



FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, INGENIERÍA Y AGRIMENSURA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE TRANSPORTE  
TRANSPORTE II

***SECCIÓN TRANSVERSAL EN ALINEAMIENTOS RECTOS  
GUIA PARA RESOLUCIÓN PRÁCTICA***

Mg. Ing. Sabina Fanelli

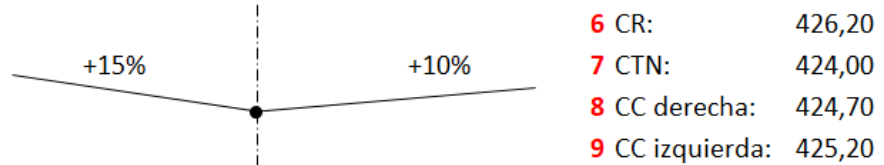
**AÑO 2024**

## 1. ENUNCIADO

A continuación se muestra, como ejemplo, un enunciado típico para la resolución de una sección transversal en alineamiento recto:

Dibujar el perfil transversal de proyecto de acuerdo con los siguientes datos:

- 1 Categoría: III
- 2 Topografía: Ondulada
- 3 Calzada: Tratamiento bituminoso sup. tipo triple
- 4 Banquina: Estabilizado granular
- 5 Suelo común



**Fig. 1:** Forma del terreno natural

### ABREVIATURAS

CR:	Cota de rasante
CTN:	Cota de terreno natural
CC:	Cota de cuneta
Planilla DNV:	Planilla de Características de Diseño Geométrico de Caminos Rurales – DNV
TMDA:	Tránsito Medio Diario Anual
Apunte ST:	Apunte “Elementos de la sección transversal”

## 2. DEFINICIÓN DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS

La realización del perfil de la sección transversal implica definir o trazar los siguientes elementos, para los datos que se disponen:

- terreno natural
- todos los elementos de la sección transversal

### 2.1. Terreno natural

Para trazar el terreno natural se utilizan las pendientes que son dato del ejercicio (Fig. 1), considerando que la cota (CTN) indicada en **7**, es la cota del terreno natural en correspondencia con el eje del camino.

### 2.2. Elementos de la sección transversal

- El ancho de zona de camino puede ser un dato o no del ejercicio.
- Ancho de coronamiento, calzada y banquina y la cantidad de carriles se obtienen utilizando la Planilla DNV o Tabla 7 del Apunte ST, utilizando los datos **1** y **2**.

#### Notas:

El ancho de carril se determina con el ancho de calzada dividido el número de carriles.

El ancho de banquina obtenido corresponde a cada una de ellas, por eso el ancho de coronamiento, o “TOTAL”, surge de sumar el ancho de calzada y 2 anchos de banquina. Puede darse alguna situación donde sea necesario ensanchar el ancho de banquina. \*

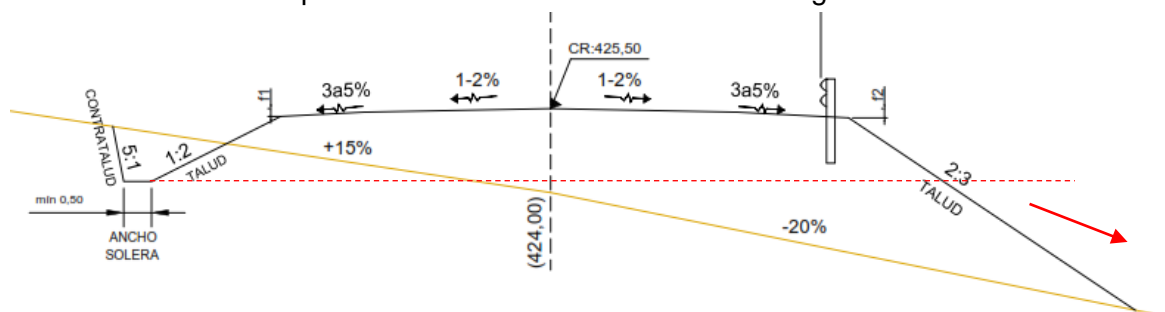
En algunos casos el dato **1** podría indicarse como TMDA, dato que tiene vinculación directa con la Categoría del camino.

