



Entran los puntos del 3.3 al 3.8

NAV 3-4-3.0

NORMA ADIF VÍA

MONTAJE DE VÍA EN BALASTO PARA OBRA NUEVA

2ª EDICIÓN: JUNIO 2025

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa. Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos. TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO POR TERCEROS SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.

CONTROL DE CAMBIOS Y VERSIONES

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
1	ED2 JUNIO 2025	Se actualiza el Objeto de la norma.	1
2		Se actualiza el Apartado "Campo de aplicación", añadiendo referencia a la ETI de Infraestructura, a la TMA 135/2023-IFI y al REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) No 402/2013. Asimismo, se añade referencia a las Especificaciones Técnicas y a la nueva normativa de Adif vigente.	2
3		Se reordenan los antiguos apartados 3 a 12 y 14 a 16 dentro del nuevo apartado 3 (denominado "Actividades y etapas"). Además, se incluye mención a la NAV 7-1-6.0 y a la gestión de residuos de manera general para toda la norma.	3 a 12 y 14 a 16.
4		En el Apartado "Replanteo de vía" (nuevo apartado 3.1): Se actualiza y reordena el apartado completo. Se incorpora mención al RD 1071/2007. Se incorpora subapartado 3.1.1.3.3 "Precisión mínima de los aparatos topográficos". Se incorpora mención al cumplimiento de la Instrucción Ferroviaria de Gálivos y de la IFI-Orden TMA 135/2023. Se incorpora mención a la aplicación de la metodología BIM.	3
5		En el Apartado "Inspección y tratamientos de plataforma" (nuevo apartado 3.2.) se actualiza su contenido.	4
6		En el Apartado "Tratamientos" (nuevo apartado 3.2.3): Se incorpora nuevo apartado 3.2.3.1 "Tratamiento herbicida". Se actualizan y unifican los apartados "Simple tratamiento superficial" y "Doble tratamiento superficial", en un nuevo apartado denominado "Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla" y se adapta su contenido a normativa vigente. Se incorpora referencia al PPT 9-0-1.0 en los tratamientos de subbalasto bituminoso.	4.3

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa. Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos. TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO POR TERCEROS SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
7	ED2 JUNIO 2025	En el Apartado "Acopio previo de materiales" (nuevo apartado 3.3) se añade un párrafo aclaratorio sobre la custodia de los materiales acopiados y la retirada de materiales sobrantes.	5
8		En el Apartado "Acopio de traviesas en base o en zona habilitada de acopio" (nuevo apartado 3.3.2.1) se añaden prescripciones adicionales.	5.2.1
9		En el Apartado "Acopio de traviesas en la traza" (nuevo apartado 3.3.2.2) se añaden nuevas prescripciones.	5.2.2
10		En el Apartado "Balasto" (nuevo apartado 3.3.3): Se añaden prescripciones adicionales. Se añade referencia a la NAV 5-2-0.1.	5.3
11		Se crea un nuevo apartado 3.4 "Colocación de manta antivibratoria".	-
12		En el Apartado "Capa de balasto" (nuevo apartado 3.5): Se sustituyen las referencias a normas UNE por referencia a la ET 03.360.004.0. Se eliminan las dimensiones del "rebaje" en la puesta en obra del lecho de balasto. Se aclaran los espesores finales exigidos en tramos de estructuras y túneles. Se añade una excepcionalidad al espesor de la banqueta de balasto para zonas de andenes.	6
13		Se actualiza y completa el Apartado "Traviesas con suela para estructuras" (nuevo apartado 3.6.1).	7.1
14		Se crea un nuevo apartado 3.6.3 "Transición entre vía sin balasto y vía sobre balasto".	-
15		Se renombra el Apartado "Montaje de carril", pasando a denominarse "Manipulación de carril".	8
16		En el Apartado "Carga en acopio" (nuevo apartado 3.7.1) se eliminan las menciones y subapartados correspondientes a "barra corta" y "barra larga". Además, se incluyen prescripciones adicionales respecto a la carga del carril.	8.1

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
17	ED2 JUNIO 2025	En el Apartado "Descarga de carril en obra" (nuevo apartado 3.7.3): Se actualiza el contenido y prescripciones. Se elimina el rango de valores del par de apriete provisional.	8.3
18		En el Apartado "Colocación del carril y embridado" (nuevo apartado 3.8.2): Se añade el establecimiento de punto de parada. Se añade la necesidad de consideración de las calas de montaje. Se añaden prescripciones referentes a la ejecución de taladros.	9.2
19		En el Apartado "Apriete provisional de la sujeción" (nuevo apartado 3.8.3) se elimina el rango de valores del par de apriete provisional.	9.3
20		En el Apartado "Cupón mínimo" (nuevo apartado 3.8.4) se completa y actualiza su contenido.	9.4
21		En el Apartado "Tolerancias en el ensamblado de vía" (nuevo apartado 3.8.5) se añade el establecimiento de punto de parada y se modifica la tolerancia de ancho de vía, pasando de +4/-2 mm a +4/-3 mm.	9.5
22		En el Apartado "Primer levante estabilizado" (nuevo apartado 3.10.1): Se añade excepcionalidad de secuencia de levantes, opcional, para espesor de la banqueta de balasto bajo traviesa igual o inferior a 30 cm. Se actualiza la tabla de tolerancias.	11.1
23		Se crea un nuevo apartado 3.10.2 "Segundo y tercer levantes": Se traslada a este nuevo apartado parte del contenido del antiguo apartado 11.2, pero actualizando la tabla de tolerancias y añadiendo una excepcionalidad en la secuencia de levantes, opcional, para espesor de la banqueta de balasto bajo traviesa igual o inferior a 30 cm.	-

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
24	ED2 JUNIO 2025	Se crea un nuevo apartado 3.10.3 "Condiciones de ejecución del perfilado".	-
25		En el Apartado "Estado previo de recepción" (nuevo apartado 3.10.4) se mantiene la parte del apartado 11.2 antiguo no trasladada al apartado 3.10.2. Además, se actualizan las prescripciones respecto a los registros de maquinaria y sondeos a realizar en el Estado Previo de Recepción.	11.2.
26		Se crea un nuevo apartado 3.11 "Montaje de aparatos de vía".	-
27		Se crea un nuevo apartado 3.12.1.1.3 "Certificados de los materiales (kits de soldadura)".	-
28		En el Apartado "Proceso de ejecución" (nuevo apartado 3.12.2.2) se elimina la descripción del proceso de ejecución, sustituyéndose por referencias a la ET 03.360.156.8 y a la NAV 3-3-2.6.	11.3.2.2
29		En el Apartado "Criterio de aceptación de las soldaduras" (nuevo apartado 3.12.3) se incorpora la necesidad de auscultación ultrasónica de soldaduras, en cumplimiento de la IFI-Orden TMA 135/2023.	11.3.3
30		El Apartado "Perfilado final de vía" (nuevo apartado 3.14) pasa a denominarse "Perfilado final de la banqueta de balasto".	11.5
31		En el Apartado "Hombro de balasto" (nuevo apartado 3.14.1) se eliminan las dimensiones y pendientes del hombro de balasto.	11.5.1
32		En el Apartado "Perfilado en la caja de la vía" (nuevo apartado 3.14.3.), se modifica el valor de la diferencia de cota entre la parte superior de la traviesa (en su eje) y la parte superior del balasto.	11.5.3
33		Se completa y actualiza el Apartado "Puntos de parada e inspección" (nuevo apartado 3.14.5).	11.6
34		En el Apartado "Estado de recepción" (nuevo apartado 3.15), se añade mención a la velocidad máxima de circulación.	12

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
35	ED2 JUNIO 2025	En el Apartado "Plan de levantes" (nuevo apartado 3.15.1), se añade excepcionalidad de secuencia de levantes, opcional, para espesor de la banqueta de balasto bajo traviesa igual o inferior a 30 cm.	12.1
36		En el Apartado "Obligaciones del contratista" (nuevo apartado 3.15.2), se actualizan las prescripciones respecto a los registros de maquinaria y sondeos a realizar en el Estado de Recepción (se pasa a solicitar un registro continuo (con carro auscultador) de la totalidad del tramo, tanto en Estado de Recepción sin estabilizar, como en Estado de Recepción tras la estabilización).	12.2
37		En el Apartado "Tolerancias" (nuevo apartado 3.15.3) se modifican las tolerancias a exigir en Estado de Recepción y se incluye mención al nuevo Anejo 3.	12.3
38		En el Apartado "Características de la maquinaria" (nuevo apartado 4): Se actualiza su contenido. Se incluye un apartado específico para el estabilizado en puentes y viaductos.	13
39		Se actualiza el contenido del Apartado "Recepción de obra" (nuevo apartado 3.18).	14
40		El Apartado "Puesta en servicio" pasa a denominarse "Puesta a disposición de la infraestructura para pruebas internas" (nuevo apartado 3.16), actualizándose su contenido. Además, se crea un nuevo apartado denominado "Puesta en servicio" (nuevo apartado 3.19). Todo ello sirve para adaptar el contenido de la NAV a los procedimientos internos de Entrada/Puesta en servicio.	16
41		En el Apartado "Auscultación geométrica" (nuevo apartado 3.16.1): Se añade la nivelación transversal, de acuerdo a IFI, en la tabla de auscultaciones. Se incorpora mención al nuevo Anejo 3. Se actualiza el párrafo relativo a la manera de actuar cuando se den discrepancias entre la auscultación geométrica y la comprobación topográfica.	16.1

Revisión		Modificaciones	Puntos Revisados
Nº	Fecha		
42	ED2 JUNIO 2025	En el Apartado "Auscultación dinámica" (nuevo apartado 3.16.2): Se incorporan condiciones de obligatoriedad. Se elimina tabla de umbrales límite de recepción y se sustituye por referencia a NAV 7-1-3.7. Se actualiza el párrafo relativo a la manera de actuar cuando se den discrepancias entre la auscultación dinámica y la comprobación topográfica.	16.2
43		Se actualiza el Apartado "Auscultación ultrasónica de carril" (nuevo apartado 3.16.3).	16.3
44		Se actualiza el Apartado "Entrada en vigor de la norma" (nuevo apartado 5).	17
45		Se actualiza el Apartado "Documentación derogada" (nuevo apartado 6).	18
46		Se actualiza el Apartado "Documentación de referencia" (nuevo apartado 7)	19
47		Se elimina el ANEJO 2 "Proyecto según construido".	ANEJO 2
48		El ANEJO 3, denominado "Actas de recepción de vía", pasa a ser el ANEJO 2.	ANEJO 3
49		Se elimina el ANEJO 4 "Proyecto de liquidación".	ANEJO 4
50		Se elimina el ANEJO 5 "Formato de cuadro de velocidades en planta y alzado".	ANEJO 5
51		Se incorpora un nuevo ANEJO 3 "Modificaciones que entraran en vigor una vez sean recogidas en la IFI-Orden TMA/135/2023".	ANEJO 3

EQUIPO REDACTOR

Grupo de Trabajo GT-204. Montaje de vía.

Propone:  Grupo de trabajo GT-204 Fecha: 17 de junio de 2025	Aprueba: Comité de Normativa Reunión de 18 de junio de 2025
--	---

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa.
Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos.
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO POR TERCEROS SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PÁGINA

1.- OBJETO	13
2.- CAMPO DE APLICACIÓN	13
3.- ACTIVIDADES Y ETAPAS	13
3.1.-REPLANTEO DE VÍA	14
3.1.1.-FASES DE REPLANTEO Y TOLERANCIAS	14
3.1.1.1.-Establecimiento de la red básica.....	14
3.1.1.2.-Establecimiento de la red secundaria	15
3.1.1.3.-Tolerancias y precisiones en el replanteo.....	18
3.1.1.3.1.-Planta	18
3.1.1.3.2.-Alzado	18
3.1.1.3.3.-Precisión mínima de los aparatos topográficos	19
3.1.1.4.-Comprobación de la traza.....	19
3.1.1.4.1.-Plataforma en tierras.....	19
3.1.1.4.2.-Estructuras y túneles.....	20
3.1.1.5.-Encaje del trazado	20
3.1.1.5.1.-Consideraciones generales	20
3.1.1.5.2.-Planta	21
3.1.1.5.3.-Alzado	22
3.1.1.6.-Análisis, validación del trazado y cuadro de velocidades máximas	24
3.1.1.7.-Puntos de marcaje.....	24
3.1.1.7.1.-Puntos de marcaje sobre postes de catenaria y obras de fábrica. Bulones	25
3.1.1.7.2.-Puntos de marcaje sobre el terreno. Piquetes	27
3.1.1.7.3.-Puntos fijos	29
3.1.1.8.-Planos y listados del replanteo	29
3.1.2.-SISTEMAS DE REPLANTEO DE VÍA	29
3.1.2.1.-Flechado y distancia lateral	29
3.1.2.2.-Método de coordenadas absolutas	30
3.2.-INSPECCIÓN Y TRATAMIENTOS DE PLATAFORMA.....	31
3.2.1.-INSPECCIÓN VISUAL.....	31
3.2.2.-INSPECCIÓN GEOMÉTRICA.....	32
3.2.3.-TRATAMIENTOS	32
3.2.3.1.-Tratamiento herbicida	32
3.2.3.2.-Riego con agua o compactación de la plataforma	32
3.2.3.3.-Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla	33
3.2.3.4.-Cuñas de subbalasto	34
3.2.3.5.-Refino y escarificación de subbalasto.....	34
3.2.3.6.-Tratamiento de subbalasto bituminoso	34
3.3.-ACOPIO PREVIO DE MATERIALES.....	35
3.3.1.-CARRIL	35

3.3.1.1.-Barra larga	36
3.3.1.2.-Barra corta	36
3.3.2.-TRAVIESAS	37
3.3.2.1.-Acopio de traviesas en base o en zona habilitada de acopio	37
3.3.2.2.-Acopio de traviesas en la traza	37
3.3.3.-BALASTO	38
3.3.3.1.-Cargaderos de balasto	39
3.3.3.1.1.-Vía cargadero en vía de apartado	39
3.3.3.1.2.-Vía cargadero en vía general	39
3.3.3.1.3.-Muros cargadero de balasto	39
3.3.3.2.-Maquinaria en acopio	40
3.3.3.3.-Desvíos de segundo uso para acceso al acopio de balasto	40
3.4.-COLOCACIÓN DE MANTA ANTIVIBRATORIA	41
3.5.-CAPA DE BALASTO	41
3.5.1.-LECHO DE BALASTO	41
3.5.1.1.-Puesta en obra	41
3.5.1.2.-Espesor del lecho de balasto	44
3.5.2.-ANCHO DE LA SUPERFICIE	44
3.5.3.-CONTROL GEOMÉTRICO	44
3.5.4.-ZONAS DE APARATOS DE VÍA	44
3.6.-POSICIONADO DE TRAVIESAS SOBRE LECHO DE BALASTO	44
3.6.1.-TRAVIESAS CON SUELA PARA ESTRUCTURAS	45
3.6.2.-TRANSICIONES DE LOS APARATOS DE VÍA	48
3.6.3.-TRANSICIÓN ENTRE VÍA SIN BALASTO Y VÍA SOBRE BALASTO	48
3.6.4.-MAQUINARIA A EMPLEAR	48
3.7.-MANIPULACIÓN DE CARRIL	49
3.7.1.-CARGA EN ACOPIO	49
3.7.2.-TRANSPORTE DE LOS CARRILES	49
3.7.3.-DESCARGA DE CARRIL EN OBRA	50
3.7.3.1.-Condiciones generales	50
3.7.3.2.-Maquinaria necesaria	52
3.7.3.2.1.-Rodillos de deslizamiento y guiado	52
3.7.3.2.2.-Tren carrilero con vagón de descarga en cola o descarga lateral	53
3.7.3.2.3.-Pórticos de descarga, tractores de tiro o similares	53
3.7.3.3.-Descarga en vía directora	53
3.7.3.4.-Descarga en vía paralela	54
3.8.-ENSAMBLADO DE VÍA	54
3.8.1.-ESCUADRADO DE TRAVIESAS	55
3.8.2.-COLOCACIÓN DEL CARRIL Y EMBRIDADO	55
3.8.3.-APRIETE PROVISIONAL DE LA SUJECIÓN	57
3.8.4.-CUPÓN MÍNIMO	58
3.8.5.-TOLERANCIAS EN EL ENSAMBLADO DE VÍA	58

3.9.- RIEGOS DE BALASTO	59
3.10.- OPERACIONES PARA LLEGAR AL ESTADO PREVIO DE RECEPCIÓN	60
3.10.1.- PRIMER LEVANTE ESTABILIZADO	60
3.10.2.- SEGUNDO Y TERCER LEVANTES.....	62
3.10.3.- CONDICIONES DE EJECUCIÓN DEL PERFILADO.....	65
3.10.4.- ESTADO PREVIO DE RECEPCIÓN	65
3.11.- MONTAJE DE APARATOS DE VÍA.....	65
3.12.- SOLDADURAS.....	66
3.12.1.- SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA.....	66
3.12.1.1.-Requisitos previos.....	66
3.12.1.1.1.- Plan de soldaduras.....	66
3.12.1.1.2.- Permisos de los soldadores	66
3.12.1.1.3.- Certificados de los materiales (kits de soldadura).....	66
3.12.1.1.4.- Estado geométrico de la vía	66
3.12.1.2.-Proceso de ejecución	66
3.12.2.- SOLDADURA ELÉCTRICA	67
3.12.2.1.-Requisitos previos.....	67
3.12.2.2.-Proceso de ejecución	67
3.12.3.- CRITERIO DE ACEPTACIÓN DE LAS SOLDADURAS.....	67
3.13.- NEUTRALIZACIÓN DE TENSIONES Y APRIETE DEFINITIVO.....	68
3.14.- PERFILADO FINAL DE LA BANQUETA DE BALASTO	68
3.14.1.- HOMBRO DE BALASTO	68
3.14.2.- PERFILADO BAJO EL PATÍN	68
3.14.3.- PERFILADO EN LA CAJA DE LA VÍA.....	68
3.14.4.- PERFILADO EN LA ENTREVÍA	68
3.14.5.- PUNTOS DE PARADA E INSPECCIÓN	69
3.15.- ESTADO DE RECEPCIÓN.....	71
3.15.1.- PLAN DE LEVANTES.....	71
3.15.2.- OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA	72
3.15.3.- TOLERANCIAS.....	73
3.16.- PUESTA A DISPOSICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PARA PRUEBAS INTERNAS.....	74
3.16.1.- AUSCULTACIÓN GEOMÉTRICA.....	74
3.16.2.- AUSCULTACIÓN DINÁMICA.....	76
3.16.3.- AUSCULTACIÓN ULTRASÓNICA DE CARRIL.....	77
3.17.- TRATAMIENTO DE PERFIL Y AMOLADO PREVENTIVO DE CARRIL	77
3.18.- RECEPCIÓN DE OBRA	78
3.18.1.- PROYECTO SEGÚN CONSTRUIDO (AS BUILT)	78
3.18.2.- ACTAS DE RECEPCIÓN DE VÍA	78
3.18.3.- ACTAS DE RECEPCIÓN DE OBRA.....	79
3.18.4.- PROYECTO DE LIQUIDACIÓN	79
3.19.- PUESTA / ENTRADA EN SERVICIO	79

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa.
Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos.
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO POR TERCEROS SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.

4.- CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA	79
4.1.- CONSIDERACIONES GENERALES	79
4.2.- BATEADORA	80
4.3.- ESTABILIZADOR	81
4.3.1.- GENERALIDADES	81
4.3.2.- ESTABILIZADO EN PUENTES Y VIADUCTOS.....	81
4.4.- PERFILADORA	81
5.- ENTRADA EN VIGOR DE LA NORMA	82
6.- DOCUMENTACIÓN DEROGADA	82
7.- NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA	82
I.ANEJO 1. INFORME TOPOGRÁFICO	85
II.ANEJO 2. ACTAS DE RECEPCIÓN DE VÍA	88
III.ANEJO 3. MODIFICACIONES QUE ENTRARÁN EN VIGOR UNA VEZ SEAN RECOGIDAS EN LA IFI- Orden TMA/135/2023	93

1.-OBJETO

La presente norma tiene como finalidad definir y describir, de forma secuencial, las operaciones que es preciso realizar al montar una vía de nueva construcción sobre balasto, de los diferentes tipos de vías administradas por Adif y Adif AV (en adelante Adif), e indicar las prescripciones que han de regir para realizar dichas operaciones.

2.-CAMPO DE APLICACIÓN

Las prescripciones de esta norma se refieren exclusivamente a las actuaciones de montaje de vía sobre balasto en la ejecución de un subsistema de infraestructura nuevo (entendiéndose como tal lo indicado en la ETI de Infraestructura y en la TMA 135/2023-IFI).

Quedan excluidas las actuaciones cuyas consideraciones generales se definen en la NAV 7-1-3.7 para sistemas de vía existentes, así como los sistemas de montaje de vía sin balasto descritos en la NAV 7-1-0.7. Asimismo, tampoco es objeto de esta norma el montaje de los aparatos de vía (ya recogido en las normas NAV 7-1-3.3, NAV 7-1-3.4, NAV 7-1-3.5 y NAV 7-1-3.6).

Todos los materiales que componen la superestructura de vía y que cuenten con una Especificación Técnica de Adif deberán cumplir las prescripciones contenidas en ésta, salvo que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Proyecto indique lo contrario.

Las actuaciones objeto de esta norma, en cumplimiento del Reglamento Delegado 2018/762, deben tener como referencia, en relación con la aplicación de los principios de aceptación del riesgo para controlar los peligros identificados en fase de obra, el Reglamento 402/2013.

3.-ACTIVIDADES Y ETAPAS

Las actividades y etapas previstas en todo el proceso son las siguientes:

- Replanteo de vía.
- Inspección y tratamientos de plataforma.
- Acopio previo de materiales.
- Colocación de manta antivibratoria.
- Formación de capa de balasto.
- Posicionado de traviesas sobre lecho de balasto.
- Manipulación de carril.
- Ensamblado de vía.
- Riegos de balasto.
- Operaciones para llegar al Estado Previo de Recepción.
- Soldaduras.
- Neutralización de tensiones y apriete definitivo.
- Perfilado final de la banqueta de balasto.
- Estado de recepción.
- Puesta a disposición de la infraestructura para pruebas internas.

- Tratamiento de perfil y amolado preventivo de carril y de los aparatos de vía.
- Recepción de obra.
- Puesta / entrada en servicio.

Para la ejecución de muchas de las operaciones que se detallan a lo largo de la presente norma se emplea maquinaria pesada de vía. La descripción y requisitos generales a exigir para algunas de las máquinas utilizadas se encuentran en la norma NAV 7-1-6.0.

La gestión de los residuos que se generen en cada actuación será conforme al Plan de Calidad y Medio Ambiente, al Plan de Gestión de Residuos, si los hubiere, o a la legislación vigente en cada momento.

3.1.-REPLANTEO DE VÍA

Previamente al inicio de los trabajos de montaje de vía se debe hacer una comprobación, en planta y en alzado, de la plataforma ejecutada. Este replanteo tiene como finalidad establecer un sistema de marcas que sirva para montar la vía y tender la capa de balasto en su ubicación definitiva, de modo que esta posición absoluta pueda reproducirse en cualquier momento.

El sistema geodésico de referencia es el Global ETRS89¹, según regula el Real Decreto 1071/2007. También se tendrá en cuenta el uso del modelo geoidal EGM-08-REDNAP, adaptando el modelo gravimétrico EGM08 al marco de referencia vertical dado por la REDNAP (Red Española de Nivelación de Alta Precisión).

3.1.1.-Fases de replanteo y tolerancias

Las fases del replanteo son:

1. Establecimiento de la Red básica.
2. Establecimiento de la Red secundaria.
3. Comprobación de la traza.
4. Encaje del trazado.
5. Análisis, validación del trazado y cuadro de velocidades máximas.
6. Puntos de marcaje.
7. Planos y listados del replanteo.

3.1.1.1.-ESTABLECIMIENTO DE LA RED BÁSICA

La Red Básica se compone de un conjunto de hitos topográficos que se establecen como base para el replanteo general de toda la obra. Se iniciará y finalizará en los vértices geodésicos del Instituto Geográfico Nacional (IGN), sus bases se situarán fuera de la explanación de la futura vía, para evitar movimientos de éstas producidos por asientos del terreno, y la longitud máxima de sus lados deberá ser de 1.500 m y, excepcionalmente, 2.000 m. Estos hitos se ubicarán, preferentemente, en zonas expropiadas.

¹ En documentos anteriores al 1 de enero de 2015 es posible que la información geográfica y cartográfica oficial estuviera compilada en cualquiera de los dos sistemas autorizados entonces (ED50 o ETRS89).

En algunos casos, se podría dar la situación de que ya exista en la zona de actuación una red básica establecida previamente para Adif, en cuyo caso podrá ser utilizada.

Las dimensiones de la base del hito serán de un metro de ancho, un metro de largo y un metro de profundidad (1,0 m×1,0 m×1,0 m). El resto de las dimensiones serán análogas al hito de centrado forzoso de la red secundaria referido en el apartado 3.1.1.2.

Se partirá de esta red básica para dotar a los hitos de la red secundaria de sus nuevas coordenadas (ver apartado siguiente).

Para proveer a los hitos de sus coordenadas, y siempre que sea posible en zonas en las que exista una buena densidad de estaciones de referencia GPS y se haya efectuado un riguroso cálculo de la Red, se recomienda la utilización de las redes virtuales VRS (*Virtual References Stations*). Para ello se deberán cumplir las tolerancias y precisiones establecidas.

3.1.1.2.-ESTABLECIMIENTO DE LA RED SECUNDARIA

Partiendo de una red básica de vértices se establecerá una red secundaria mediante bases con referencias de nivelación que se apoyarán en las cotas de las NAP² del IGN.

Se procederá a la observación de la totalidad de los hitos de la red secundaria de la obra y a su posterior ajuste mediante poligonal, para eliminar los pequeños errores residuales propios de la observación GPS.

En plataforma en tierras, la red secundaria estará formada por hitos de centrado forzoso (HCF) constituidos por un tubo de PVC de 0,20 metros de diámetro y 1,20 metros de altura, relleno de hormigón HM-20, en el que se colocará una pieza de acero galvanizado para el sistema de centrado forzoso. Dicho tubo irá empotrado en una base cuadrada de hormigón de 1,0 metro de lado y 0,6 metros de profundidad, y se implantarán dentro de la plataforma de la vía.

La pieza de centrado forzoso estará formada por una placa circular de diámetro 190 mm, donde, en la parte inferior, se soldarán 3 redondos de diámetro 10mm y de 180 mm de longitud. En el centro de la placa circular se colocará un tornillo galvanizado de rosca W5/8 y de 15,8 mm de diámetro, que sobresaldrá 12mm de altura con respecto a la placa.



