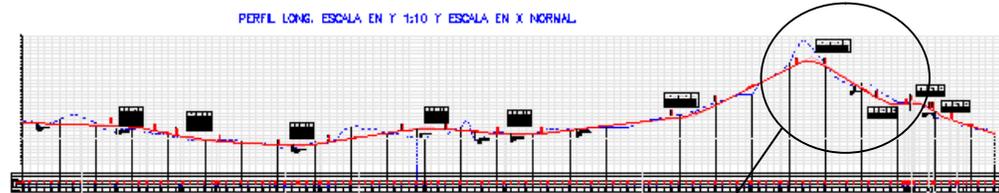
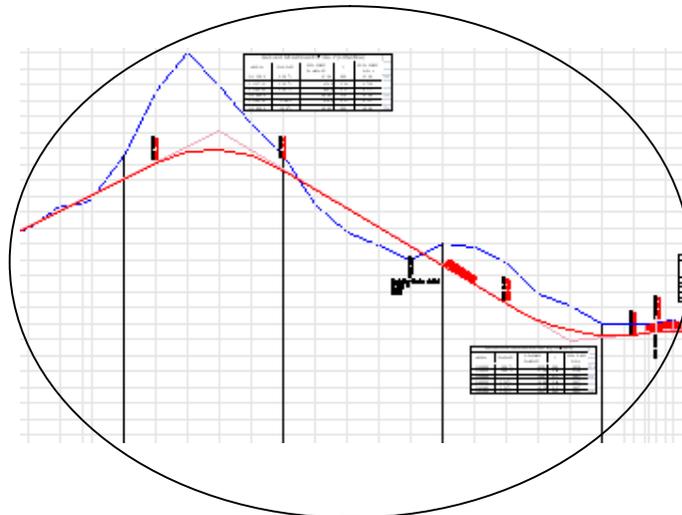


Fig. 1.1 Perfil Longitudinal  
Fuente: Proyecto Vertical



## **Grafico en A4 del perfil longitudinal**

Fig. 1.2 Perfil Longitudinal  
Fuente: Proyecto Vertical

## 1.2 Cotas

Es un número que en los planos nos indica la altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de nivel. Con el cual sabemos cuán alto o bajo con respecto a la referencia se localiza el nuevo punto.

|          |                          |       |       |       |       |       |       |       |
|----------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| RELLENOS |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| CORTES   |                          |       |       |       |       |       |       |       |
| COTAS    | PROYECTO<br>(subrasante) | 31.70 | 31.05 | 30.89 | 30.94 | 30.89 | 30.83 | 30.79 |
|          | TERRENO                  | 31.70 | 32.00 | 32.40 | 30.80 | 31.30 | 32.10 | 32.80 |
| ABSCISAS | 0+000                    | 0+025 | 0+050 | 0+075 | 0+100 | 0+125 | 0+150 |       |

Fig. 1.3 Cotas  
Fuente: Proyecto Vertical

### 1.2.1 Cota de Terreno Natural

Esta cifra indica la cota o altura del terreno respecto al plano de comparación escogido, generalmente al nivel del mar. Su precisión viene en función de los datos topográficos disponibles.

### 1.2.2 Cota de Proyecto de Subrasante

Esta cifra indica la altura a la cual va a quedar el eje de subrasante de la carretera, proyectado al mismo plano de comparación con respecto al terreno natural.

### 1.2.3 Cota de Proyecto de Rasante

Se refiere a la cota de la rasante proyectada respecto al mismo plano de comparación. La proyección de esta medida obtenida mediante cálculos analíticos debe ser ajustada al milímetro.

Este dato lo obtenemos mediante pequeños cálculos matemáticos con la sección típica de la carretera, se suma de la cota de subrasante el espesor de las capas del pavimento en las diferentes secciones transversales y se obtiene la cota de rasante.

### 1.3 Abscisas

Son demarcaciones en el eje de la carretera, que se requieren para tener una mayor amplitud en información de los niveles del perfil longitudinal, se hacen cada 20, 10, 5 metros dependiendo la topografía del terreno natural. En las curvas se lo suele hacer a menor distancia, pues se requiere mayor exactitud en los niveles y ubicaciones de estas.

Estas están demarcadas tanto en el proyecto horizontal y vertical.

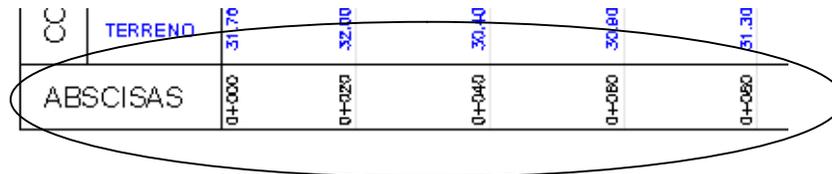


Fig. 1.4 Abscisas  
Fuente: Proyecto Vertical

#### 1.4 Pendientes

Los Gradientes longitudinales o pendientes del diseño dependen directamente de la topografía del terreno y sus valores tienen que ser bajos en lo posible, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos. De acuerdo a la velocidad de diseño la cual depende del volumen del tráfico y de la naturaleza de la topografía, estas están reguladas en tablas.

TABLA XVIII: GRADIENTE LONGITUDINAL.

| CLASE DE CARRETERA | TPDA (Vehiculos) | VALOR RECOMENDABLE |   |   | VALOR ABSOLUTO |   |    |
|--------------------|------------------|--------------------|---|---|----------------|---|----|
|                    |                  | L                  | O | M | L              | O | M  |
| I                  | 3000-8000        | 3                  | 4 | 6 | 3              | 5 | 7  |
| II                 | 1000-3000        | 3                  | 4 | 6 | 4              | 6 | 8  |
| III                | 300-1000         | 3                  | 5 | 7 | 4              | 7 | 9  |
| IV                 | 100-300          | 4                  | 6 | 8 | 6              | 8 | 10 |
| V                  | Menos de 100     | 4                  | 6 | 8 | 6              | 8 | 12 |

L: Terreno llano  
O: Terreno ondulado  
M: Terreno montañoso

Tabla. 1.1 Gradientes Longitudinales  
Fuente: internet

Esta información la obtenemos en el proyecto vertical, se encuentran sobre cada eje, dadas en porcentaje ( $m=\pm\%$ )



Fig. 1.5 Gradientes Longitudinales  
Fuente: Proyecto Vertical

### 1.5 Curvas Verticales

Una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes del alineamiento vertical; la curva vertical puede ser en columpio o en cresta, la curva vertical en columpio es una curva vertical cuya concavidad queda hacia arriba (cóncava), y la curva vertical en cresta es aquella cuya concavidad queda hacia abajo (convexa).

Estas están definidas por varios parámetros como la visibilidad disponible y la perceptibilidad de la propia curva por el conductor.

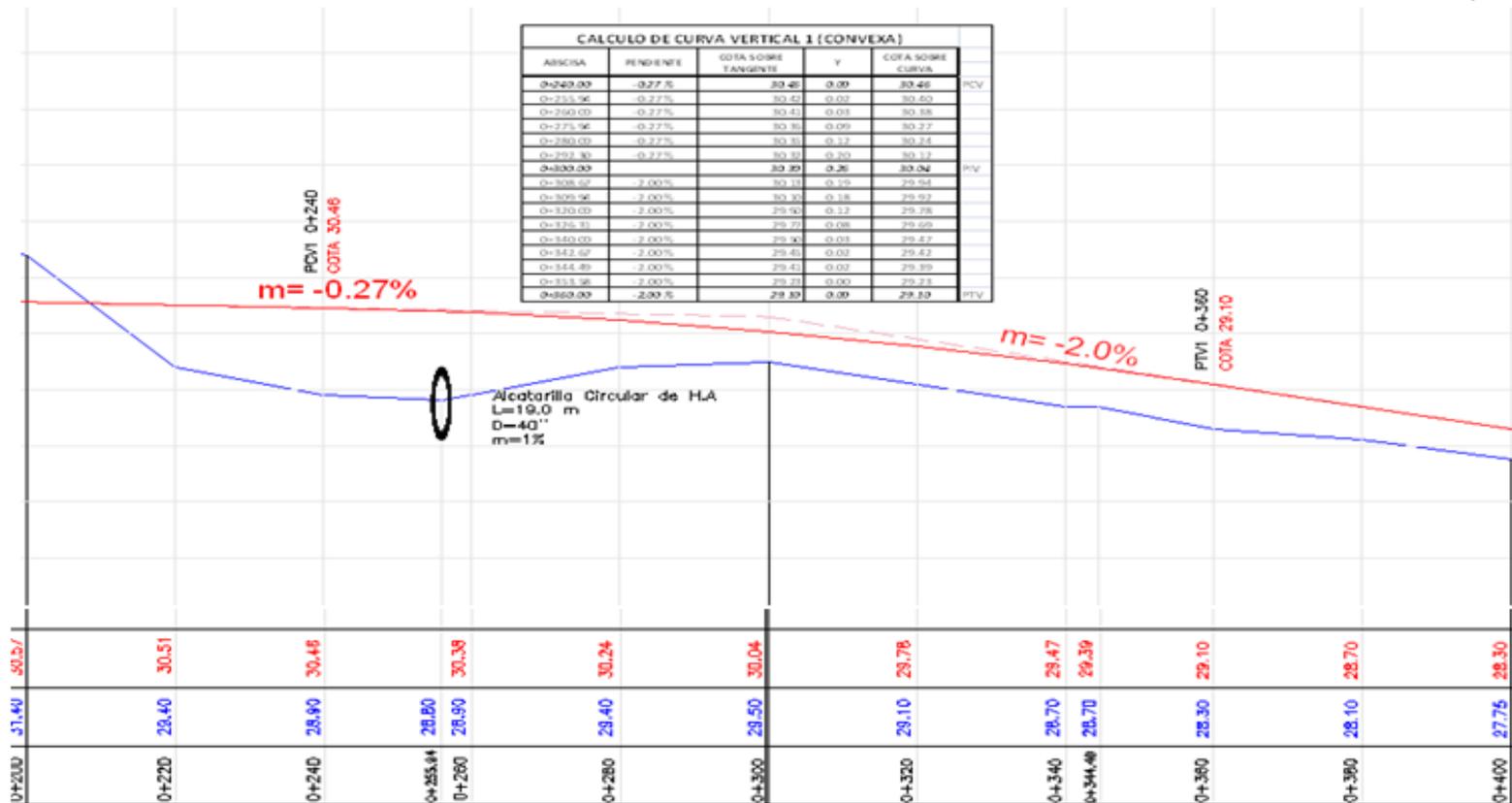


Fig. 1.6 Curva Vertical  
 Fuente: Proyecto Vertical

## 1.6 Perfiles Transversales

Un perfil transversal se obtiene seccionando la carretera mediante un perfil perpendicular a la proyección horizontal del eje. En él se definen geoméricamente los elementos que conforman la sección transversal de la carretera: taludes de desmote y terraplén, cunetas, arcenes, pendientes o peraltes.

Normalmente suelen tomarse varios perfiles a lo largo del eje, con un intervalo de separación constante y que viene condicionado por las condiciones topográficas del terreno. Una importante aplicación es facilitar el cálculo de movimiento de tierras que acarrea la construcción de la carretera.

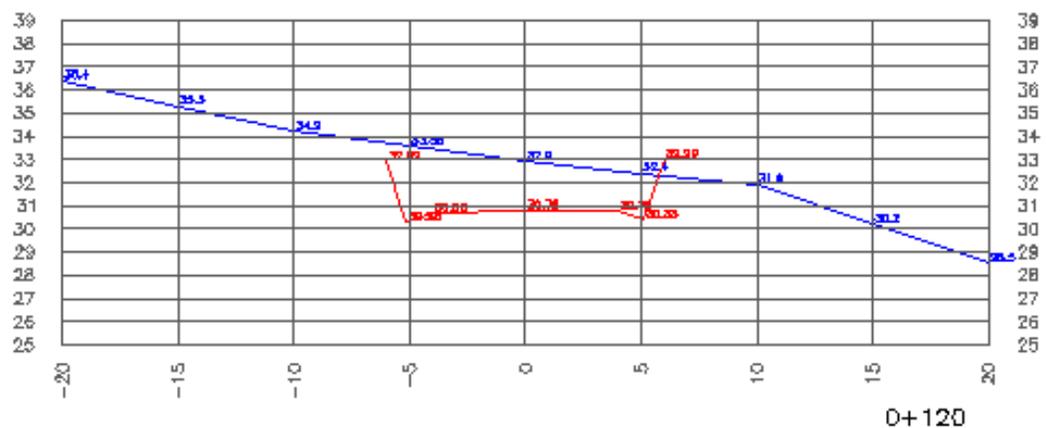


Fig. 1.7 Perfil Transversal  
Fuente: Perfiles Transversales

### 1.6.1 Perfiles de Alcantarillas

Estos perfiles transversales se los grafica adicionalmente, debido a que contienen la sección de las alcantarillas con cada una de los datos requeridos, pendiente, cota de fondo de zanja, cota Invert, cota lomo de tubo.

Son de suma importancia, estos perfiles no tienen abscisas cerradas, están localizados en el punto en que se los requiere.

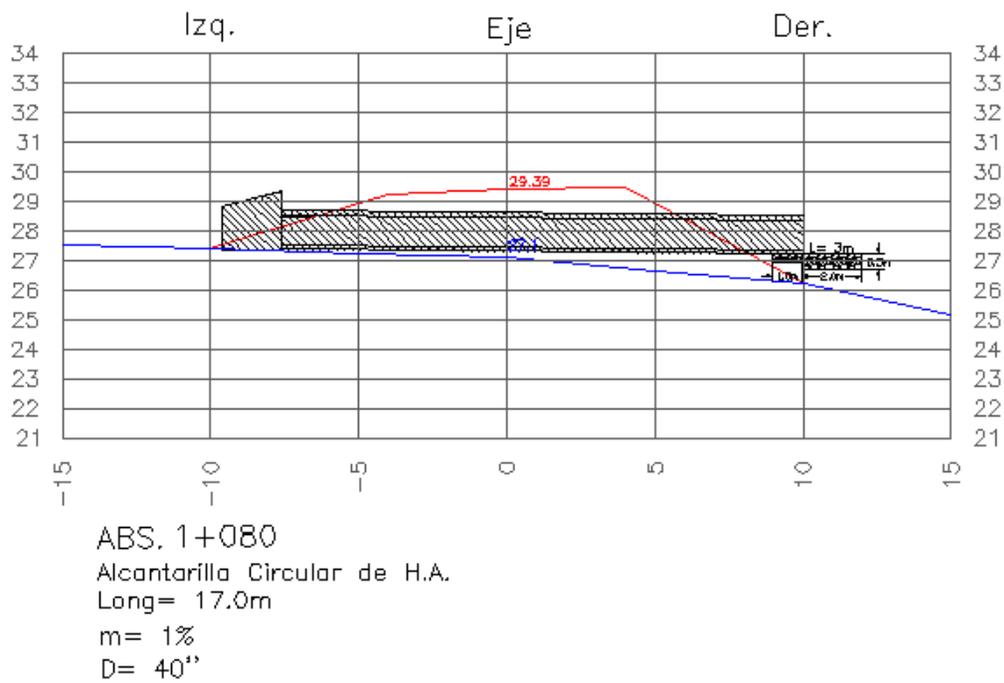


Fig. 1.8 Perfil Transversal (drenaje)  
 Fuente: Perfiles Transversales

## 1.7 Diseño del Pavimento

El pavimento es una estructura formada por varias capas de materiales de características diferentes cuyo propósito es soportar del tráfico vehicular de una manera segura, durante su vida útil.

Todo pavimento debe en lo posible evitar el paso del agua a las capas que lo conforman.

Los pavimentos varían, generalmente se clasifican como rígidos y flexibles, a la vez tienen subgrupos. Su diferencia es cuestión del grado con que se distribuye la presión sobre el terreno del proyecto.

Está compuesto por diferentes capas de material granular, las cuales van mejorando en forma ascendente o de colocación, así tenemos Capa de Subbase, Capa de Base y Capa de Rodadura. Estas están sujetas a un diseño para detectar los espesores requeridos de cada una de las capas.

### Capa de Subbase

Es una capa del pavimento que se encuentra entre la capa de base y la subrasante. Generalmente consiste en una capa compactada de material granular que sigue cierta normativa, y que es de mejor calidad que la del

material de la capa de subrasante, esto nos ayuda a obtener una mayor distribución de carga.

No obstante a veces por razones económicas se prescinde de esta capa, cuando la característica de la subrasante así lo permite.

#### Capa de Base

Esta capa se construye sobre la subbase o sobre la subrasante de haber condiciones favorables para esto.

La capa de base está formada por material de mejores características que la subbase, compuesta por agregados triturados total o parcialmente o cribanos, estabilizados con agregados finos procedentes de la trituración. Su mayor función es de soporte estructural.

#### Carpeta de rodadura

Es una mezcla de agregados minerales y bituminosos colocados sobre la capa de base. Tiene como función principal ser un componente estructural del pavimento, deber resistir las fuerzas de abrasión del tráfico, debe ser una carpeta lisa y uniforme para rodar.

### 1.7.1 Sección Típica

La sección transversal de la carretera depende del tráfico y del tipo del terreno y consecuentemente de la velocidad de diseño, siendo muy influyente en los costos de construcción y de mantenimiento. Para escoger la sección típica, es importante saber cuál va ser el tráfico para el cual va a servir y su proyección futura.

Esta incluye la Calzada, espaldones, cunetas laterales, taludes, facilidades para peatones, ciclistas y otros usuarios.

