

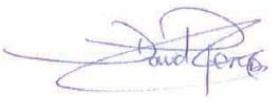


DOCUMENTO 2:

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN
PLACA

DOCUMENTO 2.1:

ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE
SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS
PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS

CONTROL DE APROBACIÓN DOCUMENTAL			
TÍTULO			
ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS			
CÓDIGO	FECHA	FIRMA	REVISIÓN
	12/06/2012		10
Realizado por:	David Pérez Martín		12/06/2012
Revisado por:	Mario Ferreiro Casal		12/06/2012

ÍNDICE

1	RESUMEN EJECUTIVO.....	1
2	INTRODUCCIÓN Y OBJETO	5
3	ANTECEDENTES	6
4	CONDICIONANTES	8
5	ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS REALIZADAS.....	13
5.1	INTRODUCCIÓN. DIFERENTE ENFOQUE SEGÚN EL TRAMO A CONSIDERAR	13
5.2	MATRICES DE VALORACIÓN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS	21
6	CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE LAS MATRICES	25
7	DESARROLLO DE LOS PRÓXIMOS ESTUDIOS	30
	ANEXO 1: ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE VÍA EN PLACA.....	32
1	ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE VÍA EN PLACA.....	I
1.1	PROPIEDADES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS DE VIA EN PLACA.....	II
1.2	PROPIEDADES INHERENTES A CADA SISTEMA DE VÍA EN PLACA	IV
2	ANÁLISIS PREVIO DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE VÍA EN PLACA	XIII
2.1	MONOLÍTICA	XIII
2.2	BLOQUES	XVIII
2.3	CARRIL EMBEBIDO Y DERIVADOS.....	XIX
3	PROPUESTAS REALIZADAS	XX
3.1	PROPUESTA RHEDA 2000	XX
3.2	PROPUESTA SISTEMA EDILON CORKELAST.....	XXVII
3.3	PROPUESTA SISTEMA LOSA PREFABRICADA AFTRAV	XXXI
3.4	PROPUESTA SISTEMA LOSA PREFABRICADA RAILTECH	XXXV

3.5 PROPUESTA SISTEMA LVT DE TACOS O BLOQUESXL

3.6 PROPUESTA SISTEMA DFF-ADH DE SUJECIÓN DIRECTA..... XLIV

3.7 PROPUESTA SISTEMA CDM - HILTI DE FIJACIÓN DIRECTA LI

3.8 PROPUESTA SISTEMA CDM Q-TRACKLV

3.9 PROPUESTA SISTEMA IRONLESS LIX

V.10	<p style="text-align: center;">Documento 2.1:</p> <p style="text-align: center;">ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS</p>	<p>Fecha 12/06/2012</p>
------	---	-------------------------

1 RESUMEN EJECUTIVO

Los trabajos encaminados a la puesta en marcha del ferrocarril en Gran Canaria, exige la definición de la tipología de la superestructura de vía en función de los condicionantes de la propia línea.

Para llevar a cabo una definición exhaustiva de la superestructura se ha planificado la siguiente hoja de ruta:

- **Documento 0: “Estudio técnico económico de viabilidad de superestructura de vía en balasto – vía en placa”.** El cual integra los siguientes informes:
 - **Documento 0.1:** “Estudio técnico-económico de las opciones de implementación de superestructura de vía en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”.
 - **Documento 0.2:** “Recomendaciones para la construcción e instrumentación de obras de tierra de la línea entre Gran Canaria y Maspalomas”.

- **Documento 1: “Estudio preliminar de implantación de superestructura de vía en placa en la línea Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”.**

- **Documento 2: “Estudio de alternativas de superestructura de vía en placa”.** El cual integra los siguientes informes:
 - **Documento 2.1:** “Estudio de las opciones de implantación de superestructura de vía en placa en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”.
 - **Documento 2.2:** “Análisis acústico y vibratorio en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 1

- **Documento 2.3:** “Propuesta de vía en placa en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”.

- **Documento 3:** “Estudio técnico-económico de implantación de vía en placa en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”. En el cual se estudiarán:
 - Separación óptima entre sujeciones.
 - Soluciones de vía en placa para las distintas infraestructuras (viaducto, desmonte, terraplén, túnel, estaciones,...)
 - Transiciones
 - Gálidos óptimos.
 - ...

- **Documento 4:** “Síntesis de los estudios de superestructura en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”

El objeto del *“Estudio de las opciones de implantación de superestructura de vía en placa en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”* es el de realizar una preselección de posibles sistemas de vía en placa (seleccionados como sistemas característicos de las distintas tipologías de vía en placa existentes, sin que esta preselección sea excluyente) a implantar en la línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas, presentar los condicionantes a tener en cuenta en la futura selección de tipología a implantar y, finalmente, plantear una serie de conclusiones para poder abordar los documentos subsiguientes.

Para su desarrollo, se toman como referencia los siguientes documentos:

- *“Estudio técnico-económico de las opciones de implantación de superestructura de vía en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”*, en el que se analiza y valora la implantación de diferentes tipos

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 2

de superestructura en base a una serie de criterios técnicos y económicos, sus ventajas e inconvenientes, etc.

- *“Estudio preliminar de implantación de superestructura de vía en placa en la línea Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas” en el que se presentaban y describían los condicionantes de la línea, se recogía un análisis de las diferentes tipologías, sus propiedades, ejemplos de cada una de ellas y trabajos complementarios que deberían de ser tenidos en cuenta.*

Del análisis del presente documento, se deriva la existencia de una amplia variedad de tipologías, y además, se vislumbra la necesidad de trabajos complementarios (estudio de protecciones acústicas y vibratorias, condicionantes específicos y una valoración tanto técnica como económica) y la necesidad de tener una resolución en firme de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) para la selección de la tipología de vía en placa óptima para la línea Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas.

A modo de conclusión, el documento finaliza con la recomendación de esperar a futuros estudios (enumerados más abajo) para definir la tipología final de vía en placa a disponer a lo largo de los distintos tramos ya que, a priori, no existe una solución cuya preponderancia sobre el resto haga desestimar la implantación de otros sistemas a favor propio. Dado que el trazado se integra en diferentes zonas urbanas mediante el correspondiente soterramiento (túnel), se estima en esta fase temprana del proyecto, que los diferentes estudios acústicos vibratorios de las zonas de afección tendrán un peso sustancial en la futura toma de decisiones relativa a la superestructura de vía en placa a implementar.

A efectos de desarrollo de próximos estudios se proponen los siguientes:

- Análisis de protecciones acústico vibratorias.
- Análisis de los nuevos condicionantes específicos de la línea.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 3

- Estudio de alternativas de superestructura (separación óptima de elementos de sujeción, soluciones constructivas en terraplén, viaducto y túnel, gálibos óptimos, transiciones,...)
- Valoración técnico-económica y conclusiones.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 4

2 INTRODUCCIÓN Y OBJETO

Habiéndose reunido en las oficinas de INECO representantes de Proyectos y Tecnología de Vía, se resolvió plantear un estudio en el que quedara plasmada la mejor opción de superestructura de vía en placa para la línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas.

A lo largo de las siguientes páginas se va a realizar una preselección de posibles sistemas de vía en placa (seleccionados como sistemas característicos de las distintas tipologías de vía en placa existentes, sin que esta preselección sea excluyente) a implantar en la línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas.

Se analizarán comparativamente las distintas ventajas e inconvenientes que ofrecen las distintas superestructuras de vía desde un carácter general, para finalizar en una valoración en función de los aspectos más destacados en función de la infraestructura que soportará la construcción de vía en placa: adaptación a las cargas y a la velocidad prevista, ajuste vertical del sistema, estética, experiencia en construcción, ruido y vibraciones, existencia de solución constructiva de aparatos de vía, rendimiento constructivo y coste de inversión.

El objetivo principal es suministrar una visión clara del tipo de sistema a implantar de manera que se analicen punto por punto las distintas ventajas de cada producto para nuestro tramo en estudio. Para ello, primero se formularán los condicionantes propios del mismo y posteriormente se referirá a cómo se adecuan los distintos sistemas a estas necesidades.



Localización de la actuación

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 5

3 ANTECEDENTES

El primer antecedente a reseñar es el Plan Territorial Especial del Corredor de Transporte Público con Infraestructura Propia y Modo Guiado entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas, (PTE21), aprobado definitivamente el 16 de junio de 2010 en el cual, la tipología de superestructura de vía queda sin definir y abierta a estudio.

El primer documento que aborda la cuestión de la superestructura de vía, es el *“Estudio técnico-económico de las opciones de implantación de superestructura de vía en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”* (Marzo 2011). En dicho estudio, tras analizar desde diversos aspectos la conveniencia o no de implantar total o parcialmente una superestructura en balasto o en placa, se concluye que *“...la opción 1 de vía en placa a lo largo de todo el trazado es la más aconsejable, puesto que incurre en un menor mantenimiento y favorece la disponibilidad de vía.”*

El estudio técnico-económico considera que, las principales ventajas que plantea la ubicación de superestructura sin balasto, vienen derivadas de la “insularidad” de la línea a implantar y las menores necesidades de mantenimiento de la línea en el caso de recurrir a vía en placa.

Como complemento a este estudio técnico, y a fin de introducir el importante factor en el coste de mantenimiento que supone la buena ejecución y control de terraplenes a lo largo del trazado se realizó la nota técnica *“Recomendaciones para la construcción e instrumentación de terraplenes en Gran Canaria”*.

Como resultado de dichos informes previos se concluyó que la inversión a largo plazo en este tipo de superestructura de vía en placa, en la línea motivo del estudio, compensa su alta inversión inicial con bajos costes de mantenimiento posteriores, a la vez que ofrece unas óptimas características técnicas con una mayor fiabilidad y disponibilidad horaria de la vía.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 6

En esta línea, en el Anteproyecto de la línea ferroviaria entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas, Anejo nº 7: Plataforma y Vía (SENER La Roche) Junio de 2011, se dice en el apartado referido a la tipología de la vía en placa que *“...deberá detallarse en fases posteriores de mayor alcance de Proyecto.”*

Finalmente, en el *“Estudio preliminar de implantación de superestructura de vía en placa en la línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas”* (Junio 2012) se realizó una primera aproximación al concepto de vía en placa y se avanzó el contenido de los estudios posteriores en los cuales se deberían tener en cuenta, además los siguientes análisis y documentos:

- Análisis de protecciones acústicas y vibratorias.
- Declaración de Impacto Ambiental.
- Estudio de Explotación de la línea.
- Proyectos Básicos de los tramos y estaciones.

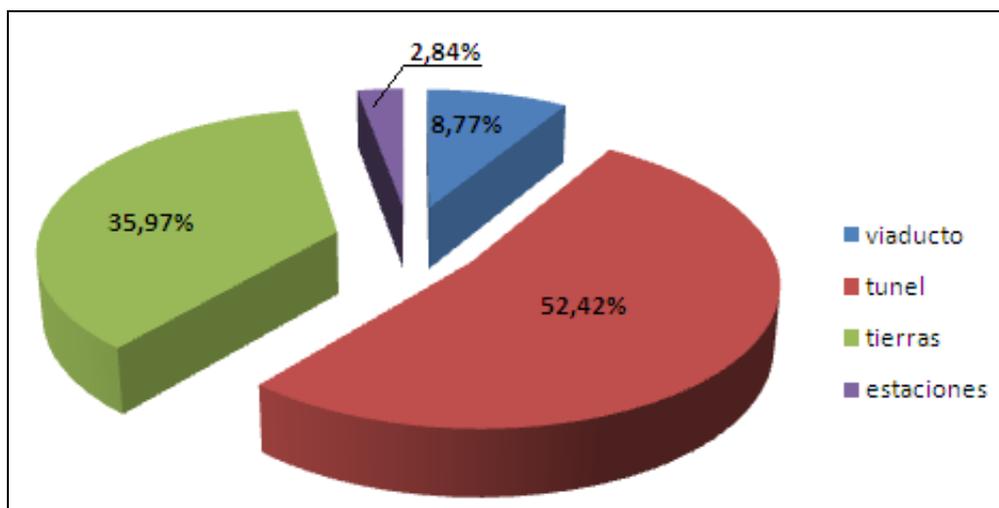
V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 7

4 CONDICIONANTES

De cara a la elección del tipo de superestructura, se pusieron de manifiesto una serie de requerimientos mínimos para que el sistema fuese compatible con el futuro uso que se le va a dar a la vía. Estos condicionantes son:

- El Plan define la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas en siete tramos que suman en total 57.465 metros:
 - 1) Santa Catalina-San Telmo (3.902 m). Vía única.
 - 2) San Telmo-Jinamar (8.724 m). Vía doble.
 - 3) Jinamar-El Goro (7.272 m). Vía doble.
 - 4) El Goro-Barranco de Guayadeque (8.046 m). Vía doble.
 - 5) Barranco de Guayadeque-El Berriel (15.451 m). Vía doble.
 - 6) El Berriel-Playa del Inglés (8.337 m). Vía doble.
 - 7) Playa del Inglés-Meloneras (5.733 m). Vía única.

- La línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas, se puede subdividir en función de la infraestructura que va a recibir la construcción de la vía en placa según el siguiente gráfico.

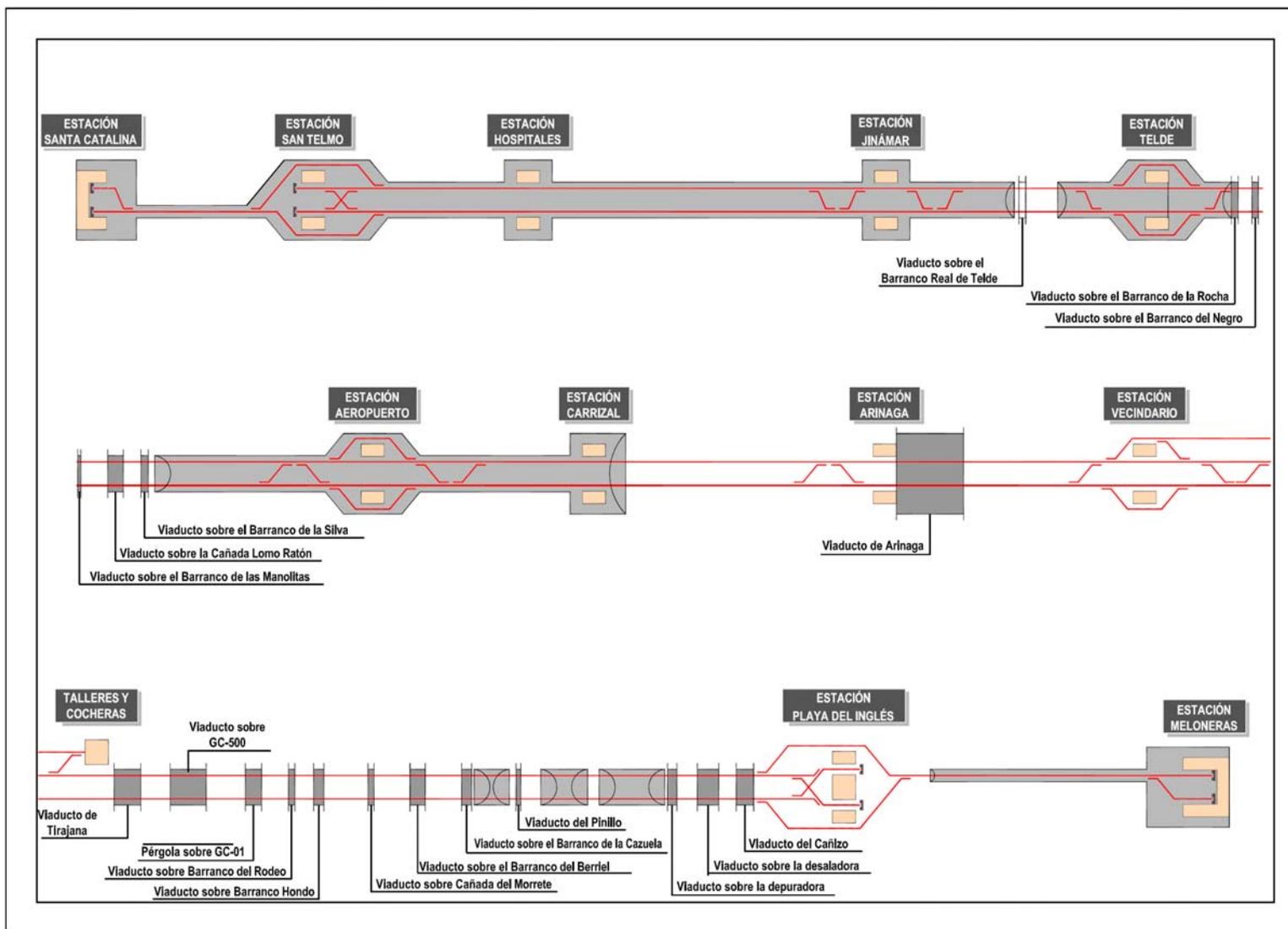


Trafimificación de la línea Gran Canaria - Maspalomas

- El carril utilizado será el 60E1.
- Como norma general no se debe ubicar vía en placa sobre terraplenes con una altura mayor a 10 metros, excepto en casos muy justificados. Esto es debido a los posibles asentamientos diferenciales que pueda sufrir el mismo a lo largo de la vida útil de la superestructura. Aún así, es factible su colocación sobre terraplenes de dicha altura en determinadas circunstancias puntuales previo estudio de los mismos.
- Según la información recopilada en los Proyectos Básicos, los puntos de la traza que tiene una altura por encima de lo deseado son los siguientes:
 - 503+700 a 503+760 (60 m): con una altura máxima 13,40 metros y un paso inferior bajo vías de 32 metros de longitud, lo que acota el problema a 28 metros
 - 605+480 a 605+500 (20 m): con una altura máxima 10,00 metros y un paso inferior bajo vías de 7 metros de longitud, lo que acota el problema a 13 metros.
 - 606+850 a 606+880 (30 m): altura máxima 13,20 m. Zona de transición entre estribos (conecta el viaducto sobre la Depuradora y el viaducto sobre la Desaladora) de 57 metros de longitud en terraplén.
 - 607+535 a 607+695 (160 m) altura máxima 10 m y una estructura bajo vías de 95 metros de longitud, lo que acota el problema a 65 metros
- El ajuste vertical, íntimamente ligado a la posterior capacidad de nivelación en altura del sistema, es un factor de suma importancia en los trazados de vía en placa sobre terraplenes, ya que, cuanto mayor capacidad de ajuste vertical disponga el sistema, mayores asentamientos no previstos serán susceptibles de corrección.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 9

➤ Esquema de la línea



- El trazado se diseña para una velocidad máxima de 160 km/h, con la restricción de 100 km/h en los pasos por estación de los servicios EXPRES que no contemplan parada en todas las estaciones.
- Estudios posteriores que justificasen acortar los tiempos de recorrido, podrían permitir el incremento de la velocidad hasta 180 km/h.
- Recurrir a diferentes tipologías de vía en placa obliga a tener muy presente las zonas de transición entre ellas así como los condicionantes de partida de la línea, la explotación, su diseño (estaciones, túneles, desmontes, terraplenes, viaductos y puentes) y su posición relativa en la traza; lo que implica un estudio pormenorizado de esta problemática. Frente a este condicionante existe la posibilidad de optar por una única tipología que, sin ser la más idónea para un punto en concreto, sí lo sea en el conjunto de la línea.
- En cuanto a la accesibilidad con vehículo convencional por encima de la superestructura, está previsto contar con un parque de maquinaria de intervención inmediata de carácter polivalente. Estos vehículos llevan adaptados unos mecanismos de ruedas metálicas que pueden escamotearse y utilizar las ruedas de caucho para circular por asfalto, lo que les concede una gran versatilidad. En consecuencia no será necesario disponer en un plano de rodadura la losa portante de hormigón y el carril.
- La línea ferroviaria tendrá los aparatos de vía necesarios para la explotación ferroviaria prevista. Tanto los escapes de banalización sobre las vías generales como el resto de aparatos estarán en el entorno de las estaciones.
- Se asume que para una línea como la que se quiere poner en funcionamiento, los requerimientos para la plataforma ferroviaria (obras de tierra, túneles y viaductos) serán similares a los aplicados por el ADIF en sus líneas, con las salvedades que sea necesario tener en cuenta para la isla de Gran Canaria. Por tanto, se toma los siguientes documentos como referencia para la definición de las condiciones de la plataforma ferroviaria:
 - Instrucciones para la redacción de proyectos de plataforma (IGP-2011)

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 11

- o Pliego general de prescripciones técnicas para los proyectos de plataforma (PGP-2011)

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 12

5 ANÁLISIS DE LAS PROPUESTAS REALIZADAS

5.1 INTRODUCCIÓN. DIFERENTE ENFOQUE SEGÚN EL TRAMO A CONSIDERAR

A raíz del Documento 1: *“Estudio preliminar de implantación de superestructura de vía en placa en la línea Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”* y de la selección de las tipologías con mayor implantación en España recogida en el Anexo 1: *“Análisis de los distintos sistemas de vía en placa”* del presente documento, se ha procedido a una preselección de las soluciones que más se adaptan a los condicionantes requeridos para la línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas, de acuerdo con la documentación suministrada por los distintos fabricantes. De esta forma, y clasificadas según su tipología, se han analizado los aspectos de coste económico, facilidad de mantenimiento de la vía y adaptación a los condicionantes de explotación (velocidad máxima, peso por eje, capacidad de ajuste vertical, etc.)