El ancho de carril se definirá en función del ancho de calzada obtenido y considerando el dato “número de carriles” que se obtiene de Planilla DNV o Tabla 7 del Apunte ST.

- Cota de rasante (CR) es el dato **6** y corresponde a la cota de proyecto de la calzada en el eje del camino, cuando se trata de calzada indivisa bicarril.
- Pendiente transversal de la calzada / carriles: se utiliza el dato **3** y la Tabla 4 del Apunte ST. En función del tipo de superficie, se presenta un rango de pendientes transversales acordes para permitir el escurrimiento transversal. Se recomienda adoptar un valor entero, dentro del rango. Como se trata de una sección transversal en alineamiento recto, cada carril tendrá pendiente hacia la banquina, en forma de diedro.
- Pendiente transversal de la banquina: se utiliza el dato **4** y la Tabla 5 del Apunte ST. Al igual que para la calzada, en función del tipo de superficie, se presenta un rango de pendientes transversales acordes para permitir el escurrimiento transversal. Se recomienda adoptar un valor entero, dentro del rango. Utilizamos la pendiente correspondiente al caso “calzada sin cordón” salvo que se indique que es una sección transversal en ámbito urbano.
- Pendiente del talud: depende de la altura del mismo. En la Planilla DNV o Tabla 7 del Apunte ST, se presentan 4 columnas para diferentes rangos de altura de talud. Dicha altura se mide en vertical, desde el borde del coronamiento hasta la cota de la solera de la cuneta (CC) (datos **8** y **9**).

Nota:

Podría darse la situación donde no se configure alguna cuneta. En ese caso la altura del talud corresponde al valor medido desde el borde del coronamiento hasta el punto donde el talud intersecta al terreno natural. Esta opción se puede presentar si el dato de cota de cuneta (CC) es superior a la cota del terreno natural en ese sector. Esta solución es correcta si la pendiente que tiene el terreno natural permite la evacuación transversal del agua.



Tanto en la Planilla DNV” como en Tabla 7 del Apunte ST se presenta una línea más gruesa que indica que, si la altura del terraplén se encuentra a la derecha de dicha línea, se debe colocar baranda de defensa. Esto implica ensanchar 0,50 m el ancho de banquina para alojar la baranda y realizar un correcto empotrado de la misma.\*

A modo de ejemplo, un valor obtenido para pendiente de talud podría ser “1:2” lo cual indica que, por cada metro vertical, nos desplazaremos 2 m en horizontal, en la escala correspondiente (pendiente del talud =  $y/x$ ).

- Solera de cuneta: la cota será dato del ejercicio (8 y 9 en el caso del ejemplo), podría indicarse sólo un valor de cota de cuneta lo cual indica que es el mismo para cuneta derecha y cuneta izquierda.

Para definir el ancho de la misma se utiliza la Tabla 8 del Apunte ST para lo cual, previamente debe definirse si la sección que estamos proyectando se ubica en un camino principal o secundario. Para ello utilizar la Tabla 1 del Apunte ST. Si el caso que se está resolviendo corresponde a una de las combinaciones de categoría y topografía sombreadas en gris, se trata de un camino secundario, de lo contrario es principal.

- Pendiente del contratalud: para este elemento también es necesario saber si la sección que estamos definiendo se ubica en un camino principal o secundario. Utilizamos la Tabla 9 del Apunte ST. En caso de ser camino secundario, con el dato 5 obtenemos la pendiente del contratalud.

Si se trata de un camino principal debemos evaluar la altura  $d$ , como se indica a continuación de Tabla 9. Si  $d \leq 3,00$  m la pendiente del contratalud es 1:2. En cambio, si  $d > 3,00$  m se deberá utilizar el dato 5 para definir la pendiente del contratalud.

El contratalud termina cuando el mismo se encuentra con el terreno natural.

- Flecha del coronamiento: es la altura entre el eje de la calzada y el borde de coronamiento. Se debe calcular y acotar a ambos lados del coronamiento.

\* Ancho de banquina por presencia de baranda: como ya se mencionó, cuando la altura del talud es tal que requiere colocarse una baranda de defensa, se deberá ensanchar la banquina 0,50 m, hacia el exterior, para colocar y empotrar la misma. A los fines del trazado del perfil transversal utilizar la Fig. 12 del Apunte ST donde están indicadas las medidas de la misma y su ubicación. Notar que en dicha figura la baranda corresponde al lado derecho del perfil, indicando que la misma debe colocarse inmediatamente al inicio de los 0,50 m adicionales.

