

ANEJO 11: PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO.....	2	6.2. TRAVIASAS.....	11
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	2	6.3. SUJECIONES.....	12
3. DISEÑO DE LA PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA	2	6.4. APARATOS DE VÍA	12
3.1. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL FERROVIARIA.....	3	7. SECCIONES TIPO EMPLEADAS	14
3.2. CONSIDERACIONES GENERALES	3	7.1. SECCIÓN TIPO EN OBRAS DE TIERRA	15
4. TRÁFICO DE DISEÑO.	4	7.2. SECCIÓN TIPO EN ESTRUCTURAS	17
4.1. METODOLOGÍA.....	4	7.3. SECCIÓN TIPO EN TÚNELES.....	20
4.2. CÁLCULO DEL TRÁFICO MEDIO DIARIO EQUIVALENTE.....	5		
4.3. CLASIFICACIÓN DE LA LÍNEA SEGÚN SU TRÁFICO MEDIO DIARIO EQUIVALENTE	6		
5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CAPAS CONSTITUTIVAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	7		
5.1. PLATAFORMA. EXPLANADA Y CAPA DE FORMA.....	7		
5.2. CAPAS DE ASIENTO	8		
5.2.1. Banqueta de balasto	8		
5.2.2. Sub-base.....	9		
5.3. RESUMEN DE RESULTADOS	10		
6. ARMAMENTO DE VÍA.....	10		
6.1. CARRIL	10		

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Ámbito de estudio.....	2
Ilustración 2. : Sección transversal ferroviaria.	3
Ilustración 3. Tren Civia S-464	6
Ilustración 4. Espesor de las capas constitutivas de la sección transversal de la Variante de	10
Ilustración 5. Planta y alzado de traviesa tipo PR.....	11
Ilustración 6. Relación de aparatos de desvío dispuestos en la Variante de Torrellano	13
Ilustración 7. Sección tipo en obra de tierra. Vía doble.	15
Ilustración 8. Sección tipo en obra de tierra. Vía única.....	16
Ilustración 9: Sección tipo vía doble. Viaductos sobre el Barranco de las Ovejas, N-330 y A-31	17
Ilustración 10. Sección tipo vía doble. Viaducto sobre A-79.....	18
Ilustración 11. Sección tipo vía única. Viaductos sobre el Barranco de las Ovejas y A-70	19
Ilustración 12. Sección tipo Túnel de Colmenares.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factores de corrección por velocidad de los trenes	5
Tabla 2. Clasificación de las líneas a partir de su Tráfico medio diario equivalente	5
Tabla 3. Características principales del Civia S-464.....	6
Tabla 4. Características principales de los vagones de mercancías MMC1	6
Tabla 5. Parámetros de cálculo para la determinación del tráfico equivalente.	6
Tabla 6 Categorías de tráfico según ficha UIC-714R.....	7
Tabla 7. Clasificación de los suelos según su capacidad portante.	7
Tabla 8. Capacidad portante de la plataforma.	8
Tabla 9: Determinación del espesor de la capa de forma, UIC-719.....	8
Tabla 10. Espesor mínimo de la capa de balasto bajo traviesa	9
Tabla 11. Factores a utilizar en el cálculo del espesor de la subbase.	9
Tabla 12. Factores empleados en el cálculo del espesor de la subbase de la Variante de Torrellano.....	10
Tabla 13. Características del carril empleado	11
Tabla 14. Características de traviesa.....	11

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETO

El objeto de este anejo es la descripción de las características principales de la superestructura para la Variante de Torrellano, entendiendo por ésta, los elementos empleados para transmitir las cargas de los trenes a la plataforma base, entre los que se incluyen carriles, traviesas, capas de forma y plataforma.

El ámbito de este estudio comprende la Línea 336 desde la estación de Alacant Terminal hasta la conexión con la Fase I de la Variante que da acceso al aeropuerto, así como los ramales de conexión con las líneas 330 y 336.

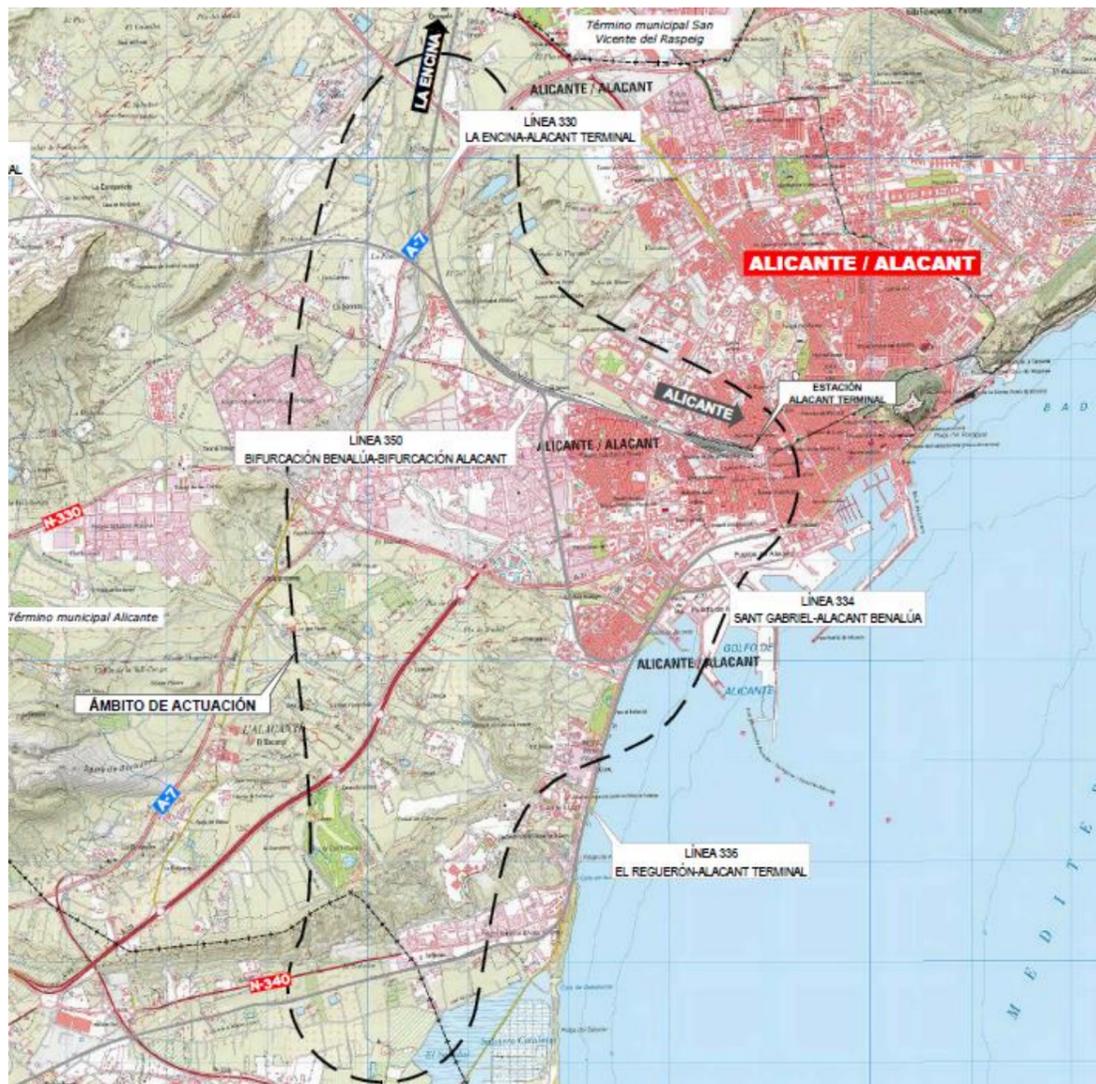


Ilustración 1. Ámbito de estudio.

Para la elección de los distintos elementos constitutivos de la superestructura, así como la determinación de los valores o parámetros básicos empleados en el diseño y cálculo de la superestructura, se recurre a lo establecido en las actuales normas vigentes para el diseño de infraestructuras ferroviarias.

2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

La normativa aplicada para el dimensionamiento de los espesores de las diferentes capas que forman la sección transversal que conforman la vía, ha sido la “Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio”, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias IF-3. Vía sobre balasto. En esta instrucción se establecen los elementos constitutivos de la sección transversal, la clasificación de los suelos, las clases de capacidad portante de la plataforma y los criterios para el cálculo de los espesores de las capas de asiento de la vía sobre balasto (balasto, subbase, capa de forma y otros), que constituyen parte de dicha sección transversal ferroviaria.

Esta instrucción será de total aplicación al proyecto y construcción de toda obra nueva ferroviaria, a su mantenimiento y adaptación a nuevas condiciones de explotación para velocidades de hasta 350 km/h.

Cabe destacar que la instrucción está redactada en coherencia con las Fichas UIC 719R (*Dimensionamiento de las capas de asiento ferroviarias*) y 714R (*Cálculo del tráfico equivalente*).

3. DISEÑO DE LA PLATAFORMA Y SUPERESTRUCTURA

En este apartado del anejo se profundiza en la definición de la sección tipo analizando las tipologías de superestructura necesarias para el correcto diseño de la plataforma. Para ello, en primer lugar, se realiza una breve descripción de las distintas capas constitutivas de la sección transversal ferroviaria para a continuación introducir una serie de consideraciones generales de interacción entre la superestructura y la capa de plataforma sobre la que ésta apoya.