Para realizar un análisis adecuado de la nueva línea ferroviaria Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas y particularizar aún más las posibles soluciones de este estudio, se ha creído conveniente diferenciar los requisitos fundamentales característicos de cada una de las partes en las que se ha subdividido el trazado (vía general, vía en túnel y estaciones), ya que éstos varían a lo largo del mismo, y con ellos los condicionantes que se emplearán para determinar la valoración final de cada tipología de vía en placa.

Así, se ha realizado una tramificación de la línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas según la infraestructura sobre la que vaya a construirse la vía en placa, diferenciando en el primer esquema los tramos sobre viaducto, túnel, tierras y estaciones y agrupando los viaductos en el apartado de vía general en el segundo esquema.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 13

Tramificación de la línea Gran Canaria - Maspalomas¹

Bajo estas premisas de actuación se ha dividido el trazado principal en tres partes. Así, el trazado se subdividiría en:

- *Vía general*

Es en esta parte de la línea donde se alcanzan las velocidades máximas para la cual está diseñada (160 - 180 km/hora). En nuestro caso particular existen zonas en las proximidades de núcleos urbanos, en las que habrá que tener muy en cuenta los requisitos acústico-vibratorios, así como otras zonas más alejadas de los núcleos urbanos en los que los requisitos de atenuación acústico-vibratorios son de menor importancia, en principio. Se recomienda un estudio detallado de, al menos, las zonas urbanas próximas a la traza.

En esta parte de la línea priman, como elementos diferenciadores, el hecho de que la tipología de vía elegida se adapte a los condicionantes de la explotación determinados por la velocidad requerida, el peso por eje, el ajuste vertical y a la experiencia constructiva que se posea del sistema de vía.

¹ La tramificación aquí expuesta difiere levemente a la recogida en el informe "Estudio Técnico-Económico de las opciones de superestructura de vía en la línea entre Gran Canaria y Maspalomas" por haberse adaptado el trazado según las recomendaciones de instalación de vía en placa arrojadas en dicho estudio.

SOLUCIONES PROPUESTAS		AJUSTE VERTICAL
S1	Sistema Rheda 2000	+ 76 / - 4 mm
S2	Sistema Edilon Corkelast	Complejo (extracción de carril)
S3	Sistema de losa prefabricada VPA/A	+ 20 / - 5 mm
S4	Sistema de losa prefabricada Railtech	0,3 mm/m
S5	Sistema LVT de Tacos o Bloques	+20/-0 mm
S6	Sistema DFF-ADH de sujeción directa	+/- 12 mm
S7	Sistema CDM-Hilti	+ 18 / - 3 mm
S8	Sistema CDM-Qtrack	Complejo (extracción de carril)
S9	Sistema Ironless	+ 20 / - 5 mm

Tabla resumen de capacidades de ajuste vertical facilitadas por distintos suministradores²

- *Vía en túnel*

Estas zonas del trazado se encuentran, bien en áreas urbanas densamente pobladas lo cual obliga a elegir este tipo de infraestructura para atravesarlas, o bien, en zonas de vía general en las que, por condicionantes orográficos se haya decidido proyectar el trazado bajo tierra.

En el análisis de la tipología de vía a instalar en dichos túneles se pondera más el hecho de que no sea fuente de problemas vibratorios que puedan transmitirse y afectar a la población. Como se ha comentado anteriormente, es aconsejable la realización de estudios acústicos y vibratorios posteriores para adoptar la mejor solución existente y considerar, en caso de necesidad, las medidas necesarias para evitar molestias a los vecinos de las distintas zonas en estudio, lo cual depende de un estudio posterior que será realizado ex profeso para el análisis de esta materia.

Dentro de los condicionantes de explotación se valora el hecho de que la vía ofrezca gran fiabilidad y disponibilidad. La adaptación a los condicionantes y la experiencia en la construcción son los "inputs" diferenciadores del mismo.

² Nota: La regulación vertical recogida es la del propio sistema. Los sistemas de losa prefabricada y los bloques LVT tienen la capacidad de modificar su sujeción y alcanzar así mayores capacidades de ajuste vertical.

- *En estaciones:*

En esta parte del trazado la velocidad alcanzada por las circulaciones es muy baja con lo cual los condicionantes de la explotación en cuanto a velocidad y cargas dinámicas se reducen.

Además, en estos puntos, entra en juego el factor de la estética de la vía, el factor económico y la experiencia constructiva, todos ellos considerados en la evaluación.

SOLUCIONES PROPUESTAS		SOLUCIONES PARA DESVIOS	COMENTARIOS
S1	Sistema Rheda 2000		El sistema Rheda 2000 aporta soluciones similares adaptadas a los aparatos
S2	Sistema Edilon Corkelast		La solución adoptada pasa por sustituir el carril embebido a lo largo de la longitud del desvío por fijaciones directas. Estas sujeciones directas pueden quedar vistas o "embebidas" mediante complementos
S3	Sistema de losa prefabricada VPA/A		La solución adoptada pasa por la construcción de una losa "in situ" manteniendo la sujeción directa correspondiente utilizada en la vía general
S4	Sistema de losa prefabricada Railtech		La solución adoptada pasa por la construcción de una losa "in situ" manteniendo la sujeción directa correspondiente utilizada en la vía general
S5	Sistema LVT de tacos o bloques		El sistema LVT aporta soluciones similares adaptadas a los aparatos

	SOLUCIONES PROPUESTAS	SOLUCIONES PARA DESVIOS	COMENTARIOS
S6	Sistema DFF-ADH de sujeción directa		El sistema DFF-ADH aporta soluciones similares adaptadas a los aparatos
S7	Sistema CDM-Hilti		El sistema CDM-Hilti aporta soluciones similares adaptadas a los aparatos
S8	Sistema CDM Qtrack		La solución adoptada pasa por sustituir el carril embebido a lo largo de la longitud del desvío por fijaciones directas. Estas sujeciones directas pueden quedar vistas o "embebidas" mediante complementos
S9	Sistema Ironless		No existen. Se optaría por la variación a otro sistema de sujeción directa para la zona de aparatos

Se establece esta diferenciación ya que los requerimientos técnicos de estas zonas, como bien habíamos dicho, son muy distintos. En la vía general se alcanzarán las velocidades máximas para las cuales esté diseñada la línea, en cambio, en las estaciones las velocidades de circulación son mucho más bajas y las necesidades estéticas son las preponderantes. Mientras, en las zonas urbanas se debe tener muy en cuenta la mitigación de las posibles vibraciones al paso de las circulaciones.

Para proceder a la elección de la solución adecuada que mejor se ajuste a los condicionantes técnicos requeridos para la superestructura de vía en placa de la nueva línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas se ha procedido a construir una serie de **matrices de valoración** para cada una de las tres zonas diferenciadas previamente:

- Vía general
- Vía en túnel
- Vía en estaciones

Además de los principales “inputs” enunciados en cada una de las zonas de diferenciación, se valora además el rendimiento constructivo y el coste económico según las siguientes notas:

- **Rendimiento constructivo:**

En cuanto al rendimiento constructivo, las losas salen más perjudicadas que el resto de sistemas dado que se tarda más tiempo en implantarse debido al posicionamiento de los elementos prefabricados, salvo en el caso de fijaciones directas ya que se ejecutan de una manera más rápida.

- **Coste económico de la inversión:**

En este apartado se valora básicamente lo que costará, en términos monetarios, cada una de las soluciones. Aclarar que los costes de puesta en obra serán todos del mismo orden (un poco más para el caso de losas), pero que la puntuación obtenida global es la combinación de la puesta en obra y del coste del sistema en sí. De esta manera, el sistema monolítico con traviesas o segmentos prefabricados es el más caro y en el extremo contrario, los más baratos son los que contemplan fijaciones directas.

Para finalizar, cada una de las variables presentadas está acompañada de un coeficiente de ponderación que dota a cada uno de los “inputs” de una importancia relativa respecto al resto, priorizando unos sobre otros, en función de la parte del trazado en la que se dispongan.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 18

TRAZADO	ADAPTACIÓN A LOS CONDICIONANTES DE LA EXPLOTACIÓN			EXPERIENCIA	SOLUCIÓN DE APARATOS DE VÍA	RENDIMIENTO CONSTRUCTIVO	COSTE ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN
	VELOCIDAD DE EXPLOTACIÓN, CARGAS DINÁMICAS, ETC.	AJUSTE VERTICAL (ASIENTOS TERRAPLENES)	ESTÉTICA Y FACILIDAD DE LIMPIEZA				
VÍA GENERAL	30%	30%	0%	20%	10%	5%	5%
VÍA EN TÚNEL	30%	5%	15%	20%	10%	5%	20%
VÍA EN ESTACIONES	10%	5%	30%	20%	10%	5%	20%

* Es aconsejable la realización de estudios acústicos y vibratorios en la fase previa a la construcción de la superestructura para adoptar la mejor solución existente.

Las ponderaciones anteriores se han establecido de la siguiente manera:

Vía general:

- Se consideran como aspectos más importantes: la posibilidad del sistema de **soportar las cargas y velocidades derivadas** de la explotación, así como la **regulación vertical** para cubrir las máximas necesidades de ajuste ante posibles asientos diferenciales en terraplenes y se valoran con un **30%**.
- Un aspecto importante también a considerar en estas partes del trazado es la **experiencia constructiva** de los distintos sistemas, valorada con un **20%**.
- Finalmente, y relegados por las consideraciones anteriores a un segundo plano se recogen **la disponibilidad de aparatos de vía manteniendo tipología, el rendimiento constructivo y el coste económico de la inversión** (su peso es mínimo puesto que se considera mucho más importante realizar una superestructura capaz de soportar los posibles asientos, que ahorrar – a todas luces un precio mucho menor de lo que costaría cualquier intervención a nivel de losa – en el precio de la sujeción) con una ponderación del **10%-5%** y dejando sin valoración la **apariencia estética**.

Vía en túnel:

- En el caso de vía en túnel, ante la previsible ausencia de asientos diferenciales el reparto de ponderaciones se realiza de manera que los aspectos más considerados son: la posibilidad del sistema de **soportar las cargas y velocidades derivadas** de la explotación (30%), la **experiencia constructiva** (20%) y el **coste de las distintas soluciones** (20%).
- Por detrás se sitúan aspectos como la **estética y la disponibilidad de aparatos de vía manteniendo tipología** (10%); y finalmente, como aspectos con menor peso el **ajuste vertical de vía y el rendimiento constructivo** (5%).

Vía en estaciones:

- Para este último escenario de trazado se valoran de manera destacada los aspectos relacionados con la **estética** (30%), la **experiencia constructiva** (20%) y el **coste de las distintas soluciones** (20%).
- El resto de aspectos quedan relegados a una segunda consideración debido a que las velocidades de circulación serán muy bajas y las necesidades de ajuste vertical, rendimientos de montaje y disponibilidad de aparatos de vía manteniendo tipología son aspectos con poca entidad en estaciones.

Como nota final, además de estos criterios enunciados anteriormente, se adelantan a continuación otros aspectos que se analizarán en futuros estudios para la selección final de de tipología de vía:

- Transiciones entre distintas infraestructuras y aparatos de vía.
- Ruido y vibraciones

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 20

5.2 MATRICES DE VALORACIÓN DE LAS SOLUCIONES PROPUESTAS

A continuación se enumeran como datos de partida las soluciones previamente propuestas de superestructura de vía en placa para la línea Las Palmas de Gran Canaria – Maspalomas.

SOLUCIONES PROPUESTAS	
S1	Sistema Rheda 2000
S2	Sistema Edilon Corkelast
S3	Sistema de Losa Prefabricada AFTRAV
S4	Sistema de Losa Prefabricada RAILTECH
S5	Sistema LVT de Tacos o Bloques
S6	Sistema DFF-ADH de Sujeción Directa
S7	Sistema CDM – Hilti de Fijación Directa
S8	Sistema CDM Q-Track
S9	Sistema Ironless

En las siguientes páginas se muestran, respectivamente, la matriz de valoración de superestructura de vía en placa para vía en general, para vía en túnel y para vía en estaciones, según lo enunciado en el punto 8.1.

Tanto la puntuación asignada a cada variable como la puntuación final dada a cada solución propuesta una vez ponderadas las variables que la integran será numérica, oscilando entre 0 para la puntuación mínima y 10 como valor máximo.

5.2.1 Matriz de valoración para vía general

MATRIZ DE VALORACIÓN PARA VÍA GENERAL														
VARIABLES ANALIZADAS														
Adaptación a condicionantes						Experiencia en construcción	Solución de aparatos de vía	Rendimiento constructivo	Coste económico de la inversión				NOTA FINAL	
Velocidad, cargas, etc.		Ajuste vertical		Estética y facilidad de limpieza							Nota	Pond.		Nota
Nota	Pond. (30%)	Nota	Pond. (30%)	Nota	Pond. (0%)	Nota	Pond. (20%)	Nota	Pond. (10%)	Nota	Pond. (5%)	Nota	Pond. (5%)	
SOLUCIONES	S1													
	S2													
	S3													
	S4													
	S5													
	S6													
	S7													
	S8													
	S9													

LEYENDA	
Calificación	Color
> 8	
6 - 8	
4 - 6	
2 - 4	
< 2	

SOLUCIONES PROPUESTAS	
S1	Sistema Rheda 2000
S2	Sistema Edilon Corkelast
S3	Sistema de Losa Prefabricada AFTRAV
S4	Sistema de Losa Prefabricada RAILTECH
S5	Sistema LVT de Tacos o Bloques
S6	Sistema DFF-ADH de Sujeción Directa
S7	Sistema CDM - Hilti de Fijación Directa
S8	Sistema CDM Q-Track
S9	Sistema Ironless

5.2.2 Matriz de valoración para vía en túnel

MATRIZ DE VALORACIÓN PARA TUNEL														
VARIABLES ANALIZADAS														
Adaptación a condicionantes						Experiencia en construcción	Solución de aparatos de vía		Rendimiento constructivo		Coste económico de la inversión		NOTA FINAL	
Velocidad, cargas, etc.		Ajuste vertical		Estética y facilidad de limpieza										
Nota	Pond. (30%)	Nota	Pond. (5%)	Nota	Pond. (15%)	Nota	Pond. (20%)	Nota	Pond. (10%)	Nota	Pond. (5%)	Nota	Pond. (20%)	
SOLUCIONES	S1													
	S2													
	S3													
	S4													
	S5													
	S6													
	S7													
	S8													
	S9													

* Es aconsejable la realización de estudios acústicos y vibratorios en la fase previa a la construcción de la superestructura para adoptar la mejor solución existente.

LEYENDA	
Calificación	Color
> 8	
6 - 8	
4 - 6	
2 - 4	
< 2	

SOLUCIONES PROPUESTAS	
S1	Sistema Rheda 2000
S2	Sistema Edilon Corkelast
S3	Sistema de Losa Prefabricada AFTRAV
S4	Sistema de Losa Prefabricada RAILTECH
S5	Sistema LVT de Tacos o Bloques
S6	Sistema DFF-ADH de Sujeción Directa
S7	Sistema CDM – Hilti de Fijación Directa
S8	Sistema CDM Q-Track
S9	Sistema Ironless

5.2.3 Matriz de valoración para vía en estaciones

MATRIZ DE VALORACIÓN PARA ESTACIONES														
VARIABLES ANALIZADAS														
Adaptación a condicionantes						Experiencia en construcción	Solución de aparatos de vía	Rendimiento constructivo	Coste económico de la inversión				NOTA FINAL	
Velocidad, cargas, etc.		Ajuste vertical		Estética y facilidad de limpieza							Nota	Pond.		Nota
Nota	Pond. (10%)	Nota	Pond. (5%)	Nota	Pond. (30%)	Nota	Pond. (20%)	Nota	Pond. (10%)	Nota	Pond. (5%)	Nota	Pond. (20%)	
SOLUCIONES	S1													
	S2													
	S3													
	S4													
	S5													
	S6													
	S7													
	S8													
	S9													

* Es aconsejable la realización de estudios acústicos y vibratorios en la fase previa a la construcción de la superestructura para adoptar la mejor solución existente.

LEYENDA	
Calificación	Color
> 8	
6 - 8	
4 - 6	
2 - 4	
< 2	

SOLUCIONES PROPUESTAS	
S1	Sistema Rheda 2000
S2	Sistema Edilon Corkelast
S3	Sistema de Losa Prefabricada AFTRAV
S4	Sistema de Losa Prefabricada RAILTECH
S5	Sistema LVT de Tacos o Bloques
S6	Sistema DFF-ADH de Sujeción Directa
S7	Sistema CDM – Hilti de Fijación Directa
S8	Sistema CDM Q-Track
S9	Sistema Ironless

6 CONCLUSIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE LAS MATRICES

De las matrices anteriores, después de analizar cada una de las variables establecidas para vía general, túneles y estaciones, se desprende la idea, de aplicación general para cualquier aplicación de vía sin balasto, de que, como se ha indicado, cada aplicación de esta tipología requiere de un estudio particularizado y adaptado a la misma, y que similares tipologías desempeñan una funcionalidad diferente en función de su ubicación y condiciones de contorno.

En resumen, según las tablas anteriores, se pueden extraer las siguientes recomendaciones:

Vía general:

- Los sistemas **monolíticos de traviesas** se presentan como una buena alternativa para la vía general en explanación, en base a su experiencia en servicio, su gran capacidad de ajuste vertical y sus buenas prestaciones mecánicas. El coste, aunque mayor que en el caso de fijación directa, se valora como aceptable dados los indudables beneficios que aporta a la construcción de la totalidad de la línea en vía en placa. Los principales problemas que pueden producir estos sistemas vienen derivados, habitualmente, de su poca capacidad de amortiguación, al estar dotados únicamente de un plano de amortiguación vertical, como es la placa de asiento del sistema de sujeción.
- En el caso de las soluciones de vía en placa con **fijaciones directas**, su coste económico se reduce sensiblemente, pero su ajuste a los condicionantes de nivelación vertical son más reducidos que los del punto anterior.
- Existen otras soluciones que se ajustan muy bien a nuestros condicionantes en túnel o estaciones como es el caso de las **losas prefabricadas**, si bien su coste es más elevado.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº 25

- Apoyo continuo de carril, **tipo embebido**, en material líquido o prefabricado. En este caso se presentan dos soluciones (Edilon Corkelast y CDM Q-Track). Adoptando esta medida se aúna una buena adaptación a los condicionantes de la explotación con la posibilidad de circulación de tráfico rodado en túneles. El aspecto negativo es la nula capacidad de regulación en altura de ambos sistemas.
- Se ha incluido la valoración de una solución constructiva basada en **bloques**. Tiene un coste económico aceptable, aunque su uso está más generalizado para túneles o explotaciones subterráneas (no a cielo abierto). Su capacidad de regulación vertical es media si bien su amortiguaciones alta y puede incrementarse en función de los elastómeros interpuestos.