Imagen 1. Hito materializado en plataforma en tierras.

² Nivelaciones de Alta Precisión.



Imagen 2. Detalle de hito materializado en plataforma en tierras.

En túneles, los hitos estarán formados por plataformas desmontables, las cuales se sujetarán por un extremo a la pared y se anclarán mediante soportes colocados para tal fin, tal y como se muestra en la imagen siguiente.



Imagen 3. Detalle de hito en hastial de túnel.

Sólo en los casos en que las obras de infraestructura dejen instaladas en el túnel las bases formadas por perfiles metálicos, éstas podrán ser utilizadas por las obras de montaje de vía. En el resto de los casos se instalarán las bases descritas anteriormente. Deberán ser retiradas si se incumplen las dimensiones mínimas para los pasillos de evacuación establecidas por la ETI correspondiente.

Los criterios para colocar los hitos en la plataforma son los siguientes:

- En tramos rectos se colocarán cada 250 metros, como máximo, y en zigzag.
- En tramos curvos se colocarán cada 250 metros, como máximo, y en la parte exterior de la curva, para permitir visuales a todos los puntos de marcaje (piquetes o bulones).

- Desde cada hito se debe poder visualizar tanto el hito anterior como el posterior. Si debido al trazado no es posible que se cumpla esta condición, será exigible una mayor densidad de hitos, reduciendo las distancias entre éstos prescritas anteriormente.
- En zonas de bifurcación de vías, los hitos no deben invadir la zona del piquete de vía libre.
- El eje del hito se colocará a 2,95 metros del eje de la vía para tener visual a los puntos de marcaje.
- En los túneles se colocarán cada 150 metros como máximo. Si las condiciones de trazado exigen una mayor densidad de hitos, se reducirá esta distancia para que desde cualquier hito se garantice la visibilidad del anterior y posterior.

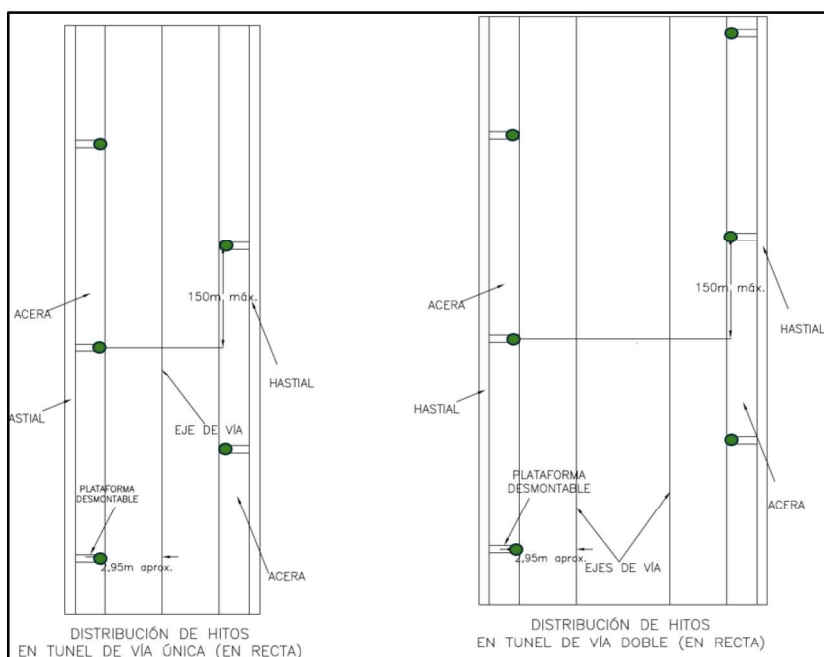


Imagen 4. Detalle de colocación de hitos en "zigzag" en túnel en tramo recto.

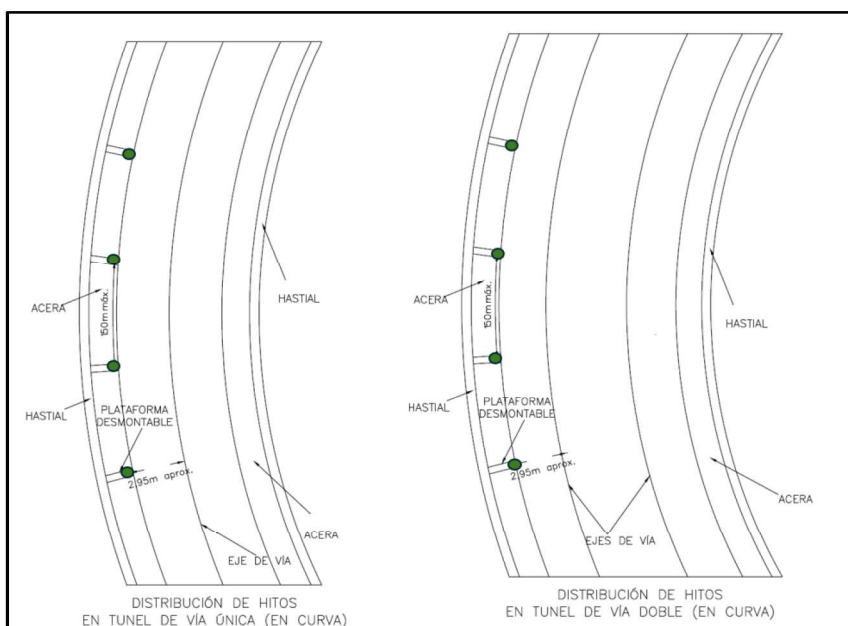


Imagen 5. Detalle de colocación de hitos en túnel en tramo curvo.

Una vez se haya terminado la colocación de los hitos se procederá a dotarlos de coordenadas (X, Y, Z) partiendo de la red básica. Mediante estaciones totales o GPS se realizará la poligonal en el tramo, apoyándose en estos hitos. La nivelación se realizará con nivel de precisión.

Se efectuará la toma de datos del 100% de los HCF y se generará un listado que contendrá la numeración del hito, el PK, la vía en la que se encuentra y sus coordenadas (X, Y, Z). Para la toma de datos de las coordenadas de los HCF se realizarán, al menos, cuatro medidas en Círculo Directo y Círculo Inverso.

Los hitos se marcarán con numeración correlativa, visible e indeleble, desde el inicio del tramo. Es obligación del contratista el mantenimiento de esta red de hitos a lo largo de toda la obra.

3.1.1.3.-TOLERANCIAS Y PRECISIONES EN EL REPLANTEO

3.1.1.3.1.-Planta

Medición de distancias:

- Desviación de las abscisas y de las ordenadas: $dx= dy= \pm \left(2 + \frac{s}{1000}\right)$ mm
- Desviación de la longitud: $ds= \sqrt{dx^2 + dy^2} \leq 2 + \frac{s}{500}$

En las que:

$dx=$ desviación de la abscisa.

$dy=$ desviación de la ordenada.

$s=$ longitud en metros.

$ds=$ desviación de la longitud.

3.1.1.3.2.-Alzado

Se realizará una nivelación formada por anillos de una longitud máxima de 5 km, empleando como puntos de paso todos los hitos de la red, mediante un nivel de línea, láser o automático de precisión en itinerario de ida y vuelta. Las tolerancias serán:

- $Dz= \pm 7 \text{ mm} \cdot \sqrt{k}$
- $\Delta z= \pm (2 + 2\sqrt{k})$ mm

En las que:

$Dz=$ diferencia entre las dos nivelaciones de ida y vuelta.

$\Delta z =$ desviación de la diferencia de cota entre dos puntos consecutivos.

$k=$ distancia en kilómetros.

3.1.1.3.3.-Precisión mínima de los aparatos topográficos

Las precisiones mínimas de los aparatos topográficos a utilizar serán las siguientes:

- Estación total
 - Precisión angular: 10 cc como máximo (siendo deseable 1 cc).
 - Medición de distancias: 2 mm $\pm$ 2 ppm.
- Nivel óptico:
 - Precisión: 1,5 mm/k.

Símbolos y unidades:

- cc: segundos centesimales.
- mm: milímetros.
- ppm: partes por millón.
- k: longitud del tramo de nivelación simple en km.

3.1.1.4.-COMPROBACIÓN DE LA TRAZA

Una vez terminadas la red básica y la secundaria, y apoyándose en ellas, se procederá a hacer un levantamiento topográfico de la plataforma. Este levantamiento se podrá realizar mediante estaciones totales o GPS.

Para la comprobación de la plataforma se tomarán perfiles cada 20 m, que se podrán densificar en caso de considerarse necesario.

3.1.1.4.1.-Plataforma en tierras

Vía doble

Para la comprobación de la plataforma en tierras se han de tomar las coordenadas, como mínimo, en siete (7) puntos de cada perfil. Un punto se tomará en los finales de la plataforma, otro punto en el borde interior de cada canaleta, otro en el vértice de la plataforma y uno más a cada lado del eje en la zona donde se ubicará el carril interior.

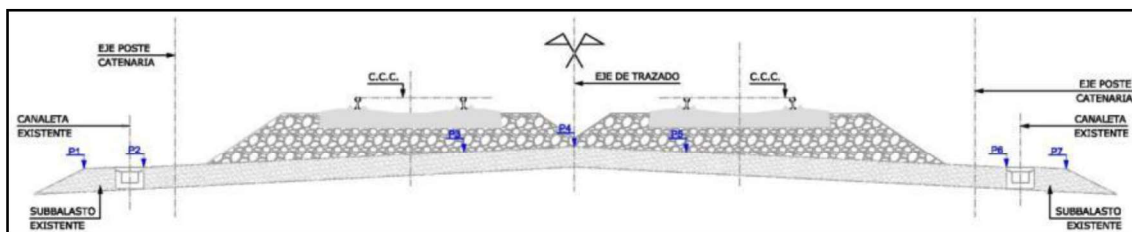


Imagen 6. Ejemplo de esquema de vía doble para toma de puntos en subbalasto.

Vía única

En el caso de plataforma de vía única se tomarán en cada perfil, como mínimo, los puntos situados en los finales de la plataforma, en el borde interior de la canaleta existente y en la zona del hilo más cercano al vértice, en las plataformas a un agua; y, en las plataformas a dos aguas, además, en la zona del hilo bajo.

Más de dos vías

En cada perfil se tomarán, como mínimo, puntos en los finales de la plataforma, en el borde interior de las canaletas existentes, en los cambios de pendiente en la plataforma y uno más en la zona donde se ubicará cada hilo bajo.

3.1.1.4.2.-Estructuras y túneles

En las estructuras se tomarán puntos en los finales de la plataforma (andenes, en el caso de túneles, y muros guardabalasto, en el caso de viaductos), en el vértice de la plataforma, laterales de arquetas, en el caso de túneles, y uno más en el eje en la zona donde se ubicará el hilo bajo.

Se realizarán registros cada diez metros en los puntos de paso obligado (puentes, muros, túneles, etc.), así como de todos los obstáculos que puedan interferir en la vía. En los túneles será necesario que dichos puntos queden, lo más aproximadamente posible, a nivel de la cota cabeza carril (c.c.c) o a alturas fijas predeterminadas, pues, a causa de la curvatura de su sección, la distancia a la vía es muy variable. También será necesario tomar medidas en los cambios de sección tipo y en todos los sitios donde el hastial sobresalga. Si el túnel estuviera sin revestir será necesario tomar medidas en todas las alturas, especialmente donde haya abultamientos.

Al llegar a una estructura (viaductos, túneles, pasos inferiores, etc.) se realizará la toma de datos en el cambio de plataforma de tierras a hormigón, para asegurar que en ese punto entra el mínimo espesor de balasto bajo traviesa.

La distancia entre la cara lateral exterior de la traviesa y el paramento vertical del andén, pozo o arqueta será, al menos, de 50 cm.

En el caso de que existan, se realizará el levantamiento de los cruces de cables hormigonados para asegurar, en ese punto, el espesor de balasto requerido. En caso de ser necesaria su demolición, los cruces hormigonados serán repuestos una vez se haya ejecutado el lecho de balasto.

En el caso de que las arquetas no cumplan gálibo o las distancias mínimas indicadas anteriormente, éstas serán demolidas y reconstruidas de tal manera que la tapa de la arqueta quede a cota de la solera del túnel. La reposición de la tapa de la arqueta se llevará a cabo con hormigón o con rejilla metálica anti-tacón (si esta se encuentra en las rutas de evacuación), capaz de soportar cargas para tráfico vial pesado, y se marcará en el hastial del túnel la ubicación de la arqueta para su futura localización en fase de mantenimiento.

Cuando en los túneles existan pasillos de evacuación por encima de la cota de la parte alta del carril, antes del montaje de vía, se deberá comprobar que la vía se instalará cumpliendo el gálibo de implantación de obstáculos y las especificaciones de la Instrucción Ferroviaria de Infraestructura (IFI-Orden TMA 135/2023) al respecto.

3.1.1.5.-ENCAJE DEL TRAZADO

3.1.1.5.1.-Consideraciones generales

Se realizará un ajuste del trazado definitivo, tanto en planta como en alzado, con los datos obtenidos de la comprobación de la traza. En cualquier caso, el trazado cumplirá las prescripciones de la norma NAP 1-2-1.0, así como la ETI de Infraestructura y la IFI-Orden TMA/135/2023.

Para el encaje del trazado se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, en función de los criterios vigentes en el momento de ejecución de la obra:

- Se comprobarán los gálibos según la normativa vigente, de todos los elementos que puedan afectar al trazado (andenes, túneles, pasos superiores, señales, etc.).

- Se comprobará, en cada perfil realizado con el levantamiento, que el espesor de balasto bajo traviesa cumple con lo indicado en el apartado 3.5.1.2.
- Se comprobarán las actas de enlace entre subtramos de infraestructura y con los tramos adyacentes de vía.
- En el caso de realizar modificaciones al trazado se deberán calcular de nuevo los peraltes, de acuerdo con el Cuadro de Velocidades Máximas previsto y a los procedimientos internos existentes.
- Una vez que se haya encajado la geometría de la vía se generarán los listados de trazado, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - Para cada punto la coordenada X corresponde a la longitud, la coordenada Y a la latitud y la coordenada Z a la elevación, en el sistema de coordenadas del proyecto.
 - El signo del radio de curvatura es positivo cuando la alineación gira hacia la derecha (en el sentido creciente de la kilometración) y negativo cuando gira hacia la izquierda.
 - El azimut se expresa en grados centesimales (g), midiéndose en el sentido de las agujas del reloj y con valor cero cuando la dirección está orientada al Norte.
 - La declividad de una rasante es negativa cuando es descendente (pendiente) y positiva cuando es ascendente (rampa).
 - Los acuerdos verticales serán positivos cuando sean convexos y negativos cuando sean cóncavos.

3.1.1.5.2.-Planta

Obtenidas las coordenadas de los puntos que limitan la explanación y las obras de fábrica, se procederá a introducir el trazado definido en el proyecto, pudiendo modificarlo ligeramente, si la variación de ubicación de dichas obras está dentro de las tolerancias, para que quede centrado en la explanación (o con el desplazamiento teórico que indique la sección tipo del proyecto), y se comprobará que queda bien ubicado en los puntos de paso obligado de acuerdo con las prescripciones y tolerancias del pliego de condiciones del proyecto.

Este trazado quedará reflejado en los siguientes listados:

- **Puntos singulares de la traza:** principio y fin de la línea y puntos de tangencias entre las distintas curvas y rectas. Se indicará, de cada punto, su abscisa, su ordenada, su PK y su azimut; de la alineación que precede a dicho punto singular se anotará la longitud, el radio y las coordenadas del centro, si es una curva circular, el parámetro y el radio máximo, si es una clotoide, o bien se indicará que se trata de una recta.
- **Puntos a intervalo constante desde el origen de la traza cada 20 metros,** o menos de 20 metros si alguna circunstancia lo aconseja. Se indicará, de cada punto, su abscisa y ordenada, su PK, su azimut y el parámetro, si la alineación es una clotoide, o el radio, si es una curva circular, o una indicación de que está en recta.
- **Distancia de los puntos de paso obligado y de los del borde de la explanación al eje de la traza,** definiendo: denominación abreviada del punto, sus coordenadas, su PK, su distancia al eje y, además, las coordenadas correspondientes al eje, el azimut y el radio de curvatura.

LÍNEA:

TRAMO:

VÍA:

=====

* * * LISTADO DE LAS ALINEACIONES * * *

=====

DATO	TIPO	LONGITUD	P.K.	X TANGENCIA	Y TANGENCIA	RADIO	PARÁMETRO	AZIMUT

Tabla 1. Encaje de trazado en planta. Modelo tipo de listado.

A partir de estos datos topográficos se puede comprobar, y ajustar en su caso, la definición en planta y alzado del trazado teórico proyectado, en función de los parámetros geométricos y funcionales que se indican en los puntos siguientes:

- Longitud mínima de alineaciones de curvatura constante (m).
- Curva circular.
- Recta entre curvas de igual signo de curvatura.
- Recta entre curvas de distinto signo de curvatura.
- Radio mínimo de la curva circular (m).
- Longitud mínima de la curva de transición (m).
- Máxima aceleración sin compensar $a_{q \text{ máx}}$ (m/s^2).
- Peralte máximo $D_{\text{máx}}$ (mm).
- Máximo exceso de peralte.
- Máxima insuficiencia de peralte $I_{\text{máx}}$ (mm).
- Máxima variación de peralte respecto de la longitud (Rampa de peralte) $(dD/dl)_{\text{máx}}$ (mm/m).
- Máxima variación de peralte con el tiempo $(dD/dt)_{\text{máx}}$ (mm/s).
- Máxima variación de la insuficiencia de peralte con el tiempo $(dI/dt)_{\text{máx}}$ (mm/s).
- Máxima variación de la aceleración sin compensar con el tiempo $(d_{aq}/dt)_{\text{máx}}$ (m/s^3).
- Distancia entre ejes de vía.
- Ancho de vía.

3.1.1.5.3.-Alzado

Apoyándose en las referencias de nivelación de la red básica y secundaria, se realizará una nivelación topográfica lineal por el eje de la plataforma, cada 20 metros en la explanación y cada 10 m en los puntos de paso obligado (puentes, intersecciones, cruces, túneles y otros), para posicionar correctamente la vía en alzado.

Aun cuando no es necesario que dichas longitudes sean exactas, sí lo es conocer su posición kilométrica. Es necesario, también, tomar medidas para comprobar el gálibo de acuerdo con la normativa vigente.

Con las cotas obtenidas de los distintos puntos del eje de la plataforma y sus PK, teniendo en cuenta la altura teórica entre la plataforma y la cota de cabeza de carril (c.c.c.), se procederá a comprobar la rasante del proyecto, ajustándola a la explanación lo suficiente para que las capas de subbalasto y de balasto, tanto en la explanación como en los puntos de paso obligado, correspondan a las del proyecto con las tolerancias que, en cada caso, determine la normativa vigente.

Todos los parámetros de la rasante se ajustarán a lo indicado en la normativa vigente, y en función del Cuadro de Velocidades Máximas previsto.

Esta traza quedará reflejada en los siguientes listados:

- **Datos de entrada y complementarios** con el número de cada vértice, su PK, su cota, su pendiente, la longitud del enlace, el parámetro de curvatura y la flecha.
- **Puntos singulares de la rasante:** principio y fin de la línea o tramo de línea a constituir, vértices y puntos de tangencias entre las rectas y las curvas de enlace. Se indicará, en cada uno de estos puntos, su PK, su cota y, en tanto por mil, la rampa (positiva) o la pendiente (negativa). En los vértices se añadirá, además: la cota del vértice, la longitud del acuerdo vertical, el parámetro o el radio del acuerdo, la contraflecha y la diferencia de pendientes que forman las dos alineaciones verticales en tanto por mil.
- **Puntos a distancia constante, generalmente cada 20 metros**, de los que se facilitará su PK, la cota y, caso de estar situados en curva vertical, la pendiente en tanto por mil.

LÍNEA:			TRAMO:				VÍA:			
=====										
* * * ESTADO DE LAS RASANTES * * *										
=====										
PENDIENTE (‰)	LONGITUD (m)	PARÁMETRO (kv)	VÉRTICE		ENTRADA AL ACUERDO		SALIDA DEL ACUERDO			
			PK	Z	PK	Z	PK	Z		

Tabla 2. Encaje de trazado en alzado. Modelo tipo de listado.

Para el encaje del trazado en alzado se han de tener en cuenta los siguientes parámetros geométricos y funcionales:

Geométricos:

- Pendiente longitudinal máxima $i_{\text{máx}}$ (‰).
- Pendiente longitudinal mínima en túneles y trincheras $i_{\text{mín}}$ (‰).
- Longitud mínima de acuerdos verticales (m).
- Longitud mínima de rasante uniforme entre acuerdos (m).
- Longitud máxima de rasante con la pendiente máxima (m).
- Radio mínimo de acuerdos verticales (m).

Funcionales:

- Máxima aceleración vertical $a_{v \text{ máx}}$ (m/s²).

Una vez hayan finalizado los trabajos topográficos previos (que comprenden la red básica, la red secundaria, la toma de datos y el encaje de la traza), se realizará un informe topográfico según el guion que aparece en el Anexo 1 y que formará parte del Proyecto según construido (*"As Built"*).

3.1.1.6.-ANÁLISIS, VALIDACIÓN DEL TRAZADO Y CUADRO DE VELOCIDADES MÁXIMAS

Una vez ajustado el trazado, se realizará un dossier de trazado, de acuerdo con los procedimientos establecidos por Adif, que servirá de base para el cálculo del cuadro de velocidades máximas consolidado.

3.1.1.7.-PUNTOS DE MARCAJE

Una vez que se haya estudiado y comprobado el trazado proyectado, se procederá a su replanteo en campo. El replanteo se realizará apoyándose en unas referencias (puntos de marcaje) que, a su vez, servirán para los trabajos posteriores de montaje de vía.

Los puntos de marcaje se materializarán mediante piquetes o bulones y, en ambos casos, las coordenadas se obtendrán apoyándose en la red secundaria. Estos se fijarán aprovechando, en su caso, los postes de catenaria o colocando hitos cada 50 o 60 metros de línea, a ambos lados de la vía y a unos 3 metros del carril exterior.

El uso de los bulones será obligatorio en el caso de que los postes de catenaria se encuentren izados y aplomados. En el caso de que no se pudieran utilizar los postes de catenaria, se utilizará un sistema de puntos de marcaje alternativo. Este sistema de piquetes estará formado por hitos de centrado forzoso de menores dimensiones que los de la red secundaria, o perfiles metálicos (IPN/UPN) con bulón en su parte superior y zapata hormigonada. En ambos casos se colocarán cada 60 m como máximo.

En el caso de hitos de centrado forzoso, éstos estarán formados por un tubo de PVC, de 110 mm de diámetro y 0,60 m de altura, relleno de hormigón HM-20, en el que se colocará una pieza de acero galvanizado para el sistema de centrado forzoso. Dicho tubo irá empotrado en una zapata de 0,5 m de lado y 0,3 m de profundidad.

Los perfiles metálicos serán IPN / UPN 80, con bulón en la parte superior y estarán anclados al terreno mediante unas zapatas de hormigón de 30 x 30 x 30 cm.

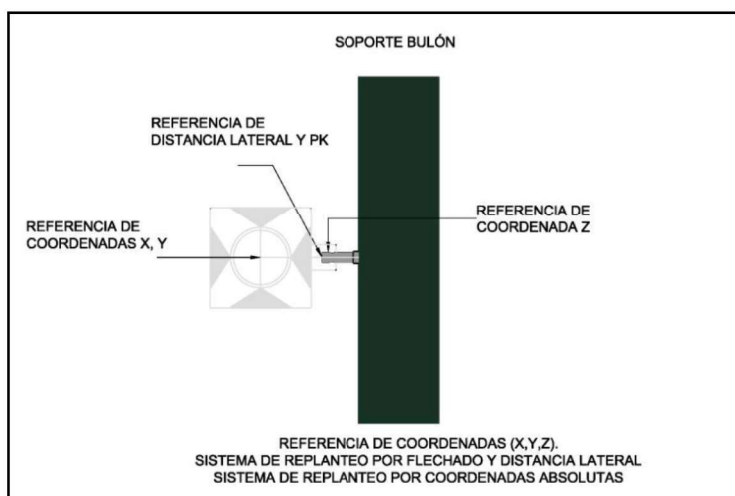


Imagen 7. Soporte bulón.



Imagen 8. Perfil metálico con punto de marcaje.

3.1.1.7.1.-Puntos de marcaje sobre postes de catenaria y obras de fábrica. Bulones

Son los puntos de marcaje recomendables para el replanteo de vía por el método de coordenadas absolutas. Los bulones se fijarán a postes de catenaria (si están izados y aplomados) o a paramentos verticales de los túneles, puentes, muros, andenes u otros, y deberán quedar correctamente materializados y documentados para facilitar el posterior mantenimiento de la vía.

En los postes de hormigón, en túneles y, en general, sobre paramentos verticales de piedra, fábrica u hormigón, se hará un taladro horizontal y perpendicular a la vía, de 20 mm de diámetro, a 10 ó 15 cm sobre la cota del carril más alto, para colocar un taco de expansión con rosca hembra M16. A este taco se roscará un bulón de acero inoxidable bien pulimentado, de 12 mm de diámetro y 30 mm de longitud.

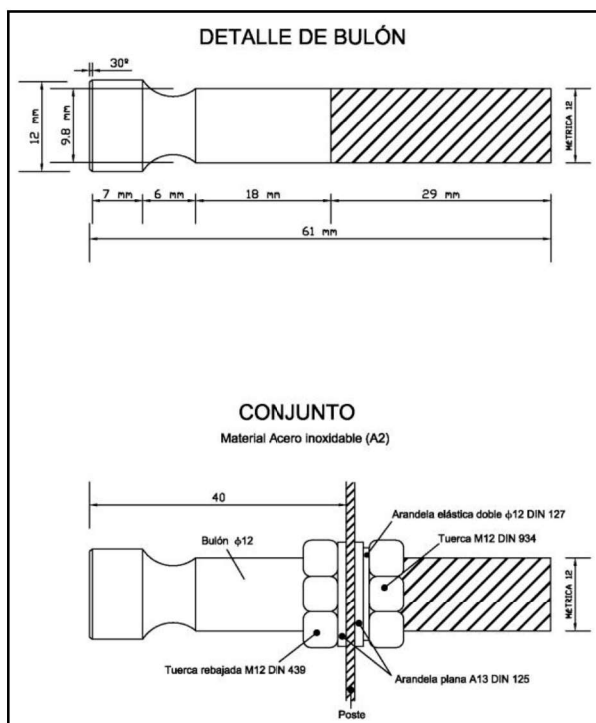


Imagen 9. Esquema de bulón tipo.