3.1. Elementos constitutivos de la sección transversal ferroviaria

La sección transversal ferroviaria está constituida, de arriba abajo, por los siguientes elementos:

- Carril.
- Elementos de sujeción y apoyo entre carril y traviesas.
- Traviesas.
- Elementos de sujeción y apoyo bajo traviesas (opcionalmente).
- Base o banqueta de balasto: está constituida por piedra machacada de gran resistencia al desgaste, con granulometría uniforme y tamaños que oscilan aproximadamente entre 20 y 60 mm, según Pliego PF-6 del MITMA.
- Subbase: constituida por una o varias capas, con la misión de contribuir al reparto de cargas y a dotar a la vía de la rigidez vertical adecuada, absorber vibraciones, evitar la contaminación del balasto por ascenso de finos, proteger la plataforma contra las heladas y evacuar las aguas de lluvia. En el caso más general estará compuesta por la capa de subbalasto, capa de cimentación, capa anticontaminante y geotextil, si bien lo más habitual es que la subbase esté constituida por una única capa de subbalasto.
- Capa de forma: es la capa superior de remate y coronación de la explanada o superficie del terraplén o excavación. Su función principal es mejorar la capacidad portante de ésta. Ha de ser compactable y de mejores características que las de la explanada.
- Explanada ferroviaria bajo la capa de forma: está constituida generalmente por el terreno natural (secciones en desmonte) o por material de aportación (terraplén). En el caso de sección a media ladera la composición será mixta. El material de aportación procederá, en general, de la traza o de préstamos cercanos.

A continuación, se muestra el esquema de las diferentes capas constitutivas de la sección:

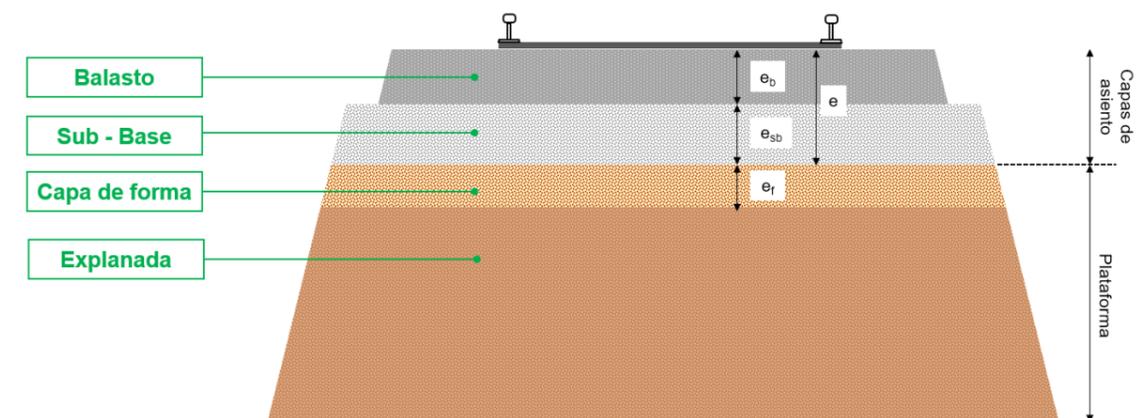


Ilustración 2. : Sección transversal ferroviaria.

3.2. Consideraciones generales

Por efecto de la circulación de los trenes, la vía se ve sometida a acciones verticales y horizontales. Si bien las únicas sollicitaciones que debería sufrir la vía serían las correspondientes a los esfuerzos verticales procedentes del peso de los vehículos y los transversales debidos a las fuerzas centrífugas que se producen al paso por las alineaciones curvas, en la práctica aparecen esfuerzos dinámicos que se producen por diferentes causas y que pueden hacer variar los valores teóricos incrementándolos considerablemente.

Entre los **principales factores** que afectan a los valores de estos esfuerzos se encuentran:

- El juego de la vía.
- El ángulo de ataque de la rueda al carril.
- Las irregularidades que se producen en el perfil y planta de la vía.
- Las oscilaciones que adquieren las partes suspendidas de los vehículos.
- El peralte en las curvas.

- El deslizamiento de las llantas de las ruedas de los vehículos sobre los carriles.
- El rozamiento de las llantas sobre los carriles (que hace posible el avance de los trenes).
- Los rozamientos y acciones de las pestañas de las ruedas sobre dichos carriles.
- Las deformaciones del carril por las fluctuaciones de temperatura, etc.

La banqueta de balasto tiene como finalidad repartir las cargas verticales sobre la plataforma y absorber los esfuerzos horizontales impidiendo el desplazamiento de la vía, tanto longitudinal como transversalmente. Para cumplir estos fines, el balasto que la constituye debe estar bien consolidado, además de poseer unas características adecuadas, y la propia banqueta debe estar dotada de dimensiones suficientemente amplias, pero no excesivas, dado el coste del balasto y el sobreprecio que supone aumentar la plataforma para alojarla.

De acuerdo con la Orden FOM/1631/2015 y la ET 03.360.004.0 (Especificación Técnica de Balasto), que examinan la interacción balasto-plataforma, el efecto de la banqueta debe complementarse mediante una subbase. Dicha capa mejora el drenaje y contribuye a repartir las cargas verticales sobre la plataforma, asegurando con ello el buen comportamiento de la vía bajo los puntos de vista de su nivelación, rigidez, alineación y drenaje.

Las dimensiones de la banqueta y resto de capas que componen la subbase dependen de una serie de factores, entre los que destacan:

- Las características de los suelos que constituyen la plataforma, en el tramo de vía considerado.
- Las características de la plataforma como conjunto.
- Las condiciones climatológicas de la zona de ubicación de la plataforma.
- El armamento de la vía.

- Las características del tráfico en el tramo considerado.

En el diseño de la sección tipo de la plataforma ferroviaria para la Variante de Villabona, se han conjugado las necesidades derivadas de la explotación de un tramo de nueva implantación, para tráfico exclusivo de viajeros, con prestaciones de hasta 160km/h.

Para la definición del trazado en planta, se ha empleado el centro del entreje de ambas vías en el caso de vía doble, mientras que para los ramales en vía única se ha tomado el eje de la vía que se proyecta. En la definición en alzado, la rasante se sitúa en la cota de cabeza del carril más bajo en ambos casos.

A lo largo de la traza se han planteado diferentes tipologías de superestructura:

- Vía sobre balasto: empleada con carácter general en las obras de tierra.
- Vía sobre balasto empleada para los túneles que se proyectan.
- Vía sobre balasto empleada en los viaductos para salvar a desnivel cruces con otras infraestructuras, cauces, etc.

4. TRÁFICO DE DISEÑO.

El objeto del presente apartado es determinar la composición del tráfico previsible para el tramo más cargado, de manera que las solicitudes de cálculo sean las más restrictivas a la hora de realizar el dimensionamiento de las capas de asiento (subbase y base).

4.1. Metodología

A continuación, se presenta la metodología empleada para la determinación del tráfico que soporta la línea.

Para la caracterización del tráfico que soporta una línea se utiliza el concepto de “**Tráfico medio diario equivalente**”. El Tráfico medio diario equivalente (T_e) es un tráfico ficticio que se obtiene a través de la suma de los tráficos de pasajeros y mercancías, ponderados en función de su mayor o menor agresividad sobre la vía. Se puede calcular mediante la aplicación de la siguiente fórmula de origen teórico-experimental:

$$T_e = S_v \cdot (T_v + 1,4 \cdot T_{tv}) + S_m \cdot (K_m \cdot T_m + 1,4 \cdot T_{tm})$$

Donde:

- T_e : Tráfico medio diario equivalente (t / día).
- T_v : Tonelaje (cargas acumuladas) medio diario de vehículos remolcados de viajeros (TBR/día).
- T_m : Tonelaje medio diario de vehículos remolcados de mercancías (TBR / día).
- T_{tv} : Tonelaje medio diario de vehículos de tracción en trenes de viajeros (t/día).
- T_{tm} : Tonelaje medio diario de vehículos de tracción en trenes de mercancías (t/día)
- K_m : Coeficiente que tiene en cuenta la influencia de la carga y de los ejes de mercancías en la agresividad sobre la vía. Se adopta:
 - 1,15 (valor normal).
 - 1,30 (tráfico con más del 50% de ejes de 20t o más del 25% de ejes de 22,5t).
 - 1,45 (tráfico con más del 75% de ejes de 20t o más del 50% de ejes de 22,5t).
- S_v : Factor corrector por velocidad de los trenes de viajeros. Se determina entrando en la Tabla 1, con la velocidad del tren de viajeros más rápido.
- S_m : Factor corrector por velocidad de los trenes de mercancías. Se determina entrando en la Tabla 1, con la velocidad de los trenes de mercancías ordinarios.

V (km/h)	Sv	Sm
V ≤ 60	1	1
60 < V ≤ 80	1,05	1,05
80 < V ≤ 100	1,15	1,15
100 < V ≤ 130	1,25	1,25
130 < V ≤ 160	1,35	---
160 < V ≤ 200	1,4	---
200 < V ≤ 250	1,45	---
V < 250	1,5	---

Tabla 1. Factores de corrección por velocidad de los trenes

Finalmente, destacar que el tonelaje de los automotores de viajeros cuya carga por eje sea menor o igual a 17t se incluye en T_v , y en caso de ser mayor de 17t en T_{tv} .

A partir del tráfico medio diario equivalente, en la ficha 714R de la UIC, se clasifican las vías de cada línea según los siguientes 6 grupos:

GRUPO	TRÁFICO MEDIO EQUIVALENTE
1	130000 t/día < T_e
2	80000 < T_e ≤ 130000 t/día
3	40000 < T_e ≤ 80000 t/día
4	20000 < T_e ≤ 40000 t/día
5	5000 < T_e ≤ 20000 t/día
6	T_e ≤ 5000 t/día

Tabla 2. Clasificación de las líneas a partir de su Tráfico medio diario equivalente

4.2. Cálculo del tráfico Medio Diario Equivalente

A continuación, se presentan los tráficos ferroviarios pasantes por la futura Variante de Torrellano para el horizonte temporal de 30 años, de acuerdo a las hipótesis desarrolladas en el presente Estudio:

- Trenes de viajeros: 46 trenes / día
- Trenes de mercancías: 5 trenes / día

El **material móvil** empleado que compondrá la oferta de cada uno de los servicios es el siguiente:

- Civia: El tren Civia, en concreto la S-464 es el material móvil elegido para prestar los servicios de Cercanías. Se trata de un automotor formado por cuatro coches que disponen de un total de 5 bogies, 3 motores y los dos extremos que son portadores. Cada uno de estos bogies dispone de dos ejes.