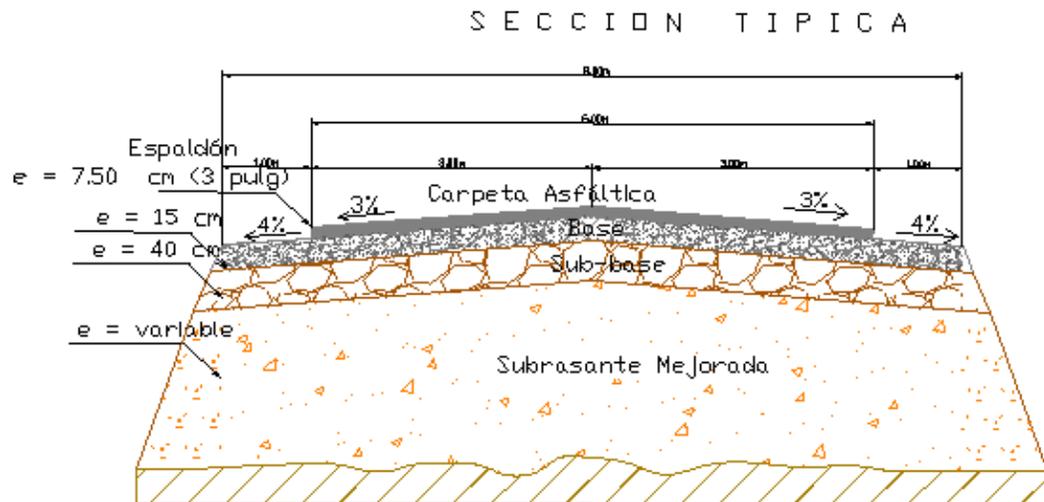


Fig. 1.9 Sección Típica  
Fuente: Proyecto Vertical



Elementos de la sección transversal de una carretera

Fig. 1.10 Elementos de la sección transversal de una carretera  
Fuente: internet

### 1.8 Peraltes

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado radialmente hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga. Estas fuerzas las tenemos que contrarrestar, por ende necesitamos de un peralte o ángulo de inclinación de la calzada para que una componente del peso adicionada a la fuerza de fricción entre las llantas y la calzada, contrarreste a la fuerza centrífuga.

También tenemos el bombeo del pavimento, es otra pendiente transversal de la carretera, nos ayuda a evacuar las aguas pluviales hasta

el lugar donde serán recogidas, generalmente a los laterales de las carreteras, a un sistema de drenaje longitudinal.

El valor de esta pendiente transversal oscila entre el 1 y el 4% según sea la calidad y acabado del pavimento.

Este bombeo en las curvas horizontales es adoptado por el peralte.



Fig. 1.11 Peraltes  
Fuente: internet

### 1.9 Calculo de Volumen

Representa la diferencia entre la cota del terreno y la rasante pudiendo ser de dos tipos excluyentes entre sí. De Corte, de Relleno o una sección mixta.

Para calcular los volúmenes se requieren las secciones transversales, en cada una de las abscisas del eje definitivo para posteriormente obtener los volúmenes de corte y relleno.

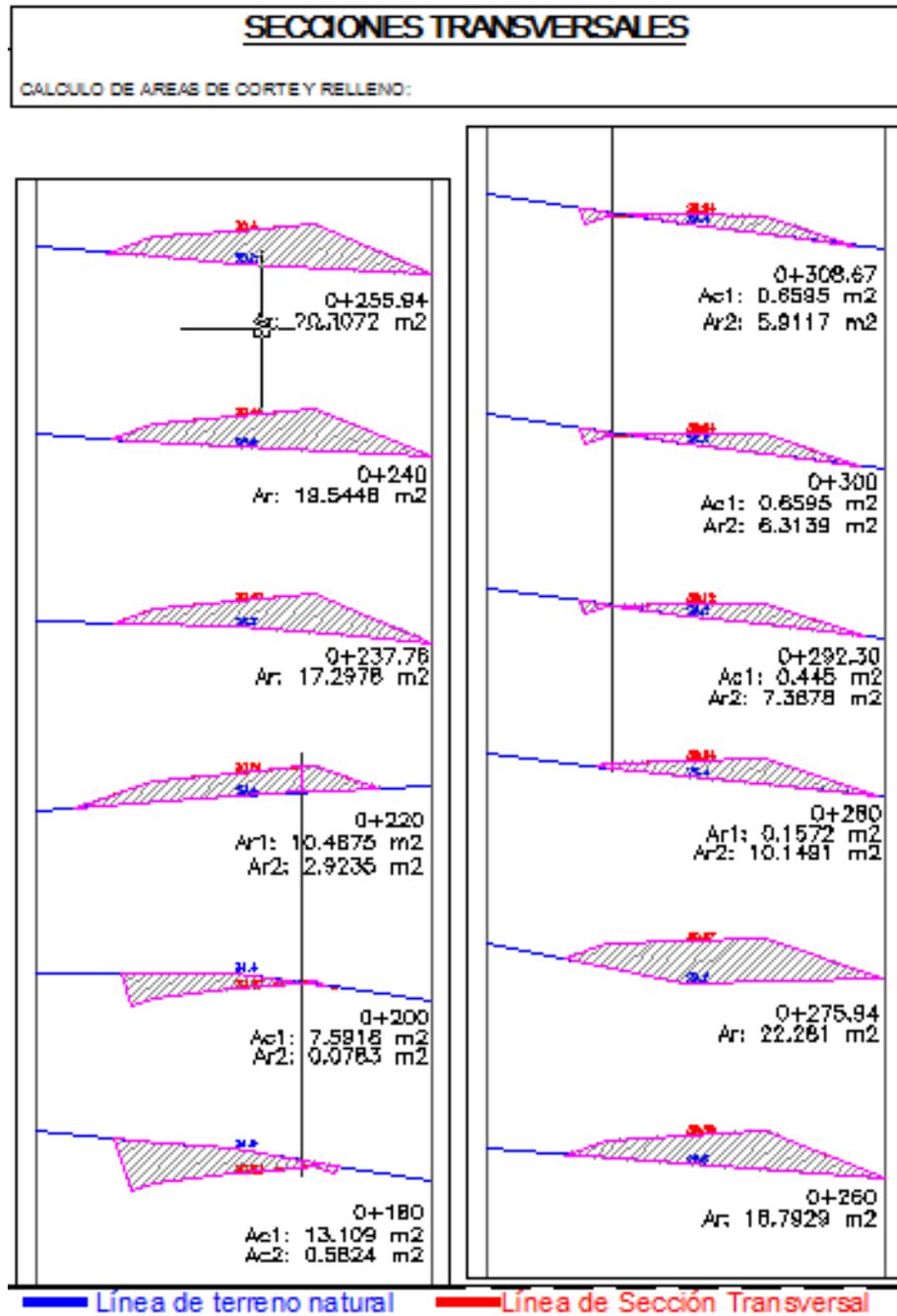


Fig. 1.12Corte y Relleno  
Fuente: Proyecto Vertical

### 1.9.1 Calculo de Corte

En este caso el terreno se haya por encima de la rasante. Indica, por tanto, la profundidad a la que se debe excavar para alcanzar la cota de subrasante.

Se la calcula cuando tenemos dos secciones iguales consecutivas, solo de corte. Se sacan las áreas de cada una de las secciones, luego se saca un promedio entre estas, el volumen de corte lo obtenemos, al multiplicar el área promedio por la distancia entre los dos perfiles transversales.

### 1.9.2 Calculo de Relleno

Define la altura a terraplenar sobre el terreno natural, para alcanzar la cota de la subrasante en un determinado punto.

Procedemos de igual forma que en Corte. La calculamos solo si tenemos dos secciones iguales consecutivas, solo de Relleno. Se sacan un área promedio entre estas, el volumen de relleno lo obtenemos, al multiplicar el área promedio por la distancia entre los dos perfiles transversales.

### 1.9.3 Cálculo de una sección mixta

En este caso hay una combinación de los criterios antes expuestos. Este define volumen de corte y volumen de relleno entre las secciones. Para proceder a su cálculo, se adopta el criterio de que a la mitad de la distancia entre perfiles se produce el cambio de corte a relleno o viceversa.

Y se emplean las siguientes formulas:

$$\text{Volumen de Relleno} \quad V_R = \frac{A_R^2}{A_R + A_C} \frac{L}{2}$$

$$\text{Volumen de Corte} \quad V_C = \frac{A_C^2}{A_R + A_C} \frac{L}{2}$$

### 1.10 Diagrama de Masa

El diagrama de masas es una herramienta en la que se grafica mediante las abscisas (distancia del eje horizontal) en el eje horizontal y las ordenadas (movimiento de tierra) en el eje vertical y nos sirve para determinar los acarrees que se producen a lo largo de la carretera de corte y relleno por compensación, con el diagrama de masa determinamos las curvas ascendentes y descendentes y los puntos de inflexión que existen entre las dos curvas.

La curva ascendente corresponde a un corte, mientras que la curva descendente corresponde a un relleno.

| Calculo de Coordenadas de Diagrama de Masa. |          |            |          |              |        |                       |            |                  |
|---|----------|------------|----------|--------------|--------|-----------------------|------------|------------------|
| Abscisa                                     | Áreas    |            | Volumen  |              |        | Diferencia Algebraica |            | Observación (m3) |
|   | Corte(+) | Relleno(-) | Corte(+) | Relleno c(-) | R*fc   | Corte(+)              | Relleno(-) |                  |
| 0+000                                       | 7,45     |            |          |              |        |                       |            | 0                |
|   |          |            | 184,1    |              |        | 184,1                 |            |                  |
| 0+020                                       | 10,96    |            |          |              |        |                       |            | 184,1            |
|   |          |            | 74,70    | 16,30        | 18,748 | 55,95                 |            |                  |
| 0+040                                       |          | 5,12       |          |              |        |                       |            | 240,05           |
|   |          |            | 7,86     | 54,76        | 62,974 |                       | -55,11     |                  |
| 0+060                                       | 1,72     | 1,09       |          |              |        |                       |            | 184,94           |
|   |          |            | 76,62    | 12,02        | 13,823 | 62,797                |            |                  |
| 0+080                                       | 6,18     | 0,35       |          |              |        |                       |            | 247,74           |
|   |          |            | 213,53   | 0,53         | 0,6095 | 212,9205              |            |                  |
| 0+100                                       | 15,47    |            |          |              |        |                       |            | 460,66           |
|   |          |            | 102,93   |              |        | 102,93075             |            |                  |
| 0+106.63                                    | 15,58    |            |          |              |        |                       |            | 563,59           |
|   |          |            | 274,95   |              |        | 274,95405             |            |                  |
| 0+120                                       | 25,55    |            |          |              |        |                       |            | 838,54           |
|   |          |            | 77,69    |              |        | 77,685                |            |                  |
| 0+123                                       | 26,24    |            |          |              |        |                       |            | 916,23           |
|   |          |            | 427,96   |              |        | 427,9565              |            |                  |
| 0+139.36                                    | 26,27    |            |          |              |        |                       |            | 1.344,18         |
|   |          |            | 18,75    |              |        | 18,7456               |            |                  |
| 0+140                                       | 32,31    |            |          |              |        |                       |            | 1.362,93         |

fc= 1,15

Tabla. 1.2 Libreta de Calculo (Diagrama de Masa)

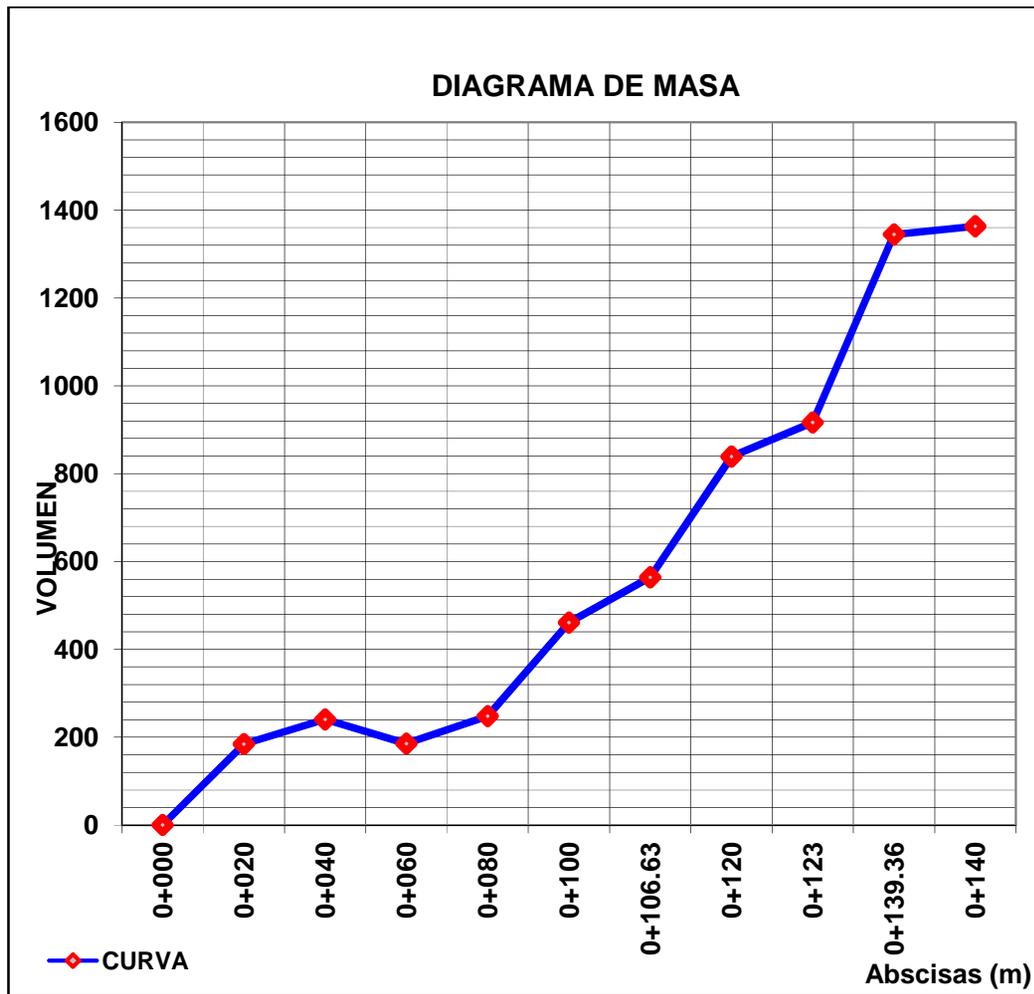


Fig. 1.13 Diagrama de masa  
Fuente: Diagrama de Masas

## CAPITULO II

### Comprobación de los BM de control

#### 2.1 Arrastre de Cota IGM a los BM de control

Antes de comenzar con el replanteo del Proyecto Vertical de una carretera debe de haberse construido, nivelado y comprobado por nivelación compuesta los BM, los cuales serán enlazados a una Cota IGM.

Previamente el Topógrafo deberá localizar una cota IGM que este lo mas cercana posible de la carretera para proceder el arrastre de cota a los respectivos BM de control. El arrastre de Cota IGM a los BM de control se lo hará con un nivel de precisión.

De esta manera podemos controlar las cotas de corte y relleno en el Movimiento de Tierras del proyecto vertical.

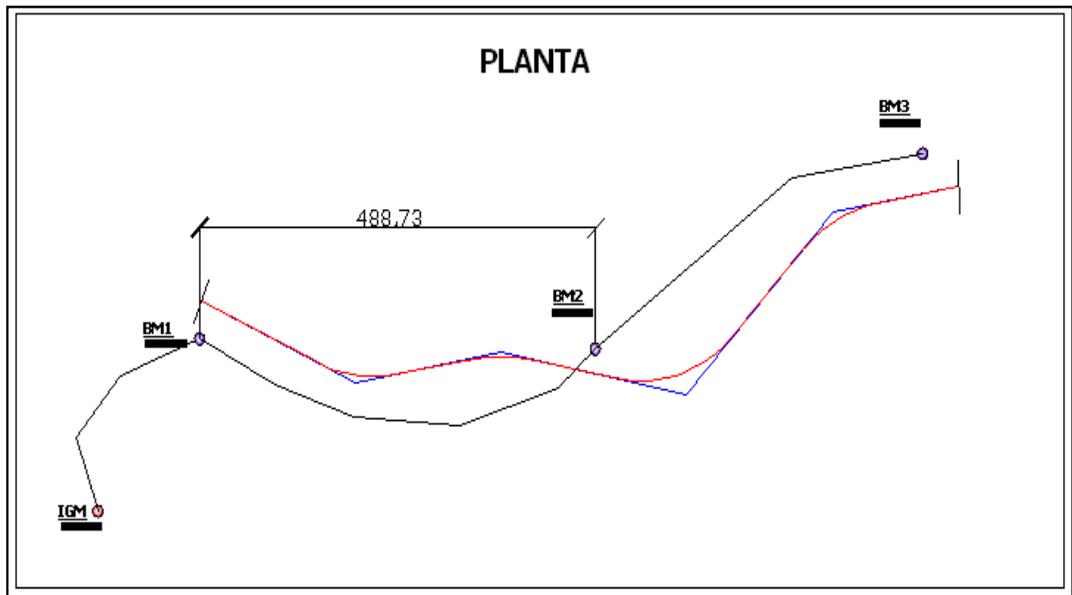


Fig. 2.1 Ubicación de BM  
Fuente: Dibujado

### Libreta de Nivelación Geométrica Compuesta.

Obra: Vía Cerecita-Tamarindo-Bajada de Progreso.

Aparato:

Hoja:

Ubicación:

Levantó:

Fecha:

| Punto      | Lecturas |        |           |       |         | H+I    | Cotas         |
|------------|----------|--------|-----------|-------|---------|--------|---------------|
|            | Atrás(+) | Corr   | Inter.(-) | Corr  | Adel(-) |        |               |
| <b>IGM</b> | 2,315    |        |           |       |         | 30,201 | <b>27,886</b> |
| <b>1</b>   | 3,524    |        |           | 0,001 | 0,453   | 33,272 | 29,748        |
| P11        |          |        | 3,045     |       |         |        | 30,227        |
| <b>2</b>   | 1,568    |        |           |       | 3,432   | 31,408 | 29,840        |
| <b>3</b>   | 3,984    | -0,001 |           |       | 1,943   | 33,449 | 29,465        |
| <b>BM1</b> |          |        |           |       | 2,542   |        | <b>30,907</b> |
|            |          |        |           |       |         |        |               |
|            |          |        |           |       |         |        |               |

11,391

8,370

Dv 3,021

#### Contranivelación

|            |       |        |       |       |       |        |               |
|------------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|---------------|
| <b>BM1</b> | 0,631 |        |       |       |       | 31,538 | <b>30,907</b> |
| <b>1</b>   | 0,764 | -0,001 |       |       | 1,878 | 30,424 | 29,660        |
| P12        |       |        | 1,856 |       |       |        | 28,568        |
| <b>2</b>   | 1,265 |        |       | 0,001 | 2,043 | 29,646 | 28,381        |
| <b>IGM</b> |       |        |       |       | 1,760 | 27,886 | <b>27,886</b> |
|            |       |        |       |       |       |        |               |

2,660

5,681

Dv -3,021

k= 0,2358  
ep= 12mm K  
ep= 6 mm

et= 4 mm

et ep Ok

Tabla.2.1 Arrastre de cota IGM-BM1

### Libreta de Nivelación Geométrica Compuesta.

Obra: Vía Cerecita-Tamarindo-Bajada de Progreso.