Como podemos observar del análisis efectuado, en esta fase preliminar de estudios, **no existe, a priori, una solución cuya preponderancia sobre el resto haga desestimar la implantación de otros sistemas a favor propio**. Cada tipología, como se ha indicado, presenta ventajas frente a otras, fruto de su composición, de sus elementos elásticos interpuestos, de sus planos de elasticidad, de sus materiales, de su geometría, de sus apoyos, etc.

Túnel:

Al igual que en el caso de estaciones, en el caso de túneles urbanos, para encontrar la solución idónea a cada caso **habría de realizarse un estudio vibratorio particularizado a cada túnel concreto** en la fase previa a la construcción de la superestructura (teniendo en cuenta la configuración del túnel en relación a las zonas urbanas inscritas en el área de influencia) para, con los resultados de carácter técnico y económico de dicho estudio adoptar la mejor solución existente. Es absolutamente imprescindible, para conseguir la mejor combinación resistencia mecánica/amortiguación de vibraciones/resistencia/mantenimiento... caracterizar,

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 26

en primer lugar el terreno por el cual circula la línea, para, en un segundo paso, modelizar la transmisión de la vibración producida por el tren y, en tercer lugar, encontrar el modelo que mejor responde a estas exigencias.

- Los sistemas basados en **carril embebido, con apoyo continuo**, son una muy buena solución en este tipo de trazados ya que el elastómero o corcho que envuelve al carril deja la cabeza de carril a la misma cota que la solera, y ésta es apta para la circulación de vehículos de emergencia y para la fácil evacuación de las personas en caso de necesidad, además de presentar, en función de la elasticidad del material, altas amortiguaciones frente a vibraciones.
- Al igual que las construcciones **monolíticas con traviesa, los sistemas de losa prefabricada y las sujeciones directas** son susceptibles de instalarse en túneles, siempre y cuando no se detecten necesidades de ajuste vertical, en cuyo caso la solución monolítica con traviesa sería la preponderante. No presentan una alta amortiguación.
- Los sistemas basados en **bloques** también son aptos para esta parte del trazado y, pues además de presentar una alta resistencia mecánica, una buena amortiguación, en caso de elastómeros de alta elasticidad, a que están protegidos de la intemperie.

Como podemos observar del análisis efectuado, en esta fase preliminar de estudios, **no existe, a priori, una solución cuya preponderancia sobre el resto haga desestimar la implantación de otros sistemas a favor propio.**

Estaciones:

En zonas de estaciones las velocidades máximas de los trenes son limitadas por lo cual se adaptan mucho mejor los sistemas de fijaciones directas y embebidos ya que están ampliamente indicados para este tipo de ubicaciones, debido a que las

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 27

características que ofrecen se ajustan plenamente a los condicionantes, enunciados anteriormente, que imponen dichas áreas. Además se ha de valorar la estética de la vía y la facilidad de limpieza.

- **Fijación directa.** Las soluciones de vía en placa basadas en fijación directa demuestran, a la vista de los resultados de la matriz de valoración correspondiente, una muy buena adaptación a los condicionantes solicitados a la vía en este apartado, teniendo un coste económico menor que el de las otras soluciones contempladas y un alto rendimiento constructivo.
- **Carril embebido.** Esta solución, a parte de sus altas prestaciones estéticas ha sido ampliamente empleado en numerosas líneas similares en estaciones, por lo que la experiencia en este campo es muy amplia. También se puede recurrir a sistemas monolíticos o de fijaciones directas con un acabado hasta cabeza de carril de manera que simule el “efecto embebido”.
- Los sistemas de **bloques** también están indicados para este tipo de zonas por los mismos motivos que el carril embebido.
- Los **sistemas monolíticos**, basados tanto en traviesa como en losas prefabricadas quedarían ampliamente sobredimensionados en estaciones, por lo que, en estos ámbitos, se puede llegar a plantear la posibilidad de implantar otras alternativas que, habiendo sido empleadas y avaladas constructivamente en múltiples localizaciones, producirán unos ahorros de inversión debido a su menor coste sin perjudicar por ello la durabilidad y fiabilidad del sistema. No obstante, la posible necesidad de transiciones para pasar de vía general o vía en túnel (según el caso) a estaciones puede traducirse en un sobrecoste no evaluado en este momento (dicho análisis se realizará posteriormente en el estudio de alternativas de superestructura y el técnico económico, expuestos en el punto 10).

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 28

Como se ha venido diciendo anteriormente, es necesario profundizar en el ámbito medioambiental de la línea, pues la decisión final del sistema de vía, dada la multitud de sistemas que pueden cumplir otros requisitos, deberá venir condicionada por estos análisis.

Todo ferrocarril que lleve a cabo una importante inserción urbana, debe velar, en primer lugar y fundamentalmente, por la calidad de vida de los usuarios que transporta y que habitan en las zonas que atraviesa. La elección de una tipología de vía sin balasto para el FFCC de Gran Canaria, viene derivada, entre otras razones, por las anteriores expuestas. La tipología de vía en placa, además de garantizar los condicionantes de seguridad, regularidad, mantenibilidad y confort requeridos, presenta, en la mayoría de los casos una protección medioambiental superior al balasto.

Una vez hecha esta elección, la siguiente y más complicada, es elegir el sistema. Para esto, además de este primer análisis que explica las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos, es aconsejable la realización de los correspondientes estudios acústicos y vibratorios (y así se propone como parte de los futuros trabajos a realizar encaminados a adoptar la mejor solución existente), ya que estas zonas se desarrollarán en entorno urbano.

Los sistemas analizados, monolíticos, embebidos, de bloques, de fijación directa, se muestran aptos para la generalidad de los condicionantes. Así pues, la elección del sistema a implementar deberá venir dada, dentro del pequeño grupo de los que cumplen la primera fase de requisitos (mecánicos, económicos, elásticos, de mantenimiento...) por aquel que mejor garantice la seguridad y la comodidad de sus usuarios y de los que viven en las zonas adyacentes por la que circulará. En conclusión, dado que el trazado se integra en diferentes zonas urbanas mediante el correspondiente soterramiento (túnel), se estima en esta fase temprana del proyecto, que los diferentes estudios acústicos vibratorios de las zonas de afección tendrán un peso sustancial en la futura toma de decisiones relativa a la superestructura de vía en placa a implementar

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 29

7 DESARROLLO DE LOS PRÓXIMOS ESTUDIOS

El presente Documento 2.1: “*Opciones de implantación de superestructura de vía en placa para la línea entre Las Palmas de gran Canaria y Maspalomas*” tiene por objetivo una aproximación a la solución final de superestructura a implementar. No obstante, la elección de la superestructura de vía óptima a instalar en los distintos tramos debe ser objeto de análisis posteriores para su total definición. Así, se proponen los siguientes estudios para acotar y definir las necesidades y requisitos reales de la superestructura:

- **Documento 2: “Estudio de alternativas de superestructura de vía en placa”.**
Completándolo con los siguientes informes:
 - **Documento 2.2:** “Análisis acústico y vibratorio en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”.
 - **Documento 2.3:** “Propuesta de vía en placa en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”.
- **Documento 3: “Estudio técnico-económico de implantación de vía en placa en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”.** En el cual se estudiarán:
 - Separación óptima entre sujeciones.
 - Soluciones de vía en placa para las distintas infraestructuras (viaducto, desmonte, terraplén, túnel, estaciones,...)
 - Transiciones
 - Gálibos óptimos.
 - ...
- **Documento 4: “Síntesis de los estudios de superestructura en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas”**

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 30

Como conclusión final, se han presentado en este documento una selección de tipologías de vía en placa a implementar en zonas de vía general, túneles y estaciones, que cumplen los estándares europeos exigibles relativos a la vía en placa. En esta fase preliminar del trabajo, no se cuenta con todos los “inputs” necesarios para realizar una selección óptima de vía, quedando este supuesto reflejado en la similitud de resultados arrojados por las tablas de valoración, por lo que queda a expensas de los futuros estudios a realizar, la selección de la tipología de vía óptima.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 31

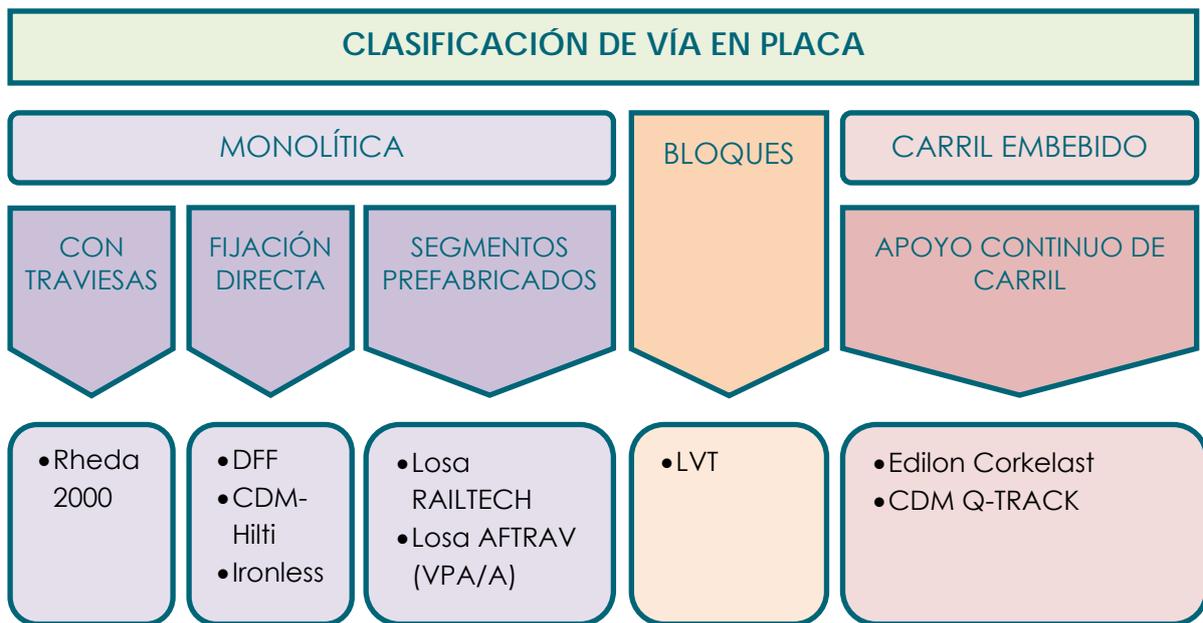
ANEXO 1:

ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE VÍA EN PLACA

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° 32

1 ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE VÍA EN PLACA

A continuación se recoge del Documento 1: “Estudio preliminar de implantación de superestructura de vía en placa en la línea Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas” la clasificación de las tipologías de vía en placa así como los sistemas que se han tenido en cuenta a la hora de realizar el estudio mostrado en este informe:



En este apartado se muestran las principales características de cada tipología de vía en placa, para, posteriormente, particularizarlas en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas.

1.1 PROPIEDADES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS DE VIA EN PLACA

- **Inversiones:**

Está comprobado que los costes de la vía sin balasto se elevan, para una línea nueva, como mínimo al doble de los de la vía sobre balasto. En la perspectiva de empleo de la vía sin balasto, si se suprime el mantenimiento de la geometría de la vía, la limpieza de hierbas, las reparaciones de los carriles debido a rastros de balasto, una parte del mantenimiento de los aparatos de vía y una parte del amolado; el coste del kilómetro de vía supone una disminución del 50 %. Esta economía genera también una mayor disponibilidad de la vía como ya se estudió en el anterior informe³.

- **Consecuencias Medioambientales:**

Se puede decir de manera general que desde el punto de vista del ruido, la colocación de la vía en placa provocará más nivel de ruido al paso de las circulaciones que la colocación clásica sobre balasto (no obstante, tras la aplicación de medidas atenuadoras el nivel de ruido en vía en placa puede descender a un nivel inferior al de la vía en balasto). Desde el punto de vista de las vibraciones transmitidas al medio ambiente el resultado, generalmente, es el inverso, transmitiendo menos vibraciones la vía en placa dada la elasticidad de sus sujeciones.

Durante la fase de redacción del proyecto de superestructura es necesaria la realización de estudios acústicos y vibratorios, con objeto de adoptar la mejor solución posible y considerar la implantación, en caso de necesidad, de las medidas que mitiguen las molestias que se deriven de la implantación del FFCC a lo largo de todo el recorrido.

³ Ver "Estudio técnico-económico de las opciones de implantación de superestructura de vía en la línea entre Las Palmas de Gran Canaria y Maspalomas"

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° II

- *Vía en placa en túneles:*

Los túneles son una de las principales áreas de aplicación de la vía en placa. Las ventajas que ofrece la vía en placa dentro del túnel tienen que ver sobre todo con la minimización de las operaciones de mantenimiento.

La vía en placa se puede colocar en túneles siempre y cuando lo permitan las características del terreno. No serán aptos, por ejemplo, los túneles que pasan por terrenos fracturados con riesgo de movimientos o con propiedades expansivas.

En algunos túneles, la implantación de vía en placa puede producir un aumento del ruido aéreo respecto a la vía sobre balasto, que puede reducir el confort de los viajeros. En este caso, para la reducción de vibraciones, los sistemas de vía en placa pueden colocarse a modo de losa flotante, o se pueden realizar cambios sobre los diferentes elementos elásticos, siempre que no comprometan la estabilidad y buen comportamiento de la vía.

En ciertas circunstancias, con vía en placa en túnel, se puede producir el fenómeno del “estampido sónico”, que puede afectar a los trabajadores, habitantes o fauna situados en las proximidades de las bocas.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° III

1.2 PROPIEDADES INHERENTES A CADA SISTEMA DE VÍA EN PLACA

A continuación se pasa a describir las características fundamentales de cada sistema enunciado en el esquema mostrado al principio del capítulo así como sus principales ventajas e inconvenientes:

1.2.1 Construcciones monolíticas

1.2.1.1 *Construcciones monolíticas con traviesa*

Esta tipología consiste en una parrilla de traviesas hormigonadas dentro de una losa portante.

La principal característica de esta tipología es el comportamiento solidario respecto de la capa portante de hormigón y las traviesas.

Dentro de esta tipología también se pueden considerar los sistemas de vía en placa prefabricados como el Bögl, el ÖBB-Porr ó los nuevos desarrollos españoles de vía en placa prefabricada equipados con el sistema de sujeción SFC (VPA/A).

En la actualidad, la familia de sistemas monolíticos con traviesa empotrada en losa de hormigón in situ, es la que ofrece la referencia más conocida en su aplicación a vía en placa de altas prestaciones.

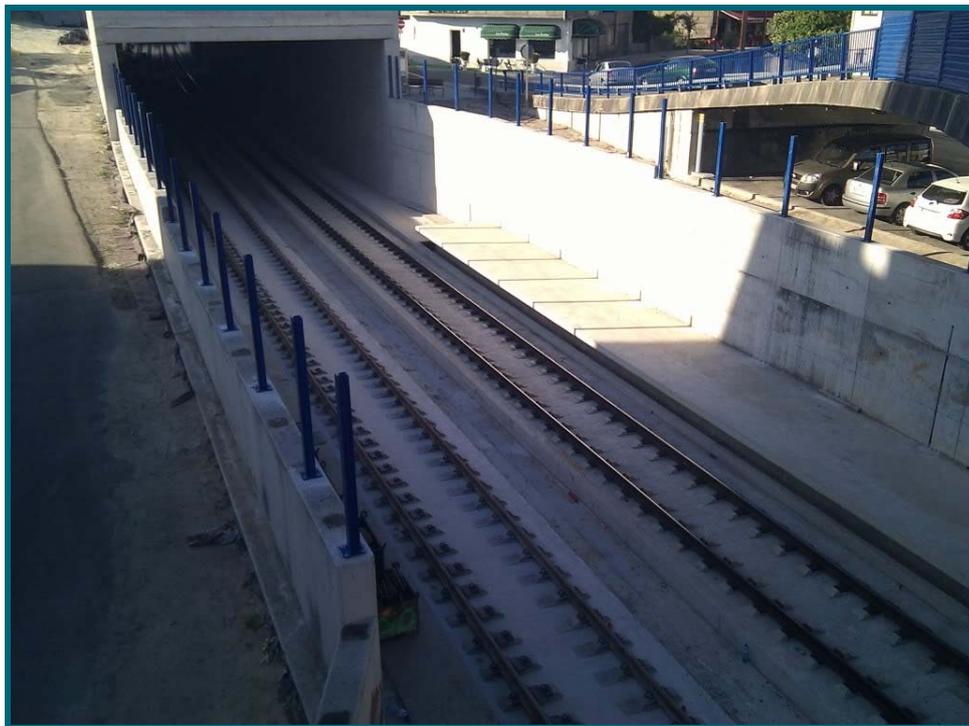
Ventajas:

- El montaje de sujeciones sobre traviesas de hormigón proporciona una superficie de contacto geoméricamente óptima.
- La instalación de la vía se realiza utilizando la cabeza del carril como superficie de referencia (sistema "top-down"), y como resultado:
 - Se consigue una alta precisión en la geometría de vía.
 - No hay errores en la geometría de vía debida a inexactitudes en otros componentes del sistema.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº IV

- Se consigue una instalación precisa de la vía debida a experimentadas técnicas de medición y ajuste ya desarrolladas para esta tipología.

A esta tipología de vía pertenecen los sistemas Rheda Dywidag y Rheda 2000, y en general, toda la familia Rheda.



Vía en placa Rheda 2000

Inconvenientes:

- En caso de daños graves en la traviesa, la reparación implica la demolición de parte de la losa portante.
- Presentan una gran superficie plana que refleja el ruido.
- El comportamiento vibratorio del este tipo de sistemas suele ser peor que los sistemas de bloques y, evidentemente, que los sistemas de losa flotante.
- Algunos sistemas requieren maquinaria específica en alguna de las fases de construcción.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº V

1.2.1.2 Construcciones monolíticas de fijación directa

En esta tipología, el carril está fijado por una sujeción en forma de placa conectada a la losa portante de hormigón por medio de unos insertos de acero. La instalación exige el uso de falsas traviesas para mantener el ancho, la alineación y la nivelación de la vía antes del hormigonado, pero a cambio presenta algunas ventajas.

Ventajas:

- Al no tener que manipular traviesas, la logística y la maquinaria requerida se simplifican, pudiendo alcanzarse altos rendimientos.
- El comportamiento vibratorio es mejor que en las construcciones monolíticas con traviesa.
- Al igual que en las construcciones monolíticas con traviesas, tienen todas las ventajas del sistema constructivo “top-down”
- La sustitución o reparación de elementos en la sujeción directa es fácil. La sustitución de un punto de sujeción no implica la demolición de la losa.

Inconvenientes:

Los inconvenientes de esta tipología quedan reducidos respecto a las construcciones monolíticas con traviesa. Solamente se pueden mencionar:

- Presentan una gran superficie plana que refleja el ruido.



Ejemplos de sujeciones directas: SFC (izquierda), DFF (centro) y sujeción Ironless (derecha)

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº VI

1.2.1.3 Construcciones monolíticas con segmentos prefabricados

Esta tipología admite prefabricar el conjunto de la placa de hormigón-traviesa, que se coloca directamente sobre una lámina de elastómero (losa flotante) que se interpone entre la placa de hormigón y la solera de la vía.



Placa prefabricada VPA/A

Este sistema es similar al de bloques que veremos más adelante, con la salvedad de que en este caso se dispone de una lámina de elastómero. Además, la traviesa no lleva la cazoleta de elastómero y se inserta directamente en la placa de hormigón.

Ventajas:

- Reducción de las vibraciones en el entorno de la vía gracias a las bandas elásticas que se interponen entre la losa y la plataforma.
- Los sistemas prefabricados permiten obtener una buena calidad en la geometría y el acabado de las piezas.
- Estos sistemas reducen las tareas a realizar en el tajo, utilizándose menor cantidad de medios materiales y humanos.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº VII

- Los sistemas prefabricados permiten acelerar los tiempos de ejecución de la vía.
- Los elementos prefabricados son fácilmente reemplazables en caso de avería.

