



DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA: Nº 569R/16

Área genérica / Uso previsto:

**IMPERMEABILIZACIÓN DE ZONAS
CON TRÁFICO DE VEHÍCULOS**

Nombre comercial:

POLYDAN TRÁFICO RODADO

Beneficiario:

DERIVADOS ASFALTICOS NORMALIZADOS, S.A.
(DANOSA)

Sede Social:

C/. La Granja, n.º 3.
28108 ALCOBENDAS (Madrid). España
Tel. (+34) 91 658 68 50 · Fax (+34) 91 652 57 66
www.danosa.com

Lugar de fabricación:

Polígono Industrial, Sector 9.
19290 FONTANAR (Guadalajara). España
Tel. (+34) 949 88 82 10

Validez. Desde:
Hasta :

19 de septiembre de 2016
19 de septiembre de 2021
(Condicionada a seguimiento anual)

Este Documento consta de 23 páginas



MIEMBRO DE:

UNIÓN EUROPEA PARA LA EVALUACIÓN DE LA IDONEIDAD TÉCNICA
UNION EUROPÉENNE POUR L'AGRÉMENT TECHNIQUE DANS LA CONSTRUCTION
EUROPEAN UNION OF AGRÉMENT
EUROPÄISCHE UNION FÜR DAS AGREMENT IN BAUWESEN

El DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA (DIT) constituye, por definición, una apreciación técnica favorable por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado y específico.

Antes de utilizar el material, sistema o procedimiento al que se refiere este Documento, es preciso el conocimiento íntegro del mismo, por lo que éste deberá ser suministrado por el titular, en su totalidad.

La modificación de las características de los productos o el no respetar las condiciones de utilización, así como las observaciones de la Comisión de Expertos, invalida la presente evaluación técnica.

**C.D.U.: 699.82
Impermeabilización
Étanchéité
Waterproofing**

DECISIÓN NÚM. 569R/16

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA,

- en virtud del Decreto número 3.652, de 26 de diciembre de 1963, de la Presidencia del Gobierno, por el que se faculta al Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja para extender el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA de los materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales de construcción utilizados en la edificación y obras públicas, y de la Orden número 1.265/1988, de 23 de diciembre, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno por la que se regula su concesión,
- considerando el artículo 5.2, apartado 5, del Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) sobre la conformidad con el CTE de los productos, equipos y sistemas innovadores, que establece que un sistema constructivo es conforme con el CTE si dispone de una evaluación técnica favorable de su idoneidad para el uso previsto,
- considerando las especificaciones establecidas en el Reglamento para el Seguimiento del DIT del 28 de octubre de 1998,
- considerando la solicitud presentada por la Empresa DANOSA, para la renovación de un DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA al **Sistema de impermeabilización de zonas con tráfico de vehículos POLYDAN TRÁFICO RODADO**,
- teniendo en cuenta los informes y resultados de los ensayos presentados por el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja; así como las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos, el día 4 de julio de 2016,

DECIDE:

Renovar el DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 569/11 al **Sistema de impermeabilización con tráfico de vehículos POLYDAN TRÁFICO RODADO**.

La evaluación técnica realizada permite concluir que este Producto es CONFORME CON EL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN, siempre que se respete el contenido completo del presente documento y en particular las siguientes condiciones:

CONDICIONES GENERALES

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA evalúa exclusivamente los sistemas constructivos propuestos por el beneficiario, debiendo para cada caso, y de acuerdo con la Normativa vigente, acompañarse del preceptivo proyecto de construcción y llevarse a término mediante la dirección de obra correspondiente. Será el proyecto de construcción el que contemple en cada caso las acciones que los sistemas transmiten a la estructura general, asegurando que éstas son admisibles. En cada caso el beneficiario, a la vista del proyecto de construcción del elemento a impermeabilizar realizado por el técnico competente (arquitecto o ingeniero) autor del proyecto proporcionará la asistencia técnica suficiente sobre los sistemas (al menos la entrega de

este DIT), de modo que permita el cálculo y la suficiente definición para su ejecución, incluyendo toda la información necesaria de cada uno de los componentes.

Opcionalmente, el proyecto técnico de la impermeabilización podrá ser suministrado por el beneficiario, donde se justificará el cumplimiento de la normativa en vigor, aportando la correspondiente memoria de cálculo y la documentación gráfica necesaria para definir el proyecto. En general, se tendrán en cuenta, tanto en el proyecto como en la ejecución de la obra, todas las prescripciones contenidas en la normativa vigente; en particular, como recordatorio se cita el CTE.

CONDICIONES DE FABRICACIÓN Y CONTROL

La presente evaluación técnica es válida siempre que se mantengan las características de identificación del producto y que el fabricante realice un control sistemático sobre la homogeneidad del mismo, conforme a las exigencias definidas en el presente DIT y las condiciones establecidas en el **Reglamento de Seguimiento para la concesión y tramitación del DIT** de 28 de octubre de 1998.

CONDICIONES DE UTILIZACIÓN Y PUESTA EN OBRA

Los sistemas evaluados en el presente Documento están previstos para la resolución de estructuras con tráfico pesado de vehículos, para obra nueva y rehabilitación, de todo tipo de edificios, construcciones y puentes, en las condiciones de uso y mantenimiento especificadas en el Informe Técnico. Estos sistemas no contribuyen a la estabilidad de la obra. La puesta en obra de estos sistemas deberá realizarse por operarios cualificados por el beneficiario y bajo la asistencia técnica del mismo. Dichas empresas asegurarán que la utilización de los sistemas se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente Documento y respetando las observaciones formuladas por la Comisión de Expertos. En particular asegurarán la utilización de piezas especiales para puntos singulares, la aplicación de las normas adecuadas de ejecución, el control riguroso de la calidad de los solapos de las láminas y la realización de la prueba de estanquidad al agua (si procede).

Una copia del listado actualizado de las empresas instaladoras reconocidas, estará disponible a petición del IETcc. Por tanto quedarán amparadas las condiciones de ejecución de aquellas obras donde se respete lo especificado en el presente Documento y hayan sido además certificadas por el instalador. Se adoptarán todas las disposiciones necesarias relativas a la estabilidad de las construcciones durante el montaje, a los riesgos de caída de cargas suspendidas, de protección de personas y, en general, se tendrán en cuenta las disposiciones contenidas en los reglamentos vigentes de Seguridad y Salud en el Trabajo, y en particular para cada obra, las especificaciones indicadas en el Plan de Seguridad y Salud.

VALIDEZ

El presente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TÉCNICA número 569R/16 es válido durante un período de cinco años a condición de:

- que el fabricante no modifique ninguna de las características indicadas en el presente Documento de Idoneidad Técnica,
- que el fabricante realice un autocontrol sistemático de la producción tal y como se indica en el Informe Técnico,
- que anualmente se realice un seguimiento que constate el cumplimiento de las condiciones anteriores, visitando, si lo considera oportuno, alguna de las realizaciones más recientes,

Con el resultado favorable del seguimiento, el IETcc emitirá anualmente un certificado que deberá acompañar al DIT, para darle validez. Este Documento deberá renovarse antes del 19 de Septiembre de 2021.

Madrid, 19 de Septiembre de 2016

LA DIRECTORA DEL INSTITUTO DE CIENCIAS
DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA



Marta María Castellote Armero

INFORME TÉCNICO

1. OBJETO

Los sistemas “POLYDAN TRÁFICO RODADO”, objeto de este informe, están destinados a la impermeabilización con láminas de betún modificado de estructuras de hormigón con tránsito de vehículos⁽¹⁾, tanto en obra nueva como en rehabilitación.

Estos sistemas se utilizan para la impermeabilización de todas aquellas estructuras de hormigón destinadas a la circulación de vehículos, como tableros de puentes de hormigón, zonas destinadas al aparcamiento y tránsito de vehículos, zonas ajardinadas con tránsito de vehículos, espacios públicos sobre aparcamientos subterráneos, etc.

Este sistema de impermeabilización nunca podrá quedar expuesto al contacto directo con los vehículos o personas y deberá estar protegido por hormigón, asfalto⁽²⁾, pavimento o tierra.

2. DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS

Los componentes principales de los sistemas en función del elemento a impermeabilizar son:

PUNTES. Los sistemas de impermeabilización se definen en función del uso, su capa de terminación y su pendiente (solución monocapa entre el 0-15 % y solución bicapa entre el 0-10 %). En los puentes carreteros se recomienda la solución monocapa. La solución bicapa se utilizará en aquellas obras donde se requieran grandes exigencias de estanqueidad.

Tableros de carretera con terminación asfalto (fig. apart. 12.1.1):

- Imprimación: Curidan/Impridan 100.
- Lámina inferior (bicapa): Glasdan 30 P Elast.
- Lámina principal: Polydan 60 TF Elast. Esta lámina se puede sustituir por las láminas Polydan 180-48 AP Canales y Polydan 180-60/GP Elast.
- Rodadura: Mezclas bituminosas (Asfalto).

Tableros de carretera con terminación hormigón (fig. apart. 12.1.2):

- Imprimación: Curidan/Impridan 100.
- Lámina inferior (bicapa): Glasdan 30 P Elast.
- Lámina principal: Polydan 48 P Parking. Esta lámina se puede sustituir por Polydan 180-60/GP Elast, Polydan 60 TF Elast y Polydan 180-48 AP Canales.
- Capa auxiliar separadora⁽³⁾: Geotextil DANOFELT PY 200.
- Rodadura: Solera de hormigón.

Tablero de ferrocarril con protección asfáltica (fig. apart. 12.1.3):

- Imprimación: Curidan/Impridan 100.
- Lámina principal: Polydan 60 TF Elast.
- Protección: Asfalto.

Tablero de ferrocarril con protección hormigón (fig. apart. 12.1.4):

- Imprimación: Curidan/Impridan 100.
- Lámina principal: Polydan 48 P Parking. Esta lámina se puede sustituir por las láminas Polydan 180-60/GP Elast y Polydan 60 TF Elast.
- Capa auxiliar separadora⁽²⁾ Geotextil DANOFELT PY 200.
- Protección: Solera de hormigón.

OTRAS SUPERFICIES DE RODADURA. Los sistemas de impermeabilización se definen en función del uso, su capa de terminación y su pendiente (solución monocapa entre el 1 - 15 % y solución bicapa entre el 0 - 15 %). Se recomienda siempre la solución bicapa. La solución monocapa se utilizará en aquellas obras donde exista un control exhaustivo de la puesta en obra de la capa de terminación, y en caso que fuese necesario la reparación de la membrana y de la capa de terminación, ésta no genere costes económicos importantes.

Otras superficies con terminación asfalto directamente sobre la impermeabilización (fig. apart. 12.1.5):

- Lámina principal (solución monocapa): Polydan 60 TF Elast. Esta lámina se puede sustituir por las láminas Polydan 180-60/GP Elast, Polydan 180-48 AP Canales y Polydan 48 P Parking.
- Lámina inferior (solución bicapa): Glasdan 30 P Elast o Glasdan 40 P Elast.
- Lámina principal (solución bicapa): Polydan 60 TF Elast. Esta lámina se puede sustituir por las láminas Polydan 180-60/GP Elast y Polydan 48 P Parking.
- Rodadura: Asfalto.

Otras superficies con terminación pavimento (hormigón, solado, asfalto, etc...) sobre capa de protección (fig. apart. 12.1.6):

- Imprimación: Curidan/Impridan 100.
- Lámina principal (monocapa): Polydan 48 P Parking. Ésta se puede sustituir por las láminas Polydan 60 TF Elast y Polydan 180-60/GP Elast.
- Lámina inferior (solución bicapa): Glasdan 30 P Elast o Glasdan 40 P Elast.
- Lámina principal (solución bicapa): Polydan 40 P Elast, Polydan 180-40 P Elast o Polydan 48 P Parking. Estas láminas se pueden sustituir por las láminas Polydan 180-60/GP Elast y Polydan 60 TF Elast, Polydan 50/GP Elast Verde Jardín y Esterdan Plus 50/GP Elast Verde Jardín.
- Capa separadora (opcional, sólo en caso de aislamiento térmico): Danofelt PY 200.
- Aislamiento térmico (opcional, sólo necesario en caso de exigencias del DB HE del CTE): Danopren/Danopren 500.

⁽¹⁾ La evaluación de estos sistemas de impermeabilización con tráfico, es válida para usos menos exigentes como el tránsito de personas.

⁽²⁾ UNE-EN 14695 hace referencia a impermeabilizaciones de estructuras de hormigón acabadas en asfalto, siendo este el nombre genérico. A partir de ahora la palabra asfalto hace referencia a mezclas bituminosas de aplicación en caliente (mezclas asfálticas o aglomerados asfálticos).

⁽³⁾ La lámina geotextil DANOFELT PY 200 se utiliza sólo en el caso de que la capa de rodadura sea una solera de hormigón. Esta capa nunca se utilizará cuando la capa de rodadura sea asfáltica.

