

**ANEJO Nº 11.
SUPERESTRUCTURA.**

ÍNDICE

1. CRITERIOS GENERALES	2
2. ARMAMENTO DE LA VÍA.....	3
2.1. CARRIL	3
2.2. TRAVIESAS	3
2.2.1. <i>Traviesas en vía sobre balasto</i>	3
2.2.2. <i>Traviesas en vía en placa</i>	4
3. CAPAS DE ASIEN TO.....	5
3.1. VÍA SOBRE BALASTO	5
3.2. VÍA EN PLACA	7
3.3. ZONA DE TRANSICIÓN	8
4. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CAPAS DE ASIEN TO.....	9
5. APARATOS DE VÍA.....	11
6. ELEMENTOS AUXILIARES	12

1. CRITERIOS GENERALES

El objeto del presente anejo es la definición de los elementos asentados sobre la plataforma (superestructura), constituida por carriles fijados sobre traviesas, que a su vez reposan sobre un lecho de materiales incompresibles que forman el balasto u hormigón y demás capas de asiento, a lo que hay que añadir el pequeño material de vía (bridas, sujeciones etc.).

Los objetivos primordiales de los diferentes elementos que constituyen la superestructura de la vía son:

- En primer lugar, servir de guía a los trenes durante su desplazamiento
- En segundo, transmitir las cargas estáticas y dinámicas que soportan las ruedas a la plataforma, a través del conjunto de sus componentes.

Junto a estas dos funciones principales, debe cumplir con otras de muy diferente condición, como las relacionadas con las instalaciones de seguridad (delimita los cantones en que divide la línea) o con la electrificación (sirve como vehículo para el retorno de la corriente eléctrica).

Su correcta definición y dimensionamiento vienen condicionados por diversos aspectos como son:

- Situación geográfica
- Trazado, tanto en planta como en alzado
- Condiciones geológico-geotécnicas del suelo soporte
- Sistema de explotación previsto para la línea
- Presencia de puentes, viaductos, túneles, grandes obras de tierra, etc.
- Material rodante previsto en las circulaciones (cargas por eje, velocidades máximas y mínimas, etc.)

Las vías cuentan con carril de 45 kilogramos tendido sobre traviesas de hormigón monobloque. Los aparatos de desvío son de carril de 54 kilogramos.

Este tramo electrificado de vía única soporta un tráfico de 59 circulaciones de viajeros y 2 de mercancías en ambos sentidos de avance.

Dentro del tramo objeto de proyecto y desde el punto de vista de la superestructura, se distinguen dos tipos claramente diferenciados:

- Vía sobre balasto
- Vía en Placa (En el interior del túnel y acceso de boquillas)

2. ARMAMENTO DE LA VÍA

Se definen a continuación las características del carril, traviesa, sujeciones y resto de elementos constituyentes de la superestructura:

2.1. CARRIL

El carril, como el resto de los componentes, también desempeña sus correspondientes funciones:

- Absorbe, resiste y transmite a las traviesas los esfuerzos recibidos del material motor y móvil, así como los de origen térmico.
- Guía el material circulante con la máxima continuidad, tanto en planta como en alzado.
- Sirve de conductor para el retorno de la corriente.
- Sirve de conductor para las corrientes de señalización de los circuitos de vía.

En la nueva variante de ancho métrico a ejecutar se montará carril nuevo de 54 Kg/ml, E1, grado R260, en barras de 18 metros de longitud con taladro en cada extremo. Las uniones se realizarán con soldadura aluminotérmica.

2.2. TRAVIESAS

Las traviesas desempeñan un importante papel como componentes de una vía férrea, destacando las siguientes funciones:

- Soporte de los carriles, asegurando su separación e inclinación.
- Transmisión al balasto de las cargas que los carriles reciben de los trenes
- Aislamiento eléctrico de los dos carriles que conforman la vía

2.2.1. Traviesas en vía sobre balasto

Se montarán traviesas de hormigón monobloque tipo MM-02 y/o MM-09 de armadura postesada con un espaciamiento entre ellas de 60 cm.

