

PONENCIA APROBADA EL 28 DE ABRIL DE 2000

UNE 104-416 00 PLASTICOS. SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION DE CUBIERTAS REALIZADOS CON MEMBRANAS IMPERMEABILIZANTES FORMADAS CON LAMINAS DE POLI (CLORURO DE VINILO) PLASTIFICADO. INSTRUCCIONES, CONTROL, UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO.

ÍNDICE

	Página
0 <u>INTRODUCCION</u>	4
1 <u>OBJETO</u>	4
2 <u>CAMPO DE APLICACIÓN</u>	4
3 <u>NORMAS PARA CONSULTA</u>	4
4 <u>DEFINICIONES.</u>	4
5 <u>PRINCIPIOS GENERALES DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO Y PUESTA EN OBRA DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS O CAPAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION FORMADOS CON LÁMINAS DE PVC-P.</u>	6
5.1 <i>Condiciones generales a tener en cuenta en el proyecto.</i>	6
5.2 <i>Condiciones generales a tener en cuenta en la puesta en obra.</i>	6
6 <u>CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD.</u>	
7 <u>REQUISITOS DE LOS ELEMENTOS QUE PUEDEN CONCURRIR, CON LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE, EN LA CONFECCIÓN DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACION, FORMADOS CON LÁMINAS DE PVC-P.</u>	8
7.1 <i>Formación de pendientes</i>	8
7.1.1 <i>Efectos nocivos del agua encharcada:</i>	8
7.2 <i>Barrera contra el vapor</i>	9
7.3 <i>Protección o lastre</i>	9
7.3.1 <i>Cubierta no transitable</i>	9
7.3.2 <i>Cubierta transitable</i>	9
7.3.3 <i>Cubierta técnica</i>	9
7.3.4 <i>Cubierta vegetal</i>	10
7.3.5 <i>Requisitos de las protecciones y estabilidad eólica</i>	10
7.3.5.1 <i>Áridos sueltos</i>	11
7.3.5.2 <i>Piezas rígidas sueltas.</i>	11
7.3.5.3 <i>Pavimentos y capas continuas, aplicados in situ.</i>	11
7.3.5.4 <i>Protección con vegetación en el caso de cubiertas ajardinadas.</i>	12
7.4 <i>Capas auxiliares</i>	12
7.4.1 <i>Criterios de utilización</i>	13
7.4.1.1 <i>Capa auxiliar antipunzonante.</i>	13
7.4.1.2 <i>Capas auxiliares antiadherentes.</i>	14
7.4.1.3 <i>Capas auxiliares separadoras.</i>	15
7.4.1.4 <i>Capas auxiliares filtrantes.</i>	16
7.4.1.5 <i>Capas auxiliares drenantes</i>	16
7.4.1.6 <i>Capa auxiliar para difusión de vapor</i>	17
7.5 <i>Aislamiento térmico</i>	17
8 <u>MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE</u>	17
8.1 <i>Tipos de láminas.</i>	17
8.2 <i>Materiales auxiliares</i>	17
8.2.1 <i>Disolventes</i>	17
8.2.2 <i>Adhesivos</i>	17
8.2.3 <i>Elementos auxiliares para la fijación</i>	17
8.2.4 <i>Tablones y rastreles de madera</i>	18
8.2.5 <i>Piezas prefabricadas</i>	18
8.2.6 <i>Masillas y selladores</i>	18
8.2.7 <i>Agente reforzador de uniones</i>	18
8.2.8 <i>Utilillaje</i>	18
9 <u>INSTALACION DE LA MEMBRANA</u>	18
9.1 <i>Soporte base.</i>	19
9.1.1 <i>Elementos prefabricados de hormigón</i>	19
9.1.2 <i>Paneles aislantes</i>	19

9.1.3	Chapa conformada metálica	20
9.1.4	Tablero de madera y de sus derivados	20
9.1.5	Antiguas membranas impermeabilizantes	20
9.2	<i>Formas de colocación de la membrana impermeabilizante.</i>	20
9.2.1	Colocación de la membrana no adherida.	21
9.2.2	Colocación de membranas semiadheridas	21
9.2.3	Colocación de la membrana fijada mecánicamente (semi-independiente)	22
9.3	<i>Realización de las uniones entre láminas (solapos).</i>	23
9.3.1	Soldadura con disolvente.	24
9.3.2	Soldadura por aire caliente.	24
9.3.3	Soldadura por cuña caliente.	24
9.3.4	Verificación y ensayo de uniones.	24
10	<u>TRATAMIENTO DE LOS PUNTOS SINGULARES</u>	24
10.1	<i>Anclajes perimétricos</i>	25
10.1.1	Anclaje en el encuentro entre dos planos	25
10.1.2	Anclaje en el encuentro entre un plano con cualquier elemento emergente o pasante de sección circular	27
10.1.3	Anclaje en el encuentro entre dos faldones (limahoyas)	28
10.2	<i>Conexión de la membrana con paramentos</i>	28
10.2.1	Conexión en el encuentro de un faldón con un elemento emergente	28
10.2.2	Conexión en el encuentro de un faldón con un elemento pasante	29
10.2.3	Conexión en el encuentro con bordes extremos de un faldón	30
10.3	<i>Rincones y esquinas</i>	30
10.4	<i>Desagües</i>	30
10.4.1	Anclajes perimétricos junto a desagües:	30
10.4.2	Entrega de la membrana a los sumideros	30
10.4.3	Entrega de la membrana a los canalones.	31
10.4.4	Entrega de la membrana de los canalones a las bajantes	31
10.5	<i>Desagües de seguridad en paramentos</i>	31
10.6	<i>Juntas.</i>	31
10.6.1	Juntas en membranas no adheridas o fijadas mecánicamente.	32
10.6.1.1	Tratamiento añadiendo una banda de lámina más flexible:	32
10.6.1.2	Tratamiento de la junta con la propia lámina:	32
10.6.2	Juntas en membranas semiadheridas:	32
10.7	<i>Accesos a la cubierta y aberturas en los paramentos</i>	32
10.7.1	Accesos en los faldones	32
10.7.2	Accesos en los paramentos	32
10.8	<i>Anclajes y apoyos de otros elementos</i>	33
11	<u>PRUEBAS DE SERVICIO</u>	33
12	<u>CONTROLES EN OBRA</u>	33
12.1	<i>Relación de controles</i>	33
12.1.1	Controles a la recepción de materiales en obra	33
12.1.2	Condiciones a controlar en el soporte base, antes de comenzar los trabajos	34
12.1.3	Controles a realizar, antes de comenzar los trabajos con respecto a los accesos y aberturas	34
12.1.4	Controles a realizar, antes de comenzar los trabajos con respecto a los paramentos	34
12.1.5	Controles a realizar antes de comenzar los trabajos con respecto a los desagües.	34
12.1.6	Controles a realizar antes de comenzar los trabajos, con respecto a las juntas de dilatación, en caso de que la membrana necesite un tratamiento específico de las mismas.	35
12.1.7	Controles a realizar antes de comenzar los trabajos, respecto a la situación de instalaciones sobre la cubierta	35
12.1.8	Controles a realizar, durante la ejecución de la barrera contra el paso de vapor de agua	35
12.1.9	Controles a realizar durante la ejecución del aislamiento en cubierta tradicional	35
12.1.10	Controles a realizar durante la ejecución de los anclajes perimétricos	35
12.1.11	Controles a realizar durante la ejecución de la membrana, sea cual sea, el tipo de relación con el soporte	35
12.1.12	Controles específicos a realizar durante la ejecución de la membrana no adherida sobre paneles aislantes, cuando el acabado es con áridos sueltos.	36
12.1.13	Controles a realizar durante la ejecución de la membrana semiadherida al soporte	36
12.1.14	Controles a realizar durante la ejecución de la membrana fijada mecánicamente	36
12.1.15	Controles a realizar durante la ejecución del encuentro de faldones con elementos emergentes o pasantes	36

12.1.16	Controles a realizar durante la ejecución de petos completamente cubiertos por la banda de entrega	36
12.1.17	Controles a realizar, durante la ejecución de encuentros del faldón con bordes de paramentos inferiores	36
12.1.18	Controles a realizar durante la ejecución de las juntas de dilatación de la membrana.	36
12.1.19	Controles a realizar, durante la ejecución de la entrega a puertas o aberturas de acceso a la cubierta	37
12.1.20	Controles a realizar durante la ejecución de las pruebas de servicio	37
12.1.21	Controles a realizar durante la ejecución de la protección con áridos o piezas, sueltos, en cubiertas no transitables	37
12.1.22	Controles a realizar durante la ejecución de la protección transitable	37
12.1.23	Controles a realizar durante la ejecución de la protección con tierra vegetal	37
12.1.24	Controles a realizar durante el montaje de instalaciones en la cubierta	37
13	<u>SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN Y SUS CONTROLES</u>	38
13.1	<i>Clasificación de las cubiertas según su uso:</i>	38
13.1.1	N: Cubiertas no transitables	38
13.1.1.1	Cubierta no transitable ligera:	38
13.1.1.2	Cubierta no transitable pesada	38
13.1.2	T: Cubiertas transitables	38
13.1.3	V: Cubiertas vegetales	38
13.1.3.1	Cubierta ecológica ligera o cubierta vegetal ligera	38
13.1.3.2	Jardín o cubierta ecológica ajardinada	38
13.2	<i>Clasificación de las cubiertas según la pendiente de la membrana impermeabilizante:</i>	38
13.2.1	0: Sin pendientes o con posibilidades de formarse charcos	38
13.2.2	2: Con pendientes adecuadas, sin formarse charcos	38
13.3	<i>Clasificación de las cubiertas según sus condiciones higrotérmicas:</i>	38
13.3.1	Cubiertas sin aislamiento térmico. (sin signo)	38
13.3.2	A: Cubiertas con aislamiento térmico.	38
13.3.2.1	A: Cubiertas convencionales. (sin signo adicional)	38
13.3.2.2	AI: Cubiertas invertidas.	38
13.4	<i>Clasificación de las cubiertas según la relación de la membrana con el soporte.</i>	38
13.4.1	Si la membrana impermeabilizante va suelta sobre el soporte (sin signo)	38
13.4.2	P: Si la membrana va semiadherida	38
13.4.3	F: Si la membrana va fijada mecánicamente	38
13.5	<i>Cuadros de sistemas de impermeabilización</i>	38
14	<u>PRESTACIONES COMPLEMENTARIAS</u>	43
15	<u>MEDICIONES.</u>	44
16	<u>MANTENIMIENTO Y CONSERVACION</u>	44
17	<u>MÉTODO DE ENSAYO DE PUNZONAMIENTO ESTÁTICO</u>	44
18	<u>BIBLIOGRAFIA</u>	51

0 **INTRODUCCION**

Dentro del cuerpo normativo, se contemplan las normas correspondientes a los productos y las normas de ensayo, relativas a materiales utilizados en sistemas de impermeabilización de cubiertas, entre los que se encuentran las láminas flexibles continuas de poli (cloruro de vinilo) plastificado. Como complemento a todo ello, en esta norma, se establecen los criterios de diseño, las exigencias para la puesta en obra, control, condiciones de utilización, mantenimiento y conservación, de los diferentes sistemas de impermeabilización de cubiertas y sus elementos, en los que se utilizan membranas impermeabilizantes, constituidas por láminas de PVC-P.

1 **OBJETO**

Esta norma tiene como objeto definir las exigencias para: proyectar, instalar, controlar, utilizar, mantener y conservar, los diferentes sistemas de impermeabilización de cubiertas y sus elementos, en los que se utilizan membranas impermeabilizantes, constituidas por láminas flexibles continuas de poli (cloruro de vinilo) plastificado.

2 **CAMPO DE APLICACIÓN**

Esta norma será aplicable a la ejecución de sistemas de impermeabilización de cubiertas, formados con membranas impermeabilizantes, constituidas por láminas flexibles continuas de poli (cloruro de vinilo) plastificado, tanto en obra nueva como en rehabilitación.

3 **NORMAS PARA CONSULTA**

UNE 53420 – *Membranas impermeabilizantes. Determinación de la resistencia a la perforación de raíces.*

UNE-EN ISO 177 – *Plásticos. Determinación de la migración de plastificantes. (ISO 177:1988).*

UNE 104302 EX – *Materiales sintéticos. Láminas de poli (cloruro de vinilo) plastificado para la impermeabilización de cubiertas de edificios. Características y métodos de ensayo.*

UNE-EN 12087 – *Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación de la absorción de agua a largo plazo por inmersión.*

UNE-EN 10088-1 – *Aceros inoxidables. Parte 1: Relación de aceros inoxidables.*

UNE-EN 10147 – *Bandas (chapas y bobinas) de acero de construcción galvanizadas en continua por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.*

UNE-EN 826 – *Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Determinación del comportamiento a compresión.*

UNE 104481-3-2 – *Membranas impermeabilizantes. Métodos de ensayo. Comprobación de la estanquidad de las uniones entre láminas impermeabilizantes. Método de aire a presión en el canal de prueba.*

UNE 53419 – *Plásticos. Determinación de la resistencia de la unión entre láminas de poli (cloruro de vinilo) plastificado utilizadas en impermeabilización.*

4 **DEFINICIONES**

A efectos de esta norma, se aplicarán las siguientes definiciones:

- **Adhesivo**: Material que puede emplearse para unir alguna parte de la membrana, entre sí o con otro elemento.
- **Aislamiento térmico**: Elemento que tiene por objeto reducir la transmisión térmica entre el interior del edificio y el ambiente exterior e impedir la formación de condensaciones.
- **Anclajes para fijación mecánica**: Conjunto de dispositivos para anclar la membrana de forma puntual o lineal, con el fin primordial de asegurar su resistencia a los efectos del viento. Pueden contribuir, simultáneamente, a la fijación de las capas intermedias del sistema de estanquidad (aislamiento térmico, barrera de vapor, etc.) a la estructura portante.
- **Anclaje perimétrico**: pletina colaminada u otro dispositivo similar, cuyo función principal es evitar los efectos nocivos producidos por la reptación o la posible retracción de la membrana. La unión de la membrana impermeabilizante, en este caso, siempre es lineal y continua.
- **Bajante**: Tubería que conduce las aguas pluviales a la red de alcantarillado.

- Barrera contra el vapor: Elemento que sirve para evitar el paso de vapor de agua a las demás capas del sistema de impermeabilización.
- Borde extremo de un faldón: Costado de un faldón que no está rematado por ningún paramento ascendente y que, por ello, requiere un remate específico del sistema de impermeabilización.
- Canalón: Canal destinado a recoger el agua de los faldones de la cubierta y conducirla a las bajantes.
- Capa auxiliar: fieltro, película o cualquier otro material en forma de estrato que se intercala entre dos elementos del sistema para procurar una función: evitar la adherencia entre ellos, proporcionar protección física o química a la membrana, facilitar los movimientos diferenciales entre elementos, filtrar las aguas, etc.
- Capa antipunzonante: La que tiene como función principal proteger de daños mecánicos.
- Capa antiadherente: La que tiene como función principal evitar que dos elementos del sistema se adhieran.
- Capa drenante: Estrato de áridos sueltos o material prefabricado, destinado a dar salida a las aguas, por gravedad, evitando el estancamiento por colmatación de las tierras vegetales en zonas ajardinadas.
- Capa de difusión de vapor: La que tiene como función principal facilitar la evacuación de vapor de agua ocluido en alguna de las capas de la cubierta.
- Capa filtrante: La que tiene como función principal evitar el paso de áridos finos, polvo y otras impurezas a las capas situadas debajo, dejando pasar el agua.
- Capa separadora: La que tiene como función principal evitar el contacto entre dos elementos incompatibles.
- Conexión de la membrana: En esta norma se denomina conexión a la entrega de la membrana a paramentos, elementos emergentes, pasantes, desagües, juntas, etc.
- Cubierta: Conjunto de elementos diseñados para ejercer la función de cerramiento superior del edificio. A efectos de esta norma es sinónimo de sistema de impermeabilización. Puede verse su clasificación en el capítulo 13.
- Cubierta técnica: Aquella que contiene aparatos o instalaciones, susceptibles de ser inspeccionadas o mantenidas.
- Desagüe: Conducto por donde se da salida a las aguas que vierten sobre la cubierta.
- Disolvente: producto químico que, a efectos de esta norma, se emplea, fundamentalmente para la fusión de las láminas para conseguir su soldadura.
- Faldón: Cada uno de los planos horizontales o inclinados que configuran una cubierta, sobre los que se extiende la membrana impermeabilizante y que está delimitado por paramentos, bordes perimétricos, limatesas o limahoyas.
- Formación de pendientes: Elemento que sirve para proporcionar pendiente a la cubierta con el fin evitar encharcamientos. Puede ser una capa, de espesor variable, ejecutada sobre el soporte resistente o el propio soporte instalado con la pendiente requerida.
- Junta de dilatación : Corte o separación que se establece en dos partes contiguas, destinado a permitir la libre dilatación de los materiales.
- Junta de la capa de protección : Junta de dilatación que se establece en la capa de protección.
- Junta auxiliar del soporte base : Junta de dilatación que se establece en el soporte base de la impermeabilización
- Junta estructural : junta de dilatación establecida previamente en el soporte resistente.
- Limatesa : Intersección de dos faldones que forman un ángulo exterior mayor que 180°.
- Limahoya : intersección de dos faldones que forman un ángulo exterior menor que 180°.
- Membrana impermeabilizante: Componente del sistema de impermeabilización que sirve para proporcionar estanquidad a la cubierta. Se confecciona mediante la unión entre si de láminas impermeabilizantes.
- Paramento: Cara de una pared peto o muro.
- Protección o lastre: Conjunto formado por una o varias capas situadas en la parte exterior del sistema para mitigar los efectos nocivos de las sollicitaciones externas.