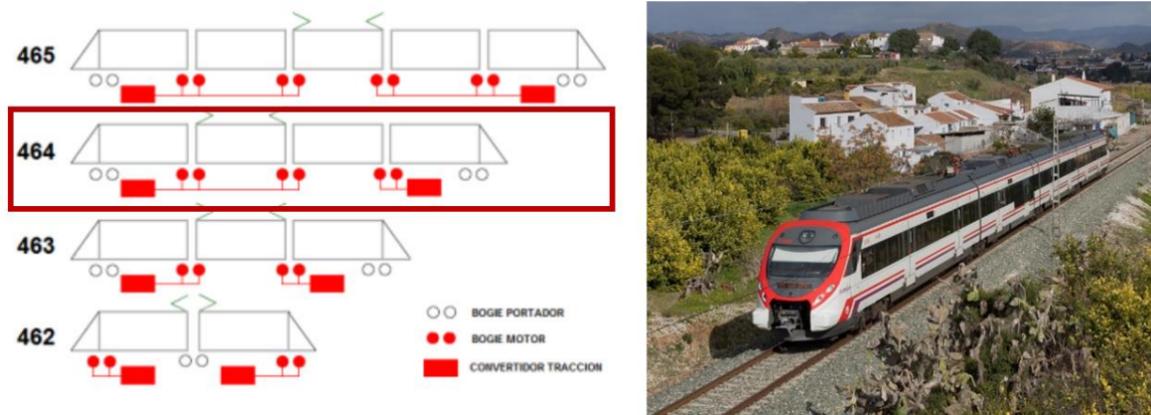


Ilustración 3. Tren Civia S-464

plataforma destinados al transporte de contenedores y con una carga máxima por eje de 23,25 toneladas.

Además de las hipótesis anteriormente descritas, se establece que la carga máxima remolcada por el conjunto es de 1.000 toneladas.

Tonelaje (máximo)	93 t
Nº ejes	4
Carga por eje	23,25 t

Tabla 4. Características principales de los vagones de mercancías MMC1

A continuación, se resumen las principales características del Civia S-464:

Composición	5 bogies. 3 motores y 2 portadores
Tonelaje (TARA)	131,5 t
Nº ejes	10
Carga por eje	13,2 t*

Tabla 3. Características principales del Civia S-464

Dado que la carga por eje del material móvil es inferior a las 17 toneladas, en el cálculo del Tráfico medio diario equivalente, dicha carga entrará como factor T_v .

- **Locomotora 253:** la locomotora de la serie 253 de Renfe es el material motor elegido para realizar el tráfico de mercancías. Estas locomotoras, preparadas para circular en anchos UIC, se caracterizan por disponer de alimentación monotensión para circular bajo catenarias de 3 kilovoltios. Cada locomotora tiene 2 bogies con 4 motores trifásicos que ofrecen una potencia de 5.400 kilowatios.

Dada la heterogeneidad en las composiciones de mercancías, se ha optado por realizar el dimensionamiento teniendo en cuenta la tipología más desfavorable desde el punto de vista de la vía, es decir, aquella que ejerce mayores solicitudes sobre la misma.

A partir del catálogo del parque de vagones de mercancías de Renfe, se ha identificado que la tipología más exigente para la vía es la MMC1, vagones

Bajo las hipótesis de cálculo del número y tipología de servicios presentadas a lo largo del apartado, se obtienen los siguientes parámetros de cálculo para la determinación del tráfico equivalente:

	S-464	L-253
$T_v =$	6.049	0
$T_m =$	0	5.000
$T_{tv} =$	0	0
$T_{tm} =$	0	0
$K_m =$	0	1,45
$S_v =$	1,25	0
$S_m =$	0	1,25

Tabla 5. Parámetros de cálculo para la determinación del tráfico equivalente.

Aplicando la fórmula:

$$T_e = S_v \cdot (T_v + 1,4 \cdot T_{tv}) + S_m \cdot (K_m \cdot T_m + 1,4 \cdot T_{tm}) = 16.623,8 \text{ t/día}$$

4.3. Clasificación de la línea según su Tráfico Medio Diario Equivalente

A partir del Tráfico medio equivalente diario obtenido, la línea se puede clasificar en los siguientes seis grupos:

GRUPO	TRÁFICO MEDIO EQUIVALENTE
1	130000 t/día < Te
2	80000 < Te ≤ 130000 t/día
3	40000 < Te ≤ 80000 t/día
4	20000 < Te ≤ 40000 t/día
5	5000 < Te ≤ 20000 t/día
6	Te ≤ 5000 t/día

Tabla 6 Categorías de tráfico según ficha UIC-714R

De acuerdo al cálculo del Tráfico Medio Equivalente, la línea se clasifica como: **Grupo 5.**

5. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CAPAS CONSTITUTIVAS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

El dimensionamiento de las distintas capas de asiento ferroviarias se realiza teniendo en cuenta lo establecido en la normativa de aplicación. En este caso, se toma como referencia la *Orden FOM/1631/2015, de 14 de julio*, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto y construcción de obras ferroviarias IF-3.

En la Orden, se establecen los espesores mínimos necesarios para cada una de las capas que constituyen la sección transversal de la vía sobre balasto, teniendo en cuenta los siguientes factores:

- La calidad de la plataforma.
- El tipo de tráfico soportado (según la clasificación de la ficha UIC 714R).
- El tipo de traviesa.
- La carga máxima por eje.
- La velocidad máxima de circulación.

El establecimiento de espesores se basa en los ábacos de dimensionado de plataformas propuestos por la ORE, confeccionados a partir de modelos de elementos finitos de cálculo de tensiones en la plataforma y asientos en carril.

5.1. Plataforma. Explanada y Capa de forma

La plataforma tiene como función proporcionar apoyo a la capa de asiento, a la vía y a los dispositivos destinados a controlar el movimiento de los trenes para que la explotación pueda realizarse eficazmente.

Está formada por el propio terreno, cuando se trata de un desmante, o por suelos de aportación, constituyendo un terraplén en el relleno de una depresión.

La plataforma debe quedar rematada por la capa de forma, provista de pendientes transversales para la evacuación de las aguas pluviales.

En los desmontes la capa de forma se obtiene por compactación del fondo de la excavación, cuando los suelos son adecuados, o por aportación de suelos de mejor calidad, que los sustituyen en una profundidad mínima de un metro, cuando no lo son.

Sobre esta capa de terminación se disponen las capas de asiento integradas por una subbase y, como remate, la banqueta de balasto.

La clasificación de la **plataforma** precisa de la estimación de la calidad del suelo que la forma y de la capacidad portante de la misma en su conjunto.

Se distinguen en este sentido 4 categorías atendiendo a su capacidad portante y su aptitud como plataforma:

QS 0	Suelos inadecuados para realizar las capas subyacentes a la de forma.
QS 1	Suelos malos, aceptables solo cuando se dispone de un buen drenaje.
QS 2	Suelos medianos.
QS 3	Suelos buenos.

Tabla 7. Clasificación de los suelos según su capacidad portante.

En función de la calidad del suelo que constituye la capa de forma y del espesor de ésta, se distinguen las siguientes clases de plataforma:

PLATAFORMA	CAPACIDAD PORTANTE
P1	BAJA (2 < CBR ≤ 5)
P2	MEDIA (5 < CBR ≤ 17)
P3	ALTA (CBR > 17)

Tabla 8. Capacidad portante de la plataforma.

Como criterio general, en obra nueva, **se dispondrá siempre de plataforma con capacidad portante alta (clase P3)**, con el objetivo de minimizar los espesores necesarios de balasto y subbalasto y de mejorar el comportamiento a largo plazo.

La calidad de los materiales que conforman esta explanada (material soporte) definirá el tipo de plataforma y el espesor de la capa de forma a disponer, ya sea sobre coronación de terraplén o fondo de desmonte, de acuerdo con la siguiente tabla:

ESPESOR DE CAPA DE FORMA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE PLATAFORMA			
Calidad del suelo soporte	Clase de capacidad de carga en la plataforma	Capa de forma para obtener la capacidad de carga de la plataforma	
		Calidad del suelo	Espesor mínimo en metros
QS1	P2	Suelo fino tratado con ligante	0.3
	P2	QS2	0.55
	P2	QS3	0.40
	P3	QS3	0.60
QS2	P2	QS2	-
	P3	QS3	0.40
QS3	P3	QS3	-

Tabla 9: Determinación del espesor de la capa de forma, UIC-719

Del análisis de las propiedades del suelo realizada en el Anejo 04: Geología y Geotecnia se extrae lo siguiente:

“El material soporte queda definido, en fondos de desmonte, por el material del terreno natural una vez eliminados saneos. Los fondos de desmonte en la práctica totalidad de los trazados planteados se pueden clasificar, al menos, como de calidad QS1-QS2, de acuerdo con la caracterización realizada en el apartado anterior. Así pues, con un espesor de 0,60 m de capa de forma de material de calidad QS3 es posible obtener una plataforma de categoría P3.”

Por tanto, de acuerdo a las recomendaciones realizadas en el mencionado anejo, el dimensionamiento de la plataforma se realiza con materiales de calidad QS3, considerando un espesor de 60 centímetros de capa de forma.

5.2. Capas de asiento

5.2.1. Banqueta de balasto

El espesor de la banqueta de balasto será el que garantice de manera conjunta e integrada las siguientes funciones:

- Amortiguar las acciones que ejercen los vehículos sobre la vía al transmitirlas a la plataforma.
- Repartir uniformemente estas acciones sobre dicha plataforma.
- Impedir el desplazamiento de la vía estabilizándola en dirección vertical, longitudinal y transversal.
- Facilitar la evacuación de las aguas.
- Proteger los suelos de la plataforma contra la acción de las heladas.
- Establecer un aislamiento eléctrico entre los carriles.
- Permitir la recuperación de la geometría de la vía mediante operaciones de alineación y nivelación.
- Optimizar unas adecuadas condiciones de rodadura y confort, considerando asimismo los factores de mantenimiento y conservación de la vía.