Modelos de traviesas monobloque

TRAVIESAS PARA UN SOLO ANCHO DE VÍA						
Tipo de vía	Modelo	Ancho de vía (mm)	Tipo de carril	Fijación (vaina+clip)	Carga por eje (Tn)	Velocidad máxima (km/h)
Métrica	MM-02	1.000	45-54	SDÜ 21 + SKL1	18	120
	MM-09			VAPE + NABLA		
				VAPE + SKL1		

Las fijaciones utilizadas serán elásticas, tipo SKL-1, que permitan movimientos verticales del carril al paso de las circulaciones y así, amortiguar los choques que se producen, reduciendo los desgastes de los materiales.

2.2.2. Traviesas en vía en placa

Se montarán traviesas bloque tipo Stedef embebidas en una losa de hormigón con un espaciamiento entre ellas de 75 cm.

La parte embebida está protegida por una cazoleta elástica de caucho y reposa sobre una suela microcelular elástica.

Las fijaciones utilizadas serán tipo SKL-1.

La separación en función del radio de curvatura será la indicada en la siguiente tabla:

RADIO (m)	SEPARACIÓN ENTRE TRAVIESAS (m)
100-150	0,70
150-250	0,80
250-400	0,90
> 400	1,00

3. CAPAS DE ASIENTO

Las misiones más importantes de las capas interpuestas entre la traviesa y la explanada abarcan los siguientes aspectos:

- Amortiguar y repartir los esfuerzos transmitidos a la explanada
- Formar un lecho elástico que permita una rodadura más suave
- Permitir establecer la nivelación y el peralte necesario para las vías
- Mejorar las condiciones de evacuación del agua

3.1. VÍA SOBRE BALASTO

Formada por subbalasto y capa de forma, debe diseñarse de modo que proteja la parte superior de la plataforma frente a las heladas y la contaminación por finos, evacue las aguas pluviales, para lo cual debe estar dotado de una pendiente transversal del 5% y contribuir al reparto de cargas sobre la propia plataforma.

Los materiales utilizados de subbase deben ser tal, que permitan el drenaje de las aguas ya que, aunque la mayor parte de las aguas de lluvia se evacuan en el contacto Balasto-Subbase, una fracción de ellas drena a través de la subbase, por lo que debe asegurarse su salida.

La **capa de subbalasto** estará formada por una grava arenosa bien graduada, con un porcentaje de elementos finos para que sea compactable, no se desligue bajo el tráfico de las máquinas durante la obra, sea insensible al hielo y para que proteja la plataforma de la erosión de las aguas de lluvia. Su composición granulométrica tendrá un porcentaje de piedra procedente de machaqueo no menor del 30%.

Los elementos de esta capa deben ser suficientemente duros para resistir las cargas transmitidas por el balasto.

La pendiente de la mencionada capa de asiento será de 3H:2V.

Esta capa de subbalasto debe quedar compactada al 98 por 100 de la densidad Proctor Modificado.

La función de la **capa de forma** es separar las capas de asiento del terreno natural o terraplén. El espesor de esta capa varía en función de las características de la explanada existente y la capacidad portante de la plataforma que se busca. Para la obtención de una plataforma con

capacidad portante P2 ó P3, y de acuerdo con la fig. 4.3.2. de la **N.R.V. 2-1-0.0**, se aportarán los siguientes espesores en función del tipo de explanada existente.