- Sistema de impermeabilización: Conjunto de capas de una cubierta, caracterizado por la naturaleza de cada una de ellas, su número, su orden, su forma de colocación, y su dimensionado.
- Situación topográfica expuesta: Deberá considerarse situación topográfica expuesta cuando el edificio se encuentre en el borde de costas, acantilados, borde de mesetas, desfiladeros o valles estrechos, en alta montaña y accidente topográficos similares.
- Solapo : Zona formada por la superposición de elementos homogéneos.
- Soporte base de la impermeabilización: Es el elemento sobre el que se coloca la membrana impermeabilizante. Puede ser el mismo soporte resistente, el elemento para formación de pendientes, el aislamiento térmico o una impermeabilización a renovar. Las características del soporte base se adecuarán al sistema de instalación de la membrana y al uso de la cubierta. Las capas auxiliares aunque constituyan, en numerosas ocasiones, el verdadero soporte base de la impermeabilización, para evitar confusiones, no se denominan o definen en esta norma como soporte base.
- Soporte resistente: Elemento constructivo que mantiene la estabilidad del sistema de impermeabilización.

5 PRINCIPIOS GENERALES DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO Y PUESTA EN OBRA DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS O CAPAS DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN FORMADOS CON LÁMINAS DE PVC-P.

5.1 Condiciones generales a tener en cuenta en el proyecto.

Las condiciones previas necesarias para una disposición y una ejecución correcta de la estructura de una cubierta deben establecerse en la fase de proyecto.

Debe tenerse en cuenta la interacción entre las capas que componen el sistema de impermeabilización. Cada una de ellas debe ser adecuada para su fin y compatible con sus capas contiguas.

Todo el sistema deberá adecuarse al soporte resistente y éste al uso de la cubierta.

Las capas de la cubierta deben transmitir las cargas, que por regla general pueden esperarse, al soporte resistente, de tal manera que no resulten dañadas.

Debe tenerse en cuenta el clima de la zona de ubicación de la obra, la fuerza del viento y la altura del edificio para dimensionar adecuadamente el sistema impermeabilizante según se indica más adelante.

El sistema de impermeabilización debe instalarse asegurándolo al soporte resistente mediante anclajes o lastres adecuados para evitar que se levante o que deslice.

5.2 Condiciones generales a tener en cuenta en la puesta en obra.

En el caso de que las condiciones atmosféricas sean tales que puedan producir efectos perjudiciales en la instalación, los trabajos deben interrumpirse, salvo que se tomen medidas especiales que eviten dichos efectos.

Debe comprobarse que la existencia de humedad en alguna de sus capas, no influya negativamente en el conjunto del sistema impermeabilizante.

Las interferencias con otros oficios pueden resultar desfavorables para la impermeabilización, especialmente si existiera riesgo de punzonamiento de la membrana impermeabilizante, lo que requiere una adecuada planificación. En caso de que se prevea un perjuicio, se suspenderán los trabajos o se tomarán las medidas de protección suficientes, para que la impermeabilización quede protegida.

Las interrupciones en la ejecución de la cubierta deberán hacerse de forma tal que no se deterioren los materiales componentes de la misma, poniendo especial cuidado en asegurar los elementos instalados antes de la finalización de los trabajos.

Antes de comenzar o reanudar los trabajos de impermeabilización, deberá comprobarse que el soporte base reúna las condiciones especificadas, en caso contrario, deberá esperarse el tiempo necesario o procederse a su adecuación.

Si no pueden evitarse contracciones de los materiales una vez colocados, debe hacerse lo necesario para que aquéllas no produzcan efectos perjudiciales en el sistema de impermeabilización.

Los materiales de desecho (recortes, mandriles, embalajes, etc.) se retirarán a contenedores para su posterior traslado a vertederos autorizados.

En la cubierta, durante su construcción, no se deben almacenar más materiales que los que sean necesarios para realizar el sistema de impermeabilización. En cualquier caso, se debe comprobar que su carga no sobrepase la máxima que la cubierta puede soportar. Antes de almacenar materiales encima de la membrana impermeabilizante, debe protegerse adecuadamente.

6 CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD

El personal que realiza el sistema de impermeabilización debe conocer los riesgos de ejecución de cubiertas planas y el método correcto de puesta en obra de las unidades integrantes de la cubierta, todo ello dentro del marco normativo global en materia de seguridad y de salud a que está obligado el contratista general de la obra.

6.1 *Riesgos más comunes*

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras, (sopletes de aire caliente).
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.
- Pisadas sobre objetos.
- Contactos eléctricos, (manejo de herramientas eléctricas).
- Incendios, (uso de materiales inflamables).

6.2 *Normas o medidas preventivas tipo*

No se realizarán los trabajos mientras la obra no reúna las medidas de seguridad colectivas a las que está obligado el contratista principal, entre las que se encuentran:

- Instalación de barandillas de suplemento mediante pies derechos dispuestos sobre mordazas de apretadura, hasta alcanzar o superar la altura reglamentaria sobre la cota prevista de la cubierta terminada.
- Instalación de redes de horca alrededor del edificio o huecos interiores para evitar el riesgo de caídas a distinto nivel.
- Cierre provisional de todos los huecos de cubierta en los que no se dispongan barandillas de seguridad, con un elemento resistente, hasta el inicio de su cerramiento definitivo, descubriéndose conforme vayan cerrándose.
- Instalación de un extintor recomendado por el fabricante de los productos inflamables a utilizar, a una distancia no mayor que 25 m del área de trabajo.
- Se habilitará un almacén para productos inflamables, que se conservará perfectamente en orden y limpio, a lo largo del tiempo en servicio, cuidando que no quede interrumpida su ventilación. En el exterior, junto al acceso, se dispondrá igualmente de un extintor de las mismas características que el instalado en la cubierta.

Durante la realización de los trabajos se tomarán además las siguientes precauciones:

- Se paralizarán los trabajos sobre la cubierta cuando llueva, nieve, la temperatura sea inferior que $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, o cuando la velocidad del viento sea mayor que 60 km/h.
- El acceso a cubierta mediante escaleras de mano, no se practicará por huecos cuyas dimensiones sean menores que 50 x 70 cm, o figura geométrica inscrita en un rectángulo de dichas dimensiones, sobrepasando además la escalera en 1 m la altura a salvar.
- Se comprobará la existencia de diferenciales en el cuadro eléctrico provisional de obra.
- Se establecerán caminos de circulación de 60 cm de anchura, como mínimo, sobre las zonas en proceso de fraguado o de endurecimiento, así como cuando se transite sobre placas de poliestireno expandido, espumas u otros materiales compresibles.
- Para evitar daños personales, los cortes de materiales de albañilería y protección, no se realizarán sobre el suelo, sino sobre bancadas.
- Cuando se usen materiales inflamables, en cada acceso a cubierta se colocará el siguiente letrero: "peligro de incendio por uso de materiales inflamables".
- Los acopios de material o maquinaria a utilizar en la colocación del sistema de impermeabilización, se repartirán por la superficie de la cubierta de forma que se eviten las sobrecargas puntuales.
- La cubierta que se ejecuta se mantendrá, en todo momento, limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos. Los plásticos, cartón, papel y flejes procedentes de embalaje se recogerán inmediatamente después de ser abiertos los paquetes, para su eliminación posterior.
- Al terminar la jornada diaria o cuando se suspenda el tajo por cualquier causa, se depositarán en el borde de membranas o barreras de vapor laminares tabloneros, rollos de lámina perfectamente embalados o cualquier sistema que lastre la membrana en los bordes. También se debe lastrar o afirmar otros elementos como paneles de aislamiento térmico, envases vacíos, retos de embalajes, etc.

No debe dejarse nada a la improvisación, ni se debe permitir la existencia de sobrecargas gratuitas, organizando la obra para evitar accidentes. Deben tomarse precauciones y evitar el desorden y la suciedad en la cubierta.

6.3 **Prendas de protección personal**

Se utilizarán los siguientes elementos de protección personal:

- Casco de seguridad.
- Cinturón de seguridad, (de suspensión, caída y sujeción), en función de la actividad y siempre que exista el riesgo de caídas a niveles inferiores.
- Guantes de protección:
 - De cuero para la manipulación de cargas.
 - De vaypren-viton o nitrilo-caucho para el uso de disolventes.
- Rodilleras.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Faja ergonómica para la protección de la zona lumbar cuando se manipulen cargas.

En caso de existir homologación expresa del Ministerio de Trabajo y Seguridad e Higiene u organismos competentes en la materia, las prendas de protección personal que hayan de utilizarse en este tipo de obras deberán estar homologadas.

7 REQUISITOS DE LOS ELEMENTOS QUE PUEDEN CONCURRIR, CON LA MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE, EN LA CONFECCIÓN DE SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN, FORMADOS CON LÁMINAS DE PVC-P.

7.1 **Formación de pendientes**

En la formación de pendientes debe procurarse que las juntas estructurales y las juntas del soporte base constituyan líneas de división de cuencas y que, en lo posible, sean horizontales.

Las pendientes, de la membrana impermeabilizante y, en su caso, de las protecciones monolíticas, inferiores al 3% no son recomendables, pues es fácil la aparición de charcos, origen de numerosas patologías de cubiertas. No obstante, en caso de estar previstas, se justificará en el proyecto y se verificará que la posible acumulación de agua no afectará a la cubierta ni provocará ataque bioquímico a sus diversos materiales componentes.

Si el elemento de formación de pendientes se realiza a partir de hormigones o morteros, aligerados o no, se instalará, preferentemente, sobre el soporte resistente, y nunca entre el aislamiento térmico y la membrana impermeabilizante.

7.1.1 Efectos nocivos del agua encharcada:

En el agua encharcada, aparecen habitualmente microorganismos, en especial hongos y bacterias heterótrofas. Estos microorganismos muestran su presencia por medio de manchas o costras oscuras, de aspecto terroso, húmedas y viscosas. Su medio de vida lo constituye el substrato que crean los líquenes, musgos y bacterias autótrofas, que les brindan los materiales necesarios para poder llevar a cabo sus actividades metabólicas. Es perjudicial para cualquier superficie, ya que excretan al medio ácidos orgánicos (oxálico, málico, fumárico, glucónico, cítrico, láctico, etc.). Este ataque químico, puede producir los cráteres, grietas y erosiones que pueden observarse, en las zonas donde se forman los charcos, sobre las protecciones o pavimentos no porosos y, en su caso, de la superficie de las láminas.

Para evitar los problemas que puedan originarse en las membranas, debido al agua *encharcada*, la pendiente será mayor que 2% y debe evitarse que elementos sobresalientes de la cubierta (claraboyas, bancadas, chimeneas, etc.) detengan el curso del agua y formen charcos.

Además del ataque químico directo, constituye un eficaz absorbente de los plastificantes, vital componente de las láminas.

Pueden instalarse membranas sin pendientes en los casos siguientes, adoptando las precauciones que se señalan:

- Cubiertas de agua.- son aquéllas en las que, por medio de una regulación automática, existe una capa de agua limpia, mayor que 10 cm, permanentemente.
- Cubiertas sin pendientes.- son aquéllas en las que la membrana se instala sobre paños horizontales en los que, previsiblemente, se formarán charcos.

En ambos casos es preceptivo realizar un cuidadoso control físico de la eficacia de las soldaduras mediante un punzón romo.

Se puede deducir que una lámina de PVC-P es capaz de resistir estos efectos nocivos, si es mínima la posibilidad de migración de plastificantes y la pequeña pérdida de los mismos no altera las propiedades fundamentales de las láminas.

Generalmente, han dado buen resultado las láminas que superen las siguientes especificaciones:

- Resistencia al ataque y perforación de raíces (UNE 53420)
- Migración de plastificantes (UNE 53095): Variación de la masa a 30 días: < 10 %
- Envejecimiento térmico (UNE 53358): Variación de la masa: < 0,3 %

Para poder instalar una membrana sin pendientes es preceptivo que se cumplan las especificaciones precedentes y, además, obtener la garantía expresa del fabricante.

7.2 **Barrera contra el vapor**

La necesidad, clase y características de la barrera contra el paso de vapor de agua, deben ser determinadas por el proyectista de acuerdo con los valores higrotérmicos interiores y exteriores y con la resistencia al paso de vapor de agua de los diferentes elementos que componen el sistema de impermeabilización. Como barrera contra el paso del vapor de agua debe utilizarse un material laminar cuya resistencia al paso del vapor sea la que se determine por el cálculo higrotérmico de la cubierta y, en todo caso, sea mayor que 10 MN.s/g (0,86 mm Hg.m².d/g).

La barrera contra el paso del vapor de agua se situará inmediatamente debajo de la capa de aislamiento térmico, siendo conveniente que se eleve por los laterales de la capa de aislamiento térmico, para que funcione correctamente.

7.3 **Protección o lastre**

Debe colocarse protección:

- a) Para facilitar el tránsito sobre la cubierta.
- b) Para evitar que el viento levante las membranas en los sistemas que no estén unidos al soporte.
- c) Para evitar influencias atmosféricas y radiación ultravioleta sobre la membrana impermeabilizante cuando las láminas que la componen no son específicamente resistentes a dichos agentes.

Cuando su objeto sea protegerla de influencias atmosféricas, la protección debe cubrir totalmente la membrana, incluso en paramentos. Las pinturas no son suficiente protección.

La protección pesada está constituida por un material puesto en obra, pesado y estable y puede clasificarse en:

- a) Áridos sueltos: grava, gravilla, arena, tierra, etc.
- b) Piezas rígidas sueltas: placas, baldosas, losas, con o sin aislamiento incorporado, tejas, adoquines, etc.
- c) Pavimentos sentados con morteros de agarre y capas continuas formadas con hormigones, morteros o aglomerados, aplicados in situ.
- d) Protección con vegetación en el caso de cubiertas ajardinadas.

7.3.1 Cubierta no transitable

Si el tránsito sobre la cubierta es solamente el derivado de su mantenimiento y aquélla no tiene instalaciones o aparatos que precisen una accesibilidad para su manutención, es suficiente una capa de áridos sueltos como protección.

7.3.2 Cubierta transitable

Si la cubierta es accesible a peatones, debe disponerse un pavimento, en toda su superficie, resistente a la perforación estática y dinámica.

7.3.3 Cubierta técnica

Si la accesibilidad se necesita únicamente para permitir el paso a instalaciones dispuestas sobre cubierta, tales como ascensores, antenas o aparatos de climatización, debe colocarse, como mínimo, pavimento en los caminos de acceso, con una anchura mínima de 60 cm y en el contorno de las instalaciones, con una anchura mínima de 2 m, adecuándola a los trabajos previstos. Los tubos o conductos, que vayan de una a otra parte de la cubierta, deben situarse a una altura mayor que 1m desde la superficie terminada, para facilitar el tránsito por la cubierta, el mantenimiento de las propias instalaciones y el del sistema de impermeabilización.

7.3.4 Cubierta ajardinada

En zonas ajardinadas o vegetales, debe colocarse sobre la membrana una protección contra daños mecánicos y la lámina empleada deberá ser específicamente resistente a perforación por raíces. Las pinturas o fieltros no tienen propiedades antirraíces y, por lo tanto, no son suficientes.

7.3.5 Requisitos de las protecciones y estabilidad eólica

Como la protección es el elemento más externo del sistema de impermeabilización, debe calcularse su estabilidad frente a la presión dinámica del viento, en función de la forma del edificio y de su altura sobre el terreno (Figura 1), de su situación topográfica, y de la zona específica de la cubierta (véase la Figura 2).

Figura 1

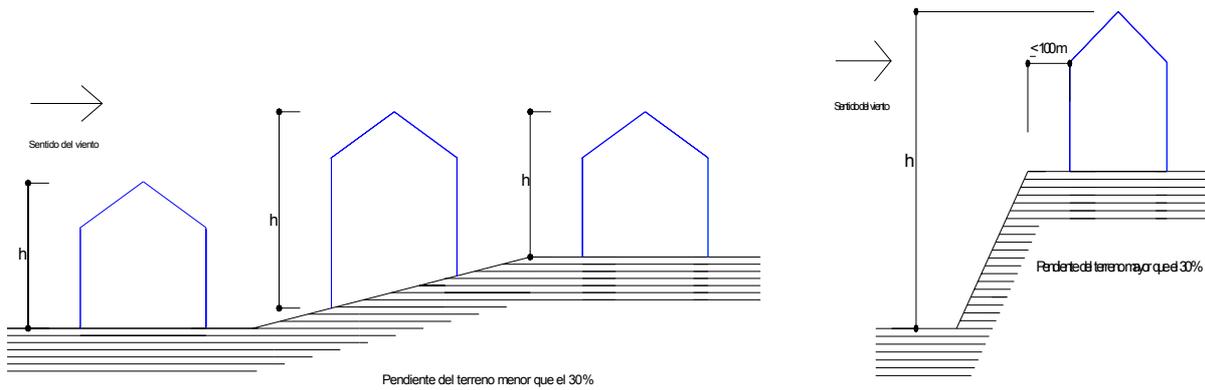
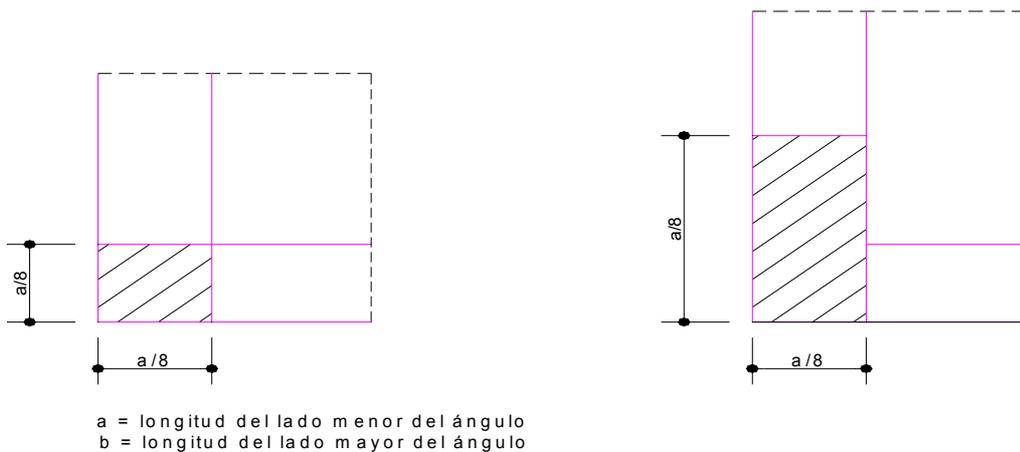


Figura 2



Deberá considerarse situación topográfica expuesta, cuando el edificio se encuentre en el borde de costas, acantilados, mesetas, desfiladeros y en alta montaña, valles estrechos y accidentes topográficos similares.