El espesor mínimo de la capa de balasto bajo traviesa (e_b), se establece según la velocidad máxima de circulación de la línea, de acuerdo a los valores recogidos en la siguiente tabla:

V (km/h)	e_b (cm)
V < 120	25
V ≥ 120	30

Tabla 10. Espesor mínimo de la capa de balasto bajo traviesa

Dado que la Variante de Villabona se ha proyectado con una velocidad de diseño superior a 120 km/h, el **espesor mínimo de la banqueta de balasto será de 30 cm.**

5.2.2. Sub-base

El espesor conjunto de las capas de asiento de la vía (balasto + subbase) depende de los siguientes factores:

- Características de la plataforma, tanto de las intrínsecas de los suelos que la constituyen (naturaleza, capacidad portante y sensibilidad al agua y a las heladas), como de las condiciones hidrogeológicas del lugar.
- Condiciones climáticas del lugar.
- Características del tráfico ferroviario (cargas totales acumuladas, cargas por eje, velocidades, etc.).
- Características de la superestructura o armamento de la vía (tipo de carril, naturaleza e intervalo entre traviesas, etc.).

Si bien en el cálculo del espesor de la banqueta de balasto influye la velocidad de proyecto, en el caso de la subbase influyen la magnitud y número de cargas generadas por la rodadura de las circulaciones ferroviarias sobre la vía. Por tanto, en primer lugar se ha de tener en cuenta la carga producida por este efecto y el cual se determina a partir de la categoría de tráfico calculada en el apartado 4.3 'Clasificación de la línea según su

Tráfico Medio Diario Equivalente'. En este caso, la carga producida es la correspondiente al grupo 4 según la clasificación.

El espesor de la subbase se obtendrá de la aplicación de la siguiente formulación:

$$e_{sb} = E + a + b + c + d + f - e_b$$

Donde:

- e_{sb} = espesor de la capa de subbase, en metros
- e_b = espesor de la banqueta de balasto bajo traviesa, en metros. Este valor se obtiene de acuerdo al cálculo realizado en el apartado 5.2.1 'Banqueta de balasto'

El resto de parámetros se obtienen de acuerdo a los valores recogidos en la siguiente tabla:

FACTOR CORRECTOR	VALOR DEL FACTOR	CONDICIONES DE APLICACIÓN
E (por clase de plataforma)	0,70 m 0,55 m 0,45 m	Para plataformas P1. Para plataformas P2. Para plataformas P3.
a (por grupo de tráfico)	0 - 0,10 m	Para los grupos 1 a 4 (según Grupo de clasificación del tráfico) Para los grupos 5 y 6 (según Grupo de clasificación del tráfico)
b (por tipo de traviesa)	0 (2,5-L)/2	Para traviesas de madera de longitud L ≥ 2,60 m. Para traviesas de hormigón de longitud L. (b y L en m; b < 0 si L > 2,50 m).
c (por dificultad de ejecución)	0 - 0,10 m	Para situación normal. Para condiciones de trabajo difíciles en líneas existentes
d (por cargas máx. por eje)	0 0,05 m 0,12 m	Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 200 kN. Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 225 kN. Con carga máxima por eje de los vehículos remolcados ≤ 250 kN.
f (por capa de forma)	0 Geotextil	(Sin geotextil) cuando la capa de forma es de QS3. Con geotextil cuando la capa de forma es QS1 o QS2.

Tabla 11. Factores a utilizar en el cálculo del espesor de la subbase.

De acuerdo a las características particulares del presente proyecto, se aplican los siguientes factores:

FACTOR	CONDICIONANTE	VALOR
E	P3	0,45
a	GRUPO 5	-0,1
b	Hormigón	-0,05
	2,6	
c	Normal	0
d	232,5	0,12
f	QS 3	0

Tabla 12. Factores empleados en el cálculo del espesor de la subbase de la Variante de Torrellano

Aplicando los factores a la formulación:

$$e_{sb} = E + a + b + c + d + f - e_b = 0,45 - 0,05 - 0,3 = 0,12 \text{ m} < 0,15 \text{ m}$$

Nota: En cualquier caso, el espesor de la capa de subbase será siempre mayor o igual a 15 cm, por exigencias de puesta en obra. Por tanto, $e_{sb} = 0,15 \text{ m}$

Por tanto, el espesor global de las capas de asiento (e) será de 0,45 metros.

$$e = e_b + e_{sb} = 0,30 + 0,15 = 0,45 \text{ m.}$$

5.3. Resumen de resultados

A continuación, se recogen los resultados finales del dimensionamiento de las diferentes capas constitutivas de la sección transversal ferroviaria de la Variante de Torrellano:

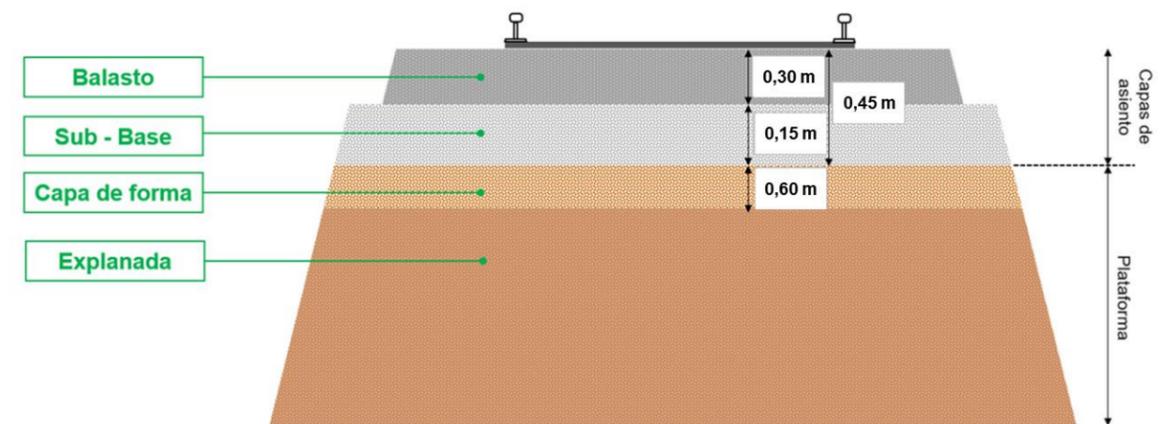


Ilustración 4. Espesor de las capas constitutivas de la sección transversal de la Variante de

6. ARMAMENTO DE VÍA

6.1. Carril

Las principales funciones del carril serán:

- Absorber, resistir y transmitir a las traviesas los esfuerzos recibidos del material motor y móvil, así como los de origen térmico. Estos esfuerzos pueden ser verticales, transversales y longitudinales
- Guiar el material circulante con la máxima continuidad tanto en planta como en alzado
- Servir de elemento conductor para el retorno de la corriente
- Servir de conductor para las corrientes de señalización de los circuitos de vía

Se contempla la utilización de carril UIC 60 E1 tanto en vía general como en las vías de los ramales de conexión de la variante con la infraestructura actual. Todas en carril continuo formado por barras largas soldadas unidas mediante soldaduras aluminotérmicas, con las siguientes características, referidas a la "Norma Europea UNE-

EN-13674-1: Aplicaciones ferroviarias. Vía. Carriles. Parte 1 Carriles Vignole de masa mayor o igual a 46 kg/m.” de febrero 2018:

Perfil de carril	clase X
Enderezado	clase A
Grado del acero	260 (carbono-manganeso)
Resistencia a tracción	Rm≥880N/mm ²
Dureza	260/300 HBW
Alargamiento	A≥10%

Tabla 13. Características del carril empleado

6.2. Traviesas

Las funciones principales que deberán desempeñar las traviesas son:

- Servir de soporte a los carriles asegurando su separación e inclinación.
- Repartir sobre el balasto las cargas verticales y horizontales transmitidas por los carriles.
- Conseguir y mantener la estabilidad de la vía, en los planos horizontal y vertical, frente a los esfuerzos estáticos del peso propio, los dinámicos debidos al paso de los trenes y los procedentes de las variaciones de temperatura.
- Mantener, si es posible por sí misma, el aislamiento eléctrico entre los dos hilos del carril cuando la línea posea circuitos de señalización.
- Ofrecer características aislantes para que las corrientes parásitas, procedentes de la electrificación, no perjudiquen las instalaciones situadas en el entorno de la vía.

Se contempla la utilización de traviesas polivalentes PR con sujeción VE con clip elástico SKL-1, con un espaciamiento entre ejes de 60cm.

La traviesa PR es una traviesa polivalente monobloque de hormigón pretensado con armaduras pretesas o postesas provista de 8 vainas extraíbles que se colocan en los moldes antes del hormigonado de la traviesa en cualquiera de las modalidades de fabricación, para que queden embutidas en la misma.

Las principales características geométricas de este tipo de traviesa son las siguientes:

Modelo	PR
Material	Hormigón
Longitud	2,6 m
Peso mínimo sin sujeción	310 kg
Anchura máxima en la base	300 mm
Altura de sección bajo eje de carril para ancho 1668 mm	235 mm*
Altura de sección bajo eje de carril para ancho 1435 mm	229 mm*
Altura en sección central	210 mm*
Inclinación del plano del carril	1/20

*Nota: estos valores pueden variar según fabricante

Tabla 14. Características de traviesa

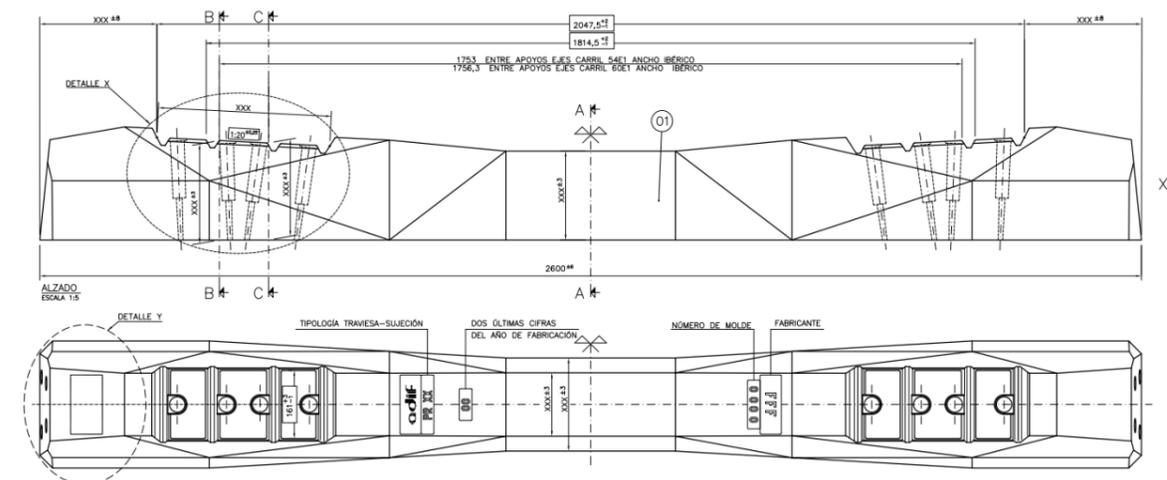


Ilustración 5. Planta y alzado de traviesa tipo PR

6.3. Sujeciones

En este apartado se describen los elementos de sujeción para el tipo de traviesa empleado.