- Protección de la impermeabilización: Danofelt PY 200.
- Rodadura: Solera de hormigón o Capa de protección (mortero, solera de hormigón, etc...) + pavimento (adoquines, baldosas, asfalto, tierra vegetal, etc...).

NOTA: Los dos casos de soluciones de "Otras superficies" descritas son válidas para superficies accesibles para tráfico de vehículos ligeros (hasta 2 toneladas por eje) y vehículos pesados (más de dos toneladas por eje).

3. COMPONENTES DEL SISTEMA

Las características principales de cada componente del sistema (facilitadas por el fabricante) son:

3.1 Lamina de impermeabilización

Sus características se recogen en tabla 1.

Glasdan 30 P Elast: Lámina asfáltica de betún elastómero SBS de 3 kg/m², con armadura de fieltro de fibra de vidrio y con terminación plástica en ambas caras.

Glasdan 40 P Elast: Lámina asfáltica de betún elastómero SBS de 4 kg/m², con armadura de fieltro de fibra de vidrio y con terminación plástica en ambas caras.

Polydan 60 TF Elast: Lámina asfáltica de betún elastómero SBS de 6,0 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido y con terminación plástica en la cara inferior y gránulo de pizarra en la superior.

Polydan 40 P Elast: Lámina de betún elastómero SBS de 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido y con terminación plástica en ambas caras.

Polydan 48 P Parking: Lámina asfáltica de betún elastómero SBS de 4,8 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido y terminación plástica en su cara inferior y fieltro geotextil en la superior.

Polydan 180-60 GP Elast: Lámina asfáltica de betún elastómero SBS de 5,6 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido y con terminación plástica en la cara inferior y gránulo de pizarra en la superior.

Polydan 180-48 AP Canales: Lámina asfáltica de betún plastómero APP de 4,8 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido y con terminación plástica en la cara inferior y arena silicea en la superior.

Esterdan Plus 50 GP Elast Verde Jardín: Lámina asfáltica de betún elastómero SBS de 5 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster reforzado y estabilizado, tratamiento anti-raíz y con una terminación plástica en su cara inferior y gránulo de pizarra en la superior.

Polydan 50/GP Elast Verde Jardín: Lámina asfáltica de betún elastómero SBS de 5 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido, tratamiento anti-raíz y

con terminación plástica en su cara inferior y gránulo de pizarra en la superior.

Polydan 180-40 P Elast: Lámina de betún elastómero SBS de 4 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido con terminación plástica en ambas caras.

3.2 Geotextil

DANOFELT PY 200. Geotextil de poliéster punzonado, empleado como capa auxiliar que se intercala entre dos capas del sistema de impermeabilización para cumplir cualquiera de las siguientes funciones: antipunzonante, filtrante y separadora.

Dispone de marcado CE según el anejo ZA de la norma UNE-EN 13265. Las características de estas láminas se recogen en tabla 2.

Tabla 2. Características del DANOFELT PY 200

Propiedades	DANOFELT PY 200	UNE-EN
Masa (g/m ²)	200 ± 10	ISO 9864
Espesor a 2 kPa (mm)	2,10 ± 0,20	ISO 9863
Resistencia tracción L/T (kN/m)	2,0 - 0,3	ISO 10319
Elongación longitudinal rotura (%)	90 ± 30	ISO 10319
Elongación transversal rotura (%)	80 ± 30	ISO 10319
Punzonamiento estático (CBR) (kN)	0,4 - 0,2	12236
Perforación dinámica (caída cono) mm	27 +3	ISO 13433
Permeabilidad al agua (m/s)	0,03731, -0,005	ISO 11058
Capacidad del flujo de agua en el plano (m ² /s)	1,57 10 ⁻⁶ , -0,1 10 ⁻⁷	ISO 12958
Medida de abertura (µm)	90 ± 20	ISO 12956
Deterioro durante la instalación	PND	ISO 10722
Eficacia de la protección	12,0.10 ³	13719
R. a la intemperie	1 semana	12224
Envejecimiento químico	Pasa	14030
R. Microorganismos	Pasa	12225

3.3 Imprimaciones

CURIDAN es una emulsión bituminosa de naturaleza aniónica de baja viscosidad y aplicación en frío. Está compuesto por la dispersión de pequeñas partículas de betún con un agente emulsionante de carácter aniónico y sin cargas, de muy alta fluidez. Sus características se recogen en tabla 3.

Tabla 3. Características del CURIDAN

Propiedades	CURIDAN	UNE
Viscosidad a 20 °C (husillo 1, 20 r.p.m) cps	1 - 5	EN ISO 2555
Densidad a 20 °C (g/cm ³)	0,9 - 1,1	104 28135

IMPRIDAN 100 es una pintura asfáltica de aplicación en frío. Está constituido por la disolución de betún asfáltico modificado y cargas minerales en un medio solvente. Sus características se recogen en tabla 4.

Tabla 4. Características del IMPRIDAN 100

Propiedades	IMPRIDAN 100	UNE
Viscosidad a 25 °C (Saybolt-Furol) sg.	15 - 30	104 281-5-5
Densidad 25 °C g/cm ³	0,94 ± 0,05	104 28154

Tabla 1. Características de las láminas

Prestaciones	Polydan 60 TF Elast	Glasdan 30 P Elast	Glasdan 40 P Elast	Polydan 48 P Parking	Polydan 40 P Elast	Polydan 180-60/GP Elast	Esterdan Plus 50 GP Elast Verde Jardín	Polydan 180-48 AP Canales	Polydan 50/GP Elast Verde Jardín	Polydan 180-40 P Elast	UNE-EN
largo x ancho (m)	8 x 1	12 x 1	10 x 1	8 x 1	10 x 1	8 x 1	8 x 1	8 x 1	8 x 1	10 x 1	-
Gramaje (kg/m ²) 5 %, +10 %	6,0	3,0	4,0	4,8	4,0	5,6	5,0	4,8	5,0	4,0	-
Reacción al fuego	E										11925-2; 13501-1
Estanquidad al agua	Pasa										1928
R. tracción L (N/5 cm)	1000 ± 250	350 ± 100	500 ± 100	1000 ± 250	900 ± 250	700 ± 200	900 ± 250	900 ± 250	900 ± 250	900 ± 250	12311-1
R. tracción T (N/5 cm)	750 ± 250	250 ± 100	400 ± 100	800 ± 250	650 ± 250	450 ± 150	650 ± 250	650 ± 250	650 ± 250	650 ± 250	12311-1
Elongación L/T (%)	45 ± 15	PND					45 ± 15				12311-1
R. a las raíces	No Pasa						Pasa	No Pasa	Pasa	No Pasa	13948
R. carga estática (kg)	>35	PND		>25	>25	>20	>15	>20			12730
R.al impacto (mm)	>2400	PND		>2000		>1500	>1000	>1500		>1000	12691
R. pelado de solape	PND										12316-1
R. cizalla solape (N/5 cm)	750 ± 250	PND	400 ± 100	650 ± 250		450 ± 150	650 ± 250				12317-1
Flexibilidad bajas T(°C)	< -15										1109
Factor resistencia humedad	20.000										1931
Durabilidad flexibilidad (°C)	-5 ± 5										1109
Durabilidad fluencia (°C)	100 ± 10							120 ± 10	100 ± 10		1110
Estabilidad dimensional (%)	< 0,5	PND		< 0,5	< 0,5	< 0,6	< 0,3	< 0,5			1107-1
R. fluencia elevadas T (°C)	100							130	100		1110

3.4 Placas aislantes DANOPREN 500

Paneles de poliestireno extruido, con marcado CE conforme al anejo ZA de la UNE-EN 13164:2009. Sus características se recogen en tabla 5.

Tabla 5. Características del DANOPREN 500

Propiedades	D 500	UNE-EN
Conductividad térmica (W/mK)	0,034	12667 12939
Resistencia compresión (kPa)	≥ 500	826
Tracción perpendicular caras (kPa)	> 100	1607
Absorción Agua inmersión total (%)	≤ 0,7	12087
Absorción Agua por difusión (%)	≤ 3	12088
Estabilidad Dimensional (%)	≤ 5	1604
Resistencia hielo-deshielo (%)	≤ 1	12091
Reacción al fuego	E	13501-1

3.5 Accesorios comunes

- BANDA DE REFUERZO E 30 P ELAST (0,32). Banda de refuerzo inferior en encuentros con elementos verticales. Lámina de betún elastómero SBS de 3 kg/m², plastificada por las dos caras, con armadura de fieltro de poliéster no tejido. Se realiza con la lámina ESTERDAN 30 P ELAST cortada a la medida de 32 cm.
- Banda de refuerzo inferior en juntas de dilatación, realizado con láminas de betún modificado, ESTERDAN 40 P ELAST, de ancho ≥ 45 cm.
- Perfil JUNTODAN E. Producto para sellado de juntas. Compuesto por betún asfáltico modificado que se presenta en forma de cordones de aprox. 50 cm de longitud y en diversos diámetros.
- Cazoleta de desagüe de EPDM, de salida horizontal y vertical, para evacuación de las aguas pluviales. Fabricadas en caucho EPDM. Son de tres tipos: de salida vertical, de salida vertical sifónica y de salida horizontal.
- Están fabricadas de una sola pieza, constituidas por una base soporte (alas) con relieve para facilitar la penetración del betún, de unas dimensiones superiores a 30 x 30 cm. Las alas son siempre superiores a 10 cm.

- El manguetón, en el caso de cazoletas de salida vertical, tiene forma cónica para encajar herméticamente en la salida de la bajante y unas dimensiones mínimas de 15 cm. En el caso de cazoletas de salida horizontal tiene forma rectangular y una longitud aproximada de 30 cm.

- Perfiles de chapa metálica galvanizada, utilizados como remate de la impermeabilización en petos y paramentos verticales, para evitar el desprendimiento de la lámina del soporte.

4. FABRICACIÓN

4.1 Planta de fabricación

Las láminas impermeabilizantes y geotextiles son fabricados por el beneficiario en la planta situada en Pol. Ind. Sector 9, 19290 Fontanar. Guadalajara (España). El resto de los componentes son suministrados por proveedores autorizados.

No hay una frecuencia definida de fabricación, sino un estocaje de seguridad para poder satisfacer la demanda de pedidos, y una vez alcanzado este límite de estocaje, se realizan los siguientes lotes de fabricación.

Este centro de producción tiene implantado un sistema de calidad según las Normas UNE-EN ISO 9001:2008 (nº ES044036-2).

La fábrica dispone de varias naves, la nave empleada en la fabricación dispone de unos 10.000 m² con área independiente para el laboratorio de control de calidad y un almacén de distribución.

4.2 Proceso de fabricación

La fabricación se realiza según una Orden de Fabricación en la que se define el proceso, especificando las fases, materias primas, procedimiento, precauciones y controles.

Láminas bituminosas. El betún asfáltico se descarga en un tanque de 200 m³ de capacidad

donde se mantiene a una temperatura de 150 °C para mantenerlo en estado líquido.

La siguiente fase del proceso es la mezcla de los betunes con el resto de aditivos necesarios, entre ellos el caucho sintético (SBS) y el polipropileno (APP). En estos procesos de mezcla no hay reacciones químicas, toda la mezcla de betunes e integración del SBS/APP es un proceso mecánico (físico).

La dosificación de todos los componentes se realiza gravimétricamente con equipos calibrados.

Una vez formada la mezcla anteriormente descrita, el mástico, se trasvasa desde los mezcladores al baño de la línea de fabricación. La línea de fabricación es un proceso de fabricación continuo, que se inicia con el desbobinado de la armadura de la lámina.

Esta armadura puede ser de diferentes materiales (fibra de vidrio, de poliéster) en función de las propiedades de la lámina que se quiera fabricar. La armadura pasa por el baño que contiene el mástico y por adherencia se impregna con una cantidad de mástico obteniendo el espesor necesario al pasar entre dos rodillos regulados con la distancia del espesor del producto que se va a fabricar.

Una vez obtenida la lámina se añade la terminación deseada para cada una de las caras (film de polietileno, pizarra, arena, fieltro geotextil) sobre el mástico todavía en caliente.

Se somete la lámina a un proceso de enfriamiento que finalizará en la bobinadora donde se forman rollos según longitud deseada.

Los rollos se transportan por un sistema de rodillos donde se pesan y se precintan según su masa y su tipo de armadura, mediante un código de colores. Posteriormente se etiquetan identificando la máquina de fabricación, la fecha y el tipo de producto, continuando hasta la paletizadora donde los palets se conforman según pedido. Finalmente, los palets son flejados y se enfundan en retractiles, que son transportados al almacén automático, protegido de la intemperie.