Se considera ángulo a la parte de la cubierta comprendida entre dos paramentos, emergentes o no, que se encuentran en un ángulo inferior a 135° , y cuya superficie vendrá calculada según figura 2. En cualquier caso, la zona de ángulo no será nunca inferior a 2×2 m, medidos desde el vértice.

Se considera borde a las zonas situadas desde el borde exterior de la cubierta hasta una línea paralela, situada a 2 m del borde, a excepción de los ángulos.

Se considera centro al resto de la cubierta no comprendida en los apartados anteriores.

7.3.5.1 Áridos sueltos

Cuando se utilice grava o áridos artificiales para lastre, protección o drenaje de zonas ajardinadas, debe estar limpia y libre de áridos finos o sustancias extrañas, debe ser de canto rodado. En el caso de que sea, toda o en parte, de machaqueo, debe intercalarse una capa auxiliar antipunzonante imputrescible.

La pendiente de la cubierta nunca deberá ser superior al 5%. Su masa por metro cuadrado puede obtenerse en la tabla 1, a partir de la altura del edificio, de su situación topográfica y de la zona de la cubierta.

Tabla 1.		Protección pesada como sobrecarga o lastre kg/m ²		
		Zona de la cubierta (2)		
Altura del edificio y situación topográfica (1)		Ángulos	Bordes	Centro
Normal	Expuesta	Áridos(3)	Áridos(3)	Áridos(3)
0 a 10		60	50	40
11 a 20		80	70	60
21 a 30	0 a 10	130 (4)	110 (4)	90 (4)
31 a 50	11 a 20	180 (4)	150 (4)	130 (4)
51 a 80	21 a 30	300 (4)	240 (4)	200 (4)

- 1) La altura H deberá medirse según se determina en la figura 1.
- 2) La zona de la cubierta se determina según figura 2.
- 3) Los áridos deben tener un tamaño mayor que 10 mm y una densidad aparente, mayor que 1.200 kg/m³.
- 4) En estos casos el tamaño del árido debe ser mayor que 20 mm.

En los casos no incluidos en esta tabla debe tenerse en cuenta lo especificado en la normativa vigente sobre acciones en la edificación (véase bibliografía).

7.3.5.2 Piezas rígidas sueltas.

Las baldosas, las losas, las placas y los adoquines, pueden ser piezas de aislamiento recubiertas con mortero, piezas de hormigón de árido ligero u otro tipo de prefabricado ligero resistente a la intemperie. Pueden colocarse sueltas, apoyadas sobre soportes o sobre una capa de arena cuyo tamaño sea mayor que 2 mm, directamente sobre la impermeabilización o sobre el aislamiento térmico, en el caso de cubiertas invertidas. Deben colocarse con juntas entre ellos, que permitan el paso del agua y la libre dilatación del material. Si no se suministraran con el aislamiento térmico incorporado, debe colocarse debajo de ellas una capa antipunzonante.

La pendiente de la cubierta nunca deberá ser superior al 30%. Su masa por metro cuadrado puede obtenerse en la tabla 2, a partir de la altura del edificio, de su situación topográfica y de la zona de la cubierta.

Tabla 2.		Protección pesada como sobrecarga o lastre kg/m ²		
		Zona de la cubierta (2)		
Altura del edificio y situación topográfica (1)		Ángulos	Bordes	Centro
Normal	Expuesta	Losas(3)	Losas(3)	Losas(3)
0 a 10		25	22	20
11 a 20		37	33	30
21 a 30	0 a 10	55	50	45
31 a 50	11 a 20	77	70	65
51 a 80	21 a 30	100	88	80

- 1) La altura H deberá medirse según se determina en la figura 1.
- 2) La zona de la cubierta se determina según figura 2.
- 3) Si las losas no pudieran cumplir estas especificaciones, deberán ir lastradas o ancladas, excepto si se garantiza su estabilidad frente a la succión del viento.

En los casos no incluidos en esta tabla debe tenerse en cuenta lo especificado en la normativa vigente sobre acciones en la edificación (véase bibliografía).

7.3.5.3 Pavimentos y capas continuas, aplicados in situ.

Cuando la protección sea rígida o monolítica, debe tener, como mínimo, un espesor de 3 cm y una masa de 40 kg/m². Debe intercalarse una capa auxiliar imputrescible. Debe dividirse en cuarterones, preferentemente rectangulares y separarse de los paramentos y elementos emergentes de la cubierta, mediante juntas, que impidan el agrietamiento de la protección por movimientos termofísicos. Por ejemplo, las capas de hormigón o los pavimentos recibidos con mortero, deben dividirse en paños cuyos lados sean menores que 3 m.

Si la protección no fuera específicamente permeable para conducir rápidamente el agua a las capas inferiores, su superficie deberá tener una pendiente, en todos sus puntos, mayor que el 2 % y debe evitarse que elementos sobresalientes de la cubierta (claraboyas, bancadas, chimeneas, etc.) detengan el curso del agua, de tal forma que permita evitar encharcamientos. En estos casos las juntas de la protección se establecerán preferentemente en limatesas, coincidiendo con las juntas estructurales y con las juntas del soporte base.

7.3.5.4 Protección con vegetación en el caso de cubiertas ajardinadas.

Puede ser de dos tipos: protección con **vegetación intensiva**, en la que las especies vegetales instaladas deben someterse a riego, cuidados intensivos y uso de fertilizantes y protección con **vegetación extensiva**, en la que las especies vegetales no requieren un mantenimiento especial y poco riego.

En los encuentros con paramentos deberá colocarse una protección mecánica de la impermeabilización contra daños mecánicos.

La capa de sustrato tendrá un espesor adecuado a la vegetación que se coloque en la cubierta.

La capa auxiliar de drenaje puede ser también capa de retención de agua, utilizándose de una u otra forma, dependiendo de la zona climática en la que se ubique la cubierta.

7.4 Capas auxiliares

Las capas auxiliares son elementos que se intercalan entre dos capas del sistema de impermeabilización para cumplir alguna de las funciones siguientes: separar, evitar la adherencia, proteger química o físicamente, filtrar el agua, etc.

Deben ser imputrescibles y compatibles con los materiales con los que estén en contacto.

Denominación:

Áridos M 100.	Capa de áridos de machaqueo, con una capacidad de almacenamiento de agua > 100 l/m²
Áridos M 6.	Capa de áridos de machaqueo, con una capacidad de almacenamiento de agua > 6 l/m²
Áridos R 100.	Capa de áridos de canto rodado, con una capacidad de almacenamiento de agua > 100 l/m²
Áridos R 6.	Capa de áridos de canto rodado, con una capacidad de almacenamiento de agua > 6 l/m²
FBA 2.	Fieltro bituminoso con acabado arena y masa mayor que 2.000 g/m².
FFV 1/120.	Fieltro de fibra de vidrio de espesor mayor que 1 mm y masa mayor que 120 g/m², UNE EN 96495
FS 1/250.	Fieltro sintético con un espesor mayor que 1 mm y una masa mayor que 250 g/m², UNE EN 96495
FS 1000 A.	Fieltro sintético con una resistencia al punzonamiento > 1.000 N, al ensayarse, junto con una película de polietileno de 0,1 mm, con el método A (agua) en el ensayo de la pirámide (anexo X de la norma UNE 104416).
FS 10⁻³	Capa cuya permeabilidad perpendicular al plano es mayor que 10⁻⁷ m²/s a 200 kPa, según EN 60500/8
FS 1600 A.	Fieltro sintético con una resistencia al punzonamiento > 1.600 N, al ensayarse, junto con la barrera de vapor o la membrana impermeabilizante, con el método A (agua) en el ensayo de la pirámide (anexo X de la norma UNE 104416).
FS 700 B.	Fieltro sintético con una resistencia al punzonamiento > 700 N, al ensayarse, junto con la barrera de vapor o la membrana impermeabilizante, con el método B (plancha de aluminio) en el ensayo de la pirámide (anexo X de la norma UNE 104416).
FS 800 B.	Fieltro sintético con una resistencia al punzonamiento > 800 N, al ensayarse, junto con la barrera de vapor o la membrana impermeabilizante, con el método B (plancha de aluminio) en el ensayo de la pirámide (anexo X de la norma UNE 104416).
FS 900 B.	Fieltro sintético con una resistencia al punzonamiento > 900 N, al ensayarse, junto con la barrera de vapor o la membrana impermeabilizante, con el método B (plancha de aluminio) en el ensayo de la pirámide (anexo X de la norma UNE 104416).
HFF 6.	Compuesto formado con hilos sintéticos ensortijados, acabado por ambas caras, con un fieltro filtrante, con una capacidad de almacenamiento de agua > 6 l/m².

HP 100.	Capa de hormigón poroso, con una capacidad de almacenamiento de agua > 100 l/m ² .
HP 6.	Capa de hormigón poroso, con una capacidad de almacenamiento de agua > 6 l/m ² .
HPL 100.	Losa prefabricada con una capa de hormigón poroso, con una capacidad de almacenamiento de agua > 100 l/m ² .
HPL 6.	Losa prefabricada con una capa de hormigón poroso, con una capacidad de almacenamiento de agua > 6 l/m ² .
HPLA 100.	Losa prefabricada con una capa de hormigón poroso y una base aislante apta para cubiertas invertidas, con una capacidad de almacenamiento de agua > 100 l/m ² .
HPLA 6.	Losa prefabricada con una capa de hormigón poroso y una base aislante apta para cubiertas invertidas, con una capacidad de almacenamiento de agua > 6 l/m ² .
LS 6.	Lámina sintética rígida prefabricada, con protuberancias en, al menos, una de sus caras, con una capacidad de almacenamiento de agua > 6 l/m ² .
LSF 6.	Compuesto formado por una lámina sintética rígida prefabricada, con protuberancias en, al menos, una de sus caras, y con un fieltro filtrante pegado a las protuberancias, con una capacidad de almacenamiento de agua > 6 l/m ² .
LP 120.	Lámina de plástico con masa mayor que 120 g/m ² , UNE EN 96495.

7.4.1 Criterios de utilización

Los diferentes tipos de capas auxiliares deben utilizarse en los casos que se indican en los cuadros siguientes:

7.4.1.1 Capa auxiliar antipunzonante.

Cuando exista riesgo de incompatibilidad física, para proteger de daños mecánicos a la barrera contra vapor o a la membrana impermeabilizante.

	Elemento sobre el que se coloca la capa auxiliar									
	Soporte resistente. Formación de pendientes. Soporte base de mortero. Con irregularidades:			Soporte formado con elementos prefabricados de hormigón, chapa metálica conformada, tablero de madera o sus derivados, con separaciones:			Barrera de vapor	Paneles aislantes rígidos: vidrio celular o formados con áridos ligeros, con separaciones:		
Elemento bajo el que se coloca la capa auxiliar	>1<2 mm	>2<4 mm	<4<5 mm	>1<2 cm	>2<3 cm	>3<5 cm		>1<2 cm	>2<3 cm	>3<5 cm
Barrera de vapor formada con láminas prefabricadas	FS 700 B	FS 800 B	FS 900 B	FS 700 B	FS 800 B	FS 900 B				
Paneles aislantes rígidos: vidrio celular o formados con áridos abrasivos							FS 700 B			
Membrana impermeabilizante	FS 700 B	FS 800 B	FS 900 B	FS 700 B	FS 800 B	FS 900 B		FS 700 B	FS 800 B	FS 900 B

Capa auxiliar antipunzonante. (continuación)	Elemento sobre el que se coloca la capa auxiliar	
Elemento bajo el que se coloca la capa auxiliar ↓	Membrana impermeabilizante instalada sobre	
	soporte base rígido	soporte base flexible
Protección pesada de grava no normalizada.		
Protección pesada de piezas rígidas, tales como baldosas, losas, tejas, piedras, placas o adoquines sueltos.	FS 700 B (1)	FS 1600 A (1)
Protección pesada de hormigón o mortero de cemento, como única capa o como mortero de agarre de pavimentos, placas, tejas, piedras, etc.	FS 700 B + (LP 120 ó FS 1/250) (2)	FS 1600 A + (LP 120 ó FS 1/250) (2)
Protección de hormigón vertido in situ, o aglomerados tales como los realizados con gravilla mezclada con productos asfálticos o de cemento	FS 900 B + (LP 120 ó FS 1/250) (2)	FS 1600 A + (LP 120 ó FS 1/250) (2)

Capa auxiliar antipunzonante. (continuación)	Elemento sobre el que se coloca la capa auxiliar
Elemento bajo el que se coloca la capa auxiliar ↓	Aislamiento térmico en cubiertas invertidas

Protección pesada de grava no normalizada. Protección pesada de piezas rígidas, tales como baldosas, losas, tejas, piedras, placas o adoquines sueltos. La capa auxiliar debe ser permeable al agua y capaz de retener los áridos finos que puedan penetrar entre las placas, en el caso de que se produzcan variaciones dimensionales por causas térmicas.	FS 1000 A
Protección pesada de hormigón o mortero de cemento, como única capa o como mortero de agarre de pavimentos, placas, tejas, piedras, pizarras, etc. Protección de hormigón vertido in situ, o aglomerados tales como los realizados con gravilla mezclada con productos asfálticos o de cemento	FS 1000 A + (LP 120 ó FS 1/250) (2)

(1) El fieltro entre la grava y la membrana, puede retener humedad y favorecer el desarrollo de microorganismos, por lo que en este sistema, la lámina que forme la membrana, deberá ser resistente a los efectos nocivos del agua encharcada.

(2) Para evitar que la lechada de la protección extendida en fresco, impregne y deje rígido al fieltro situado bajo ella, debe intercalarse otro fieltro o una película de polietileno.

Nota: En membrana impermeabilizante fijada mecánicamente al soporte resistente, colocada sobre un soporte base blando: Aislamiento térmico, hormigón celular,... no es necesario intercalar capas auxiliares antipunzonantes, desde el punto de vista de la resistencia mecánica. Puede serlo si existiera riesgo de incompatibilidad química.

7.4.1.2 Capas auxiliares antiadherentes.

Cuando se desee desolidarizar o evitar que dos elementos del sistema de impermeabilización se adhieran.			
Esta función proporciona al sistema de impermeabilización - en los casos en que se separen todos y cada uno de los elementos - la máxima flexibilidad, ya que cada capa se mueve libre e independiente de las demás. También se utiliza cuando los movimientos termofísicos de una de las capas, puede interferir negativamente en otra situada bajo o sobre ella.			
Si además, la protege contra daños físicos, se denomina antipunzonante.			
Si, además, deja pasar el agua impidiendo que pasen áridos u otros materiales granulares, se denomina filtrante			
		Elemento sobre el que se coloca la capa auxiliar	
Elemento bajo el que se coloca la capa auxiliar ↓		Soporte resistente. Formación de pendientes. Soporte base de mortero	Barrera de vapor formada con láminas bituminosas
Barrera de vapor formada con láminas bituminosas	Adheridas	FS 1/250 ó FFV 1/120 ó FBA 2 ó LP 120	Paneles aislantes de poliestireno en cubierta invertida
	Soldadas con llama	FFV 1/120 ó FBA 2	
	Paneles aislantes de poliestireno o poliuretano		FS 1/250 ó FFV 1/120 ó FBA 2 ó LP 120
	Protección pesada de hormigones o morteros extendidos in situ		FS 1/250 ó FFV 1/120 ó LP 120

7.4.1.3 Capas auxiliares separadoras.

Cuando sea necesario evitar el contacto de dos elementos químicamente incompatibles.

Esta función impide que una de las capas se vea alterada por la acción negativa de otra incompatible con ella. Es esencial para evitar la pérdida de plastificantes de la lámina de PVC-P.

Es recomendable utilizarla, siempre que se dude de la incompatibilidad entre dos capas, especialmente si una de ellas es la membrana impermeabilizante, por ser el elemento más importante del sistema de impermeabilización. La pérdida de plastificantes se produce cuando la lámina alcanza una temperatura determinada y, al mismo tiempo, está en contacto con materiales incompatibles como por ejemplo: espumas de polietileno o poliestireno, productos bituminosos, sedimentos de tierra, polvo, grava sucia, etc.