En la actualidad se está utilizando un sistema para las traviesas polivalentes PR (sujeción AV1) compuesto por los siguientes elementos:

- 8 vainas antigiro extraíbles para sujeción VE de poliamida 6.6 reforzada con 40% de fibra de vidrio para la fabricación del cuerpo de la vaina y poliamida 6 reforzada con un 50% de fibra de vidrio para la fabricación del antigiro.
- 4 tirafondos AV1 de acero para sujeción VE con arandela.
- 2 suplementos de soporte de carril.
- 4 clips elásticos SKL-1 de acero.
- 2 placas de asiento PAE-2 bajo carril de 7mm de espesor de material termoplástico.
- 4 placas acodadas ligeras A2 para carril 60E1 de poliamida 6.6 reforzada con un 35% de fibra de vidrio.

6.4. Aparatos de vía

Para permitir todos los movimientos necesarios de la Variante de Torrellano, así como las conexiones con las líneas existentes 336 *El Reguerón – Alacant Terminal* y 350 *Bif. Benalúa – Bif. Alacant*, se proyectan los aparatos de desvío necesarios.

Los desvíos empleados son del tipo

- DSIH-G-60-318-0,11– CR-D ó I-TC: Esta tipología de aparatos se empleará como desvío en las conexiones de la vía derecha de la Variante con los ramales de mercancías que conectan con las líneas 330 y 336.

Además, colocados sobre las vías generales de la Variante formarán los escapes necesarios en las inmediaciones de las conexiones anteriormente citadas para dar continuidad al itinerario en ambos sentidos a las circulaciones de mercancías.

- DMIH-I-G-60-250-0.11-CR-D-TC: Esta tipología de aparato de desvío se empleará en la conexión del ramal de mercancías de la Variante de Torrellano con la línea 330 en dirección Villena.
- DMIH-I-G-60-500-0.071-CR-D: Este tipo de aparato de desvío se empleará para realizar la conexión de la vía derecha de la Variante con la vía de la línea 330 La Encina – Alacant Terminal, dejando en vía directa la Variante y desviada la que comunica con La Encina.
- DMMH-I-G-60-500-0.071-CR-D y DMMH-D-G-60-500-0.071-CR-D: la combinación de estos dos aparatos de desvío constituirá el escape que conectará la vía de la Encina con la vía izquierda de la Variante en el lado oeste del Canal de Acceso a la estación de Alacant Terminal.
- DMMH-I-G-60-250-0.11-CR-I y DMMH-D-G-60-250-0.11-CR-I: la combinación de estos dos aparatos de desvío constituirá el escape que conectará vía izquierda con la vía derecha en la cabecera de la estación de Alacant Terminal.

A continuación, se indica sobre el esquema de vías la posición de los distintos aparatos de vía necesarios para permitir todos los encaminamientos previstos para la Variante de Torrellano:

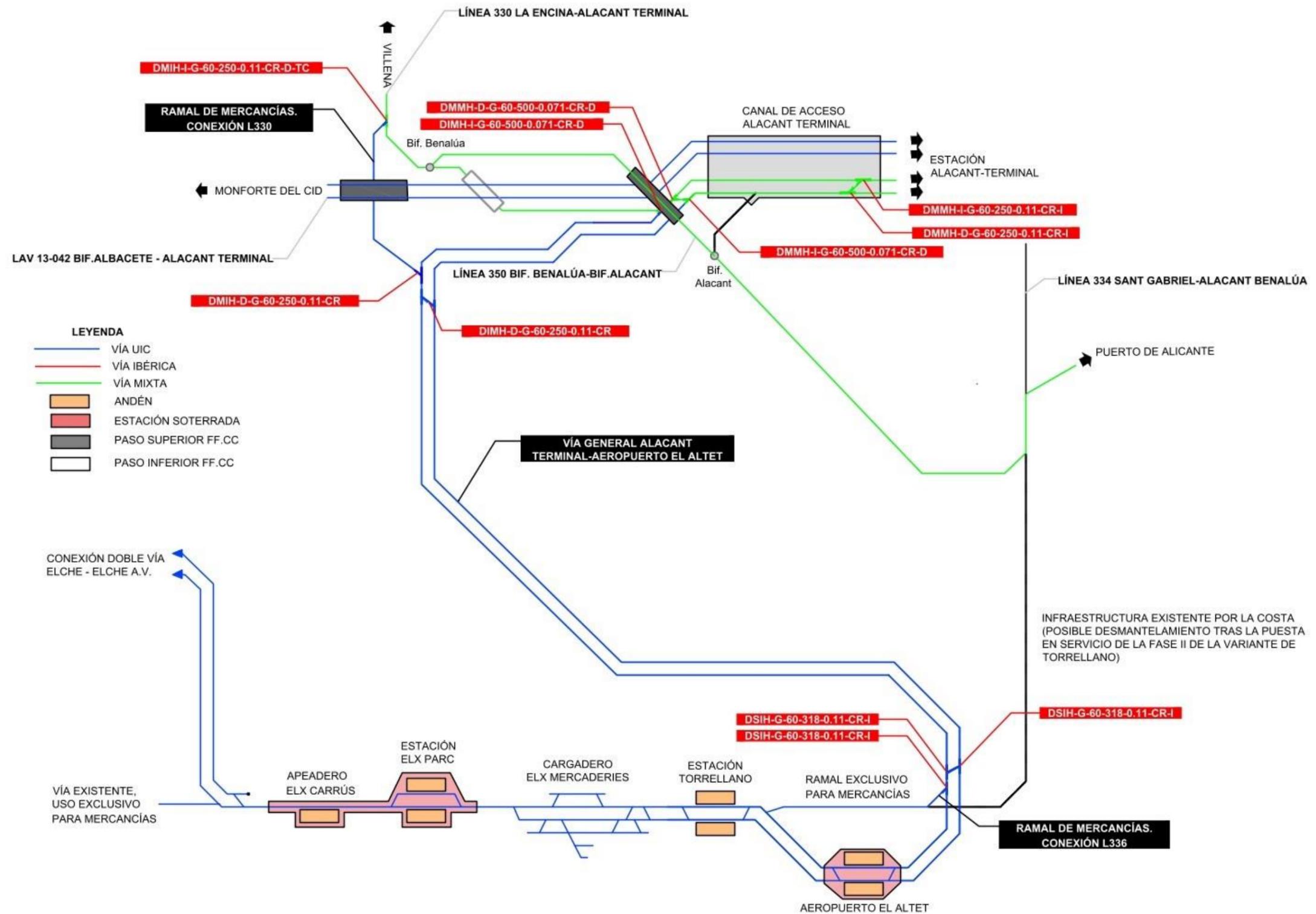


Ilustración 6. Relación de aparatos de desvío dispuestos en la Variante de Torrellano

Para el montaje de los aparatos se seguirán los siguientes pasos:

- Colocación del desvío en su posición definitiva
- Enlace del desvío con la nueva vía
- Instalación de los accionamientos y los comprobadores
- Descarga del balasto necesario para abrigar las traviesas
- Estabilización y a la soldadura del mismo
- Liberación de tensiones.

7. SECCIONES TIPO EMPLEADAS

El diseño de la plataforma ferroviaria de la Variante de Torrellano se ha realizado de acuerdo a la Normativa de Adif Plataforma (N.A.P.) del Administrador de Infraestructuras Ferroviarias (ADIF).

El diseño de la variante se ha realizado teniendo en cuenta la velocidad máxima de circulación de los trenes en el trayecto objeto del estudio. En este caso se trata de una infraestructura con velocidad máxima de circulación de 140 km/h.

Como ya se ha adelantado a lo largo del desarrollo del presente anejo, dadas las características de la red, se ha adoptado el diseño del sistema de **vía convencional sobre balasto**.

La vía sobre balasto se sustenta sobre la plataforma, constituida por la explanación y por la capa de forma, constituida por materiales de mejores características y dotada de pendiente transversal suficiente para contribuir a la evacuación de las aguas pluviales.

Sobre la capa de forma se disponen las capas de asiento, formadas por la capa de subbase (subbalasto), encargada de proteger la superficie de tierras terminada de posibles procesos de erosión y degradación por exposición a los fenómenos

atmosféricos y por la capa de balasto, encargada de transmitir las solicitaciones generadas por el paso de los trenes.

Dadas las características de diseño de la vía, los parámetros fundamentales de diseño se detallan a continuación:

- Ancho de vía: 1.435 mm (UIC).
- Distancia entre ejes de vía: 4,00 m.
- Anchura de Plataforma (Distancia medida entre las aristas extremas de la cara superior de subbalasto):
 - 13,30 metros en secciones en vía doble sobre balasto
 - 8,50 metros en secciones en vía única sobre balasto.
- Anchura del hombro lateral de la banqueta de balasto: 1,10 metros, medidos desde la cara del carril activo.
- Espesor de la capa de forma: 0,60 metros
- Espesor de subbalasto: 0,15 metros
- Espesor banqueta de balasto: 0,30 metros
- Pendiente de la banqueta de balasto: Se adopta un talud 3(H):2(V).
- Pendiente transversal de la plataforma: 5%. En el caso de vía doble, la limatesa se sitúa bajo el eje de entrevías mientras que, en el caso de sección en vía única, la vertiente se realizará hacia uno de los lados.
- La cuneta es de sección trapezoidal con taludes 1 (H): 2 (V), con un ancho mínimo de base de 0,50 metros y profundidad mínima de 0,30 metros.