Geotextil. La línea de fabricación está constituida por los siguientes equipos: Abridora, Cuartos de mezcla, Carda, Plegadora, Punzonado, Carro almacén y Bobinadora.

La materia prima (fibra de poliéster) se introduce en la abridora en balas compactadas, formato original proporcionado por el proveedor.

Dicha fibra se descompacta en la abridora, trasladándose hacia los cuartos de mezclas, donde se homogeneizan de los diferentes tipos de fibra.

Desde los cuartos de mezcla se conduce la fibra por transporte de aire ventilado, hasta la carda, donde se pesa de forma automática, garantizando la continuidad de la alimentación. Dentro de la carda se produce el alineamiento preferencial de las fibras,

obteniéndose un velo de material que conforma la base del producto final.

El velo saliente de la carda se pliega las veces necesarias para conseguir el gramaje final del producto fabricado, transportándose los velos hacia las punzonadoras. En esta fase se produce de forma simultánea un estiramiento controlado en dirección transversal para conseguir el máximo grado de isotropía en ambas direcciones (longitudinal y transversal).

Se produce una acumulación de lámina geotextil, para poder realizar el proceso de bobinado de cada rollo, sin detener la línea. Tras el bobinado de la lámina se realiza el embalado y etiquetado del producto. Finalmente, el material es transportado hasta la zona de almacenamiento.

4.3 Controles

El proceso de producción de las láminas y resto de componentes se lleva a cabo en condiciones controladas para asegurar la calidad del producto final elaborado, de acuerdo al sistema integrado de gestión de la calidad y el medio ambiente.

Láminas impermeabilizantes. El alcance, frecuencia y registro de los controles mínimos sobre materias primas, proceso de fabricación y producto acabado, establecidos en los procedimientos internos de autocontrol, son conformes con las especificaciones indicadas en la Norma y Guía siguientes:

- UNE-EN 14.695 Láminas bituminosas con armadura para la impermeabilización de tableros de puente de hormigón y otras zonas de hormigón para tráfico rodado.
- Guía de la UEAtc Assessment of Roof Waterproofing Systems made of Reinforced APP or SBS Polymer Modified Bitumen Sheets.

Geotextil

Materias primas. Las materias primas son recepcionadas e identificadas mediante el nombre y un nº de lote. Se comprueba que cumplen las especificaciones técnicas (por lote) recogidas en el certificado del suministrador, y se hace un control visual de las fibras y las balas en las que vienen dichas fibras.

Proceso de fabricación

Características	Frecuencia
Aspecto	Continua
Peso	Continua

Producto acabado

Características	frecuencia
Peso	6 por turno
Espesor a 2 kPa	Semanal
R. Tracción y Alargamiento a la rotura	Semanal
R. Punzonamiento estático y dinámico	Semanal

Control de otros componentes. Los componentes no fabricados por el beneficiario están sujetos a criterios de calidad concertada con el proveedor o bien a controles de recepción según certificado de

proveedor para cada lote, que asegura el cumplimiento de las características declaradas en el apartado 2.

5. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Los constituyentes de este Sistema no son tóxicos, ni inflamables por lo que no es necesario seguir ninguna instrucción especial de seguridad en el transporte y almacenamiento del mismo.

Láminas de impermeabilización. Deben transportarse y almacenarse en un lugar seco y protegido de la lluvia, el sol, el calor y las bajas temperaturas. Se conservará, en su embalaje original hasta su utilización, en posición vertical sobre un soporte plano y liso. El acopio en obra se realizará en no más de dos palés uno sobre otro y en zona que admita carga.

Geotextiles. Deben transportarse y almacenarse en obra dentro del embalaje original con el fin de garantizar una adecuada calidad del producto. Siempre que sea posible, se almacenarán en lugares lisos, secos, limpios y libres de objetos cortantes y punzantes. Se pueden apilar unos rollos sobre otros.

Resto de componentes. Para el resto de componentes y accesorios se seguirán las recomendaciones del beneficiario.

6. PRESENTACION DEL PRODUCTO

6.1 Envasado

Láminas impermeabilizantes. El producto se presenta en rollos de dimensiones y anchura según tipo de producto, y se paletiza colocando los rollos en posición vertical. Posteriormente se flejan los rollos y se les coloca un capuchón de polietileno envolviéndolo con plástico en retráctil.

Geotextiles. Se presenta en rollos de dimensiones y anchura según tipo de producto, y se protegen uno a uno con un film de polietileno. Las dimensiones más frecuentes son rollos de 2,20x100 m.

6.2 Etiquetado

El etiquetado de los diferentes productos fabricados por DANOSA recoge el nombre de la Empresa, nombre y código del producto, dimensiones, fecha de fabricación y lote. El marcado del DIT recogerá que se refiere al sistema completo y no a cada uno de los componentes por separado.

7. PUESTA EN OBRA

La utilización y puesta en obra de estos sistemas deberá realizarse por empresas especializadas. Dichas empresas asegurarán que la utilización de los sistemas se efectúa en las condiciones y campos de aplicación cubiertos por el presente DIT, respetando las observaciones formuladas por la

Comisión de Expertos. Además se deberá tener en cuenta:

- Pliego de Prescripciones Técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3)⁽⁴⁾.
- Norma 6.1-IC "Secciones de firme"⁽³⁾.

7.1 Soportes admitidos

Los sistemas de impermeabilización se podrán instalar sobre Soporte de hormigón estructural⁽⁵⁾, Capa de mortero u hormigón, Hormigón aligerado con áridos ligeros y Antiguos pavimentos asfálticos.

7.2 Condiciones del soporte

El soporte debe poseer las siguientes cualidades:

Diseño. Debe estar dimensionado y diseñado de forma que proporcione un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones, fisuraciones o el deterioro.

Para aquellos usos contemplados dentro del CTE, estos deberán ser conformes al DB SE.

Estabilidad y Resistencia. La superficie del soporte base debe ser resistente, uniforme y lisa, estar limpia y seca y carecer de cuerpos extraños. Esta exigencia debe extenderse a los paramentos, elementos pasantes o emergentes a los que se realice la conexión o remate de la impermeabilización.

No debe ser aplicado sobre soportes que no tengan la cohesión adecuada y pueda producirse la falta de adherencia al soporte.

Cuando el soporte sea hormigón aligerado con áridos ligeros y no presente una superficie lisa, uniforme y homogénea, deberá terminarse con una capa de mortero de cemento de baja retracción, con un espesor mínimo de 2 cm.

En el caso de soportes prefabricados de hormigón, todas las juntas se deberán rellenar con mortero de baja retracción para suavizar la superficie.

En el caso de tableros (carreteros y ferroviarios) no se procederá a realizar trabajos de impermeabilización hasta que la superficie del hormigón no tenga una edad superior a 28 días. Este tiempo se puede acortar hasta los 14 días en el caso de tableros carreteros siempre que se verifique el secado superficial del soporte.

En caso de ser necesario eliminar el agua del soporte se podrá utilizar un aspirador de agua u otros elementos de secado (infrarrojos, por ejemplo).

Limpieza y planicidad. Las superficies deberán estar exentas de agua, materiales orgánicos (musgos, plantas, raíces, etc.), aceites, restos de lechadas de

⁽⁴⁾ Así como cualquier otro documento que sustituya y/o modifique al mismo.

⁽⁵⁾ Cuando se emplee hormigón, éste deberá cumplir con la EHE.

inyección, así como de cualquier sustancia que disminuya la adherencia entre el soporte y la impermeabilización.

La superficie de la impermeabilización no deberá tener ningún material incompatible con los materiales bituminosos, tales como grasas, productos en base aceite (mineral o vegetal), alquitrán y ácidos fuertes.

La superficie donde va a aplicarse la impermeabilización no debe presentar irregularidades ni resaltes que puedan suponer un riesgo de punzonamiento a la membrana impermeabilizante.

Cuando el soporte base sea de hormigón o mortero de cemento, su superficie deberá estar fraguada y seca, sin huecos ni resaltes mayores de 1,5 mm.

En el caso de impermeabilización de puentes (tableros carreteros y ferroviarios), se admiten huecos y resaltes de una altura máxima de 1,5 mm.

7.3 Preparación del soporte

En caso de encontrarse en el soporte de la impermeabilización restos de lechadas de inyección, grasas, productos en base aceite (mineral o vegetal), alquitrán, ácidos fuertes, materiales orgánicos (musgos, plantas, raíces, etc.), así como superficies poco homogéneas o disgregadas se procederá a una limpieza superficial del soporte.

La limpieza del soporte se podrá realizar mediante decapado mecánico, granallado, fresado, chorro de agua, chorro de arena o cepillado con cepillo de púas de acero.

Es necesario eliminar todas las rebabas del tablero de hormigón, superiores a 1,5 mm (aprox). Este proceso se realizará con alguno de los medios mecánicos antes comentados.

Si la superficie presenta grandes irregularidades que pueda suponer riesgo de punzonamiento se deben reparar previamente con un mortero adecuado (con adherencia suficiente al hormigón), que elimine las aristas. Lo mismo se realizará con respecto a las oquedades puntuales que existan en el soporte.

Las fisuras existentes en el tablero de hormigón se tratarán mediante productos adecuados, dependiendo del tipo de fisura. Si se trata de fisuras activas, se tratarán como juntas de dilatación, rellenándose con materiales elásticos. En caso de ser fisuras pasivas, se rellenarán con morteros o resinas en el caso de fisuras superficiales, y mediante inyección de resinas en caso de ser fisuras profundas.

En el caso de tableros, si existiesen armaduras al descubierto, éstas se tratarán y tapanán mediante sistemas adecuados para este tipo de reparación. Se dejarán las armaduras al descubierto, eliminándose el óxido de ellas hasta llegar a grado Sa 2,5. Posteriormente se tratarán con un puente de unión contra la oxidación protegiéndose posteriormente mediante un mortero de reparación estructural. Esto mismo se realizará en aquellos

casos en que el soporte de la impermeabilización sea el forjado.

En el caso de ejecutar la impermeabilización sobre un antiguo pavimento asfáltico, las reparaciones superficiales y tapados de grietas y oquedades se realizará con másticos asfálticos. En caso de requerirse una capa de regularización, se realizará con un micro-aglomerado asfáltico.

7.4 Condiciones ambientales

No deben realizarse trabajos de impermeabilización cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales, en particular cuando haya nieve o hielo sobre el soporte, o cuando llueva, o cuando sople viento fuerte.

Tampoco se realizarán trabajos de impermeabilización cuando la temperatura ambiente sea menor que $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para la colocación de láminas de betún modificado y $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para la colocación de la imprimación.

7.5 Manipulación del producto

Se deberá cumplir con las exigencias de seguridad y salud establecidas para la obra.

No existen grandes consideraciones especiales con respecto a la manipulación del producto y se deberán seguir las indicaciones descritas en las fichas de seguridad.

Además, en función de la resistencia del soporte puede ser necesario distribuir de forma uniforme los materiales para no concentrar las cargas.

7.6 Forma de aplicación

En la impermeabilización de Otras superficies de rodadura se tendrán en cuenta, siempre que en este documento no se establezca lo contrario, las especificaciones relativas a la puesta en obra de los materiales, la colocación de capas auxiliares y la protección, la resolución de puntos singulares y pruebas de soldadura y estanquidad, del DB HS1 del CTE (siempre que el proyecto esté sometido al CTE) u otros tales como la Norma UNE 104401:2013 "Impermeabilización en la edificación sobre y bajo rasante con láminas bituminosas modificadas. Sistemas y puesta en obra".

Imprimaciones. Antes de soldar la lámina, para facilitar la adherencia, se aplicará al soporte una imprimación. La imprimación se aplicará en toda la superficie del soporte con brocha, con rodillo o con airless, con un rendimiento de $0,2 - 0,3\text{ kg/m}^2$, y a una temperatura de aplicación superior a $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$. La imprimación puede ser de base disolvente IMPRIDAN 100 o de base acuosa CURIDAN.

En el caso de que el soporte sea metálico, caso de elementos emergentes de chapa de acero (farolas, pilares, señalizaciones fijas, etc...), la imprimación a utilizar será IMPRIDAN 100. En este caso el rendimiento será de $0,1-0,15\text{ kg/m}^2$.

Membrana de impermeabilización. Se tendrán en cuenta las precauciones sobre resistencia, planicidad, limpieza, curado y grado de humedad del soporte indicados en los puntos 7.1, 7.2 y 7.3.

Una vez la imprimación está seca (tiempo mínimo de secado de 8 horas a 21 °C en el caso de IMPRIDAN 100, y 24 h en el caso de CURIDAN), se empezará el proceso de soldadura con soplete de las láminas impermeabilizantes al soporte.

La soldadura se realiza mediante la aplicación de calor con soplete a la cara inferior de la lámina hasta que se funde el film de polietileno de terminación adhiriéndose al soporte. En ese momento se presiona la lámina sobre el soporte, adhiriéndose al mismo.