Elementos entre los que se debe colocar la capa auxiliar para evitar el contacto ↓ →	Materiales basados en betunes asfálticos o alquitrán	Sedimentos de tierra, polvo, grava sucia, etc.	Paneles aislantes de poliestireno o poliuretano en cubierta tradicional	Paneles aislantes de poliestireno en cubierta invertida
Barrera de vapor de PVC-P no resistente al betún	FS 1/250 ó FFV 1/120			
Membrana impermeabilizante no adherida o fijada mecánicamente	FS 1/250 ó FFV 1/120	FS 1/250 ó FFV 1/120 (*)	FS 1/250 ó FFV 1/120	FS 1/250 ó FFV 1/120 (*)
Membrana impermeabilizante de PVC-P resistente al betún		FS 1/250 ó FFV 1/120 (*)	FS 1/250 ó FFV 1/120	FS 1/250 ó FFV 1/120 (*)

* Según propiedades de la lámina y la temperatura que pueda alcanzar. Se puede establecer una relación entre los resultados del ensayo UNE 53095 MIGRACIÓN DE PLASTIFICANTES, a 30 días y la temperatura a la que una lámina es propensa a perder plastificantes, teniendo en cuenta el gradiente de temperaturas y la situación de la lámina en el sistema de impermeabilización. El gradiente de temperaturas debe calcularse con la siguiente hipótesis: 60 °C en el exterior de la cubierta y 20 °C en el interior del local situado bajo cubierta.

Si el resultado del ensayo UNE 53095 Migración de plastificantes, la variación de la masa a 30 días es:	>10%	9 a 10 %	8 a 9%	< 8%
Hay que considerar que la lámina es propensa a perder plastificantes a una temperatura de:	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C

Cuando según este cuadro, la lámina alcance, aunque sea por poco tiempo, la temperatura a la que es propensa a perder plastificantes, debe instalarse capa auxiliar separadora.

7.4.1.4 Capas auxiliares filtrantes.

Para evitar que los áridos finos y otros sedimentos depositados por el viento sobre la cubierta, puedan retenerse entre la grava o entre las piezas sueltas rígidas y, al entrar en contacto con la membrana, actuar como absorbente de plastificantes o de otros valiosos componentes volátiles de las láminas.

También se utilizan en cubiertas invertidas para evitar que los áridos finos y otros sedimentos depositados por el viento sobre la cubierta, puedan penetrar entre las placas de aislamiento térmico, provocando dos posibles riesgos:

A.- Que al quedar alojados entre dos paneles, vayan ocupando el espacio que los propios movimientos de contracción a bajas temperaturas, dejan entre las placas, dificultando la libre dilatación de las mismas a temperaturas altas.

B.- Que al pasar bajo los paneles y, al entrar en contacto con la membrana, actuar como absorbente de plastificantes o de otros valiosos componentes volátiles de las láminas e incluso provocar el corte de membranas de poco espesor al moverse el árido arrastrado por los cíclicos movimientos de dilatación y contracción de los paneles

Para evitar que la lechada de cemento o los áridos finos de capas de hormigón o mortero extendidas in situ, penetren entre las placas aislantes en cubiertas invertidas

Para evitar que los áridos finos y otros sedimentos de la tierra vegetal, puedan penetrar entre la capa drenante de áridos sueltos, colmatándola y reduciendo su capacidad filtrante

Elemento bajo el que se coloca la capa auxiliar ↓	Elemento sobre el que se coloca la capa auxiliar		
	Membrana impermeabilizante	Aislamiento térmico en cubiertas invertidas	Drenaje de grava en cubiertas vegetales
Protección pesada de grava.	FS 10 ⁻³	FS 10 ⁻³	
Protección pesada de piezas rígidas, tales como baldosas, losas, tejas, piedras, placas o adoquines sueltos.	FS 10 ⁻³	FS 10 ⁻³	
Tierra vegetal			FS 10 ⁻³
Protección pesada de hormigón o mortero de cemento, como única capa o como mortero de agarre de pavimentos, placas, tejas, piedras, pizarras, etc.		FS 10-7 + (LP 120 ó FS 1/250, para evitar que los finos de la lechada provoquen la rigidez del fieltro)	

7.4.1.5 Capas auxiliares drenantes

Elemento bajo el que se coloca la capa auxiliar ↓	Elemento sobre el que se coloca la capa auxiliar				
	Membrana resistente a raíces	Membrana no resistente a raíces	Capa auxiliar antipunzonante instalada sobre la membrana resistente a raíces	Capa auxiliar antipunzonante instalada sobre la membrana no resistente a raíces	Aislamiento térmico en cubiertas invertidas
Capa auxiliar filtrante instalada bajo la tierra vegetal	Áridos R 6 o LS 6 o HFF 6 o HPLA 6	Áridos R 100, o HPLA 100	Áridos M 6 o HP 6 o HPL 6	Áridos M 100 o HP 100 o HPL 100	
Tierra vegetal	LSF 6				
Protección pesada horizontal de piezas rígidas, tales como baldosas, losas, tejas, piedras, placas o adoquines sueltos.	Áridos R 6	Áridos R 6	Áridos M 6	Áridos M 6	
Capa auxiliar filtrante instalada bajo piezas rígidas, tales como baldosas, losas, tejas, piedras, placas o adoquines sueltos					Áridos R 6
Capa auxiliar antipunzonante instalada bajo piezas rígidas, tales como baldosas, losas, tejas, piedras, placas o adoquines sueltos					Áridos M 6

7.4.1.6 Capa auxiliar para difusión de vapor

Debe colocarse una capa para la difusión del vapor de agua en cubiertas no ventiladas convencionales cuando, bajo el aislamiento térmico no se disponga una barrera contra el paso del vapor de agua y sea necesario facilitar la evacuación del vapor de agua, ocluido en algunas de las capas de la cubierta situadas debajo de la impermeabilización, como la de formación de pendientes y la de aislamiento térmico, con el fin de evitar humedades por condensación.

La capa para la difusión del vapor de agua debe disponerse, de manera que permita la difusión del vapor de agua al exterior, a través de chimeneas o por el perímetro de la cubierta.

Como capa para la difusión del vapor de agua pueden utilizarse materiales laminares que, por su naturaleza, resistan al paso del vapor de agua, en el sentido normal al plano de apoyo y que faciliten la evacuación del vapor de agua entre el plano de apoyo y la propia capa, por ejemplo una combinación de LP 120 con FFV 1/120 ó FS 1/250

Como capa para la difusión del vapor de agua puede servir la capa de aire ocluida bajo la propia impermeabilización cuando se coloque flotante, siempre que cumpla, por sí misma o acompañada de algún sistema de evacuación, los demás requisitos indicados.

Cuando se rehabilite una cubierta, debe colocarse una capa auxiliar (en la que una de las funciones sea difusora de vapor), sobre la membrana impermeabilizante vieja (aunque químicamente sea compatible con la nueva impermeabilización), para compensar la presión de vapor de agua concentrada en los orificios y grietas de la impermeabilización vieja.

7.5 **Aislamiento térmico**

Debe colocarse una capa de aislamiento térmico cuando sea necesaria, teniendo en cuenta lo especificado en la normativa vigente relativa a condiciones térmicas en los edificios (véase bibliografía).

Cuando el aislamiento térmico se coloca a un nivel inferior a la membrana impermeabilizante, es conveniente instalar barrera contra el vapor de agua, siendo obligatorio cuando el valor de la absorción de agua del aislamiento, por difusión del vapor, sea superior al 3 % en volumen.

Cuando el aislamiento térmico se coloca por encima de la membrana impermeabilizante, solamente podrán utilizarse materiales aislantes cuyo valor de la absorción de agua por inmersión, durante 28 días, sea menor que el 0,5 % en volumen, según UNE EN 12087.

8 **MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE**

La membrana se forma solapando y soldando entre sí las láminas prefabricadas. Esta membrana es siempre monocapa, es decir, está formada por una capa de láminas.

8.1 **Tipos de láminas.**

Para la formación de la membrana impermeabilizante deben utilizarse láminas de poli (cloruro de vinilo) plastificado, armadas con fibras sintéticas, armadas con fibras de vidrio y sin armar, cuyas características deben ser las establecidas en [UNE 53358](#), [UNE 53362](#), [UNE 53363](#), [UNE 53402](#) y [UNE 53412](#) y las que específicamente se exijan en esta norma. Cuando se requiera una propiedad específica de la lámina debe exigirse la justificación correspondiente.

El espesor nominal de la lámina debe ser igual o mayor que 1,2 mm.

8.2 **Materiales auxiliares**

8.2.1 Disolventes

Deben emplearse los agentes químicos para soldar, recomendados por el fabricante de las láminas.

8.2.2 Adhesivos

Deben emplearse las colas o adhesivos recomendados por el fabricante de las láminas.

8.2.3 Elementos auxiliares para la fijación

Para la fijación de las láminas al soporte y la terminación en paramentos, deben utilizarse perfiles, flejes, discos, placas o platabandas. Deben ser materiales resistentes a la corrosión, o estar convenientemente protegidos contra ella. Cuando estos elementos estén revestidos con una película de poli (cloruro de vinilo), ésta debe ser de características similares al material de la lámina y su espesor será mayor que 1.2 mm. Puede admitirse un menor espesor (hasta 0,6 mm), si los bordes de los elementos están acabados en una pestaña mayor que 3 mm, doblada a 180 °. El espesor de la chapa metálica, será mayor que 0.7 mm. Los cortes y las aristas, a los que se suelde la lámina, deben carecer de rebabas.

Los elementos de fijación deben tener como mínimo, las dimensiones siguientes:

- Perfiles conformados:	anchura >30 mm
- Perfiles colaminados:	anchura >50 mm
- Flejes	anchura >30 mm
- Discos, placas y platabandas	superficie >2.500 mm ² , anchura >40 mm

Para los remates, las terminaciones y los bordes en la zona de canalones, deben utilizarse perfiles con una configuración adecuada.

Los clavos, remaches expansibles, pernos y tornillos deben ser los adecuados a la cohesión y dureza del soporte y estar dimensionados para soportar el esfuerzo de tracción previsible; deben ser de acero inoxidable F3504 o F 3534 (véase UNE 36-016/1), o estar suficientemente protegidos contra la corrosión según EN 10147.

8.2.4 Tablones y rastreles de madera

Los tablones y los rastreles utilizados para la sujeción marginal de la membrana impermeabilizante deben estar impregnados con agentes químicos basados en sales minerales (sulfatos de hierro, cobre, cloruro de zinc, etc.), para protegerlos contra las enfermedades de la madera tales como putrefacción, insectos, parásitos, etc.

8.2.5 Piezas prefabricadas

Para la terminación y el remate de la membrana en puntos singulares de la cubierta (ángulos salientes o entrantes, rincones, cazoletas de desagüe, salidas de tubos, mástiles, etc.) deben utilizarse piezas prefabricadas con un espesor mínimo de 1,5 mm. Estas piezas pueden ser moldeadas por colada o inyectadas y deben ser de poli (cloruro de vinilo) flexibles de características similares al material de las láminas a las que deben soldarse con solapo.

8.2.6 Masillas y selladores

Los puntos singulares de encuentro de la membrana impermeabilizante con otros elementos de la obra (por ejemplo mampostería) y para evitar posibles filtraciones de agua, se obturan y sellan con masillas y selladores. Deben ser elásticos, imputrescibles y, caso de tener que estar en contacto con la lámina, ser compatible químicamente con ella.

8.2.7 Agente reforzador de uniones

Para asegurar la estanquidad en algunos solapos, uniones en T, rincones, etc. y evitar que la armadura de la lámina absorba agua, puede utilizarse una pasta líquida de poli (cloruro de vinilo).

8.2.8 Utillaje

Para una correcta ejecución de la obra, debe disponerse, como mínimo, de

- a) aguja curvada para el control de soldaduras;
- b) atomilladora equipada con un tope de profundidad;
- c) brocha plana;
- d) cubeta para PVC líquido;
- e) hoja de corte;
- f) regla metálica;
- g) rodillo de presión.
- h) sacos para lastre, empleados en la soldadura química;
- i) soplete electrosoplante;
- j) tijeras.

9 INSTALACION DE LA MEMBRANA

Al ser la membrana impermeabilizante el elemento más importante del sistema de impermeabilización, debe cuidarse con esmero su puesta en obra. No deben realizarse trabajos de impermeabilización cuando las condiciones climatológicas puedan resultar perjudiciales para la perfecta ejecución del trabajo o para la seguridad de las personas.

No deben realizarse trabajos de impermeabilización cuando la temperatura ambiente sea menor que:

5 °C para la utilización de adhesivos en la colocación semiadherida

-5 °C para la soldadura con disolventes.

9.1 Soporte base.

Generalmente el soporte base de una membrana impermeabilizante se realiza con una capa de mortero de cemento, con un espesor mayor que 3 cm, aplicada sobre otros elementos del sistema de impermeabilización. También puede constituir el soporte base: el mismo soporte resistente, el elemento para formación de pendientes, el aislamiento térmico o una impermeabilización a renovar. Las capas auxiliares aunque constituyan, en numerosas ocasiones, el verdadero soporte base de la membrana impermeabilizante, para evitar confusiones, no se denominan o definen en esta norma como soporte base.

Para comenzar a instalar la membrana impermeabilizante, la superficie del soporte deberá estar uniforme, sin picos, ángulos o resaltes, Para sistemas no adheridos o fijados mecánicamente, podrán admitirse irregularidades de altura superior a 1 mm, si se intercala una capa auxiliar antipunzonante, de acuerdo con lo especificado anteriormente.

La superficie del soporte y la de las capas auxiliares, deberá estar limpia y carente de cuerpos extraños. Esta exigencia deberá extenderse a los paramentos, claraboyas u otros elementos a los que se realice la conexión o remate de la impermeabilización. Sea cual sea la naturaleza de este soporte base, debe tener una resistencia a compresión mayor que 200 kPa (2 kp/cm²).

Si se trata de materiales flexibles, este valor corresponde a la tensión de compresión al 10 % de deformación relativa, según norma EN 826, con probetas prismáticas de base cuadrada, siendo los lados del cuadrado de las siguientes dimensiones: 100 x 100 mm y el espesor el mismo utilizado en la cubierta. Debe diferenciarse esta característica de la necesaria para soportar una carga uniformemente repartida, pero permanente a largo plazo.

Debe comprobarse la idoneidad física y la compatibilidad química del soporte con la membrana, para determinar la necesidad y características de la preceptiva capa auxiliar.

Las condiciones específicas más importantes de los materiales que, además de las capas de mortero, constituyen el soporte base, se indican en los apartados siguientes.

9.1.1 Hormigón celular y Mortero de áridos ligeros

El hormigón celular y los morteros realizados con áridos ligeros (arcilla expandida, perlita, vermiculita, etc.) sólo pueden servir de soporte base para membranas no adheridas, salvo que puede conseguirse la resistencia a la tracción especificada en la tabla 3 para membranas semiadheridas.

Si no tiene la resistencia a compresión adecuada, puede prepararse la superficie, con una capa de mortero de cemento cuyo espesor sea mayor que 3 cm.

9.1.2 Elementos prefabricados de hormigón

Los elementos prefabricados de hormigón sólo pueden servir de soporte base para membranas no adheridas o fijadas mecánicamente, debiendo colocarse entre el soporte y la impermeabilización una capa auxiliar antipunzonante, de acuerdo con lo que se indica anteriormente.

Para evitar el riesgo de daños mecánicos producidos por los cantos de los elementos o interacciones no deseadas, las separaciones entre elementos, no serán mayores que 5 cm.

9.1.3 Paneles aislantes

Pueden utilizarse como soporte base, siempre que cumplan las propiedades mecánicas especificadas y sean compatibles con la membrana.

Para membranas semiadheridas, solo se admitirán paneles con los que pueda conseguirse la resistencia a la tracción especificada en la tabla 3 para membranas semiadheridas.

Cuando se utilicen placas aislantes tales como planchas de poliestireno expandido o extruido, o placas de poliuretano, cuyas variaciones dimensionales producidas por los cambios de temperatura puedan influir desfavorablemente en la impermeabilización, solamente puede utilizarse como soporte base de membranas no adheridas o fijadas mecánicamente, debiendo intercalarse una capa auxiliar antiadherente entre la membrana impermeabilizante y el aislamiento térmico. Si sobre

este tipo de placas se utilizan membranas sintéticas y sobre ellas áridos sueltos, deberá anclarse en el perímetro, para evitar el efecto de reptado, que las haría separarse de los petos y provocaría arrugas en la membrana y movimientos de la protección.

Cuando estos paneles aislantes sean rígidos (placas de hormigón celular, de áridos ligeros o de vidrio celular), para evitar el riesgo de daños mecánicos producidos por los cantos de los paneles o interacciones no deseadas, las separaciones entre estos paneles, no serán mayores que 5 cm.

9.1.4 Chapa conformada metálica

La chapa metálica conformada deberá tener un espesor mayor que 0,7 mm y una flecha máxima de 1/200, de la luz entre apoyos, considerando que sobre ella actúa la combinación de las cargas permanentes de la cubierta, incluyendo la más elevada de entre las cargas de mantenimiento de la cubierta y la carga de nieve.

Para la ejecución de la membrana impermeabilizante, la rigidez de la chapa conformada será tal, que no se deformará al transitar sobre ella operarios cargados con materiales, cuyo peso total (operario y carga), sea menor que 150 kg.

Puede servir de soporte base solamente para membranas no adheridas o fijadas mecánicamente, siempre que la anchura de la superficie de las crestas sea, como mínimo, tres veces mayor que la distancia entre ellas. Debe colocarse, entre la chapa y la membrana impermeabilizante, una capa auxiliar antipunzonante, de acuerdo con lo que se indica en el apartado correspondiente.

Para evitar el riesgo de daños mecánicos o interacciones no deseadas, producidos por los cantos de los nervios, las separaciones entre la parte superior de los valles, no serán mayores que 5 cm.

También puede regularizarse toda su superficie, rellenando los senos de la chapa con un material compatible.

Cuando se utilicen chapas conformadas como soporte base de la membrana, con separaciones entre grecas mayores que 1 cm, no se admitirá el acabado del sistema, instalando directamente sobre la membrana protecciones de áridos sueltos. Si se admitirán protecciones que intercalen paneles de aislamiento, placas o losas.