7.1. Sección tipo en obras de tierra

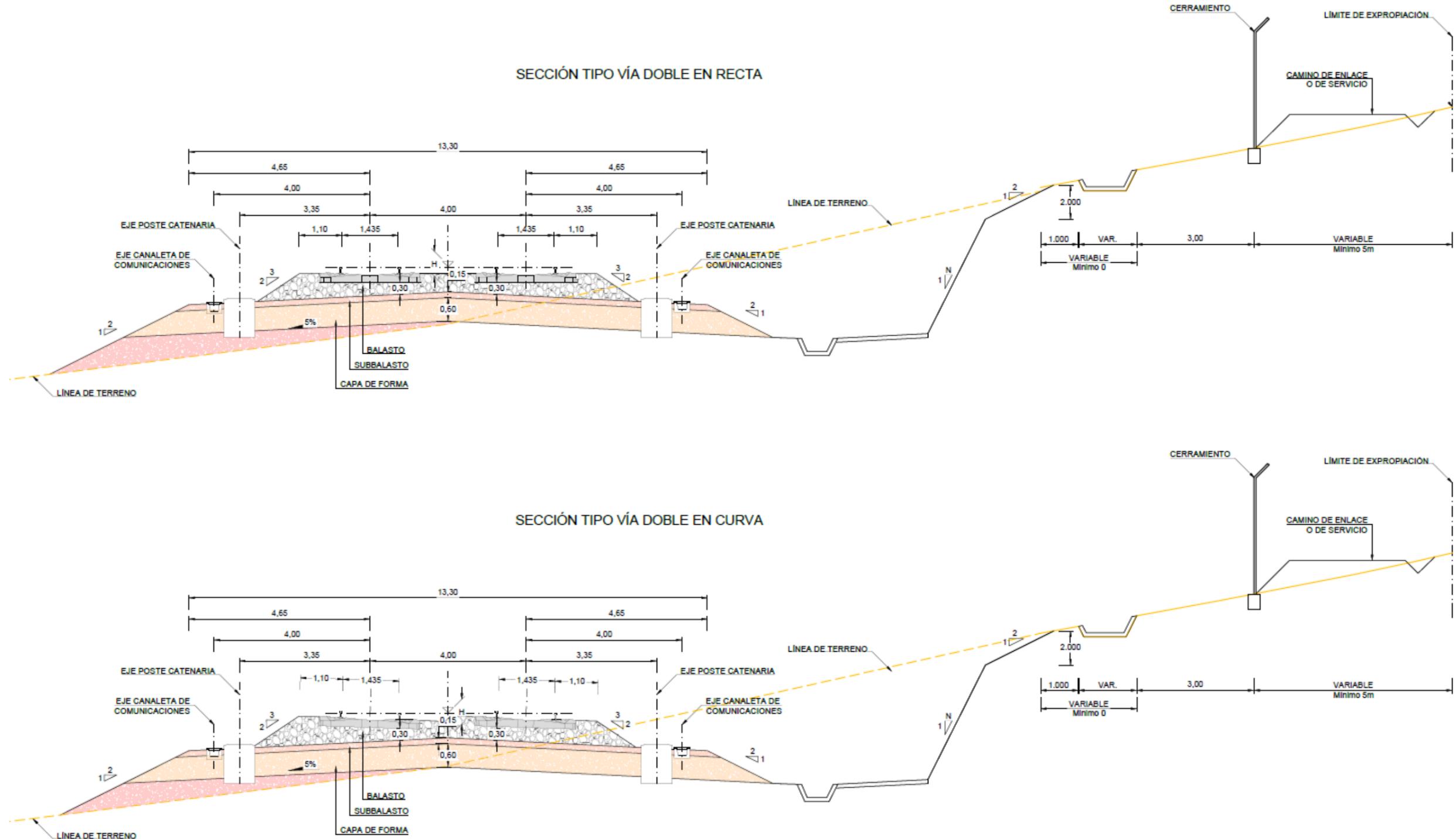


Ilustración 7. Sección tipo en obra de tierra. Vía doble.

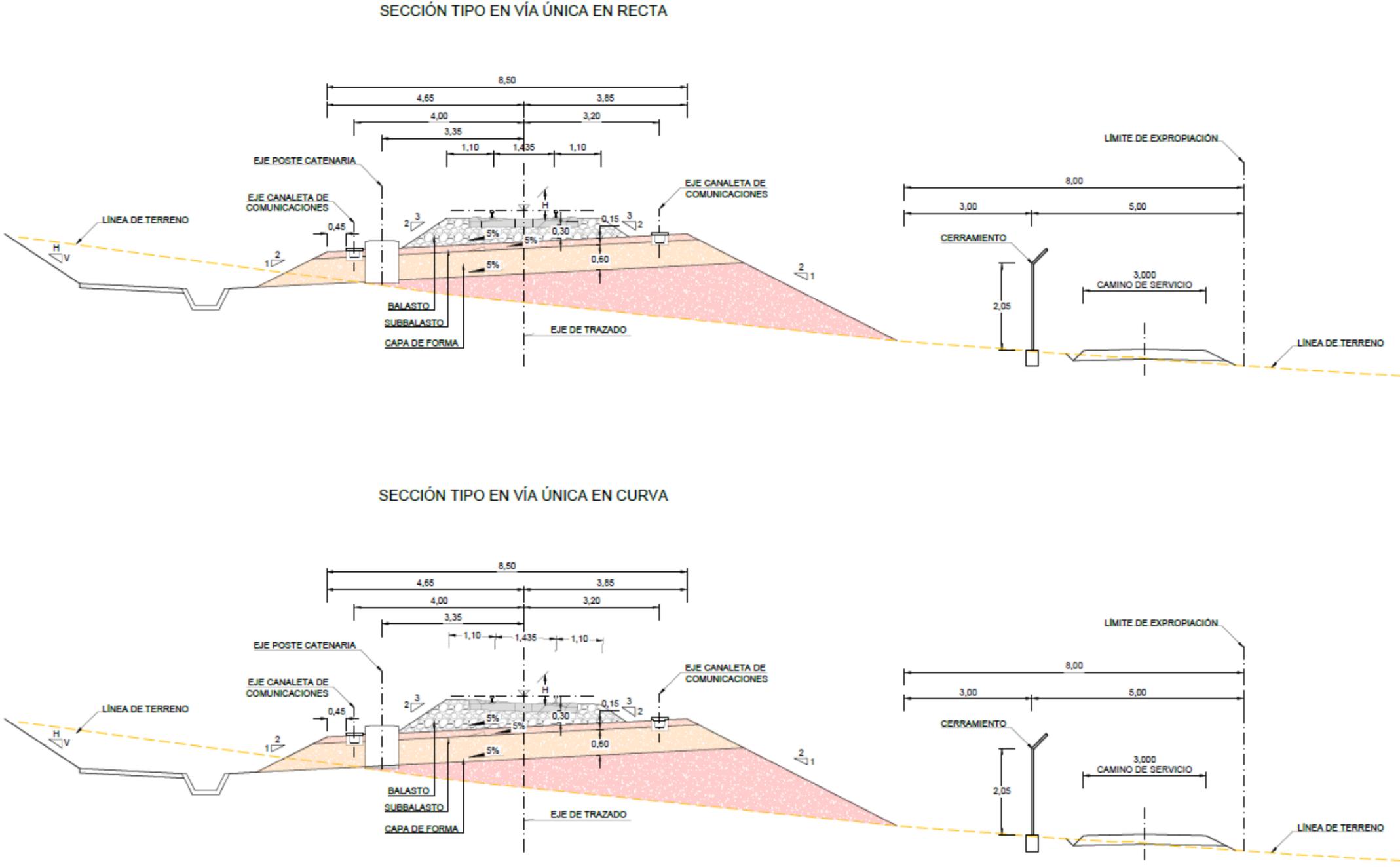
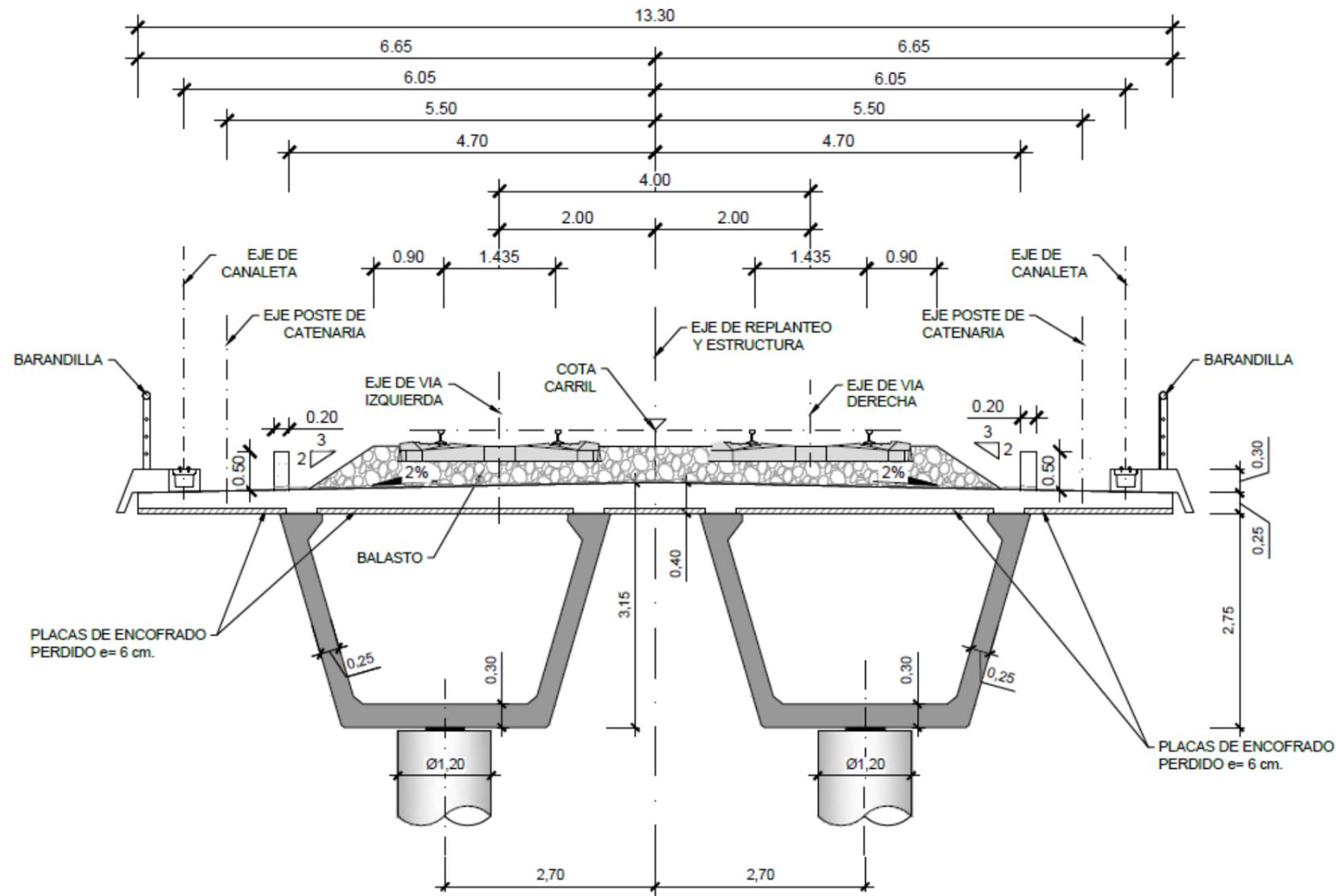