En los paramentos verticales de los túneles se colocarán parejas de bulones ancladas en los hastiales del túnel cada 50 metros, como máximo, y a 1,40 metros de altura sobre el paseo del túnel, evitando coincidir con los pasamanos de seguridad.

En los postes metálicos se procederá, primeramente, a hacer un taladro de 8 mm de diámetro, perforando totalmente un perfil del poste, de paramento vertical y paralelo al eje de la vía, a una altura de 10 ó 15 cm sobre la cota del carril alto. En el taladro se colocará un tornillo de cabeza hexagonal M8 X 25 en el que se roscará un bulón con rosca hembra M8 de acero inoxidable, de 12 mm de diámetro y 30 mm de longitud.

En este tipo de postes el bulón se colocará a una altura mínima de 1,20 metros respecto a la base del mismo.

Para vía doble se colocarán a ambos lados de la traza; mientras que para vía única se dispondrán únicamente en un lado.



Imagen 10. Roscado de bulón sobre paramento vertical.

Los datos acerca de la posición de la vía se refieren a continuación:

- Distancia lateral y PK: referidas a su borde delantero (lado del bulón más cercano a la vía).
- X, Y: referidas al centro del prisma empleado.
- Z: referida al punto más alto del bulón.

Las coordenadas del extremo exterior de estos bulones son las que definen el punto de marcaje de la vía en planta, mientras que la cota más alta del bulón es la que define el alzado.



Imagen 11. Bulón roscado sobre poste de catenaria

Se generarán listados con los siguientes datos de los bulones:

- Número de bulón.
- PK.
- Distancia al eje de vía.
- Distancia a la cara activa.
- Cota de la rasante.
- Cota del bulón en su parte superior (Z).
- Diferencia de cota.
- Peralte.
- Coordenadas X e Y del bulón.
- Radio en planta.

Se tomarán las coordenadas (X, Y, Z) de la totalidad de los bulones colocados en obra, aunque su sistema de replanteo sea otro.

Se mantendrán actualizadas las coordenadas a lo largo de toda la obra y, al finalizar ésta, la Dirección de Obra realizará la entrega de los datos al área responsable del mantenimiento.

Los bulones estarán marcados en obra mediante un cartel adhesivo, o similar, en la cara exterior del poste (hacia la vía), en el que se detallarán todos los datos necesarios para su utilización en obra.

Nº POSTE.....
PK. POSTE.....
DISTANCIA A CARRIL.....
DIF. DE COTA.....
PERALTE.....

Imagen 12. Muestra de los datos mínimos que contendrá el cartel adhesivo a colocar sobre el bulón.

3.1.1.7.2.-Puntos de marcaje sobre el terreno. Piquetes

Son básicos en el caso de que el replanteo de vía se realice mediante flechado y distancia lateral, así como en el caso de que no existan bulones en el tramo, siempre que el contratista decida montar la vía con este método.

Los piquetes se colocarán cada 60 m como máximo, y se materializarán mediante angulares de 40 mm x 40 mm que irán embutidos en la capa de subbalasto. La altura de los piquetes sobre la capa de subbalasto será de 1,20 m. En el caso de estructuras o túneles se podrán materializar con un clavo tipo *spit*, al que se le dotará de coordenadas X, Y, Z.

Para vía doble, se colocarán a ambos lados de la traza siendo la distancia de éstos al eje de la vía más próxima de 3,1 metros. En el caso de vía única se dispondrán a la misma distancia, pero únicamente a un lado de la traza.

Se realizará un granetazo en la esquina superior de cada angular, punto al que se le dotará de coordenadas X, Y, Z partiendo de la red secundaria. Una vez obtenidas las coordenadas X, Y, Z, se procederá a su marcaje en obra.

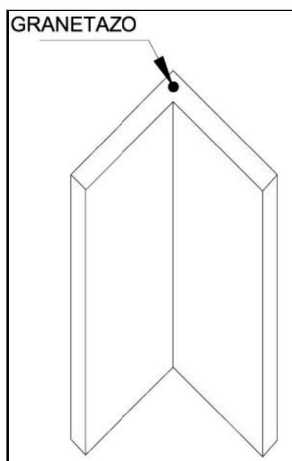


Imagen 13. Esquema con ubicación del granetazo en un piquete materializado mediante angular.



Imagen 14. Disposición general de un piquete materializado mediante angular.

Los datos acerca de la posición de la vía (X, Y, Z) se refieren al granetazo en la esquina superior y al centro del marcaje en el caso de clavos.

Se marcará en el propio piquete, mediante incisiones con sierra la cota de cabeza de carril, tanto del hilo bajo como del alto, y se anotará con pintura indeleble su PK y la distancia a cara activa.

Una vez se hayan obtenido las coordenadas de los puntos de marcaje se podrá proceder al inicio del extendido del lecho de balasto.

Será responsabilidad del contratista el mantenimiento de los piquetes.

Al finalizar la obra, los piquetes, a excepción de los puntos fijos indicados en el apartado 3.1.1.7.3, deberán ser retirados por el contratista de las obras de montaje de vía.

3.1.1.7.3.-Puntos fijos

Se materializarán mediante cuadradillos o perfiles metálicos de 40 mm de canto y 1,20 m de altura, con zapata hormigonada de 0,25 x 0,25 x 0,25 metros. Estos puntos quedarán marcados en obra, incluso al finalizar los trabajos de montaje de vía, y se colocarán en las siguientes zonas:

- Principio y final de cada curva de transición.
- Principio y final de los acuerdos verticales y en el vértice del acuerdo.



Imagen 15. Disposición general de un punto fijo en vía.

En ambos casos deberán estar dotados de una chapa de identificación con los siguientes datos, tanto en planta como en alzado:

- Planta:
 - Clotoide: PK, parámetro clotoide, longitud y radio.
 - Circular: PK, radio, longitud y peralte.
- Alzado:
 - Principio y fin de cada curva de transición: PK, pendiente y longitud.
 - Vértices de acuerdo: PK, radio y longitud del acuerdo.

3.1.1.8.-PLANOS Y LISTADOS DEL REPLANTEO

Conforme se terminen las operaciones anteriores y sus correspondientes cálculos, ha de editarse el informe topográfico (ver Anejo 1) con los planos de planta y alzado o, en su caso, los planos en planta de un kilómetro y las hojas simplificadas de dos kilómetros.

Adicionalmente, en el caso de empleo de metodología BIM, se estará a lo dispuesto en el Procedimiento General de aplicación de la Metodología BIM en la ejecución de obras en Adif y Adif AV.

3.1.2.-Sistemas de replanteo de vía

3.1.2.1.-FLECHADO Y DISTANCIA LATERAL

Para posicionar la vía mediante este método, será necesaria la colocación de los puntos de marcaje definidos en el apartado 3.1.1.7.

Posicionamiento en planta

- Las alineaciones rectas se medirán con estación total y las alineaciones curvas con flechas.
- Mediante el flechado de la vía se conseguirá alcanzar la alineación correspondiente. Esta alineación se ubicará en su posición absoluta mediante las mediciones de distancia lateral a los puntos de marcaje.
- El flechado de vía se realizará utilizando cuerda de 20 m.
- Para la medición de la distancia lateral se suele utilizar un distanciómetro láser, con lectura del milímetro, dotado de nivel de burbuja que, apoyándolo en la cara activa del carril, medirá la distancia hasta el punto de marcaje. En el caso de no disponer de distanciómetro, se tomará la distancia lateral con flexómetro y, apoyándose en el punto de marcaje, se tomará la menor distancia medida desde la cara activa del carril más cercano.

Posicionamiento en alzado.

- Para la nivelación de la vía se utilizarán niveles ópticos o digitales; mientras que para la toma de datos del peralte se emplearán reglas digitales.

3.1.2.2.-MÉTODO DE COORDENADAS ABSOLUTAS

Para la aplicación de esta metodología es necesario tener implantados los puntos de marcaje según lo indicado en el apartado 3.1.1.7.1 del presente documento, dándoles coordenadas desde la red secundaria.

Los medios necesarios para este método son las estaciones totales, la zapata magnética o el carro de medición y posicionamiento de vía. Una vez obtenidas las coordenadas de todos los puntos de marcaje se procederá al levantamiento del punto de referencia del carril. Se estacionará la estación total mediante el método de estacionamiento libre, intersección inversa, eligiendo una zona de trabajo que abarque entre 100 y 125 m a cada lado del estacionamiento.

Para la obtención de las coordenadas de estacionamiento, se leerán entre 6 y 10 puntos de marcaje con prisma y se comprobarán los errores residuales obtenidos, descartando aquellos puntos de marcaje cuyo error en coordenadas sea mayor de 3 mm.

Las precisiones que se obtendrán con este método serán inferiores a 2 mm en los tres (3) ejes (X, Y, Z).

Para la toma de datos de la vía es recomendable utilizar un carro de toma de datos con prisma que, empujado sobre la vía, permita también medir el ancho de ésta y su peralte, asociando esos datos a las coordenadas correspondientes. Se tomarán puntos cada 10 metros, como máximo, y, dependiendo de la densidad de datos deseada o del estado de levante en el que se encuentre la vía, se podrá reducir la distancia a 5 m, obteniendo un conjunto de coordenadas que servirán para calcular la geometría de la vía actual y su rectificación para alcanzar la posición y la geometría teórica.

Con estos datos se generarán ficheros para poder incorporarlos en los ordenadores de la maquinaria de bateo. Se calcularán las flechas a partir de las coordenadas X e Y, y se efectuará la rectificación de la vía con la bateadora.

3.2.-INSPECCIÓN Y TRATAMIENTOS DE PLATAFORMA

El objeto del presente apartado es la definición de todas las operaciones necesarias a realizar sobre la plataforma con objeto de que ésta se encuentre lista para el comienzo de las operaciones de montaje de vía. Previamente a la ejecución de cualquier trabajo se deben efectuar las siguientes inspecciones:

- Inspección visual.
- Inspección geométrica.

En el caso de que la plataforma sea de subbalasto granular, los tratamientos a realizar, en función de su estado, serán los siguientes:

- Tratamiento herbicida.
- Riego con agua y compactación de la superficie.
- Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla.
- Cuñas de subbalasto.
- Refino y escarificado de subbalasto.

Para el caso de subbalasto bituminoso se realizará una evaluación estructural mediante inspección visual de la superficie. Si tras las inspecciones realizadas no se encuentran defectos, no se acometerá ningún tratamiento adicional.

En el caso de detectarse defectos en la capa de aglomerado, tales como roturas (piel de cocodrilo, fisuras, grietas curvas, etc.) o deformaciones (roderas, cordón longitudinal, firme ondulado, blandón, etc.), estos pueden ser debidos a dos causas: defectos en las capas de asiento de la capa de aglomerado bituminoso o defectos en la composición o puesta en obra del propio aglomerado bituminoso. En cualquiera de los dos casos se procederá a su reparación siguiendo las siguientes acciones:

- Se delimitará la zona afectada.
- Se cortará, mediante disco de corte, el perímetro de la capa a levantar.
- Se comprobará el estado de la capa de forma y, en su caso, se reparará.
- Se extenderá una nueva capa de aglomerado bituminoso.

Se elaborará una tabla con la tramificación de los tratamientos realizados que se incluirá en el Proyecto *"As Built"*. La tabla tendrá el siguiente formato:

PK inicio	PK fin	Tratamiento realizado

Tabla 3. Ejemplo tabla tramificación.

3.2.1.-Inspección visual

Se realizará una inspección visual de la plataforma de cara a confirmar su estado previo al montaje de vía.

La superficie del subbalasto debe ser uniforme, sin segregaciones de material, partículas sueltas, ni otros defectos (blandones, baches, deformaciones, etc). Se eliminará de la superficie cualquier elemento suelto o extraño al subbalasto.

Se revisará, asimismo, la unión entre el subbalasto y la canaleta, debiéndose observar que sea uniforme, sin huecos o segregaciones que puedan constituir una vía de entrada al agua evacuada superficialmente.

Se revisará el estado de los elementos como chapas cubrejuntas, muretes guardabalasto, canalizaciones o cualquier otro elemento que pueda afectar al montaje de vía.

En función del estado observado y de la planificación de los trabajos, se determinarán los tratamientos necesarios, de carácter preventivo y correctivo, de tal manera que la capa de subbalasto mantenga sus propiedades portantes y de impermeabilidad inmediatamente antes del extendido del lecho de balasto.

Estos tratamientos preventivos-correctivos son:

- Tratamiento herbicida.
- Riego con agua y compactación de la plataforma.
- Tratamientos superficiales mediante riegos con gravilla.
- Cuñas de subbalasto.
- Refino y escarificación de subbalasto.
- Tratamiento de subbalasto bituminoso.

3.2.2.-Inspección geométrica

Será el resultado de los trabajos de comprobación topográfica anteriormente realizados. Ver apartado 3.1.

3.2.3.-Tratamientos

3.2.3.1.-TRATAMIENTO HERBICIDA

El desherbado se ejecutará manualmente o mediante maquinaria apropiada.

De ser necesario, se emplearán herbicidas foliares, herbicidas de suelo y herbicidas especiales para las plantas leñosas. Todos ellos estarán aprobados por Adif y asegurarán una ausencia de vegetación del 90% al año de ser empleados. Deberán ser adecuados para las plantas que han de combatir, carecerán de efectos perjudiciales sobre personas y sobre animales y no tendrán efectos nocivos en las aguas que puedan circular por la vía o proceder de ella.

Debe cuidarse de no regar los taludes de las trincheras y de los terraplenes.

Serán inocuos para el material de la vía y para los equipos de señalización y, una vez aplicados, serán incombustibles y no representarán peligro de explosión.

3.2.3.2.-RIEGO CON AGUA O COMPACTACIÓN DE LA PLATAFORMA

Se debe realizar en la totalidad de la plataforma en tierras para quitar el polvo, conseguir una mayor regularidad y garantizar el sellado de la superficie de subbalasto. Este tratamiento se llevará a cabo una vez haya sido realizada la descarga de traviesas e inmediatamente antes del extendido del lecho de balasto, en el caso de que no se haya ejecutado otro tratamiento anteriormente, o bien éste se haya deteriorado.

La maquinaria mínima necesaria consistirá en una cuba de agua, con un dispositivo adecuado para el riego, y un rodillo compactador liso metálico vibratorio con una carga estática de entre 5 y 8 tn. La compactación deberá ser suficiente para fijar el árido, pero evitando que pueda producirse la rotura de la capa.

Se utilizará motoniveladora en el caso de que el subbalasto esté disgregado o se detecten irregularidades en la plataforma.

3.2.3.3.-TRATAMIENTOS SUPERFICIALES MEDIANTE RIEGOS CON GRAVILLA

Dependiendo del estado de la plataforma, o en previsión de su posible deterioro durante la ejecución de la obra, se analizará la necesidad de ejecutar un tratamiento superficial y el tipo de éste (monocapa, bicapa o tricapa).

Así, estos tratamientos suelen estar enfocados a las zonas donde se van a producir daños en la plataforma durante las actividades previas al montaje de vía: accesos (debido al tráfico de vehículos), estribos de estructuras y bocas de túneles (debido a la frenada que se produce en esta zona para acceder a la estructura/túnel), cualquier zona de giro de camiones prevista en la logística de la obra, o cualesquiera otras situaciones en las que se pudiera ver dañada la plataforma.

El tipo, dotación y características de los tratamientos superficiales (monocapa, bicapa o tricapa), así como los equipos necesarios para llevarlos a cabo, las prescripciones técnicas de los materiales, la ejecución y sus limitaciones serán los definidos en el Proyecto de Construcción correspondiente y, en su defecto, seguirán lo indicado en el PG-3.

La ejecución de cualquiera de los tipos de riegos con gravilla definidos anteriormente incluye las siguientes operaciones:

- Estudio previo de los materiales.
- Estudio del tipo de riego con gravilla y obtención de la fórmula de trabajo.
- Aprobación de la fórmula de trabajo.
- Preparación de la capa que va a recibir el tratamiento.
- Extensión de áridos y ligante de acuerdo con la fórmula trabajo aprobada.
- Compactado, según el tipo de riego con gravilla ejecutado.
- Eliminación del árido sobrante, en su caso.

Se protegerán los elementos constructivos o accesorios pertenecientes a la propia obra de plataforma para evitar que se manchen con ligante.

Queda prohibida la circulación sobre el tratamiento superficial durante las 24 h siguientes a su terminación. Durante las siguientes 48 horas se limitará la velocidad de circulación por la traza a 20 km/h y se avisará del peligro que representa la proyección del árido mediante señales al efecto.

Siempre que sea posible se deberán realizar estos tratamientos antes del inicio de la descarga de traviesas. En caso de que lo anterior no fuera posible, se deberá realizar una nueva inspección para detectar los tramos de plataforma deteriorados por dicha actividad de descarga de traviesas y, en aquellos en los que se encuentren desperfectos, se procederá a su reparación mediante los tratamientos pertinentes.

En los accesos a la plataforma se deberá realizar, como mínimo, un tratamiento bicapa, en una longitud de 50 m a cada lado. Se procurará, en la medida de lo posible, que se disponga de un acceso a la plataforma cada 2 km, como mínimo.

En los tramos de plataforma en subbalasto granular adyacentes a las estructuras (viaductos, túneles y pasos inferiores) es obligatorio realizar un tratamiento, como mínimo bicapa, de 30 m de longitud, como mínimo, a cada lado. Si la distancia entre dos estructuras es inferior a 100 m, y la plataforma está ejecutada en subbalasto granular, se aplicará doble tratamiento en toda su longitud.

3.2.3.4.-CUÑAS DE SUBBALASTO

En zonas puntuales donde se detecten espesores superiores a 45 cm de espesor de capa de balasto se realizarán cuñas de subbalasto. En tramos largos, y siempre que sea posible, se modificará la rasante para asegurar un espesor de 30 ó 35 cm de balasto bajo traviesa, según proyecto.

Para la ejecución de estas cuñas se realizará una escarificación, por medios mecánicos, del subbalasto existente, en una profundidad mínima de 8 cm y en toda la anchura de la zona de actuación. El espesor mínimo total de la cuña de subbalasto (escarificado más recrecido) será de 15 cm y el máximo será de 30 cm, con objeto de que sea posible realizar la correcta puesta en obra.

Una vez realizado el escarificado se procederá a la colocación del nuevo material, procurando evitar segregaciones y contaminaciones.

Todas las aportaciones de agua se harán antes de la compactación, que se realizará mediante un compactador de rodillo liso con una carga estática de 15 t y la máxima dinámica. Se tendrá especial cuidado en las zonas cercanas a las obras de fábrica y a las estructuras. Se exigirá una compactación mínima según normativa vigente.

Se comprobará que la cuña realizada cumple las tolerancias exigidas en el PPT 9-0-1.0. Parte 2 de Adif, así como los siguientes requisitos de tolerancia mínimos:

- La tolerancia en alzado será de ± 15 mm respecto al definido en los planos de proyecto.
- La tolerancia de la pendiente transversal será de $\pm 1\%$ respecto a los planos del proyecto. En ningún caso la pendiente será inferior al 3%.
- En caso de ser necesaria una transición de pendientes transversales, la pendiente mínima será del 2%.

3.2.3.5.-REFINO Y ESCARIFICACIÓN DE SUBBALASTO

En caso de que, tras el ajuste de rasante, se detecte una zona con espesor de balasto bajo traviesa inferior a 25 ó 30 cm, según el caso, se rebajará el espesor necesario (refino y escarificado) de subbalasto para garantizar los 30 ó 35 cm mínimos de balasto bajo traviesa.

Se deberá escarificar en una profundidad mínima de 15 cm y máxima de 30 cm, retirando el material que sea necesario, volviendo a compactar y realizando los controles exigidos para el subbalasto, tanto de calidad como de geometría.

Durante la operación de refino y escarificación se debe tener especial precaución para no dañar la canaleta. En casos de escarificados importantes, será necesario quitarla y volver a colocarla sobre la nueva plataforma rebajada, pues, de no hacerse así, la canaleta impediría el normal drenaje transversal de la plataforma.

3.2.3.6.-TRATAMIENTO DE SUBBALASTO BITUMINOSO

En caso de existir subbalasto bituminoso, éste se deberá reponer a valores de proyecto cumpliendo las especificaciones establecidas en el PPT 9-0-1.0.

3.3.-ACOPIO PREVIO DE MATERIALES

Antes del inicio de los trabajos de montaje de vía, hay que asegurarse que se dispone de los materiales necesarios para el cumplimiento del plan de trabajos aprobado por el Director de Obra.

Previamente al inicio del suministro de materiales a la plataforma, se deberán habilitar los recorridos para los camiones; es decir, una zona de entrada y otra de salida, evitando en todo momento que los camiones realicen giros fuera de las zonas habilitadas para tal fin y optimizando los recorridos para circular por la plataforma lo menos posible. Se recomienda disponer de accesos a la plataforma cada 2 km.

La velocidad de circulación de los vehículos en la traza, caminos de servicio o de acceso no superará, en ningún caso, los 30 km/h, sin perjuicio de que en determinados tramos pueda ser aún más restrictiva.

En los accesos a la traza el contratista del montaje de vía deberá retirar las canaletas, dejándolas acopiadas en un lugar adecuado y rellenando la zanja con tierra. Una vez se cierre el acceso al tráfico rodado se procederá a la reposición de la canaleta. Como alternativa, se podrá proteger dicha canaleta con chapones que aseguren la integridad de ésta.

Una vez acopiados los materiales, y cuando exista contratista para el montaje de vía, entre las responsabilidades de éste estará la custodia de aquéllos, siempre que se haya procedido a la firma previa de un acta de entrega de los materiales, según se vayan recibiendo y en función del ritmo de suministros. En los casos en los que el contratista comience sus trabajos con material acopiado previamente, se deberá conformar un acta de volumen realmente acopiado y estado de los acopios. En caso de que, tras esta revisión de los acopios, se detecte alguna deficiencia, se reclamará al responsable de custodia.

Adicionalmente, es responsabilidad del contratista la retirada de sobrantes a la base de trabajos o lugar designado por la Dirección de Obra.

3.3.1.-Carril

En el caso de que la descarga de carril se realice en la vía, y sea previsible que pudiera haber circulaciones adyacentes durante el periodo de tiempo en que las barras estén acopiadas, se atenderá a las siguientes prescripciones:

- La barra quedará asentada en el terreno de la forma más estable posible, evitando posicionamientos irregulares o desequilibrados.
- Para barras de longitud mayor de 18 m, será preciso que sus extremos se fijen al terreno o a las traviesas mediante elementos que impidan el desplazamiento o vuelco de la barra de carril, de forma que queden bien afianzados (por ejemplo mediante colocación de puntales, pinzas o calces). Para longitudes de barra inferiores, este requisito queda a criterio del responsable de los trabajos.
- En túneles, vía sin balasto y otras situaciones singulares, deberá analizarse el espacio disponible, debiendo implantar las medidas necesarias que garanticen la inmovilidad del carril.

En cualquier caso, se atenderá a lo regulado en la Instrucción Ferroviaria de Gálbos para asegurar la no invasión del gálibo de implantación de obstáculos.

3.3.1.1.-BARRA LARGA

Como norma general, las barras largas, cuya longitud precise el uso de pórticos-grúa para su descarga, llegarán a las bases de montaje mediante tren carrilero. En estas bases se dispone de unas losas de acopio de carril con pórticos-grúa para proceder a la descarga del tren de suministro y a la transferencia de las barras acopiadas al tren de montaje. Se prestará atención a la hora de acopiar las barras, cuidando especialmente el lado de la cara activa.

Se apilarán en forma piramidal; es decir, disminuyendo una barra en cada fila, formando filas en su posición de obra, con los patines hacia abajo y disponiendo tales patines en contacto, pero sin montar unos en otros. La primera capa se apoyará en durmientes horizontales (carriles de segundo uso o perfiles tipo H similares) que se encuentran integrados en la losa de acopio y separados 1,20 m en el sentido longitudinal del carril. En los 5 m extremos de dicha losa los durmientes se situarán a 0,60 m unos de otros.

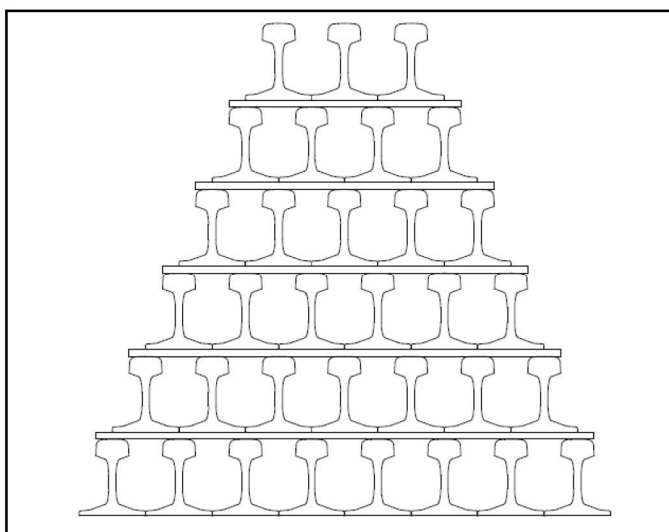


Imagen 16. Ejemplo de acopio de carril.

El resto de las capas de carril se apoyarán sobre durmientes de madera de 2,60 m x 0,10 m x 0,10 m, espaciados de manera similar a los que sirven de apoyo a la primera capa y de tal modo que los correspondientes a las diferentes hiladas queden contenidos en un mismo plano vertical. Antes de añadir una nueva capa se verificará que se ha completado la capa anterior y que los carriles están correctamente alineados, dispuestos a tope en la zona de patines y sin descuadres longitudinales en sus extremos.

La cantidad de barras a acopiar dependerá de la carga máxima que soporte la losa de acopio de carril.

3.3.1.2.-BARRA CORTA

El carril suministrado en barra corta se acopiará, en caso de no disponerse de una losa con las condiciones indicadas en el apartado anterior, en superficies horizontales adecuadamente acondicionadas, apilando las barras en forma piramidal, colocando el carril en su posición de obra, con el patín en la parte inferior y de forma que los carriles tengan sus patines en contacto, sin montar unos con otros. Cada capa o hilada debe apoyar sobre durmientes transversales nivelados. Los durmientes correspondientes a las diferentes capas quedarán comprendidos en un mismo plano vertical y la separación entre los de una misma hilada será, aproximadamente, de 2,50 m, debiendo quedar los que sirven de apoyo a los extremos de los carriles a menos de 0,25 m de su terminación.

La altura máxima del acopio realizado en estas condiciones será tal que no se produzcan deformaciones en carriles, durmientes o asientos en la zona de acopio que puedan desestabilizar el mismo. En cualquier caso, la altura máxima de acopio no superará las quince capas.