Aparato:

Hoja:

Ubicación:

Levantó:

Fecha:

| Punto      | Lecturas |       |          |        |        | H+I    | Cotas         |
|------------|----------|-------|----------|--------|--------|--------|---------------|
|            | Atrás(+) | Corr  | Inter(-) | Corr   | Ade(-) |        |               |
| <b>BM1</b> | 0,295    |       |          |        |        | 31,204 | <b>30,909</b> |
| <b>1</b>   | 1,241    | 0,001 |          |        | 0,579  | 31,866 | 30,625        |
| <b>2</b>   | 1,190    |       |          |        | 2,960  | 30,096 | 28,906        |
| P21        |          |       | 2,984    |        |        |        | 27,112        |
| <b>3</b>   | 0,959    | 0,001 |          |        | 3,241  | 27,814 | 26,855        |
| <b>4</b>   | 0,840    |       |          | -0,001 | 1,576  | 27,078 | 26,238        |
| <b>BM2</b> |          |       |          |        | 0,320  |        | <b>26,758</b> |
|            |          |       |          |        |        |        |               |

k= 0,53302

ep= 12mmK

ep= 6 mm

et= 6 mm

et ep Ok

4,525

8,676

Dv -4,151

#### Contranivelación

|            |       |       |  |        |       |        |               |
|------------|-------|-------|--|--------|-------|--------|---------------|
| <b>BM2</b> | 1,895 |       |  |        |       | 28,653 | <b>26,758</b> |
| <b>1</b>   | 2,896 | 0,001 |  |        | 1,453 | 30,096 | 27,200        |
| <b>3</b>   | 3,668 | 0,001 |  | -0,001 | 1,893 | 31,871 | 28,203        |
| <b>BM1</b> |       |       |  |        | 0,962 |        | <b>30,909</b> |

8,459

4,308

Dv 4,151

Tabla.2.2 Arrastre de cota BM1-BM2

## 2.2 Ubicación de BM (auxiliares)

Estos BM se los va a colocar aproximadamente cada 500m o a una distancia cercana del lugar de trabajo respetando el derecho de carretera a lo largo de la carretera.

En el primer tramo de la carretera Cerecita – Tamarindo – Bajada Progreso que va desde la abscisa 0+000 hasta la 1+100, será necesario colocar 3 BM que irán enlazados a un IGM cercano a la carretera.

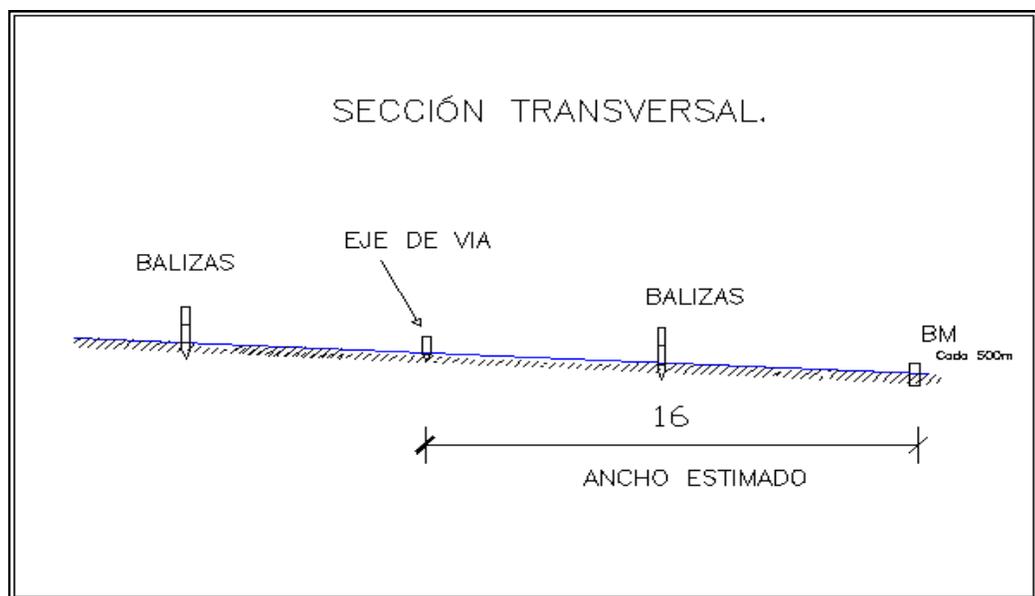


Fig. 2.2 Colocación de BM Auxiliares  
Fuente: Dibujado

## **Grafico de planta, proyecto horizontal**

Fig. 2.3 Grafico en Planta  
Fuente: Proyecto Horizontal

## CAPITULO III

### Replanteo del Proyecto Vertical

#### 3.1 Franja de Desbroce

Luego de hacer el abscisado del eje cada 20m incluyendo los PC y PT de cada curva horizontal, se procede a sacar información de la sección típica del pavimento y de las secciones transversales, en la que se va a definir un ancho estimado en el cual va a operar la maquinaria haciendo el desbroce y limpieza. El ancho estimado para el primer tramo de la carretera Cerecita – Tamarindo – Bajada de Progreso es de 14m, aunque en algunos casos se tendrá que considerar un ancho de desbroce 15 a 16 m debido a sobre ancho en las curvas horizontales y a la altura de los terraplenes de relleno.

Luego de definir el ancho estimado, desde cada abscisa del eje, el topógrafo abrirá hacia la derecha e izquierda en un ancho recomendado y estimado anteriormente, colocando balizas (latillas) de un color llamativo durante todo el tramo de la carretera que se quiera trabajar. A continuación se estima el ancho de la cuchilla del tractor y se establece el número de franjas que va salir y que será necesario para el desbroce y limpieza.

En la primera pasada del tractor se realizará el desbroce y la limpieza del material, que se va ir acumulando lateralmente. En la segunda pasada el tractor clavara la cuchilla de 15 a 30 cm para sacar las raíces.

Si al realizar esta actividad de desbroce y limpieza realizada por una maquinaria de equipo pesado los puntos o estacas del eje han sido destruidos, se vuelve a replantear el eje incluyendo sus curvas a partir de los PC y PT. Este trabajo se lo hace con equipo topográfico partiendo de las referencias a la derecha o izquierda de los PC a 90°.

Fig. 3.1 Secciones transversales de corte.  
Fuente: Perfiles Transversales

Fig. 3.2 Secciones transversales de relleno  
Fuente: Perfiles Transversales

Fig. 3.3 Secciones transversales de mixta  
Fuente: Perfiles Transversales

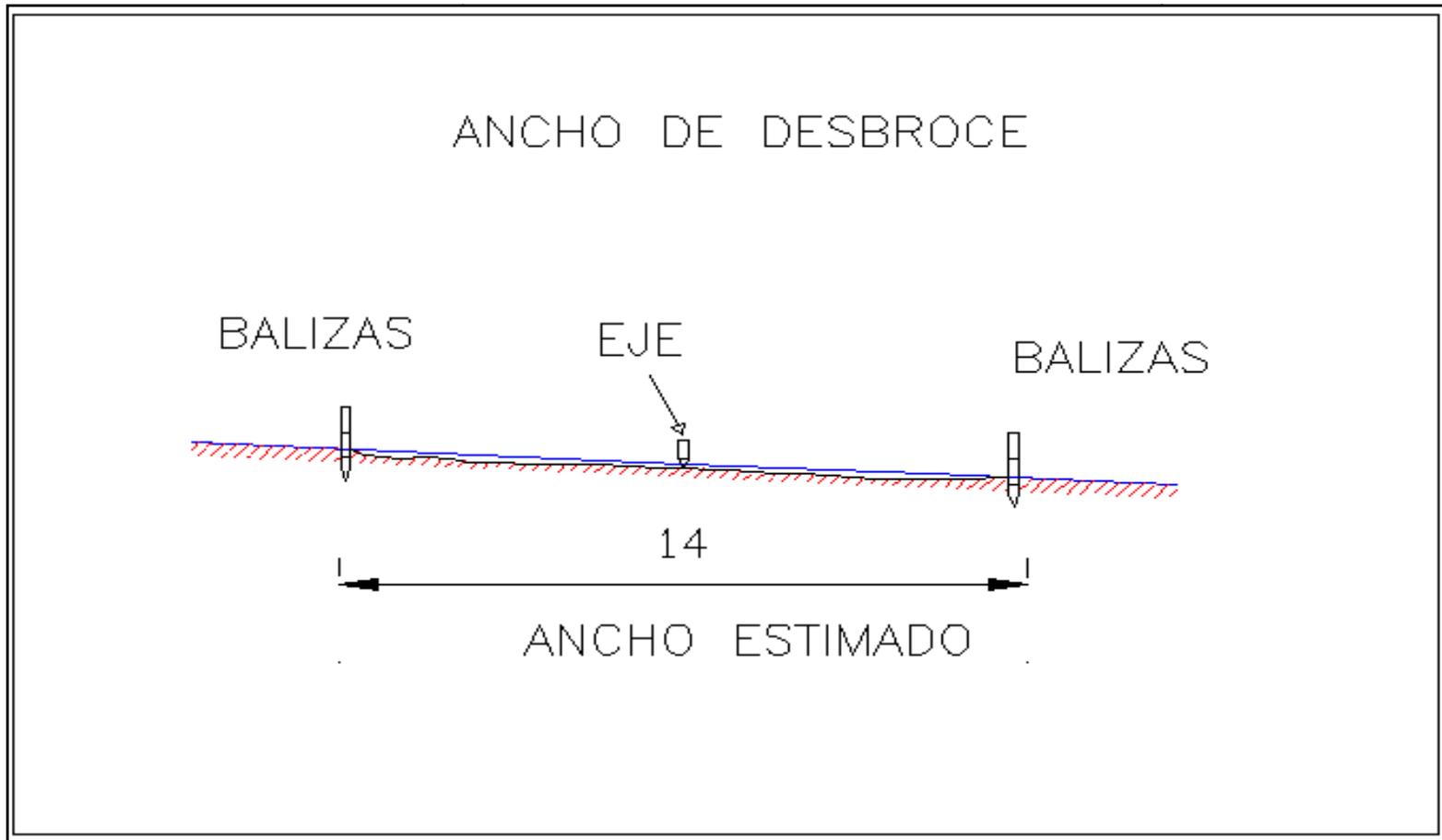


Fig. 3.4 Sección de Desbroce  
Fuente: Dibujado

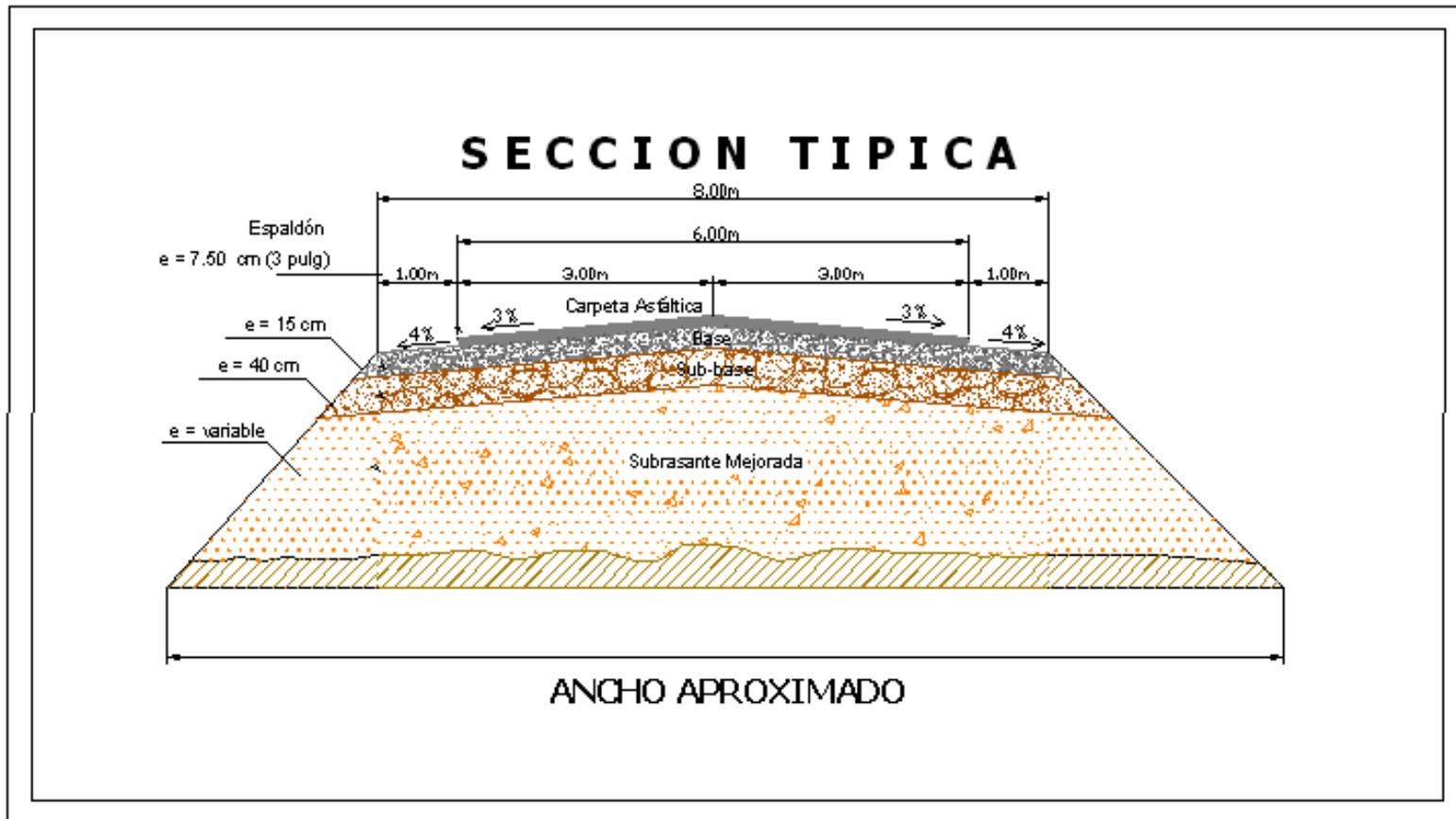


Fig. 3.5 Sección Típica  
Fuente: Proyecto Vertical

### 3.2 Colocación de Laterales para corte y relleno

Luego de haber realizado el desbroce y limpieza de la franja que va hacer afectado por la construcción del terraplén y el ancho del pavimento se procede a colocar estacas en el eje cada 20m y si es necesario cada 10m y hasta 5m en las curvas y latillas a los lados.

Las estacas que se colocan en el eje se indicarán por escrito con colores llamativos, una para corte y otra para relleno el corte, y las latillas colocadas en los laterales indicarán el ancho del pavimento y sus cotas de corte y/o relleno.

La información de corte y/o relleno se la obtiene del perfil longitudinal de la carretera del proyecto vertical, donde la cartilla dirá el corte o relleno en el eje de la carretera. También hacemos uso de las secciones transversales dibujadas cada 20m, si se da el caso de que aumenta el abscisado a 10 o 5m se tendrá que interpolar las secciones transversales que están a cada 20m.

El Ingeniero residente tendrá que calcular las cotas de los extremos del terraplén con ayuda del desnivel o pendiente transversal, que variará dependiendo de las curvas, inclinación de peraltes y sobre anchos.

En las curvas uno de los extremos de terraplén suben y otros bajan debido al peralte, por esta razón se realizara una libreta cada 20,10 y hasta 5m en el eje, en la cual se calculará las cotas de los extremos del terraplén.