Inconvenientes:

- Es necesario un estricto control del posicionamiento de los elementos prefabricados.
- Puesta en obra más problemática.

1.2.2 Construcciones en bloques

En este caso el sistema dispone de una placa continua de hormigón en la que se introduce la traviesa dejándola embebida y solidarizándola con la placa de hormigón. A su vez, la traviesa está envuelta en un elastómero en la parte que está en contacto con el hormigón. De esta forma se consigue reducir el nivel de vibraciones producido por el paso de los trenes.



Vía ejecutada con bloques LVT

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº VIII

Ventajas:

- Limita las vibraciones al entorno, gracias a los dos planos de elasticidad que posee, que son el formado por la fijación y la placa de asiento, y el formado por la cazoleta que envuelve la traviesa. De esta manera se consigue una reducción de las altas y bajas frecuencias emitidas al paso del tren.
- Posibilidad de mecanización de las fases de construcción.
- Posibilidad de instalación de elementos reductores de ruido entre traviesas.
- Las traviesas pueden extraerse con facilidad para cambiarse en caso de avería.

Inconvenientes:

- En alguno de los sistemas hacen falta diferentes tipos de mortero para colocar la cazoleta.
- En los sistemas que utilizan riostra, hay que tener especial cuidado que ésta no apoye sobre la losa de modo que se produzcan esfuerzos no deseados.
- Necesidad de posicionamiento muy exacto de la traviesa antes del hormigonado, o de la inserción de la misma mientras el hormigón está fresco.
- Hay que tener en cuenta el posible deterioro del elastómero de la cazoleta a lo largo de la vida de la vía, y cómo puede afectar a la comodidad del viajero.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº IX

1.2.3 Construcciones con carril embebido o derivados

Este sistema dispone de una losa de hormigón sobre la solera, dentro de la cual se disponen unas acanaladuras en las que se coloca el carril. El carril queda solidarizado con la losa mediante el vertido de un material con propiedades elásticas, o mediante el extendido de una serie de capas de hormigón o asfalto sobre la losa de hormigón.



Vía en carril embebido

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° X

Ventajas:

- En estos sistemas el carril está apoyado en toda su longitud, generando una serie de efectos positivos que se enumeran a continuación:
 - Se reducen las tensiones a las que está sometido el carril, minimizando su fatiga.
 - Las cargas de impacto se reparten de manera homogénea.
 - Las cargas por eje se absorben perfectamente y se distribuyen por todo el carril y la construcción inmediatamente inferior.
- En el caso del carril embebido, los vehículos de emergencia pueden transitar sobre la vía en caso de ser necesario.
- Estos sistemas tienen un buen aislamiento eléctrico.
- Pueden instalarse elementos reductores de ruidos, tanto entre los carriles, como en la zona exterior a los mismos.
- Los sistemas de carril embebido amortiguan las vibraciones en el entorno.
- El carril está completamente protegido frente a los fenómenos atmosféricos.
- Posibilidad de mecanización de ciertas fases de la construcción de la vía.
- Esta tipología de vía sin balasto apenas precisa mantenimiento.

Inconvenientes:

- En el sistema del carril embebido uno de los principales problemas que se producen es la dificultad de detección de roturas en el carril y su posterior corrección. Al estar embebido el carril en prácticamente toda su longitud sólo se podrán apreciar las roturas del mismo en su cabeza, aquellas que se produzcan en el alma o en el patín pasarán desapercibidas. Se puede realizar un control por ultrasonidos para descubrir posibles desperfectos. El paso siguiente sería, en ese punto, localizar exactamente la fisura y proceder a su reparación. Para realizar esta operación de mantenimiento es necesario levantar el elastómero y destruir parte de la losa soporte.

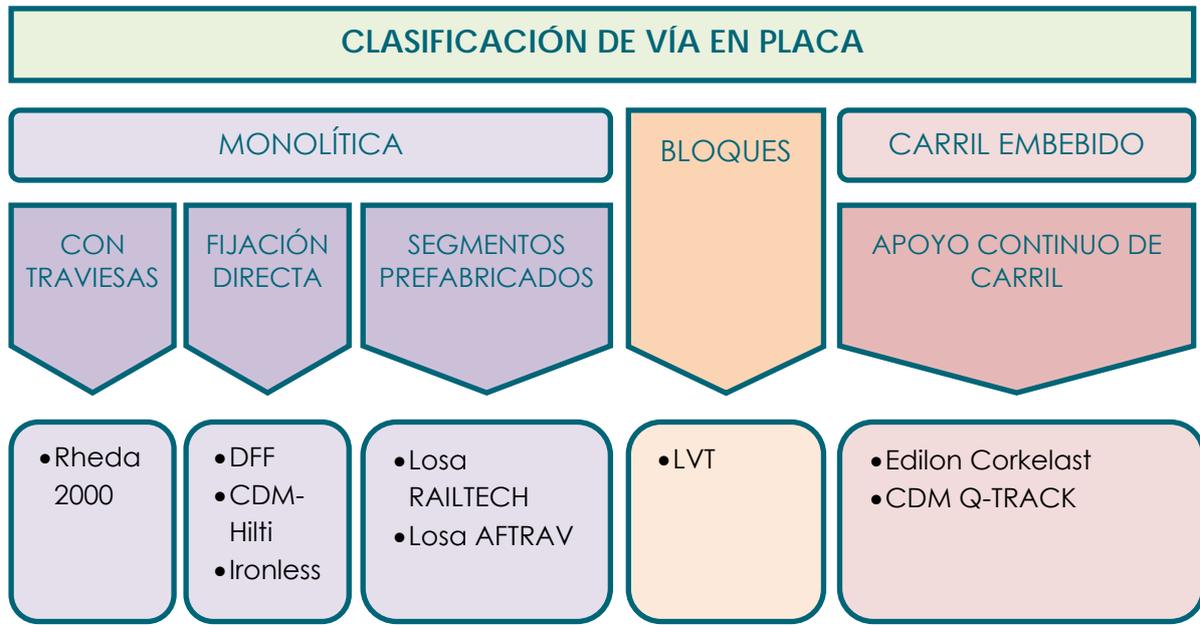
V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XI

- En los sistemas que utilizan polímeros para fijar el carril, una vez que el polímero ha fraguado, no se puede variar la posición del carril.
- En cuanto al mantenimiento, se hace especialmente difícil la sustitución de carril, ya que no existe maquinaria específica para la realización de esta operación.
- La canaleta ha de estar ejecutada de una manera muy cuidada o, de lo contrario, se producirán efectos negativos de cara al mantenimiento y vertido del elastómero.
- Las reparaciones son muy complicadas. La sustitución de un carril implica también el cambio de una parte de la losa de hormigón.
- Para variar la alineación y nivelación del carril, es necesario retirar los elementos que lo recubren y cambiar su posición. Esto supone la paralización de la circulación de los trenes durante ese período de tiempo.
- Los carriles suponen una barrera que dificulta el correcto drenaje. Para evitar esto, el sistema de drenaje debe estar muy bien diseñado y sobre todo debe ser fácilmente mantenible.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XII

2 ANÁLISIS PREVIO DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE VÍA EN PLACA

A continuación se recuerda la figura presentada previamente con la clasificación morfológica de los tipos de vía en placa con losa portante de hormigón.



A través de esta figura se realizará un recorrido por las distintas tipologías de vía en placa en vista de seleccionar, a priori, la solución más adecuada a los condicionantes del proyecto.

2.1 MONOLÍTICA

De acuerdo al esquema anterior comenzaremos por la tipología de vía en placa monolítica:

- En primer lugar, tenemos las vías en placa realizadas con hormigón in situ y con traviesas.

Este tipo de vías en placa corresponde a conceptos de alta velocidad, donde las traviesas se empotran en la losa de hormigón in situ mediante una celosía de acero, manteniendo una tolerancia muy estricta en cuanto a ancho de vía y alineación.

Puesto que la línea en estudio se puede catalogar como línea de altas prestaciones, los esfuerzos y las exigencias en cuanto a geometría de vía son elevados. Así, el sistema Rheda 2000 se destaca como una tipología óptima y apropiada debido a su alta capacidad de nivelación en altura (la mayor en mercado actualmente), lo cual es importante de cara a los asientos en terraplenes; su capacidad de mantener dicha geometría a lo largo del tiempo y su dilatada experiencia en servicio.



Vía en placa monolítica con traviesas Rheda 2000

- En segundo lugar, tenemos las vías en placa de hormigón in situ sin traviesas o también conocidas como “placas directas”.



Sistema de placas directas en el acceso a la estación de Zaragoza-Delicias

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XIV

Este tipo de vía en placa es adecuada para nuestro caso por varias razones:

- o Los puntos de sujeción se materializan con placas directas, válidas para las velocidades y cargas que se barajan. Cada par de placas (y sus sujeciones) suele ser más barato que una traviesa (con sus respectivas sujeciones).
- o Permiten la corrección de la geometría de vía en la fase de explotación de manera rápida.
- o Cualquier punto de sujeción puede reemplazarse durante el mantenimiento nocturno.
- o Permiten acabados en asfalto, hormigón, adoquines, etc, lo cual también las hace transitables a vehículos neumáticos y por tanto válidas para pasos a nivel y túneles.

La línea Las Palmas de Gran Canaria - Maspalomas tiene requerimientos especiales en cuanto a la durabilidad frente a la corrosión, por su cercanía al mar. Por ese motivo, las sujeciones directas que se utilicen deben estar bien protegidas o presentar un mínimo de elementos metálicos a la intemperie.



Ejemplo de sistema de placa directa con un mínimo de elementos metálicos a la intemperie

El procedimiento habitual del montaje del sistema de placas directas de fijación consiste en la utilización de pórticos de nivelación y alineación. Se trata de elementos metálicos, que posicionan ambos carriles en su precisa ubicación

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XV

topográfica asegurando tanto el ancho, como la correcta nivelación y alineación de la vía.

Seguidamente se cuelgan de ambos carriles las placas de fijación a la medida definida en proyecto (en función de las condiciones del trazado), hormigonando el conjunto hasta el nivel de la placa. El sistema hasta ahora descrito se conoce como TOP-DOWN (arriba-abajo), que incorpora vaina perdida tal y como se ha indicado con los elementos de anclaje anteriormente definidos. En caso de recurrir a estas soluciones de superestructura (fijaciones directas), el método top-down consigue mejores resultados, por norma general, al down-up.

También existe la posibilidad de fijar las placas tras el hormigonado de la losa mediante la perforación de la misma y la fijación con resina de los pernos de anclaje. Este sistema se denomina DOWN-UP (abajo-arriba).

- En tercer lugar, tenemos las vías sobre losas de hormigón prefabricado. Estos sistemas permiten obtener una buena calidad de geometría de vía con lo que se adaptan a los condicionantes impuestos por nuestra línea. Sin embargo es necesario un control exhaustivo del posicionamiento de los elementos prefabricados.

Como ventaja añadida, vemos que la interposición de una capa de elastómero entre losa y solera (losa flotante) permite la reducción de las vibraciones en el entorno.

Así pues, desde el punto de vista de la tipología monolítica se abre un abanico de soluciones entre las cuales destacan como posibles candidatas al proyecto las siguientes:

- Monolítica con traviesa: Tal y como se ha argumentado antes, la solución Rheda 2000, se adapta a los requisitos exigidos en la línea en estudio. Destaca principalmente por su alta capacidad de nivelación, su capacidad de mantener la geometría a lo largo del tiempo y su dilatada experiencia en servicio.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XVI

- Sistema de fijación directa metálica: Los sistemas de fijación directa se presentan como una posible opción de implantación en el trazado que nos ocupa. En concreto la fijación directa sería funcionalmente muy apropiada, sobre todo en estaciones y túneles, donde los asientos previsibles sean mínimos.
- Sistemas de losa prefabricada: Dentro de estos sistemas, la losa prefabricada RAILTECH y la losa prefabricada AFTRAV se ajustan también a nuestros condicionantes (velocidad máxima de proyecto, geometría de vía.). Habría que analizar los beneficios y contraprestaciones de recurrir a elementos prefabricados en caso de resultar elegida esta solución.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XVII

2.2 BLOQUES

Sobre la tipología de bloques recubiertos de elastómero, se puede decir que:

- En la intemperie, debido a los ciclos térmicos diarios sobre el carril, el bloque confinado elásticamente puede tener movimientos diferenciales, máxime cuando el hormigón deja alguna holgura por la retracción después del hormigonado in situ.
- No es la solución más idónea para construir en la intemperie porque los elastómeros se ven expuestos a infiltraciones de agua.

En resumen, la tipología de bloques recubiertos con elastómero es adecuada en túneles y estaciones, en zonas resguardadas de la intemperie.



Vía en placa de bloques

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XVIII

2.3 CARRIL EMBEBIDO Y DERIVADOS

La siguiente tipología, de carril continuo, ha sido utilizada sobre todo en estaciones (p.e. Madrid-Atocha y Zaragoza-Delicias) y en túneles donde se precisa permitir en tránsito de vehículos de emergencia sobre neumáticos (p.e. Túnel de acceso ferroviario a Alcobendas y San Sebastián de los Reyes).

Este sistema requiere determinadas actuaciones específicas para el conjunto de la línea que estamos tratando:

- Es un sistema que obliga a realizar dos trabajos finos de topografía: uno en la construcción de la losa con su canaleta y otra en la fijación definitiva del carril con elastómero.
- A cielo abierto, precisa un control constante de la temperatura y la geometría del carril debido a los gradientes térmicos. El carril se debe fijar a la temperatura de neutralización con una tolerancia de ± 5 °C, lo que exige adaptar los procedimientos constructivos al ciclo térmico esperable.
- Requiere un adecuado drenaje.

El sistema de carril embebido es adecuado sin embargo para túneles y estaciones. En estaciones, cuando su limpieza se puede realizar bien, el efecto estético es muy bueno. En túneles permite la transitabilidad de vehículos sobre neumáticos, lo que es un factor decisivo para tenerlo en cuenta en el estudio.



Vía en placa con carril embebido

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XIX

3 PROPUESTAS REALIZADAS

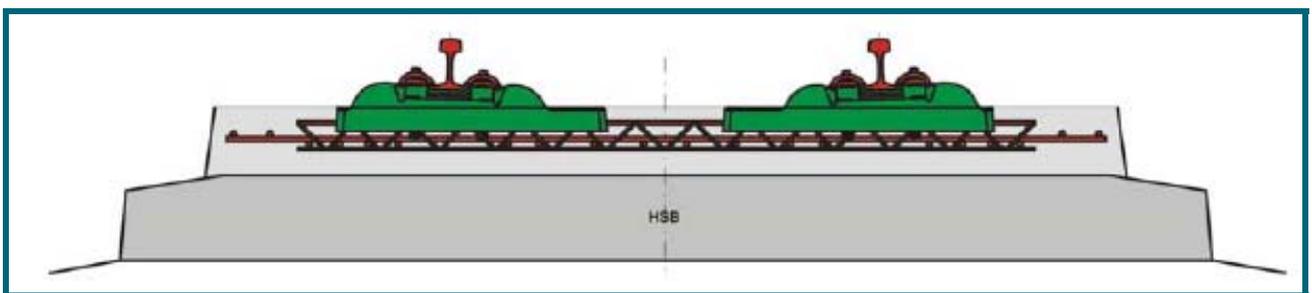
Tras consultar a distintos suministradores y presentarles los distintos condicionantes técnicos y geográficos del tramo en estudio, junto con las conclusiones del análisis previo, se propusieron distintas soluciones de superestructura de vía, las cuales pasamos a analizar a continuación.

3.1 PROPUESTA RHEDA 2000

En este sistema monolítico, las traviesas bibloque B355 W60M quedan hormigonadas dentro de una losa armada, sin artesa, y apoyada sobre una subbase hidráulica de hormigón pobre de 30 cm de espesor.

Este sistema constituye actualmente la última evolución de la familia Rheda. Los puntos fundamentales que lo diferencian de sus antecesores son:

1. Desaparición de la artesa portante, con la consiguiente reducción de altura total de construcción y la desaparición de grietas entre el hormigón de la losa y el de la traviesa.
2. Mejora de la interacción traviesa-losa gracias a una repartición más fina de la armadura y a una minimización de la superficie de contacto entre hormigón de traviesa.



Vista general del sistema Rheda 2000

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XX

3.1.1 Descripción del sistema y elementos:

1. *Hormigón de losa:*

Toda la documentación proveniente de Pfeleiderer muestra que el hormigón prescrito para la losa es un B-35. En la primera vez que este sistema se construyó en España, el hormigón utilizado fue un HA-35.

La idea que se transmite desde la patente es que en un sistema tan optimizado como el Rheda 2000, es fundamental llevar un control especialmente riguroso del hormigón que conforma la capa portante. El control del hormigón afecta tanto a sus características como a su puesta en obra. La correcta puesta en obra del hormigón con las propiedades requeridas debe garantizar una fuerte y durable capacidad de carga y una óptima conexión entre traviesas y hormigón de calado.

Para cumplir esto, se seguirán los siguientes criterios:

- Minimización de las deformaciones causantes de fisuras en el hormigón por medio de:
 - Una elección acertada de componentes del hormigón.
 - Una combinación acertada de componentes para alcanzar:
 - Una densa estructura granular
 - Un requerimiento bajo de agua a la vez que se permite una adecuada trabajabilidad para minimizar asentamientos y retracciones.
 - Un calor de fraguado moderado que reduzca el riesgo de aparición de fracturas térmicas.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XXI

- Compensación de asentamientos y retracciones inevitables de hormigón joven por medio de:
 - El uso de un hormigón de alta resistencia.
 - La aplicación de un postvibrado

El hormigón utilizado en España ha sido un HA-35/F/20/IIIa, con un cono de Abrams entre 15 y 22 cm y una granulometría y propiedades muy específicas. La definición exhaustiva del hormigón se encuentra en el Plan de control del sistema de vía en placa Rheda 2000 elaborado por Ineco para los tramos de ensayo de Las Palmas-Oropesa.

2. Acero:

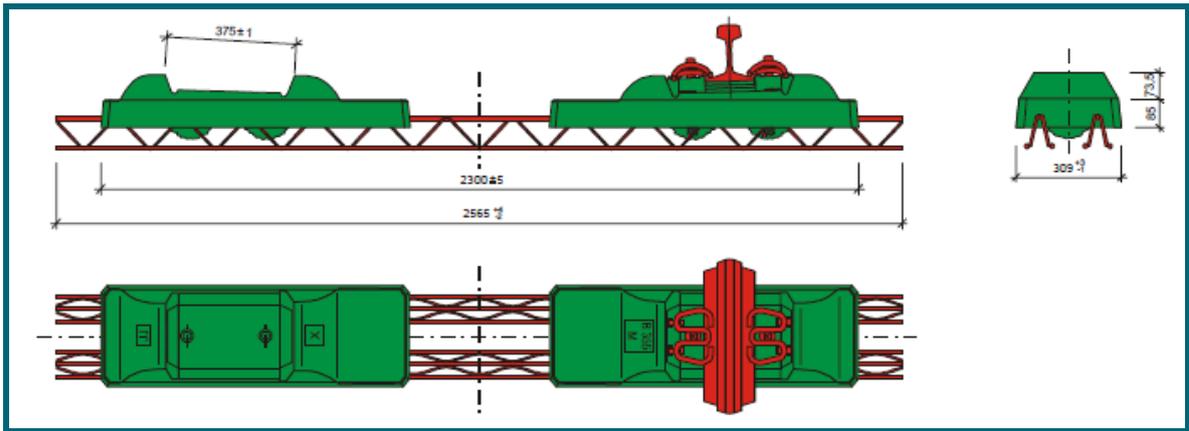
El acero prescrito es un B500S. La armadura colocada en el tramo de ensayo de Las Palmas-Oropesa, fue una parrilla longitudinal de 20 ϕ 20 y un ϕ 20 cada 60 cm, entre traviesas.