3.3.2.-Traviesas

El acopio de traviesas se puede realizar en las bases de montaje, en zonas habilitadas de acopio o en la traza.

3.3.2.1.-ACOPIO DE TRAVIESAS EN BASE O EN ZONA HABILITADA DE ACOPIO

Cuando las traviesas se acopien en base o en zona habilitada de acopio, se dispondrán sobre un lecho de cuadradillos de madera llamados durmientes. Cada una de las siguientes capas descansará en cuadradillos colocados sobre los extremos de las traviesas de la capa inferior, de modo que protejan sus sujeciones y no se realice el apoyo sobre la placa de asiento de carril. Se permitirán pilas de hasta 25 capas cuando la superficie de acopio esté preparada para soportar ese peso y se disponga de los medios necesarios para la manipulación a esas alturas. En los acopios cerca de la traza, previamente acondicionados, se podrán acopiar, siempre que sea posible, hasta ocho alturas.

Se destinarán superficies de acopio diferentes para las traviesas con suela, identificando claramente su tipo de suela (K1, K2 o K3), para las traviesas sin suela y para las traviesas de uso en aparatos de vía.

3.3.2.2.-ACOPIO DE TRAVIESAS EN LA TRAZA

Para distribuir las traviesas se recomienda que estén previamente replanteados los postes de catenaria, con el fin de evitar desplazamientos posteriores innecesarios.

Cuando las traviesas se acopien en traza, éstas descansarán sobre los durmientes que sirven de estiba para su transporte. De forma general, se colocarán a lo largo de la traza, en sentido transversal a la misma y a ambos lados de la plataforma, debiendo situarse su cuadradillo de apoyo exterior en la zona estable más próxima a la arista exterior de la capa de coronación. La colocación debe ser tal que no interfiera en el extendido del lecho de balasto, pero sin que dicho acopio pueda producir peligro de caída lateral de las traviesas por el borde de la plataforma. En su colocación no se permitirán más de dos alturas.

En el caso de los túneles, las traviesas se podrán acopiar en tres alturas, de forma longitudinal y sobre los paseos o los laterales, siempre y cuando estos tengan la anchura suficiente como para permitirlo, dejando un paso libre de 60 cm como mínimo (incluida la canaleta). En caso contrario, el acopio se realizará en el exterior del túnel, junto a las bocas de éste.

En los viaductos, el acopio se realizará sobre el paseo, en una sola altura, de forma longitudinal y siempre y cuando no exista peligro de caída al vacío desde el viaducto. Si estas premisas no se cumplieran, se acopiarán fuera del viaducto.

En el caso de que la empresa suministradora acopie directamente las traviesas en la traza, el contratista, si lo hubiere, deberá disponer del personal necesario para replantear los paquetes de traviesas y marcar las zonas donde se ubicarán las unidades con suela, las de transición de los aparatos de vía y transiciones vía en placa - vía en balasto.

El contratista, a través de la Dirección de Obra, indicará a la empresa suministradora el número de traviesas que debe formar cada paquete, en función del útil que disponga para el posicionado de traviesas sobre el lecho de balasto.

La manipulación de las traviesas debe realizarse con carretillas elevadoras o útiles de cogida exterior o interior. Estos útiles deben evitar, en todo momento, dañar la canaleta. Los elementos de sujeción del carril (tirafondos y clips) no deberán ser empleados para el izado o la manipulación de las traviesas en ningún momento.

Una vez que las traviesas se hayan posicionado sobre el lecho de balasto, el contratista de montaje de vía será el encargado de recoger los durmientes y acopiarlos, apilados y flejados, en una zona de la obra indicada por el Director de Obra. A esa zona se deberá poder acceder con camión para la posterior retirada de las traviesas por parte del suministrador. También será responsabilidad del contratista de montaje de vía recoger, transportar y acopiar, en base de trabajos o lugar designado, las traviesas no instaladas, en caso de existir, una vez terminado el montaje de vía.

3.3.3.-Balasto

Para llevar a cabo el montaje de vía es necesario disponer de acopios de balasto con conexión a la vía en construcción para alimentar a los trenes de tolvas.

En la obra se deberá realizar una comprobación del dimensionamiento de los acopios según el plan de obra y dependiendo del proceso de montaje de vía concertado con el contratista, pero a su vez, manteniendo los criterios establecidos en el proyecto y en el pliego del contrato de los suministros.

La situación más habitual es que el contrato de suministro de balasto sea independiente del contrato de obra. Por tanto, la cantera se encargará de suministrar el balasto a los acopios según lo expresado en el correspondiente contrato de suministro y en el proyecto de montaje de vía. La reposición de balasto en los acopios, según se vaya distribuyendo en la vía, se adecuará a los rendimientos establecidos en el plan de obra de manera conjunta con el contratista que ejecute el montaje.

El contratista deberá comunicar la necesidad de suministro de balasto, con una anterioridad mínima de dos semanas, para su correcta gestión.

La maquinaria permitida para formar el acopio son palas cargadoras y retroexcavadoras de orugas, las cuales determinarán la altura máxima. Dicha maquinaria estará aprobada previamente por la dirección del contrato de suministros. Se permitirá acopiar únicamente a una altura. En caso excepcional, se permitirá el remonte a doble altura, previa autorización expresa de la dirección del contrato de suministro.

La única maquinaria autorizada a circular sobre el material acopiado es la retroexcavadora de orugas y, específicamente, para realizar operaciones de formación del acopio. No se permitirá el tránsito de maquinaria por encima del balasto, salvo la retroexcavadora de cadenas si se obtiene autorización para remontar a dos alturas. En ningún caso se usará una retroexcavadora de neumáticos, para prevenir contra el redondeo del balasto. Se deberá estudiar la presencia de posibles servicios afectados (tuberías, líneas eléctricas y otros) para evitar provocar daños al formar el acopio.

Durante los trabajos de acopio y carga de balasto, la pala excavadora no arañará el suelo del acopio y dejará siempre unos 15/20 cm de separación con respecto a aquel para no contaminar el balasto con la zavorra del acopio.

En caso de lluvia o nieve se tendrá especial precaución para impedir la contaminación de los acopios, limitando los remotes y evitando el movimiento del material de la zona inferior de éstos, puesto que éste pudiera haberse contaminado.

Si en algún momento la plataforma del acopio se deteriora por cualquier motivo (lluvias, nieve, etc.), habrá que repararla lo antes posible para que, en todo momento, no se genere la contaminación del balasto.

Es normal que, durante la formación de acopios, se produzcan acumulaciones de finos y que estas aparezcan durante la carga del material. El contratista del montaje de vía retirará esas posibles acumulaciones de finos y las apartará del acopio para que no acaben en la vía.

Si durante las operaciones de descarga o de carga en tolva/camión se prevé una excesiva generación de polvo, se tomarán las medidas necesarias para mitigarlo, tales como riegos periódicos con agua u otros medios aprobados por la Dirección de Obra.

Una vez finalizado el uso del acopio, se procederá a su restauración.

3.3.3.1.-CARGADEROS DE BALASTO

Para los riegos con tren tolva, si es necesario, se dispondrá de una zona cargadero de balasto en el propio acopio y que se encuentre cercana a la vía.

Siempre que sea posible, la vía cargadero de balasto se realizará en una vía de apartado, evitando realizar la carga del tren sobre la vía general.

3.3.3.1.1.-Vía cargadero en vía de apartado

Se debe tener en cuenta que la pendiente de la vía cargadero de balasto será como máximo de 15 milésimas, para que, según la Norma NAV 5-2-0.1, se puedan dejar trenes estacionados en las condiciones reguladas de inmovilidad. Si bien, excepcionalmente, se podrán regular estacionamientos por encima de 15 milésimas, siempre de manera acorde a los criterios de seguridad de circulación en las fases de construcción. La longitud recomendable de vía útil será de 200 metros, como mínimo, para evitar la ocupación de la vía general durante el proceso de carga.

El armamento de vía estará formado por material de segundo uso (vía auxiliar).

3.3.3.1.2.-Vía cargadero en vía general

En el caso de resultar imposible ejecutar la vía cargadero en una vía de apartado, la zona correspondiente a la vía general se retranqueará hacia el muro cargadero para que la distancia entre el eje de vía y el muro cargadero sea de 1,8 metros. Una vez realizado el montaje de la vía auxiliar, se regará con balasto y se bateará hasta la cota de segundo levante estabilizado (101 mm bajo cota de cabeza de carril definitiva), siempre y cuando se respete el gálibo con el cable de retorno de la catenaria en el proceso de carga.

Una vez haya finalizado la función del muro cargadero de balasto, se sustituirá el tramo de vía auxiliar por vía definitiva.

Si fuera necesario, se daría continuidad a la canaleta de comunicaciones mediante cruce de cables o mediante tubo enterrado.

3.3.3.1.3.-Muros cargadero de balasto

En el caso de ejecutar muro cargadero, la longitud mínima de éste será de 60 metros. Por motivos de seguridad, el borde del muro sobresaldrá un mínimo de 15 cm respecto a la explanación de acopio.

Los muros cargadero son provisionales, por lo que su ejecución podrá ser con carriles hincados u hormigonados, si bien se podrán ejecutar con otra tipología (muro escollera, aprovechamiento de muro de contención, etc.) siempre que lo autorice la Dirección de Obra, o así esté reflejado en el proyecto. En caso de pala de grandes dimensiones se podría utilizar como cargadero de balasto una rampa de tierras.

Una vez finalizada la obra de montaje de vía, este muro cargadero será tratado dentro de la restauración del propio acopio.

3.3.3.2.-MAQUINARIA EN ACOPIO

La maquinaria permitida para la carga de balasto en el acopio será la siguiente:

- Maquinaria con orugas.
- Maquinaria con neumáticos (siempre y cuando se evite la circulación por encima del balasto).

Durante el proceso de carga se evitará contaminar el balasto con cualquier otro material, como el constituyente de la base del acopio o el procedente de los elementos de transporte (por ejemplo, barro procedente de los viales de acceso).

Para evitar la contaminación por polvo generado en la descarga, la logística dentro del acopio se planificará de tal modo que las labores de acopio no interfieran con las de carga.

3.3.3.3.-DESVÍOS DE SEGUNDO USO PARA ACCESO AL ACOPIO DE BALASTO

En el caso de carga en vía de apartado, el acceso al acopio de balasto se realizará mediante un desvío desde la vía general. Si existiera vía doble, será necesario colocar un escape de segundo uso, en las proximidades del acopio, para permitir el acceso desde cualquiera de las dos vías.

Es responsabilidad del contratista de montaje de vía el mantenimiento de estos desvíos durante la obra, incluyendo las calas en el desvío con las variaciones de temperatura, las cotas de seguridad y su correcta nivelación. Estos desvíos se encontrarán en buenas condiciones de uso y estarán dotados del correspondiente sistema de accionamiento, para facilitar las maniobras, y de los elementos de encerrojamiento.

El desvío se dejará a cota de segundo levante estabilizado (101 mm bajo cota de cabeza de carril definitiva) con rampas de entrada y salida.

Al finalizar la obra, estos desvíos deben ser retirados por el contratista de montaje de vía, reponiendo la longitud de vía correspondiente. Una vez retirado, se respetarán las tablas de levante en la restitución de la vía definitiva. En el momento de su retirada se acopiarán, agrupadas y numeradas, todas sus partes (traviesas, cuerpo de agujas, barras intermedias y cruzamiento) en las bases de montaje o en el lugar designado por la Dirección de Obra, de tal modo que se pueda identificar su tipología en cualquier momento, así como proceder de nuevo a su correcto montaje.

El marcaje de los desvíos de segundo uso se realizará con pintura indeleble, será acorde con la NAV 3-6-0.9 y, además, se guardarán los siguientes elementos de la forma indicada a continuación:

- Tornillería: se dejará en un cajón habilitado para tal fin.
- Marmitas: numeradas con la designación de la Dirección de Obra. Ejemplo: MA-01.

La Dirección de Obra emitirá un informe final con el inventario y estado del material de segundo uso para completar el inventario general. Este informe se remitirá al responsable de dicho inventario. Este inventario deberá quedar incluido en el "Proyecto según Construido".

3.4.-COLOCACIÓN DE MANTA ANTIVIBRATORIA

Con el fin de atenuar las vibraciones, a la par de otorgar elasticidad a las vías balastadas, especialmente en zonas urbanas y al paso por estructuras, en aquellos casos necesarios especificados en proyecto, y de acuerdo a lo establecido por la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) correspondiente, se procederá a la colocación de mantas antivibratorias previamente a la extensión del balasto.

Las características técnicas del material, así como sus condiciones de montaje, serán las establecidas en los Pliegos Técnicos correspondientes del proyecto y según las conclusiones del estudio vibratorio (que puede estar incluido en el proyecto o ser independiente de este).

En el caso de la transición entre vía con manta y vía sin manta, o cuando se modifique la tipología de la manta, se limitará la diferencia de asientos, estableciendo como condición única que la deflexión máxima del carril sea 0,5 mm.

3.5.-CAPA DE BALASTO

Antes de iniciar el extendido de balasto deberá estar finalizada la toma de datos de la plataforma y estar terminadas, en la medida de lo posible, las obras accesorias de hormigón y de tierra tales como: macizos de hormigón para catenaria, cunetas, canaletas semienterradas, cruces de cables, etc. También deberán estar fijados los recorridos para los camiones; es decir, una zona de entrada y otra de salida, evitando en todo momento que se realicen giros fuera de las zonas habilitadas para tal fin y minimizando, en la medida de lo posible, la circulación sobre la plataforma. Asimismo, deberán estar colocados los puntos de marcaje, tal y como se recoge en el apartado 3.1.1.7 de este documento.

El balasto cumplirá las prescripciones indicadas en la ET 03.360.004.0, así como en los correspondientes pliegos de licitación.

En todas las operaciones necesarias para la colocación del lecho de balasto (carga, transporte y vertido) deberá evitarse su segregación.

El suministro del balasto para la constitución del lecho se realizará por medio de camiones desde los puntos de acopio seleccionados o directamente desde cantera, si esto último lo autoriza la Dirección de Obra. Se prestará especial atención a que, durante el proceso de carga, no se produzcan contaminaciones con material procedente de la base del acopio.

No se permitirá la circulación sobre el balasto con maquinaria dotada de ruedas. La maquinaria que circule sobre el lecho de balasto dispondrá de cadenas de teja ancha, a ser posible con protecciones de goma, de forma que en ningún caso se fracture el balasto o se altere la superficie del lecho.

Las secciones tipo de balasto vendrán definidas en el proyecto de construcción correspondiente.

3.5.1.-Lecho de balasto

3.5.1.1.-PUESTA EN OBRA

Para la formación del lecho de balasto se empleará, bien una extendidora que actúe en un frente suficiente para cubrir, de una pasada, toda la anchura de la plataforma con el espesor prefijado; o bien dos extendidoras, cada una de las cuales realizará el extendido de la mitad del lecho sin permitir decalajes entre cada mitad de esta primera capa.

La superficie del lecho será horizontal, es decir, no se le dotará de peralte en la zona de curvas.

Las extendedoras de balasto estarán dotadas de maestra vibrante guiada por cable guía o control láser que garantice la cota de nivelación. Si no estuviesen dotadas de maestra vibrante, se tendrá que compactar la superficie del lecho con rodillos compactadores lisos y de carga estática de cinco toneladas (5 tn). No se permite el compactado con rodillo si la extendidora está dotada de maestra vibrante.

Se podrá utilizar cualquier extendidora que asegure la uniformidad de la geometría y de la granulometría del lecho de balasto.

Al verter el balasto éste se regará para evitar la formación de polvo.

Sólo en los casos en los que no sea posible usar extendidora, fundamentalmente por cuestión de espacio (túneles o zonas con gálibo insuficiente), será admitido el uso de motoniveladora para el extendido, entendiéndose que son situaciones totalmente excepcionales y previamente autorizadas por el Director de Obra. Posteriormente al paso de la motoniveladora deberá ejecutarse un compactado uniforme de la superficie mediante rodillos compactadores lisos y de carga estática de cinco toneladas (5 tn).

Si las arquetas de los túneles son prefabricadas y existe la posibilidad de su desmontaje, el contratista deberá desmontarlas previamente, y volver a montarlas una vez haya pasado la extendidora. Se protegerá el hueco dejado por las arquetas para evitar el derrame de balasto al colector central.

En las estructuras en las que existan cruces de cables que deban ser demolidos, por no asegurar el espesor de balasto bajo traviesa, éstos se repondrán, una vez haya pasado la extendidora por este punto, con cuatro tubos de acero galvanizado de 60 mm de diámetro y 5 mm de espesor, conectados eléctricamente entre sí y con toma a tierra, dispuestos en horizontal y envueltos en una protección de mortero mejorado con resinas.

Para evitar que las traviesas se apoyen en su zona central, se realizará una huella rebajando el lecho de balasto en la zona del eje de la vía. Las dimensiones de este rebaje serán tales que la huella sea claramente apreciable a simple vista. Se deberá evidenciar que existe hueco perceptible entre el centro de la traviesa y el lecho de balasto. En ningún caso estará permitido formar caballones de balasto en los laterales del rebaje. Para evitar este problema, se recomienda que el rebaje sea realizado con un útil acoplado en la propia extendidora de balasto.

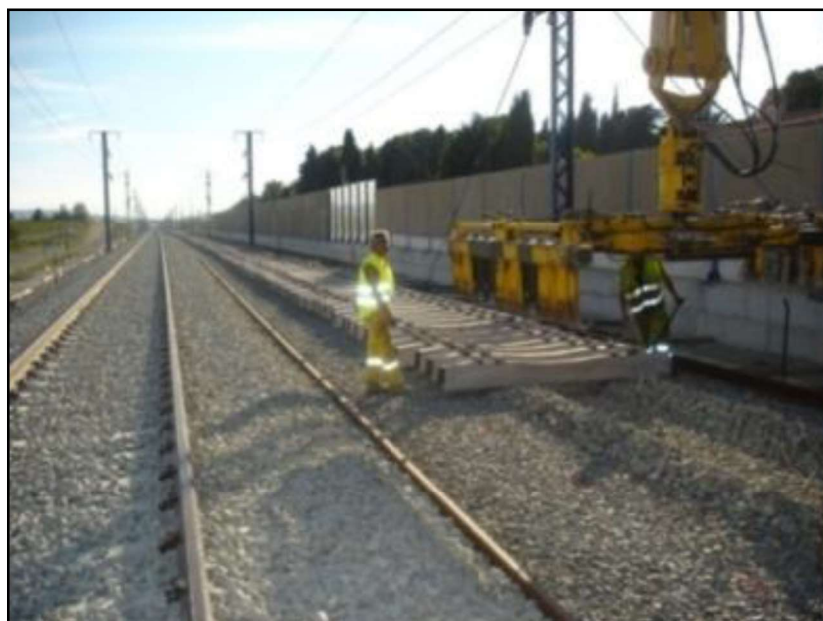


Imagen 17. Ejemplo de mala ejecución de la huella, formando caballones de balasto.

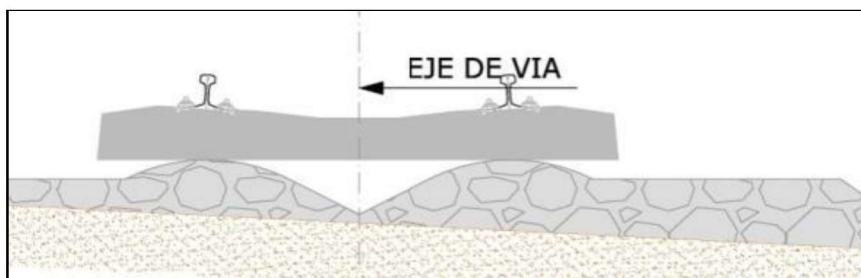


Imagen 18. Esquema de incorrecta ejecución de la huella. Huella no admitida.

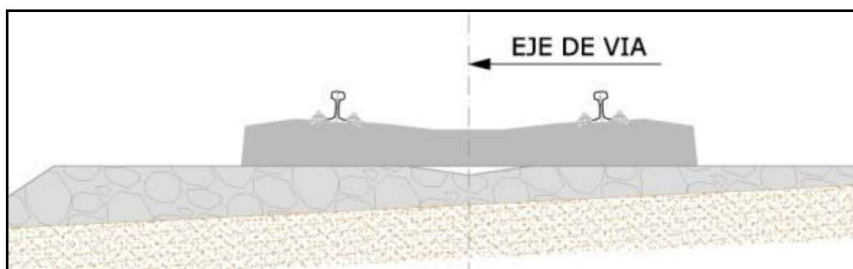


Imagen 19. Esquema de la correcta ejecución de la huella. Huella admitida.



Imagen 20. Ejemplo de útil para huella acoplado en extendedora.

3.5.1.2.-ESPESOR DEL LECHO DE BALASTO

Plataforma en subbalasto

El espesor del lecho de balasto, en función del espesor definitivo bajo traviesa, medido en la zona de apoyo de carril (hilo bajo), se define en la tabla siguiente:

Espesor final de diseño	35 cm espesor bajo traviesa	30 cm espesor bajo traviesa
Sobre subbalasto	18 ± 2 cm	13 (-0/+2) cm
Sobre estructuras y túneles (*)	20 ± 2 cm	15 ± 2 cm

Tabla 4. Espesores del lecho de balasto.

(*) Espesor final de diseño bajo traviesa de 37 cm (cuando el espesor de balasto bajo traviesa es de 35 cm sobre subbalasto) y de 32 cm (cuando el espesor de balasto bajo traviesa es de 30 cm sobre subbalasto), para estructuras y túneles.

Excepcionalmente, en zonas de andenes y zonas de baja velocidad de circulación donde no sea posible cumplir estos valores, se podrá autorizar por parte de la Dirección de Obra la reducción del espesor total de la banqueta de balasto a 25 cm.

3.5.2.-Ancho de la superficie

El ancho de la superficie del lecho de balasto será, por lo general:

- Vía doble: 9,50 m ± 100 mm.
- Vía única: 5,0 m ± 100 mm.

3.5.3.-Control geométrico

Se comprobarán, cada 60 m, los siguientes parámetros:

- Espesor de balasto bajo traviesa en la zona de apoyo de carril (hilo bajo). Para ello se medirá la distancia entre la capa de subbalasto y la cota superior del lecho de balasto en el eje de la plataforma, debiendo asegurarse que se cumplirán las cotas indicadas en la tabla 4 de esta norma, realizando para ello los cálculos geométricos oportunos.
- Ancho de la superficie del lecho de balasto.
- Dimensiones del rebaje.

3.5.4.-Zonas de aparatos de vía

Se procederá conforme indican las normas de montaje de desvíos y de otros aparatos de vía: NAV 7-1-3.4, NAV 7-1-3.5, NAV 7-1-3.6 y NAV 7-1-3.3.

3.6.-POSICIONADO DE TRAVIESAS SOBRE LECHO DE BALASTO

Para el montaje de vía las traviesas se han de disponer correctamente, con sus ejes longitudinales perpendiculares al eje de vía y distanciados 0,60 metros unos de otros.

La parte central de la traviesa no debe apoyar en el lecho de balasto.

Se evitará deteriorar las sujeciones y se cambiarán los clips, los tirafondos, las placas de asiento o las placas acodadas que presenten defectos, dejando constancia por escrito a fin de registrar las causas de las irregularidades detectadas.

Con el fin de evitar el sobreesfuerzo de las sujeciones en la fase de descarga de carril, las traviesas deben estar alineadas antes de posicionar el carril.

Las tolerancias para el posicionado de las traviesas aparecen en el punto 3.8.1 del presente documento.

3.6.1.-Traviesas con suela para estructuras

Con el objeto de garantizar una transición gradual de la rigidez de la vía en las zonas de cambio de vía en balasto sobre obra de tierra a vía sobre estructura (viaductos y túneles), con o sin balasto, así como en los tramos de paso sobre obras de fábrica (pasos inferiores, obras de drenaje, etc.), el proyecto de construcción de montaje de vía deberá definir y justificar la solución técnica a ejecutar. Particularmente, en el caso de empleo de traviesas con suela para tal fin, éstas serán obligatorias cuando la longitud de la estructura (viaducto o túnel), o la anchura de la obra de fábrica (medida según el recorrido de la circulación ferroviaria) superen el valor L siguiente:

$$L (m) = v (m/s) \times 0,5$$

Atendiendo a lo anterior, en puentes sin aparato de dilatación y en los que sea necesaria la instalación de traviesas con suela, y siempre que el proyecto no defina otra solución técnica, estas se colocarán con suelas de rigidez estática K1 en toda la longitud de la estructura, más treinta (30) traviesas a cada lado de ésta. A continuación, se dispondrán veinte (20) traviesas con suela de rigidez estática K2, seguidas de otras veinte (20) traviesas con suela de rigidez estática K3.

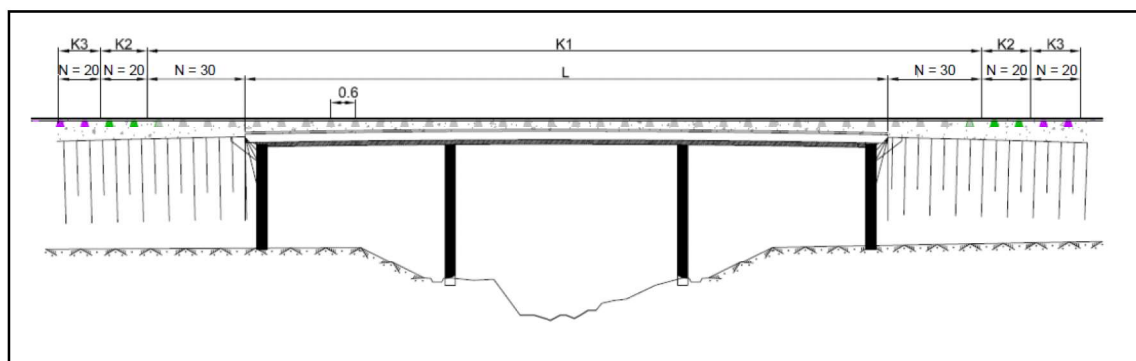


Imagen 21. Esquema distribución de traviesas con suela en viaducto sin aparato de dilatación.