Fig. 3.6 Control in situ de cotas de subrasante  
Fuente: Perfiles Transversales

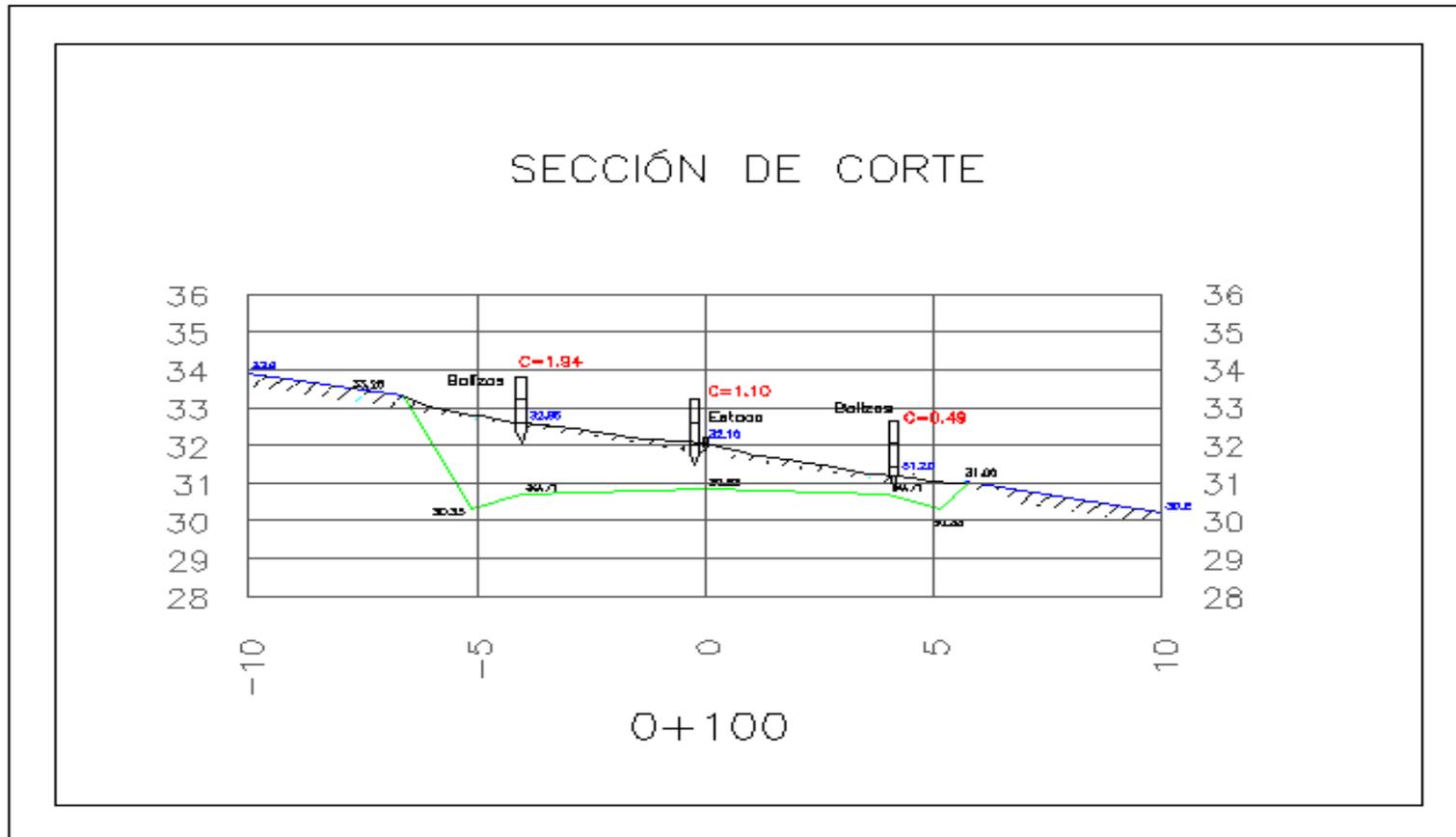


Fig. 3.7 Colocación de laterales de corte  
Fuente: Dibujado

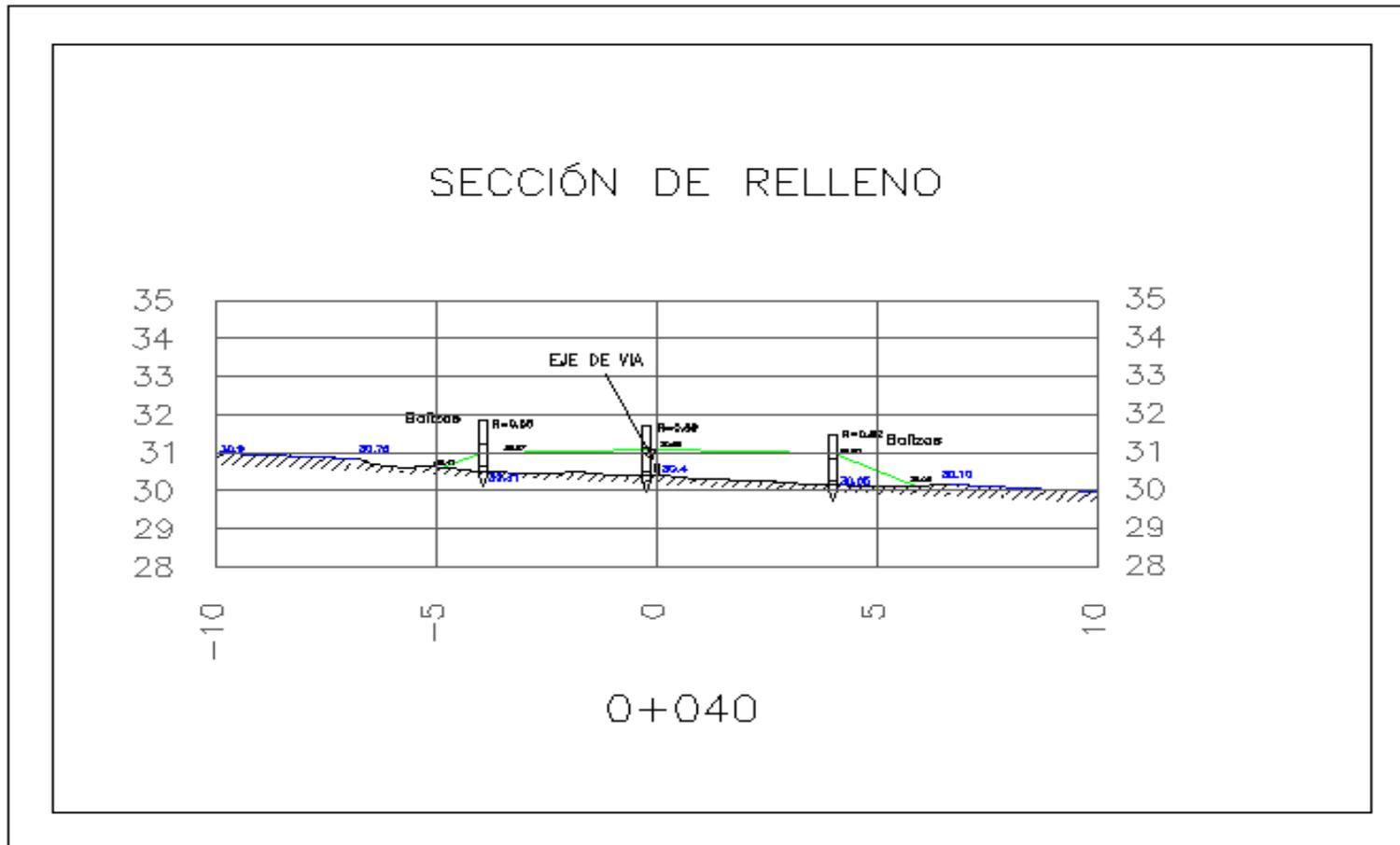


Fig. 3.8 Colocación de laterales de relleno  
Fuente: Dibujado

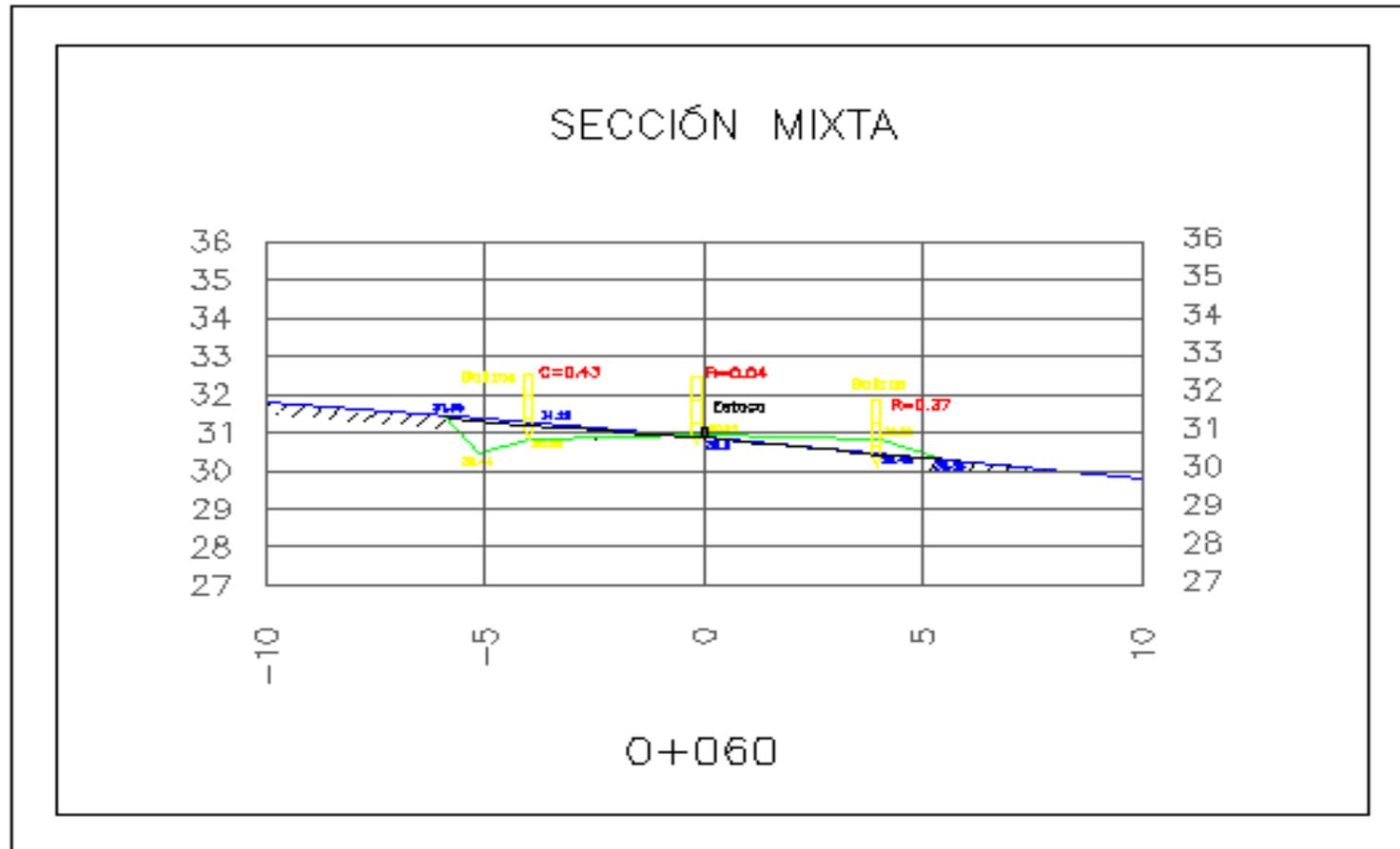


Fig. 3.9 Colocación de laterales de mixta  
Fuente: Dibujado

### 3.3 Chequeo en el campo del movimiento de tierra

Posteriormente a la colocación de laterales de corte y relleno en cada abscisa se empezara a trabajar en el campo con el equipo caminero adecuado, en la cual el Ingeniero residente deberá chequear el corte y/o relleno en el Movimiento de Tierras con un nivel de precisión que deberá estar enlazado con los BM de control colocados en una distancia aproximada de 500m.

Los cortes y rellenos se van chequeando las veces que sean necesarias en las últimas medidas para afinar los cortes y rellenos en su bombeo y ancho de plataforma. De igual manera se procederá hacer en las curvas verticales.

Durante la actividad de corte y relleno debe de permanecer el ingeniero residente conector de Movimiento de Tierras para que no se cometan errores especialmente en los cortes.