3. Traviesa bloque B355 W60M

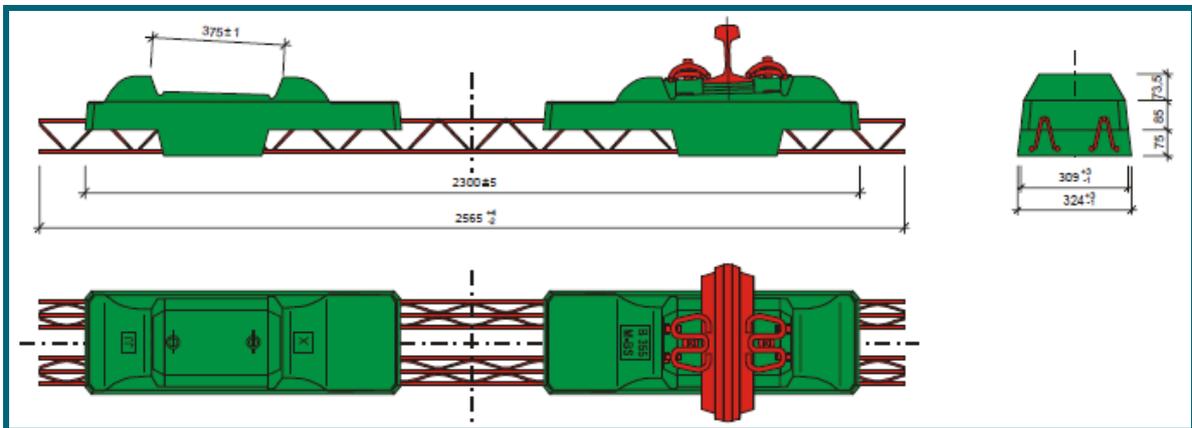
Las traviesas de hormigón B355 W60M consisten en dos bloques de hormigón armado unidos por una armadura en forma de doble celosía que mantiene el ancho. Esta celosía está embebida en parte dentro de cada bloque y queda en el estado final dentro de la losa de hormigón, propiciando una óptima interacción entre hormigón de losa y traviesa.

Los sistemas de sujeción se suministran montados sobre los bloques de las traviesas. Estas traviesas han sido autorizadas por la Oficina Federal Alemana de Ferrocarriles (EBA) y están disponibles algunas variantes para diferentes tipos de construcción: la B355 W60M-BS y la B355 W60M-SBS. Las pequeñas diferencias en el diseño de las traviesas tienen que ver con los diferentes procesos constructivos.

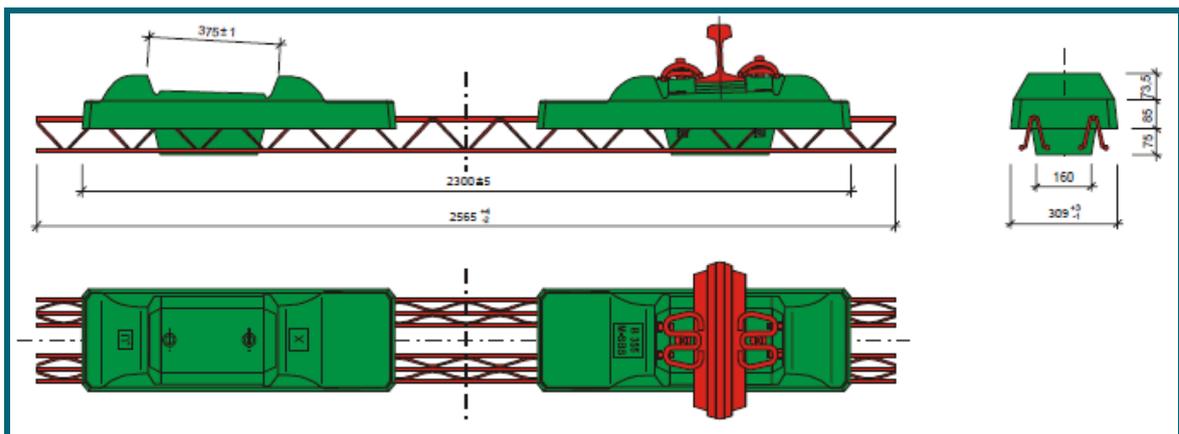
V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXII



Travesía B355 W60M (ancho internacional)



Travesía B355 W60M BS (ancho internacional)



Travesía B355 W60M SBS (ancho internacional)

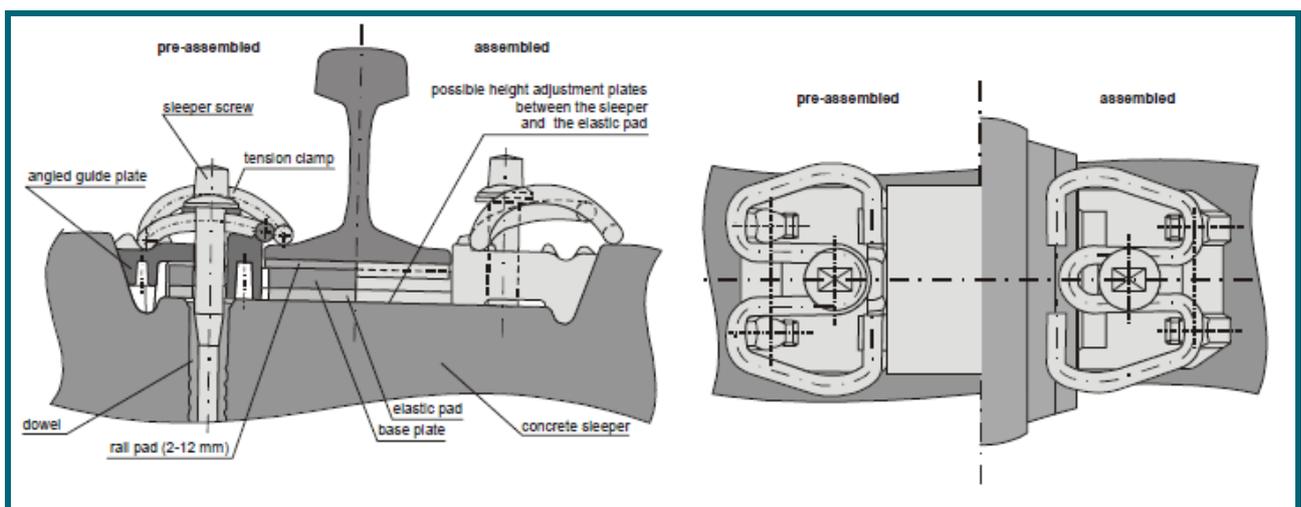
4. Sujeción Vossloh IOARV 300-1

El sistema Vossloh IOARV 300-1 incluye los siguientes componentes para cada sujeción:

- 2 clips Skl 15
- 1 plantillas elástica Zw 692 (grosor estándar 6 mm, con juego desde 2 a 12 mm)
- 1 placa de apoyo Grp 21
- 1 plantilla altamente elástica Zwp 104
- 2 espigas roscadas Sdü 9a
- 2 tornillos de traviesa Ss 30 con arandelas incluidas.
- 2 placas acodadas Wfp 15a

La sujeción se suministra entera y premontada en la traviesa.

Este sistema de sujeción tiene el importante papel de proporcionar elasticidad a la vía. La elasticidad del sistema depende sobre todo de la plantilla Zwp, que según el Catálogo de Requerimientos para la Construcción de Vía en Placa de la DB AG, tiene una rigidez estática de 22,5 KN/mm.



Sujeción IOARV 300-1

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXIV

El establecimiento del par de apriete óptimo tiene en cuenta la torsión máxima permitida para un tren de cargas tipo UIC-71.

La DG AG ha establecido un límite del par de apriete de **200 ±10% N·m** cuando se usan espigas roscadas SdÜ 9.

El sistema de sujeción tiene un importante papel en el sistema puesto que es el responsable de aportar elasticidad a la vía. En las láminas elásticas Zwp se concentra la elasticidad vertical de la sujeción. De acuerdo con el catálogo de requerimientos para la construcción de vía en placa de la DB, tiene una elasticidad estática de $C_s=22,5$ KN/mm. El coeficiente de elasticidad dinámico es menor que 40 KN/mm. Los materiales utilizados se han autorizado por la DB y han sido extensamente probados.

El sistema Vossloh 300-1 tiene las siguientes posibilidades de regulación para compensar los errores de geometría cometidos durante la construcción y los cambios de posición que pudieran aparecer a largo plazo.

La compensación de altura se consigue utilizando placas de apoyo de diferentes espesores, graduadas en escalones de 1 mm. Si la compensación que se necesita es mayor que 15 mm entonces las placas acodadas y los tirafondos se deben reemplazar con una versión convenientemente modificada. El rango total de compensación va desde -4 a +76 mm. La compensación lateral se consigue mediante el cambio de placas acodadas en escalones de 1 mm. La magnitud de la máxima compensación posible es de ± 8 mm.

5. Subbase hidráulica

La patente se pone especial énfasis en la ejecución de la subbase hidráulica, en especial en lo referente a las tolerancias de nivelación y regularidad. Normalmente se coloca una capa de 30 cm de hormigón pobre, acabada por medio de una regla vibrante, con una exactitud de nivelación absoluta de ± 10 mm.

En cuanto a regularidad, la superficie acabada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), aplicadas tanto paralela como normalmente al eje de la vía.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXV

3.1.2 Aparatos de vía:

A continuación se muestra una fotografía correspondiente a un desvío para el sistema de vía Rheda 2000. Al igual que para desvíos, el sistema Rheda 2000 aporta soluciones similares adaptadas a los aparatos de dilatación.

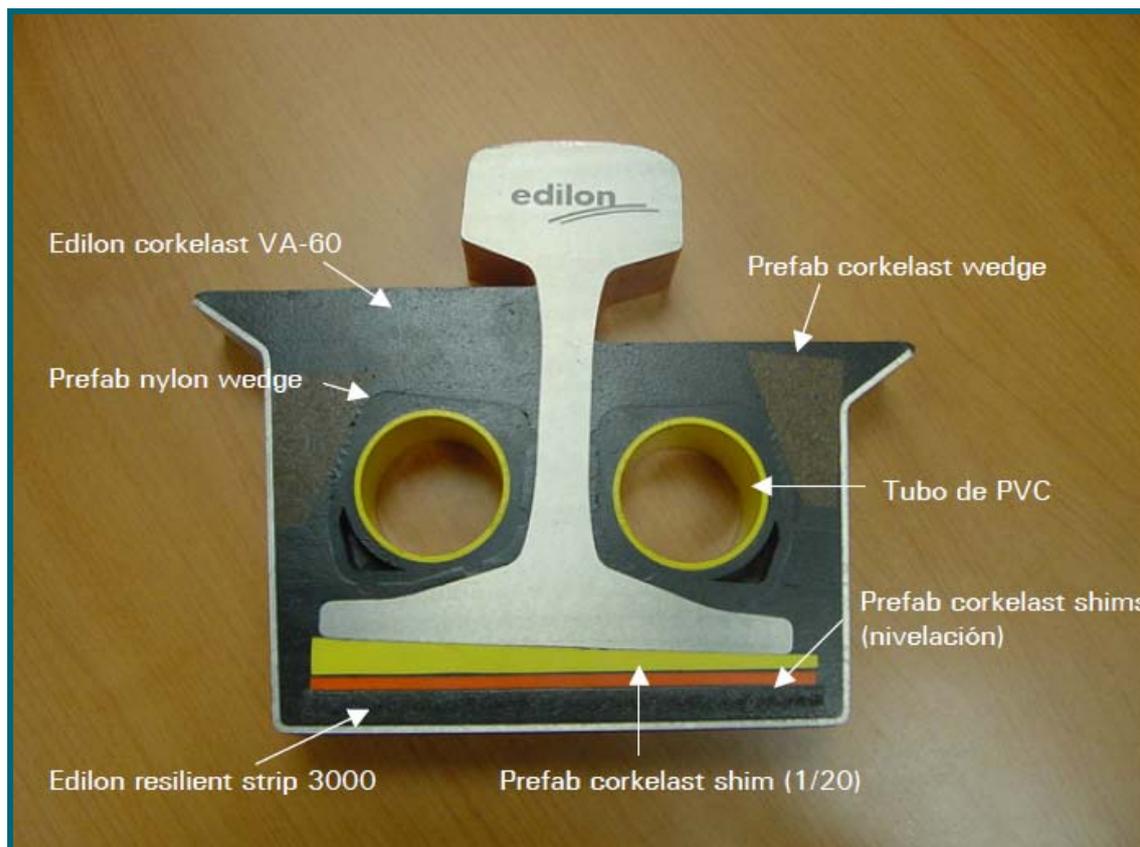


Solución de desvío en Rheda 2000

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXVI

3.2 PROPUESTA SISTEMA EDILON CORKELAST

El sistema se compone de una losa de hormigón armado en la cual existen dos canaletas en las que van alojados los carriles, separados según el ancho de vía y embebidos en un medio elástico, el Corkelast. El carril apoya directamente sobre una cuña elástica que le proporciona la inclinación 1/20 y sobre unas láminas o galgas que sirven para regular la nivelación del carril; bajo estos elementos se coloca una banda resiliente “Edilon Resilient Strip 3000” fijado con la cola Dex-G a la solera de la canaleta de hormigón. A ambos lados del carril se colocan unas piezas de plástico donde se pueden encajar tubos longitudinales para ahorrar corkelast o para conducir cables a través de ellos. Dichas piezas de plástico se apoyan lateralmente en cuñas de corcho que sirven para regular la alineación según se encajen más o menos.



Elementos en la canaleta Edilon

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXVII

3.2.1 Descripción del sistema y elementos:

Este sistema está formado por los siguientes elementos:

1. Hormigón de losa:

La clase de resistencia del hormigón de la losa se define, en principio, como HA-30 si bien la clase de exposición y el árido mínimo se dejan a criterio del proyectista.

La consistencia del hormigón depende de los medios para ponerlo en obra, y puede ser plástica o blanda.

2. Acero

El acero prescrito es en todos los casos B500S. La armadura en Las Palmas- Oropesa consistió en una parrilla superior de 17 ϕ 20 y una inferior de 17 ϕ 12; con una armadura transversal de ϕ 12 a 400 mm.

3. Edilon resilient strip 3000

Edilon Resilient Strip 3000 es un elastómero celular y resiliente basado en caucho natural. Se trata de un elastómero que actúa como soporte en el sistema de carril embebido Edilon. El objetivo del Edilon Resilient Strip la ajustar la elasticidad del sistema de vía. Puede ser adoptado como un elemento adicional resiliente al corkelast con el objetivo de combinar de manera óptima la estabilidad requerida (limitación de deflexión de carril) con un buen comportamiento en la emisión de ruidos y vibraciones.

Las características del Edilon Resilient Strip 3000 son:

- Baja rigidez estática y dinámica.
- Propiedades estables ante cambios de temperatura.
- La rigidez requerida se puede obtener ajustando el espesor de la banda.
- Absorción de agua despreciable.
- Propiedades de aislamiento eléctricas muy buenas.

Las bandas resilientes Edilon Resilient Strip 3000 vienen suministradas en planchas de 1100x165x10 mm. Se puede solicitar el suministro de bandas con espesor diferente a 10 mm para ajustar la elasticidad del sistema.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXVIII

4. Adhesivo Dex-G:

Este adhesivo bicomponente mezclado in situ se utiliza para pegar la banda resiliente Edilon resilient strip 3000 al fondo de la canaleta de hormigón.

5. Edilon prefab Nylon wedges:

Estas cuñas de nylon sirven para fijar los tubos de PVC dentro de la sección de corkelast. Los tubos de PVC sirven a su vez para ahorrar corkelast en la sección y permiten la posibilidad de pasar cableado a través de ellos.

6. Edilon prefab corkelast shims:

Cuñas de goma con inclinación 1/20 sobre las cuales se coloca el carril (de color amarillo) y juego de láminas de goma (de espesor entre los 1 y los 5 mm, color naranja) para ajustar la nivelación del carril. La cuña de inclinación 1/20 tiene 8 mm de espesor en su parte central, coincidente con el eje del carril.

7. Edilon prefab corkelast wedge:

Cuñas de corcho para ajustar la alineación, forzándolas hacia abajo o hacia arriba, según convenga.

8. Edilon primer 21:

Imprimación con base de poliuretano utilizada para conseguir la correcta adherencia entre el corkelast y las superficies de la canaleta y del carril.

9. Corkelast VA-60:

El corkelast VA-60 es un compuesto permanentemente elástico, basado en un sistema de dos componentes sin disolventes, que es apto para verter in situ. Las propiedades visco-elásticas del corkelast están diseñadas para la absorción de cargas dinámicas. A lo largo del tiempo, el componente mantiene estas propiedades incluso bajo ciclos de cargas intensivos. El Edilon Corkelast VA-60 se ha desarrollado con el objetivo de combinar de manera óptima la estabilidad requerida para la vía con una importante reducción de ruidos y vibraciones. Además proporciona un aislamiento eléctrico mayor a 105 KΩ.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXIX

3.2.2 Aparatos de vía:

A continuación se muestra una fotografía correspondiente a un desvío para el sistema de superestructura de vía Edilon Corkelast.

En este caso, la solución adoptada pasa por sustituir el carril embebido a lo largo de la longitud del desvío por fijaciones directas. Estas sujeciones directas pueden quedar vistas o "embebidas" mediante complementos.

Al igual que para desvíos, existen soluciones similares adaptadas para aparatos de dilatación.



Solución de desvío en Edilon Corkelast

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXX

3.3 PROPUESTA SISTEMA LOSA PREFABRICADA AFTRAV

La Asociación Nacional de Fabricantes de Traviesas para Ferrocarril (AFTRAV) conjuntamente con RAILTECH y con la colaboración de INECO, ha desarrollado un sistema de vía en placa prefabricado.

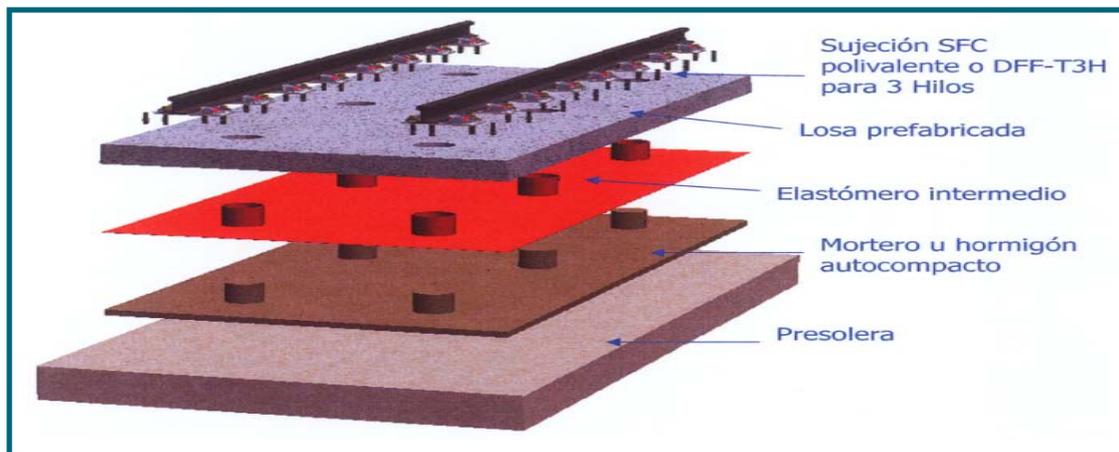
El sistema resultante consiste en:

- Placa prefabricada de hormigón pretensado en ambas direcciones
- Elastómero intermedio
- Capa de mortero u hormigón autocompacto

Y dos sistemas de fijación según requisitos:

- Sujeción SFC de Pandrol.
- Sujeción DFF-T-H.

El asiento del sistema se realiza normalmente sobre una solera in-situ de hormigón HM-15.