Por otro lado, en puentes con aparato de dilatación en estribo y en los que sea necesaria la instalación de traviesas con suela, el lado del estribo fijo seguirá la distribución de éstas que se ha detallado anteriormente, siempre que el proyecto no defina otra solución técnica. El esquema será el siguiente:

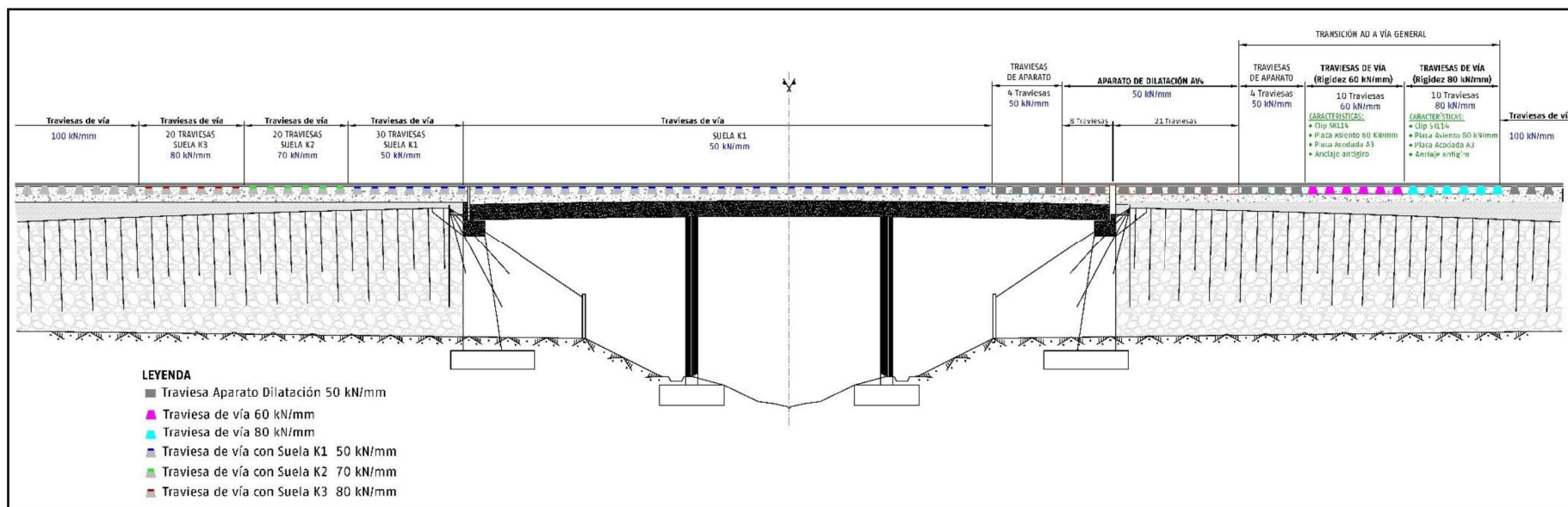


Imagen 22. Esquema distribución de traviesas con suela en viaducto con aparato de dilatación en estribo. Los valores de rigidez indicados en el esquema anterior se refieren a la rigidez del conjunto (sólo PAD, o bien PAD+suela, dependiendo del caso).

Por último, en puentes con aparato de dilatación en apoyo intermedio y en los que sea necesaria la instalación de traviesas con suela, la distribución de éstas en la aproximación a ambos estribos seguirá lo detallado anteriormente., siempre que el proyecto no defina otra solución técnica. El esquema será el siguiente:

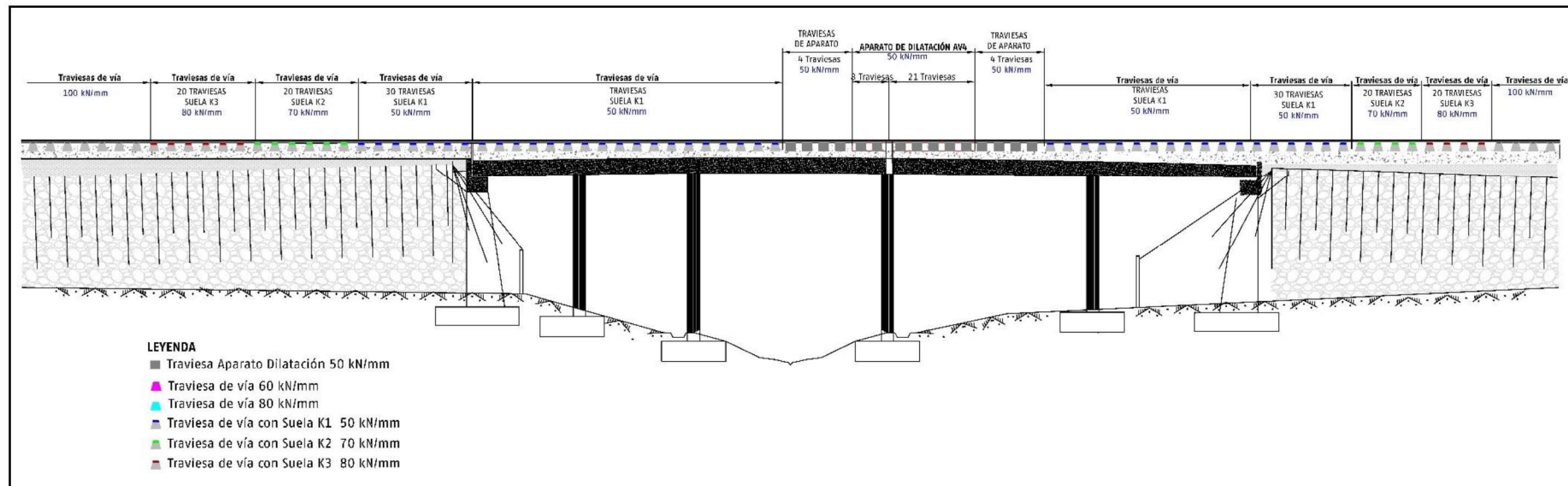


Imagen 23. Esquema distribución de traviesas con suela en viaducto con aparato de dilatación en apoyo intermedio. Los valores de rigidez indicados en el esquema anterior se refieren a la rigidez del conjunto (sólo PAD, o bien PAD+suela, dependiendo del caso).

En el caso de túneles, y siempre que la longitud del túnel (L) sea superior al valor anteriormente calculado $(L(m) \geq v(m/s) \times 0,5)$ y el proyecto de construcción no prescriba otra solución técnica, se colocarán las traviesas con suela de rigidez K1 en toda la longitud del túnel (L). A continuación, se dispondrán las traviesas con suela de rigidez K2 y K3 respectivamente, en un número igual a veinte (20) traviesas de cada tipo.

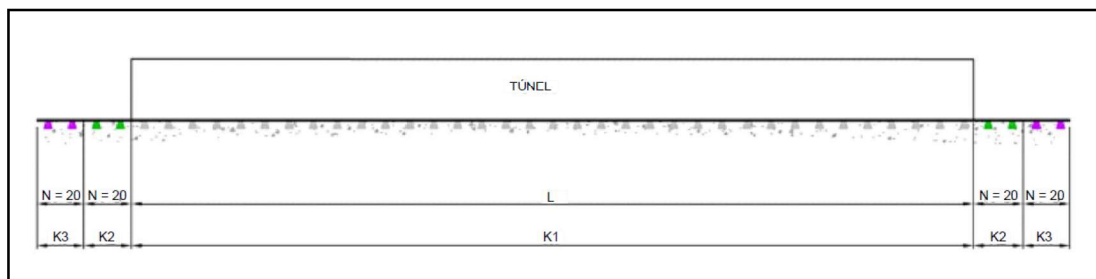


Imagen 24. Esquema distribución de traviesas con suela en túnel.

Cuando existan dos estructuras consecutivas en las que se deban colocar traviesas con suela, o con aparatos de vía entre ellas, de manera que si la distancia entre ellas, o entre ellas y el aparato, hace imposible cumplir las longitudes de transición especificadas anteriormente, se realizará consulta al área técnica correspondiente al objeto de determinar la solución técnica a adoptar. Dicha solución se recomienda que se diseñe en el proyecto de construcción de montaje de vía correspondiente. Particularmente, se analizará el estudio de transiciones en los casos de viaductos con apoyos móviles intermedios, debido a la necesidad de instalación de un aparato de dilatación en dicho apoyo.

3.6.2.-Transiciones de los aparatos de vía

Se recomienda que las traviesas de transición de los desvíos y aparatos de dilatación se incorporen a la vía a la vez que el resto de las traviesas de vía general, con sus ejes distanciados 0,60 m y replanteando las mismas mediante medios topográficos. La distribución de estas traviesas será la indicada en los planos de los aparatos de vía a instalar.

Asimismo, se procederá conforme indican las normas de montaje de desvíos y de otros aparatos de vía: NAV 7-1-3.4, NAV 7-1-3.5, NAV 7-1-3.6 y NAV 7-1-3.3.

3.6.3.-Transición entre vía sin balasto y vía sobre balasto

Se procederá según lo especificado en la NAV 7-1-0.7.

3.6.4.-Maquinaria a emplear

La maquinaria que circule sobre el lecho de balasto para el posicionado de traviesas dispondrá de cadenas de teja ancha, preferiblemente de goma, de forma que en ningún caso se fracture el balasto o se altere la superficie del lecho.

La manipulación de las traviesas debe realizarse con útiles de cogida exterior o interior. Los elementos de sujeción del carril (tirafondos y clips) no deberán ser empleados para el izado o la manipulación de las traviesas en ningún momento.

Para poder seguir avanzando con el posicionado de traviesas, en los 5.000 metros anteriores deberán estar recogidas y acopiadas las traviesas sobrantes, así como los durmientes. Estos últimos se llevarán a una zona de la obra en la que sea posible el acceso por camión, mientras que las traviesas sobrantes se apilarán donde la Dirección de Obra considere oportuno, por si fuera necesaria una posible sustitución.

No se considerará la unidad de obra ejecutada hasta que los durmientes de las traviesas no se encuentren recogidos y flejados.

3.7.-MANIPULACIÓN DE CARRIL

En el caso de que el montaje de vía se realice desde una base de montaje, las operaciones a realizar por el contratista serán:

- La carga en acopio de los trenes carrileros.
- El transporte hasta el lugar de empleo.
- La descarga de carril.

En el resto de los casos, únicamente será competencia del contratista la descarga de carril y su transporte hasta el lugar de empleo, si así lo indica el Proyecto de Construcción o el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del Contrato de Suministro.

3.7.1.-Carga en acopio

Esta labor se realizará únicamente en caso de que el montaje se desarrolle desde una base de montaje. La carga siempre se llevará a cabo de forma que el sentido de laminación del carril, una vez descargado, sea el mismo para todas las barras de la obra.

La carga desde el acopio de carril al tren carrilero/vagones de transporte de carriles (en adelante, "tren carrilero") se realizará mediante los pórticos de transferencia de carril ubicados en las bases de montaje. Las barras largas se cargarán sobre los vagones del tren. En el caso de barras con soldaduras eléctricas de taller, se dispondrán de tal modo que su lado activo quede orientado hacia el eje de simetría del vagón.

Los carriles se colocarán sobre los brazos soporte, en sus respectivos rodillos, en una, dos o tres capas (con un máximo de 12 carriles por capa). Cuando exista una capa incompleta, ésta será, obligatoriamente, la última cargada y los carriles se distribuirán de forma centrada respecto al eje longitudinal del vagón.

Cuando la carga no se realice mediante pórticos, ésta se realizará mediante elementos de elevación, evitando flexiones excesivas que puedan dar origen a deformaciones permanentes. La distancia entre los puntos de suspensión del carril debe ser de 11 metros, dejando 3,50 metros a cada extremo de la barra.

3.7.2.-Transporte de los carriles

El transporte de los carriles, hasta su descarga en el tajo, se efectuará mediante tren carrilero dotado de plataformas y tracción habilitadas especialmente para tal fin, cumpliendo las siguientes condiciones:

- La velocidad del tren carrilero respetará cuantas limitaciones puedan existir en su recorrido, ya sean éstas temporales o permanentes.
- Se prohíben los frenazos bruscos y las aceleraciones violentas. Asimismo, se prohíbe la circulación sin la adecuada posición de los elementos de fijación de la carga (bridas de retención, peines, puentes y cabeceros de seguridad), tanto en vacío como en carga.
- La dotación del personal en el tren se ajustará al sentido de la circulación en cada caso; es decir, se contará con un maquinista en los trenes que circulen "tirando" y con un maquinista y un "agente en cabeza" en los trenes que circulen "empujando"; disponiendo, además, de la señalización y de los útiles obligatorios reglamentarios.

- Los carriles se desembridarán, exclusivamente, en el momento de la descarga y únicamente las barras que vayan a ser descargadas de forma inmediata.
- En caso de descarga parcial del tren, se procurará que la carga restante quede distribuida lo más uniformemente posible.
- El contratista deberá disponer de personal autorizado y acreditado para la circulación de cualquier tren de trabajo o maquinaria de vía que circule por el tramo de montaje de vía, así como para intervenir con responsabilidad en los trabajos que afecten a la "zona de peligro".

3.7.3.-Descarga de carril en obra

3.7.3.1.-CONDICIONES GENERALES

No se permitirá la descarga de carril hasta que las traviesas no estén alineadas con el visto bueno de la Dirección de Obra, según tolerancias indicadas en el apartado 3.8.1.

En el caso de la descarga de barras con soldaduras eléctricas de taller, el lado activo debe quedar hacia el interior de la vía, y el sentido de laminación será el mismo para todas las barras.

Una opción consiste en descargar las barras directamente sobre las traviesas en su posición definitiva. Si no es así, se apoyarán en el lecho de balasto para, posteriormente, colocarlas en su sitio mediante una posicionadora de carril.

Se colocarán los rodillos de deslizamiento y guiado, como máximo, cada 15 m para carril 60E1 y, como máximo, cada 12 m para carril 54E1, de tal manera que se garantice la estabilidad del carril en sus tres ejes y, en su caso, se evite el vuelco y/o desplazamiento de las traviesas.

El medio para la sustentación del carril en el sistema de descarga estará formado por pinzas, bridas u otros elementos que lo sujeten perfectamente. Solo se permitirá la utilización de eslingas, o similar, para extraer las barras hasta que la barra llegue al final de la plataforma de descarga. En ningún caso se permitirá la utilización de cadenas.

Posicionado de carril sobre traviesas:

- En lo referente al par de apriete provisional, se seguirán las instrucciones de montaje y las especificaciones establecidas en el plano de sujeción de la traviesa correspondiente, con relación al procedimiento de apriete.
- Tolerancia en el ancho de vía: +4 / -3 mm.



Imagen 25. Ejemplos de descarga de carril en obra.

No está permitido taladrar el carril.

Se descargarán las dos barras a la vez (hilo interior e hilo exterior), no estando permitido descargar una barra y a continuación la otra.

Se tendrá especial cuidado en la descarga de cada barra cuando su extremo posterior se salga de la plataforma y pueda golpearse fuertemente.

En las zonas donde se ubiquen aparatos de vía, se descargará también la barra larga.

En la descarga, el carril deberá descender paralelamente a la superficie sobre la que ha de descansar, con movimiento suave y uniforme. La descarga se realizará por deslizamiento de los carriles sobre cupones de carril o elementos metálicos bien engrasados, de manera que la inclinación del carril en la descarga no supere 30°. El número mínimo de estos elementos será el necesario para que el vano entre ellos no exceda de 6 metros.

Si se dispone de un vagón especial autorizado por Adif, la distancia entre la salida de la barra en el carrilero y el apoyo sobre la traviesa nunca será inferior a 10 m.



Imagen 26. Ejemplos de descarga de carril en obra.

3.7.3.2.-MAQUINARIA NECESARIA

3.7.3.2.1.-Rodillos de deslizamiento y guiado

Los rodillos deben cumplir las siguientes prescripciones:

- Ser estables.
- En el caso de estar posicionados sobre la traviesa, estarán anclados a dos de ellas como mínimo. Se permitirá el empleo de rodillos posicionados sobre una única traviesa siempre y cuando se disponga de elementos que impidan el desplazamiento y/o vuelco de las traviesas.
- No permitirán el vuelco de la barra.
- No arañarán la barra.
- Estarán formados a su vez por, al menos, tres rodillos (uno en la base y dos en los laterales).



Imagen 27. Ejemplo de rodillos de deslizamiento y guiado. Vista lateral.



Imagen 28. Ejemplo de rodillos de deslizamiento y guiado. Vista frontal.

3.7.3.2.2.-Tren carrilero con vagón de descarga en cola o descarga lateral

Se trata de una composición compuesta por plataformas diseñadas para el transporte de carril en una longitud de barra de hasta 288 m.

La composición deberá ir dotada de los útiles necesarios para la descarga de las barras, bien por cola, en el caso de que las barras a descargar sean para la vía donde se encuentra ubicado el tren, bien para descarga lateral, en el caso de que las barras a descargar sean para el montaje de la vía paralela a la que está ubicado aquél.

3.7.3.2.3.-Pórticos de descarga, tractores de tiro o similares

En el caso de que la descarga del carril se realice de manera directa, los pórticos de descarga, tractores de tiro o similares se encargarán de enganchar las barras de dos en dos (una por cada hilo) y tirar de ellas para descargarlas del tren carrilero y posicionarlas bien en el balasto, bien sobre la traviesa.

La potencia de estas máquinas será la suficiente para poder tirar de una sucesión de, al menos, tres barras de 288 m por hilo (en total, seis barras) en las condiciones de pendiente más desfavorable de la traza.

3.7.3.3.-DESCARGA EN VÍA DIRECTORA

Para la descarga de carril en la vía directora se necesitará un sistema de descarga directa (pórtico o similar); es decir, será este sistema el que arrastre las barras desde el tren carrilero hasta depositarlo sobre los rodillos.

El carrilero circulará por la vía montada, estacionándose al final de ésta. Será el sistema de descarga directa el que se aproxime al carrilero, enganche las barras y las arrastre hasta depositarlas sobre los rodillos. Es decir, el carrilero permanecerá parado, siendo el sistema de descarga el que se desplace con las barras.

La barra deberá desplazarse sobre los rodillos para evitar daños al carril, a las traviesas y a sus sujeciones.

Este sistema dispondrá de cadenas de teja ancha para su circulación sobre el lecho de balasto.

Para evitar flexiones excesivas de las barras a su salida, en la cola del carrilero se colocará un sistema de descarga en altura (plataforma o rodillos en diferentes alturas) para facilitar el descenso de las barras desde el carrilero hasta las traviesas. Mediante esta plataforma, o mediante los rodillos, se suavizará la diferencia de cota entre el carrilero y la traviesa. El número de apoyos a la salida del carrilero será el mínimo necesario para que el vano entre ellos no exceda de 6 metros.

El carril, una vez descargado, se izará para proceder al levante y traslado de los rodillos a su nuevo lugar de empleo.

3.7.3.4.-DESCARGA EN VÍA PARALELA

La descarga en la vía paralela se puede realizar de la misma manera que en la vía directora, es decir, el tren carrilero circulará por la vía paralela, se estacionará al final de ésta y será el sistema de descarga el que arrastre las barras.

Una segunda opción será que el carrilero circule por la vía directora y, mediante plataformas de descarga lateral, se depositen las barras en la vía paralela.

Otra opción para la descarga en vía paralela sería proceder a la descarga con las plataformas de descarga lateral, con el tren carrilero parado en la vía directora y la maquinaria de tiro tirando del carril desde la vía paralela. Dicho carril deslizaría sobre los rodillos instalados en la vía paralela, de la misma manera que se procede en la vía directora.

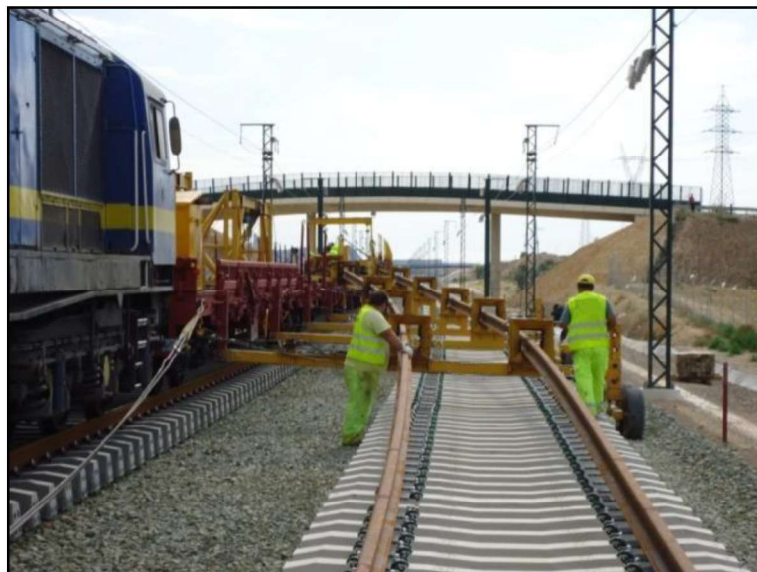


Imagen 29. Vista general de la operación de descarga desde vía paralela.

3.8.-ENSAMBLADO DE VÍA

Las operaciones relacionadas con el ensamblado de vía son las siguientes:

- Escuadrado de traviesas.
- Colocación del carril y embridado de las barras.
- Apriete provisional de la sujeción.

Una vez haya finalizado la descarga del carril, se procederá a realizar el ensamblado de vía. Para ello han de estar retirados todos los rodillos de las traviesas del tramo a montar.

3.8.1.-Escuadrado de traviesas

Una vez extendido el lecho de balasto se procederá a la colocación y escuadre de las traviesas sobre éste, para poder recibir el carril.

Las tolerancias en la posición de las traviesas serán:

- Distancia en planta: ± 30 mm.
- Distancia entre ejes: 600 ± 20 mm.
- Distancia entre seis traviesas consecutivas: 3.000 ± 30 mm.
- Descuadre: ± 10 mm con respecto a la perpendicular de los carriles.

En cualquier caso, se deberá cumplir:

- En cualquier tramo de 100 m de longitud debe haber 166 ó 167 traviesas.
- En cualquier tramo de 1.000 m de longitud debe haber 1.666 ó 1.667 traviesas.

3.8.2.-Colocación del carril y embridado

No se permitirá la colocación del carril hasta que las traviesas no estén verificadas por la Dirección de Obra, cumpliendo las tolerancias del apartado anterior. Se establecerá el punto de parada correspondiente en el plan de calidad del contratista.

Una vez colocado correctamente el carril sobre las traviesas, y antes de proceder a su apretado, se comprobarán y corregirán los defectos de posicionamiento de aquéllas para ajustarlas a las tolerancias exigidas: distancia entre ejes, perpendicularidad al eje de vía y centrado sobre dicho eje. Se verificará la idoneidad de todos los elementos de sujeción de la traviesa (placa acodada, placa de asiento, tirafondo y clip).



Imagen 30. Disposición general del carril embridado.

En la operación de tendido del carril sobre las traviesas se deberá tener en cuenta que han de considerarse las correspondientes calas de montaje, al objeto de evitar posibles deformaciones del carril por incrementos posteriores de la temperatura. Así, se tendrá en cuenta la variación máxima de temperatura del carril (Δt_c) que se pudiera dar entre el momento de su tendido sobre las traviesas y el momento previsto para su liberación de tensiones. Atendiendo a lo anterior, se pueden dar estos casos:

- Si la temperatura de carril durante la operación de tendido sobre las traviesas es superior o igual a la máxima prevista que éste pudiera adquirir hasta el momento de liberación de tensiones, las barras se podrán colocar a tope (sin cala de montaje).
- Si la temperatura de carril durante la operación de tendido sobre las traviesas es inferior a la máxima prevista que éste pudiera adquirir hasta el momento de liberación de tensiones, habrá que colocar las barras dejando una cala de montaje entre ellas. A modo de recomendación, se presenta la siguiente tabla de calas de montaje, en función de la longitud de las barras y del incremento máximo de temperatura previsto en el carril:

L BARRA (m)	Δl (mm)							
	Δt (°C) (t_c máxima prevista que pudiera darse hasta el momento de liberación - t_c durante el tendido de carril)							
	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C
12 m	0,66	1,32	1,97	2,63	3,29	3,95	4,6	5,26
18 m	0,99	1,97	2,96	3,95	4,93	5,92	6,9	7,89
24 m	1,32	2,63	3,95	5,26	6,58	7,89	9,21	10,52
32 m	1,75	3,51	5,26	7,01	8,77	10,52	12,28	14,03
36 m	1,97	3,95	5,92	7,89	9,86	11,84	13,81	15,78
90 m	4,93	9,86	14,8	19,73	24,66	29,59	34,52	39,46
108 m	5,92	11,84	17,76	23,67	29,59	35,51	41,43	47,35
180 m	9,86	19,73	29,59	39,46	49,32	59,18	69,05	78,91
270 m	14,8	29,59	44,39	59,18	73,98	88,78	103,57	118,37
288 m	15,78	31,56	47,35	63,13	78,91	94,69	110,48	126,26

Se debe tener en cuenta que los incrementos de longitud indicados se refieren a la barra completa (mitad del valor obtenido en cada extremo). Por tanto, para la obtención de la cala de montaje se deberá tener en cuenta la longitud de cada una de las semibarras, en caso de no ser éstas de igual longitud.

Tabla 5. Tabla orientativa de calas de montaje.

Los valores indicados provienen del cálculo atendiendo a la Ley General de dilatación lineal:

$$\Delta l = \alpha \times L \times \Delta T$$

Siendo:

Δl : variación de la longitud del elemento (micras).

α : coeficiente de dilatación lineal del material (micras/m×°C).

L: longitud inicial del elemento (m).

ΔT : variación de temperatura soportada (°C).

En el caso del acero de carril, el coeficiente de dilatación lineal (α) es igual a 10,96 micras por metro y grado centígrado (micras/m×°C). Por tanto, para longitudes de carril o variaciones de temperatura diferentes a las presentadas en la tabla anterior, se podrá aplicar la fórmula indicada para estimar la cala recomendada de montaje.

En las zonas donde esté prevista la instalación de un aparato de dilatación se montará un cupón de longitud apropiada para abarcar la longitud del aparato a instalar, con la finalidad de cubrir posibles movimientos del carril y la estructura durante el proceso de montaje. Se recomienda que las calas en este cupón sean algo mayores a las indicadas en la tabla anterior para poder cubrir posibles movimientos del viaducto por fluencia y temperaturas mientras el aparato de dilatación no esté instalado.

Una vez tendidas las barras, éstas se embridarán mediante cualquier tipo de bridas que permitan el bateo y agarren completamente el carril por el alma y el patín, garantizando la ausencia de movimientos entre los dos carriles y, en particular, en cota y alineación. No está permitido taladrar el carril para colocar las bridas. Se dejarán a escuadra (tolerancia ± 30 mm) las juntas de los dos hilos de la vía, de tal manera que la junta quede centrada en el mismo cajón entre traviesas.

Queda prohibida la ejecución de taladros en el carril durante el montaje de vía. Los taladros que sean requeridos por los subsistemas de energía y de control, mando y señalización se registrarán por la norma NAV 3-0-7.0. De igual forma, se seguirán las prescripciones recogidas en dicha norma en lo referente a la distancia del eje de un taladro al eje de una soldadura eléctrica o aluminotérmica, así como en lo relativo a la vía embridada. Respecto a la vía reutilizada, se cumplirán los requisitos que establece la norma NAV 7-1-3.9.