Fig. 3.10 Perfil Longitudinal  
Fuente: Proyecto Vertical

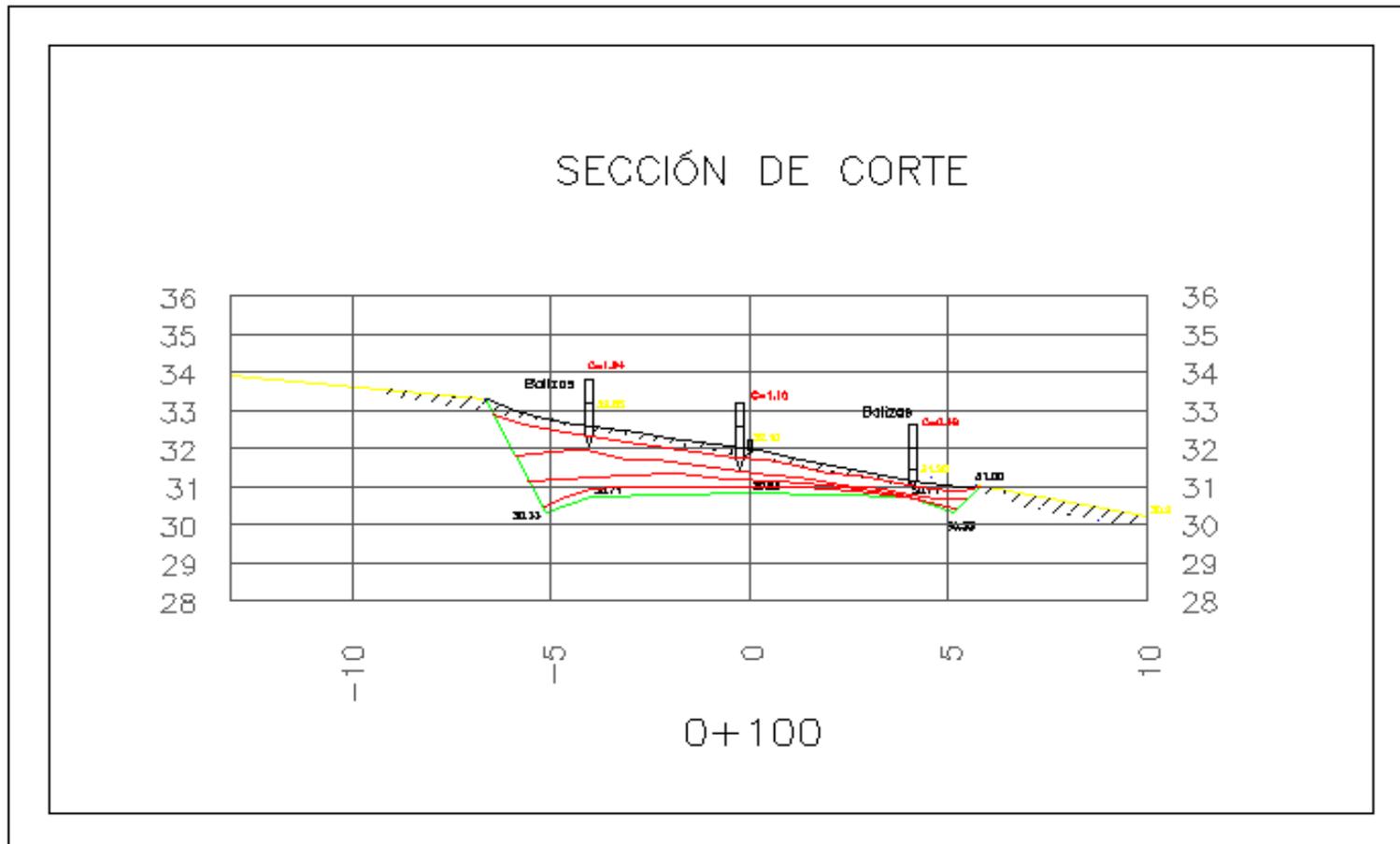


Fig. 3.11 Secciones de Chequeo de corte  
Fuente: Dibujado

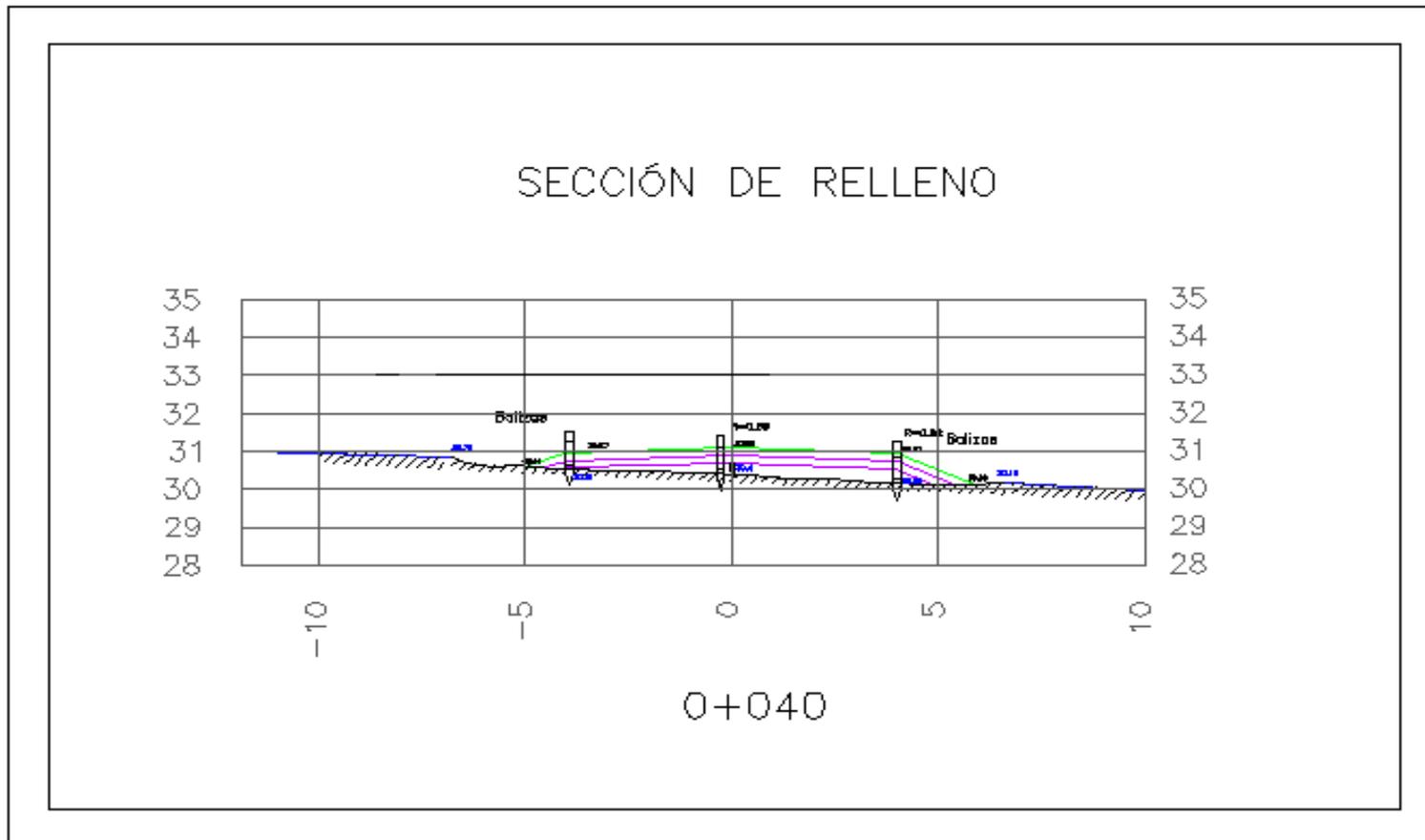


Fig. 3.12 Secciones de Chequeo de relleno  
Fuente: Dibujado

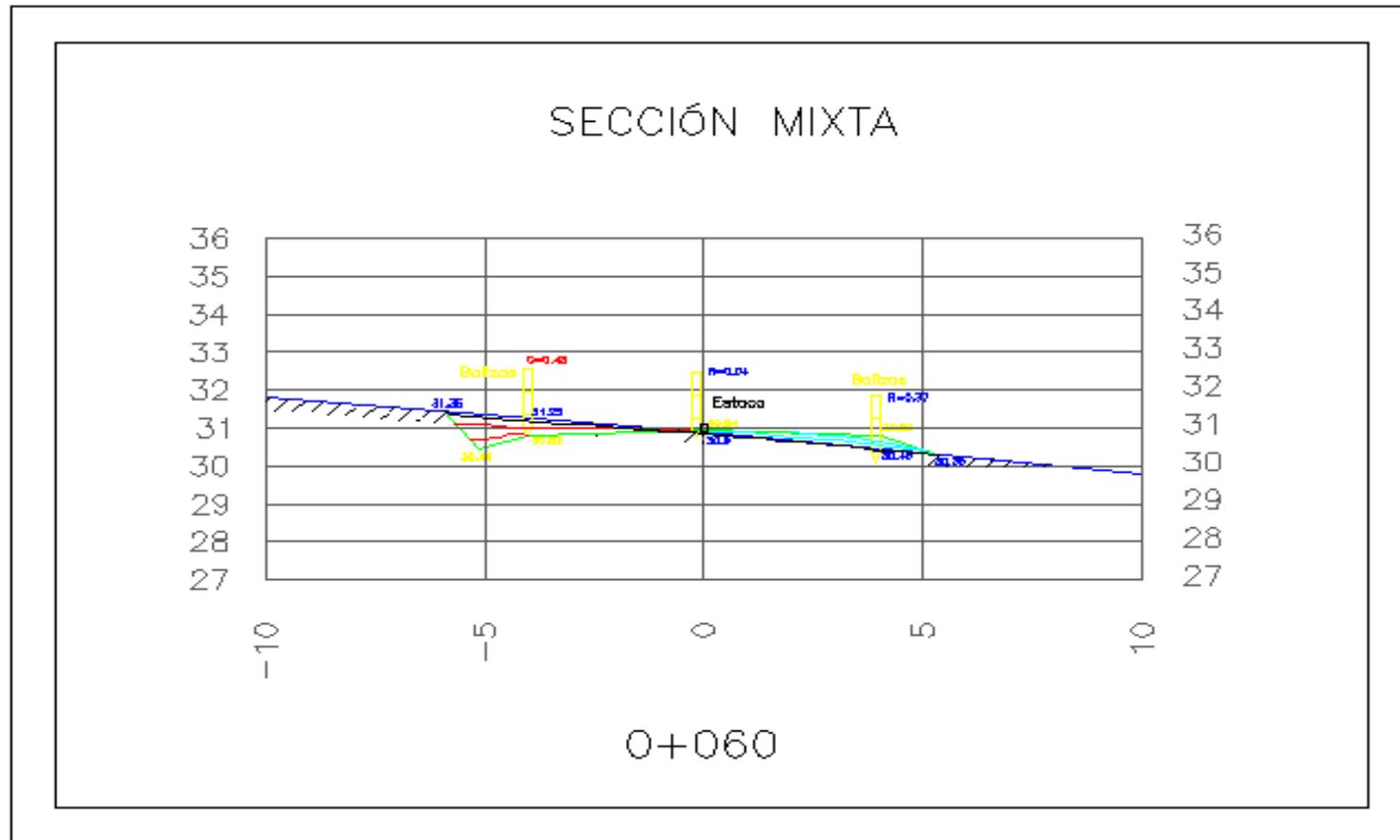


Fig. 3.13 Secciones de Chequeo mixta  
Fuente: Dibujado

| Tabla de Control de Corte |       |              |              |              |
|---------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|
|                           | Capas | Izquierda    | Centro       | Derecha      |
| 0+100                     |       | 32,65        | 32,1         | 31,2         |
|                           | 1     | 32,28        | 31,8         | 31,05        |
|                           | 2     | 31,95        | 31,35        | 30,8         |
|                           | 3     | 31,24        | 31,1         | 30,76        |
|                           | 4     | 30,92        | 30,95        | 30,73        |
|                           | 5     | <b>30,71</b> | <b>30,83</b> | <b>30,71</b> |

Tabla. 3.1 Control de Corte

| Tabla de Control de Relleno |       |              |              |              |
|-----------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|
|                             | Capas | Izquierda    | Centro       | Derecha      |
| 0+040                       |       | 30,31        | 30,4         | 30,05        |
|                             | 1     | 30,37        | 30,69        | 30,44        |
|                             | 2     | 30,57        | 30,89        | 30,66        |
|                             | 3     | <b>30,87</b> | <b>30,99</b> | <b>30,87</b> |

Tabla. 3.2 Control de Relleno

| Tabla de Control de Corte y Relleno |       |              |              |              |
|-------------------------------------|-------|--------------|--------------|--------------|
|                                     | Capas | Izquierda    | Centro       | Derecha      |
| 0+060                               |       | 31,25        | 30,9         | 30,45        |
|                                     |       | 31           | <b>30,94</b> | 30,65        |
|                                     |       | <b>30,82</b> |              | 30,75        |
|                                     |       |              |              | <b>30,82</b> |
|                                     |       |              |              |              |
|                                     |       |              |              |              |

Tabla. 3.3 Control de Corte y Relleno

### 3.4 Cota de Sub-rasante

La cota de la sub-rasante es la cota de proyecto que vamos a obtener del corte y relleno del Movimiento de Tierras del proyecto vertical, que se la realizara con el personal, equipo topográfico y maquinaria adecuada.

### 3.5 Cota de Curvas Verticales

Es la cota sobre la curva calculada en la cartilla del proyecto vertical.

Fig. 3.14 Perfil Longitudinal  
Fuente: Proyecto Vertical

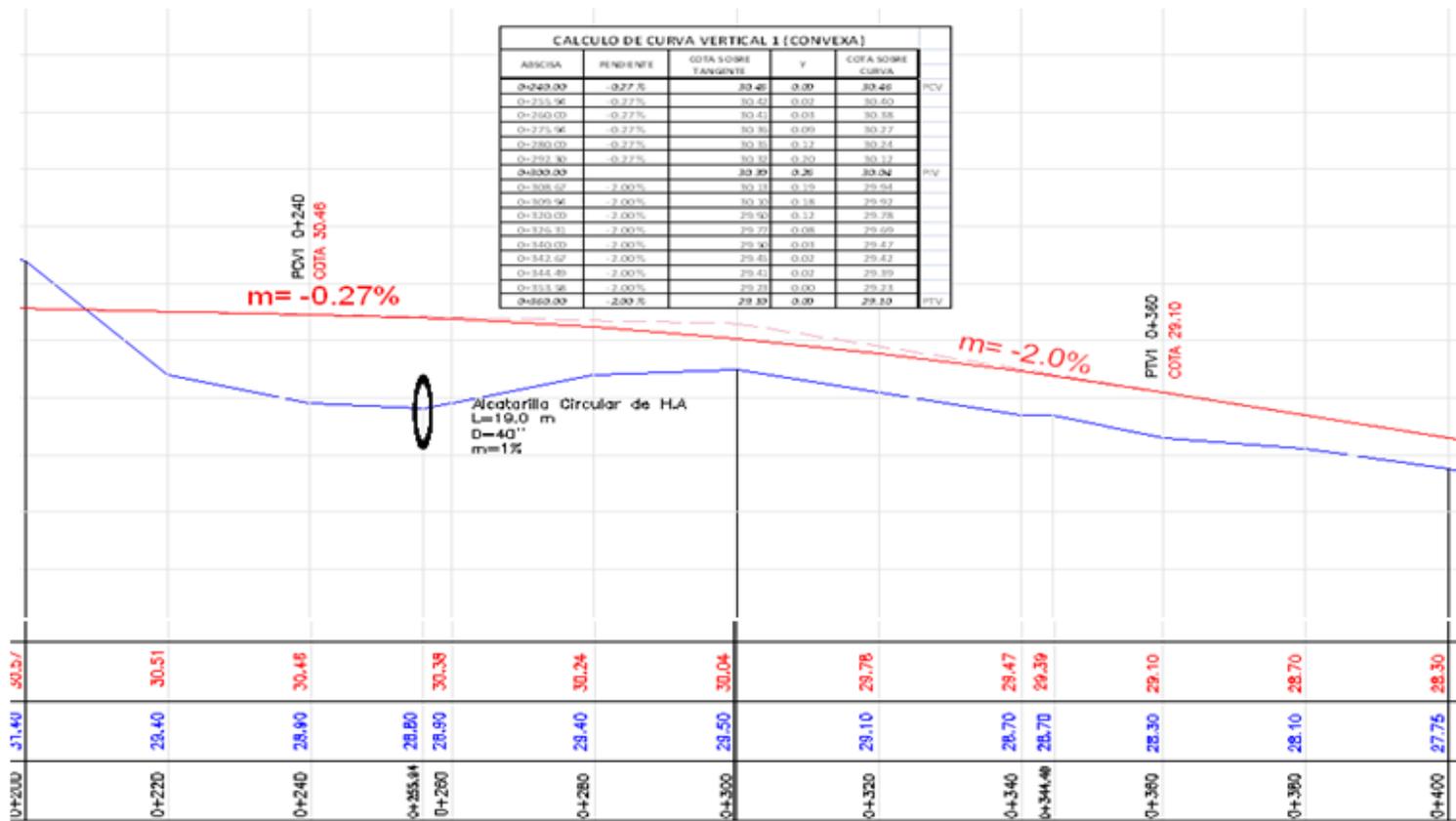


Fig. 3.15 Curva Vertical  
Fuente: Proyecto Vertical

## CAPITULO IV

### Replanteo del Pavimento

El ingeniero responsable de la construcción de la carretera, debe de planificar con anticipación el grupo de equipo caminero que va a requerir en obra y así poder desarrollar las diferentes actividades para el replanteo de la carretera.

Este equipo debe de ser adquirido o alquilado con anticipación y debe de estar en condiciones óptimas.

Se debe conocer los rendimientos individuales y en grupo de la maquinaria, capacidad de operación, radio de acción, uso, estado mecánico, operador (eficiencia, años de servicio, experiencia), combustible, aceites, filtros, etc.

#### 4.1 Replanteo de espesor de Pavimento

El espesor del pavimento lo obtenemos de la sección transversal típica de la carretera, con esta podemos mediante cálculos matemáticos obtener las diferentes cotas de subbase, base y capa de rodadura.

Solo se requiere sumar las alturas de cada capa a las cotas de subrasante, estas la tenemos anotadas en una libreta para establecer las alturas de cada capa en sitio, las cuales son señalizadas debidamente (con estacas de relleno) y totalmente visibles para los maquinistas o operadores.

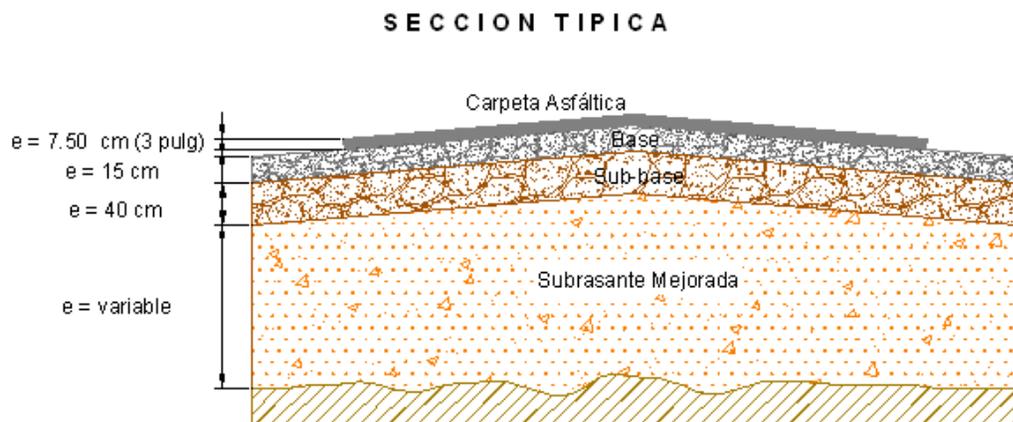


Fig. 4.1 Espesores de la Sección Típica  
Fuente: Proyecto Vertical

#### 4.2 Replanteo de cota de Sub-base

Para la construcción de la subbase, partiendo de que el material ya está obtenido, en cantera de la carretera o comprado, se comienza con la transportación del material, esta lo deja estoqueado en una distancia adecuada que el ingeniero residente propone, esta distancia debe de estar acorde al rendimiento del equipo en conjunto, lo ideal es avanzar de 100 en 100 metros, máximo a una distancia de 200 aproximadamente.

Esta acumulación del material preferentemente se hace a la mitad longitudinal de la carretera, en el tramo que se está trabajando, permitiendo que las volquetas puedan ingresar en la otra mitad para ir estoqueando.

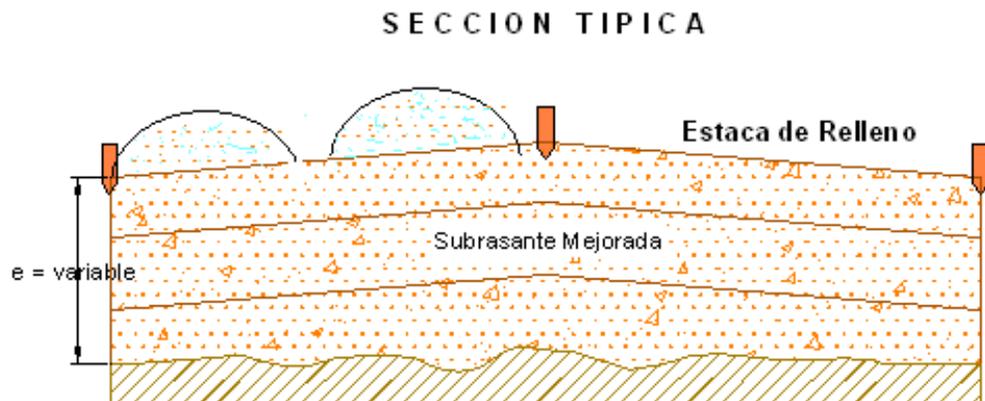


Fig. 4.2 Estoqueado del material de subbase  
Fuente: Dibujado

Se tiende el material con una motoniveladora o una retroexcavadora (esta la podemos utilizar solo si no es para dar el acabado final, solo las primeras capas del espesor total), el acabado es exclusivo para la motoniveladora.

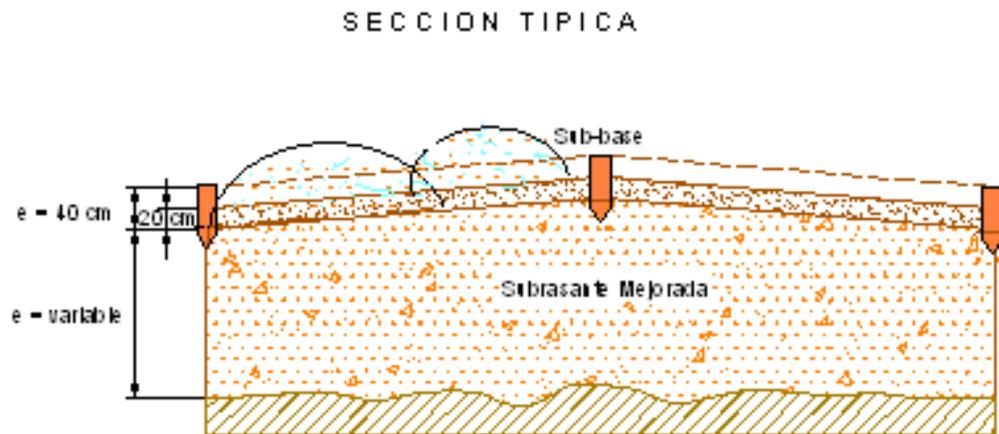


Fig. 4.3 Estoqueado del material de subbase  
Fuente: Dibujado

La inclinación del bombeo debe de reflejarse, gracias a la superficie de la subrasante, la cual debió ser trabajada con el bombeo.

El control de los espesores lo hacemos con estacas de relleno, que son clavadas en el eje y a los lados, a la cota exacta del espesor que corresponde a cada capa, Esto lo hacemos con el equipo topográfico de nivelación.

Mediante una libreta de cálculo obtenemos las cotas, a las cuales se encontraran las estacas de relleno, este cálculo es sencillo, y lo realizamos en cada abscisa con su perfil transversal correspondiente, el cual nos da la referencia de cotas del eje y de los laterales de la carretera a nivel de subrasante. Se repite para cada capa esta colocación de estacas de relleno.



Fig. 4.4 Nivelación de ultima capa de subbase

Fuente: Internet

Se aprieta el material con el rodillo, solo con la finalidad de hacer accesible el material tendido para el tanquero, y irrigar el material, para obtener humedad optima mezclamos el material con la motoniveladora de 2 a 3 pasadas (rollos), dejando el material a la cota establecida.

Una vez obtenida la humedad óptima se procede a compactar, dando de 2 a 3 pasadas, teniendo en cuenta el traslape entre pasadas.

Las acciones de hidratar, mezclar y compactar se la realiza de 2 a 3 veces hasta tener la compactación óptima.

#### 4.3 Replanteo de cota de base

Se requiere el mismo equipo y el mismo desarrollo de la actividad que se hace en la subbase, solo con la diferencia de los espesores de capa, hay que tonar muy en cuenta la colocación de los estacas de relleno, luego de dar el acabado de la base, se procede a la colocación de la carpeta de rodadura.

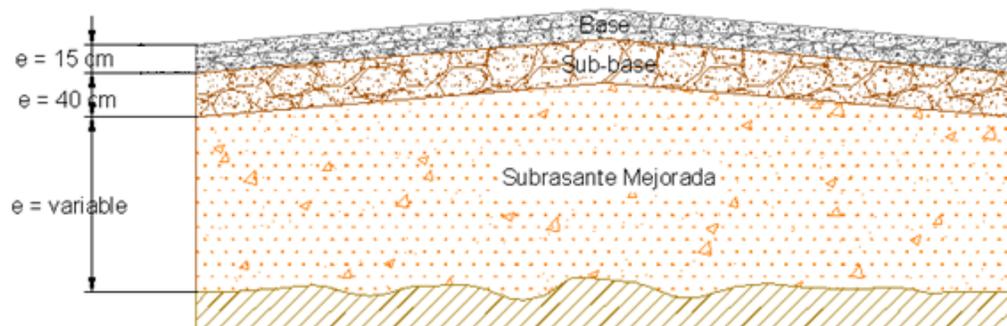


Fig. 4.5 Acabado de la capa de Base  
Fuente: Dibujado



Fig. 4.6 Material de la última capa de base  
Fuente: Internet

Hay que tener en consideración que en estos procesos la colocación de estacas de relleno es más sencilla, pues se toma de base la cota de la capa anterior y se coloca la estaca a la cota correspondiente, acorde al espesor de la nueva capa de material a colocarse.