La colocación de baranda se evaluará a cada lado del coronamiento, colocándose únicamente donde la altura del talud lo requiera. El coronamiento de los perfiles transversales no tiene que ser simétrico.

### 2.3. Otros comentarios

Para realizar el dibujo de la sección transversal utilizamos **ESCALA 1:100**.

Todas las medidas en metros con **precisión al centímetro**, por lo cual en todas las medidas deberá indicarse 2 decimales.

Los anchos de carril, calzada, banquina y coronamiento se miden y acotan en horizontal porque las pendientes transversales utilizadas son pequeñas.

Sobre los carriles y las banquetas se indica la pendiente transversal adoptada y una flecha indicando el sentido del escurrimiento.

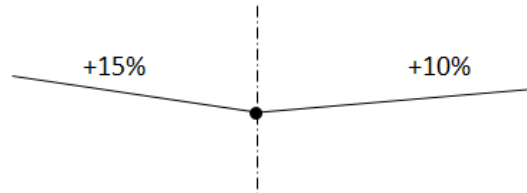
Todos los cálculos realizados deben quedar indicados en el ejercicio.

Por convención, la cota de terreno natural se coloca entre paréntesis y paralela al eje del camino (en forma vertical) y la cota de rasante en forma horizontal.

### 3. RESOLUCIÓN DEL EJERCICIO

Dibujar el perfil transversal de proyecto de acuerdo con los siguientes datos:

- 1 Categoría: III
- 2 Topografía: Ondulada
- 3 Calzada: Tratamiento bituminoso sup. tipo triple
- 4 Banquina: Estabilizado granular
- 5 Suelo común



6 CR:	426,20
7 CTN:	424,00
8 CC derecha:	424,70
9 CC izquierda:	425,20

Para este enunciado y siguiendo los pasos mencionados, se definirá todos los elementos necesarios:

- No se tiene datos de ancho de zona de camino, por ende, será suficiente dibujar la sección transversal hasta que cada contratalud intersekte al terreno natural.
- Ancho de coronamiento: 13,30 m (Planilla DNV)
- Número de carriles: 2 (Planilla DNV)
- Ancho de calzada: 6,70 m (Planilla DNV) → Ancho de carril: 6,70 m / 2 carriles: 3,35 m
- Ancho de banquina: 3,30 m (Planilla DNV)
- Pendiente transversal de la calzada para tratamiento bituminoso superficial tipo triple: 2%-3% (Tabla 4 Apunte ST) se puede utilizar 2% o 3% → Se adoptó 3%
- Pendiente transversal de la banquina para estabilizado granular, sin cordón: 4%-6% (Tabla 5 Apunte ST) se puede utilizar 4%, 5% o 6% → Se adoptó 5%
- Flecha de coronamiento:

$$fc_{izquierda} [m] = 3.35 \times 0,03 + 3,30 \times 0,05 = 0,27 = fc_{derecha}$$

- Pendiente del talud: en primera instancia puede medirse en el dibujo pero si se estuviera cerca de un cambio de rango considerando las 4 columnas presentes en la Planilla DNV o Tabla 7 del Apunte ST, puede calcularse:

Altura de talud izquierdo

$$ht_{izq} = CR - fc_{izq} - CC_{izq} = 426,20 - 0,27 - 425,20 = 0,73m \rightarrow \text{Talud izquierdo: 1:3}$$