En caso de que sea necesario proceder al corte de carril, sólo podrá realizarse mediante tronadora de carril (potencia mínima necesaria 7 C.V.).



Imagen 31. Vista general de la disposición de la cala.

3.8.3.-Apriete provisional de la sujeción

Después de comprobada la posición de las traviesas, y una vez colocados los clips en posición de montaje, se procederá al apretado de las sujeciones con máquinas clavadoras. Estas máquinas deberán cumplir las siguientes características:

- Estarán dotadas con control de par hidráulico que será revisado a diario por el contratista.
- Tendrán la posibilidad de actuar en los dos hilos sin girar el carro y estarán dotadas de registro continuo.
- Dispondrán graduación de la escala del manómetro en Nm o Kgm.
- Tendrán limitador del par de apriete.
- Las motoclavadoras, para dar el par de apriete correctamente, necesitan que el aceite hidráulico esté caliente. Por tanto, deberán ser arrancadas aproximadamente 15 minutos antes de comenzar los trabajos.
- Las máquinas se calibrarán al inicio de la jornada de trabajo y al reinicio tras cada parada.

La fijación del carril sobre las traviesas se hará con temperaturas comprendidas entre 5°C y $t_n + 10^\circ\text{C}$, siendo t_n la temperatura de neutralización. Se recomienda que la temperatura de fijación no supere la t_n .

En lo referente al par de apriete provisional, se seguirán las instrucciones de montaje y las especificaciones establecidas en el plano de sujeción de la traviesa correspondiente, con relación al procedimiento de apriete.

Se realizará una revisión de todas las traviesas (distancia entre ellas y su estado) y de todos sus elementos de sujeción. Será en esta fase, y antes del aporte de balasto, cuando se corrijan los defectos de posicionamiento de las traviesas. Se sustituirán aquellas que no se encuentren en buen estado y los elementos de sujeción que presenten algún defecto. Todo esto supondrá un punto de parada en el plan de control de calidad del contratista.

3.8.4.-Cupón mínimo

La distancia mínima, en plena vía, entre dos soldaduras aluminotérmicas, dos soldaduras eléctricas, una soldadura aluminotérmica y una eléctrica o una soldadura aluminotérmica/eléctrica y el extremo de carril, será de:

- 6 m para tramos con velocidad igual o menor a 160 km/h.
- 9 m para tramos con velocidad superior a 160 km/h e inferior a 200 km/h.
- 18 m para tramos con velocidad igual o mayor a 200 km/h. En el caso de dos soldaduras eléctricas, esta distancia puede reducirse a 12 m.

De forma análoga, con carácter excepcional y previa solicitud a Adif, y con la autorización del área técnica responsable, se pueden aceptar entre aparatos de vía³, como distancias mínimas⁴, las siguientes:

- Entre dos soldaduras aluminotérmicas: 2,4 m.
- Entre una soldadura eléctrica y una aluminotérmica: 1,8 m.
- Entre una soldadura aluminotérmica y una junta o una junta aislante encolada: 3,6 m.
- Entre una soldadura eléctrica y una junta o una junta aislante encolada: 3,0 m.

3.8.5.-Tolerancias en el ensamblado de vía

Las tolerancias en el ensamblado de vía serán las siguientes:

- Posición en planta. Diferencia con la posición teórica: ± 30 mm.
- Distancia entre dos traviesas consecutivas: 600 ± 20 mm.
- Distancia entre 6 traviesas consecutivas: 3.000 ± 30 mm.
- Descuadre: ± 10 mm con respecto a la perpendicularidad de los carriles.
- Ancho de vía: $+4 / -3$ mm.

³ Estas medidas se refieren únicamente a la longitud mínima entre aparatos de vía, y hay que diferenciarlas de las distancias entre las soldaduras internas dentro del propio aparato, bien sea entre las eléctricas de los cruzamientos, juntas aislantes encoladas o las aluminotérmicas interiores, que dependerán del propio diseño del aparato y su geometría. Este vendrá definido en el plano de fabricación y contará con la aprobación de la dirección técnica.

⁴ Debe evitarse la disposición de aparatos con soldaduras a tope, dado que esta situación puede forzar a sustituir componentes de los aparatos cuando sea preciso la renovación de la soldadura. Solo en casos excepcionales, en los que por motivos muy justificados técnicamente de condicionamiento del trazado, la distancia entre dos aparatos de vía contiguos no pudiera cumplir con las distancias mínimas anteriores, se podrá estudiar el suministro de aparatos de vía con las contraagujas, cupones o antenas más largas, para enlazar ambos aparatos a tope.

Una vez realizado el ensamblado de vía, y antes de realizar ningún aporte de balasto, si no se cumplen las tolerancias de montaje indicadas se corregirá la alineación con bateadora.

Estas comprobaciones se establecerán como punto de parada en el plan de calidad del contratista.

3.9.- RIEGOS DE BALASTO

Instalada la vía sobre el lecho de balasto, se transportará en vagones tolva el balasto restante para completar la sección tipo. Este balasto procederá de los acopios de obra existentes. Las tolvas se cargarán con la maquinaria adecuada.

La longitud máxima permitida de la vía ensamblada sin arropar con balasto será de 4.860 metros (un tren carrilero completo) y por un plazo no superior a 24 horas después de apretar la sujeción (con el par de apriete provisional). En el caso de ser superada esta longitud máxima, la Dirección de Obra ordenará la paralización de la descarga de carril.

Después del tren de tolvas, circulará por vía una perfiladora para retirar el balasto de los carriles y descubrir las cabezas de las traviesas, evitando así daños en las mismas durante el bateo. De este modo no se pondrán en peligro las circulaciones al llenar la caja de la vía de balasto y se evitarán los araños en los carriles.

Durante las operaciones de descarga del balasto se deberá evitar que se produzcan desperfectos en la superficie de rodadura del carril.

Se dispondrá en obra de tolvas de descarga central y de descarga lateral para asegurar el correcto embalastado de la vía.

En el uso de tolvas con cesta distribuidora de balasto, se asegurará que el mecanismo de atado de la cesta sea lo suficientemente seguro.

Se cargará la tolva mediante retro o pala cargadora sin sobrepasar la carga máxima permitida. No estará permitido que el balasto cargado sobresalga de la parte superior de la misma (copete).



Imagen 32. Copete en tolva.

3.10.-OPERACIONES PARA LLEGAR AL ESTADO PREVIO DE RECEPCIÓN

Una vez terminado el ensamblado de vía y el riego de balasto, se procede al posicionamiento definitivo de la vía en planta y en alzado y, posteriormente, a las operaciones que permiten alcanzar el Estado Previo de Recepción. Para alcanzar este estado se deben realizar diversos ciclos de levante y alineación de la vía. Cada uno de estos ciclos de levante y alineación tiene la siguiente secuencia de operaciones:

- Descarga de balasto.
- Bateo.
- Perfilado.
- Estabilizado.
- Perfilado/Barrido.

La secuencia de estados intermedios y controles a realizar es la siguiente:

Estado	Requisito	Registros asociados
Primer levante estabilizado	Aprobación de D.O.	
Estado previo de recepción sin estabilizar	Aprobación de D.O.	Registro de bateadora. Sondeos de, al menos, 120 m por km.
Estado previo de recepción	Aprobación de D.O.	Registro de bateadora y estabilizador. Sondeos de, al menos, 120 m por km.

Tabla 6. Secuencia de estados intermedios y controles a realizar para llegar a Estado Previo de Recepción.

3.10.1.-Primer levante estabilizado

Se realizarán un conjunto de operaciones de descarga de balasto, levante y estabilizado de vía y perfilado.

Esta fase se dará por terminada cuando el tramo de vía tratado esté a una cota aproximada de - 140 mm respecto a la cota de cabeza de carril (C.C.C.) definitiva. Para ello se realizará un levante de, aproximadamente, 45 mm respecto a la posición de vía en esqueleto.

Tras cada operación de bateo, y antes de proceder al estabilizado, se llevará a cabo el perfilado y barrido de la banqueta de balasto. En esta operación se deberá ir conformando la entrevía con su sección definitiva.

A continuación, se efectuará un estabilizado sin control de asiento que verificará los siguientes parámetros:

Fuerza vertical	10 t/hilo
Frecuencia de vibración	30-35 Hz
Velocidad de trabajo del estabilizador	< 1000 m/h

Tabla 7. Parámetros de estabilizado en primer levante.

Las cotas indicadas para esta fase son las siguientes:

FASE	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (35 cm balasto bajo traviesa)	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (30 cm balasto bajo traviesa)	Diferencia (mm) respecto a C.C.C. definitiva	Peralte	Hombro de banquetta	Documentación a entregar
LECHO (vía en esqueleto)	-	-	-170	-	-	-
Primer levante	45	45	-125	$\geq 1/3$ del definitivo	$\geq 30\%$ del definitivo	Registro bateadora
Primer levante estabilizado (10 tn/hilo)	-15	-15	-140			Registro estabilizador

Tabla 8. Secuencia de primer levante estabilizado y cotas.

Excepcionalmente, y siempre con autorización de la Dirección de Obra, para los casos en los que el espesor de la banquetta de balasto bajo traviesa sea igual o inferior a 30 cm, también se podrán realizar las secuencias anteriores respetando las siguientes cotas y requisitos:

FASE	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (espesores iguales o inferiores a 30 cm balasto bajo traviesa)	Diferencia (mm) respecto a C.C.C. definitiva	Peralte	Hombro de banquetta	Documentación a entregar
LECHO (vía en esqueleto)	-	-120	-	-	-
Primer levante	43	-77	$\geq 1/3$ del definitivo o	$\geq 30\%$ del definitivo	Registro bateadora
Primer levante estabilizado (10 tn/hilo)	-6	-83			Registro estabilizador

Tabla 9. Secuencia de primer levante estabilizado y cotas. Caso excepcional para espesor balasto bajo traviesa ≤ 30 cm.

Las tolerancias de la geometría de la vía exigidas en la fase de levante previo son las siguientes:

PARÁMETRO	DIFERENCIAS (mm)	VARIACIONES CADA 5 m (mm)
Ancho de vía (mm) (desviación del valor del ancho de vía de diseño)	+4 -3	2
Posición absoluta horizontal de la vía (mm) (desviación con respecto a la posición teórica) (*)	20	
Alineación (mm) (flechado con cuerda de 20 m) (desviación del valor de diseño) (*)	+4 -2	3
Posición absoluta vertical de la vía (mm) (desviación con respecto a la posición teórica)	+20 -30	10
Nivelación transversal (peralte) provisional (mm) (desviación con respecto al valor de diseño)	± 10	6
(*) Será potestativo de la Dirección de Obra la inspección de la alineación de vía, bien con flechado, bien mediante posición absoluta horizontal.		

Tabla 10. Tolerancias exigidas en fase de levante previo.

3.10.2.-Segundo y tercer levantes

Cuando el primer levante haya sido aprobado por parte de la Dirección de Obra, se procede a llevar la vía a la cota del Estado Previo de Recepción, en el cual la C.C.C. alcanza una cota aproximada de -27 mm respecto a la definitiva.

Para llevarlo a cabo se realizarán tres nuevos levantes y tres nuevos estabilizados, respetando en todo caso la secuencia de trabajos definida con anterioridad.

El levante al Estado Previo de Recepción se llevará a cabo en fases sucesivas teniendo en cuenta que el levante máximo en cada fase no debe superar los 50 mm. De manera previa a su ejecución, el contratista presentará a la Dirección de Obra el plan de levantes para su aprobación. Éste será de obligado cumplimiento una vez aprobado.

Tras cada operación de bateo, y antes de proceder al estabilizado, se llevará a cabo el perfilado de la banqueta de balasto. En esta operación se deberá ir conformando la entrevía con su sección definitiva.

A continuación de cada levante se efectuará un estabilizado sin control de asiento, que verificará los siguientes parámetros:

Fuerza vertical	12 t/hilo
Frecuencia de vibración	30-35 Hz
Velocidad de trabajo del estabilizador	< 1000 m/h

Tabla 11. Parámetros de estabilizado en segundo levante y siguientes.

El plan de levantes y cotas aproximadas para esta fase es el siguiente:

FASE	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (35 cm balasto bajo traviesa)	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (30 cm balasto bajo traviesa)	Diferencia (mm) respecto a C.C.C. definitiva	Peralte	Hombro de banquetta	Documentación a entregar
Segundo levante	48	48	-92	$\geq 1/3$ del definitivo	$\geq 40\%$ del definitivo	Registro bateadora
Segundo estabilizado (12 tn/hilo)	-9	-9	-101			Registro estabilizador
Tercer levante	48	48	-53	$\geq 2/3$ del definitivo	$\geq 75\%$ del definitivo	Registro bateadora
Tercer estabilizado (12 tn/hilo)	-8	-8	-61			Registro estabilizador
Estado previo de recepción sin estabilizar	40	40	-21	Peralte definitivo	100% del definitivo	Registro bateadora
Estado previo de recepción (12 tn/hilo)	-6	-6	-27			Registro estabilizador

Tabla 12. Secuencia de levantes y cotas hasta Estado Previo de Recepción.

Excepcionalmente, y siempre con autorización de la Dirección de Obra, para los casos en los que el espesor de la banquetta de balasto bajo traviesa sea igual o inferior a 30 cm, también se podrán realizar las secuencias anteriores respetando las siguientes cotas y requisitos (se prescinde del tercer levante y se debe haber realizado la secuencia de primer levante según lo indicado en la tabla 9):

FASE	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (espesores iguales o inferiores a 30 cm balasto bajo traviesa)	Diferencia (mm) respecto a C.C.C. definitiva	Peralte	Hombro de banqueta	Documentación a entregar
Segundo levante	40	-43	≥2/3 del definitivo	≥ 75% del definitivo	Registro bateadora
Segundo estabilizado (12 tn/hilo)	-6	-49			Registro estabilizador
Estado previo de recepción sin estabilizar	30	-19	Peralte definitivo	100% del definitivo	Registro bateadora
Estado previo de recepción (Estabilizado a 12 tn/hilo)	-5	-24			Registro estabilizador

Tabla 13. Secuencia de levantes y cotas hasta Estado Previo de Recepción. Caso excepcional para espesor balasto bajo traviesa ≤30 cm (continuidad de secuencia de tabla 8 previa).

La geometría de la vía deberá cumplir, respecto a su situación definitiva, con las siguientes tolerancias:

PARÁMETRO	DIFERENCIAS (mm)	VARIACIONES CADA 5m (mm)
Ancho de vía (mm) (desviación del valor del ancho de vía de diseño)	+4 -3	2
Posición absoluta horizontal de la vía (mm) (desviación con respecto a la posición teórica) (*)	± 12	
Alineación (mm) (flechado con cuerda de 20 m) (desviación del valor de diseño) (*)	En recta: 2 En curva: 3	En recta: 2 En curva: 3
Posición absoluta vertical de la vía (mm) (desviación con respecto a la posición teórica)	0 -10	6
Nivelación transversal (peralte) provisional (mm) (desviación con respecto al valor de diseño)	± 8	6
(*) Será potestativo de la Dirección de Obra la inspección de la alineación de vía, bien con flechado, o bien mediante posición absoluta horizontal.		

Tabla 14. Tolerancias exigidas en fase de Estado Previo de Recepción.

3.10.3.-Condiciones de ejecución del perfilado

Se irá perfilando la vía en cada levante, tratando cada vía como independiente, y no se esperará a la siguiente fase para proceder al perfilado.

Durante la ejecución del perfilado se han de verificar los siguientes requisitos:

- En el Estado Previo de Recepción debe quedar todo el balasto aportado, de manera que, en el Estado de Recepción, los aportes de piedra sean puntuales para cumplir con la sección tipo.
- El balasto no debe tocar el patín del carril.
- La cabeza de la traviesa tiene que estar embalastada y se deben cumplir el resto de las cotas de la banqueta.

3.10.4.-Estado previo de recepción

Se considera que la vía se encuentra en la fase de Estado Previo de Recepción cuando se han ejecutado las operaciones previas descritas, verificándose los siguientes hitos:

- Las traviesas y sus sujeciones se encuentran en buen estado.
- El par de apriete de las sujeciones será, al menos, el provisional indicado en el plano de la sujeción correspondiente.
- El perfil de la banqueta de balasto será el definitivo, habiendo sido aportado todo el balasto según la sección definitiva de la banqueta.
- Se habrán retirado todos los elementos sobrantes (traviesas, durmientes, residuos, embalajes, etc.).
- La geometría de vía cumple las tolerancias exigidas anteriormente en este apartado.
- La vía se encuentra perfilada y barrida según lo indicado en el apartado 3.14.

El contratista, en el Estado Previo de Recepción sin estabilizar, entregará a la Dirección de Obra los registros de la bateadora correspondientes a la totalidad del tramo de actuación. Asimismo, se entregará un sondeo de 120 m por kilómetro, como mínimo, en el tramo definido por la Dirección de la Obra o la Asistencia de Control de Obra (ACO), en el que se reflejarán los datos de vía cada 5 m (alineación, nivelación longitudinal, peralte y ancho de vía). Este sondeo deberá contar con la posterior aprobación de la Dirección de Obra, constituyendo un punto de parada.

En el Estado Previo de Recepción (tras la estabilización) el contratista entregará a la Dirección de Obra los registros del estabilizador correspondientes a la totalidad del tramo de actuación. Asimismo, se entregará un sondeo de 120 m por kilómetro, como mínimo, en el tramo definido por la Dirección de la Obra o la ACO, en el que se reflejarán los datos de vía cada 5 m (alineación, nivelación longitudinal, peralte y ancho de vía). Este sondeo deberá contar con la posterior aprobación de la Dirección de Obra, constituyendo un punto de parada.

La velocidad máxima de la vía se adaptará a lo establecido en la NAV 5-2-0.1, en función del estado en que aquélla se encuentre.

3.11.-MONTAJE DE APARATOS DE VÍA

Para el montaje de los aparatos de vía se seguirán las indicaciones de las normas NAV 7-1-3.4 y NAV 7-1-3.5.

3.12.-SOLDADURAS

3.12.1.-Soldadura aluminotérmica

3.12.1.1.-REQUISITOS PREVIOS

3.12.1.1.1.-Plan de soldaduras

El contratista deberá entregar a la Dirección de Obra el plan de soldaduras previamente al comienzo de éstas. En éste se detallará la programación de ejecución de las soldaduras de vía general, de aparatos de vía y de neutralización, así como la longitud de la neutralización de tensiones.

Dichas soldaduras se realizarán de acuerdo a la NAV 3-3-2.1.

3.12.1.1.2.-Permisos de los soldadores

Antes de comenzar el proceso de soldadura, el contratista deberá presentar a la Dirección de Obra, los permisos de los soldadores homologados tipo C que vayan a trabajar en el tramo. La Dirección de Obra comprobará la validez de dicha homologación en la base de datos correspondiente de Adif.

En caso de que el soldador ejecute reiteradamente soldaduras que no cumplan las condiciones de ejecución o de aceptación (aspecto y geometría), la Dirección de Obra podrá determinar la sustitución de dicho soldador y comunicará este hecho al registro de soldadores para la aplicación de lo dispuesto en la NAV 3-3-2.1.

3.12.1.1.3.-Certificados de los materiales (kits de soldadura)

El contratista facilitará a la Dirección de Obra el correspondiente certificado de calidad del lote de los kits de soldadura aluminotérmica suministrados. Dicho certificado justificará que se han superado los controles de calidad mínimos requeridos durante el proceso de fabricación de las cargas que conforman los kits, según la ET 03.360.155.0. Además, se presentará el Certificado de Garantía de Calidad que el receptor de Adif haya facilitado como evidencia de superación del proceso.

3.12.1.1.4.-Estado geométrico de la vía

Se podrá iniciar la ejecución de soldaduras aluminotérmicas a partir del momento en el que la Dirección de Obra haya dado el visto bueno al Estado Previo de Recepción sin estabilizar. Excepcionalmente, y siempre con el visto bueno de la Dirección de Obra, el contratista podrá realizar la soldadura antes del Estado Previo de Recepción sin estabilizar. Para ello, deberá presentar un sondeo de la geometría de vía en cada junta, 25 m a cada lado de la misma. Para poder realizar la soldadura, este tramo de vía debe cumplir las siguientes tolerancias:

- Nivelación longitudinal: variaciones de 5 mm cada 5 m.
- Alineación (flechado con cuerda de 20 m cada 5 m): en recta, variaciones de 2 mm cada 5m, y en curva, variaciones de 3 mm cada 5 m.

3.12.1.2.-PROCESO DE EJECUCIÓN

Se atenderá a lo establecido en la NAV 3-3-2.1. y en la ET 03.360.155.0.

3.12.2.-Soldadura eléctrica

3.12.2.1.-REQUISITOS PREVIOS

El contratista deberá presentar a la Dirección de Obra la siguiente documentación mínima, exigida en la ET 03.360.156.8 y en la NAV 3-3-2.6. Dicha documentación presentada tendrá que estar aprobada por la Dirección de Obra antes de empezar los trabajos:

- Certificado de validación de la máquina, para el carril correspondiente, por parte de Adif.
- Certificado de homologación o autorización de los operadores que vayan a utilizar dichas máquinas, según la UNE-EN 14587-2.
- Procedimiento de ejecución de soldaduras eléctricas, en el que se incluyan las fases a ejecutar y los medios materiales y humanos.
- Plan de soldaduras, en el que se especificarán las soldaduras previstas de vía general y de neutralización.

3.12.2.2.-PROCESO DE EJECUCIÓN

Se atenderá a lo establecido en la ET 03.360.156.8 y en la NAV 3-3-2.6.

3.12.3.-Criterio de aceptación de las soldaduras

Tal y como establece la Instrucción Ferroviaria de Infraestructura (IFI – Orden TMA 135/2023) se realizará la auscultación ultrasónica de todas las soldaduras, tanto aluminotérmicas como eléctricas, para verificar la calidad de éstas. Esta auscultación se realizará de manera previa a la recepción de las soldaduras, conforme a lo indicado en la NAV 3-3-2.1. y la NAV 3-3-2.6. Gracias a esta inspección de las uniones soldadas, se determinará si existen defectos internos que puedan ocasionar roturas de carril. Cabe destacar que el método de ultrasonidos utilizado sobre soldaduras deberá ser, necesariamente, realizado por personal cualificado con experiencia, según la NAV 3-0-5.1.

En caso de que los resultados de los ensayos de ultrasonidos en vehículo presenten algún tipo de duda sobre los posibles defectos internos de la soldadura, se efectuará un ensayo de ultrasonidos manual que permita complementar la información de cara a la toma de decisión del posible corte de la soldadura, según se detalla en el punto 3.16.3.

El Director de Obra se encargará de recopilar toda la documentación relativa a la inspección de las soldaduras realizadas y remitirá el informe definitivo, emitido por la Asistencia Técnica y en el que se validarán las soldaduras, al Área técnica; que, a su vez, se encargará de mantener actualizada la base de datos de la aplicación del registro de control de soldaduras. El informe deberá contener la siguiente documentación:

- Ubicación de la soldadura (pk, zona de obra, vía general, aparato de vía).
- Fecha de ejecución.
- Identificador del soldador y de la empresa.
- KIT de soldadura utilizado, en caso de soldadura aluminotérmica.
- Resultados de los ensayos de comprobación geométricos y de ultrasonidos que haya realizado la asistencia técnica.

3.13.-NEUTRALIZACIÓN DE TENSIONES Y APRIETE DEFINITIVO

La neutralización de tensiones y el apriete definitivo se realizarán tal y como se indica en la NAV 7-1-4.1, en la NAV 3-3-2.6 y según el plan de obra establecido.

3.14.-PERFILADO FINAL DE LA BANQUETA DE BALASTO

Para mantener la geometría de vía en las fases de Estado Previo de Recepción y Estado de Recepción, y evitar la succión del balasto por parte de las circulaciones, es importante realizar un buen perfilado de vía.

Por lo tanto, el perfilado de vía deberá estar finalizado en el Estado Previo de Recepción. En el Estado de Recepción los aportes de balasto serán puntuales, únicamente para cumplir con la sección tipo.

3.14.1.-Hombro de balasto

El hombro de balasto se ejecutará conforme a diseño. La comprobación en obra de la anchura del hombro de balasto se realizará desde la cara de la traviesa. La tolerancia será de ± 5 cm.

3.14.2.-Perfilado bajo el patín

El balasto no puede tocar el carril en ningún momento. Existirá un espacio no inferior a 2 cm entre el balasto y el patín del carril. La cabeza de la traviesa deberá estar arropada.

3.14.3.-Perfilado en la caja de la vía

La diferencia de cota entre la parte superior de la traviesa (en su eje) y la parte superior del balasto será de 3-4 cm y únicamente entre carriles (caja de la vía). Esto no impedirá que se respeten el resto de las cotas entre balasto y traviesa (arropado de la cabeza de la traviesa).

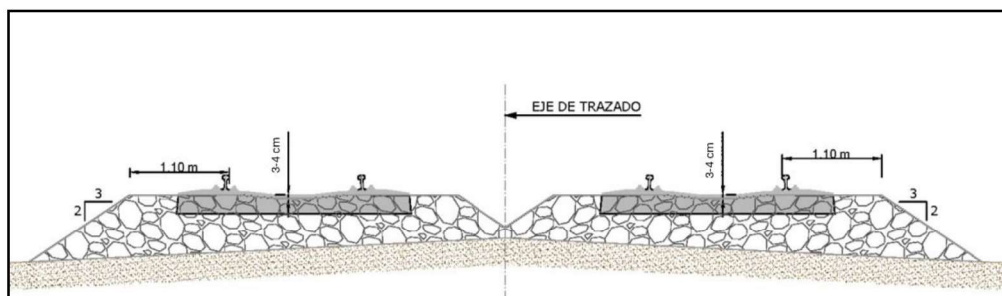


Imagen 33. Esquema de perfilado de balasto en la caja de la vía.

En ningún caso quedarán piedras de balasto sobre las traviesas.

3.14.4.-Perfilado en la entrevía

La sección de balasto en la entrevía se realizará en "V". No se esperará al Estado de Recepción para realizar el perfilado en la entrevía, sino que se irá realizando con los sucesivos levantes.