Calidad del suelo soporte	Clase de Capacidad de Carga en la Plataforma	Espesor (cm)	Calidad de la capa de forma
QS1	P2	0,40	QS3
	P3	0,60	QS3
QS2	P2	-----	
	P3	0,40	QS2
QS3	P3	-----	

La capa de forma estará formada por los mismos materiales que se utilicen en la ejecución de los rellenos siempre que cumplan las siguientes especificaciones:

- Estarán exentos de materia vegetal y de materia orgánica.
- Carecerá de elementos de tamaño superior a diez centímetros y su cernido por el tamiz 0,080 UNE será menor del 5% en peso. En caso de utilizar material procedente de machaqueo de rocas, su coeficiente de Desgaste de Los Ángeles no será superior a treinta (30) y el ensayo Deval seco será mayor o igual a nueve (9).
- El ensayo C.B.R. será superior a diez (10).

Finalmente, sobre las capas de asiento se apoya la banqueta de **balasto**. Se empleará balasto tipo "2", procedente del machaqueo y cribado de la piedra extraída en cantera, con granos de forma poliédrica y con aristas vivas.

El espesor mínimo de balasto bajo traviesa en la cara inferior del carril más bajo será de 0,25 m. en todos los casos.

El hombro de la banqueta de balasto en las citadas vías es de 0,75m, el talud a disponer 3H:2V y la pendiente transversal de un 5%, salvo en aquellas secciones en las que no apoya sobre la capa de subbalasto, es decir, en el caso del puente sobre la Ensenada de Olabarrieta, que lo hace directamente sobre una de mortero de nivelación con un bombeo del 2% sobre el tablero.

3.2. VÍA EN PLACA

La vía en placa ofrece importantes ventajas frente a la vía en balasto, como son:

- Mayor grado de precisión en cuanto a nivelación y alineación
- Facilidad de evacuación de los ocupantes y acceso de vehículos en situaciones de emergencia
- El nivel de vibraciones de la vía sin balasto tiene una frecuencia natural menor que la vía sobre balasto.

Los principales inconvenientes que presenta el montaje en vía en placa son: mayor coste de construcción, menores rendimientos en las operaciones de montaje de vía, construcción de una zona de transición para conectarla con la zona sobre balasto y mayores gastos de reparación de los errores en la fase constructiva.

El modelo escogido es el de traviesas bibloque tipo STEDEF. Los bloques de la citada traviesa quedan embebidos en una losa de hormigón por medio de una cazoleta elástica de caucho de forma acanalada que los envuelve en su parte inferior y por los laterales. Entre la parte inferior del bloque y la cazoleta hay un colchón elastomérico que proporciona la amortiguación y elasticidad necesarias.

- El bloque extraíble es un prefabricado de hormigón armado de unos 90 kg de peso, dispuesto entre la placa base y la vía. Sus paredes laterales tienen forma trapezoidal para permitir la inserción y extracción del bloque, una vez ha sido fijado con el hormigón de calado. Este hormigón se introduce cuando los carriles están correctamente situados, para garantizar la precisión requerida en la colocación.
- La cazoleta está realizada con elastómero sintético y aislante, contiene al bloque prefabricado y disipa las vibraciones.
- El montaje de la vía se realiza sobre una losa, de la que se adjuntan características en el documento nº 2 "Planos".
- El conjunto elástico que fija el carril al bloque es una sujeción elástico tipo SKL-1.
- Se coloca una placa de asiento de 7 mm de espesor estática que permita la absorción de vibraciones de altas y muy altas frecuencias.

La vía en placa se ha proyectado desde la junta de contraagujas del aparato nº 2 (PK 93+288) hasta el PK 94+655 situado a la salida del túnel coincidiendo con el final de las traviesas colocadas para la futura duplicación de la vía en fases posteriores al proyecto. Por lo tanto, existen dos tramos de vía en placa en las trincheras de acceso al túnel. Concretamente los tramos de vía en placa a cielo abierto son los siguientes:

Lado Zarautz: P.k. 93+288 - 93+306.00.

Lado Usurbil: P.k. 94+635,07 - 94+690.

El cálculo de la losa se recoge en el anexo al final del anejo

3.3. ZONA DE TRANSICIÓN

Entre la vía sobre balasto y vía en placa se hace necesario la colocación de una zona de transición debido a la diferencia de rigidez entre una superestructura y otra.