A continuación se coloca la siguiente lámina. Los solapes de ambas láminas, tanto longitudinales como transversales, se soldarán también con soplete. Se aportará fuego a las láminas inferior y superior en la zona de solape hasta que se funda el film de polietileno de terminación. En ese momento se presiona la zona de solape para adherir las láminas. Posteriormente se procede a repasar el extremo del borde de la lámina superior.

Las dimensiones de los solapes (transversales-longitudinales) serán 8 ± 1 cm, excepto en el caso de láminas autoprotegidas (ESTERDAN PLUS 50/GP ELAST VERDE JARDÍN, POLYDAN 50/GP ELAST VERDE JARDÍN, POLYDAN 180-60/GP ELAST y POLYDAN 60 TF ELAST) como en el caso de la lámina acabada en geotextil POLYDAN 48 P PARKING que transversalmente será de 12 ± 1 cm.

En los sistemas monocapas y bicapas realizados con láminas autoprotegidas con granulo o acabadas con geotextil, la soldadura se realizará siempre en la zona de mástico y nunca en la zona de gránulo/geotextil. Para la unión del solape transversal en los extremos de los rollos, se deberá eliminar el gránulo/geotextil, calentando previamente el borde transversal de la lámina inferior en una franja de 12 ± 1 cm, eliminando la protección (en el caso de granulo se podrá embeber éste en el mástico) y seguidamente, soldar el extremo de la pieza siguiente. Esto mismo se realizará en los solapes longitudinales en los que no se suelda sobre el solape y en todas aquellas zonas en donde se vaya a soldar la lámina sobre gránulo/geotextil.

Se evitará la coincidencia de los solapes transversales de dos hileras consecutivas de láminas. Se evitará igualmente la unión de más de tres láminas en un solo punto.

En el caso de utilizar un sistema bicapa, las láminas de la segunda capa se sueldan con soplete a las láminas de la primera capa según indicaciones anteriores. Se aplica calor con soplete a las caras de ambas láminas hasta que se funde el film de polietileno de terminación. Una vez fundido el film, se desenrolla la lámina superior, adhiriéndose a la inferior. Los solapes también se sueldan con soplete.

Las láminas de la segunda capa se disponen a cubrejuntas, es decir, con sus solapes longitudinales de tal manera que queden desplazados con respecto a los de la primera en una longitud aproximadamente igual a la mitad del ancho de la lámina, menos el ancho del solape.

Las dimensiones de los solapes, tanto transversales como longitudinales, de las láminas superiores serán los antes indicados.

Puentes (tableros carreteros y ferroviarios). La imprimación y las láminas se colocan según apartado 7.6.

Las láminas se disponen longitudinalmente en el sentido de la circulación, es decir, paralelas al eje longitudinal del tablero. Se empieza desde el punto más bajo del tablero hasta la coronación del mismo y los solapes siempre a favor de agua.

En el sentido transversal también se disponen con los solapes a favor de agua.

Otras superficies de rodadura. La imprimación y las láminas se colocan según el apartado 7.6 .

En caso de existir un sentido claro de circulación, las láminas se disponen paralelas a la circulación empezando también desde el punto más bajo y con los solapes a favor de agua.

En caso de no existir un sentido claro de circulación, las láminas se disponen empezando desde el punto más bajo, paralelas a la línea de máxima pendiente de la estructura. Los solapes se colocan siempre a favor de agua.

Geotextil. El geotextil sólo se dispone cuando la capa situada encima de la impermeabilización sea un mortero o un hormigón. Nunca se dispone este geotextil cuando la capa situada encima de la impermeabilización sea un pavimento asfáltico.

Los rollos de geotextil se pueden disponer en sentido longitudinal ó en transversal de la superficie de rodadura. Se extiende un rollo de DANOFELT PY, y a continuación se extiende el segundo rollo paralelo al anterior, dejando un solape mínimo de 20 cm.

Aislamiento térmico. El panel de aislamiento térmico DANOPREN se coloca en seco, sobre la membrana impermeabilizante o sobre una capa separadora geotextil.

Los paneles se disponen a testa, uniendo unos a otros respetando el machihembrado del producto. Se pueden disponer en el sentido longitudinal ó en el transversal de la cubierta.

En caso de ser necesario cortar piezas, estos cortes se pueden realizar con una cuchilla.

Capa de rodadura. En general, la puesta en obra de la capa de rodadura se llevará a cabo lo antes posible, a fin de evitar posibles punzonamientos en la membrana impermeabilizante.

El material se acopiará de tal forma que no se punzone la impermeabilización, utilizando las protecciones adecuadas. Además, éste se realizará de tal forma que no se ocasionen cargas puntuales que comprometan la estabilidad de la obra.

Antes de la colocación de la capa de rodadura se tendrá especial cuidado de no trabajar y/o transitar por encima de la impermeabilización, para evitar posibles daños mecánicos en la membrana impermeabilizante. En caso contrario se deberán disponer protecciones adecuadas (capas de mortero, láminas geotextiles antipunzonantes, etc...).

Hormigón: Puentes (tableros carreteros y ferroviarios). La capa de rodadura es una solera de hormigón que se extiende directamente sobre la impermeabilización, previo intercalado de una capa separadora geotextil. Las características de tipo, espesor y puesta en obra de esta solera vendrán definidas en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Ejecución. Además en el caso de carreteras se deberá tener en cuenta:

- las características y la puesta en obra del hormigón indicadas en el artículo 550-Pavimentos de hormigón del Pliego de Prescripciones Técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3), así como cualquier otro documento que sustituya y/o modifique al mismo.
- con respecto a espesores y tipología se seguirán las indicaciones del documento Norma 6.1-IC "Secciones de firme", así como aquella normativa que la complementa y/o sustituya.

De modo general y por lo que respecta a la impermeabilización, se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Previamente a la colocación del hormigón se habrá ejecutado la membrana impermeabilizante y sus correspondientes puntos singulares (petos y pretiles, sumideros, juntas de dilatación, etc...).
- El hormigón se debe colocar sobre una capa auxiliar geotextil antipunzonante y antiadherente.
- El hormigón deberá colocarse sobre la membrana siguiendo la dirección de las superposiciones de los solapes longitudinales de la capa geotextil, para evitar la formación de pliegues en el geotextil y evitar al máximo la introducción de áridos o lechada en el interior del solape.
- El vertido del hormigón debe llevarse a cabo lo antes posible una vez colocada la lámina, para evitar posibles daños en la misma.
- En caso de existir riesgo de dañar la membrana por tránsito, colocación de mallazo y/o distanciadores y puesta en obra de la capa de hormigón se recomienda disponer una capa de mortero de protección⁽⁶⁾ de al menos 4 cm sobre el geotextil.

⁽⁶⁾ Este mortero deberá tener una resistencia mecánica \geq M5

Hormigón: Otras superficies de rodadura. Al igual que en el caso anterior, la capa de rodadura es una solera de hormigón que se extiende directamente sobre la impermeabilización, previo intercalado de una capa separadora geotextil. Las características de tipo, espesor y puesta en obra de esta solera vendrán definidas en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Ejecución.

En caso de obras sujetas al PG-3 se seguirán las indicaciones del mismo y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme".

El espesor mínimo del hormigón será de 8 cm, debiendo disponer de una malla electrosoldada u otro procedimiento que evite su fisuración.

Deberá estar diseñado de tal forma que soporte las acciones del tráfico al que va a estar sometido, teniendo en cuenta que el soporte puede ser un aislamiento térmico (en el caso de que el elemento constructivo situado por encima de este forjado requiera un aislamiento térmico consecuencia del DB HE).

El vertido del hormigón se puede hacer mediante bombeo o mediante camión hormigonera y dumpers. Este último sistema se desaconseja, ya que el paso de vehículos por encima de la impermeabilización puede dañar la misma. En caso de utilizarse este sistema, se adoptarán todas las medidas necesarias para evitar que el tránsito de vehículos por encima de la impermeabilización dañe a la misma, siendo necesaria la colocación de una capa de mortero de protección de al menos 4 cm previamente al extendido del hormigón. El vertido de esta capa de mortero se realizará mediante bombeo. Esta capa de protección de mortero deberá disponer de una malla electrosoldada u otro procedimiento que evite su fisuración.

Con respecto a la impermeabilización habrá que adoptar las mismas precauciones que las comentadas en el punto 7.6.

Asfalto: Puentes (tableros carreteros y ferroviarios). La capa de rodadura es asfalto, que se vierte directamente sobre la impermeabilización, cuyas características de tipo, espesor y puesta en obra vendrán definidas en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Ejecución. Además deberá disponer de su correspondiente marcado CE.

Además en el caso de carreteras se deberá tener en cuenta:

- las características y puesta en obra del asfalto recogidas en los artículos 542- Mezclas bituminosas en caliente tipo hormigón bituminoso y 543-Mezclas bituminosas para capas de rodadura. Mezclas drenantes y discontinuas, del Pliego de Prescripciones Técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3), así como cualquier otro documento que sustituya y/o modifique al mismo.

- Y con respecto a los espesores y la tipología se seguirán las indicaciones establecidas en el documento Norma 6.1-IC "Secciones de firme", así como aquella normativa que la complementa y/o sustituya.

En el caso de tableros carreteros el espesor del asfalto será al menos de 7 cm (se podrán disponer espesores inferiores siempre que el fabricante del aglomerado lo justifique).

En el caso de tableros ferroviarios el espesor del asfalto será de 3 cm y por encima de éste se extenderá la capa de balasto.

De modo general, y por lo que respecta a la impermeabilización, se deberán adoptar las siguientes medidas:

- Previamente al extendido del asfalto se habrá ejecutado la membrana impermeabilizante y sus correspondientes puntos singulares (petos y pretilas, sumideros, juntas de dilatación, etc...).
- El extendido del asfalto debe llevarse a cabo lo antes posible una vez colocada la lámina, para evitar posibles daños en la misma.
- El asfalto deberá colocarse sobre la membrana siguiendo la dirección de las superposiciones de los solapes longitudinales de la membrana para evitar el arrancamiento de los mismos durante el proceso de extendido.
- No es necesario aplicar un riego asfáltico de adherencia encima del sistema de impermeabilización antes del extendido del asfalto. El asfalto se podrá extender en una o varias capas, hasta conseguir el espesor de proyecto.
- Se evitará transitar sobre la membrana impermeabilizante, a fin de evitar punzonamientos en la misma. En caso que no sea posible se recomienda disponer una capa geotextil DANOFEEL PY 200, y una capa de mortero u hormigón de protección de al menos 4 cm previamente al extendido del asfalto. Esta capa de protección de mortero u hormigón deberá disponer de una malla electrosoldada u otro procedimiento que evite su fisuración.

Con respecto al extendido del asfalto, se deberán adoptar las siguientes precauciones:

- La extendedora será de ruedas y en caso de ser de orugas, los tacos serán de caucho.
- La velocidad de circulación de la extendedora encima de la impermeabilización será inferior a 10 km/h, evitándose frenazos y acelerones bruscos que puedan dañar la impermeabilización. Se evitarán los giros en parado, debiendo ser giros de gran radio.
- Por detrás de la extendedora se desplazará la compactadora, transitando ésta siempre encima de la capa de asfalto.

Asfalto: Otras superficies de rodadura con terminación asfalto directamente sobre la impermeabilización. La capa de rodadura es asfalto, que se vierte directamente sobre la

impermeabilización, cuyas características de tipo, espesor y puesta en obra vendrán definidas en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Ejecución⁽⁷⁾. Además deberá disponer de su correspondiente marcado CE. En caso de obras sujetas al PG-3 se seguirán las indicaciones del mismo y la Norma 6.1-IC "Secciones de firme".

El espesor mínimo del aglomerado asfáltico será de 8 cm, aunque se podrán disponer espesores inferiores siempre que el fabricante del aglomerado lo justifique.

En el caso de utilizar como capa de rodadura mástico asfáltico (conocido como asfalto fundido o asfalto colado), vertido a temperaturas superiores a 200 °C, el espesor de la capa de rodadura puede ser inferior, dependiendo del fabricante del material de rodadura. En este caso se utilizará una membrana impermeabilizante monocapa constituida por las láminas POLYDAN 180-48 AP CANALES o POLYDAN 180-60/GP ELAST.

Con respecto a la impermeabilización y al extendido del asfalto habrá que adoptar las mismas precauciones que las comentadas (7.6).

Con el objeto de proteger la impermeabilización se recomienda realizar el extendido en dos capas. La primera capa, en contacto con la impermeabilización, del tipo AC 16 D (entre el 90 % y el 100 % del árido tiene un tamaño inferior a 16 mm) y con un espesor mínimo de al menos 3 cm. El espesor de las siguientes capas se diseñará en función de las exigencias del tráfico.