9.1.5 Tablero de madera y de sus derivados

Puede servir de soporte base solamente para membranas no adheridas o fijadas mecánicamente, debiendo colocarse entre el tablero y la membrana impermeabilizante una capa auxiliar antipunzonante, de acuerdo con lo que se indica en el apartado correspondiente. Para evitar el riesgo de daños mecánicos producidos por los cantos de los tableros o interacciones no deseadas, las separaciones entre ellos no serán mayores que 5 cm.

Deberá estar seca, lisa, resistir a la flexión, soportar la carga debida al mantenimiento de la cubierta y no actuar de resorte.

Deberán tenerse en cuenta las variaciones dimensionales higrotérmicas que puedan comprometer su estabilidad dimensional.

La flecha máxima no deberá ser superior a 1/200 de la luz entre apoyos, considerando que sobre ella actúa la combinación de las cargas permanentes de la cubierta, incluyendo la más elevada de entre las cargas de mantenimiento de la cubierta y la carga de nieve.

La madera y los productos derivados de la madera (tableros) utilizados como soporte base de la membrana impermeabilizante, deben estar tratados, en función del riesgo que se les presuma, frente a los ataques de los agentes bióticos.

9.1.6 Antiguas membranas impermeabilizantes

Solo pueden utilizarse bajo membrana semiadherida, si es compatible químicamente con la existente.

Para membranas no adheridas o fijadas mecánicamente, debe comprobarse la compatibilidad con la membrana existente o intercalar, en su caso, la correspondiente capa auxiliar.

En cualquier caso, deben corregirse las posibles irregularidades existentes.

9.2 **Formas de colocación de la membrana impermeabilizante.**

Para asegurar la estabilidad de la membrana impermeabilizante frente a la presión dinámica del viento, ésta junto con el resto de componentes del sistema debe colocarse de alguna de las formas siguientes:

- No adherida (suelta y lastrada con una carga superpuesta);
- Semiadherida (fijada con adhesivo al soporte base autoportante);
- Fijada mecánicamente al soporte resistente o al soporte base autoportante.

9.2.1 Colocación de la membrana no adherida.

La membrana se colocará suelta sobre el soporte, intercalando una capa auxiliar, si fuese necesaria, de acuerdo con lo indicado anteriormente.

No existe limitación en cuanto al tipo de soporte base.

Con esta colocación pueden realizarse cubiertas tradicionales o invertidas.

Con la protección pesada adecuada, admite cualquier uso de la cubierta.

La fijación del sistema se realiza con la protección o lastrado con grava, losas o capas monolíticas de mortero o pavimento.

9.2.2 Colocación de membranas semiadheridas

En este caso, la membrana es el último elemento del sistema de impermeabilización y queda sometida a diversos factores que pueden influir en el comportamiento y durabilidad del sistema de impermeabilización. Por ello, las láminas que se utilicen en su confección, deberán acreditar que conservan el conjunto de sus propiedades, de modo satisfactorio, un mínimo de 10 años, teniendo en cuenta el posible microclima especial de la zona donde esté situado el edificio: ambientes marinos o industriales.

Está indicada para su instalación sobre cualquier soporte base firme y liso, siempre que se garantice la resistencia a la tracción especificada en la tabla 3 para membranas semiadheridas.

Con esta forma de colocación sólo pueden realizarse cubiertas, con aislamiento, tradicionales o no aisladas.

Solamente admite un uso de la cubierta no transitable, limitado al mantenimiento de la propia impermeabilización.

Para realizar esta instalación, se utilizan láminas que llevan adheridas de fábrica, en su cara inferior, un fieltro sintético de espesor ≥ 1 mm y masa ≥ 250 g/m². Su resistencia a la tracción deberá ser ≥ 500 N/50 mm.

Estas láminas se presentan generalmente con orillas desprovistas de fieltro, para poder solapar y soldar longitudinalmente para formar la membrana. Cuando se utilicen piezas en las que el fieltro llegue hasta las orillas se colocarán las piezas a tope y se soldará sobre la junta longitudinal una banda de lámina de 10 cm de anchura, como mínimo, de tal forma que quede centrada sobre aquella. Para realizar las uniones transversales entre láminas, se colocarán éstas de tal forma que los dos bordes que se vayan a unir, queden a tope y, sobre la junta, se soldará una banda de lámina de 10 cm de anchura, como mínimo, de tal forma que quede centrada sobre aquella y que sobresalga al menos 5 cm por cada lado de la lámina, en el caso de que se utilicen láminas con orillas desprovistas de fieltro o de las bandas longitudinales en el caso de que se utilicen láminas en las que el fieltro llegue a las orillas.

Se debe comprobar que el soporte base, formado por los elementos a los que se adhiere la membrana: antiguas capas bituminosas, paneles aislantes, etc., están firmemente adheridos o fijados al soporte resistente y su superficie debe tener el aspecto de un fratasado fino, sin resaltes u oquedades de altura superior a 1 mm.

La membrana se adherirá al soporte base mediante un adhesivo compatible con ella. El adhesivo se extenderá sobre el soporte base en franjas, regularmente repartidas y con la dotación adecuada a las cargas de viento previstas, en la zona geográfica donde esté situado el edificio, a la altura de la cubierta y a la zona de la misma: ángulo, borde o esquina.

El adhesivo aplicado proporcionará a la membrana la resistencia a la tracción recogida en la tabla 3, en caso contrario deberá complementarse mediante lastrado o fijación mecánica parcial:

Tabla 3.		Resistencia a tracción, en kN/m ² , de la membrana semiadherida		
Altura del edificio y situación topográfica (1)		Zona de la cubierta(2)		
Normal	Expuesta	Ángulos	Bordes	Centro
0 a 10		2,4	1,6	1,2
11 a 20	0 a 10	3,2	2,4	1,6
Más de 20	Más de 10	(3)	(3)	(3)

- 1) La altura H deberá medirse según se determina en la figura 1.
- 2) La zona de la cubierta se determina según figura 2.
- 3) En este caso el cálculo se realizará de acuerdo con la normativa vigente sobre cargas de viento

9.2.3 Colocación de la membrana fijada mecánicamente

En este caso, la membrana es el último elemento del sistema de impermeabilización y queda sometida a diversos factores que pueden influir en el comportamiento y durabilidad del sistema de impermeabilización. Por ello, las láminas que se utilicen en su confección, deberán acreditar que conservan el conjunto de sus propiedades, de modo satisfactorio, un mínimo de 10 años, teniendo en cuenta el posible microclima especial de la zona donde esté situado el edificio: ambientes marinos o industriales.

Con esta colocación solamente pueden realizarse cubiertas aisladas tradicionales o sin aislamiento.

Admite solamente un uso no transitable de la cubierta, limitado al mantenimiento de la propia impermeabilización.

Para realizar esta instalación se utilizan láminas cuya resistencia al desgarro iniciado sea > 130 N (UNE 104302).

El sistema se une al soporte resistente mediante elementos de fijación. En la fijación mecánica, junto con la membrana impermeabilizante se fijan, individual o simultáneamente, las capas inferiores, tales como la barrera contra el vapor, el aislamiento térmico, etc.

Los paneles del aislante térmico deben quedar fijados al soporte resistente, con dos fijaciones como mínimo, que no deben coincidir con las juntas entre paneles. Como las fijaciones atraviesan el aislamiento térmico y la barrera de vapor, deben tenerse en cuenta estos puentes térmicos al realizar los cálculos higrotérmicos de las cubiertas

Las fijaciones de las láminas en el perímetro de la cubierta deben alinearse paralelamente al mismo.

El elemento de fijación debe ser adecuado al material de que esté hecho el soporte. Se comprobará la resistencia a la tracción del elemento de fijación al soporte resistente para garantizar una correcta fijación mecánica.

Los elementos de fijación deben soportar por punto de anclaje una carga a tracción admisible mayor que 400 N.

Los perfiles, flejes, discos, placas o platabandas deben efectuar, con su superficie de contacto, una presión uniforme sobre la lámina.

Ninguna línea de anclaje debe estar situada a más de 2 m de sus contiguas.

En las membranas fijadas con flejes o perfiles, estos han de ser instalados dejando en los puntos de unión una holgura para poder absorber los movimientos debidos a efectos térmicos. Si los flejes o perfiles están plastificados, estas holguras se cubrirán mediante una tira de la lámina impermeabilizante que se está instalando, colocando dicha "tira cubrejuntas" encima de la ranura, soldándola por ambos lados al revestimiento del perfil, debiendo quedar dichas " tiras cubrejuntas" sueltas encima de la ranura.

Como la membrana es el elemento más externo del sistema de impermeabilización, debe calcularse su estabilidad frente a la presión dinámica del viento en función de la forma del edificio, de su altura sobre el terreno, de su situación topográfica, y de la zona específica de la cubierta.

De forma orientativa, se determina en la tabla 4, el número de puntos de fijación por metro cuadrado a partir de la altura del edificio y la zona de la cubierta.

Tabla 4.		Número de puntos de fijación por m ² , con anclajes con una resistencia a la tracción mayor que 400N		
Altura del edificio y situación topográfica (1)		Zona de la cubierta(2)		
Normal	Expuesta	Ángulos	Bordes	Centro
0 a 10		6	4	3
11 a 20	0 a 10	8	6	4
Más de 20	Más de 10	(3)	(3)	(3)

- 1) La altura deberá medirse según se determina en la figura 1.
- 2) La zona de la cubierta se determina según figura 2.
- 3) En este caso el cálculo se realizará de acuerdo con la normativa vigente sobre cargas de viento

NOTAS

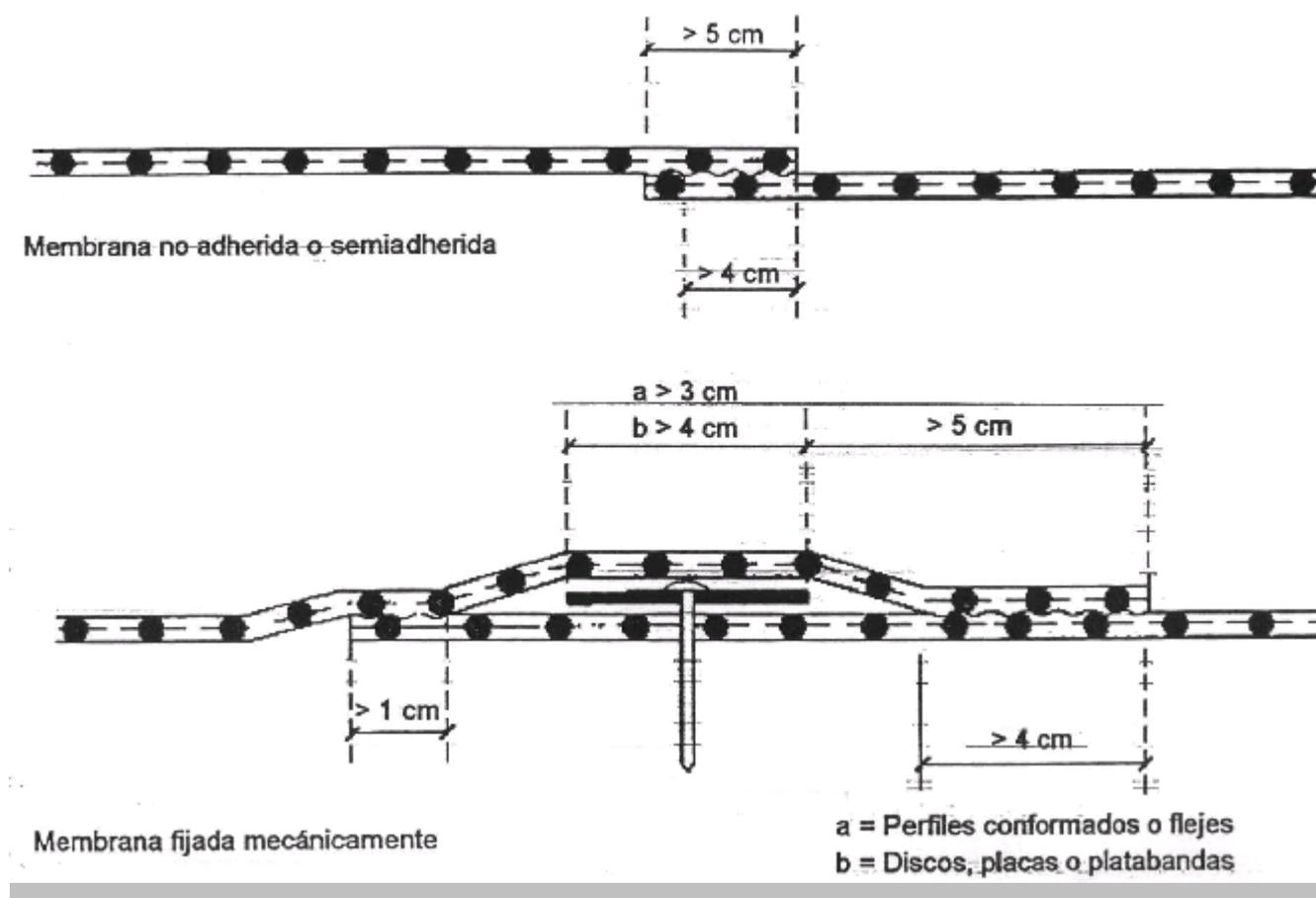
Esta tabla es válida para cualquier zona eólica en edificios con cubiertas de hormigón.

En el caso de cubiertas de chapa grecada la tabla será válida para edificios con menos de un 33 % de huecos en cerramientos verticales que conecten directamente con la cubierta.

En el caso de cubiertas de chapa grecada y edificios con más de un 33 % de huecos en cerramientos verticales que conecten directamente con la cubierta, la tabla no será válida, En este caso el cálculo se realizará de acuerdo con la normativa vigente sobre cargas de viento.

9.3 Realización de las uniones entre láminas (solapos).

La colocación de las láminas deberá hacerse de tal forma que ningún solapo transversal de cada hilera resulte alineado con ninguno de los de las hileras contiguas y deberán disponerse de la manera que se indica en las figuras 3 .



Las soldaduras se realizarán con disolvente (cuando lo autorice el fabricante de las láminas) o mediante aire caliente; no obstante si las soldaduras se realizan en taller (grandes piezas prefabricadas) también podrán hacerse por alta frecuencia o mediante cuña caliente.

Las uniones entre láminas no se realizarán con adhesivos.

No deberán unirse más de tres láminas en un solo punto.

En las uniones en T (tres láminas que se cruzan en un punto) se achaflanará la lámina inferior para evitar que se produzcan filtraciones capilares.

El vértice que forman los bordes transversal y longitudinal de la pieza superior se cortará en forma de curva.

Las superficies que estén en contacto en el solapo deberán estar limpias y secas.

9.3.1 Soldadura con disolvente.

Algunos tipos de láminas no admiten este tipo de soldadura, por lo que solo podrá realizarse si lo autoriza el fabricante de las láminas y con el disolvente recomendado por él.

Sobre las superficies que están en contacto en el solapo deberá aplicarse simultáneamente con una brocha una capa del disolvente recomendado por el fabricante de las láminas. Se presionará la zona de unión durante uno o dos segundos, para dar tiempo a que el disolvente funda y suelde las dos caras de las láminas en contacto.

Estas uniones sólo se pueden realizar cuando la temperatura ambiente es mayor que $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Si no hubiera más remedio que trabajar por debajo de esta temperatura, deberá calentarse la lámina, con un soplete de aire caliente, antes de proceder a la soldadura con disolventes

9.3.2 Soldadura por aire caliente.

Se fundirá el material de ambas caras del solapo, mediante la energía aportada por un chorro de aire caliente de un aparato electro-soplante y se presionará uniformemente con un rodillo, de manera que resulte una unión homogénea e instantánea.

9.3.3 Soldadura por cuña caliente.

La soldadura por cuña caliente se realizará mediante aparatos cuyo vástago final transmita por contacto la temperatura suficiente para fundir las zonas de solapo de las láminas, al tiempo que se presionará uniformemente con un rodillo de manera que resulte una unión homogénea e instantánea. Deberá realizarse en un ambiente interior, sin corrientes de aire, limpio y seco.

9.3.4 Verificación y ensayo de uniones.

Para verificar las uniones se hará un control físico utilizando una aguja metálica roma (con punta redondeada con un radio entre 1 mm y 3 mm), pasándola a lo largo del canto de la unión, en un ángulo $> 10^{\circ}$ y $< 30^{\circ}$. El control de la soldadura realizada con disolventes se realizará cuando haya transcurrido un tiempo mayor que 5 horas.

Cuando la soldadura se realice mediante una máquina automática que efectúa dos soldaduras paralelas simultáneas, dejando un canal de prueba intermedio, es posible comprobar la hermeticidad de la unión mediante una prueba de presión de aire comprimido, según UNE 104481-3-2.

En caso de dudas sobre la resistencia de las soldaduras, puede realizarse un ensayo destructivo en laboratorio, según UNE 53419, para determinar la resistencia de las uniones por cizalladura bajo esfuerzo de tracción.

Las operaciones de extracción de muestras y la correspondiente reparación, serán realizadas por el propio instalador que aplique la membrana, en la densidad convenida que, no superará 1 muestra por cada 100 m² o por cada cubierta de superficie menor que 100 m².

Las probetas ensayadas que tengan unión soldada deben romper por la zona no soldada y presentar un valor mínimo del 70% de la carga máxima obtenida por las probetas de lámina sin soldar.

10 TRATAMIENTO DE LOS PUNTOS SINGULARES

En las cubiertas existen determinadas zonas y puntos singulares para los cuales es necesario establecer exigencias especiales.

Entre estos puntos pueden incluirse:

- anclajes perimétricos;
- encuentro entre dos faldones (limahoyas);
- encuentro de un faldón con un elemento emergente;
- encuentro de un faldón con un elemento pasante;
- encuentro de un faldón con un desagüe;
- bordes extremos de un faldón;
- juntas del soporte base;
- rincones y esquinas;
- desagües de seguridad en paramentos;
- accesos a la cubierta, y
- anclajes y apoyos de otros elementos.