Altura de talud derecho

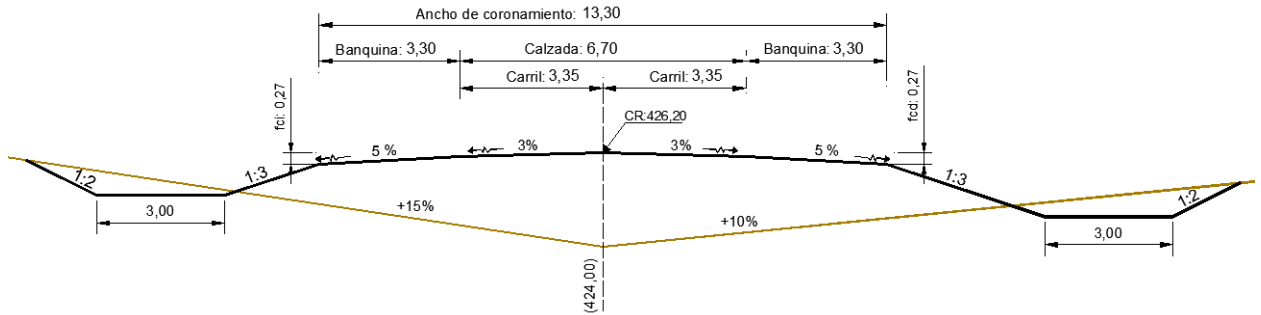
$$ht_{der} = CR - fc_{der} - CC_{der} = 426,20 - 0,27 - 424,70 = 1,23m \rightarrow \text{Talud derecho: 1:3}$$

En ambos casos, la altura de talud es inferior a 3,00 m que es el límite impuesto, para esta topografía, para definir la colocación de baranda de defensa. Por ende, no se coloca y las flechas calculadas anteriormente conservan su valor dado que no se modifica el ancho de banquina.

En caso contrario, se modifica el ancho de banquina, se calcula nuevamente la flecha del coronamiento, en ancho de coronamiento y la altura del talud para realizar los cambios que correspondan.

- Solera de cuneta: es un camino principal (Tabla 1 Apunte ST) en terraplén, entonces el ancho de solera es de 3,00 m (Tabla 8 Apunte ST). Las cotas son dato del enunciado.
- Pendiente del contratalud: es un camino principal (Tabla 1 Apunte ST) y tanto la cuneta derecha como izquierda presentan  $d \leq 3,00$  m → 1:2 (Tabla 9 Apunte ST)

Finalmente se muestra la resolución del ejemplo propuesto:



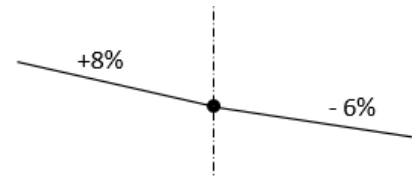
La imagen no respeta la escala 1:100

## 4. OTROS CASOS

### 4.1. Sección transversal en desmonte

Dibujar el perfil transversal de proyecto de acuerdo a los siguientes datos:

Categoría:	III	CR:	75,00
Topografía:	ondulada	CTN:	76,00
Calzada:	concreto asfáltico	CC <sub>der.</sub> :	73,70
Banquina:	estabilizado granular	CC <sub>izq.</sub> :	73,50
Desmonte:	suelo consolidado		



#### De Planilla DNV:

- Ancho de coronamiento: 13,30 m
- Número de carriles: 2
- Ancho de calzada: 6,70 m → Ancho de carril: 6,70 m / 2 carriles: 3,35 m
- Ancho de banquina: 3,30 m

#### De Apunte ST:

- Categoría III y topografía ondulada → Camino principal (Tabla 1)
- Pendiente transversal de la calzada para concreto asfáltico: 1%-2% (Tabla 4) se puede utilizar 1% o 2% → Se adoptó 2%
- Pendiente transversal de la banquina para estabilizado granular, sin cordón: 4%-6% (Tabla 5) se puede utilizar 4%, 5% o 6% → Se adoptó 4%

Con los datos obtenidos podemos calcular la flecha de coronamiento y la altura de los taludes:

$$f_c = 3,35 \text{ m} \times 0,02 + 3,30 \text{ m} \times 0,04 = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{Talud izquierdo } h_{izq} = CR - f_c - CC_{izq} = 75,00 - 0,20 - 73,50 = 1,30 \text{ m} \rightarrow \text{Talud izquierdo 1:3 sin baranda}$$

$$\text{Talud derecho } h_{tder} = CR - f_c - CC_{der} = 75,00 - 0,20 - 73,70 = 1,10 \text{ m} \rightarrow \text{Talud derecho 1:3 sin baranda}$$