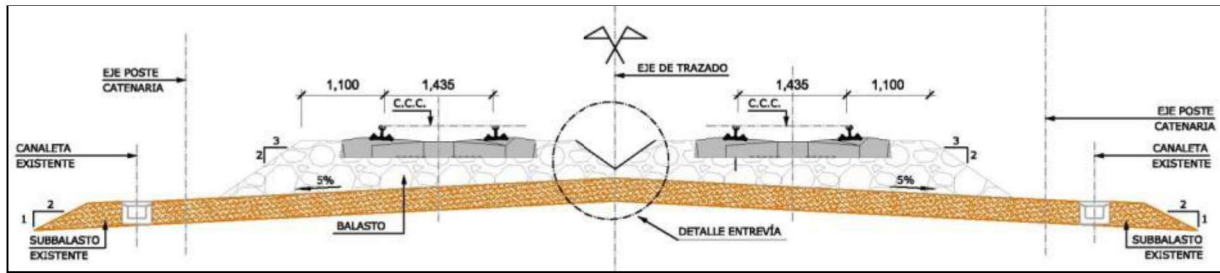


Imagen 34. Esquema de perfilado de la sección tipo de entrevía en recta.

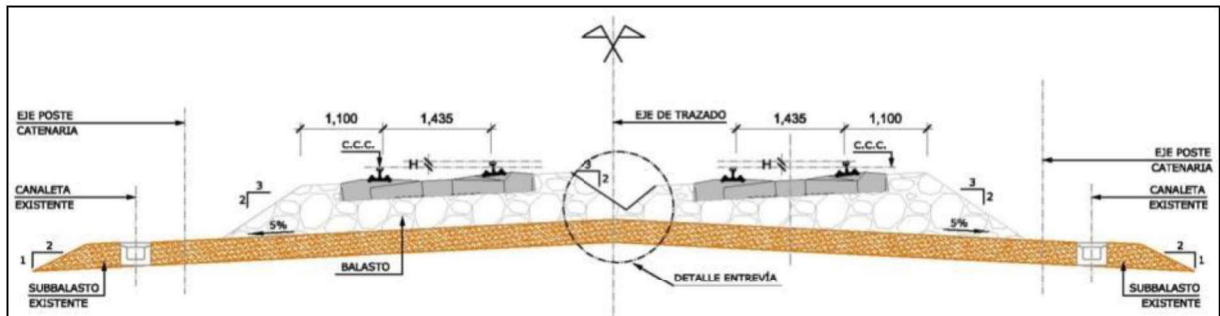


Imagen 35. Esquema de perfilado de la sección tipo de entrevía en curva.

En las zonas de aparatos de vía, balizas, conexiones eléctricas o cualquier otro elemento que lo necesite, se completará el perfilado manualmente.

Al finalizar los trabajos de perfilado se realizará un barrido de la vía, de tal manera que no deberán quedar piedras de balasto sobre las traviesas y la canaleta.

3.14.5.-Puntos de parada e inspección

Serán aquellos estados en los que el contratista deberá obtener la aprobación de la Dirección de Obra para continuar con el levante / estabilizado de vía, según el estado anterior. Deben de estar reflejados en el plan de calidad del contratista. Estos estados son:

- Colocación de carril y embridado.
- Apriete provisional de la sujeción.
- Ensamblado de vía.
- Primer levante estabilizado.
- Estado previo de recepción sin estabilizar.
- Soldaduras aluminotérmicas y eléctricas.
- Estado previo de recepción.
- Neutralización de tensiones, soldaduras en desvíos y apriete definitivo.
- Estado de recepción sin estabilizar.
- Estado de recepción.

PUNTOS DE PARADA E INSPECCIÓN NAV 3-4-3.0

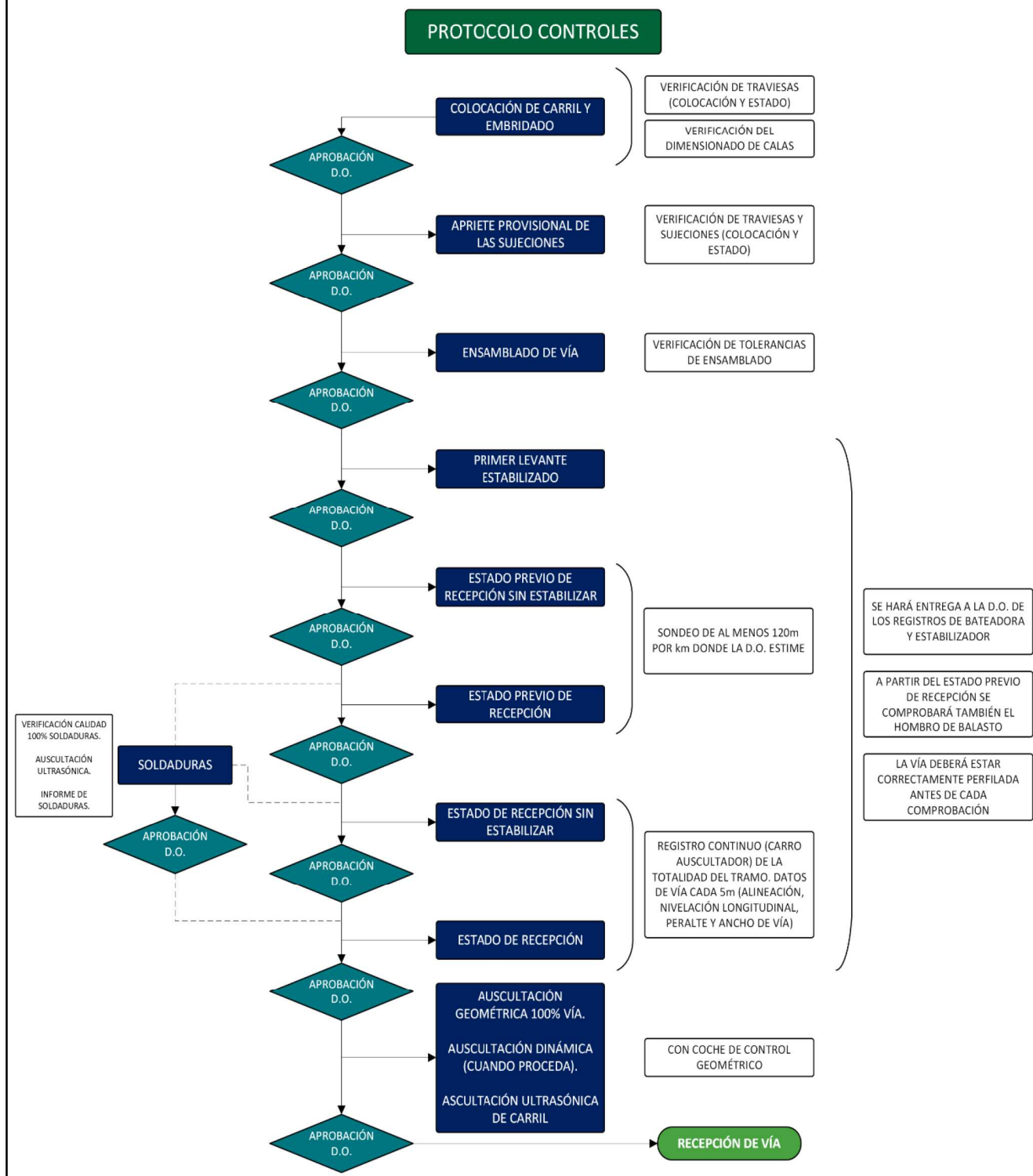


Imagen 36. Flujograma indicativo de puntos de parada e inspección.

3.15.-ESTADO DE RECEPCIÓN

En el momento en que la Dirección de Obra haya aprobado el Estado Previo de Recepción y se haya realizado la neutralización de tensiones, se procede a llevar la vía al Estado de Recepción. En este estado la velocidad máxima de circulación será la establecida por la oficina de circulación de construcción, según se establece en la NAV 5-2-0.1.

El levante al Estado de Recepción incluye las operaciones de levante desde la fase de Estado Previo de Recepción hasta la cota definitiva y estabilizado. Estas operaciones consisten en realizar el levante y estabilizado indicados en el plan de levantes, para colocar la vía en planta y en alzado cumpliendo con las tolerancias indicadas, así como ejecutar las aportaciones puntuales de balasto necesarias para completar la sección tipo establecida y el apriete definitivo.

3.15.1.-Plan de levantes

El paso desde la fase anterior se llevará a cabo en un solo levante.

El contratista deberá ejecutar el levante y estabilizado según la tabla siguiente, cuyos valores están en mm:

FASE	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (35 cm balasto bajo traviesa)	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (30 cm balasto bajo traviesa)	Diferencia (mm) respecto a C.C.C. definitiva	Peralte	Documentación a entregar
Estado de recepción sin estabilizar (levante)	29	29	+2	PERALTE DEFINITIVO	Registro Bateadora
ESTADO DE RECEPCIÓN (Estabilización controlada 4-8 tn/hilo)	-2	-2	0		Registro Estabilizador

Tabla 15. Secuencia de levantes y cotas hasta Estado de Recepción.

Se realizará un único levante de 29 mm para, inmediatamente después, realizar el estabilizado controlado con una frecuencia de 30-35 Hz y una presión de entre 4 y 8 t/hilo.

Excepcionalmente, y siempre con autorización de la Dirección de Obra, para los casos en los que el espesor de la banqueta de balasto bajo traviesa sea igual o inferior a 30 cm, también se podrán realizar las secuencias anteriores respetando las siguientes cotas y requisitos (se debe haber realizado la secuencia de levantes anteriores según lo indicado en las tablas 9 y 13):

FASE	Levantes y asientos (mm) respecto hilo bajo (espesores iguales o inferiores a 30 cm balasto bajo traviesa)	Diferencia (mm) respecto a C.C.C. definitiva	Peralte	Documentación a entregar
Estado de recepción sin estabilizar (levante)	26	+2	PERALTE DEFINITIVO	Registro Bateadora
ESTADO DE RECEPCIÓN (Estabilización controlada 4-8 tn/hilo)	-2	0		Registro Estabilizador

Tabla 16. Cotas hasta Estado Previo de Recepción. Caso excepcional para espesor balasto bajo traviesa ≤ 30 cm (continuidad de secuencia de tablas 9 y 13 previas).

3.15.2.-Obligaciones del contratista

Es obligación del contratista la ejecución de la unidad conforme a lo indicado en el Plan de Levantes establecido.

El contratista, en el Estado de Recepción sin estabilizar, entregará a la Dirección de Obra los registros de la bateadora correspondientes a la totalidad del tramo de actuación. Asimismo, se entregará un registro continuo (con carro auscultador) de la totalidad del tramo, en el que se reflejarán los datos de vía cada 5 m (alineación, nivelación longitudinal, peralte y ancho de vía). Estos registros deberán contar con la posterior aprobación de la Dirección de Obra, constituyendo un punto de parada.

En el Estado de Recepción (tras la estabilización) el contratista entregará a la Dirección de Obra los registros del estabilizador correspondientes a la totalidad del tramo de actuación. Asimismo, se entregará un registro continuo (con carro auscultador) de la totalidad del tramo, en el que se reflejarán los datos de vía cada 5 m (alineación, nivelación longitudinal, peralte y ancho de vía). Estos registros deberán contar con la posterior aprobación de la Dirección de Obra, constituyendo un punto de parada.

Se considera que la vía se encuentra en la fase de Estado de Recepción cuando se han cumplido y verificado los siguientes hitos:

- Las traviesas y sus sujeciones se encuentran en buen estado.
- La banqueta de balasto está completa.
- La vía se encuentra perfilada y barrida, según lo indicado en el apartado 3.14.
- Las soldaduras cumplen las tolerancias exigidas.
- La neutralización de tensiones se ha realizado y cumple las tolerancias.
- La geometría de vía cumple las tolerancias exigidas.
- Se ha llevado a cabo el apriete definitivo.
- Vía limpia, sin elementos sobrantes como traviesas, durmientes (tablones de apoyo de las traviesas) o cualquier otro deshecho derivado de los propios trabajos y/o trabajadores.
- El paramento superior de las traviesas está limpio de balasto.

3.15.3.-Tolerancias

Las tolerancias en la fase de Estado de Recepción, tanto antes como después de la estabilización, son las siguientes:

Parámetros	Rango de velocidades (Km/h)				
	V≤80	80<V≤120	120<V≤160	160<V≤230	230<V≤350
Ancho de vía (mm) (desviación del valor del ancho de vía de diseño)	+4 -3	+4 -3	+4 -2	+4 -2	+3 -2
Variación del ancho de vía cada 5 m (mm)	2	2	2	2	2
Alineación (mm) (flechado con cuerda de 20 m) (desviación del valor de diseño) (*)	±2	±2	±2	±2	±2
Posición absoluta horizontal de la vía (mm) (desviación con respecto a la posición teórica) (*)	±10	±10	±10	±10	±10
Variación de flecha cada 5 m (mm)	2	2	2	2	2
Posición absoluta vertical de la vía (mm) (desviación con respecto a la posición teórica)	0 -10	0 -10	0 -10	0 -10	0 -10
Variación de la posición absoluta vertical cada 5 m (mm)	3	3	3	3	3
Nivelación transversal (peralte) (mm) (desviación con respecto al valor de diseño)	±3	±3	±3	±2	±2
Variación de la nivelación transversal (peralte) cada 5 m (mm)	2	2	2	2	2

Tabla 17. Tolerancias en fase de Estado de Recepción.

(*) Será potestativo de la Dirección de Obra la inspección de la alineación de vía, bien con flechado, bien mediante posición absoluta horizontal.

Una vez la IFI-Orden TMA/135/2023 recoja los valores de la UNE-EN 13231-1 vigente, las tolerancias mostradas en la tabla anterior se modificarán según se indica en el Anejo 3 de esta norma.

Se recomienda el empleo de los mismos medios de medición, tales como carro o regla de anchos y peraltes, entre los distintos agentes participantes en el montaje de vía nueva (Adif, empresa constructora e ingeniería).

El montaje de aparatos de vía también deberá someterse a inspección geométrica. Ésta deberá realizarse de acuerdo con la NAV 7-3-8.2, con la NAV 7-1-3.4 y con los procedimientos internos establecidos por el administrador de infraestructuras.

3.16.-PUESTA A DISPOSICIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PARA PRUEBAS INTERNAS

Previamente a la puesta a disposición de la infraestructura para pruebas internas, se realizarán las auscultaciones de vía necesarias para completar la validación del subsistema infraestructura antes de la puesta en servicio.

Estas auscultaciones serán las siguientes:

- Auscultación geométrica de vía (incluyendo aparatos).
- Auscultación ultrasónica de carril (defectos internos del carril y soldaduras).
- Auscultación dinámica (sólo será obligatoria para tramos con velocidades mayores o iguales a 160km/h y de longitud superior a 10km). Si no se realiza auscultación dinámica, las primeras circulaciones no deberán pasar a la velocidad máxima, realizando los escalones de velocidad que estén establecidos en el Plan de Pruebas.

La maquinaria y medios empleados para realizar todas estas auscultaciones deberán disponer de un sistema de registro acorde a la serie UNE-EN 13848.

Los defectos encontrados por estas auscultaciones deberán ser reparados antes del amolado.

La vía se pondrá en servicio si toda la línea se encuentra en los parámetros establecidos.

3.16.1.-Auscultación geométrica

Esta auscultación realiza la medición y análisis de los diferentes parámetros de vía, que permiten identificar los defectos geométricos a corregir, así como cuantificar la calidad y el estado de la vía.

Los parámetros de medida en esta auscultación son los siguientes:

- Nivelación longitudinal.
- Nivelación transversal.
- Alineación.
- Alabeo.
- Ancho de vía.

La auscultación geométrica proporciona un registro, gráfico y numérico, de los parámetros de medida.

Según la norma UNE-EN 13231-1, las tolerancias para recepción de los distintos parámetros medidos, según las diferentes longitudes de onda, son las siguientes:

Parámetros	Rango de velocidades (km/h)				
	V≤80	80<V≤120	120<V≤160	160<V≤230	230<V≤360
Ancho de vía (mm) (desviación del valor de diseño) (*)	+4 -3	+4 -3	+4 -2	+4 -2	+3 -2
Nivelación transversal (peralte) (mm) (desviación con respecto al valor de diseño)	±3	±3	±3	±2	±2
Nivelación longitudinal D1 (mm) (valor medio a pico)	±4,0	±3,0	±3,0	±2,0	±2,0
Nivelación longitudinal D2 (mm) (valor medio a pico)	-	-	-	±3	±2
Alineación D1 (mm) (valor medio a pico)	±4,0	±2,0	±2,0	±2,0	±2,0
Alineación D2 (mm) (valor medio a pico)	-	-	-	±3	±2
Alabeo con base 3m (mm) (valor de diseño a pico)	±4,5	±3	±3	±3	±3

Tabla 18. Tolerancias de auscultación geométrica para recepción.

Una vez la IFI-Orden TMA/135/2023 recoja los valores de la UNE-EN 13231-1 vigente, las tolerancias mostradas en la tabla anterior se modificarán según se indica en el Anejo 3 de esta norma. Asimismo, se podrá aplicar la exención detallada en ese mismo anejo una vez ésta quede también recogida en la IFI-Orden TMA/135/2023.

Se actuará sobre la geometría de vía en la zona del defecto cuyos valores de los parámetros superen las tolerancias indicadas anteriormente. Cuando se detecte algún defecto en vía deberá comprobarse topográficamente en el tramo en el que la auscultación haya detectado el defecto, no realizando ninguna rectificación sin estos datos topográficos y hasta su análisis. En los casos en los que haya discrepancias, en el mismo tramo, entre la auscultación continua y la topográfica, siempre prevalecerá esta última de cara a corroborar las tolerancias indicadas en la tabla del apartado 3.15.3 (tolerancias en fase de Estado de Recepción). El objeto de esta comprobación topográfica no es su comparación con la medición continua de la geometría obtenida mediante la auscultación geométrica. Se deberá tener en consideración, a efectos de realizar esta comprobación, los posibles desfases en la kilometración. Para ello, se tendrán en cuenta las referencias de los eventos (puentes, viaductos, túneles, estaciones y cualesquiera otros puntos singulares de la infraestructura) registrados en la auscultación continua en cuanto a distancias relativas desde/hasta ellos.

3.16.2.-Auscultación dinámica

La auscultación dinámica sólo será obligatoria en tramos de línea con velocidad mayor o igual a 160 km/h y en tramos superiores a 10 km de longitud. La ejecución de esta auscultación podrá posponerse hasta después de la recepción de obra, siempre con la autorización de la Dirección de Obra.

El objeto de la auscultación dinámica es la detección de defectos puntuales en la superestructura a través del estudio de las distintas aceleraciones que sufre un vehículo auscultador instrumentado mediante acelerómetros.

La toma de datos se realizará a la velocidad establecida en el Plan de Pruebas, o normativa de aplicación, ya que las aceleraciones registradas dependen de la velocidad (los valores de las aceleraciones aumentan con la velocidad). Otro factor importante a tener en cuenta es la correcta kilometración de la línea para la posterior identificación de los defectos detectados.

Si no existe, o no se puede disponer de vehículo de auscultación dinámica, se podrán utilizar dispositivos portátiles para análisis dinámico.

Las aceleraciones que se registrarán en la auscultación dinámica serán las siguientes:

- Aceleración lateral en bogie (1 y 2), afecta a defectos puntuales de geometría de vía (ancho, peralte, alabeo, garrotes, etc.). Influyen en la SEGURIDAD en la circulación.
- Aceleración vertical en caja de grasas (1 y 2), afecta a defectos de nivelación en uno o ambos hilos (soldaduras, baches, cruzamientos, etc.). Influyen en la SEGURIDAD en la circulación.
- Aceleración vertical en caja del vehículo, afecta a la nivelación longitudinal (terraplenes, bloques técnicos y zonas de transición). Influyen en el CONFORT en la circulación.
- Aceleración lateral en caja del vehículo, afecta a la nivelación transversal. Influyen en el CONFORT en la circulación. Estos defectos, normalmente, están relacionados con la aceleración lateral no compensada.
- Aceleración lateral no compensada, afecta a la nivelación longitudinal y transversal. Influyen en el CONFORT en la circulación.

Estos parámetros, añadidos a la velocidad y kilometración, aparecen en un reporte de datos (gráfico o numérico).

Sin perjuicio de lo indicado en el apartado de auscultación geométrica (3.16.1), como condición para la verificación y validación de la vía para su puesta a disposición, no deberán superarse los umbrales en los parámetros analizados en la auscultación dinámica que se prescriben en la NAV 7-1-3.7. Cuando se detecten valores de las aceleraciones que superen los umbrales indicados en dicha norma se deberá comprobar topográficamente, en el tramo en el que la auscultación dinámica haya detectado el defecto, no realizando ninguna rectificación sin estos datos topográficos y hasta su análisis. En los casos en los que haya discrepancias, en el mismo tramo, entre la auscultación dinámica y la topográfica, siempre prevalecerá esta última de cara a corroborar las tolerancias indicadas en la tabla del apartado 3.15.3 (tolerancias en fase de Estado de Recepción). El objeto de esta comprobación topográfica no es su comparación con la auscultación dinámica. Se deberá tener en consideración, a efectos de realizar esta comprobación, los posibles desfases en la kilometración. Para ello, se tendrán en cuenta las referencias de los eventos (puentes, viaductos, túneles, estaciones y cualesquiera otros puntos singulares de la infraestructura) registrados en la auscultación continua en cuanto a distancias relativas desde/hasta ellos.

3.16.3.-Auscultación ultrasónica de carril

El objeto de la auscultación ultrasónica de carril es determinar los defectos internos de los carriles y de sus uniones soldadas, así como su magnitud y su localización. Para su realización se seguirá lo prescrito en la NAV 3-0-5.1, en aquello que sea de aplicación, así como en los procedimientos e instrucciones internas de Adif.

Las irregularidades por discontinuidad del carril quedan registradas gráfica y analíticamente. En el reporte de datos que presenta el auscultador ultrasónico de carriles deberán aparecer los datos siguientes:

- Línea donde se ha realizado la auscultación.
- Vía donde se ha realizado la auscultación.
- PK, coordenadas GPS e hilo en el que se encuentra el defecto localizado.
- Código del defecto. La codificación de defectos es la incluida en el "Catálogo de defectos de los carriles".
- Acciones recomendadas. Dependiendo del tipo de defecto, y su localización en el carril, el Catálogo de defectos en carriles IRS 70712 indica las medidas mínimas que deben adoptarse ante la aparición de un defecto.
- Observaciones. Realizadas por el operador del auscultador.

Como medida de apoyo a la auscultación ultrasónica y una vez detectados los defectos, personal del auscultador, con equipos manuales ultrasónicos, verificarán in situ la existencia de los defectos. Tras la auscultación ultrasónica manual se presentará un nuevo reporte de datos muy similar al que presenta el vehículo auscultador ultrasónico.

En los puntos que presenten anomalías se procederá a la sustitución del carril correspondiente, cumpliendo la longitud mínima de cupón indicada en el apartado 3.8.4 y en función de la velocidad de la línea.

3.17.-TRATAMIENTO DE PERFIL Y AMOLADO PREVENTIVO DE CARRIL

El tratamiento de perfil y amolado preventivo tiene la finalidad de suprimir la película de laminación, como causa original de defectos en el carril. También se realiza para eliminar la capa de material descarburado, consiguiendo un material más resistente y retrasando la formación del desgaste ondulatorio, así como para eliminar defectos de fabricación y desperfectos ocasionados durante los trabajos de montaje de vía. Adicionalmente, sirve para mejorar el perfil longitudinal del trazado y la inclinación de la superficie de rodadura del carril.

Se recomienda realizar el amolado preventivo, siguiendo lo dispuesto en la NAV 7-5-2.2, previamente a la puesta en servicio y si se cumplen las exigencias ambientales para la prevención de incendios. Se podrá recepcionar la obra previamente a la ejecución del amolado.

Antes de iniciar los trabajos, el operador verifica el perfil actual del carril y lo compara con el teórico. Con los resultados de esta comprobación se deciden las actuaciones a realizar para recuperar el perfil teórico del carril.

3.18.-RECEPCIÓN DE OBRA

Finalizada la construcción de la obra de montaje de vía se realizará la entrega a la Dirección de Obra de la documentación requerida. Esta documentación será la siguiente:

- Proyecto según construido (*"As Built"*).
- Actas de recepción de vía (listado de trazado, actas de inspección de soldaduras, partes de liberación de tensiones, etc.)
- Actas de recepción de obra (si procede).
- Borrador de proyecto de liquidación.

Para poder proceder a la recepción de la obra, la dirección de Obra deberá validar la geometría de la vía y la calidad del carril mediante las auscultaciones que tenga a su disposición. Sin embargo, la auscultación dinámica, cuando proceda, podrá realizarse una vez recepcionada la obra.

3.18.1.-Proyecto según construido (As Built)

Este proyecto incluirá el estado final de las obras ejecutadas. Se redactará y tramitará siguiendo el procedimiento interno de Adif.

3.18.2.-Actas de recepción de vía

Se entiende por recepción de la vía a las actuaciones mediante las que el Administrador de Infraestructuras comprueba que la vía cumple con las condiciones prescritas para su uso y firma con el contratista un acta de su reconocimiento.

Algunas de las comprobaciones tienen que realizarse durante la ejecución de los trabajos, mientras que otras se realizan a su finalización. Las actuaciones para la recepción en vía sobre balasto son las siguientes:

- Comprobación de la vía en estado previo a la recepción.
- Comprobación geométrica de los aparatos de vía en estado previo a la recepción.
- Comprobación y listado de las soldaduras aluminotérmicas y/o eléctricas in situ.
- Control de la neutralización y homogeneización de tensiones.
- Comprobación de la vía en Estado de Recepción.
- Control de la neutralización de tensiones en los aparatos de vía.
- Comprobación geométrica de los aparatos de vía en Estado de Recepción y protocolo de recepción.
- Comprobación de los resultados de la auscultación geométrica, auscultación dinámica, si procede, y auscultación ultrasónica de carril.
- Comprobación del perfilado final.
- Firma del Acta de recepción de la vía.

Las actas de recepción de vía que deben cumplimentarse son las siguientes:

- Acta de comprobación geométrica de aparatos de vía en Estado Previo de Recepción.
- Acta de comprobación geométrica de aparatos de vía en Estado de Recepción.
- Acta de comprobación de vía en Estado Previo de Recepción, cuyo modelo está disponible en el Anejo 2.

- Acta de auscultación de ultrasonidos de soldaduras.
- Acta de recepción de la auscultación geométrica de la vía, de la dinámica, si procede, y de la ultrasónica de carril.
- Acta de recepción de la vía, cuyo modelo está disponible en el Anejo 2.

3.18.3.-Actas de recepción de obra

Una vez finalizada la obra, la Dirección de Obra iniciará el proceso para ser recibida por el departamento ministerial competente según la legislación vigente.

En caso de ser necesaria la puesta en servicio parcial de la obra, la Dirección de Obra, podrá solicitar una recepción parcial de las unidades de obra del proyecto ejecutado.

Tras la visita del inspector designado para reconocer que las obras se han realizado conforme al proyecto vigente y que se encuentran en buen estado, éste procede a generar el Acta de Recepción de Obra. En este momento comienza el plazo de garantía de la obra.