10.1 Anclajes perimétricos

Las láminas que experimenten efectos de retracción, por mínimos que sean: si al ensayar su comportamiento al calor a 80° C/6 h (UNE 53358), la variación de medidas es mayor que 0,009 %, deben fijarse mecánicamente con un anclaje perimétrico en los encuentros entre dos planos o entre un plano y un elemento de sección circular, emergente o pasante, que se junten en un ángulo inferior a 160° (véase la figura 4). No será necesario realizar el anclaje en el encuentro entre dos planos verticales, si su altura es menor que 1 metro.

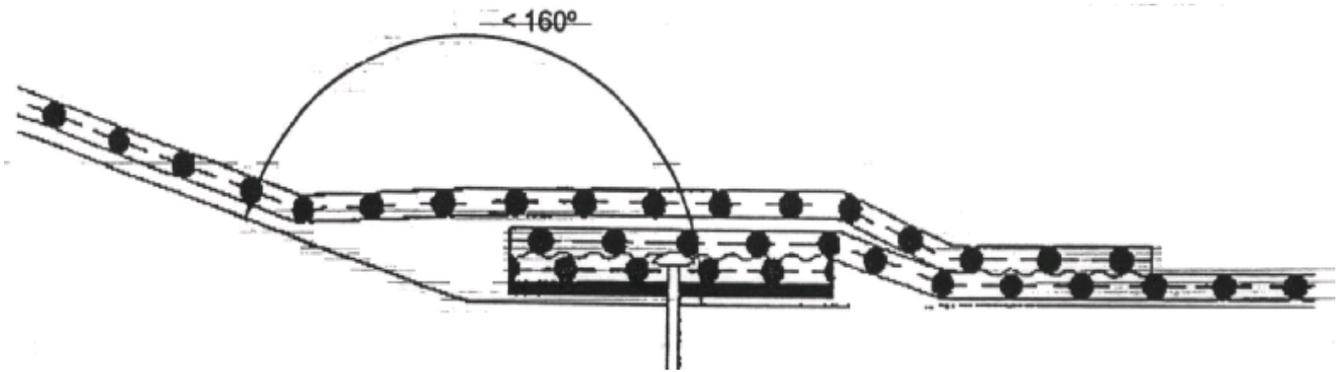


Fig.4 - Anclaje

Este anclaje perimétrico se realizará aunque la membrana se instale semiadherida o fijada mecánicamente.

Habitualmente, una lámina de PVC-P no experimenta retracciones.

Deben hacerse los anclajes perimétricos también, aunque la lámina no experimente efectos de retracción, cuando el soporte base de una membrana no adherida, esté constituido por elementos discontinuos, que experimentan variaciones dimensionales producidas por los cambios de temperatura, tales como: paneles de aislamiento térmico de poliestireno expandido o extruido o placas de poliuretano, siempre que la protección pesada sea, únicamente, de grava colocada suelta, para evitar que, por el efecto llamado de reptado, la membrana se arrugue y se separe de los paramentos, provocando incluso el desplazamiento de la protección.

10.1.1 Anclaje en el encuentro entre dos planos

El anclaje se hará linealmente. La línea de fijación podrá realizarse con pletinas o con perfiles de chapa colaminada.

La línea de fijación se instalará lo más cerca posible del ángulo y nunca estará situada a una distancia mayor que 20 cm de la confluencia o encuentro (véase la figura 5).

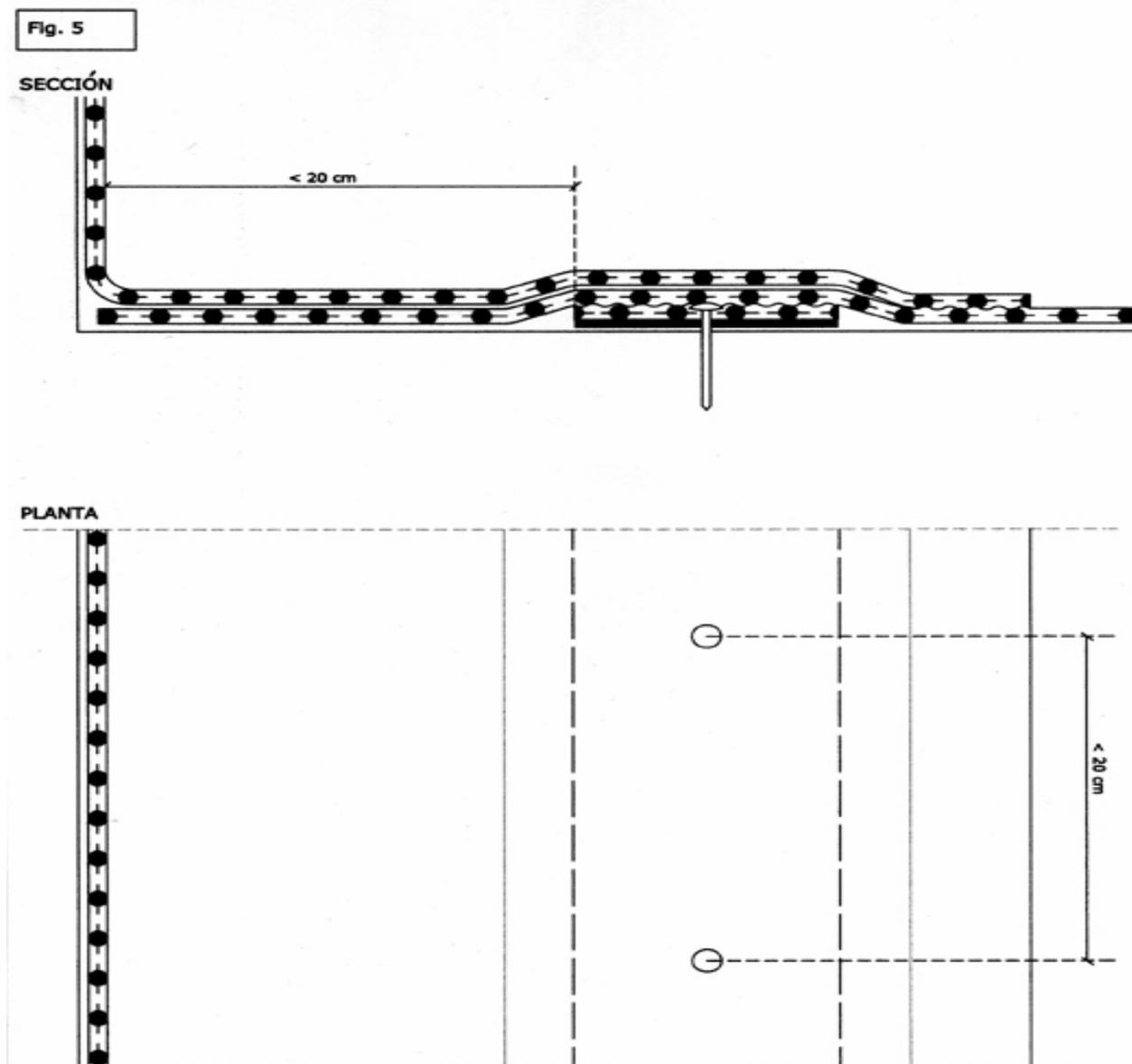


Fig.5

El anclaje de las pletinas o perfiles en el faldón se realizará mediante tacos tirafondos, cuando el soporte base es de materiales pétreos, o mediante tornillos autorroscantes, cuando se trate de soportes de madera o de chapa. En este último caso también pueden emplearse remaches. Los tacos, tornillos o remaches que fijen estos perfiles, nunca estarán a una distancia entre sí mayor que 20 cm y tendrán que soportar por punto de anclaje, una carga cortante admisible de 480 N.

Cuando no sea posible fijar las pletinas en un soporte base blando (paneles aislantes, hormigón celular, etc.), podrá hacerse el anclaje perimétrico por medio de perfiles en forma de ángulo, fijados al paramento (véase figura 6). En este caso las fijaciones tendrán que estar a una distancia entre sí menor que 10 cm, para compensar el esfuerzo que pasa a ser de tracción en lugar de cortante.

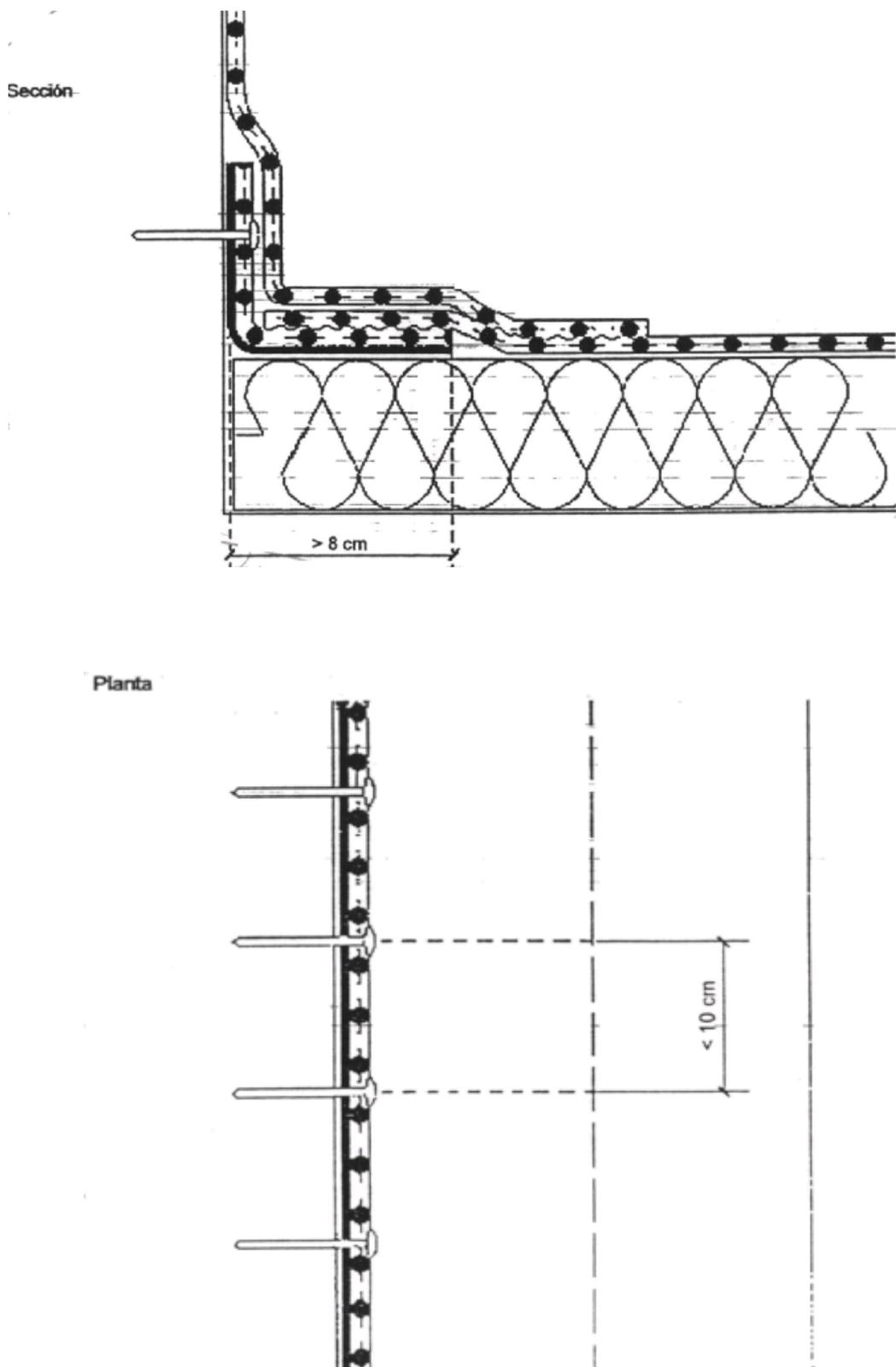


Fig.6

10.1.2 Anclaje en el encuentro entre un plano con cualquier elemento emergente o pasante de sección circular

El anclaje perimétrico, rodeará el elemento a una distancia no mayor que 20 cm de su borde. El anclaje no será necesario cuando se utilicen elementos prefabricados provistos de un ala rígida de PVC ya que al soldarse la membrana a ella, actúa como anclaje perimétrico.

10.1.3 Anclaje en el encuentro entre dos faldones (limahoyas)

Las láminas que experimenten efectos de retracción, por mínimos que sean, deben fijarse, al menos, a uno de los faldones, lo más cerca posible del encuentro de dos faldones cuyas caras exteriores formen un ángulo menor que 175° .

10.2 **Conexión de la membrana con paramentos**

10.2.1 Conexión en el encuentro de un faldón con un elemento emergente

Para facilitar la conexión de la membrana con paramentos que sobresalgan de la cubierta e instalar las piezas de refuerzo prefabricadas de rincones y esquinas, los dos planos deberán encontrarse, preferentemente, en ángulo recto, sin los chaflanes o escocias prescritos para otros tipos de láminas. Es necesario situar los elementos emergentes de tal forma, que queden separados, como mínimo 50 cm de los encuentros entre paramentos que se unan en ángulos inferiores a 100° ; y la distancia entre las paredes de dos elementos contiguos, será mayor que 25 cm, para poder efectuar adecuadamente la entrega, de la membrana al elemento que sobresalga de la cubierta (véase la figura 7).

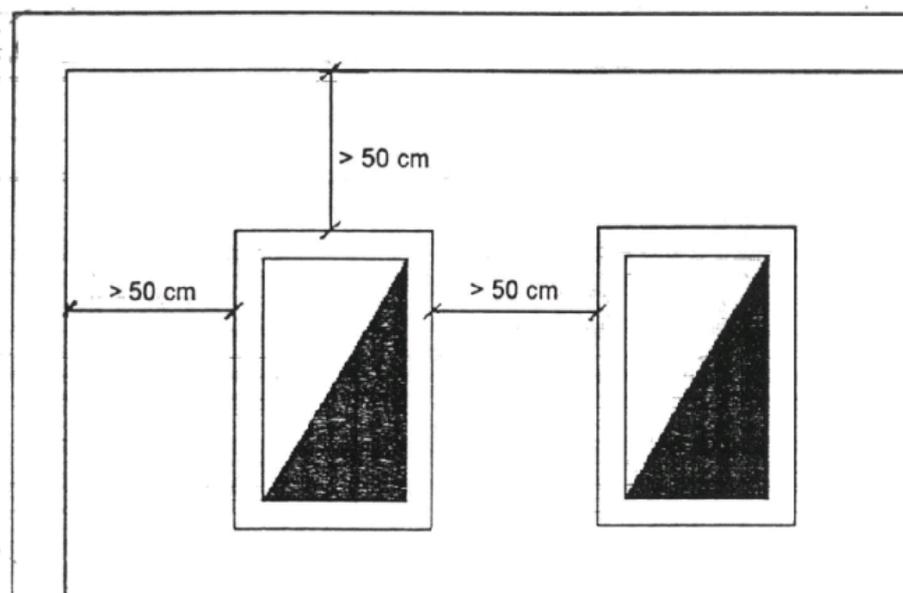


Fig.7

En el encuentro de la cubierta con un paramento, cuya superficie cercana al faldón sea permeable, debe hacerse una conexión con el paramento. Esta entrega consiste en soldar sobre la membrana del faldón, que debe llegar hasta el paramento, una banda de lámina que solape sobre ella un mínimo de 10 cm y que se elevará por el paramento hasta una altura de 15 cm, como mínimo por encima del nivel de la superficie de la cubierta acabada. Dicha altura deberá establecerse de forma tal que no sea menor que la máxima altura del nivel del agua previsible en la cubierta, en caso de obturación de los desagües.

Cuando la banda se eleve y recubra un paramento de gran altura, debe adherirse o fijarse mecánicamente, mediante anclajes lineales, situados a una distancia menor que 2 m, según se ha descrito para las membranas colocadas de esta forma.

El borde superior de la parte de la membrana que cubre el paramento, debe estar protegido adecuadamente para que no entre el agua de escorrentía. Puede conseguirse mediante retranqueo o mediante perfiles metálicos sellados. Para este tipo de membranas, por su poco espesor y mínimo coeficiente de rozamiento, no es conveniente hacerlo, únicamente, mediante roza.

Cuando la entrega se realice mediante retranqueo, éste tendrá una profundidad mayor que 5 cm desde la superficie externa del paramento y una altura que permita a la lámina llegar hasta el nivel requerido y que quede una distancia mayor que 5 cm entre el borde de la lámina y la parte superior del retranqueo, para permitir un correcto agarre del rodapié o de la protección final del retranqueo.

Cuando la entrega se realice mediante perfiles inoxidables fijados en el borde superior de la banda que sube por el paramento, deben estar provistos de una pestaña, al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón o sellado elástico e imputrescible, que cubra la ranura entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista deberá estar completamente redondeada, para evitar que pueda dañarse la lámina.

La lámina debe asomar entre la pestaña superior del perfil y el paramento, pero sin que supere los 2 mm.

El sellado debe tener una sección triangular, y los lados en contacto con el perfil y el paramento, una anchura mínima de 5 mm (véase figura 8) . Antes de aplicarlo se limpiarán bien las superficies de la pestaña y del paramento sobre el que vaya a adherirse el sellado.