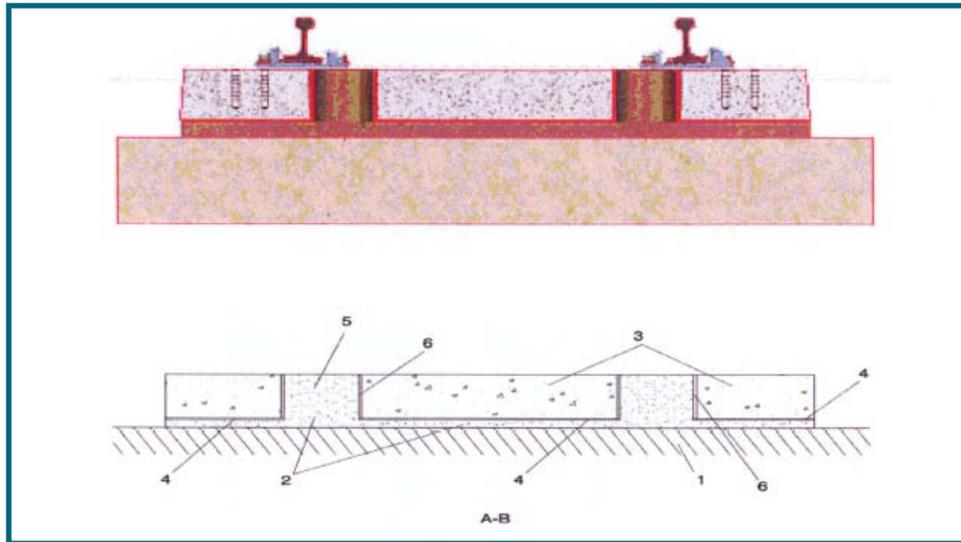


Esquema de losa prefabricada AFTRAV

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXXI

3.3.1 Descripción del sistema y elementos:

Desde abajo hacia arriba, en el caso de túneles y explanada ferroviaria encontramos para cada módulo:



Elementos de losa prefabricada AFTRAV

a) **Solera.** Una capa de hormigón en masa de baja resistencia HM-20 de tres metros de ancho (1).

La solera sobre la que asienta la losa prefabricada está constituida por una capa de al menos 20 cm de espesor de hormigón HM-20.

La superficie de la solera ha de ser paralela al plano de rodadura. El eje de la solera ha de ser coincidente con el de la Placa portante en su proyección ortogonal sobre el plano de rodadura, y su anchura mínima 3 m.

Sus funciones son:

1. Proporcionar una base rígida para el reparto de las cargas procedentes de la Placa portante
2. Proporcionar una superficie geoméricamente adecuada para la nivelación y alineación de la vía.

3. Proporcionar una banda de apoyo a ambos lados de la Placa portante para colocar los dispositivos de nivelación y alineación.

En el caso del túnel, el drenaje del sistema está integrado en la solera.

- b) **Mortero.** Una capa delgada de mortero autocompactante de espesor medio seis centímetros y ancho 2,5 metros vertido "in situ". (2)

Para efectuar la unión entre solera y losa, se inyecta o vierte una capa de mortero u hormigón autocompacto de resistencia superior a 30Mpa. Previamente en el centro se coloca un mallazo de acero de Ø6 # 15 cm, para controlar la fisuración. El espesor medio de esta capa de mortero es de 6 cm.

- c) **Elastómero.** Una capa de un centímetro de elastómero (conglomerado a base de grano fino de neumáticos reciclados) (4) fijada a las placas prefabricadas (3) y adherida al mortero.

La capa de elastómero inferior está formada por una lámina de conglomerado de caucho de neumático reciclado de 10 a 9mm de espesor y los stoppers están forrados de una capa cilíndrica del mismo material de espesor 15 mm ó 10 mm dependiendo de su ubicación en la placa, dichos elastómero viene incorporado a la placa desde la fábrica.

Sus características mecánicas son $E = 1,9 \text{ Mpa}$ con una variación de $\pm 20\%$ y ν comprendido entre 0,31 y 0,35. Estas características se obtuvieron a partir de la selección de tres muestras comerciales, caracterizadas también por la granulometría de caucho y proporción de ligante, que fueron sometidas a un ensayo previo de rozamiento con distintas cargas verticales y tangenciales.

- d) **Losa Prefabricada.** Una placa prefabricada pretensada en ambas direcciones de 5,1x2,5x0,2 metros, que incluye las fijaciones que soportan el carril. La placa es totalmente prismática y contiene seis taladros pasantes de forma sensiblemente cilíndrica (5) forrados de elastómero (6) que quedan rellenos por el mortero autocompactante (5) y que acaban formando un cuerpo único con el mortero que constituye la capa 2.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXXIII

Está fabricada en base a hormigón pretensado HP-60, con pretensado ortogonal, el nivel de pretensado varía con el nivel de acciones sobre el sistema y las condiciones de sustentación.

e) **Sujeción.**

Se contemplan dos opciones de sujeciones, la sujeción SFC de Pandrol, y el sistema DFF.

3.3.2 Aparatos de vía:

En el caso del sistema de superestructura de vía con losa prefabricada AFTRAV la solución adoptada para los desvíos y aparatos de dilatación consiste en la construcción de una losa "in situ" manteniendo la sujeción directa correspondiente utilizada en la vía general. Los aparatos de vía, en este caso, no serían prefabricados a diferencia del resto de la vía.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXXIV

3.4 PROPUESTA SISTEMA LOSA PREFABRICADA RAILTECH

La losa flotante es un sistema de atenuación de vibraciones consistente en la interposición de un material elastomérico entre la solera y la plataforma de apoyo de la vía propiamente dicha. Esta capa crea una discontinuidad en el sistema solera-masa aportando un cambio de rigidez al sistema, causa directa de la atenuación vibratoria del mismo.



Imagen de losa prefabricada RAILTECH

3.4.1 Descripción del sistema y elementos:

El sistema está formado por los siguientes elementos:

1. Losa prefabricada:

Está realizada en hormigón armado y es la componente que caracteriza el sistema, posee dimensiones relativamente reducidas, alrededor de 2.700 x 2.240 x 335 mm. y un peso del orden de 4,5 Tn, características que permiten el transporte, manipulación, e instalación con medios convencionales de construcción de obra.

Cada losa presenta seis espacios destinados a contener seis bloques extraíbles, así como cuando es necesario el espacio para la instalación del elemento stopper. En

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXXV

la parte superior de la losa se encuentran cuatro puntos de anclaje que son utilizados para la manipulación de las losas.

2. Bloque extraíble:

El bloque extraíble es un prefabricado de hormigón armado de unos 90 kg de peso. Está diseñado para recibir las fijaciones elásticas que sujetan el carril, la losa puede diseñarse de forma adecuada para que contenga cualquier tipo de fijación, así como los correspondientes insertos para el montaje de las mismas. El carril se apoya en un plano con una inclinación 1/20 (o 1:40 dependiendo de la administración), las paredes laterales del bloque tienen forma trapezoidal para permitir la extracción o inserción del mismo una vez ha sido fijado con el hormigón de calado.

3. Colchón de elastómero amortiguador de vibraciones bajo losa:

Los cauchos sobre los cuales se apoyan las losas prefabricadas, son de goma sintética vulcanizada. Su geometría es de forma prismática con cortes longitudinales, está estudiada para aportar la deformabilidad necesaria, calibrándose las características elasto-disipativas en función de cada aplicación específica.

4. Cazoleta:

La cazoleta está realizada en elastómero sintético aislante y tiene la función de contener el bloque prefabricado para garantizar su posible sustitución en caso de descarrilo y a la vez efectuar de contenedor de la suela de elastómero disipativo para la amortiguación de vibraciones. Dicha cazoleta en su parte interior está provista de unas acanaladuras longitudinales que mejoran la adherencia con el bloque y a la vez se convierten en elementos antidesgaste dado que siguen los movimientos del bloque de hormigón en los desplazamientos provocados por el paso del tren, sin que exista ningún roce.

5. Elemento disipativo:

Entre el bloque de hormigón y la cazoleta se encuentra un elemento de elastómero sintético de rigidez controlada que actúa como elemento de absorción de vibraciones. Es de destacar que la rigidez de la placa de caucho tiene la

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XXXVI

particularidad de no presentar una alta deformabilidad a fin de que no se produzcan sobrecargas dinámicas que puedan ser perjudiciales para la estabilidad de la vía.

6. Suela bajo carril:

La suela bajo carril es un elemento que se coloca entre la superficie superior del bloque de hormigón y la base del patio del carril. Tanto sus características mecánicas como geométricas siguen las normas U.I.C.

7. Stopper:

El stopper, es un elemento metálico formado por un tubo (pistón) de acero con un soporte que se fija al hormigón de solera mediante cuatro anclajes adecuados a su función. Este se desliza por el interior de un cilindro que está fijado a la losa por un hormigón de calado. En concreto el deslizamiento entre pistón y cilindro se produce con la interposición de un cojinete autolubrificante que es el elemento que transmite los esfuerzos transversales o longitudinales de la losa a la solera del túnel.

El cilindro de acero se completa con un disco que tiene la función de impedir que el mortero de fijación pueda filtrarse entre losa y solera antes de su fraguado.

8. Elemento aislante bajo stopper:

Este componente está constituido por una placa cuadrada de caucho sintético aislante que se coloca entre el stopper y la base de la solera del túnel.

9. Anclaje aislante:

El perno de anclaje aislante está constituido por un acero de alta resistencia revestido de material aislante (resina acetálica). Se utiliza para la fijación del stopper a la solera del túnel. La fijación se produce en el interior de un taladro que se efectúa en la solera, mediante una cápsula de vidrio con epoxiacrilato.

10. Arandelas aislantes:

Las arandelas aislantes están constituidas por resina acetálica (polioximetil), y están insertadas en los agujeros de las placas base del stopper, las mismas contienen una arandela metálica en donde efectúa la presión la tuerca autoblocante.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XXXVII

11. Tuercas autofrenantes:

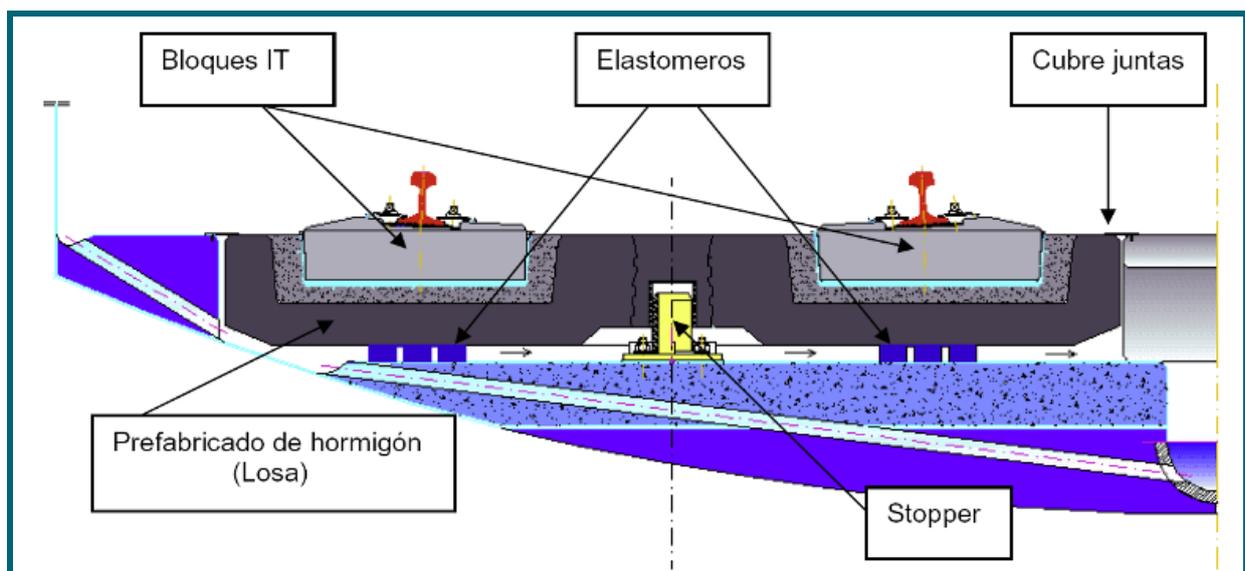
Las tuercas autoblocantes con anilla de poliamida se utilizan con los pernos de anclaje aislantes, en la fijación de los stoppers al hormigón de la solera.

12. Elemento de sellado longitudinal:

Este elemento está realizado en goma y tiene una reacción al fuego del tipo "1". Tiene sección rectangular, y cumple con la función de sellado longitudinal entre las losas prefabricadas y el lateral del hastial.

13. Elemento de sellado transversal:

Se trata de un perfil de sección en "T", en caucho sintético con una reacción al fuego del tipo "1". Se utiliza para sellar transversalmente las losas prefabricadas del sistema de Superestructura de losa flotante. La "cabeza" tiene un perfil que impide su levantamiento en el caso que alguien tropiece con el pie al andar por la salida de emergencia, mientras que el "mango" presenta una sección que encaja perfectamente entre las losas. En particular la superestructura de losa flotante permite una amplia flexibilidad de respuesta unida al hecho de que puede ser realizada con diversas mesas y distintas deformabilidades.



Esquema de losa prefabricada RAILTECH

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXXVIII

3.4.2 Aparatos de vía:

En el caso del sistema de superestructura de vía con losa prefabricada RAILTECH la solución adoptada para los desvíos, aparatos de dilatación y otros aparatos de vía consiste en la construcción de una losa “in situ” manteniendo la tipología de bloques utilizada en la vía general. Los aparatos de vía, en este caso, no serían prefabricados a diferencia del resto de la vía.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XXXIX

3.5 PROPUESTA SISTEMA LVT DE TACOS O BLOQUES

El LVT es un sistema de bloques independientes formado por un bloque de hormigón armado, una almohadilla elástica, una cazoleta elástica y una fijación de carril (variable) con una almohadilla elástica bajo carril de rigidez entre 100 y 150 kN/mm.

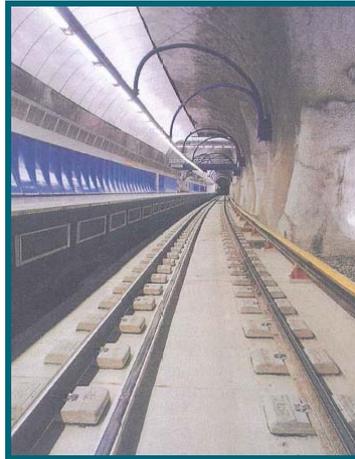
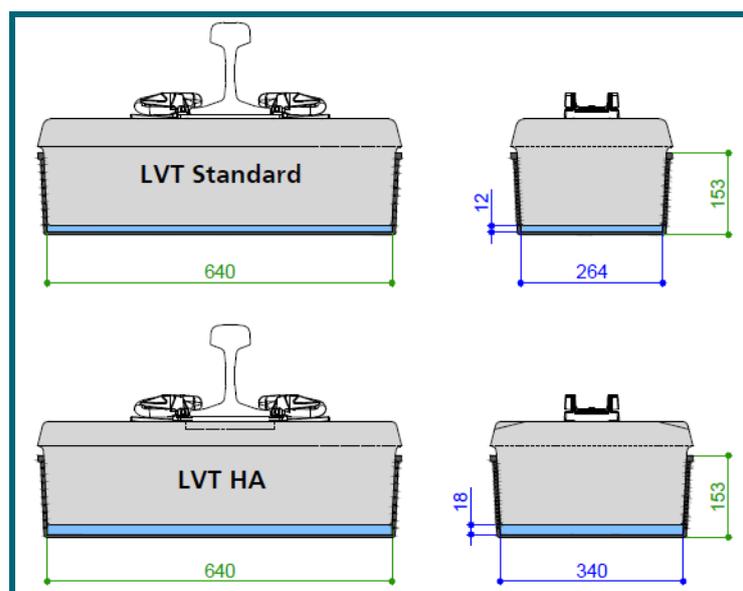


Imagen de sistema LVT

En el sistema LVT HA el bloque de hormigón es un 30% más ancho, lo que proporciona una mayor estabilidad, y el espesor de la almohadilla elástica es un 50% mayor (alcanza los 18mm), ambos datos en relación con el sistema LVT Standard.



Esquema de cazoleta y traviesa de sistema LVT

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XL

3.5.1 Descripción del sistema y elementos:

El ratio de elasticidad se diseñará concretamente en cada proyecto, dependiendo de los parámetros técnicos del mismo. Por otra parte, la deflexión del sistema está limitada a menos de 4 mm. Ello permite un ratio de elasticidad para la almohadilla de unos 10 kN/mm. La mayor masa y una más alta deflexión proporcionan, por encima de los 50Hz, una atenuación efectiva de las vibraciones, obteniéndose una mejora de 5 a 10 dB comparada con la vía sobre balasto. La frecuencia natural del sistema está en torno a los 30Hz.

Un requisito inicial para un óptimo comportamiento del sistema LVT es que los componentes elásticos del mismo no tengan rigideces diferentes para frecuencias distintas. La rigidez estática del material no refleja una situación real de funcionamiento, pero las cargas dinámicas, implementadas en la simulación de un tren en movimiento, dan una representación realista que será beneficiosa para su estudio. Por lo tanto, la rigidez dinámica y especialmente la comparación entre rigidez dinámica y estática son claves.

El ratio obtenido entre rigidez dinámica y estática en este sistema (< 1.5), así como la mayor elasticidad bajo condiciones de carga dinámica, ofrecen una mayor efectividad del mismo.

El sistema está compuesto por los siguientes **elementos elásticos**:

1. Cazoleta elástica:

Debido a la inclinación del bloque y de las paredes de la cazoleta y al hormigón que la rodea, el cual presiona a la cazoleta contra el bloque, se produce un ajuste entre ambos (efecto cuña), resultando una disminución en la deflexión dinámica de dicho bloque.

En las paredes interiores de la cazoleta elástica se practicaron acanaladuras y en la base inferior de las mismas se añadieron unas pequeñas aletas de 0,5mm que actúan como separadores entre el bloque de hormigón y dicha cazoleta durante el hormigonado de la placa, produciéndose, de hecho, un desacople entre ambos,

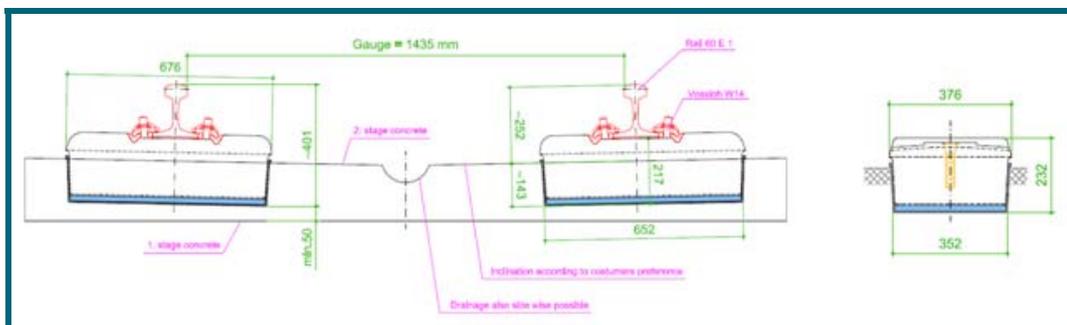
V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XLI

permitiendo la deflexión libre de dicho bloque sobre la almohadilla bajo cargas dinámicas, incluyendo las frecuencias con una alta sensibilidad acústica.

2. Almohadilla elástica:

La almohadilla microcelular, que es el principal componente elástico del sistema LVT, fue inicialmente de goma sintética. El comportamiento de este material bajo condiciones de cargas dinámicas es desfavorable y produce rigidez.

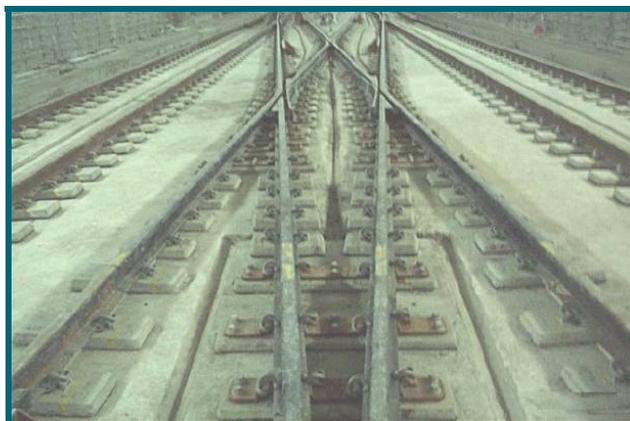
Actualmente, las almohadillas son de goma natural o poliuretano, permitiendo una baja rigidez dinámica del material, debido a las mejores propiedades del mismo.