3.18.4.-Proyecto de liquidación

El proyecto de liquidación es el documento que recoge la valoración de las obras realmente ejecutadas y su definición técnica, así como su documentación asociada. Su contenido y tramitación se definen en los procedimientos internos de Adif.

El proyecto de liquidación se exige al finalizar el plazo de garantía indicado en el contrato de obras. En el momento de la finalización de las obras se redactará un borrador de dicho proyecto de liquidación.

3.19.-PUESTA / ENTRADA EN SERVICIO

Previamente a la solicitud a la AESF de la puesta/entrada en servicio, se habrán realizado los recorridos de fiabilidad, así como la puesta a disposición de la infraestructura para procesos de formación de las empresas ferroviarias (EEFF), si fueran necesarios. También se habrá emitido ya la documentación del AsBo, NoBo, DeBo y del organismo de certificación para las instrucciones adicionales.

Con todo lo anterior, se solicitará la puesta /entrada en servicio a la AESF.

4.-CARACTERÍSTICAS DE LA MAQUINARIA

4.1.-CONSIDERACIONES GENERALES

La maquinaria específica que no circula por vía se ajustará a la normativa vigente que le sea de aplicación.

La maquinaria pesada a emplear cumplirá los requisitos indicados a continuación, de manera adicional y sin perjuicio de lo dispuesto en la NAV 7-1-6.0.

Los sistemas de registro de medición de la maquinaria deberán almacenar, como mínimo, los siguientes datos en un formato especificado y accesible:

- Los parámetros indicados de cada maquinaria en este apartado, así como todo lo prescrito en la NAV 7-1-6.0.
- El resultado de todo tratamiento efectuado a bordo, incluyendo los ajustes.

- Información de localización o distancia recorrida a partir del punto de salida.
- Fecha y hora del registro.
- Identificación de la máquina.
- Notas y actuaciones del usuario o del operador.
- Cualquier información sobre la validez de la medición.

4.2.-BATEADORA

Esta maquinaria debe reunir las siguientes condiciones de trabajo:

- Disponer de grupos de bateo para una, dos o tres traviesas, preferiblemente para tres traviesas por su mayor rendimiento.
- Llevar compactadores del hombro de la banqueta.
- Tener sistemas de control de la presión y frecuencia de bateo.
- Disponer de sistema interno de control de nivelación longitudinal, alineación y peralte automáticos, con la posibilidad de introducir manualmente los valores de ripado, levante y peralte que previamente se hayan determinado en el marcaje de la vía.
- Sistema de registro, independiente del de trabajo, de levante de cada hilo, alineación y alabeo de la vía.

Además, debe comprobarse, antes de comenzar cualquier trabajo de bateo, lo siguiente:

- Que los bates cumplen en todo momento las dimensiones mínimas fijadas por el fabricante.
- El correcto funcionamiento del equipo de vigilancia.
- El correcto funcionamiento de los compactadores del hombro de la banqueta.
- La existencia de tablas de corrección para el sistema de control interno de la máquina.

El sistema de medición de geometría de vía instalado en una máquina tiene las siguientes funciones:

- Medir los parámetros de la geometría de vía.
- Medir la distancia recorrida por la máquina durante las operaciones de medición.
- Asociar estas dos mediciones para establecer una ubicación precisa y procesar los datos medidos, preferiblemente a bordo, a fin de analizar los parámetros de la geometría de vía.
- Registrar los parámetros en soporte informático legible y en papel.

Los parámetros a medir son:

- Ancho de vía.
- Nivelación longitudinal.
- Nivelación transversal.
- Alineación.
- Alabeo.

4.3.-ESTABILIZADOR

4.3.1.-Generalidades

Esta maquinaria debe reunir las siguientes condiciones de trabajo:

- El registro y rotulación sobre papel de la nivelación longitudinal de cada hilo y del peralte.
- El funcionamiento del registro multicanal.
- Ajuste, de acuerdo a las instrucciones del fabricante, de la velocidad de trabajo, frecuencia y presión de apriete sobre los carriles.

El estabilizador dinámico será capaz de suministrar una fuerza vertical de 240 kN, traducida en 120 kN por hilo de carril; exigiéndose, además, que el rango de frecuencias de aplicación tenga un límite máximo de 45 Hz.

El sistema de medición y de almacenamiento de datos será el mismo que el requerido para las bateadoras.

4.3.2.-Estabilizado en puentes y viaductos

Cuando se estabilice en este tipo de estructuras la frecuencia del estabilizador no debe estar, en ningún caso, cerca de la frecuencia de vibración de la estructura. Dicha frecuencia de vibración de la estructura deberá ser proporcionada por los proyectos correspondientes (plataforma, vía o "As Built" de plataforma).

La frecuencia propia de los puentes (resonancia) con una luz superior a 10 m, es inferior a 30 Hz, frecuencia mínima que debe llevar el estabilizador al pasar del terreno natural al puente. En puentes con una luz inferior a 10 m la frecuencia de oscilación del estabilizador debe ser aumentada respecto a la utilizada sobre terreno natural (> 30 Hz). Por razones de seguridad, cuando se trabaje en puentes se debe seleccionar siempre una mayor frecuencia de oscilación del estabilizador, alrededor de 40 Hz. Dicho aumento se ha de realizar de forma continua y en los 30 m de vía previos al puente, volviendo a su frecuencia normal en los 30 m después del mismo.

Hay que evitar las paradas del estabilizador sobre los puentes, por lo que no se debe empezar ni terminar esta operación sobre el tablero, cualquiera que sea su longitud. En caso de parada no intencionada, la carga vertical y el oscilador deben ser anulados inmediatamente (suele ser una función automática). Se recomienda que el estabilizador salga sin funcionar fuera de la estructura y vuelva a funcionar, de forma progresiva, una vez fuera de ella. Si esto no fuera posible, se podrá realizar la parada sobre la pila más cercana y reiniciar la operación desde ésta. En el reinicio de la estabilización se deberá pasar de la frecuencia 0 a 33 Hz en un tiempo máximo de 10 segundos. En las estructuras hiperestáticas de hormigón es fundamental esta consideración.

4.4.-PERFILADORA

Esta maquinaria debe reunir las siguientes condiciones de trabajo:

- El funcionamiento de limitación de campo de las cuchillas para evitar invadir el gálibo de las vías contiguas o tropezar con algún obstáculo.
- Es recomendable que las máquinas lleven tolva de recuperación del balasto sobrante para su regulación en las zonas escasas.
- Deberá estar dotada de arado central, arado lateral y cepillo de barrido.

5.-ENTRADA EN VIGOR DE LA NORMA

La presente Norma entrará en vigor en la fecha de su aprobación.

Desde ese momento será de aplicación a todos los proyectos que inicien su redacción. Se establece como inicio de la redacción del proyecto, bien la firma del contrato de redacción, cuando se ejecute con medios ajenos a Adif, o bien el inicio de la redacción del proyecto, cuando se ejecute con personal propio. Asimismo, la presente NAV podrá utilizarse como referencia en proyectos que ya se encuentren en redacción, en función de su estado de desarrollo, si así lo determina el Responsable del Contrato.

También será de aplicación a las obras de montaje de vía, salvo que la obra ya estuviera licitada en la fecha de entrada en vigor de esta norma, y siempre que el Director de las Obras así lo determine.

6.-DOCUMENTACIÓN DEROGADA

A partir de la fecha de entrada en vigor de la presente Norma, queda sin efecto cualquier otro documento publicado con anterioridad a ella que se oponga a sus prescripciones o a sus definiciones, al menos a lo que a ellas se refiere.

La presente norma deroga el siguiente documento normativo:

- NAV 3-4-3.0 Montaje de vía en balasto para obra nueva. Edición 1. Julio 2015.

7.-NORMATIVA DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

En el contenido de esta norma se hace referencia a los documentos normativos que se citan a continuación.

Cuando se trate de legislación, será de aplicación la última versión publicada en los diarios oficiales, incluidas sus sucesivas modificaciones.

En el caso de documentos referenciados sin edición y fecha, se utilizará la última edición vigente; en el caso de normas citadas con versión exacta, se debe aplicar esta edición concreta.

En el caso de normas UNE EN que establezcan condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, que sean transposición de normas EN cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea, será de aplicación la última versión comunicada por la Comisión y publicada en el DOUE.

- Reglamento (UE) 1299/2014 de la Comisión, de 18 de noviembre de 2014, relativo a las especificaciones técnicas de interoperabilidad del subsistema «infraestructura». Publicado en «DOUE» núm. 356, de 12 de diciembre de 2014.
- REGLAMENTO DE EJECUCIÓN (UE) No 402/2013 DE LA COMISIÓN, de 30 de abril de 2013, relativo a la adopción de un método común de seguridad para la evaluación y valoración del riesgo y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 352/2009. Publicado en «DOUE» núm. 121 de 3 de mayo de 2013.
- Orden TMA/135/2023, de 15 de febrero, por la que se aprueban la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de infraestructura (IFI) y la instrucción ferroviaria para el proyecto y construcción del subsistema de energía (IFE) y se modifican la

Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la Instrucción ferroviaria de gálibos y la Orden FOM/2015/2016, de 30 de diciembre, por la que se aprueba el Catálogo Oficial de Señales de Circulación Ferroviaria en la Red Ferroviaria de Interés General. Publicada en «BOE» núm. 42, de 18 de febrero de 2023.

- Orden FOM/1630/2015, de 14 de julio, por la que se aprueba la "Instrucción ferroviaria de gálibos". Publicada en «BOE» núm. 185, de 4 de agosto de 2015.
- Real Decreto 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España. Publicada en «BOE» núm. 207, de 29 de agosto de 2007.
- UNE-EN 13231-1:2024. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Recepción de trabajos. Parte 1: Trabajos en vía sobre balasto. Plena vía y aparatos de vía". AENOR.
- UNE-EN 13848-1:2020. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 1: Caracterización de la geometría de vía". AENOR.
- UNE-EN 13848-2:2021. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 2: Sistemas de medición. Vehículos de registro de la vía". AENOR.
- UNE-EN 13848-3:2022. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 3: Sistemas de medición. Máquinas de construcción y de mantenimiento de la vía". AENOR.
- UNE-EN 13848-4:2012. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 4: Sistemas de medición. Dispositivos manuales y de bajo peso". AENOR.
- UNE-EN 13848-5:2018. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de la vía. Parte 5: Niveles de calidad geométrica. Plena vía y aparatos de vía". AENOR.
- UNE-EN 13848-6:2014+A1:2021. "Aplicaciones ferroviarias. Vía. Calidad de la geometría de vía. Parte 6: Caracterización de la calidad de geometría de la vía". AENOR.
- UNE-EN 14587-2:2025. "Aplicaciones ferroviarias. Infraestructura. Soldeo de carriles nuevos a tope por chispa. Parte 2: Carriles de grado R200, R220, R260, R260Mn, R320Cr, R350HT, R350LHT, R370CrHT y R400HT mediante máquinas móviles de soldeo en ubicaciones distintas a instalaciones fijas". AENOR.
- NAP 1-2-1.0. "Metodología para el diseño del trazado ferroviario".
- NAV 3-0-5.1. "Auscultación mediante ultrasonidos". Adif.
- NAV 3-0-7.0. "Requisitos para la ejecución de taladros en carril". Adif.
- NAV 3-3-2.1. "Soldadura aluminotérmica de carriles. Ejecución y recepción de soldaduras". Adif.
- NAV 3-3-2.6 "Soldadura eléctrica y neutralización de tensiones en carril". Adif.
- NAV 3-6-0.9. "Designación de aparatos de vía". Adif.
- NAV 5-2-0.1. "Norma para la operación de trenes y trabajos en fase de construcción". Adif.
- NAV 7-1-0.7. "Diseño y montaje de vía sin balasto para obra nueva". Adif.
- NAV 7-1-3.4. "Montaje de aparatos de vía sobre balasto. Adif.
- NAV 7-1-3.5. "Montaje de aparatos de dilatación sobre balasto para viaductos de hormigón". Adif.
- NAV 7-1-3.6. "Montaje de aparatos de vía hormigonada para obra nueva". Adif.
- NAV 7-1-3.7. "Montaje de vía. Consideraciones generales en actuaciones de mantenimiento, renovación y acondicionamiento". Adif.

NORMA ADIF VÍA	ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS		
MONTAJE DE VÍA EN BALASTO PARA OBRA NUEVA	COMITÉ DE NORMATIVA		
NAV 3-4-3.0	2ª EDICIÓN	JUNIO 2025	Pág. 83 de 95

- NAV 7-1-3.9. "Reutilización del material ferroviario de vía procedente de desinstalaciones". Adif.
- NAV 7-1-4.1. "Neutralización y homogeneización de tensiones del carril en la vía sin juntas". Adif.
- NAV 7-1-6.0. "Requisitos de la maquinaria pesada de vía". Adif.
- NAV 7-3-8.2. "Inspección de aparatos de vía". Adif.
- NAV 7-5-2.2. "Perfilado de carril". Adif.
- ET 03.360.004.0. "Balasto". Adif.
- ET 03.360.155.0. "Soldadura aluminotérmica de carriles". Adif.
- ET 03.360.156.8. "Soldadura eléctrica de carril con equipo móvil". Adif.
- PPT 9-0-1.0 "Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares Tipo. Módulo de Obra Civil". Adif.
- International railway solution IRS 70712. "Rail defects", 1st edition: May 2018. UIC.

I. ANEJO 1. INFORME TOPOGRÁFICO

1. Sistema de coordenadas. Definición del sistema de coordenadas empleado. Se deberá definir cuál de los siguientes sistemas se va a emplear:
 - Proyección UTM Datum ED50 Geoide EGM08-REDNAP.
 - Proyección UTM Datum ETRS89 Geoide EGM08-REDNAP.
2. Sistema de coordenadas transformado de cualquiera de los anteriores. La siguiente documentación es necesaria para su inclusión en el informe:
 - 2.1.1.-Sistema de coordenadas empleado.
 - 2.1.2.-Anejo de topografía del proyecto vigente.
 - 2.1.3.-Acta de enlace entre subtramos.
3. Replanteo de vía
 - 3.1.-Red Básica
 - 3.1.1.-Características de los hitos (distancia entre ellos, ubicación, dimensiones...).
 - 3.1.2.-Enlaces con los tramos de infraestructura.
 - 3.1.3.-Método de observación y cálculo. Planimetría.
 - 3.1.3.1.-Topografía clásica.
 - 3.1.3.2.-Métodos GPS.
 - 3.1.3.2.1.-Fijo (s) – Móviles.
 - 3.1.3.2.2.-Estaciones de referencia.
 - 3.1.3.2.3.-VRS.
 - 3.1.3.3.-Calidad de las coordenadas.
 - 3.1.4.-Método de observación y cálculo. Altimetría.
 - 3.1.4.1.-Método de trabajo.
 - 3.1.4.2.-Tipo de compensación a adoptar.
 - 3.1.4.3.-Calidad de la coordenada.
 - 3.1.5.-Observaciones.
 - 3.1.6.-Listado de Coordenadas.
 - 3.1.7.-Reseñas topográficas.

3.2.-Red Secundaria.

3.2.1.-Características de los hitos (distancia entre ellos, ubicación, dimensiones...).

3.2.2.-Método de observación y cálculo. Planimetría.

3.2.2.1.-Topografía clásica.

3.2.2.2.-Métodos GPS.

3.2.2.2.1.-Fijo (s) – Móviles.

3.2.2.2.2.-Estaciones de referencia.

3.2.2.2.3.-VRS.

3.2.2.3.-Calidad de las coordenadas.

3.2.3.-Método de observación y cálculo. Altimetría.

3.2.3.1.-Método de trabajo.

3.2.3.2.-Tipo de compensación a adoptar.

3.2.3.3.-Calidad de la coordenada.

4. Toma de datos de plataforma.

4.1.-Plataforma en tierras. Se deberán definir los siguientes elementos:

4.1.1.-Intervalo de toma de perfiles.

4.1.2.-Densidad de puntos por perfil.

4.2.-Plataforma en estructuras.

4.2.1.-Intervalo de toma de perfiles.

4.2.2.-Densidad de puntos por perfil.

4.2.3.-Puntos singulares de las estructuras.

4.3.-Metodología de toma de datos empleada.

4.3.1.-Topografía clásica.

4.3.2.-GPS.

4.3.3.-Mixta clásica-GPS.

5. Zonas singulares de la obra.

5.1.-PAET.

5.2.-Estaciones.

5.3.-Zonas de asiento esperado.

6. Encaje de trazados. Se describirán los siguientes aspectos.
 - 6.1.-Empleo modelo digital del terreno o perfiles transversales.
 - 6.2.-Método de ajuste de los trazados.
 - 6.3.-Transformación entre distintos sistemas de coordenadas.
 - 6.3.1.-ED50-ETRS89.
 - 6.3.2.-Planas-UTM.
 - 6.3.3.-Ajustes de cota.
 - 6.3.4.-Otros.
7. Cálculo de los parámetros de trazado en cada modificación del mismo.
 - 7.1.-Documentación adjunta con el ajuste de los trazados.
 - 7.2.-Espesores de balasto (máximos, mínimos y zonas singulares).
 - 7.3.-Enlaces de obra.
8. Normativa de referencia.

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa.
Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos.
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO POR TERCEROS SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.

II. ANEJO 2. ACTAS DE RECEPCIÓN DE VÍA

ACTA DE COMPROBACIÓN DE LA VÍA EN ESTADO PREVIO A LA RECEPCIÓN

Línea de _____ a _____

Vía _____ Del km _____ hasta el km _____

PROMOTOR **ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS**

CONTRATISTA _____

Reunidos los abajo firmantes se ha procedido a la comprobación de la vía en ESTADO PREVIO A LA RECEPCIÓN y:

☐ Se han constatado los defectos mencionados al dorso, que deberán ser subsanados antes de _____ (fecha).

Por el CONTRATISTA

Por la Dirección de Obra

(Fecha, nombre y firma)

(Fecha, nombre y firma)

☐ No habiendo encontrado defectos, o habiendo siendo subsanados en su caso (ver dorso), se receptiona la vía en ESTADO PREVIO A LA RECEPCIÓN.

CONTRATISTA	
JEFE DE OBRA	JEFE DE TOPOGRAFÍA

ASISTENCIA TÉCNICA	
JEFE DE UNIDAD ACO	JEFE DE TOPOGRAFÍA

ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
Director de las obras	

(fecha)

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa.

Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos. TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.

Esta norma ha sido elaborada por el Grupo de Trabajo GT-204 del Comité de Normativa de la DG de Exploración y Construcción de Adif (GADIF, 2015-Madrid). Todos los derechos reservados. ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER PUBLICADO, DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF.

(Reverso del acta de comprobación de la vía en estado previo a la recepción)

DEFECTOS CONSTATADOS

Nº ORDEN	TIPO DE DEFECTO ¹⁾	SITUACIÓN	MARCAS PARA SU LOCALIZACIÓN	EXPLICACIÓN
1		PK		
Por el CONTRATISTA (nombre y firma)	(Fecha)		Por la DIRECCIÓN DE OBRA (nombre y firma)	

¹⁾ Designación abreviada de los defectos más frecuentes (describir otros defectos de forma más detallada):

Posición de las traviesas.....Pt	Alabeo.....Ab
Alineación.....Al	Consolidación de traviesas.....Ct
Ancho de vía.....Av	Apretado de las sujeciones.....As
Nivelación longitudinal.....Ni	Defectos en carriles, traviesas, sujeciones y balasto.....D
Peralte.....P	

CONSTATAción DE LA SUPRESIÓN DE DEFECTOS

Por la Dirección de Obra

(fecha, nombre y firma)

ACTA DE COMPROBACIÓN DE LA VÍA EN ESTADO DE RECEPCIÓN

Línea de _____ a _____

Vía _____ Del km _____ hasta el km _____

PROMOTOR **ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS**

CONTRATISTA _____

Reunidos los abajo firmantes se ha procedido a la comprobación de la vía en ESTADO DE RECEPCIÓN y la comprobación de la vía en segunda nivelación y:

☐ Se han constatado los defectos mencionados al dorso, que deberán ser subsanados antes de _____ (fecha).

Por el CONTRATISTA

Por la Dirección de Obra

(Fecha, nombre y firma)

(Fecha, nombre y firma)

☐ No habiendo encontrado defectos, o habiendo siendo subsanados en su caso (ver dorso), se recepciona la vía en ESTADO DE RECEPCIÓN.

CONTRATISTA	
JEFE DE OBRA	JEFE DE TOPOGRAFÍA

ASISTENCIA TÉCNICA	
JEFE DE UNIDAD ACO	JEFE DE TOPOGRAFÍA

ADMINISTRADOR DE INFRAESTRUCTURAS FERROVIARIAS	
Director de las obras	

(fecha)

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa.
Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos.
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO POR TERCEROS SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.

Esta norma ha sido elaborada por el Grupo de Trabajo GT-204 del Comité de Normativa de la D.G. de Explotación y Construcción de Adif. ©Adif, 2015-Madrid. Todos los derechos reservados.
ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER PUBLICADO, DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF.

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa.
Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos.
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.

Esta norma ha sido elaborada por el grupo de trabajo GT-204 del Comité de Normativa de la O.G. de Exploración y Construcción de Adif. ©ADIF, 2015-Madrid. Todos los derechos reservados.
ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER PUBLICADO, DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA DE ADIF.

(Reverso del acta de comprobación de la vía en estado de recepción)

DEFECTOS CONSTATADOS

Nº ORDEN	TIPO DE DEFECTO ¹⁾		SITUACIÓN	MARCAS PARA SU LOCALIZACIÓN	EXPLICACIÓN
1			PK		
Por el CONTRATISTA (nombre y firma)	(Fecha)			Por la DIRECCIÓN DE OBRA (nombre y firma)	

¹⁾ Designación abreviada de los defectos más frecuentes (describir otros defectos de forma más detallada):

Posición de la traviesa.....Pt	Alabeo.....Ab
Alineación.....Al	Consolidación de traviesas.....Ct
Ancho de vía.....Av	Apretado de las sujeciones.....As
Nivelación longitudinal.....NI	Defectos en carriles, traviesas, sujeciones y balasto.....D
Peralte.....P	

CONSTATAción DE LA SUPRESIÓN DE DEFECTOS

Por la Dirección de Obra

(fecha, nombre y firma)

III. ANEJO 3. MODIFICACIONES QUE ENTRARÁN EN VIGOR UNA VEZ SEAN RECOGIDAS EN LA IFI-Orden TMA/135/2023

Una vez sean contempladas en la IFI-Orden TMA/135/2023 las modificaciones de tolerancias de recepción de la UNE-EN 13231-1:2024, así como la exención de cumplimiento que a continuación se detalla, el contenido de la presente NAV 3-4-3.0 quedará modificado de la siguiente manera:

1. La tabla 17 del cuerpo de la norma será sustituida por la siguiente:

Parámetros	Rango de velocidades (Km/h)				
	V≤80	80<V≤120	120<V≤160	160<V≤230	230<V≤350
Ancho de vía (mm) (desviación del valor del ancho de vía de diseño)	+4 -3	+4 -3	+4 -2	+4 -2	+4 -2
Variación del ancho de vía cada 5 m (mm)	2	2	2	2	2
Alineación (mm) (flechado con cuerda de 20 m) (desviación del valor de diseño) (*)	±2	±2	±2	±2	±2
Posición absoluta horizontal de la vía (mm) (desviación con respecto a la posición teórica) (*)	±10	±10	±10	±10	±10
Variación de flecha cada 5 m (mm)	2	2	2	2	2
Posición absoluta vertical de la vía (mm) (desviación con respecto a la posición teórica)	0 -10	0 -10	0 -10	0 -10	0 -10
Variación de la posición absoluta vertical cada 5 m (mm)	3	3	3	3	3
Nivelación transversal (peralte) (mm) (desviación con respecto al valor de diseño)	±3	±3	±3	±3	±3
Variación de la nivelación transversal (peralte) cada 5 m (mm)	2	2	2	2	2

Tabla 17. Tolerancias en fase de Estado de Recepción.

2. La tabla 18 del cuerpo de la norma será sustituida por la siguiente tabla y las consideraciones posteriores:

Parámetros	Rango de velocidades (km/h)				
	V≤80	80<V≤120	120<V≤160	160<V≤230	230<V≤360
Ancho de vía (mm) (desviación del valor de diseño) (*)	+4 -3	+4 -3	+4 -2	+4 -2	+4 -2
Nivelación transversal (peralte) (mm) (desviación con respecto al valor de diseño)	±3	±3	±3	±3	±3
Nivelación longitudinal D1 (mm) (valor medio a pico)	±5,0	±3,5	±3,0	±2,5	±2,5
Nivelación longitudinal D2 (mm) (valor medio a pico)	-	-	-	±3	±2
Alineación D1 (mm) (valor medio a pico)	±4,5	±3,5	±2,5	±2,5	±2,5
Alineación D2 (mm) (valor medio a pico)	-	-	-	±3	±2
Alabeo con base 3m (mm) (valor de diseño a pico)	±4,5	±3	±3	±3	±3

Tabla 18. Tolerancias de auscultación geométrica para recepción.

(*)-En el caso del ancho de vía, se podrá aceptar una auscultación en la que se desvíen, como máximo, un 5% de los datos registrados sobre las tolerancias anteriores, medidos en tramos de 2 km de longitud.

En cualquier caso, estas desviaciones sobre la tabla anterior, una a una, no superarán las tolerancias máximas siguientes:

Parámetros	Rango de velocidades (km/h)				
	V≤80	80<V≤120	120<V≤160	160<V≤230	230<V≤360
Ancho de vía (mm) (desviación del valor de diseño)	+8	+8	+8	+8	+8
	-6	-6	-4	No superación de tolerancia valor AL para ancho cerrado (-)	No superación de tolerancia valor AL para ancho cerrado (-)

Tabla 19. Tolerancias máximas permitidas, en auscultación geométrica del parámetro de ancho de vía, para los registros que se desvíen de las tolerancias de la Tabla 18 (máximo un 5% de mediciones fuera de tolerancia, medidos en tramos de 2 km).

En cualquier caso, en lo referente a lo recogido en este anejo, siempre prevalecerán las prescripciones en los términos y condiciones que sean aprobadas finalmente en las futuras modificaciones de la IFI.

Este documento ha sido aprobado por el Comité de Normativa.
Existe la posibilidad de que alguno de los contenidos estén sujetos a derechos de patente, por lo que ADIF/ADIF AV no se hace responsable de la correcta identificación de los mismos.
TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, POR LO QUE ESTE DOCUMENTO NO PUEDE SER DISTRIBUIDO, COMUNICADO, COPIADO NI EDITADO POR TERCEROS SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL COMITÉ DE NORMATIVA.