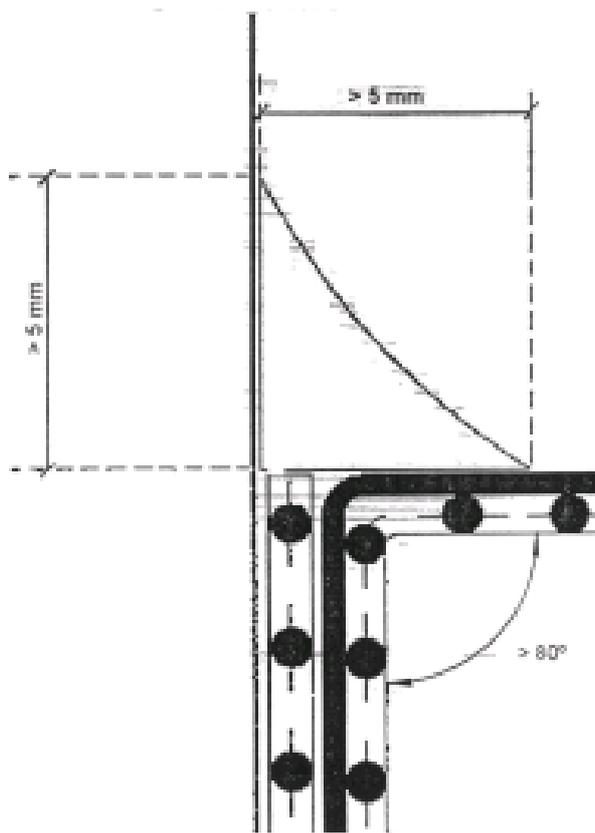


Fig.8

Para evitar los movimientos excesivos producidos por la dilatación térmica, la distancia entre los anclajes de los perfiles no deberá ser mayor que 25 cm.

Los perfiles se colocarán uno a continuación de otro, nunca solapando uno sobre el otro, colocando el primer taco o fijación a una distancia de 5 cm de la junta.

En el caso de petos bajos o, si se desea, en petos normales, la entrega puede hacerse mediante un perfil en forma de ángulo que descuelgue por la parte exterior del peto a modo de goterón.

El ala horizontal de dicho perfil tendrá una anchura mayor que 6 cm y por ella se fijará el perfil al peto, mediante anclajes situados a una distancia entre sí menor que 25 cm.

La banda de conexión cubrirá todo el peto soldándose al perfil de chapa colaminada, de forma que la cabeza de los tornillos quede oculta.

La lámina que se emplee en las conexiones debe estar protegida, salvo que sea específicamente resistente a la intemperie.

10.2.2 Conexión en el encuentro de un faldón con un elemento pasante

Es en la fase del proyecto cuando tiene que resolverse el paso de tubos o conductos al interior del edificio y, procurando que se realice en los paramentos, por encima del nivel de la banda de conexión de la membrana impermeabilizante. Se tendrá en cuenta el distinto coeficiente de dilatación de los materiales en contacto, para dejar una holgura entre el tubo y el paramento, que se sellará con un sellador elástico permanente.

Si no hubiera más remedio que atravesar la membrana impermeabilizante, podría resolverse mediante la construcción de una caseta, para que los tubos o conductos entren en ella por un paramento y al local por el interior de la caseta. Si no se soluciona de esta forma, es necesario situar los elementos pasantes de tal forma, que queden separados, como mínimo 50 cm de los encuentros entre paramentos que se unan en ángulos inferiores a 100°; y la distancia entre las paredes de dos elementos contiguos, será mayor que 25 cm, para poder efectuar adecuadamente la entrega, de la membrana al elemento que sobresalga de la cubierta.

Cuando un elemento vertical atraviese el soporte base, con una sección cuadrada o rectangular, se tratará según lo explicado para elementos emergentes.

Cuando el elemento pasante sea de sección circular, como en el caso de una chimenea o conducto de ventilación, la entrega se realizará mediante accesorios prefabricados o, en su defecto, fabricando un manguito con láminas sin armar.

Si las paredes del elemento emergente o pasante no son impermeables, el borde superior de la lámina que forma el manguito, se elevará hasta una altura mayor que 15 cm sobre el máximo nivel de la cubierta terminada y deberá cubrirse con un sombrero o una pletina sellada, según se ha descrito anteriormente.

La lámina que se emplee en las conexiones deberá estar protegida, salvo que sea específicamente resistente a la intemperie.

10.2.3 Conexión en el encuentro con bordes extremos de un faldón

La entrega, de la membrana impermeabilizante a un borde libre, sin petos perimétricos, puede hacerse mediante un perfil en forma de ángulo que descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón.

El ala horizontal del perfil tendrá una anchura mayor que 6 cm y por ella se fijará el perfil al faldón, mediante anclajes situados a una distancia entre sí menor que 25 cm. La membrana cubrirá, al menos la parte horizontal, soldándose al perfil de chapa colaminada, ocultando la cabeza de los tornillos.

No se admitirán soluciones consistentes en unir la membrana al borde mediante adhesivos.

10.3 *Rincones y esquinas*

En los rincones y en las esquinas se colocará una pieza de refuerzo, preferentemente prefabricada, adaptada a la esquina o al rincón. Estas piezas de refuerzo deben tener un espesor de 1,2 mm, como mínimo y se extenderán por los tres planos adyacentes hasta una distancia mayor que 6 cm desde el vértice.

10.4 *Desagües*

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

El desagüe de la cubierta puede realizarse con los procedimientos siguientes:

- ◆ Sumideros verticales, integrados en el faldón.
- ◆ Sumideros horizontales, integrados en paramentos.
- ◆ Canalones integrados en los faldones.
- ◆ Canalones prefabricados situados fuera de los faldones

10.4.1 Anclajes perimétricos junto a desagües:

Cuando el desagüe se realice mediante canalones o sumideros integrados en los faldones o en los paramentos, las láminas que experimenten efectos de retracción, por mínimos que sean, deben fijarse al soporte mediante un anclaje perimétrico.

Cuando los sumideros estén integrados en los faldones o en los paramentos, el anclaje perimétrico rodeará el sumidero a una distancia no mayor que 20 cm del borde del mismo. Este anclaje no será necesario cuando se utilicen sumideros prefabricados provistos de un ala rígida de PVC, pues la soldadura del ala con la membrana, actúa como anclaje.

Cuando el desagüe se realice mediante canalones de sección circular, el anclaje perimétrico estará situado en los faldones adyacentes, lo más cerca posible de su encuentro con aquéllos.

Cuando el desagüe se realice mediante canalones de sección rectangular, el anclaje será doble y podrá situarse en el fondo del canalón, lo más cerca posible de las paredes que lo conforman.

10.4.2 Entrega de la membrana a los sumideros

La unión de la membrana con el sumidero o canalón integrado en el faldón y la de éstos con la bajante debe ser estanca.

La unión de la salida del sumidero con la bajante debe situarse por debajo de la cara inferior del forjado

Se utilizarán sumideros provistos: de ala rígida de PVC, o de una corona de conexión del mismo material con el que se realiza la membrana, con una anchura mínima de 6 cm, a la que se soldará la lámina impermeabilizante. La unión al sumidero no se realizará mediante adhesivos en ningún caso.

Para facilitar la entrega, de la membrana al sumidero vertical, es necesario situar estos de tal forma, que queden separados, como mínimo 50 cm de los encuentros entre paramentos que se unan en ángulos inferiores a 100°; y a 25 cm de los paramentos, bancadas, claraboyas o de cualquier elemento que sobresalga de la cubierta.

Si no fuera posible separar la boca del sumidero de los paramentos, el desagüe se realizará mediante sumideros horizontales o gárgolas prefabricadas. Serán de sección rectangular, situados en los paramentos, provistos de ala rígida de PVC o de una corona de conexión del mismo material con el que se realiza la membrana. La unión de la salida del sumidero con la bajante, en caso de no ser de caída libre, debe situarse por detrás del paramento, nunca en su interior.

10.4.3 Entrega de la membrana a los canalones.

El canalón integrado debe tener un fondo de anchura mayor que 30 cm. La pendiente será la requerida para el tipo de lámina utilizada en su impermeabilización. La arista de encuentro con el faldón, una vez terminada la impermeabilización, nunca estará situada, a más de 2 mm, por encima del nivel de la superficie de los faldones que confluyen a él.

10.4.4 Entrega de la membrana de los canalones a las bajantes

En el desagüe puntual del canalón, el borde del sumidero debe quedar a una distancia mayor que 10 cm de las paredes del canalón, para facilitar la conexión. Dicho borde nunca estará situado a más de 2 mm, por encima del nivel de la superficie del fondo del canalón que confluye a él.

Cuando se utilice un canalón prefabricado, situado fuera de los faldones, el tratamiento será el que se describe para el borde extremo de un faldón.

10.5 **Desagües de seguridad en paramentos**

Deben colocarse desagües de seguridad en la cubierta en los casos siguientes:

- cuando en la cubierta exista una sola bajante;
- cuando se prevea que el agua acumulada, en el caso de que se obture una bajante, no pueda evacuarse por otras, debido a la disposición de las bajantes o de la cubierta;
- cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad del soporte resistente.

Para facilitar la entrega de la membrana al desagüe de seguridad, es recomendable situar éstos de tal forma que queden separados 50 cm, como mínimo, de los encuentros entre paramentos que se unan en ángulos inferiores a 100° y a 25 cm de los paramentos, bancadas, claraboyas o cualquier elemento que sobresalga de la cubierta

El nivel del desagüe debe fijarse a una altura comprendida entre la del punto más bajo y la del más alto de la entrega de la impermeabilización a los paramentos. El borde superior del desagüe deberá estar situado a una altura inferior al borde superior de la parte de la membrana que cubre el paramento, para evitar que el nivel de agua supere la impermeabilización.

La altura del borde inferior del desagüe de seguridad deberá establecerse de forma tal que no sea menor que la máxima altura del nivel del agua previsible en la cubierta.

La suma de las áreas de las secciones de los desagües de seguridad de una zona debe ser igual o mayor que la de las bajantes de aguas pluviales de dicha zona.

Cuando el desagüe de seguridad se sitúe en el paramento exterior de la cubierta, el canal de desagüe debe sobresalir 5 cm, como mínimo, de la pared exterior y disponerse con pendiente descendente hacia el exterior, y las secciones de los desagües deben ser preferentemente rectangulares con su máxima dimensión situada en horizontal.

Se utilizarán sumideros horizontales o gárgolas prefabricadas, de sección rectangular, provistos de ala rígida de PVC o de una corona de conexión del mismo material con el que se realiza la membrana, a la que se soldará la lámina de la conexión. La unión al sumidero en ningún caso se realizará mediante adhesivos.

10.6 **Juntas.**

La planta de la cubierta, cuando deban tratarse las juntas, debe despiezarse, a partir de las juntas estructurales del edificio, si las hubiera, en paños preferentemente rectangulares.

Todos los elementos rígidos de la cubierta deben respetar las juntas de dilatación del edificio o del soporte resistente de la cubierta.

El tratamiento de las juntas del soporte base será diferente según la relación de la membrana con el soporte y de la flexibilidad de la membrana impermeabilizante:

10.6.1 Juntas en membranas no adheridas o fijadas mecánicamente.

No es necesario tratar las juntas del soporte base de la membrana cuando, durante toda la vida útil de la membrana (que nunca será inferior a 10 años), se dan las siguientes condiciones: láminas sin armar o armadas con fibra de vidrio: el alargamiento a la rotura de las láminas con las que se confecciona sea mayor que el 200%; láminas armadas con tejidos sintéticos: el alargamiento a la carga máxima sea mayor que el 10%.

Puede estimarse que las láminas conservarán estas propiedades si, después de someterlas al ensayo de envejecimiento térmico (UNE 104302, véase el apartado 4), en las láminas sin armar o armadas con fibra de vidrio: el alargamiento a la rotura sea mayor que el 160% y en las láminas armadas con tejidos sintéticos: el alargamiento a la carga máxima sea mayor que el 8%.

Se debe facilitar el movimiento de la membrana intercalando capas auxiliares de fieltro sintético entre el soporte base y la membrana y entre ésta y la protección rígida o monolítica.

Si las láminas con las que se confecciona la cubierta tuvieran necesidad de anclajes perimétricos, tales anclajes deberán cortarse al atravesar las juntas en el encuentro con paramentos.

En las cubiertas realizadas con membranas no adheridas, cuyas láminas no alcancen los valores indicados o no se tenga la certeza de que puedan mantenerlos durante toda la vida útil de la membrana, se respetarán las juntas del soporte resistente, recomendándose hacer juntas en el soporte base, a distancias menores que 15 m, si fuera mayor la distancia entre las juntas estructurales, tratándose de alguna de las formas siguientes:

10.6.1.1 Tratamiento añadiendo una banda de lámina más flexible:

Se hará un anclaje perimétrico con una pletina de chapa colaminada de una anchura mayor que 6 cm a una distancia a ambos lados de la junta comprendida entre 30 y 50 cm. Sobre estos anclajes se soldará la membrana procedente de los faldones y, sobre la membrana y cubriendo la junta, se soldará una banda de lámina que cumpla los requisitos de alargamiento especificados.

10.6.1.2 Tratamiento de la junta con la propia lámina:

Si no se contara con láminas que posean los valores indicados, se instalarán los anclajes perimétricos a ambos lados de la junta tal y como se indica en 10.6.1.1; a continuación a estos anclajes se soldará la membrana procedente de los faldones y sobre ella se soldará, cubriendo la junta, una banda de lámina de un espesor mayor que 1,5 mm, con un fuelle en el centro, que sobrepasará, al menos en 2 cm la altura de la membrana en el borde de la junta. Para facilitar su instalación, puede disponerse un cordón de espuma sintética, compatible con las láminas.

10.6.2 Juntas en membranas semiadheridas:

Las juntas se realizarán como se especifica en 10.6.1.2.

10.7 **Accesos a la cubierta y aberturas en los paramentos**

10.7.1 Accesos en los faldones

Deben instalarse sobre un peto con una altura tal que no sea menor que la máxima altura del nivel del agua previsible en la cubierta. A continuación se hará un tratamiento de acuerdo con lo especificado en el apartado "Encuentro de un faldón con un elemento emergente".

10.7.2 Accesos en los paramentos

El umbral de la puerta, el paso de conductos o el alféizar de las ventanas, deberá estar situado a una altura de 15 cm por encima del nivel superior del lastre o del pavimento, para evitar que cuando haya acumulación de nieve, embalse de agua por obstrucción de desagües, o cuando llueva, la humedad pueda pasar al interior.

La banda de membrana que se eleve por el muro cubrirá totalmente el escalón y se elevará por los laterales del hueco hasta una altura mayor que 15 cm. Preferentemente se tratará como lo explicado en el caso de petos bajos, haciendo la entrega de la membrana mediante un perfil de chapa colaminada en forma de ángulo, que descuelgue por la parte interior del peto formado por el umbral o por el vano, con el fin de resguardar esta zona, durante la obra, hasta su definitivo recubrimiento o protección.

Cuando las necesidades de uso (puertas de hospitales, residencias de ancianos, etc.) no permitan la colocación de escalones, la puerta deberá retranquearse al menos 1 m, y el suelo en el retranqueo deberá tener una pendiente hacia el exterior que permita alcanzar en el umbral una altura mayor que 15 cm respecto al nivel superior del pavimento en el resto de la cubierta. La membrana recubrirá todo el suelo retranqueado hasta el umbral. Si no fuera posible elevar o retranquear el umbral, se impermeabilizará el suelo del local de modo que se impida que la previsible entrada de agua al interior, se manifieste en los techos de los locales situados debajo.

10.8 **Anclajes y apoyos de otros elementos**

Es en la fase de proyecto, cuando tiene que resolverse la fijación de soportes de aparatos, anclajes de antenas o mástiles, perfiles y apoyos de las barandillas, etc. teniendo en cuenta que no deben atravesar la impermeabilización, por lo que siempre que sea posible, se fijarán al paramento exterior del edificio o al paramento interior, por encima de la conexión de la membrana o sobre bancadas apoyadas en el pavimento, por encima de la impermeabilización.

Si los anclajes y apoyos tienen que atravesar la impermeabilización, la solución de impermeabilización será análoga a la descrita para el caso de elementos pasantes.

En cualquier caso la conexión deberá ser elástica para que pueda soportar los movimientos que, a causa del viento, muchos de estos elementos suelen experimentar.

11 **PRUEBAS DE SERVICIO**

Es recomendable realizar dos pruebas de servicio: una cuando se ha terminado la membrana impermeabilizante y otra cuando se ha terminado la protección y la disposición de elementos sobre la cubierta.

La prueba de servicio debe consistir en una inundación, hasta un nivel de 5 cm, aproximadamente, por debajo del punto más alto de la entrega más baja de la impermeabilización, en paramentos y teniendo en cuenta que la carga de agua no sobrepase los límites de resistencia de la cubierta.

La inundación debe mantenerse hasta el nivel indicado durante 24 horas, como mínimo. Los desagües deben obturarse mediante un sistema, tipo rebosadero, que permita evacuar el agua en el caso de que se rebase el nivel requerido, para mantener éste.

Una vez finalizada la prueba, deben destaparse los desagües; la operación debe realizarse de forma progresiva para evitar que la evacuación del agua produzca daños en las bajantes.

En las cubiertas en las que no sea posible la inundación debe procederse a un riego continuo de la cubierta durante 48 horas, como mínimo

La prueba, en cualquier caso, se dará por terminada cuando hayan transcurrido 72 horas desde su comienzo, aunque puede mantenerse la inundación para contribuir a la protección de la membrana, de posibles daños originados por operarios de otros oficios, si el aplicador lo estimara necesario.

12 **CONTROLES EN OBRA**

Antes de comenzar los trabajos o durante la ejecución de los mismos, debe comprobarse que los componentes del sistema de impermeabilización, cumplen las características mínimas que se determinan en los diversos apartados de la norma, efectuando todos o alguno de los controles que se especifican, según el sistema previsto.