La particularidad de este caso es que se trata de un **camino principal de topografía ondulada en desmonte** (CTN > CR), por lo tanto, para definir el ancho mínimo de la solera de la cuneta se debe evaluar la altura "d" que es la profundidad de la excavación, medida desde la solera de la cuneta hasta el terreno natural (medir en la mitad del ancho de la solera):

$$\text{Solera izquierda} \rightarrow d > 2\text{ m} \rightarrow \text{Ancho mínimo solera cuneta: 1,00 m (Tabla 8 Apunte ST)}$$

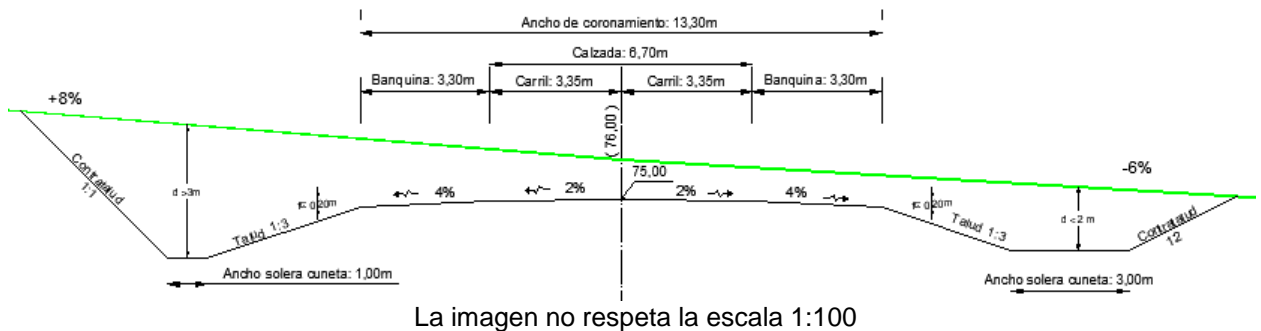
$$\text{Solera derecha} \rightarrow d \leq 2\text{ m} \rightarrow \text{Ancho mínimo solera cuneta: 3,00 m (Tabla 8 Apunte ST)}$$

Para definir el contratalud también se considera la altura "d" (Tabla 9 Apunte ST):

-Lado izquierdo  $d > 3,00\text{m}$  y sabiendo que se trata de suelo consolidado  $\rightarrow$  contratalud 1:1

Lado derecho  $d \leq 3,00\text{m}$   $\rightarrow$  contratalud 1:2 (no interesa el tipo de material)

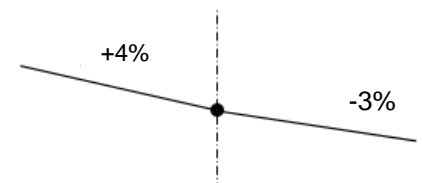
La sección transversal resultante es la siguiente:



#### 4.2. Secciones transversales con baranda de seguridad

a- Dibujar el perfil transversal de proyecto de acuerdo a los siguientes datos:

Categoría:	III	CR:	28,00
Topografía:	llanura	CTN:	27,00
Calzada:	hormigón	CC <sub>der</sub> :	24,00
Banquina:	estabilizado granular	CC <sub>izq</sub> :	26,00
Desmante:	suelo común		



##### De Planilla DNV:

- Ancho de coronamiento: 13,30 m
- Número de carriles: 2
- Ancho de calzada: 7,30 m  $\rightarrow$  Ancho de carril: 7,30 m / 2 carriles: 3,65 m
- Ancho de banquina: 3,00 m

##### De Apunte ST:

- Categoría III y topografía en llanura  $\rightarrow$  Camino principal (Tabla 1)
- Pendiente transversal de la calzada para hormigón: 1%-2% (Tabla 4)  $\rightarrow$  Se adoptó 2%
- Pendiente transversal de la banquina para estabilizado granular, sin cordón: 4%-6% (Tabla 5)  $\rightarrow$  Se adoptó 4%

Con los datos obtenidos podemos calcular la flecha de coronamiento y la altura de los taludes:

$$f_c = 3,65 \text{ m} \times 0,02 + 3,00 \text{ m} \times 0,04 = 0,19 \text{ m}$$

$$\text{Talud izquierdo } h_{izq} = CR - f_c - CC_{izq} = 28,00 - 0,19 - 26,00 = 1,81 \text{ m} \rightarrow \text{Talud izquierdo 1:4 sin baranda}$$

$$\text{Talud derecho } h_{tder} = CR - f_c - CC_{der} = 28,00 - 0,19 - 24,00 = 3,81 \text{ m} \rightarrow \text{Talud derecho 1:2 con baranda}$$