Otros pavimentos: Otras superficies de rodadura. El pavimento se coloca sobre una capa de protección (mortero u hormigón), la cual deberá disponer de una malla electrosoldada u otro procedimiento que evite su fisuración⁽⁸⁾.

El espesor mínimo de esta capa de protección será de 4 cm, y en el caso de disponerse sobre un aislamiento térmico será de hormigón de al menos 8 cm de espesor.

El pavimento (capa de rodadura) puede ser de asfalto, adoquines, baldosas cerámicas o de piedra natural o artificial, tierra vegetal, etc, cuyas características de tipo, espesor y puesta en obra del pavimento vendrán definidas en el Pliego de Prescripciones del Proyecto de Ejecución⁽⁹⁾.

⁽⁷⁾ El tipo de aglomerado utilizado, su diseño y cálculo no es objeto de este informe. Deberá estar diseñada de tal forma que soporte las acciones del tráfico al que va a estar sometido.

⁽⁸⁾ Otras protecciones pueden ser utilizadas, pero se deberá asegurar y garantizar que la membrana impermeabilizante no se va punzonar en los trabajos de colocación de la rodadura/pavimento (extendido y compactado de rellenos, colocación de bordillos, colocación de pavimentos, etc...), o durante la posterior utilización de capa rodadura (tráfico vehículos ligeros-pesados).

⁽⁹⁾ El diseño y cálculo de la capa de rodadura no es objeto de este informe. Deberá estar diseñada de tal forma que soporte las acciones del tráfico al que va a estar sometido, teniendo en cuenta que el soporte puede ser un aislamiento térmico en el caso de que el elemento constructivo situado por encima de este forjado requiera un aislamiento térmico consecuencia del DB HE.

El vertido del mortero u hormigón de la capa de protección se realizará siguiendo las indicaciones del punto 7.6.

Una vez ejecutada la protección, se procederá a ejecutar el pavimento siguiendo las instrucciones del material utilizado.

7.7 Puntos singulares

7.7.1 Puentes (Tableros carreteros y ferroviarios)

Encuentros con elementos verticales. La impermeabilización del peto/pretil consta de una imprimación bituminosa (CURIDAN o IMPRIDAN 100)⁽¹⁰⁾ hasta una altura de 15 cm por encima de la capa de rodadura, y de una banda asfáltica de terminación del peto, adherida al mismo en toda esta altura (en el caso de tableros carreteros esta altura puede ser de 10 cm).

Esta banda asfáltica de terminación está constituida por la misma lámina principal utilizada en la sección horizontal del tablero, la cual se soldará completamente al soporte vertical y a la impermeabilización de la sección horizontal principal.

Las dimensiones mínimas de esta banda serán de 10 cm en horizontal y en vertical deberá subir 10-15 cm por encima de la capa de rodadura (en función de que sea un tablero carretero o ferroviario, respectivamente),

Finalmente, para evitar que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento se filtre por el remate superior de la impermeabilización, se podrá realizar:

- Una roza de 3x3 cm (como mínimo) en la que se embute la impermeabilización y posteriormente se sella con una masilla o con un mortero sin retracción (apartado 12.2.1. sol. 1).
- Un retranqueo con una profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical de 4 cm. Una vez ejecutada la impermeabilización se tapa con una capa de mortero sin retracción y compatible con la lámina impermeabilizante (apartado 12.2.1. sol. 1).
- Un perfil metálico fijado al elemento vertical. La fijación constará de taco y tornillo de acero galvanizado (nunca un clavo). Las fijaciones se dispondrán cada 25 cm. Este perfil metálico se sellará superiormente con una masilla elástica.

En el caso de tableros carreteros con capa de rodadura asfáltica, en el caso de que el pretil o el elemento vertical este ejecutado con un hormigón de las mismas características que el del tablero, se puede reducir la altura de 10 cm antes indicada. En este caso se realizará siempre en el elemento vertical una roza de 3 x 3 cm en donde se embutirá la lámina de terminación en peto. Posteriormente esta roza se retacará con una capa de mortero

impermeabilizante⁽¹¹⁾. El asfalto se verterá posteriormente llegando hasta la roza. En este caso, para evitar la escorrentía del agua por el paramento vertical, se deberá verificar que el paramento esté debidamente estabilizado y no presente riesgo de fisuración. Ver detalle del apartado 12.2.1.

En el caso de que no exista pretil, la impermeabilización se prolongará en horizontal, hasta el borde del tablero, bajándose 15 cm en el canto del mismo.

Juntas de dilatación. De forma general la impermeabilización de las juntas de dilatación se resolverá como se recoge en el detalle del apartado 12.2.2. Estas juntas de dilatación constan de los siguientes elementos:

- Banda de material elastomérico centrado sobre la junta, haciendo fuelle (en caso de que el proyectista o el fabricante de la junta de dilatación lo considere necesario).
- Junta de dilatación prefabricada definida en proyecto, asentada según indicaciones del fabricante, normalmente sobre un mortero de nivelación.
- Mortero de transición a cada lado de la junta de dilatación prefabricada.
- Impermeabilización cortada hasta el borde del mortero de transición o hasta el borde de la junta de dilatación prefabricada.
- Colocación del asfalto.

Las juntas de dilatación prefabricadas cumplirán las exigencias del documento de "Obras de paso de nueva construcción. Conceptos generales" o aquel documento que lo sustituya y serán definidas por el proyectista en función de su rango de utilización (apertura de la junta), tráfico al que van a estar sometidas, solicitudes, etc. El sistema de sellado de este elemento será definido por el fabricante del mismo.

Sumideros. De forma general la impermeabilización en este punto se resolverá como aparece en el detalle del apartado 12.2.3.

La impermeabilización del tablero se conectará a los sumideros previstos en el proyecto. La conexión de la impermeabilización dependerá del sistema utilizado y diseñado en proyecto.

En caso de utilizarse cazoletas prefabricadas de EPDM, se colocará previamente un refuerzo de lámina ESTERDAN 30 P ELAST de dimensiones superiores en 15 cm a las alas de la cazoleta.

En el caso de que la cazoleta sea metálica, ésta se podrá disponer sin banda de refuerzo, pero se garantizará su adherencia al soporte⁽¹²⁾ y

⁽¹⁰⁾ En el caso de que el elemento emergente sea metálico (farolas, pilares, señalizaciones, etc...), la imprimación a emplear será IMPRIDAN 100.

⁽¹¹⁾ Este mortero deberá ser compatible con la lámina de impermeabilización, tener una buena adherencia al hormigón y no tener retracción.

⁽¹²⁾ Esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante un refuerzo de lámina ESTERDAN 30 P ELAST de dimensiones superiores en 15 cm a las alas de la cazoleta, mediante fijaciones o mediante algún otro dispositivo que evite el movimiento de la cazoleta.

posteriormente se imprimirán las alas con IMPRIDAN 100.

Finalmente se realiza la impermeabilización de la sección horizontal, recortándose posteriormente la misma en la zona de la evacuación de la bajante.

Para evitar contrapendientes y acumulaciones de agua, se recomienda rebajar el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización en la zona próxima a los sumideros.

Todos los desagües deben estar dotados de un dispositivo adecuado (rejilla, alcachofa, paragavillas, etc.) para retener cualquier elemento sólido que pueda obturar las bajantes.

7.7.2 Otras superficies de rodadura

En la resolución de estos puntos de forma general, a no ser que se describa el proceso de forma diferente, se desarrollará, tal como se ha comentado con anterioridad, siguiendo los criterios del CTE (en caso de que el proyecto esté sometido al CTE).

Encuentros con elementos verticales. De forma general la impermeabilización en este punto se resolverá como aparece en el detalle del apartado 12.3.1. La impermeabilización del peto se inicia con la aplicación de una imprimación bituminosa (CURIDAN o IMPRIDAN 100) hasta una altura de 20 cm por encima de la capa de rodadura y posteriormente se suelda con soplete una banda de refuerzo inferior BANDA E 30 P ELAST (de 32 cm de ancho, con 10 cm en horizontal y 22 en vertical) o con ESTERDAN 30 P ELAST de la dimensión necesaria para subir 15 cm por encima de la superficie de rodadura.

Sobre esta banda de refuerzo se soldará la membrana impermeabilizante principal sobre su sección horizontal y a continuación se soldará sobre estas una banda de terminación constituida por la lámina principal.

Esta banda de terminación tendrá una dimensión mínima de 25 cm en horizontal y en vertical subirá 20 cm por encima de la capa de protección (esta altura puede ser de 15 cm en aquellas construcciones no sujetas al CTE). Se soldará completamente al soporte vertical y a la impermeabilización de la sección horizontal principal.

Finalmente, para evitar que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento se filtre por el remate superior de la impermeabilización, se podrá realizar:

- Una roza de 3 x 3 cm como mínimo en la que debe embutirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal, redondeándose la arista del paramento. Posteriormente se sellará la roza con un mástico/masilla o con un mortero sin retracción.
- Un retranqueo con una profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical de

5 cm. Posteriormente se tapará con una capa de mortero.

- Colocación de un perfil metálico fijado al elemento vertical. La fijación constará de taco y tornillo de acero galvanizado (nunca un clavo). Las fijaciones se dispondrán cada 25 cm. Este perfil metálico irá sellado superiormente.

Esta solución se hace extensible a cualquier elemento emergente, como pueden ser petos, encuentros con edificios existentes, los umbrales de las puertas, alféizares de las ventanas o los pasos de conductos.

En caso de ser necesario, el encuentro entre el paramento horizontal y el vertical, se podrá redondear con una media caña con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga. Para la realización de esta media caña se recomienda el empleo de mortero de fraguado rápido.

En los encuentros con paramentos impermeabilizados in situ con morteros, podrá reducirse la altura de 15 ó 20 cm antes indicada, considerando que dichos morteros deberán estar evaluados previamente mediante un DIT o DIT plus en vigor, teniendo en cuenta todas las indicaciones que en el mismo se establezcan y que, en especial, el paramento esté debidamente estabilizado y no presente riesgo de fisuración.

En el caso de que la altura del peto no supere los 20 cm, la impermeabilización se prolongará en horizontal, cubriendo la coronación del peto.

En el caso de umbrales de puertas, cuando las necesidades de uso no permitan la colocación de escalones, puede optarse por una de estas soluciones:

Opción 1: Disponiendo la impermeabilización retranqueada respecto del paramento vertical 1 m como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10 % hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta, excepto para los casos de accesos en balconeras que vierten el agua libremente sin antepechos, donde la pendiente mínima es del 1 %.

Opción 2: Disponer delante de la puerta y extendiéndose un mínimo de 30 cm a ambos lados de las jambas, de un canalón integrado en el faldón, con una profundidad ≥ 15 cm y una anchura ≥ 30 cm.

En el caso de acristalamientos que arranquen desde el suelo, se pueden seguir las indicaciones antes indicadas en los umbrales de las puertas.

La impermeabilización de la sección horizontal se conectará con el muro de sótano perimetral de nuestra estructura. Se dispone en la esquina un refuerzo realizado con la lámina BANDA DE REFUERZO E 30 P ELAST, ESTERDAN 30 P ELAST o ESTERDAN 30 P ELAST AUTOADHESIVA. Posteriormente se prolonga la

impermeabilización de la cubierta en el lateral del muro hasta superar en 10 cm la cota de la viga de borde del forjado (ver detalle del apartado 12.3.2).

Sumideros. De forma general la impermeabilización en este punto se resolverá como aparece en el detalle del apartado 12.3.4.

Una vez imprimado el soporte se suelda al mismo con soplete al soporte una pieza de refuerzo inferior de dimensiones mayores en 15 cm a las alas de la cazoleta de EPDM. La lámina utilizada es ESTERDAN 30 P ELAST.

Sobre esta banda de refuerzo inferior se procede a soldar la cazoleta de EPDM.

A continuación se realiza la impermeabilización de la sección horizontal de la cubierta, recortándose posteriormente la misma en la zona de la evacuación de la bajante.

Para evitar contrapendientes y acumulaciones de agua, se recomienda rebajar el elemento que sirve de soporte de la impermeabilización en la zona próxima a los sumideros.

Para la realización de estos puntos singulares se utilizarán cazoletas adecuadas de EPDM, de salida vertical u horizontal, con alas.

Todos los desagües deben estar dotados de un dispositivo adecuado (rejilla, alcachofa, paragravillas, etc.) para retener cualquier elemento sólido que pueda obturar las bajantes.

Juntas de dilatación. La realización de las juntas de dilatación seguirá las indicaciones del detalle 12.3.4.

Las juntas de dilatación se pueden resolver utilizando juntas prefabricadas o utilizando fuelles realizados con láminas. La decisión de la utilización de un tipo de juntas u otras corresponderá al proyectista, que en función de las diferentes consideraciones del proyecto evaluará el sistema más adecuado.

En el caso de utilización de juntas de dilatación prefabricadas ver apartado 7.7.1 Juntas de dilatación.