#### 4.4 Imprimación Asfáltica

Para proceder a la imprimación asfáltica, se comienza por barrer el exceso de polvo el cual perjudica la adherencia, con una escoba mecánica, se lo hace por franjas en toda la superficie de la base.

Luego se agrega una imprimación asfáltica con asfalto líquido o diluido. Este puede ser de curado rápido (CR), curado medio (CM) o curado lento (CL), cada uno es una mezcla de cemento asfáltico con gasolina,

kerosene o diesel respectivamente. Dependiendo del solvente se deja 24, 48 o 72 horas, antes de colocar el asfalto.

Después se procede a pasar el esparcidor de asfalto a la velocidad y temperatura indicada por las normas, tratando de hacerlo por franjas que deben tener un traslape mínimo de 25 cm.

#### 4.5 Replanteo de la capa de rodadura

Para proceder al colocado de la carpeta de rodadura, se procede a colocar estacas pintadas, que indican el ancho de corona. Se colocan tres estacas, en el eje longitudinal y en los laterales, estas estacas deben estar marcadas con el espesor requerido de la capa de rodadura, según el diseño del pavimento.

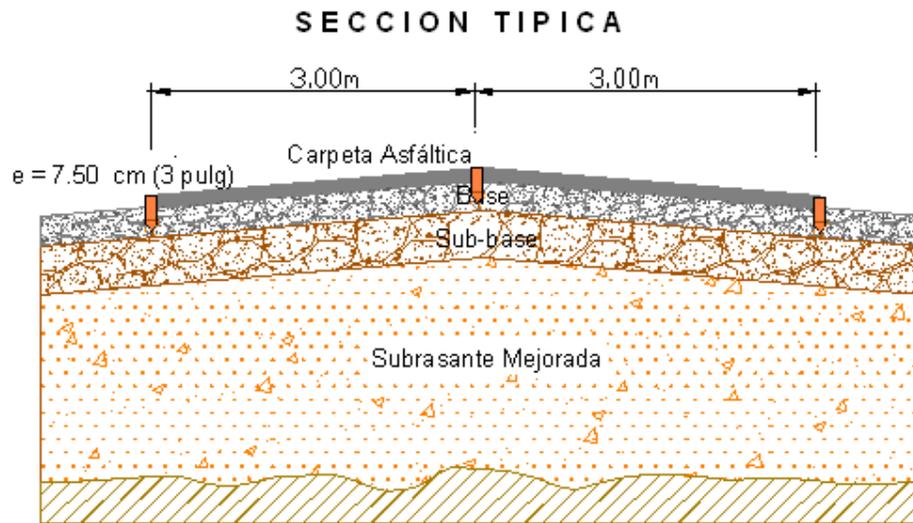


Fig. 4.7 Carpeta de Rodadura (Estacas pintadas)  
Fuente: Dibujado

Luego de haber imprimado toda la superficie uniformemente, esperado el tiempo correspondiente y colocado las estacas, se procede a trasladar el cemento asfáltico en volquetas, el cual lo depositara en la tolda de la acabadora de asfalto (pavimentadora, finisher), esta regula el espesor de la carpeta que será acorde al diseño, pero se dejara uno o dos cm mas por efecto de la compactación posterior.

Luego se procede a la compactación, el cual deberá ser uniforme con un traslape adecuado de 20 cm a 30 cm, se utilizara un rodillo liso, el cual pasara de 2 a 4 veces el mismo tramo.

No deberán quedar huellas o surcos a los lados, ósea que no debe de baja el material a la ultima pasada del rodillo.

La última acción la hará el rodillo neumático, el cual tiene la función de sellar las porosidades existentes para dejar una superficie uniforme.

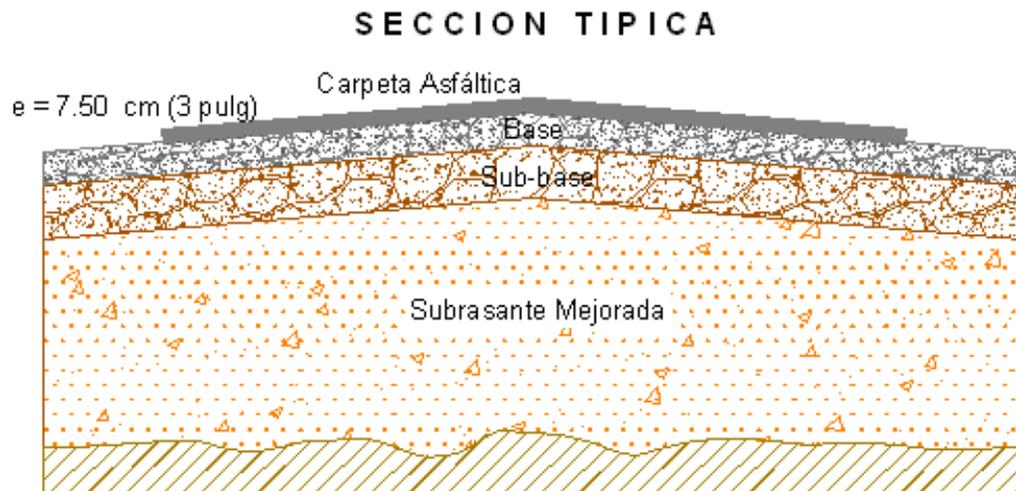


Fig. 4.8 Acabado de Carpeta de rodadura (Pavimento)  
Fuente: Dibujado

## 4.6 Tablas de control del Replanteo

| Tabla de Control de Espesor |            |             |        |         |
|-----------------------------|------------|-------------|--------|---------|
| 0+040                       | Capas      | Izquierda   | Centro | Derecha |
|                             | Subrasante | 30,87       | 30,99  | 30,87   |
|                             | Subbase    | e = 0.20 m  |        |         |
|                             | 1          | 31,07       | 31,19  | 31,07   |
|                             | 2          | 31,27       | 31,39  | 31,27   |
|                             | Base       | e = 0.15 m  |        |         |
|                             | 1          | 31,42       | 31,54  | 31,42   |
|                             | Carpeta    | e = 0.075 m |        |         |
|                             | 1          | 31,50       | 31,62  | 31,50   |

Tabla. 4.1 Control de Corte y Relleno

| Tabla de Control de Espesor |            |             |        |         |
|-----------------------------|------------|-------------|--------|---------|
| 0+100                       | Capas      | Izquierda   | Centro | Derecha |
|                             | Subrasante | 30,71       | 30,83  | 30,71   |
|                             | Subbase    | e = 0.20 m  |        |         |
|                             | 1          | 30,91       | 31,03  | 30,91   |
|                             | 2          | 31,11       | 31,23  | 31,11   |
|                             | Base       | e = 0.15 m  |        |         |
|                             | 1          | 31,26       | 31,38  | 31,26   |
|                             | Carpeta    | e = 0.075 m |        |         |
|                             | 1          | 31,34       | 31,46  | 31,34   |

Tabla. 4.2 Control de Corte y Relleno

| Tabla de Control de Espesor |            |             |        |         |
|-----------------------------|------------|-------------|--------|---------|
| 0+060                       | Capas      | Izquierda   | Centro | Derecha |
|                             | Subrasante | 30,82       | 30,94  | 30,82   |
|                             | Subbase    | e = 0.20 m  |        |         |
|                             | 1          | 31,02       | 31,14  | 31,02   |
|                             | 2          | 31,22       | 31,34  | 31,22   |
|                             | Base       | e = 0.15 m  |        |         |
|                             | 1          | 31,37       | 31,49  | 31,37   |
|                             | Carpeta    | e = 0.075 m |        |         |
|                             | 1          | 31,45       | 31,57  | 31,45   |

Tabla. 4.3 Control de Corte y Relleno

Espesor de Subbase es 0.40 m (2 capas).

Espesor de Base es 0.15 m (1 capa).

## CAPITULO V

### Señalización de la Carretera

La señalización surge por la necesidad de mantener informado al conductor del vehículo acerca de las características de la carretera por la que circula y del entorno por el que esta discurre. En este sentido, la misión de la señalización vial se define en tres puntos:

Advertir de la existencia de peligros potenciales.

Informar de la vigencia de ciertas normas y reglamentos en un tramo determinado de carretera.

Orientar al usuario mediante las oportunas indicaciones para que este sepa en todo momento donde esta, hacia donde va y qué dirección tomar para cambiar de destino.

### 5.1 Señalización Vertical

Se entiende por señalización vertical al conjunto de elementos destinados a advertir, reglamentar o informar al usuario de una determinada Carretera con la debida antelación de determinadas circunstancias de la propia carretera o de la circulación. Este tipo de señalización es sin duda la más importante y prevalece sobre la horizontal, ya que es a través de ella por donde el conductor recibe la mayor parte de información.

#### Señales preventivas.

Son aquellas que tienen por objeto advertir al usuario del camino de la existencia de un peligro potencial y la naturaleza del mismo. Las señales preventivas tienen una forma de cuadrado con una diagonal en posición vertical. Su fondo es amarillo con letras y ribete de color negro. El largo del cuadrado es de 60 cm como mínimo, pudiéndose emplear dimensiones mayores como 75 cm y 90 cm cm. Solo en zonas urbanas se permiten dimensiones algo menores.

La distancia hasta el lugar de peligro a la que deberán colocarse las señales deberá ser determinada de manera que asegure su mayor eficiencia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta el tipo de camino y de los vehículos que lo usarán. Sin embargo se aconseja que la distancia no sea menor que 90 m ni mayor que 225 m salvo que circunstancias especiales impongan otras distancias.

Las señales preventivas deben colocarse del lado derecho de la carretera, correspondiente a la dirección de circulación y frente a ella. Si las circunstancias lo aconsejan las señales pueden ser repetidas a diferentes distancias y en el lado opuesto de la carretera. Deben colocarse a una distancia apropiada del borde de la carpeta asfáltica, distancia que será como mínimo de 1.5 m y como máximo 2.40 m.

Se aconseja que la altura de las señales sobre la calzada sea uniforme especialmente a lo largo de la ruta. La altura de las señales preventivas no será mayor de 2.10 m ni menor de 60 cm, salvo donde las circunstancias aconsejen otra cosa. Se aconseja que la altura sea de 1.50 m. cuando haya una obra en ejecución, se debe indicar la proximidad de la misma mediante la señal correspondiente o poniendo Hombres trabajando o solamente Obras.

Cuando se usen barreras para desviar la circulación, con motivo de obras que se ejecutan en el camino, tales barreras deben ser blancas y negras, y en caso necesario, provistas de dispositivos reflejantes.

Todos los límites de obras deben ser claramente señalados durante el día y la noche por medio de barreras o luces, o ambas.

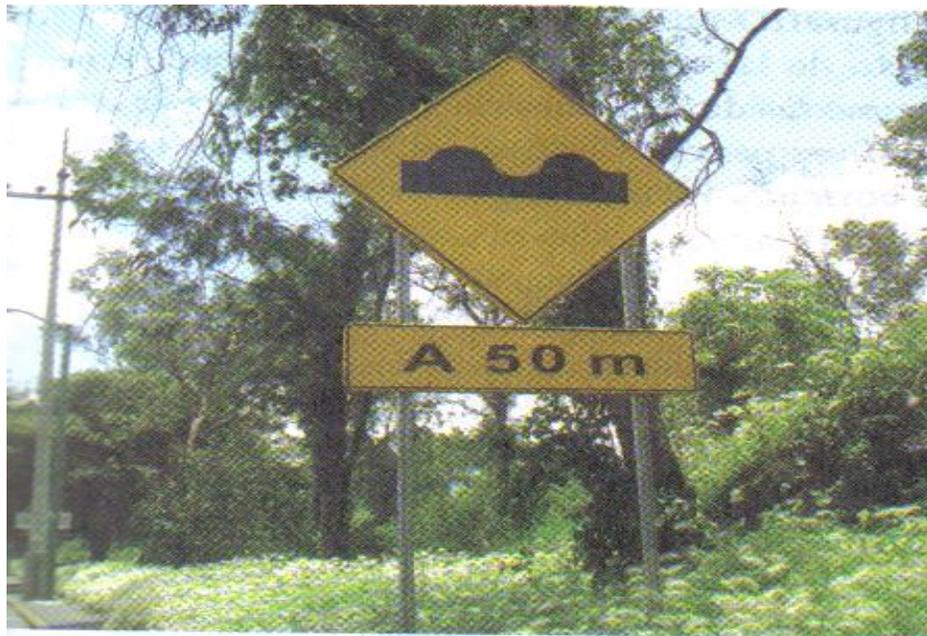


Fig. 5.1 Señal Vertical de Prevención  
Fuente: Internet

## Signos de las Señales Preventivas.

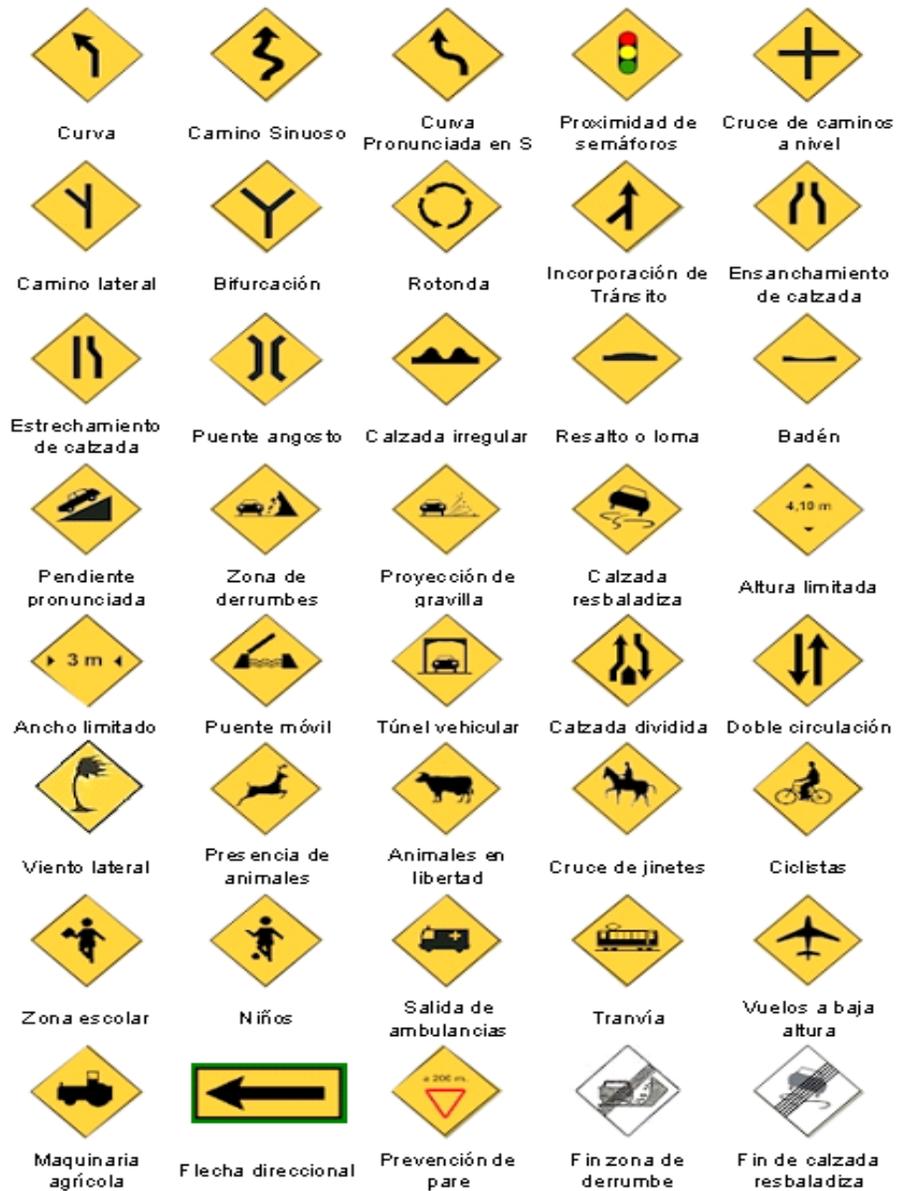


Fig. 5.2 Señales Verticales de Prevención  
Fuente: Internet

Señales restrictivas.

Son aquellas que tienen por objeto el expresar en la misma alguna fase del Reglamento de Tránsito, con el fin de que el usuario de la carretera las cumpla. Estas señales, generalmente, tienden a restringir el movimiento de algún vehículo, recordándole al conductor la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada.

Para estas señales se usa la forma rectangular, y debe colocarse con la dimensión mayor en posición vertical. Estas señales estarán formadas por un símbolo negro inscrito en un círculo rojo sobre fondo blanco, con un letrero negro debajo del círculo.

En cuanto a la colocación de dichas señales, lo mismo que las señales preventivas, deben colocarse al lado derecho de la carretera y correspondiendo a la dirección de la circulación y frente a ella. Se deben colocar en el punto donde comience la reglamentación, y de ser necesario en otros puntos donde continúe la reglamentación. Sin embargo, aquellas señales restrictivas que prohíban virar o indiquen una dirección obligatoria, deberán colocarse a suficiente distancia antes del punto considerado.

La altura de estas señales no excederá de 2.20 m ni será inferior a 0.60m. las dimensiones normales de la placa rectangular serán 70 cm de altura por 42.5 cm de ancho para las señales en zonas rurales, y de 50 cm de alto por 30 cm de ancho para las zonas edificadas.

Las señales restrictivas de acuerdo su utilización se clasifica en los siguientes grupos:

- De derecho de paso o de vía.
- De inspección.
- De velocidad.
- De circulación o de dirección.
- De mandato por restricciones y prohibiciones.
- De estacionamiento.



Fig. 5.3 Señal Vertical de Restricción  
Fuente: Internet

## Signos de las Señales Restrictivas.



Fig. 5.4 Señales Verticales de Restricción  
Fuente: Internet

Señales informativas.

Tienen como finalidad el proporcionar al usuario alguna información que le ayude en su viaje.

Estas señales son rectangulares y deben colocarse en posición horizontal, con excepción de algunas que se colocan verticalmente.

Sus colores serán: fondo blanco, con letras y ribete blanco. A diferencia de las señales preventivas y restrictivas, las señales informativas no tienen dimensiones fijas. El tamaño de las señales se ajustan a las necesidades, pero si es aconsejable que no tengan más de tres renglones de leyenda.