$\rightarrow$  la banquina derecha se debe ensanchar 0,50m (Figura 12 Apunte ST)

$\rightarrow$  cambia el ancho de coronamiento  $AC = 7,30\text{m} + 3,00\text{m} + 3,50\text{m} = 13,80\text{m}$

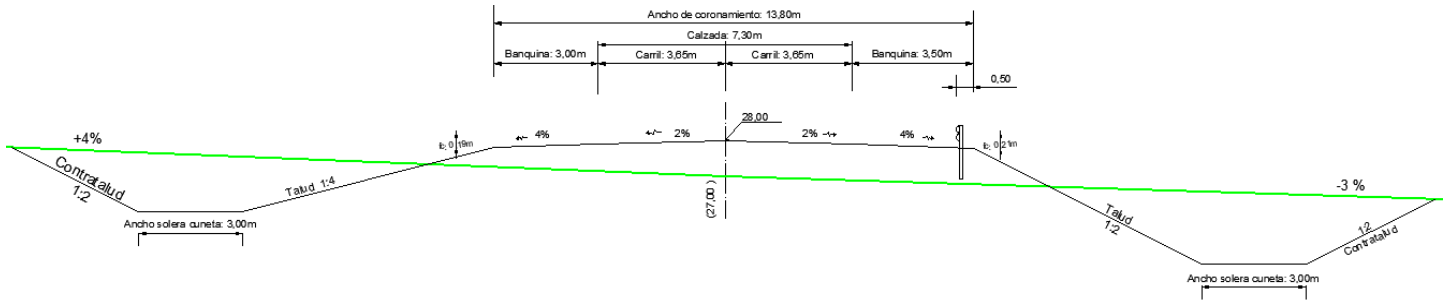
$\rightarrow$  hay que recalcular la flecha del lado derecho  $f_{cder} = 3,65 \text{ m} \times 0,02 + 3,50 \text{ m} \times 0,04 = 0,21 \text{ m}$

Este ejemplo se trata de un **camino principal de llanura en terraplén** ( $CR > CTN$ ) entonces para la determinación del ancho mínimo de la solera de la cuneta no es necesario determinar la altura "d"

Ambos lados  $\rightarrow$  Ancho mínimo solera cuneta: 3,00 m (Tabla 8 Apunte ST)

Para definir el contratalud se requiere considerar la altura "d" (Tabla 9 Apunte ST) pero en ambos casos en inferior a 3,00 m por lo tanto no es necesario considerar que el desmorte se realiza en suelo común:

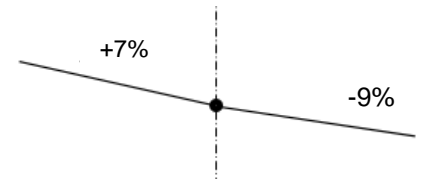
Ambos lados →  $d \leq 3,00 \text{ m}$  → contratalud 1:2 (Tabla 9 Apunte ST)



La imagen no respeta la escala 1:100

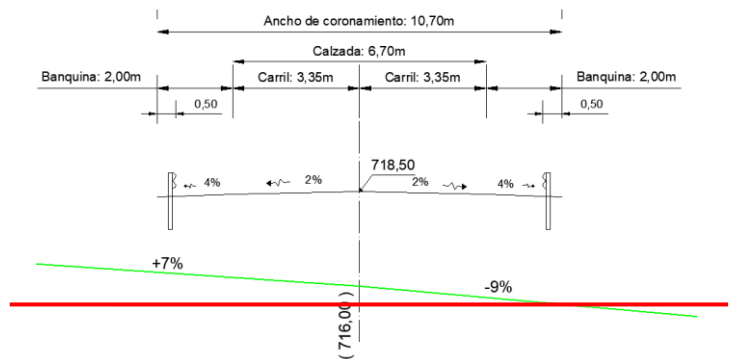
b- Dibujar el perfil transversal de proyecto de acuerdo a los siguientes datos:

Categoría:	III	CR:	718,50
Topografía:	montaña	CTN:	716,00
Calzada:	hormigón	CC:	715,50
Banquina:	tratamiento Bitum. sup		
Desmorte:	roca sana		

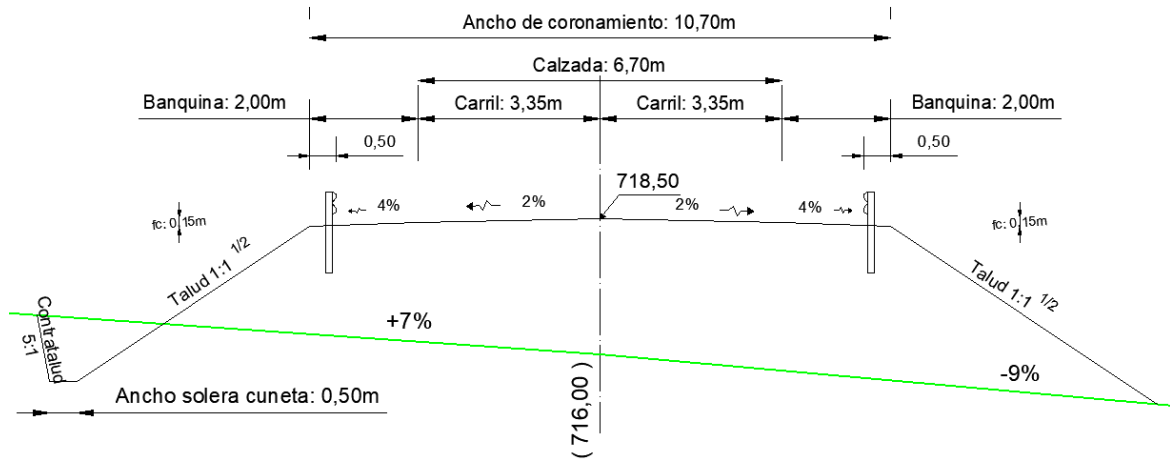


- Ancho de coronamiento: 9,70 m
- Ancho de calzada: 6,70 m → Ancho de carril: 3,35 m
- Ancho de banquina: 1,50 m
- Pendiente transversal de la calzada para hormigón: 1%-2% → Se adoptó 2%
- Pendiente transversal de la banquina para tratamiento bituminoso superficial, sin cordón: 3%-5% → Se adoptó 4%
- Flecha de coronamiento:  $f_c = 3,35 \times 0,02 + 1,50 \times 0,04 = 0,13 \text{ m}$
- Altura de talud  $h = CR - f_c - CC = 718,50 - 0,13 - 715,50 = 2,87 \text{ m}$  → Talud 1:1<sup>1/2</sup> (o 2:3) **con baranda** (Ambos taludes tienen la misma altura porque es única la CC)
- la banquina se debe ensanchar 0,50m
- cambia el ancho de coronamiento  $AC = 6,70 \text{ m} + 2 \times (1,50 + 0,50) \text{ m} = 10,70 \text{ m}$
- hay que recalcular la flecha del coronamiento  $f_c = 3,35 \times 0,02 + (1,50 + 0,50) \times 0,04 = 0,15 \text{ m}$

Hasta el momento tenemos definido el coronamiento y como puede verse en la figura, se trazó una horizontal en correspondencia con la CC 715,50 y es posible observar que, del lado derecho, esta línea queda por encima del terreno natural. Considerando que la pendiente del terreno natural permite la evacuación del agua en sentido transversal → no se configura la cuneta del lado derecho.



- Solera de cuneta: es un camino secundario con excavación en roca → ancho mín. de solera es de 0,50 m
- Pendiente del contratalud: es un camino secundario y roca sana → contratalud 5:1



La imagen no respeta la escala 1:100

La pendiente del talud derecho ( $1:1^{1/2}$ ) se determinó considerando que su altura estaba comprendida entre 1,50 a 3,00m (2,87m) en la "Planilla de Características de Diseño Geométrico de Caminos Rurales – DNV". Esta altura calculada ya no es correcta porque este talud continúa hasta que intersecta al terreno natural, por lo tanto en este tipo de situaciones, una vez dibujado el talud se debe medir la altura definitiva y verificar que la pendiente determinada siga siendo la correcta o cambiarla de ser necesario.