Se asemejará a las losas de transición de hormigón realizadas para los pasos superiores de carretera. Esta zona abarcará una longitud mínima de 5 metros y tendrá 0,30 metros de espesor apoyándose sobre una capa de hormigón de nivelación HM-15

Sus características seguirán las figuras adjuntas en el Documento nº 2 "Planos". Estará compuesta por una losa de hormigón armado HA-25 de 5 metros de longitud y 8,30 metros de anchura al igual que la losa.

En la zona donde se produce la conexión con la losa apoyará en un dado transversal de 0,65 metros en la base.

4. DIMENSIONAMIENTO DE LAS CAPAS DE ASIENTO

- **Capa de forma**

Partiendo del Anejo de Geología y Geotecnia se justifica que el suelo es de tipo QS1, por lo que:

Calidad del suelo soporte	Clase de Capacidad de Carga en la Plataforma	Espesor (cm)	Calidad de la capa de forma
QS1	P2	0,40	QS3
	P3	0,60	QS3

En el puente y en el túnel la subbase estará compuesta por hormigón con un 2% de pendiente transversal.

Para realizar las correspondientes comprobaciones y conseguir el dimensionado final, se ha seguido la metodología expuesta en la NRV. 2-1-0.0 y la UIC-719, tomando como datos de partida la capacidad portante de la plataforma (QS1 y QS2), la clasificación de la línea según UIC (grupo 5) y una carga por eje de 22,5 ton.

- **Balasto y Subbalasto**

Siguiendo la **ficha 719 de la UIC.**, se obtienen los siguientes espesores de balasto y subbalasto, para cada uno de los tipos de plataforma propuestos, P2 (Plataforma media) y P3 (Plataforma buena).

El espesor de estas capas viene dado por la expresión:

$$e = E + a + b + c + d + f + g$$

- ❖ **Plataforma P2**

- E = 0,55 (plataforma tipo P2)
- a = -0,10 (grupo 5)
- b = -0,05 (traviesa de hormigón de 2,60 m de longitud)
- c = 0 (dimensionamiento normal)
- d = 0,05 (carga máxima por eje de 22,5 ton)
- f = 0,05 (líneas $V \leq 160$ Km/h)
- g = 0 (sin geotextil)

Se obtiene un valor total de “e” de 0,50 m, repartido en:

- 25 cm de balasto bajo traviesa
- 25 cm de subbalasto

❖ **Plataforma P3**

- E = 0,45 (plataforma tipo P3)
- a = -0,10 (grupo 5)
- b = -0,05 (traviesa de hormigón de 2,60 m de longitud)
- c = 0 (dimensionamiento normal)
- d = 0,05 (carga máxima por eje de 22,5 ton)
- f = 0 (plataforma P3)
- g = 0 (sin geotextil)

Se obtienen un valor total de “e” de 0,35 m, pero teniendo en cuenta los espesores mínimos exigidos por la **NRV 2-0-0.0**, serían:

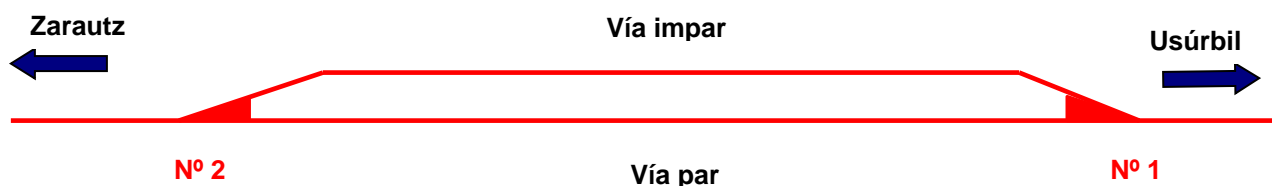
- 20 cm de subbalasto (según la **N.R.V. 2-0-0.0**, deberá ser al menos la mitad del espesor total)
- 20 cm de balasto

Una vez realizado el balance económico de ambas propuestas, se ha optado por una plataforma P2, por tanto, quedan los siguientes espesores:

- Capa de Forma. 40 cm
- Subbalasto. 25 cm
- Balasto. 25 cm

5. APARATOS DE VÍA.

Tal y como indica el Anejo de Trazado, se montarán dos aparatos de desvío al inicio y final de la vía impar, permitiendo la conexión con la vía par.