Esquema de sistema de bloques LVT

3.5.2 Aparatos de vía:

A continuación se muestra la fotografía correspondiente a un desvío para el sistema de superestructura de vía LVT de tacos o bloques. Al igual que para desvíos, existen soluciones similares adaptadas para aparatos de dilatación.



Solución de desvío en sistema LVT

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº XLII



Solución de desvío en sistema LVT

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XLIII

3.6 PROPUESTA SISTEMA DFF-ADH DE SUJECIÓN DIRECTA

La principal característica de este sistema es la total disociación entre el elemento elástico y el anclaje a la solera. Esta esencial diferencia frente a los sistemas de tipo sándwich permite un acomodamiento a los esfuerzos provenientes de las circulaciones en geometrías complicadas.



Imagen de sistema DFF-ADH de sujeción directa

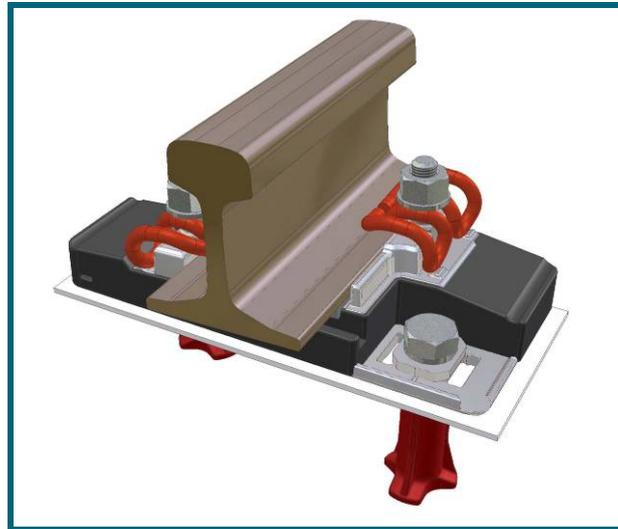
3.6.1 Descripción del sistema y elementos:

El sistema está formado por los siguientes elementos:

- 1º Una placa principal que forma todo un cuerpo y que es en sí misma el elemento elástico
- 2º Un sistema de fijación de carril formado por dos clip. Estos pueden ser del tipo SKL con sus correspondientes elementos de tornillería o ajuste o bien puede ser del tipo Pandrol con sus aisladores laterales.
- 3º Una placa de regulación en la base del conjunto
- 4º Un casquillo de ajuste que nos permitirá la corrección de +/- 12 mm de la placa una vez anclada a la solera.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XLIV

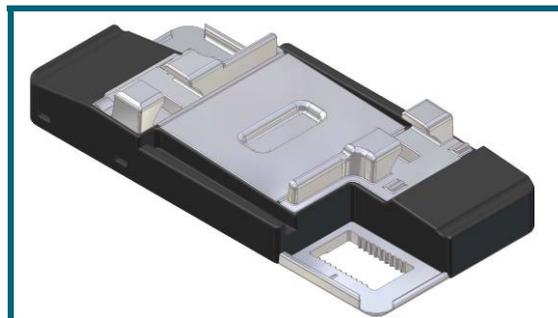
- 5° Dos insertos de anclaje que dependiendo del sistema de instalación pueden cambiar.



Sujeción DFF-ADH

El sistema presenta solución para aparatos de vía integrando las últimas tecnologías en este campo.

El cuerpo del sistema se basa en dos placas totalmente independientes que son colocadas en un molde y que tras un proceso químico salen como un todo unidas por material elastomérico.

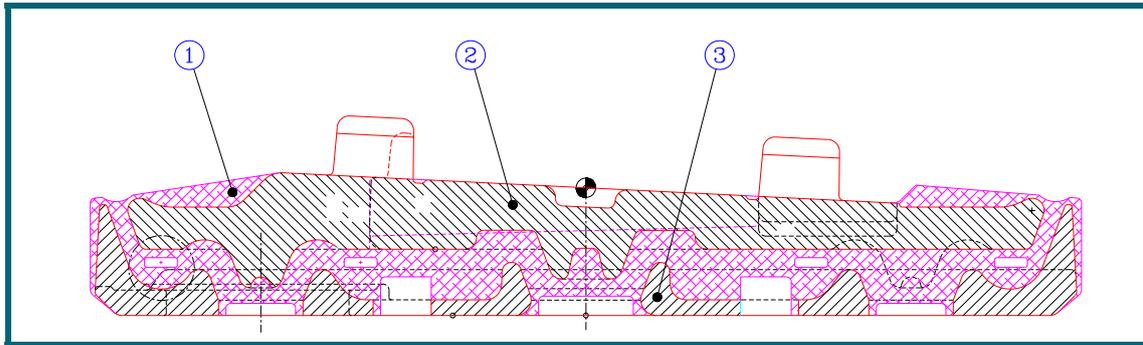


Placa del sistema DFF-ADH

El sistema tal y como ilustra la imagen siguiente, ha reducido a la nada los cantos vivos internos que pudieran provocar, en caso de colapso de la placa por sobreesfuerzos, puntos críticos de rotura. El esfuerzo lateral de la placa superior y su movimiento frente a la placa inferior son absorbidos por el material elastomérico intermedio. El diseño intermedio especialmente estudiado hace que el caucho

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XLV

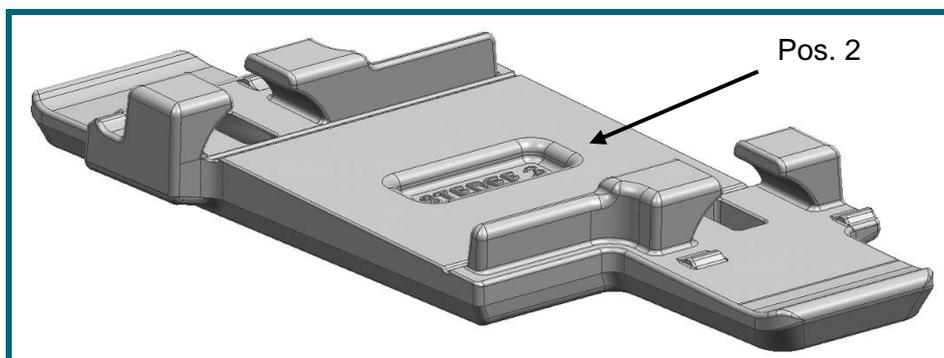
adherizado trabaje en la mayoría de los casos a compresión. La mayor superficie de las placas en las zonas a adherizar representan un elemento de seguridad dado que los esfuerzos del conjunto son repartidos mucho mejor descargando al sistema de la criticidad que esto pudiera presentar.



Esquema de la placa DFF-ADH

Por otra parte, se han eliminado los rozamientos entre piezas metálicas a fin de disminuir los desgastes de los componentes, sustituyendo dichos elementos por un elastómero que adhiere las dos placas que son el corazón de la fijación.

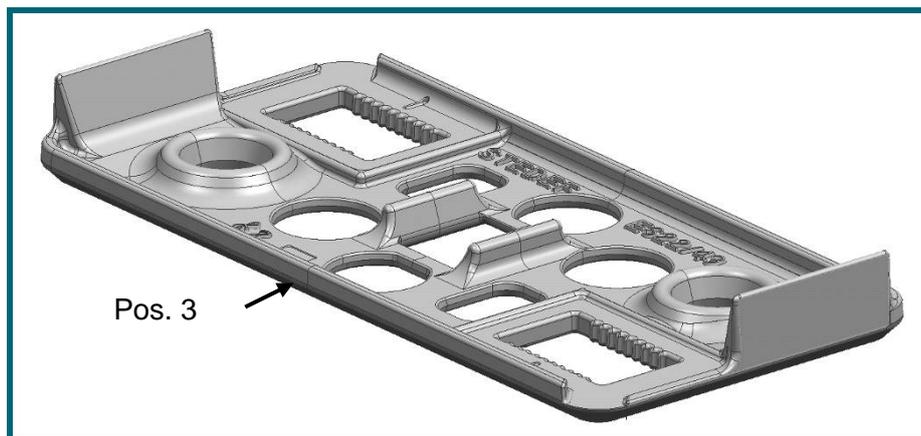
El elastómero de la posición nº 1 (señalado en el esquema), es el que controla la rigidez del sistema de fijación y la misma en su concepción puede ajustarse a los deseos de la correspondiente Administración mediante la propia mezcla del elastómero o bien mediante los espacios de expansión situados dentro del elastómero.



Placa, posición nº 2

La placa superior, posición nº 2, es la que sujeta al carril mediante los clips elásticos, que pueden ser del tipo "Fit & Forget" o bien atornillados, siendo posible generalmente adaptarse a los que la Administración Ferroviaria tiene normalizados en sus vías.

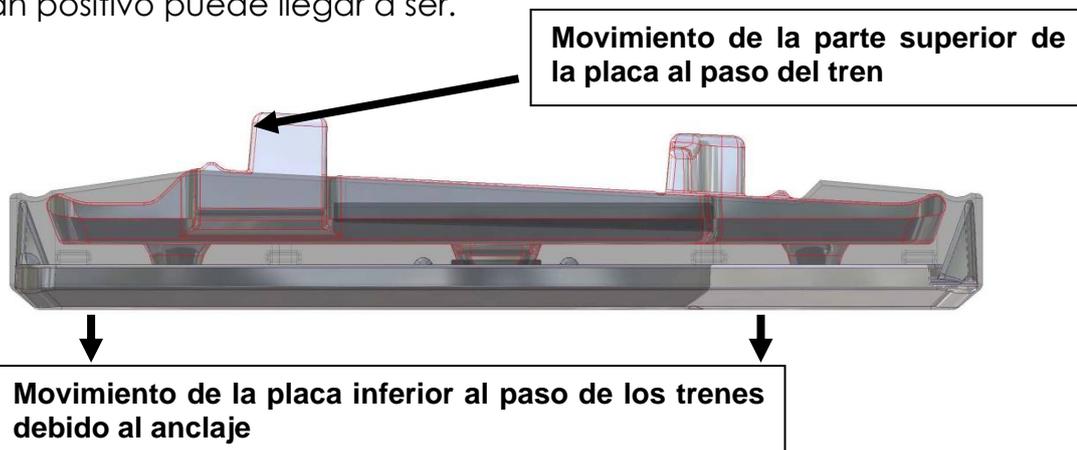
La placa inferior, posición 3, es la que se fija a la solera del túnel en una vía sin balasto.



Placa, posición nº 3

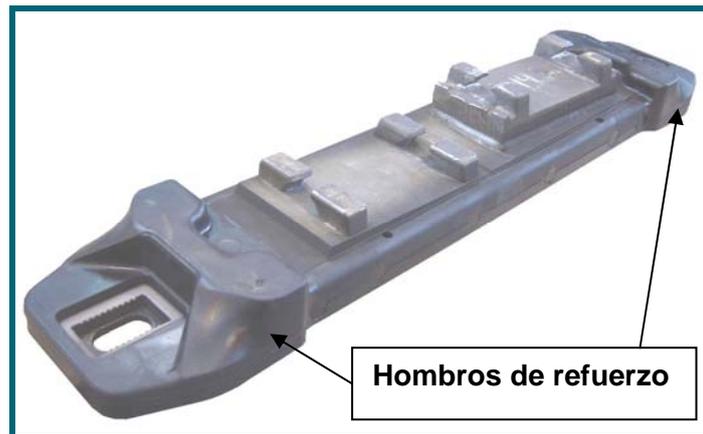
Otra de las novedades de esta fijación ha sido prescindir de la elasticidad de la suela bajo patín y trasladarla a una etapa inferior con una superficie de apoyo mucho más grande que la ofrecida por el patín del carril. Al disponer de más superficie, se ofrece una mayor resistencia a los momentos de torsión a que se ve sometida la fijación.

El diseño tan especial de la placa nos va a permitir, como ya se ha comentado, controlar ese movimiento de sobrecarga dinámico que en la situación que se estudia, tan positivo puede llegar a ser.



Mientras la base queda anclada a la solera, la parte superior va a moverse horizontalmente adecuando mejor la inscripción de los vehículos.

Las placas que soportan al aparato de vía presentan diferentes configuraciones más reforzadas que se adecuan a los esfuerzos extras que estos elementos soportan por ser la base de los carriles que llevan una desviación de la trayectoria del tren.



Placa de aparato de vía

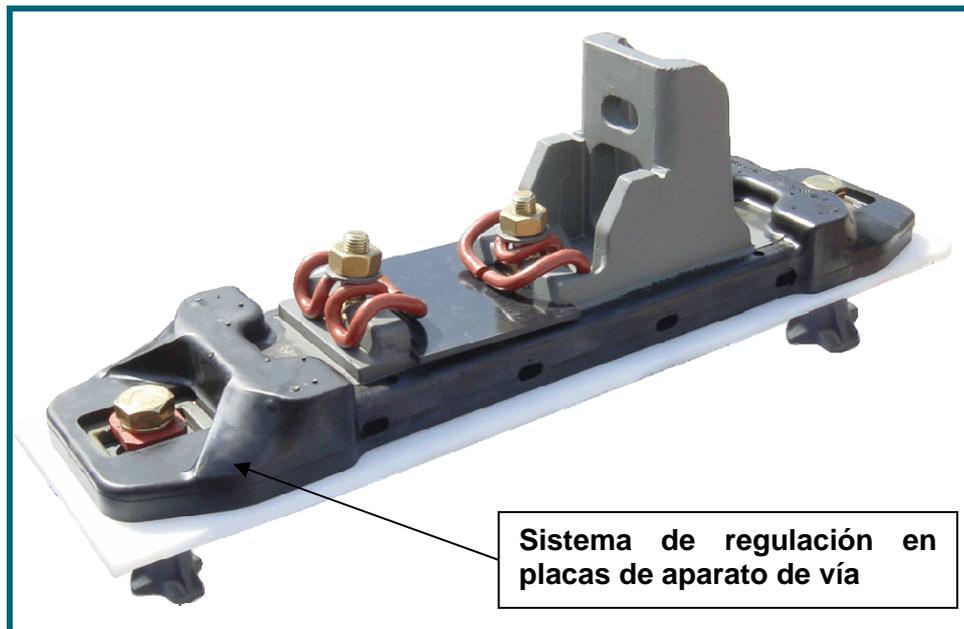
El concepto de diseño para este tipo de placas varía ligeramente frente a la distribución estándar de placa superior e inferior unida por elastómero. En el caso de las unidades destinadas a cruzamientos, resbaladeras, contracarriles, etc. El sistema además, permite una regulación lateral de la fijación, y se realiza mediante una corredera dentada, en la que encaja una arandela también dentada. Esta propiedad es especialmente interesante en el caso de que durante el hormigonado se hubiera efectuado algún error en la alineación o bien, como es nuestro caso para ajustar, si fuera necesario la geometría.



Sistema de regulación en las placas estándar

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XLVIII

Modificando la posición de la arandela dentada dentro de la placa base una vez el anclaje está fijado, se modifica la posición de la placa, con lo cual en caso necesario se pueden corregir los defectos de nivelación. La corrección se realiza moviendo esta pieza lateralmente de 3 en 3 milímetros. El total del movimiento para la placa en alineación es de +/-12 milímetros.



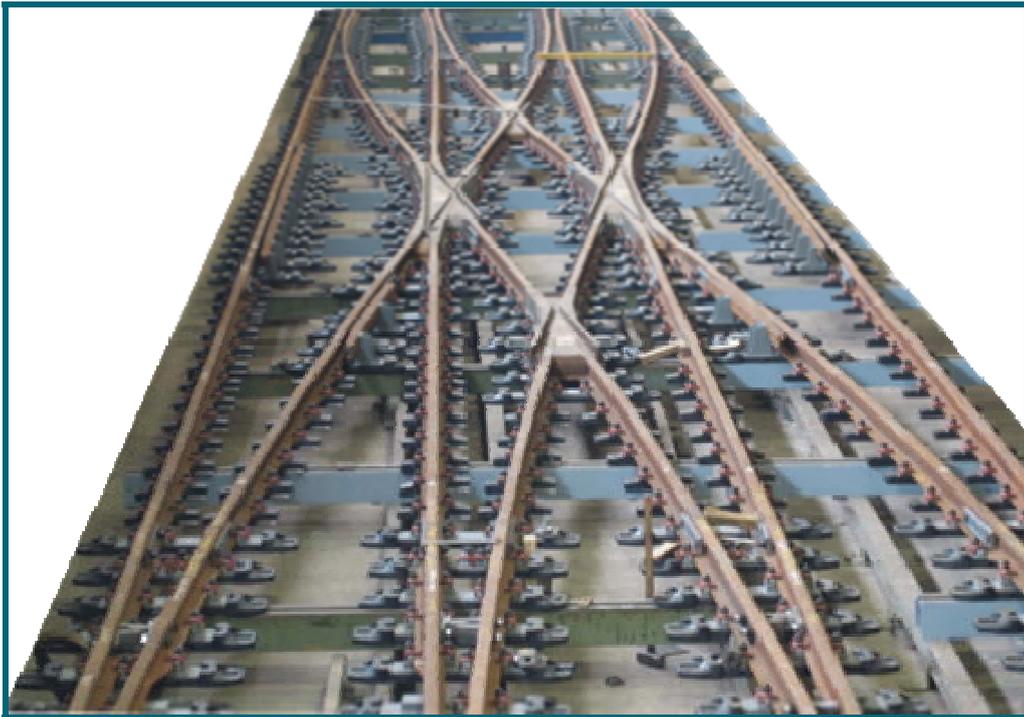
Regulación de la placa en alineación

Solidarios a este conjunto se encuentran los elementos de tornillería que dependiendo del tipo de instalación pueden variar. Para el sistema de colocación directa se utiliza un casquillo o inserto metálico que queda embebido dentro del hormigón. Este inserto roscado permite la recuperación de la fijación y de sus elementos de anclaje si fuera necesario.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° XLIX

3.6.2 Aparatos de vía:

A continuación se muestra la fotografía correspondiente a una bretelle para el sistema de superestructura de vía DFF-ADH de sujeción directa. Al igual que para desvíos, existen soluciones similares adaptadas para aparatos de dilatación.



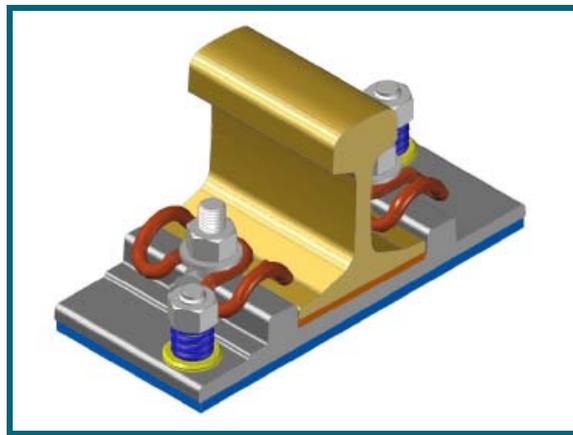
Solución de bretelle con sistema DFF-ADH de sujeción directa

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° L

3.7 PROPUESTA SISTEMA CDM - HILTI DE FIJACIÓN DIRECTA

El sistema CDM/Hilti-DF es un sistema de fijación directa empleado para sujetar el carril sobre una vía en apoyo discreto.

Este sistema de fijación directa de vía en placa está diseñado para satisfacer completamente todas las necesidades de un amplio rango de aplicaciones: desde Metros Ligeros hasta Líneas de Alta Velocidad. Se trata de una solución de diseño conjunto con Hilti Sistemas de Anclaje, ofreciendo un sistema altamente fiable y robusto de dos empresas con destacada experiencia en el sector.