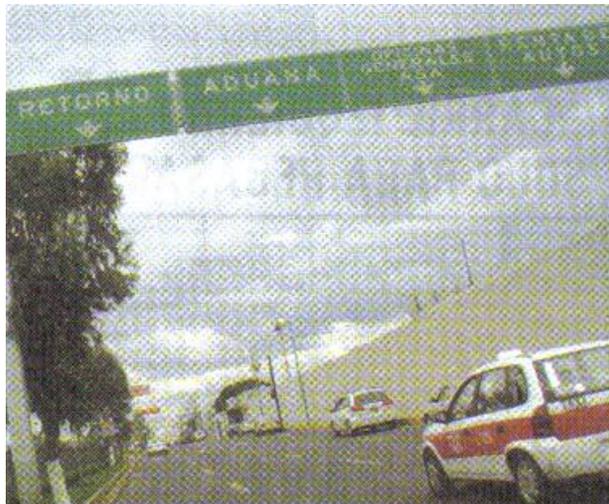


Fig. 5.5 Señal Vertical de Información  
Fuente: Internet

### Signos de las señales informativas.

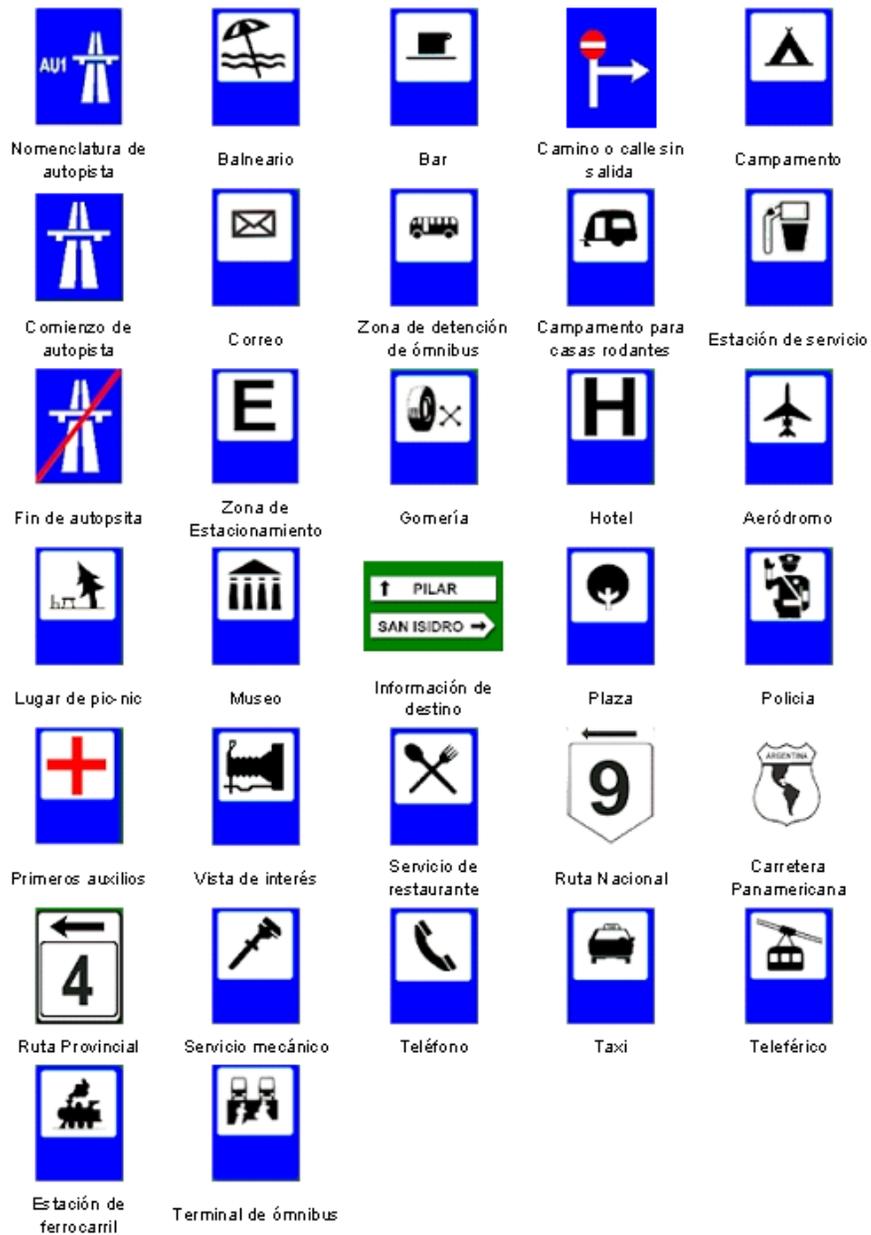


Fig. 5.6 Señales Verticales de Información  
Fuente: Internet

## 5.2 Señalización Horizontal

La señalización horizontal está constituida por las marcas viales, que son las líneas, los símbolos y letras que se pintan o se pegan sobre el pavimento con fines informativos y reguladores del tráfico. Su fin inmediato es aumentar la seguridad, eficacia y comodidad de la circulación.

Las marcas viales se clasifican en los siguientes grupos:

Marcas longitudinales. La función principal de las marcas longitudinales es encauzar el tráfico delimitando los carriles de circulación, separando los sentidos opuestos e indicando el borde de la calzada. Pueden ser de línea continua o de línea discontinua. Cuando se emplea una línea continua, ella restringe la circulación de tal manera que ningún vehículo puede cruzar esta línea o circular sobre ella, es decir, tienen como fin el prohibir a un vehículo el adelantar a otro, a que pase de una vía a otra en puntos peligrosos, como en curvas, cambios de rasantes, pasos a desnivel, etc.. O delimitar los carriles de circulación. Las líneas discontinuas que son líneas directrices, tienen como objeto el guiar y facilitar la circulación en las diferentes vías; pueden, pues, ser cruzadas, siempre que ello se efectúe dentro de las condiciones normales

de seguridad. Una línea continua puede ser trazada junto a una discontinua. En estos casos los vehículos no deben cruzar la línea continua trazada a la derecha de una línea discontinua.

Marcas transversales. Señalan la línea que los vehículos no deben sobre pasar al acceder a una intersección, si han de detenerse por indicarlo las señales o los semáforos. Una línea continua señala el lugar de detención obligada por la existencia de una señal de stop o por la indicación de un semáforo, mientras que una discontinua indica el lugar de parada para ceder el paso a otro vehículo.



Fig. 5.7 Distintos Tipos de Señalización Vial

Fuente: Manual de Carreteras

## Detallamiento Señalización Horizontales.

### Línea central continúa

Indica división de carriles opuestos y a la vez prohíbe la maniobra de sobrepasar.



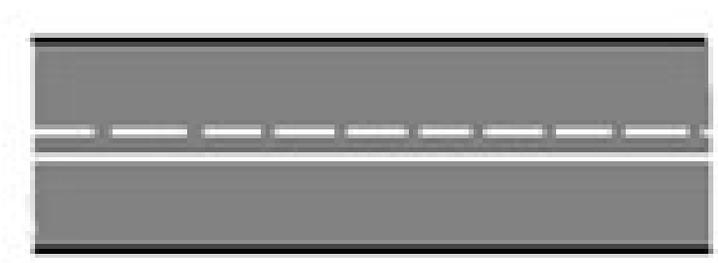
### Línea central discontinua

Indica división de carriles: se permite sobrepasar si hay suficiente visibilidad y el carril opuesto se encuentra desocupado en un espacio suficiente que permita una maniobra con seguridad.



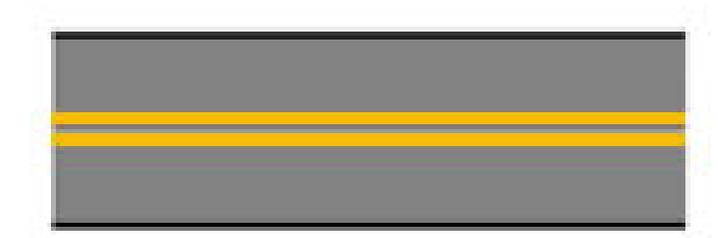
Línea continúa y otra discontinua juntas al centro

Indican que se permite sobrepasar a la circulación que se mueve por el lado de la línea discontinua.



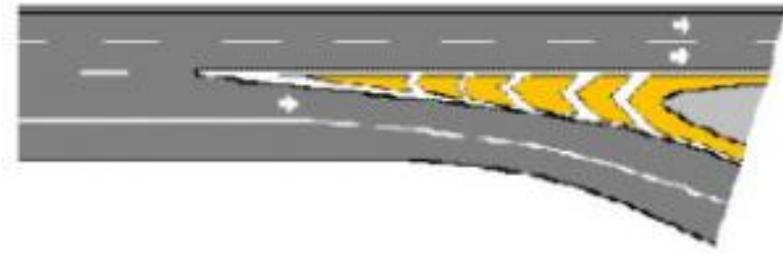
Dos líneas continuas

Separan los dos sentidos de circulación en calles y caminos. No deben ser transpuestas o circulares sobre ellas bajo ninguna circunstancia, ya que representan una separación física.



### Zonas o áreas neutrales

Son líneas diagonales entre líneas continuas que sirven para separar carriles; está prohibido circular sobre ellas y también estacionarse.



Otras marcas viales. Los cebrados consisten en un rayado con franjas de una anchura mayor que la de las líneas longitudinales, y se emplean para delimitar zonas de la calzada excluidas a la circulación de vehículos (isletas por ejemplo). El cebrado incrementa la visibilidad de la zona de pavimento excluida de la circulación, y al mismo tiempo, indica hacia qué lado deben desviarse los vehículos para evitar un obstáculo o para realizar una maniobra de divergencia.

Los llamados pasos de cebra indican los pasos para los peatones en los que estos tienen preferencia.



Fig. 5.8 Señal Horizontal (Paso Cebra)  
Fuente: Manual de Carreteras

Por otra parte las flechas pintadas permiten establecer los movimientos permitidos y, junto con el nombre del destino correspondiente a cada salida, ayudan a los conductores a encontrar su camino en los nudos complicados o que tienen poca visibilidad.

Se recomienda que sean de color blanco refractiva.

#### 5.4 Señalización de balizamiento

Este tipo de señales la componen elementos cuyo fin es restringir el paso de los vehículos por determinadas zonas o servir de guía a los usuarios de la carretera donde están emplazados. Fundamentalmente se clasifican en barreras, balizas, hitos y conos.

Las barreras son elementos de seguridad pasiva que preservan al conductor al conductor de sufrir daños mayores en caso de que se desvíe de la traza de la carretera. Puede establecerse una clasificación tipológica de las barreras en tres grandes grupos: flexibles, semiflexibles y rígidas.

Barrera flexibles son aquellas que absorben el impacto deformándose, recobrando su forma original al cesar dicho choque.

Barreras semiflexibles de igual manera que la anterior, transforman la energía de impacto en trabajo de deformación, aunque no recupere su estado inicial.

Barreras rígidas construidas generalmente de hormigón, se caracterizan por su indeformabilidad después del choque, es decir, no disipan energía, como hacían las anteriores. Su principal ventaja reside en su gran duración y bajo costo de mantenimiento.

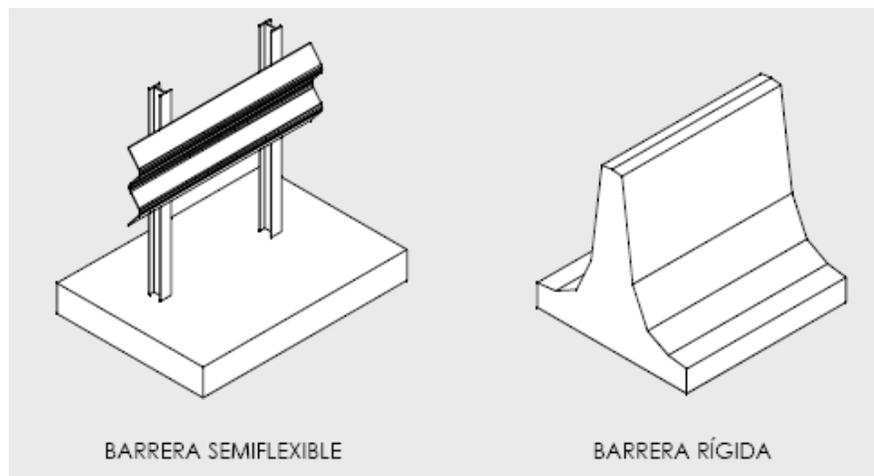


Fig. 5.9 Señales de balizamiento  
Fuente: Manual de Carreteras

Las balizas o paneles direccionales se colocan en curvas cerradas o zonas de obras para avisar al conductor de un desvío brusco en la carretera. Los conos se emplean para delimitar zonas donde provisionalmente está prohibida la circulación de vehículos.

Los hitos delimitan los bordes de la calzada, sirviendo de orientación a los vehículos en el caso de existir condiciones meteorológicas adversas. Están provistas de capta faros o dispositivos reflectantes.

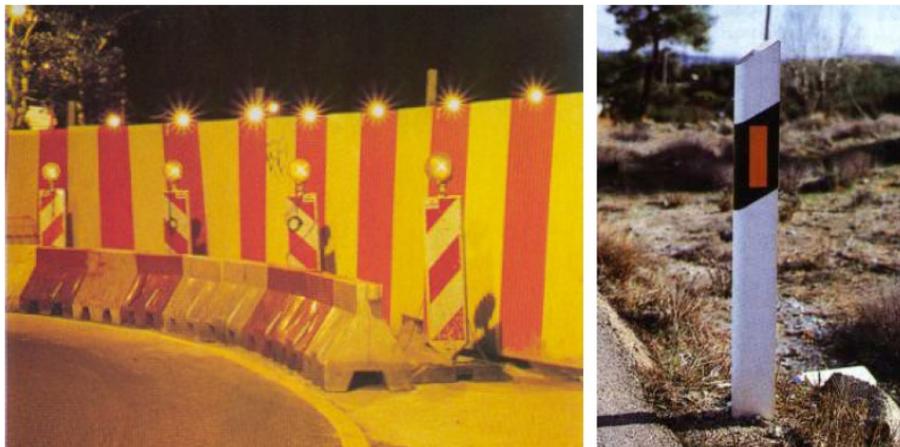


Fig. 5.10 Dispositivos de balizamiento  
Fuente: Manual de Carreteras

#### 5.4. Instrumentacion

##### Pinturas Reflectivas

Revestimiento acrílico de base solvente. De alta resistencia al frote y al lavado.

Las principales características son:

Alta resistencia al tránsito.

Elevada adherencia a la superficie base.

Resistente a la acción de la intemperie.

Prolongada vida útil.

Sencillez de aplicación y excelente acabado final.

## PRESENTACIONES

REFLECTIVA: Amarillo Vial, Blanco, Rojo, Naranja, Verde y Azulejo.

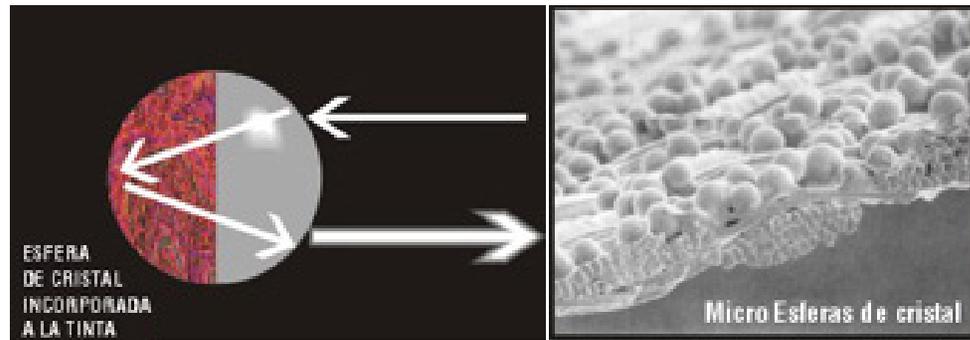


Fig. 5.11 Micro Esferas  
Fuente: Internet

Maquinaria señalización.