La resolución de las juntas de dilatación variará en función de la pendiente de la cubierta ($< 1\%$ o $\geq 1\%$), que sean juntas de dilatación estructural o juntas de dilatación del soporte de la impermeabilización (aislamiento térmico, material de pendiente, etc...) y en función del tipo de tráfico y de los posibles movimientos de la estructura.

Previamente a la ejecución de la junta de dilatación, se habrá imprimado el soporte.

Cuando la cubierta tiene una pendiente $< 1\%$, se adhieren con soplete al soporte dos bandas de adherencia, una a cada lado de la junta, con una anchura mínima de 25 cm. La lámina utilizada es BANDA E 30 P ELAST. Esta banda de adherencia no es necesaria en el caso de junta estructural cuando la cubierta tiene una pendiente $\geq 1\%$.

Posteriormente se dispone una banda de refuerzo inferior de junta, centrada sobre la junta y de al menos 45 cm de ancho, adherida a la banda de adherencia o al soporte, y haciendo fuelle hacia abajo. La lámina utilizada es ESTERDAN 40 P ELAST.

A continuación se ejecuta la membrana impermeabilizante hasta llegar hasta el borde de la junta de dilatación, interrumpiéndose al llegar a ésta. Se adhiere la impermeabilización con soplete a la banda de refuerzo inferior. Se rellena la junta de dilatación con JUNTODAN.

Para finalizar se dispone una banda de refuerzo superior de junta, centrada sobre la misma y de al menos 50 cm de ancho, adherida a la impermeabilización con soplete, y haciendo fuelle hacia arriba. La lámina utilizada es la principal de la sección horizontal.

La junta de dilatación auxiliar del soporte de la impermeabilización también se puede resolver con bandas de refuerzo que se adhieren al soporte y entre sí con soplete, no siendo necesarias las bandas de adherencia⁽¹³⁾.

Sin embargo, tal y como se menciona en la norma UNE 104401 no son necesarias las juntas auxiliares del soporte de la impermeabilización, a no ser que esté sometido a grandes movimientos. En caso de ser necesario realizar juntas auxiliares del soporte de la impermeabilización éstas se pueden resolver con una BANDA DE REFUERZO E 30 P ELAST o con una banda de ESTERDAN 30 P ELAST cortada a 30 cm.

Estos productos se colocan centrados en la junta y soldados al soporte. Por encima se dispone el sistema de impermeabilización, adherido a la banda antes descrita.

El soporte base respetará la junta estructural y sus bordes deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor de 3 cm.

7.8 Reparaciones

En aquellas zonas dañadas por desgarro o punzonamiento, se soldará una pieza de la misma lámina cubriendo toda la zona afectada. Se deberá soldar siguiendo las mismas indicaciones descritas en la puesta en obra de la membrana impermeabilizante.

En caso de existir bolsas por falta de adherencia, se procederá a retirar esta parte, o cortando la bolsa en forma de X pegando estas partes posteriormente al soporte.

A continuación se suelda una pieza de lámina de dimensiones 15 x 15 cm mayor que la pieza eliminada.

⁽¹³⁾ Según la norma 104401 los refuerzos inferiores de lámina que se colocan a cada lado de la junta de dilatación se llaman bandas de adherencia.

En el caso de reparaciones en soluciones en las que el asfalto se ha vertido directamente sobre la impermeabilización, se procederá de la siguiente manera:

- Se corta con disco la capa de asfalto y la impermeabilización hasta llegar al soporte.
- Se pica y elimina la capa de asfalto y la impermeabilización.
- Se desbasta el borde vertical del asfalto existente mediante medios mecánicos (fresadora, lanza térmica, etc...) para mejorar la adherencia con el nuevo asfalto.
- Se prepara la superficie del soporte horizontal en donde se va a volver a impermeabilizar. Puede ser necesario aplicar algún tipo de tratamiento mecánico para realizar una buena preparación del mismo (granallado, chorro de arena, etc...).
- Se imprima el soporte horizontal y se aplica un nuevo sistema de impermeabilización hasta acometer con el asfalto existente.
- Se sella el encuentro entre el antiguo asfalto y el nuevo sistema de impermeabilización con mástico bituminoso, mediante el perfil JUNTODAN o fundiendo mástico de las láminas de impermeabilización.
- El borde vertical del asfalto existente se imprima con mástico fundido de las láminas de impermeabilización.
- Se extiende el nuevo asfalto.

7.9 Pruebas de servicio

Con respecto a las pruebas de soldadura y estanquidad de las superficies impermeabilizadas, siempre que sea posible, se realizarán dos pruebas de servicio: una de ellas cuando este finalizada la impermeabilización y otra de ellas cuando se finalice toda la obra.

La prueba consiste en inundar la zona impermeabilizada hasta un nivel de 5 cm por encima de la impermeabilización, y mantenerlo durante un periodo de entre 24 y 48 horas.

Se preverán elementos de desagüe para permitir la evacuación del agua en caso de lluvias.

En caso de no poderse realizar la prueba de estanquidad por inundación, se realizará mediante un riego continuo durante un periodo de entre 48 y 72 horas.

8. REFERENCIAS DE UTILIZACIÓN

Hasta la fecha de solicitud del Documento de Idoneidad Técnica, según la referencia del fabricante, la superficie realizada ha sido de aproximadamente 400.000 m², siendo las obras facilitadas como referencia las siguientes:

- Viaducto de Santiurde. Autovía de la Meseta A-67. Subtramo Pesquera-Reinosa. Santiurde (Cantabria). 13.000 m². 2007.

- Nuevo acceso ferroviario de Alta Velocidad a Levante. Tramo: Monóvar- Novelda. Alicante. 2 tableros. 22.000 m². 2007.
- Nuevo acceso ferroviario de Alta Velocidad a Galicia. Tramo: Lalín-Santiago de Compostela. Subtramo Silleda. Pontevedra. 4 tableros. 31.000 m². 2010.
- L.A.V. a Levante y región de Murcia. Tramo Villena-Sax. Alicante. Varios tableros. 35.000 m². 2010.
- Urb. Mercado de Abastos. Pza. Santa Bárbara, s/n. 01004 Vitoria (Alava). 1.800 m². 2005.
- Cubierta de aparcamiento Jardín Botánico. Parque de la Florida. 01008 Vitoria (Alava). 1.700 m². 2005.
- Paso inferior M-30 Conexión Tetuán. Madrid. 15.000 m². 2006.
- Aparcamiento Subterráneo. Avda. de la Libertad, s/n. 30009 Murcia. 8.200 m². 2010.
- Paso inferior SC-20. Tramo Cornes-Hórreo. calle Hórreo, s/n. 15702 Santiago de Compostela (La Coruña). 11.000 m². 2011.
- Aparcamiento Mercadona Puerto del Rosario. Pol. Ind. La Hondura. Calle los Alisios, s/n. 35600 Puerto del Rosario (Las Palmas). 4.000 m². 2011.
- Aparcamiento C.C Gran Plaza 2 Majadahonda. C/ de los Químicos, 2. 28222 Majadahonda (Madrid). 21.500 m². 2011.
- Nuevo Aparcamiento Aeropuerto Tenerife Norte. San Cristóbal de La Laguna. Santa Cruz de Tenerife. 11.000 m². 2011.
- Aparcamiento Hospital General de Alicante. Av. Pintor Baeza, 12. 03010 Alicante. 9.500 m². 2011.
- L.A.V. Vitoria-Bilbao/San Sebastián. Tramo Aramaio-Mondragón. Álava. 16.000 m². 2012.
- L.A.V. Palencia-León. Tramo Palanquinos. Palencia. 19.000 m². 2012.
- L.A.V. Galicia. Tramo A Vacariza-Realíño. La Coruña. 41.000 m². 2012.
- Aparcamiento C.C. Carrefour Oiartzun. Carretera Madrid-Irún, Km. 469. 20180 Oiartzun (Guipúzcoa) 20.000 m². 2013.
- L.A.V. Galicia. Tramo Realíño-Padrón. La Coruña. 39.000 m². 2013.
- Aparcamiento C.C Plaza Loranca 2. Avda. Pablo Iglesias, 17. 28942 Fuenlabrada (Madrid). 15.500 m². 2014.
- Aparcamiento Alcampo El Ferrol. Polígono Industrial Ensenada de la Gándara. 15407 El Ferrol (La Coruña). 14.500 m². 2014.
- L.A.V. Madrid-Extremadura. Talayuela-Cáceres. Tramo: Cañaveral-Embalse de Alcántara. 30.600 m². 2014.
- Estación AVE Antequera Ctra. MA-5406, Km.6. 29540 Antequera (Málaga). 13.200 m². 2015.
- L.A.V. Vitoria-Bilbao/San Sebastián. Tramo Ezkio-Itsaso. Guipúzcoa. 22.000 m². 2015.
- L.A.V. Galicia. Tramo Láncara-Puebla de San Julián. Lugo. 19.000 m². 2015.

Algunas de estas obras han sido visitadas por técnicos del IETcc, y además se ha realizado una encuesta a usuarios del Sistema sobre el comportamiento del mismo, todo ello con resultado satisfactorio.

9. ENSAYOS

Los ensayos que figuran a continuación se han realizado en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, o en otros laboratorios, bajo su supervisión.

9.1 Lámina asfáltica

9.1.1 Ensayos de identificación de la lámina

Los resultados de los ensayos de identificación obtenidos están dentro de las tolerancias dadas por el fabricante y recogidos en el punto 2.

9.1.2 Ensayos de aptitud de empleo y durabilidad de la lámina

Comportamiento a fuego exterior. Ver tabla 1.

Reacción al fuego. Clasificación E, conforme a la norma UNE-EN 13501.

Emisión de sustancias peligrosas. De acuerdo con la declaración del fabricante, el producto no contiene sustancias peligrosas según la base actual de datos de la EU.

Adherencia al soporte (UNE-EN 13596). Se ensayaron los dos tipos imprimación dados por el fabricante junto con los dos tipos de lamina APP y SBS y sobre los distintos acabados antes y después de envejecerse.

Muestra	Impri	Inicial (MPa)	Envejecido agua (MPa)
Lámina SBS + Hormigón	Curidan	0,6	0,2
	Impridan	0,5	0,1
Lámina APP + Hormigón	Curidan	0,5	0,4
	Impridan	0,8	0,2
Lámina Pizarra +Mástico /Aglomerado	-----	0,75 / 0,5	0,2 / ----
Lámina arena + Mástico /Aglomerado	-----	1 / 0,8	0,2 / ---
Lámina geotextil + Mástico /Aglomerado	-----	1,2 / 0,2	0,05 / ---

Ensayo de cizalla de la soldadura (UNE-EN 12317-1). El ensayo se realiza con las muestras antes y después de envejecerse en agua con los dos másticos diferentes.

Muestra	Inicial(N/5cm)	Agua (N/5cm)
Polydan 60 TF Elast (SBS)(L/T)	655 / 733	635 / 645
Polydan 180-48 AP Canales (APP) (L/T)	602 / 625	562 / 577

Estabilidad dimensional (UNE-EN 1107-1). Las láminas en contacto con aglomerado asfáltico se medirán a 160 °C durante 1 h, el resto 24 h a 80 °C.

Muestra	T °C	%
Glasdan 30 P Elast	80	0
Polydan 60 TF Elast	80	0,1
Polydan 60 TF Elast ⁽¹⁴⁾	160	0,6
Polydan 180-60 GP Elast	80	0,2
Polydan 180-60 GP Elast	160	0,3
Polydan 48 P Parking	80	0,2
Polydan 48 P Parking	160	0,9
Polydan 40 P Elast	80	0,2
Polydan 180-48 AP Canales	80	0,1
Polydan 180-48 AP Canales	160	0,3
Polydan 180-40 P Elast	80	0,2
Polydan 50/GP Elast Verde Jardín	80	0,2

Estanqueidad (UNE-EN 1928). Se determina la estanqueidad de la lámina a una presión de 0,6 bares sobre su solape y el solape una vez envejecida al calor.

Muestra	Inicial	E. calor
Membrana	Estanca	Estanca
Solape	Estanca	Estanca

Fluencia (UNE-EN 1110). La fluencia se determinó sobre los distintos másticos y mallas de refuerzo, antes y después de envejecerse a calor. La fluencia es inferior a 2 mm, en las siguientes temperaturas

Membranas	Inicial (°C)	E. calor (°C)
Glasdan 30 P Elast	120	115
Polydan 60 TF Elast	120	120
Polydan 180-48 AP Canales	120	120
E Plus 50 GP Elast V. Jardín	120	120

Flexibilidad bajas temperaturas (UNE-EN 1109). Se llevaron a cabo los ensayos sobre las láminas de mayor-menor masa, con los distintos tipos de malla y másticos, antes y después de envejecerse a calor.