Sistema CDM/Hilti-DF

Este sistema ha sido ensayado de acuerdo a las normas EN13146/EN13481 en la Universidad de Múnich (TUM).

Ventajas:

- Gran versatilidad en rango de elasticidades según necesidades de cada proyecto.
- Versatilidad de montaje: posibilidad embebida (top-down) o con taladro (bottom-up).
- Disminución de gálibo respecto a otros sistemas de fijación directa por reducción de losa.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° LI

- Excelente comportamiento frente a corrosión y fatiga.

3.7.1 Descripción del sistema y elementos:

El sistema está compuesto por:

- Placa de asiento metálica
- Clips elásticos tipo SKL
- Almohadilla bajo patín
- Elastómero bajo placa de asiento
- Anclajes Hilti
- Placas de PEAD (Polietileno de Alta Densidad) de regulación vertical
- Anclajes Hilti HRT-IP M27x240:
 - Se proponen dos anclajes por fijación. Sistema ensayado en la Universidad de Múnich para cargas de hasta 250kN/eje.
- Otros anclajes ensayados para diferentes cargas a considerar:
 - Anclajes compuestos por: casquillo + perno + arandela de aislamiento eléctrico + muelle + tuerca de apriete
 - Posibilidad de montaje top-down (embebido) o bottom-up (taladrado)
 - Posibilidad de recuperación de anclaje y fácil desmontaje de la fijación
- Placa de asiento:
 - Metálica con dos taladros. Posibilidad de proveer la placa con cuatro taladros en caso de mayores cargas de tren previstas.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº LII

Por las propiedades del conjunto de fijación, existen varios niveles de actuación en caso de necesidad de ajuste vertical:

- A nivel de la almohadilla de patín:
 - Sustitución de almohadilla por una de mayor/menor espesor y/o suplemento de placas de PEAD hasta alcanzar +6mm de espesor. Por encima de este valor habría de estudiarse estabilidad de vía.
- A nivel del elastómero bajo placa:
 - El anclaje (configuración de 2 anclajes por punto de fijación) está ensayado para un espesor máximo bajo placa de asiento de 25mm.
 - Se prevé un elastómero bajo placa de 10mm + placa PEAD de 3mm para protección durante fase de hormigonado. Por lo tanto sería posible una nivelación de -3/+12mm.
- A nivel de apoyo:
 - Por vertido de una cama de mortero autonivelante. Altura máxima de 100-150mm.
 - Dependiendo de la altura de la cama:
 - Estudio de necesidad de sustitución (o no) de anclaje de mayor longitud hasta alcanzar casquillo embebido en vía original
 - Estudio de necesidad (o no) de anclaje por resina química.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° LIII

3.7.2 Aparatos de vía:

A continuación se muestra la fotografía correspondiente a un desvío para el sistema de superestructura de vía CDM-Hilti de fijación directa. Al igual que para desvíos, existen soluciones similares adaptadas para aparatos de dilatación.

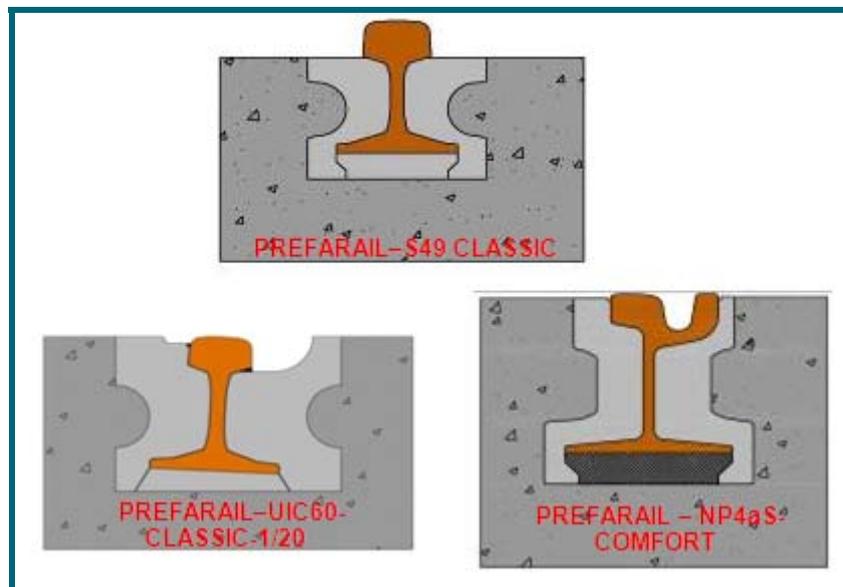


Solución de desvío con sistema CDM-Hilti de fijación directa

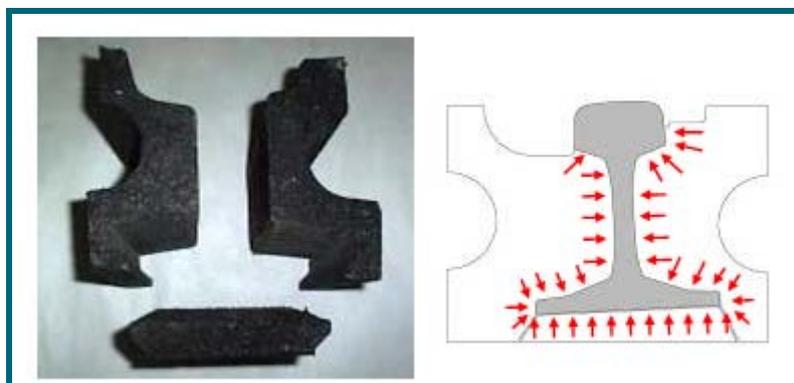
V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° LIV

3.8 PROPUESTA SISTEMA CDM Q-TRACK

En el sistema CDM – Q-Track el sistema de aislamiento de la vía embebido de apoyo elástico continuo donde las fijaciones mecánicas han sido sustituidas por perfiles de caucho prefabricados a modo de chaquetas que envuelven el carril completamente y aseguran de esta manera una posición estable del carril en todas direcciones. El carril está completamente aislado (vibraciones y corrientes) de su medio ambiente y se permite así una extracción sencilla de carril de cara a su sustitución.



Detalles de tipos de sistema según necesidades vibratorias
y con diversas soluciones de carril



Perfil de caucho y distribución de tensiones

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° LV

Debido al hecho de tratarse de un sistema de apoyo elástico continuo, se obtiene una mejor distribución de las cargas a lo largo de la vía, reduciendo la transferencia de estas cargas a la plataforma de vía en zonas puntuales (bajo apoyos), y por tanto minimizando el riesgo de grandes diferenciales de asentos de vía. Por la misma razón, reducción en la corrugación de carril.

3.8.1 Descripción del sistema y elementos

Sección de la chaqueta

El sistema de enchaquetado CDM proporciona, tal y como se analizaron en el punto anterior, una serie de ventajas que se recogen a continuación:

Coste

- Encapsulado de caucho revalorizado
- Bajo coste de mantenimiento por tratarse de un sistema de soporte continuo, ya que permite un mayor reparto de cargas y consigue un menor desgaste ondulatorio al suprimir la frecuencia debida al espaciado de traviesas.
- Rápida instalación. La instalación del sistema se realiza de manera sencilla mediante pórticos de nivelación JIG, regulables en los ejes X, Y, Z.

Medioambientales

- El carril embebido produce un nivel de radiación baja de ruido aéreo.
- Ruido estructural: La rigidez de la vía puede ser afinada en zonas de transición reduciendo así el ruido estructural.
- Es un sistema compatible con sistema con la losa flotante.
- No se produce ningún vertido químico peligroso en el sitio de implantación.
- Excelente resistencia a las corrientes vagabundas.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº LVI

- Según la necesidad de atenuación que se requiera alcanzar Se ofrecen diferentes niveles de atenuación según necesidad:
 - ❖ Q-TRACK CLASSIC: 4-5 dBV (fachada a más de 13 metros de la traza).
 - ❖ Q-TRACK COMFORT: 10-12 dBV (fachada a una distancia 8-13 metros de la traza).
 - ❖ Q-TRACK CLASSIC + MANTA (losa flotante): 20 dBV (fachada a menos de 8 metros de la traza).

Mantenimiento y Operaciones

- Tal y como se ha dicho antes, al tratarse de un sistema de soporte continuo se reduce el desgaste ondulatorio de carril.
- Se suprimen los elementos de sujeción de carril, los cuales se sustituyen por el encapsulamiento elástico.
- Es compatible con operaciones de soldado.
- Las operaciones de sustitución de carril son más cómodas que en el caso del sistema embebido con Corkelast.

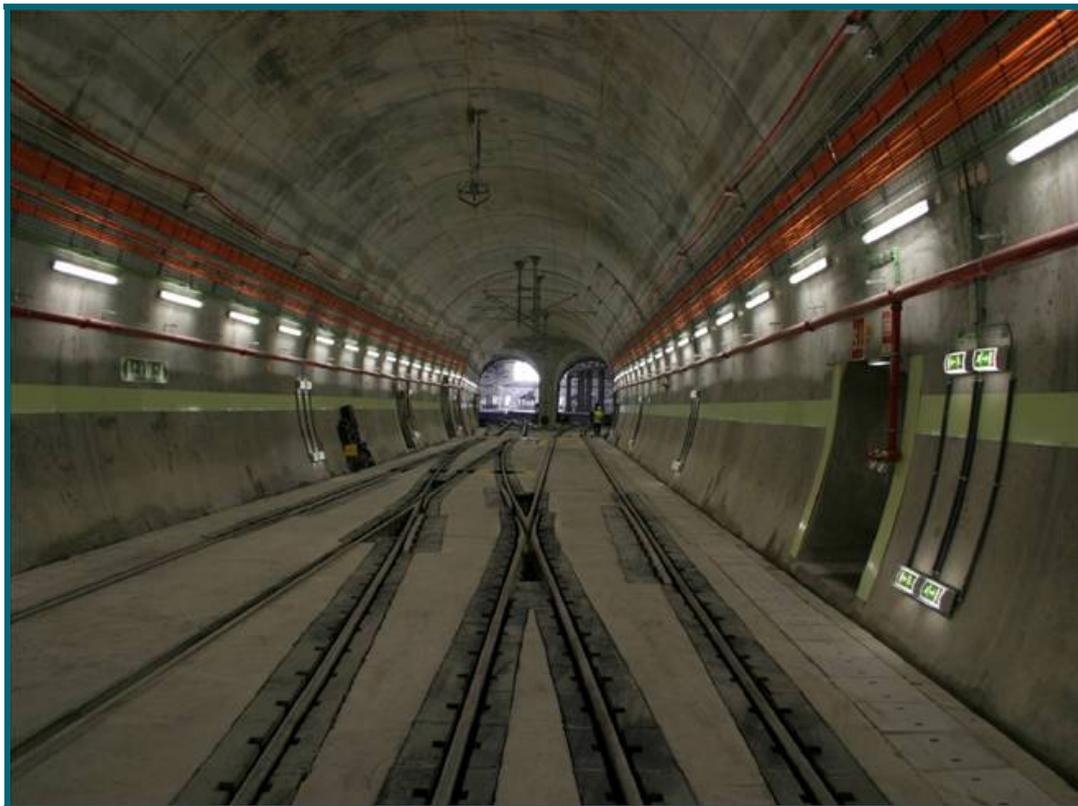
V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº LVII

3.8.2 Aparatos de vía:

A continuación se muestra la fotografía correspondiente a un desvío para el sistema de superestructura de vía CDM Q-Track.

En este caso, la solución adoptada pasa por sustituir el carril embebido a lo largo de la longitud del desvío por fijaciones directas. Estas sujeciones directas pueden quedar vistas o “embebidas” mediante complementos tal y como se observa en la fotografía siguiente.

Al igual que para desvíos, existen soluciones adaptadas a otros aparatos de vía como aparatos de dilatación, etc.



Solución de desvío en CDM Q-Track

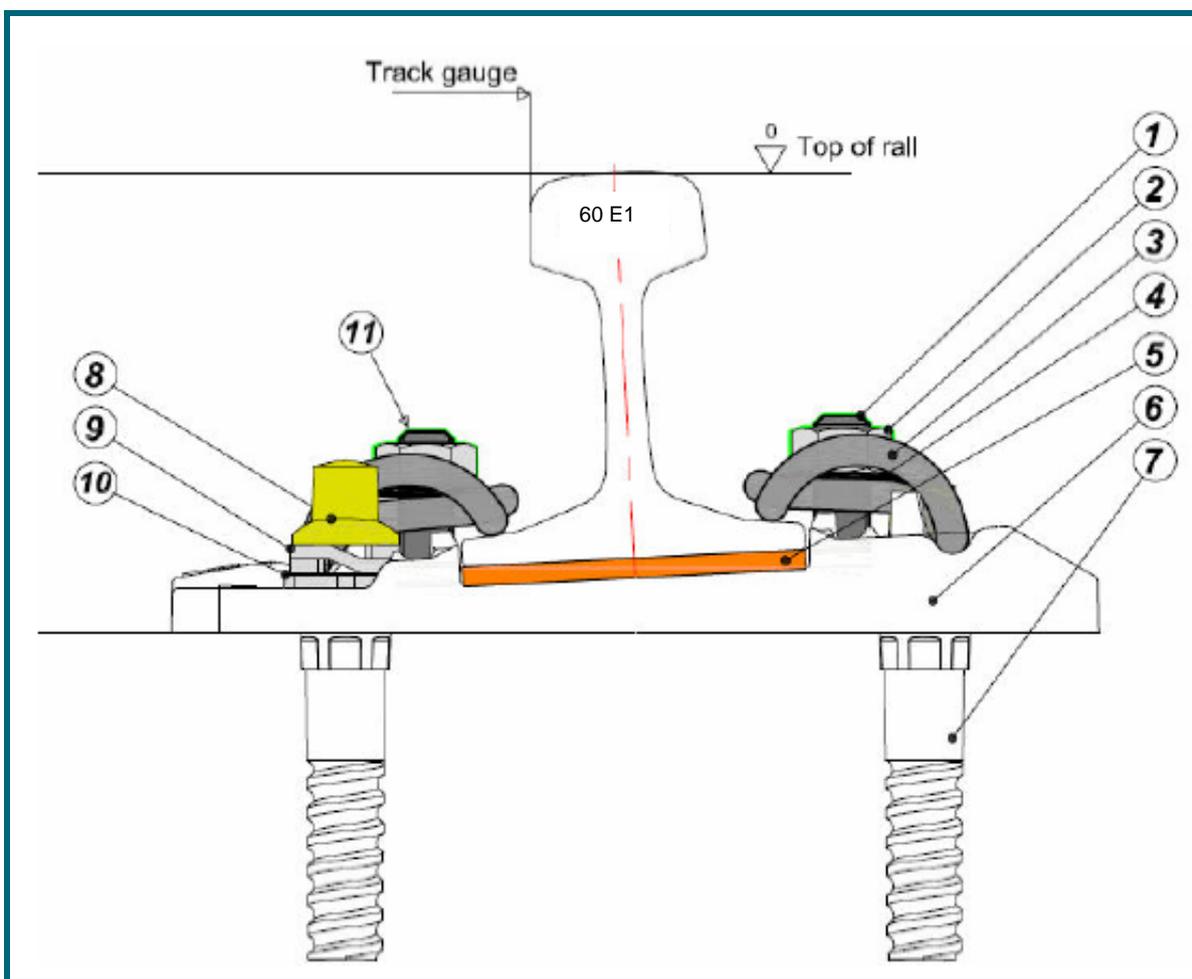
V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° LVIII

3.9 *PROPUESTA SISTEMA IRONLESS*

3.9.1 Descripción del sistema y elementos

La solución que se propone corresponde al sistema de vía en placa mediante el uso de Placas Directas de Fijación fabricadas en material de poliamida.

El sistema se compone de los siguientes elementos:



Sistema Ironless

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° LIX

➤ **Sistema de fijación del carril a la placa.**

Corresponde a la placa base fabricada en poliamida y los accesorios mecánicos necesarios para la correcta fijación del carril:

1. Placa base EDF fabricada en polímero para carril UIC-60 E1 con inclinación 1:20 (Marca N° 6)
2. Dos juegos de tornillos, tuerca de M22 y arandela (Marcas N° 1, 2, 4).
3. Rail foot PAD. En función de las necesidades de atenuación que se requieran se dispondrán de dos modelos
 - a) una placa de asiento de 100 kN/mm para el caso del sistema de Rigidez Estándar (SS: Estándar Stiffness) ó



Placa de asiento para rigidez estándar

- b) una placa de asiento de 60 kN/mm para el caso de Rigidez Media (MS: Medium Stiffness) (Marca N° 5)



Placa de asiento para rigidez media

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° LX

4. La calidad del clip dependerá del tipo de PAD instalado, siendo tanto más elástico y con mejor comportamiento a fatiga en función de la rigidez de la placa de asiento.

a) Para una placa de asiento del tipo de 100 kN/mm se utilizará el clip SKL-1 (Marca Nº 3).

b) Para el caso de un placa de asiento de 60 kN/mm se utilizará el clip SKL-14 (Marca Nº 3).

5. Dos conjuntos de casquillos excéntricos para alineación de la vía tras el hormigonado de la losa con una capacidad de regulación de ± 4 mm. (Marca Nº 10).

➤ **Sistema de fijación de la placa a la losa de vía.**

Por facilidad constructiva recomendamos utilizar el sistema de anclaje a losa mediante el uso de vaina perdida y tornillo. Para la fijación de la placa a la losa de hormigón los elementos son los siguientes:

1. Dos vainas Tipo 23-135 (Marca Nº 7)

2. Dos tornillos Tipo 23-169 19*26 (Marca Nº8)

Asimismo existe también la posibilidad de fijar las placas mediante el taladrado de la losa y el encolado de los pernos sobre la misma.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº LXI

Las características técnicas del sistema elegido se indican a continuación:

- ✓ Fácil instalación y montaje
- ✓ Gran precisión dimensional y con capacidad de regulación vertical y lateral tras el montaje. De gran interés en el caso de ajustar sobreamchos en curvas.
- ✓ Posibilidad de adaptación a la elasticidad necesaria en cada caso incorporando o sustituyendo elementos elásticos. De gran importancia en el caso de excesivas vibraciones no consideradas en proyecto.
- ✓ Económicamente competitivo como consecuencia del desarrollo de nuevos materiales.
- ✓ La sustitución del acero por poliamida para la fabricación de la placa base nos ha proporcionado unas mejoras adicionales:
 - Rendimientos en montaje y manipulaciones mucho mayores debido a su menor peso
 - Mayor coeficiente elástico (8.300 Mpa) frente al acero (200.000 Mpa)
 - Gran aislamiento eléctrico de valor $10E9$ (ohmios x m)
 - Ausencia total de corrosión, ideal, por tanto, para su uso en ambientes salinos y/o húmedos
 - Producto más ecológico ya que conlleva menor gasto de energía para su fabricación, totalmente reciclable, etc.

3.9.2 Sistema de instalación y montaje

El sistema dispone de la posibilidad, tras el hormigonado de la losa, de regulación vertical y lateral de los carriles. Para el caso de nivelación se disponen pletinas de distintos espesores por debajo de la placa, mientras que para el caso de alineación, el sistema incorpora dos piezas excéntricas que dotan al mismo de la capacidad de alineación de cada placa un valor de $\pm 4\text{mm}$, lo que corresponde a un valor de $\pm 8\text{mm}$ para el conjunto de la vía.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página Nº LXII

3.9.3 Aparatos de vía:

Para la realización de desvíos en el caso de la solución Ironless no existen, en este momento, aparatos de vía en servicio que incorporen dicha solución. En este caso, en las zonas de aparatos de vía, se optaría por la variación a otro sistema de sujeción directa para la zona de aparatos.

V.10	Documento 2.1: ESTUDIO DE LAS OPCIONES DE IMPLANTACIÓN DE SUPERESTRUCTURA DE VÍA EN PLACA PARA LA LÍNEA ENTRE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA Y MASPALOMAS	Fecha	12/06/2012
		Página	Página N° LXIII