Ilustración 8. Sección tipo en obra de tierra. Vía única.

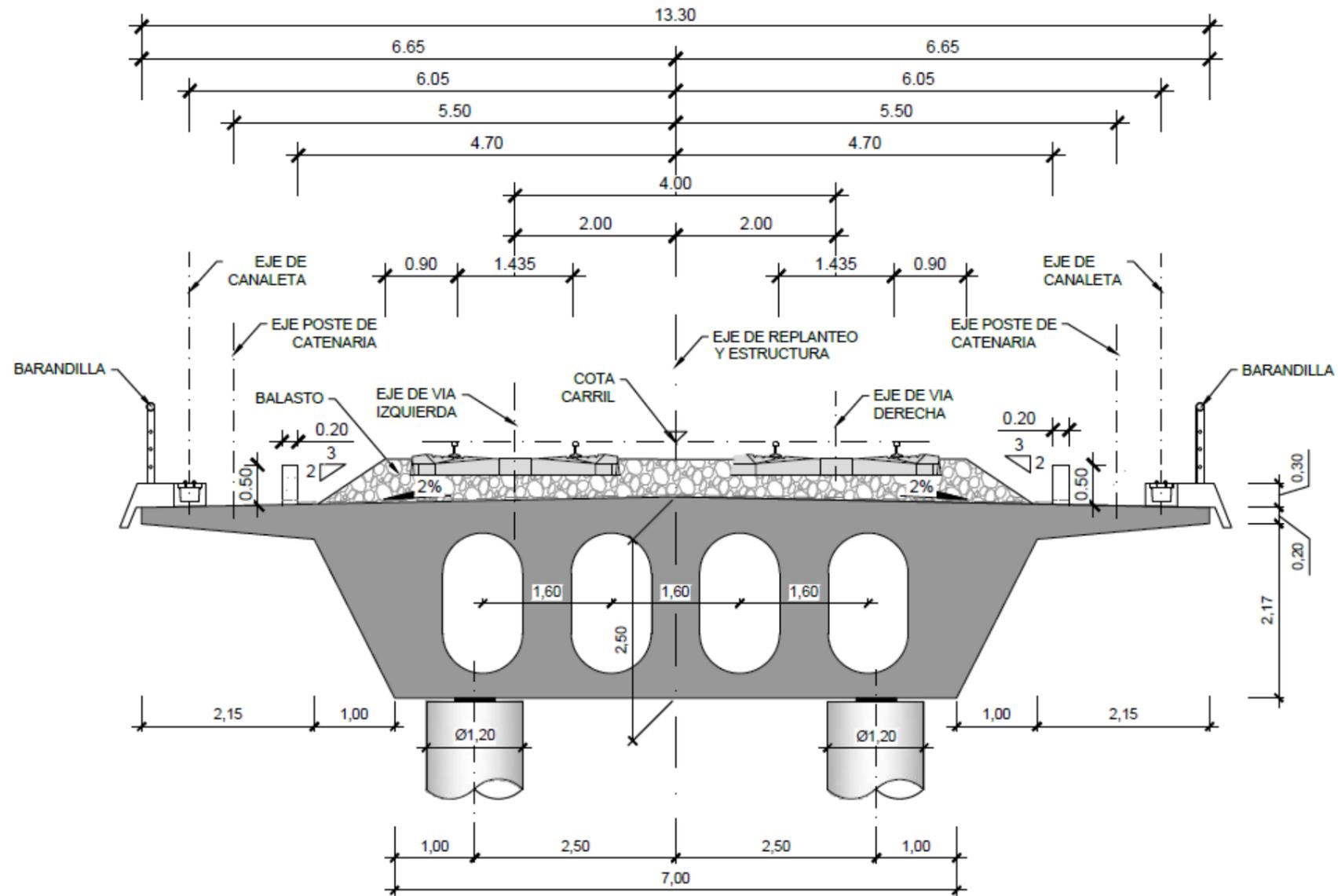
7.2. Sección tipo en estructuras



VIADUCTO SOBRE BARRANCO DE LAS OVEJAS
 VIADUCTO SOBRE N-330A
 VIADUCTO SOBRE A-31

SECCIÓN TIPO EN VIADUCTO VÍA DOBLE

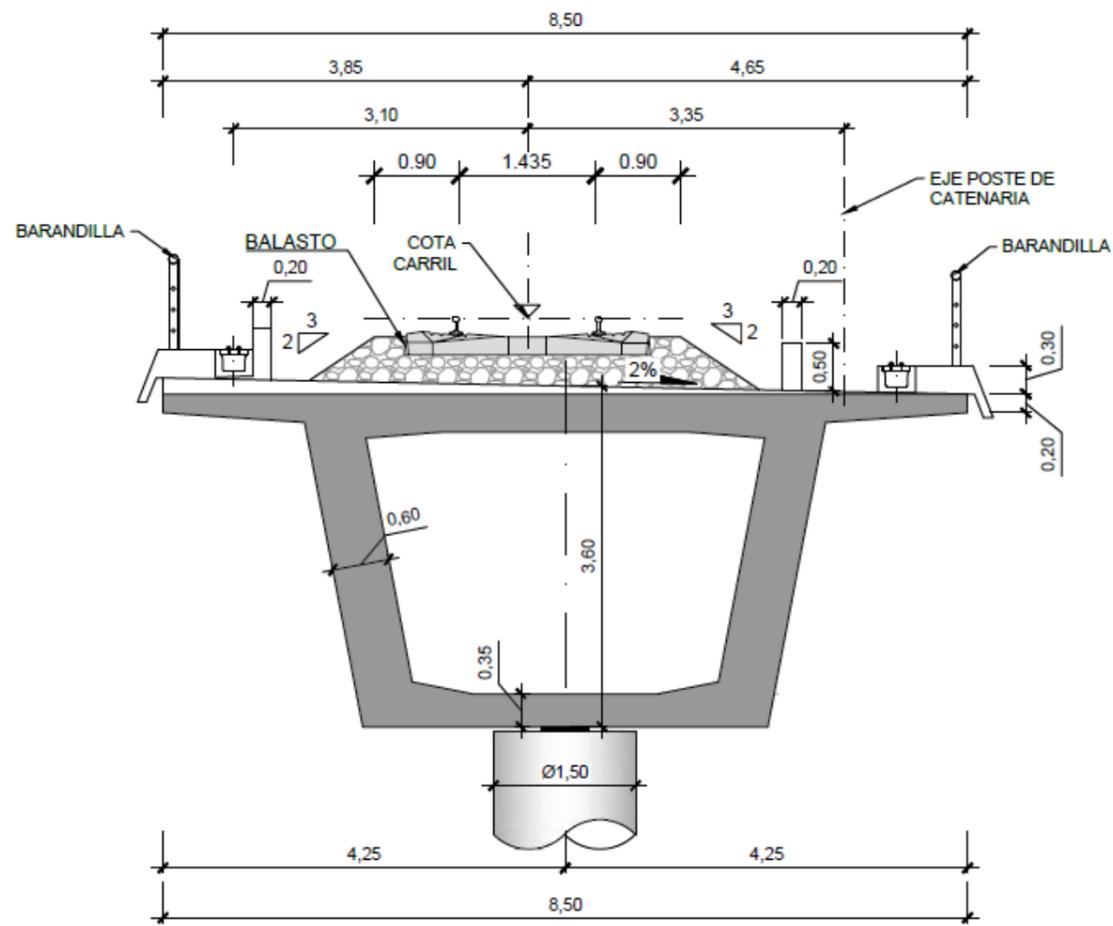
Ilustración 9: Sección tipo vía doble. Viaductos sobre el Barranco de las Ovejas, N-330 y A-31