Membranas	Inicial (°C)	E. calor (°C)
Glasdan 30 P Elast	- 20	- 15
Polydan 60 TF Elast	- 15	- 15
Polydan 40 P Elast	- 20	- 15
Polydan 180-48 AP Canales	- 20	- 20
E Plus 50 GP Elast V Jardín	- 15	- 15

Determinación de la aptitud al puenteo de fisuras (UNE-EN 14224). El ensayo se realizó a -10 °C.

Muestra	Comportamiento
Polydan 60 TF Elast	Apto
Polydan 48 P Parking	Apto
Polydan 180-60 GP Elast	Apto
Polydan 40 P Elast	Apto
Polydan 180-48 AP Canales	Apto
Esterdan Plus 50 GP Elast Verde Jardín	Apto
Polydan 180-40 P Elast	Apto
Polydan 50 GP Elast Verde Jardín	Apto

Estanqueidad bajo presión dinámica (UNE-EN 14694). La estanqueidad se determinó tras degradación por pretratamiento.

Muestra	Comportamiento
Polydan 60 TF Elast	Apto
Polydan 48 P Parking	Apto
Polydan 40 P Elast	Apto
Polydan 180-60 GP Elast	Apto
Polydan 180-48 AP Canales	Apto
Esterdan Plus 50 GP Elast Verde Jardín	Apto

⁽¹⁴⁾ La diferencia en la estabilidad dimensional a 160 °C entre las 4 láminas se debe al distinto gramaje de la armadura interior y en el caso de la POLYDAN 48P Parking, también al geotextil exterior.

Absorción de agua (UNE-EN 14223). Las muestras se sumergen durante 28 d en agua a 23 °C. Este ensayo se llevó a cabo sobre los distintos tipos de mástico y de malla de refuerzo interior.

Muestra	Absorción agua (%)
Polydan 60 TF Elast	0,96
Polydan 48 P Parking	1,2
Polydan 180-48 AP Canales	0,7
Polydan 180-60/GP Elast	0,47

Resistencia a la compactación de una capa asfáltica (UNE-EN 14692 (método 2)). Se aplica y se compacta la masa asfáltica (230 °C) (UNE-EN 13375) sobre la lámina impermeabilizante con un geotextil. Se deja enfriar y se separa la lámina para inspección visual y ensayo de estanqueidad (UNE-EN 1928) con una presión de 100 kPa (10 m) durante 24 h. Sólo se realiza sobre las láminas que va a estar en contacto con el asfalto.

Muestra	Aspecto	Estanqueidad
Polydan 60 TF Elast	Bueno	Apto
Polydan 48 P Parking	Bueno	Apto
Polydan 180-60 GP Elast	Bueno	Apto
Polydan 180-48 AP Canales	Bueno	Apto

Comportamiento a la aplicación de un mástico asfáltico (UNE-EN 14693). Sobre la lámina asfáltica se vierte el mástico asfáltico a 230 °C (UNE-EN 13375), durante dos minutos y se deja enfriar al menos ocho horas antes de retirar el bastidor, se determina si han penetrado partículas del mástico en la membrana y cambios en el espesor de la lámina. Sólo se realiza sobre las láminas que va a estar en contacto con el asfalto.

Muestra	Partículas embebidas en mástico	Partículas superficie mástico	Cambio espesor
Polydan 60 TF Elast		No apreciable	
Polydan 48 P Parking		No apreciable	
Polydan 180-60 GP Elast		No apreciable	
Polydan 180-48 AP Canales		No apreciable	

Compatibilidad por envejecimiento térmico (UNE-EN 14691). Se determina el cambio en la resistencia al pelado de una probeta (soporte + lámina de impermeabilización + asfalto) cuando se somete a un acondicionamiento térmico acelerado de 91 d a 50 °C con respecto al valor inicial. El ensayo se llevó a cabo con los diferentes tipos de imprimaciones, másticos y terminaciones de las láminas.

Mástico asfáltico (230 °C)	Pelado I/E (MPa)	% Compati
Polydan 60 TF Elast + Curidan	0,25 / 0,35	100
Polydan 60 TF Elast + Impridan 100	0,27 / 0,3	100
Polydan 48 P Parking + Curidan	0,3 / 0,45	100
Polydan 48 P Parking+ Impridan 100	0,35 / 0,5	100
Polydan 180-48 AP Canales +Curidan	0,59 / 0,56	100
Polydan 180-48 AP Canales+ Impridan 100	0,69 / 0,64	95
Aglomerado asfáltico (160 °C)	Pelado I/E (MPa)	% Compati
Polydan 60 TF Elast + Impridan 100	0.19 / 0.24	100
Polydan 48 P Parking + Impridan 100	0.2 / 0.23	100
Polydan 180-48 AP Canales + Impridan 100	0.22 / 0.27	100

Resistencia a la oxidación (UNE-EN 14575). Se determinan las propiedades de tracción-alargamiento después de someter a la muestra a 85 °C durante 90 días. Las propiedades de las láminas no se han modificado.

Resistencia a los microorganismos El ensayo se llevó de acuerdo a la norma UNE-EN 12225 durante 30 semanas. No se observó pérdida de las propiedades de tracción/alargamiento, ni pérdida de masa.

Resistencia química La compatibilidad de las membranas bituminosas se recoge en la norma UNE-EN 13969 y 13707.

Resistencia al agua Se sumerge la muestra en agua durante 21 días a T °C 22 °C y se realiza el ensayo de cizalla de la junta y la de adherencia al soporte inmediatamente después de retirar las maquetas del agua.

Envejecimiento térmico (UNE-EN 1296). Las láminas se envejecen 90 días a 70 °C. A continuación se determinó la estanqueidad de la junta, la plegabilidad a bajas T °C y fluencia.

9.2 Geotextil

Los ensayos necesarios para la evaluación de este geotextil fueron los realizados para la obtención del marcado CE conforme al anejo ZA de la norma UNE-EN 13265, como geotextil de protección.

9.3 Compatibilidad: componentes del sistema

La compatibilidad del sistema se consigue mediante el uso de capas de separación, las cuales son compatibles con los elementos en contacto.

10. EVALUACIÓN DE LA APTITUD DE EMPLEO Y DURABILIDAD

10.1 Cumplimiento de la reglamentación nacional

Seguridad en caso de incendio. No existe requerimiento alguno para este tipo de productos en el CTE. La clasificación de reacción al fuego de este producto es E.

Higiene, salud y medio ambiente. Una vez instalados, los sistemas evaluados no liberan partículas peligrosas ni gases tóxicos que puedan contaminar el medio ambiente.

La permeabilidad al vapor que posee el sistema es muy baja y debe considerarse como barrera de vapor.

Las prestaciones de este sistema de impermeabilización (R. punzonamiento estático y dinámico, R. al desgarrar, R. Puenteo de fisuras R. al asfalto, etc.) son suficientes para resistir las sollicitaciones a las que van a estar sometidas, zonas de rodadura con la posibilidad de tráfico intenso de vehículos pesados y garantizar la

impermeabilización del puente u otra superficie de rodadura donde se haya instalado.

La resistencia química de la impermeabilización bituminosa se recoge en el anejo A de la norma UNE-EN 13969 y 13707. En aquellos casos que el sistema entre en contacto con otro tipo o concentración de sustancias se deberá consultar al fabricante.

Conclusiones. Las configuraciones de los sistemas para impermeabilización de puentes y Otras superficies de rodadura (estructuras de hormigón), las cuales estarán sometidas al tránsito de vehículos, ya sean finalizadas con asfalto, hormigón, pavimento o terreno, siempre que hayan sido convenientemente ejecutadas en obra, impiden el paso del agua líquida, evitando así la presencia de humedades en el interior de la obra una vez terminadas, gracias tanto a la composición de los propios sistemas, como a la naturaleza de sus componentes principales y a la resolución de los puntos singulares mediante los elementos accesorios oportunos.

Del conjunto de ensayos, visitas a obras y a fábrica, así como de las comprobaciones realizadas, no se ha apreciado incompatibilidad entre los componentes de los sistemas evaluados y las prestaciones del producto se mantienen durante su vida útil.

Estos sistemas satisfacen la Exigencia Básica HS 1 de protección frente a la Humedad establecida en el artículo 13.1 de la parte 1 del CTE, y puede considerarse que alcanzan el grado de impermeabilidad único exigido a cubiertas.

10.2 Limitaciones de uso

Para evitar daños mecánicos se recomienda proteger la membrana a la mayor brevedad. Además, en el caso de utilizar POLYDAN 40 P ELAST como lámina superior, la membrana no puede permanecer expuesta a la intemperie.

PONENTE:

J. Rivera Lozano
Dr. Ciencias Químicas.

11. OBSERVACIONES DE LA COMISIÓN DE EXPERTOS⁽¹⁵⁾

Las principales observaciones formuladas por la Comisión de Expertos⁽¹⁶⁾, en sesión celebrada en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, el día 4 de julio de 2016, fueron las siguientes:

- Se deberá prestar especial atención sobre todos aquellos productos complementarios a la lámina, necesarios en la solución de los distintos puntos singulares.
- En caso de que sea necesario el tránsito con vehículos por encima de la impermeabilización, esta comisión considera necesario la protección de la impermeabilización antes de la aplicación de la capa de rodadura.
- La juntas de dilatación de tableros de hormigón para puentes definida en el punto 7.7.1 no puede considerarse estanca lo que deberá tenerse en cuenta si se emplea en otros usos.
- La reparación propuesta en el punto 7.8 en el caso que se haya vertido el asfalto directamente sobre la impermeabilización no garantiza la continuidad de la impermeabilización,
- Se deberá tener especial cuidado en la puesta en obra de las unidades de protección y/o acabado sobre la lámina impermeable.

⁽¹⁵⁾ La Comisión de Expertos de acuerdo con el Reglamento de concesión del DIT (O.M. de 23/12/1988), tiene como función, asesorar sobre el plan de ensayos y el procedimiento a seguir para la evaluación técnica propuestos por el IETcc.

Los comentarios y observaciones realizadas por los miembros de la Comisión, no suponen en sí mismos aval técnico o recomendación de uso preferente del sistema evaluado.

La responsabilidad de la Comisión de Expertos no alcanza los siguientes aspectos:

- Propiedad intelectual o derechos de patente del producto o sistema.
- Derechos de comercialización del producto o sistema.
- Obras ejecutadas o en ejecución en las cuales el producto o sistema se haya instalado, utilizado o mantenido, ni tampoco sobre su diseño, métodos de construcción ni capacitación de operarios intervinientes.

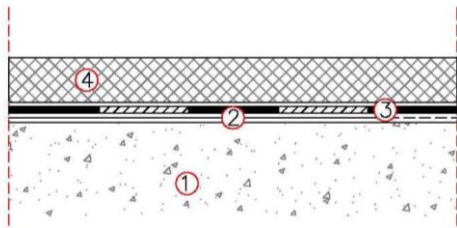
⁽¹⁶⁾ La Comisión de Expertos estuvo formada por representantes de los Organismos y Entidades siguientes:

- AENOR.
- ACCIONA INFRAESTRUCTURAS S.A. DIR. INGENIERIA.
- Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España. (CSCAE).
- FERROVIAL-AGROMÁN, S.A.
- Universidad Politécnica de Madrid (UPM).
- Laboratorio de Ingenieros del Ejército.
- E.T.S de Ingeniería Civil.
- Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc).

12. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

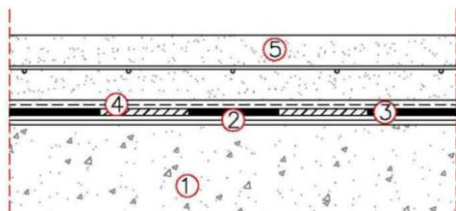
12.1 Sistemas: sección principal

12.1.1 Puentes (tableros de carretera con terminación asfalto)



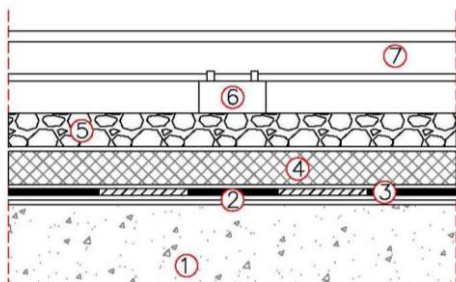
1. Tablero
2. Imprimación
3. Membrana impermeabilizante
4. Aglomerado asfáltico (7 cm)

12.1.2 Puentes (tableros de carreteras con terminación hormigón)



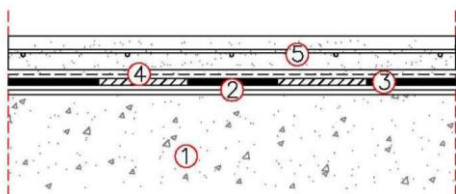
1. Tablero
2. Imprimación
3. Membrana impermeabilizante
4. Capa filtrante antipunzonante
5. Rodadura: Hormigón armado

12.1.3 Puentes (tableros de ferrocarril con protección asfalto)



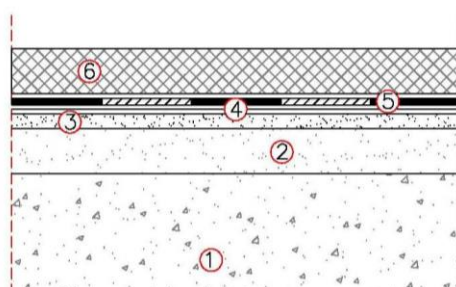
1. Tablero
2. Imprimación
3. Membrana impermeabilizante
4. Protección: Micro-aglomerado
5. Balasto
6. Traviesas
7. Railes

12.1.4 Puentes (tableros de ferrocarril con protección hormigón)



1. Tablero
2. Imprimación
3. Membrana impermeabilizante
4. Capa filtrante antipunzonante
5. Protección: Hormigón armado

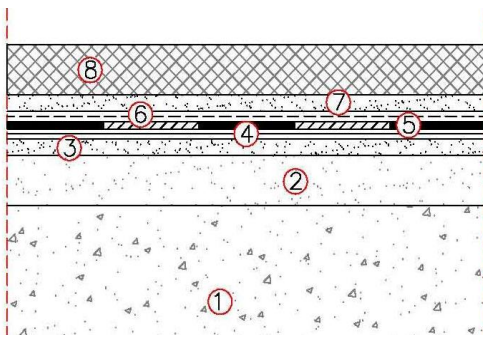
12.1.5 Otras superficies de rodadura destinadas al tráfico de vehículos. Rodadura aglomerado asfáltico directamente sobre impermeabilización



1. Soporte
2. Material de pendientes (en caso necesario)
3. Capa de mortero (en caso necesario)
4. Imprimación
5. Membrana impermeabilizante
6. Aglomerado asfáltico

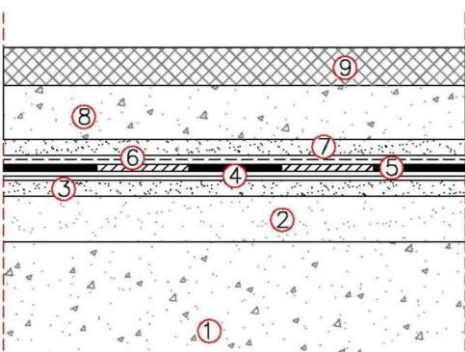
12.1.6 *Otras superficies de rodadura destinadas al tráfico de vehículos. Rodadura pavimento (hormigón, solado, aglomerado asfáltico, etc...) sobre capa de protección*

Solución 1. Sin aislamiento térmico



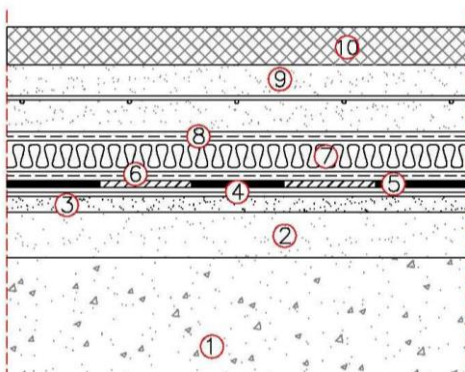
1. Soporte
2. Material de pendientes (en caso necesario)
3. Capa de mortero (en caso necesario)
4. Imprimación
5. Membrana impermeabilizante
6. Capa filtrante antipunzonante
7. Protección
8. Rodadura

Solución 2. Sin aislamiento térmico y con capa de relleno



1. Soporte
2. Material de pendientes (en caso necesario)
3. Capa de mortero (en caso necesario)
4. Imprimación
5. Membrana impermeabilizante
6. Capa filtrante antipunzonante
7. Protección
8. Relleno
9. Rodadura

Solución 3. Con aislamiento térmico

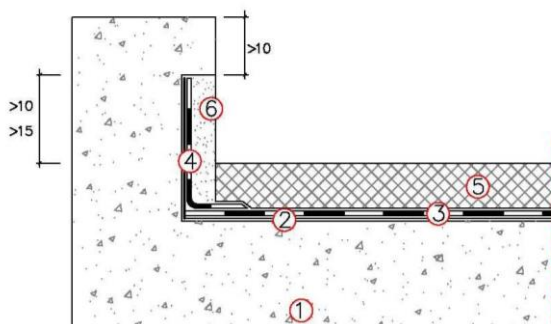


1. Soporte
2. Material de pendientes (en caso necesario)
3. Capa de mortero (en caso necesario)
4. Imprimación
5. Membrana impermeabilizante
6. Capa filtrante antipunzonante
7. Aislamiento térmico
8. Capa filtrante antipunzonante
9. Solera de hormigón
10. Rodadura

12.2 Puntos singulares tableros de puente (carreteros y de ferrocarril)

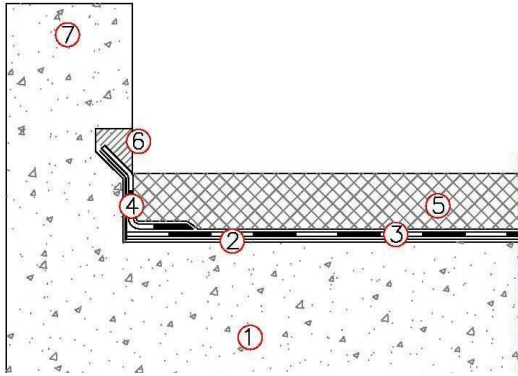
12.2.1 *Encuentro con elementos verticales*

Detalle 1



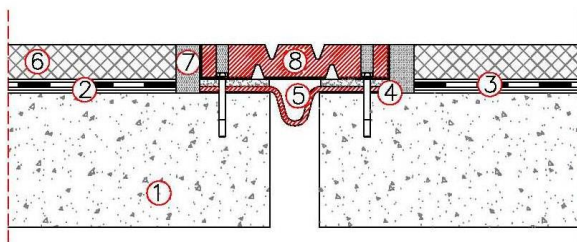
1. Soporte
2. Imprimación
3. Membrana impermeabilizante
4. Banda de terminación en peto
5. Rodadura aglomerado
6. Capa de protección

Detalle 2



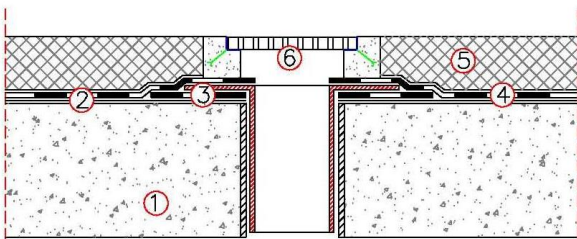
1. Soporte
2. Imprimación
3. Membrana impermeabilizante
4. Banda de terminación en peto
5. Rodadura aglomerado
6. Mortero impermeabilizante
7. Elemento vertical de hormigón

12.2.2 Juntas de dilatación



1. Soporte
2. Imprimación
3. Membrana impermeabilizante
4. Nivelación (en caso de ser necesario)
5. Material elástico (en caso de ser necesario)
6. Rodadura aglomerado
7. Transición
8. Junta prefabricada

12.2.3 Sumideros

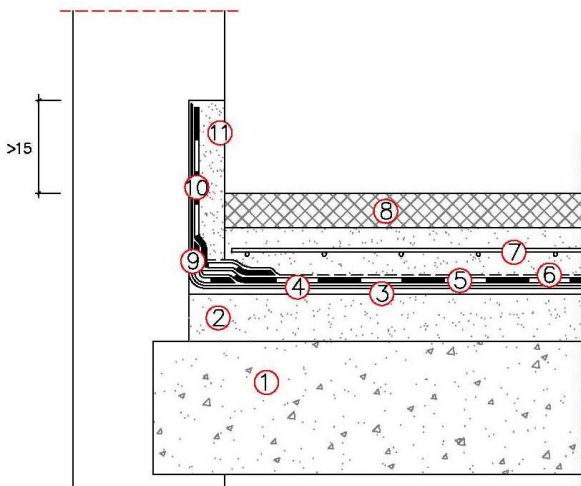


1. Soporte
2. Imprimación
3. Banda de refuerzo. Esterdan 30 P ELAST
4. Membrana impermeabilizante
5. Rodadura aglomerado
6. Sumidero con rejilla

12.3 Puntos singulares. Otras superficies de rodadura destinadas al tráfico de vehículos

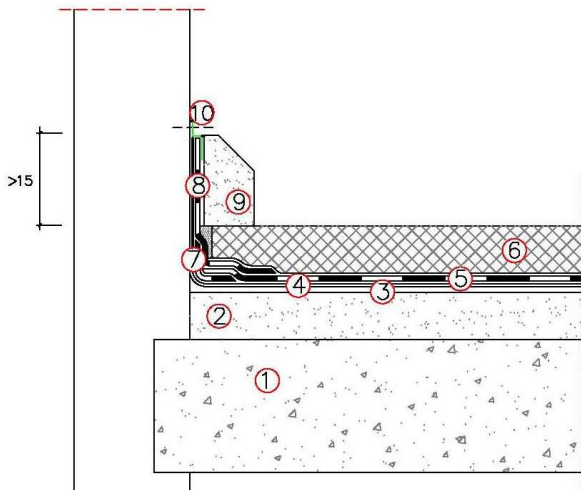
12.3.1 Encuentro con elementos verticales

Detalle 1



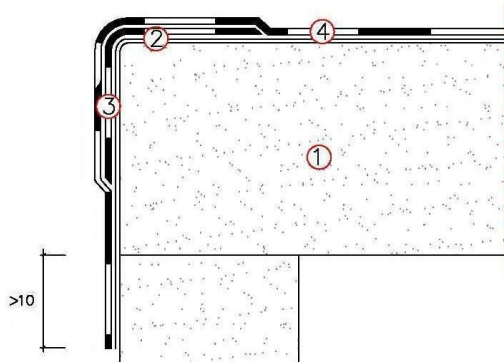
1. Soporte
2. Material de pendientes (en caso necesario)
3. Capa de mortero (en caso necesario)
4. Imprimación
5. Membrana impermeabilizante
6. Capa filtrante antipunzonante
7. Capa de mortero/ Hormigón
8. Superficie de rodadura
9. Banda de refuerzo
10. Banda de terminación en peto
11. Capa de protección

Detalle 2



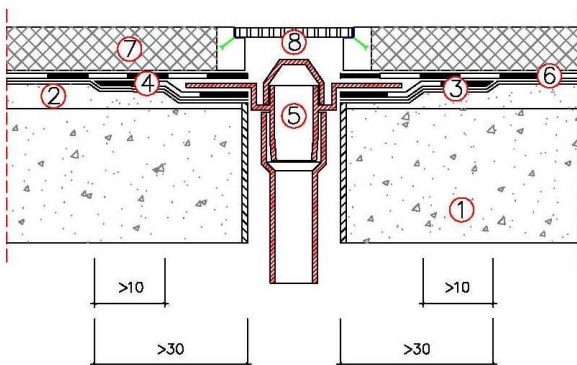
1. Soporte
2. Material de pendientes (en caso necesario)
3. Capa de mortero (en caso necesario)
4. Imprimación
5. Membrana impermeabilizante
6. Aglomerado asfáltico
7. Banda de refuerzo
8. Banda de terminación en peto
9. Bordillo
10. Material de sellado

12.3.2 Encuentro con muro perimetral



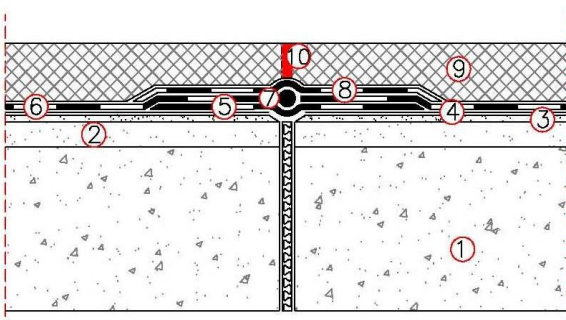
1. Soporte
2. Imprimación
3. Banda de refuerzo
4. Membrana impermeabilizante

12.3.3 Sumideros



1. Soporte
2. Material de pendientes (en caso necesario)
3. Imprimación
4. Banda de refuerzo
5. Cazoleta de desagüe
6. Membrana impermeabilizante
7. Aglomerado asfáltico
8. rejilla

12.3.4 Juntas de dilatación



1. Soporte
2. Material de pendientes (en caso necesario)
3. Capa de mortero (en caso necesario)
4. Imprimación
5. Banda de refuerzo inferior en junta
6. Membrana impermeabilizante
7. Material de relleno
8. Banda de refuerzo superior en junta
9. Aglomerado asfáltico
10. Material de sellado