Fig. 5.12 Dispositivos de Pintado  
Fuente: Manual de Carreteras

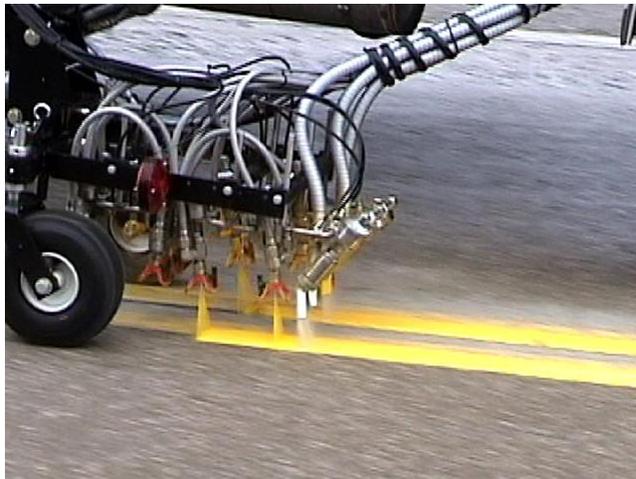


Fig. 5.13 Dispositivos de Pintado  
Fuente: Manual de Carreteras

### Auto Propulsado

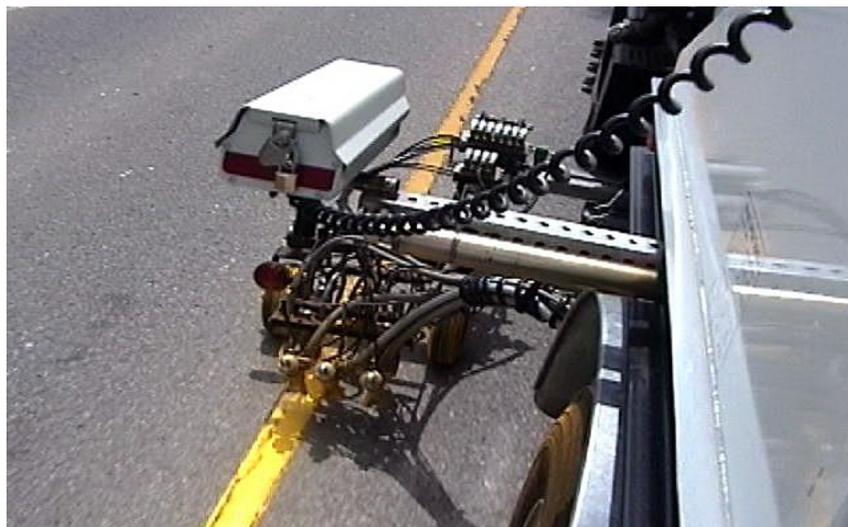


Fig. 5.14 Dispositivos de Pintado Auto propulsado  
Fuente: Manual de Carreteras

## 5.5 Distancia lateral y altura de las señales

### Preventivas

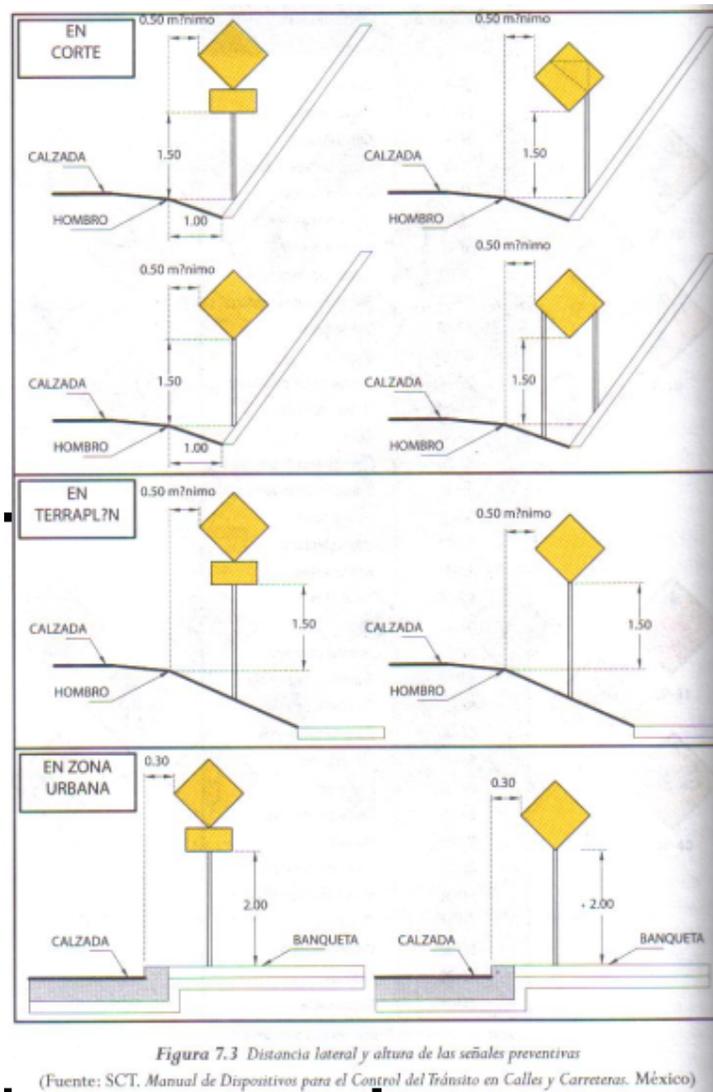
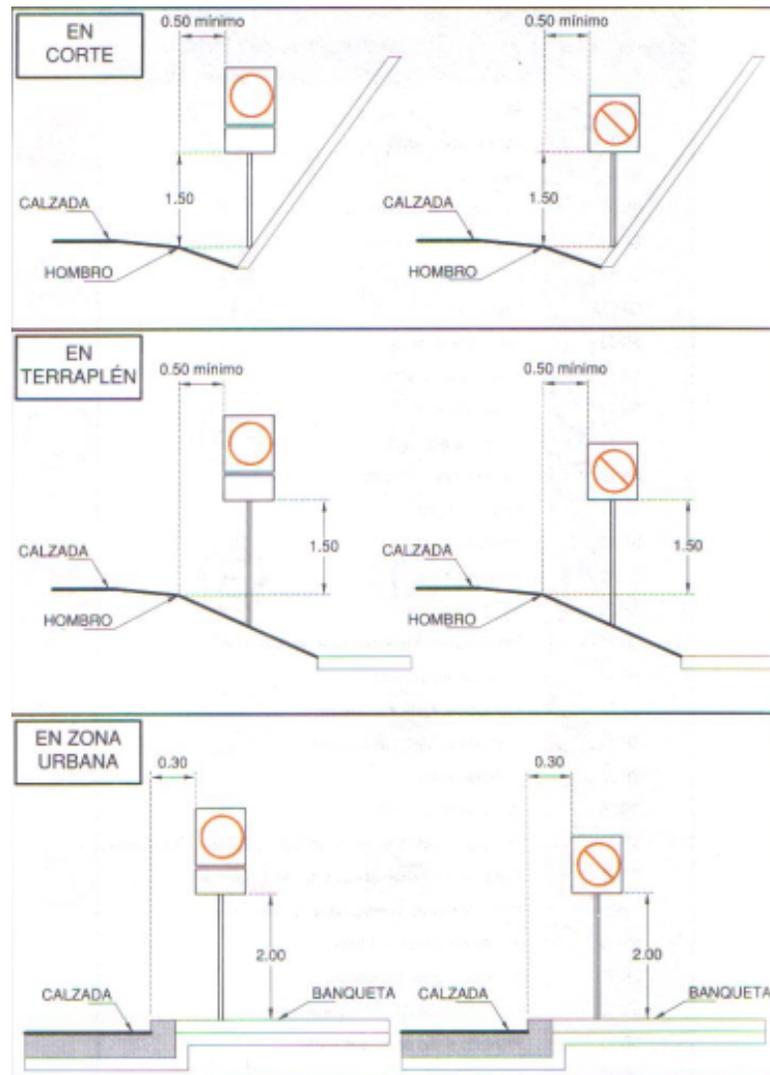


Fig. 5.15 Demarcación de Señales Preventivas  
Fuente: Internet

Restrictivas.



**Figura 7.6** Distancia lateral y altura de las señales restrictivas

(Fuente: SCT. Manual de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras, México)

Fig. 5.16 Demarcación de Señales Restrictivas  
Fuente: Internet

Informativas de destino.

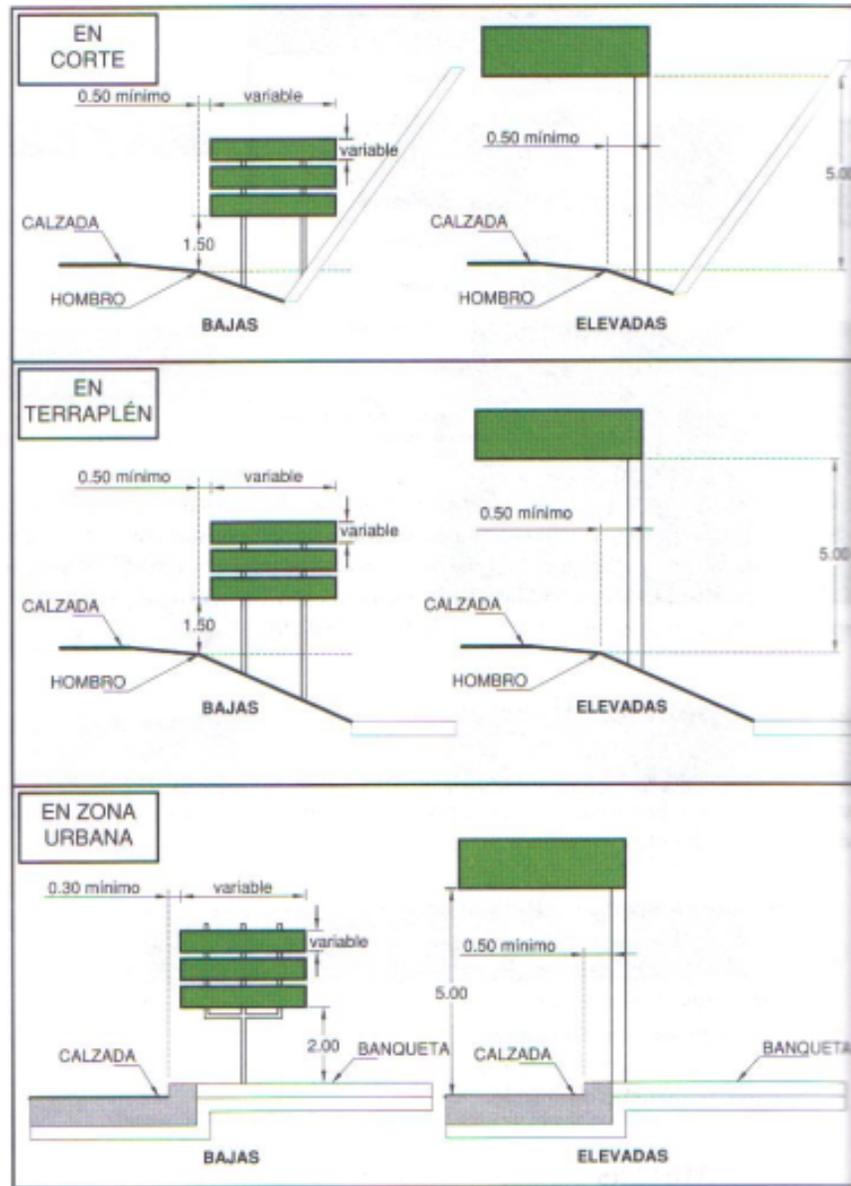


Fig. 5.17 Demarcación de Señales Informativas de destino  
Fuente: Internet

Carteles. El avance de las tecnologías de tratamiento y de transmisión de la información, ha facilitado el desarrollo de los carteles de mensaje variable que resuelvan este problema, ya que permiten cambiar el mensaje transmitido según de las necesidades de cada instante. Los tipos más utilizados son:

Paneles con mensajes alfanuméricos variables, que permiten informar de cualquier incidencia mediante mensajes escritos y gráfico o pictogramas.

Señales de control del límite de velocidad, que informan del establecido o recomendado en función del estado de circulación en cada momento.

Señales aspa/flecha, que se pueden mostrar dos o tres imágenes: aspa de color rojo para indicar que un carril se encuentra cerrado; flecha verde para indicar que el carril se encuentra abierto y flecha amarilla para indicar que se despeje el carril.

Señales ambientales, que permiten informar de las condiciones climáticas que afectan la vía.

Señales destinadas a recomendar itinerarios alternativos según el estado de la circulación.

Otros carteles que permiten transmitir información de diverso tipo como, por ejemplo, el grado de ocupación de los estacionamientos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El efectuar el presente trabajo desde el trazado y replanteo del proyecto horizontal nos da una idea clara y precisa del tiempo y sacrificios que conllevan realizar el replanteo del proyecto vertical, y todas las consideraciones especiales que el ingeniero residente debe tener para llevar a cabo un buen desarrollo de la carretera.

Desde el comienzo se determina el necesario uso de los equipos topográficos y se requiere de un buen uso de estos, pues su mala utilización conlleva a tener errores en la planilla y por ende acarrea perjuicios económicos.

Se deja como aporte a la carretera cada uno de los BM de control, con los cuales se puede llevar acabo cualquier levantamiento de los terrenos aledaños a la carretera.

En general se debe hacer un cronograma bien estructurado de cada uno de los rubros a laborar, para optimizar cada etapa en la que la maquinaria se desempeña, para tener un gasto económico óptimo.

Para la seguridad, el diseño de esta carretera debe ser tal que garantice seguridad a los usuarios de la misma, a este efecto recomendamos: Diseño de Banquetes, provisión de guarda caminos tipo vigas o vallas protectoras, provisión de señales claras y bien definidas.

## BIBLIOGRAFIA

Manual de Carreteras Luis Bañon Blázquez y José F. Bevia García

Ingeniería de Carreteras Volumen 1 Editorial Mc Graw Hill.

Carlos Kraemer. José María Pardillo. Sandro Rocci. Manuel G. Romana.

Víctor Sánchez Blanco. Miguel Ángel del Val.

Ingeniería de Carreteras Volumen 2 Editorial Mc Graw Hill.

Carlos Kraemer. José María Pardillo. Sandro Rocci. Manuel G. Romana.

Víctor Sánchez Blanco. Miguel Ángel del Val.

Curso de Topografía

Seminario de Graduación de Carreteras. Ing. Eduardo Santos. Ing. Ignacio

Gómez de la Torre.

<http://html.rincondelvago.com/altimetria.html>

<http://doblevia.wordpress.com/2007/04/22/disenio-geometrico-en-perfil-longitudinal/>

<http://www.trazado.com/publico/resum.pdf>

<http://www.arqhys.com/construccion/carreteras-proyecto.html>

<http://html.rincondelvago.com/perfiles-longitudinales-y-transversales.html>

<http://doblevia.wordpress.com/disenio-geometrico-de-vias/>

<http://caminos.construaprende.com/entrada/Tesis1/index.php>

<http://icc.ucv.cl/obrasviales/docencia/temario%20de%20caminos%202.htm>

<http://www.danotario.com/manuales/topografia%20y%20cartografia%20-%20apuntes%20basicos.pdf>

<http://www.caminoslibres.es/legislacion/CURSO%20DE%20TOPOGRAFIA.pdf>

<http://sitios.ingenieria-usac.edu.gt/civil/contenido/viasterrestres1.html>

[http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos\\_ferro/manual/DG-2001%20corregido-ok/VOLUMEN1/CAP4/seccion404.html#inicio](http://www.mtc.gob.pe/portal/transportes/caminos_ferro/manual/DG-2001%20corregido-ok/VOLUMEN1/CAP4/seccion404.html#inicio)

<http://caminos.construaprende.com/entrada/Tesis1/>

ANEXOS

## Comprobación de los BM de control



Nivelación

## Franja de Desbroce



Terreno Natural Balizado

Franja de Desbroce



Desbroce de ancho de vía



Franja de Desbroce



Desbroce con tractor



Colocación de laterales para Corte y Relleno



Colocación de Balizas

## Corte y relleno



Sección de Corte con tractor



Sección Mixta



Sección de Relleno con tractor



Ing. Residente (Chequeo de movimiento de tierra)



Cota de Sub-Razante



Sub-Razante



Cota de Curvas Verticales

## Replanteo del Pavimento (Sub-base, Base)



Estoqueo de material (sub-base o base)



Estoqueo de material por volquetas



Nivelación del material estoqueado por motoniveladora o descabezado



Nivelación del material estoqueado por motoniveladora



Nivelación del material estoqueado por motoniveladora



Hidratación con tanquero (humedad optima)



Compactado material sub-base o base



Imprimación con tanquero esparcidor



Imprimación con tanquero esparcidor



Imprimación con tanquero esparcidor



Asfaltado

Transporte de asfalto (Volqueta)

Colocación de asfalto (Pavimentadora)



Asfaltado



Asfaltado (rastrillado)



Rastrillado, corrección y rodillado



Compactación de carpeta asfáltica con rodillo tambor



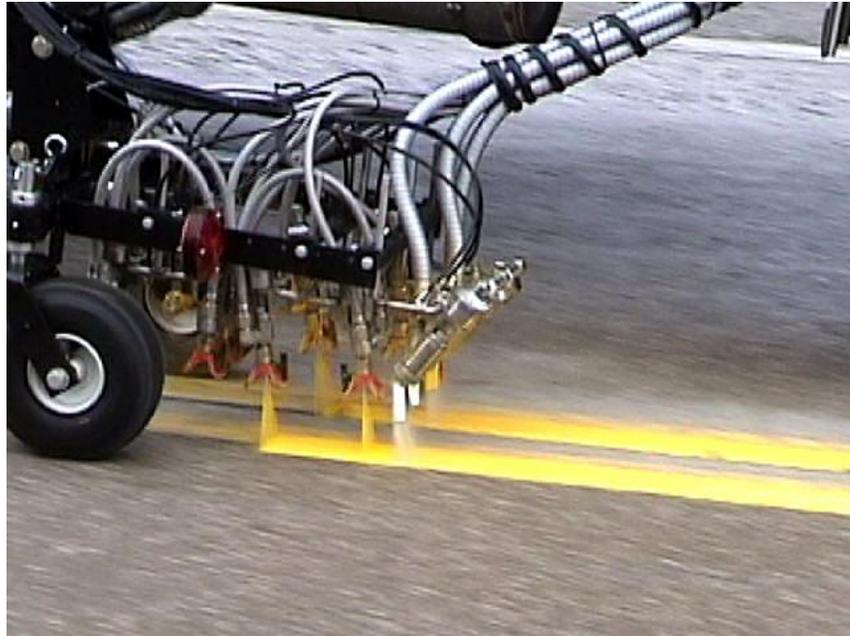
Acabado (Rodillo Neumatico)



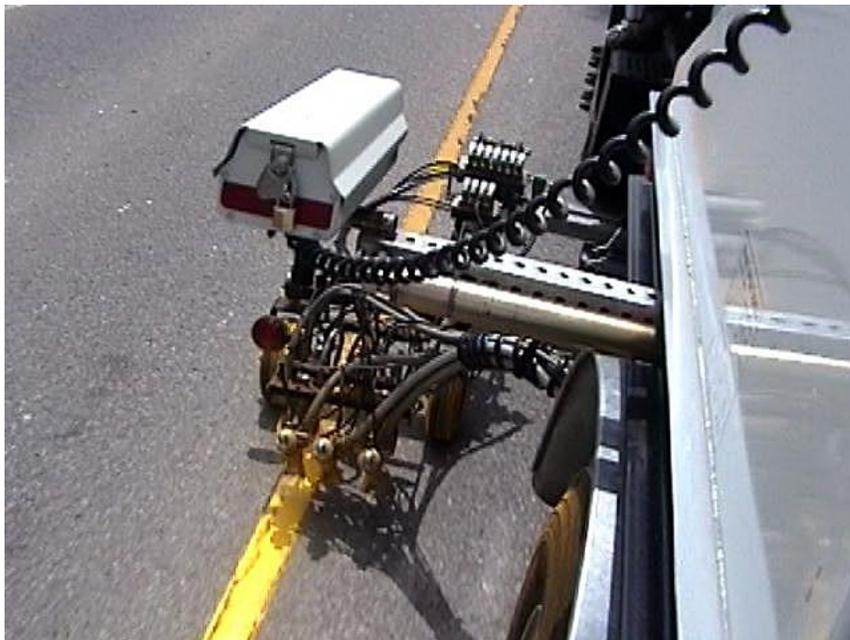
Acabado (Rodillo Neumatico)



Carpeta asfáltica terminada



Pintado de la señalética horizontal



Pintado de la señalética



Pintado de la señalética horizontal



Colocación señalética vertical



Vía culminada (Señalética horizontal y Vertical)



Vía culminada (Señalética horizontal y Vertical)