Los dos aparatos proyectados serán desvíos provistos de carril UIC-54 y traviesas de hormigón monobloque, con la siguiente denominación: **DSMH-B1-UIC54-190-1:10,5-CR.**

A continuación, se incluye un cuadro para el replanteo de los aparatos de vía:

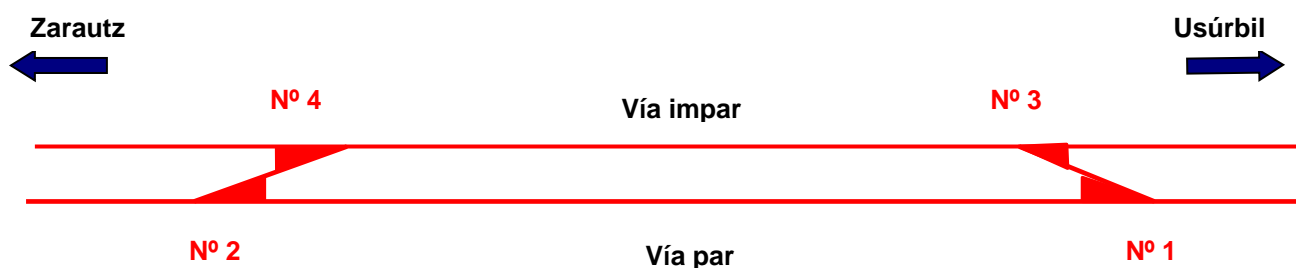
PUNTOS SOBRE EL EJE PRINCIPAL							
Nº APARATO	VÍAS		APARATO	JUNTA DE CONTRAAGUJAS			
	DESV	PPAL		P.K.	X	Y	Z
2	9	2	DSMI	93+289	573622.939	4791193.609	8.144
1	9	2	DSMD	94+702	574976.164	4790948.793	8.989

PUNTOS SOBRE EL EJE PRINCIPAL							
Nº APARATO	VÍAS		APARATO	CENTRO MATEMÁTICO			
	DESV	PPAL		P.K.	X	Y	Z
2	9	2	DSMI	93+303.907	573637.096	4791197.483	8.217
1	9	2	DSMD	94+687.904	574961.497	4790949.291	9.022

PUNTOS SOBRE EL EJE PRINCIPAL							
Nº APARATO	VÍAS		APARATO	TALÓN EJE PRINCIPAL			
	DESV	PPAL		P.K.	X	Y	Z
2	9	2	DSMI	93+327.375	573659.732	4791203.678	8.334
1	9	2	DSMD	94+664.436	574938.043	4790950.105	9.075

PUNTOS SOBRE EL EJE DESVIADO						
Nº APARATO	VÍAS		APARATO	TALÓN EJE DESVIADA		
	DESV	PPAL		X	Y	Z
2	9	2	DSMI	573659.329	4791204.998	8.334
1	9	2	DSMD	574938.129	4790951.493	9.075

En fases posteriores, una vez se desdoble la línea, se montarán dos nuevos aparatos de desvío, de forma que pasen a formar con los colocados en esta fase de proyecto, sendos escapes a la entrada y salida del túnel de Aguinaga, tal y como se muestra en el escape adjunto.



6. ELEMENTOS AUXILIARES

Para la correcta definición de la línea se establecen los hitos kilométricos, hectométricos y de cambio de rasante.