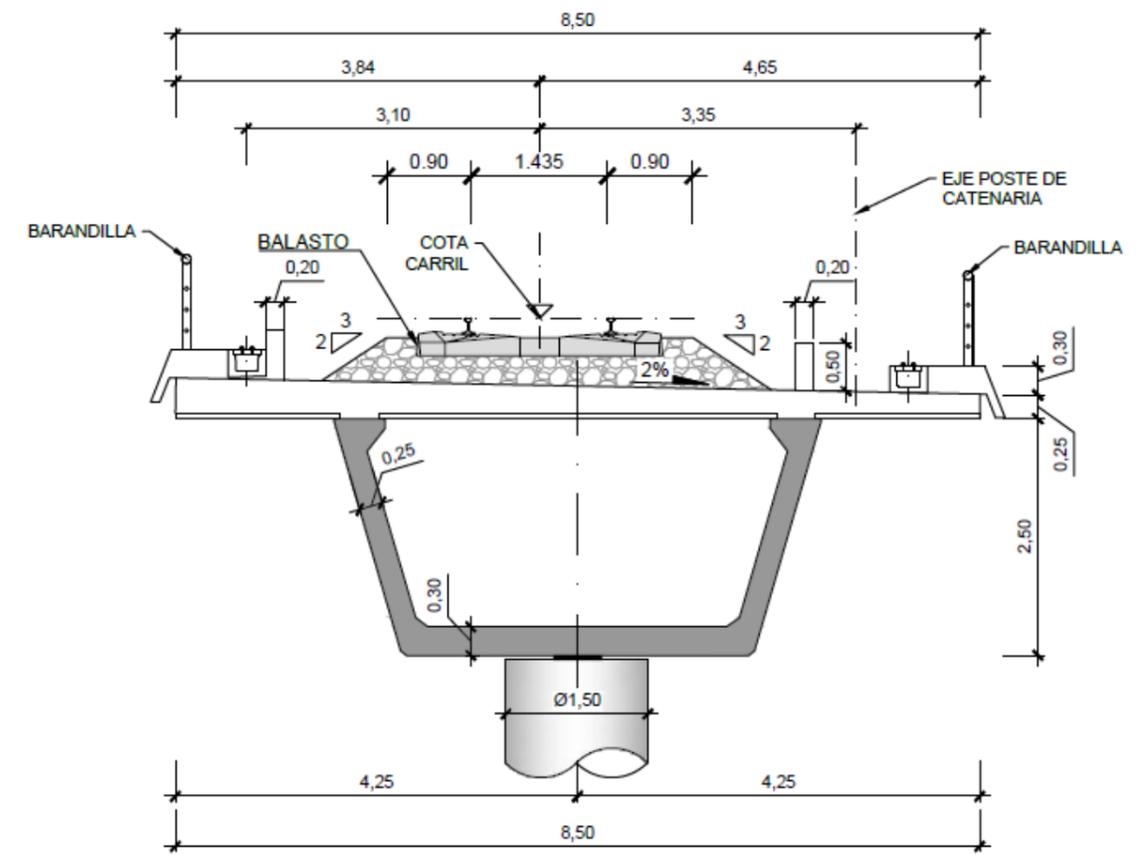
VIADUCTO SOBRE A-79

SECCIÓN TIPO EN VIADUCTO VÍA DOBLE

Ilustración 10. Sección tipo vía doble. Viaducto sobre A-79



VIADUCTO SOBRE BARRANCO DE LAS OVEJAS Y A-70



VIADUCTO SOBRE BARRANCO DE LAS OVEJAS

SECCIONES TIPO EN VIADUCTO VÍA ÚNICA

Ilustración 11. Sección tipo vía única. Viaductos sobre el Barranco de las Ovejas y A-70

7.3. Sección tipo en túneles

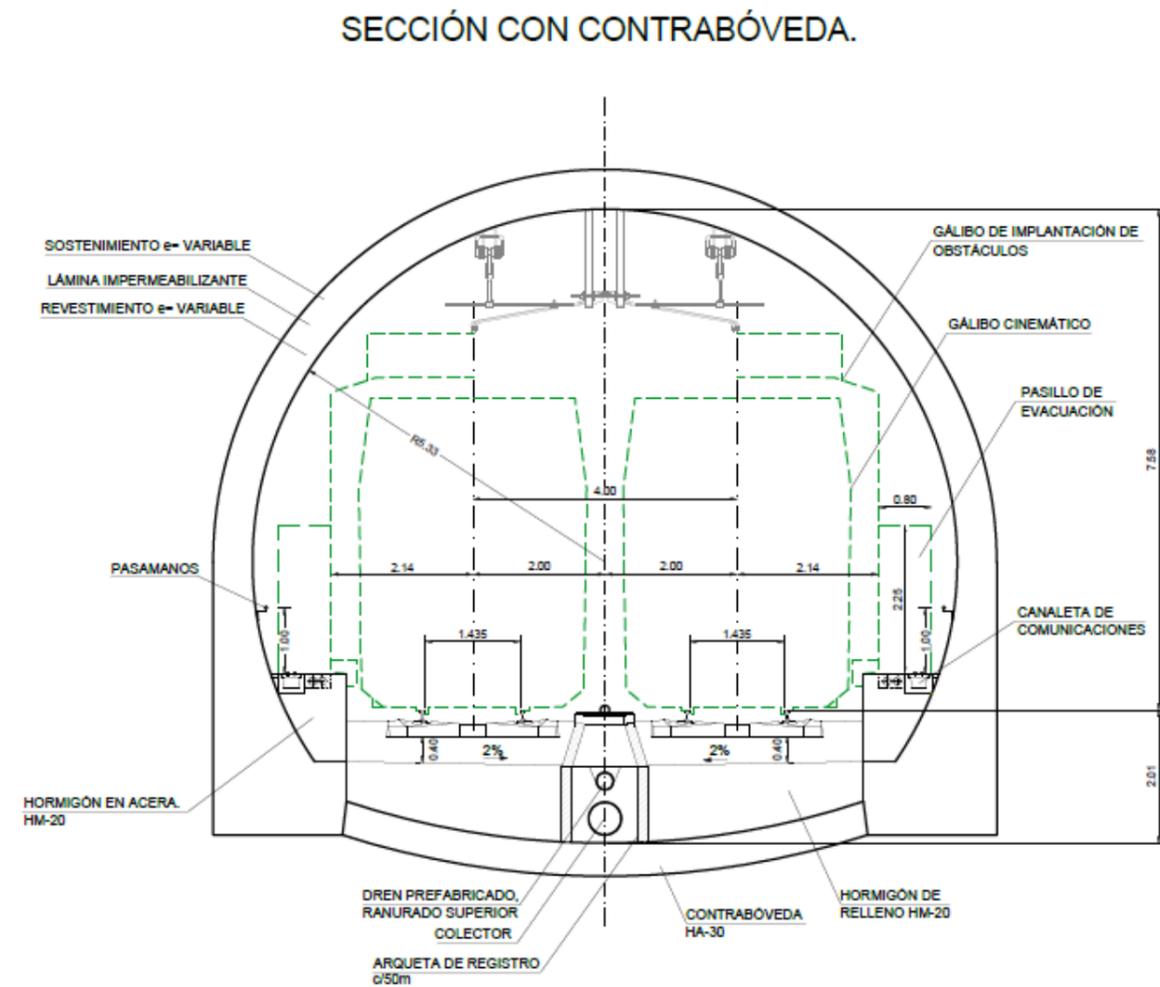
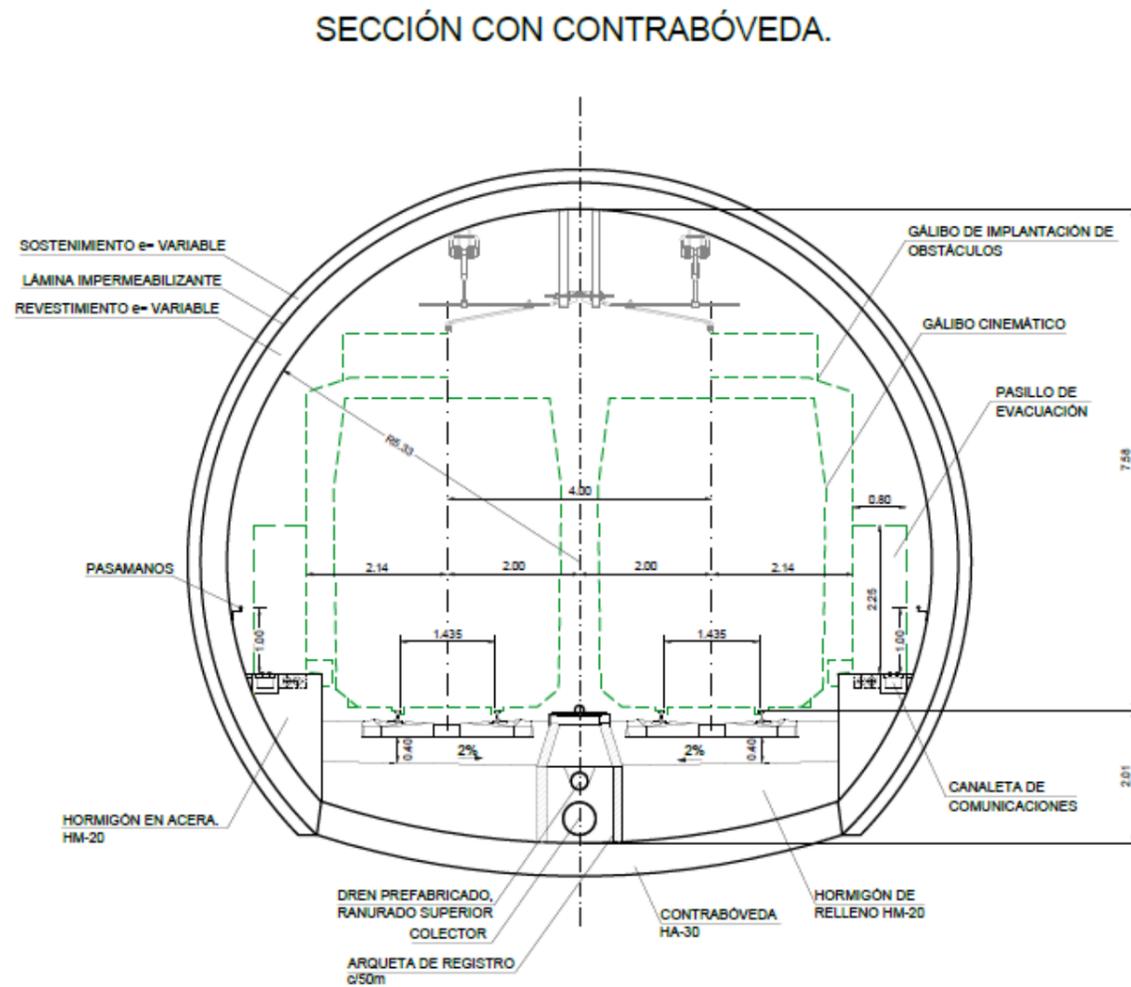


Ilustración 12. Sección tipo Túnel de Colmenares