12.1 **Relación de controles**

12.1.1 Controles a la recepción de materiales en obra

- 1 Confirmese que el elemento previsto como barrera contra el paso de vapor, es un material laminar con una resistencia al paso del vapor de agua mayor que 10 MN s/g.
- 2 Compruébese si las preceptivas capas auxiliares, en función del lugar que ocupan en el sistema y de las características de los otros componentes contiguos del sistema, cumplen lo especificado en 7.4.
- 3 Verifíquese que la lámina tiene un espesor mayor que 1,2 mm y las características generales, superan lo especificado en las normas UNE de láminas que corresponda.

- 4 Para sistemas en los que se pueden formar charcos sobre la membrana, exíjase la garantía del fabricante de que las láminas son resistentes a los efectos nocivos del agua encharcada o cumplen lo especificado en 7.1.
- 5 Confírmese que la lámina utilizada en membranas semiadheridas, lleva adherido un fieltro sintético con las características exigidas y el conjunto, tiene una resistencia a la tracción mayor que 500 N/50 mm.
- 6 Solicítese las condiciones de aplicación, especificadas por el fabricante, de los adhesivos empleados para confeccionar membranas semiadheridas.
- 7 Para permitir la instalación de membranas fijadas mecánicamente, exíjase que la resistencia de la lámina al desgarro iniciado, es mayor que 130 N mm
- 8 Pídase la garantía de que las láminas no experimentan efectos de retracción, según se especifica en 10.1 y, en caso contrario, confírmese que se realizará el preceptivo anclaje perimétrico.
- 9 Exíjase la garantía del fabricante, de que, al menos durante 10 años, la lámina mantendrá el alargamiento especificado en 10.6.1 y, en caso contrario, exíjase que se realice el preceptivo tratamiento de las juntas de dilatación.
- 10 Si la membrana es el último elemento del sistema de impermeabilización, requerir la garantía de que la lámina utilizada es resistente a la intemperie.
- 11 Solicítese la garantía de que la lámina utilizada en la banda de conexión a paramentos, es resistente a la intemperie o, caso contrario, exíjase que se proteja debidamente.
- 12 Requírase la garantía de que la lámina a instalar en membranas sin pendientes o en zonas vegetales, es resistente a raíces.
- 13 Verifíquese que el espesor del aislamiento térmico permite cumplir las condiciones exigidas en la normativa vigente.
- 14 Confírmese que el aislamiento térmico elegido es idóneo para cubierta invertida.

12.1.2 Condiciones a controlar en el soporte base, antes de comenzar los trabajos

- 15 Compruébese si la superficie del soporte base cumple lo especificado en 9.1
- 16 Para poder instalar membranas semiadheridas, verifíquese que las irregularidades del soporte base no superan 1 mm de altura y cumplen lo especificado en 9.1 y especialmente en 9.2.2.
- 17 Para poder instalar membranas formadas con láminas no resistentes a los efectos nocivos del agua encharcada, compruébese que no se forman charcos en la superficie del soporte base y el agua no se detiene junto a elementos emergentes. Véase 7.1.1
- 18 Si el soporte base es de elementos prefabricados de hormigón, compruébese la distancia entre las separaciones entre elementos y que se ha elegido el tipo de capa auxiliar adecuado. Véase 9.1.2 y 7.4.1.1
- 19 Si el soporte base es de paneles aislantes, compruébese la distancia entre paneles y que se ha elegido el tipo de capa auxiliar adecuado. Véase 9.1.3 y 7.4.1.1
- 20 Si el soporte base es de chapa metálica conformada, compruébese la distancia de las separaciones de los lados de los valles, que se ha elegido el tipo de capa auxiliar adecuado y que cumple los requisitos exigidos. Véase 9.1.4 y 7.4.1.1
- 21 Si el soporte base es de tableros de madera, compruébese la distancia entre tableros y que se ha elegido el tipo de capa auxiliar adecuado. Véase 9.1.5 y 7.4.1.1
- 22 Compruébese que se limpia el soporte base antes de empezar los trabajos.
- 23 Verifíquese que la superficie del soporte de membranas semiadheridas, está seca en el momento de la instalación.

12.1.3 Controles a realizar, antes de comenzar los trabajos con respecto a los accesos y aberturas

- 24 Revísese si el umbral de los accesos y aberturas en paramentos está situado a más de 15 cm sobre el nivel de la cubierta acabada o se hace el tratamiento específico para accesos sin escalones. Véase 10.7.2
- 25 Verifíquese si los accesos y aberturas sin escalones, están retranqueadas, al menos 1 m y con una pendiente hacia el exterior mayor que 10 %. Véase 10.7.2
- 26 Compruébese que las aberturas abiertas en los faldones, tienen un peto con una altura mayor que 15 cm sobre el nivel de la cubierta acabada. Véase 10.7.1
- 27 Revísese si el acceso para personas, cumple los requisitos de seguridad.

12.1.4 Controles a realizar, antes de comenzar los trabajos con respecto a los paramentos

- 28 Confírmese si los paramentos forman ángulo, sin escocias ni chaflanes, entre sí y con el faldón y si su superficie es uniforme.
- 29 Si la entrega a paramentos se realiza mediante retranqueo, revísese que la profundidad es mayor que 5 cm y la altura sobre el nivel máximo de la cubierta terminada, es mayor que 20 cm.
- 30 Si la entrega a paramentos se realiza mediante perfiles sellados, compruébese que la zona donde se fijarán, tiene la suficiente consistencia y profundidad para que agarren los anclajes.
- 31 Si la entrega a petos se realiza mediante perfiles colaminados en forma de albardilla, compruébese que la parte horizontal del peto, donde se fijarán, tiene la suficiente consistencia y profundidad para que agarren los anclajes.

12.1.5 Controles a realizar antes de comenzar los trabajos con respecto a los desagües.

- 32 Compruébese la situación y la distancia a los paramentos, de los desagües situados en el faldón y verifíquese que se cumple lo especificado en 10.4.2
- 33 Compruébese que en los canalones integrados en la cubierta, sus medidas y la situación de sus correspondientes desagües puntuales, situados en el fondo del canalón, cumplen lo especificado en 10.4.3 y en 10.4.4
- 34 Verifíquese que los desagües situados en paramentos tienen sección rectangular y compruébese que se cumple lo especificado en 10.4.2.
- 35 Verifíquese que los desagües de seguridad, situados en paramentos tienen sección rectangular y compruébese que se cumple lo especificado en 10.5
- 12.1.6 Controles a realizar antes de comenzar los trabajos, con respecto a las juntas de dilatación, en caso de que la membrana necesite un tratamiento específico de las mismas.
- 36 Confírmese que las juntas creadas en el soporte base están a la distancia adecuada, según 10.6
- 37 Compruébese que, en el soporte base, se han respetado las juntas estructurales.
- 38 Verifíquese que las juntas creadas en el soporte base están situadas en limatesas.
- 12.1.7 Controles a realizar antes de comenzar los trabajos, respecto a la situación de instalaciones sobre la cubierta
- 39 Examínese la posibilidad de apoyar los aparatos sobre la cubierta protegida, en lugar de sobre el forjado, con el fin de eliminar puntos críticos en la membrana impermeabilizante.
- 40 Confírmese que las tuberías o conductos, que van de un lado a otro de la cubierta, se van a disponer a una altura mayor que 1 m sobre el pavimento. 7.3.3
- 41 Confírmese que las tuberías o conductos se van a disponer a una distancia entre sí según lo especificado en 10.2.2
- 42 Confírmese que se ha procurado que las tuberías o conductos se van a disponer de forma que entren al interior del edificio en horizontal, por un paramento o mediante un casetón, a un nivel superior al que alcance la banda de entrega al paramento.
- 12.1.8 Controles a realizar, durante la ejecución de la barrera contra el paso de vapor de agua
- 43 Compruébese que la barrera de vapor se extiende bajo el fondo y los laterales de la capa de aislamiento térmico.
- 44 Verifíquese que se instala la barrera de vapor a una temperatura mayor que: 5°C cuando se forma a partir de láminas de oxiasfalto o láminas sintéticas unidas con adhesivo, o mayor que -5°C cuando se forma a partir de láminas de betún modificado, o sintéticas unidas mediante soldadura térmica o con disolventes.
- 12.1.9 Controles a realizar durante la ejecución del aislamiento en cubierta tradicional
- 45 Compruébese que los paneles aislantes no dejan separaciones entre ellos, que puedan ocasionar puentes térmicos.
- 46 Examínese que cada panel aislante es fijado, al menos por dos puntos de anclaje
- 12.1.10 Controles a realizar durante la ejecución de los anclajes perimétricos
- 47 Si las láminas pueden experimentar efectos de retracción, Verifíquese que se ha realizado el preceptivo anclaje perimétrico.
- 48 Verifíquese que el anclaje se sitúa a una distancia menor que 20 cm de la confluencia o encuentro.
- 49 Compruébese que los tacos tirafondos, tornillos o remaches utilizados en la fijación de las pletinas de anclaje al faldón, están a una distancia entre sí, menor que 20 cm y verifíquese, en uno de cada 200, que tienen una resistencia a carga cortante, mayor que 480 N.
- 50 Compruébese que los tacos tirafondos, tornillos o remaches, utilizados en la fijación de los ángulos de anclaje a los paramentos, están a una distancia entre sí, menor que 10 cm y verifíquese en uno de cada 200, que tienen una resistencia a tracción, mayor que 400 N.
- 12.1.11 Controles a realizar durante la ejecución de la membrana, sea cual sea, el tipo de relación con el soporte
- 51 Verifíquese, realizando una comprobación visual, cada 100 m², que la anchura del solapo es igual o mayor que 50 mm.
- 52 Compruébese que no se sueldan más de tres láminas en un solo punto y que los vértices de las láminas, que están arriba en los solapos, están redondeados.
- 53 Verifíquese, realizando una comprobación, en un tramo de soldadura de una longitud aproximada de 1 m, cada 100 m², que se ha realizado el control de soldaduras.
- 54 Si el control de soldadura realizado en obra ofreciera dudas, podrán ordenarse la realización de ensayos destructivos, (según 9.3.4.). En este caso, el propio aplicador extraerá las probetas en los lugares señalados por el responsable del control. Se extraerá una probeta por cada 100 m², reparando la membrana inmediatamente.

- 55 Compruébese si en el encuentro entre tres planos, se han instalado las piezas de refuerzo.
 56 Contrólense que no se efectúan soldaduras con disolventes a temperaturas mas bajas que -5°C , sin calentar antes la lámina. En caso de duda efectúese algún control de soldadura destructivo, según 9.3.4.

12.1.12 Controles específicos a realizar durante la ejecución de la membrana no adherida sobre paneles aislantes, cuando el acabado es con áridos sueltos.

- 57 Verifíquese que se ha instalado el preceptivo anclaje perimétrico, aún en membranas formadas con láminas sin retracción, cuando su soporte base es un panel aislante que experimenta variaciones dimensionales por los cambios de temperatura y la protección prevista fuera, únicamente, de áridos sueltos.

12.1.13 Controles a realizar durante la ejecución de la membrana semiadherida al soporte

- 58 Compruébese que el adhesivo está regularmente repartido y que cubre menos del 50 % de la superficie.
 59 Contrólense que no se efectúa la aplicación del adhesivo a temperaturas mas bajas que las recomendadas por el fabricante.
 60 Confírmese que la densidad de adhesivo es mayor en los ángulos y bordes que en el centro de la cubierta, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 3
 61 Compruébese que en las uniones de dos láminas con fieltro incorporado, sin orilla desnuda, se ha solapado un mínimo de 5 cm una sobre otra, y sobre la unión se ha soldado una banda desnuda extendida un mínimo de 5 cm, a ambos lados de la orilla del solapo.

12.1.14 Controles a realizar durante la ejecución de la membrana fijada mecánicamente

- 62 Contrólense haciendo una comprobación cada 100 anclajes, que su carga a tracción, supera 400 N.
 63 Compruébese si la cantidad de anclajes por m² es la fijada en la Tabla 4

12.1.15 Controles a realizar durante la ejecución del encuentro de faldones con elementos emergentes o pasantes

- 64 Verifíquese que la banda de conexión solapa sobre la membrana en el faldón un mínimo de 10 cm.
 65 Verifíquese que la banda de conexión se eleva hasta una altura mayor que 15 cm, sobre el nivel de la cubierta acabada.
 66 Verifíquese que la banda de conexión está semiadherida o fijada mecánicamente al paramento si su elevación sobre la cubierta acabada, supera 2 m de altura.
 67 Si la entrega se realiza mediante retranqueo, compruébese que queda un espacio mayor que 5 cm entre el borde de la membrana y el techo del retranqueo.
 68 Si la entrega se realiza mediante perfiles, compruébese que la lámina asoma por el borde superior del perfil, sin sobrepasarlo en más de 2 mm.
 69 Verifíquese que los anclajes están a una distancia inferior a 25 cm entre sí y a 5 cm, aproximadamente de la junta entre perfiles.
 70 Compruébese que el sellado del perfil tiene las dimensiones mínimas exigidas en 10.2.1 y que se ha limpiado bien la pestaña del perfil y la superficie sobre la que tiene que adherirse el sellado.
 71 Compruébese que la conexión a un elemento cilíndrico se realiza mediante piezas prefabricadas o los manguitos descritos en 10.2.2.

12.1.16 Controles a realizar durante la ejecución de petos completamente cubiertos por la banda de entrega

- 72 Verifíquese que se instala un perfil de chapa colaminada en forma de ángulo y provisto de un goterón en la arista superior externa del peto, con una superficie horizontal mayor que 6 cm.
 73 Compruébese que los anclajes que fijan el perfil colaminado, están a una distancia entre sí, menor que 25 cm.
 74 Verifíquese que la banda cubre los anclajes y el perfil, al menos hasta la arista superior externa.

12.1.17 Controles a realizar, durante la ejecución de encuentros del faldón con bordes de paramentos inferiores

- 75 Verifíquese que se instala un perfil de chapa colaminada en forma de ángulo y provisto de un goterón en la arista superior externa del faldón, con una superficie horizontal mayor que 6 cm.
 76 Verifíquese que los anclajes que fijan el perfil colaminado, están a una distancia entre sí, menor que 25 cm.
 77 Verifíquese que la banda cubre los anclajes y el perfil, al menos hasta la arista superior externa.

12.1.18 Controles a realizar durante la ejecución de las juntas de dilatación de la membrana.

- 78 Compruébese que se han interrumpido en la junta, los anclajes perimétricos de paramentos y elementos emergentes.
- 79 Verifíquese que se realiza alguno de los tratamientos descritos en 10.6, si la lámina no alcanza los valores requeridos para instalar la membrana sin realizar el tratamiento de juntas.

12.1.19 Controles a realizar, durante la ejecución de la entrega a puertas o aberturas de acceso a la cubierta

- 80 Verifíquese si los accesos y aberturas en paramentos y faldones, se han realizado según se especifica en 10.7 .

12.1.20 Controles a realizar durante la ejecución de las pruebas de servicio

- 81 Compruébese que los desagües rebosaderos, tienen la altura suficiente para inundar toda la cubierta y permiten la evacuación del agua sobrante.
- 82 Verifíquese que el desagüe, una vez finalizada la prueba, se realiza lentamente, para evitar que la excesivamente rápida evacuación de agua, produzca daños en las bajantes.

12.1.21 Controles a realizar durante la ejecución de la protección con áridos o piezas, sueltos, en cubiertas no transitables

- 83 Verifíquese que la masa, el espesor y el tamaño de las piezas o el árido es el adecuado según 7.3.5
- 84 .Compruébese la limpieza de los áridos o piezas sueltas y verifíquese que no se daña la membrana durante su extendido.
- 85 Verifíquese si los sumideros están dotados de rejilla o cualquier elemento que dejando pasar los finos y el agua, retenga los sólidos.
- 86 Examínese que en ninguna zona de la cubierta, la pendiente de la superficie de la grava, supera el 5 %.

12.1.22 Controles a realizar durante la ejecución de la protección transitable

- 87 Compruébese que el pavimento tiene las pendientes necesarias para evitar que se formen charcos o, si se ha instalado sin pendientes, que es drenante íntegramente o, al menos, entre pieza y pieza.
- 88 Verifíquese, si el pavimento les necesitara, que están bien ejecutadas las juntas de dilatación prescritas en 7.3.5.3 y prever la necesidad de respetar las juntas de la membrana.
- 89 Verifíquese, si el pavimento, lo necesitara, que se han realizado las juntas perimétricas.
- 90 Verifíquese, si el pavimento lo necesitara, que las juntas intermedias están situadas a una distancia menor que la especificada en 7.3.5.3
- 91 Compruébese si los sumideros están dotados de rejilla o cualquier elemento que dejando pasar los finos y el agua, retenga los sólidos.

12.1.23 Controles a realizar durante la ejecución de la protección con tierra vegetal

- 92 Verifíquese, si la plantación lo exigiera, que se ha instalado una capa de drenaje bajo la tierra vegetal y que se extiende por los paramentos.
- 93 Compruébese que la membrana queda protegida de daños mecánicos, producidos por herramientas de jardinería.

12.1.24 Controles a realizar durante el montaje de instalaciones en la cubierta

- 94 Verifíquese que las tuberías o conductos, que se extienden sobre la cubierta, están a una altura mayor que 1 m sobre el pavimento. Véase 7.3.3
- 95 Verifíquese que las tuberías o conductos, que atraviesan la membrana impermeabilizante, están a una distancia entre sí mayor que 50 cm para facilitar la conexión de la membrana a los mismos. Véase capítulo 10
- 96 Compruébese que se han dispuesto caminos de acceso y contorno de los aparatos o instalaciones, según 7.3.3

13 SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN Y SUS CONTROLES

Se utilizan las siguientes claves para denominar los sistemas:

13.1 *Clasificación de las cubiertas según su uso:*

13.1.1 N: Cubiertas no transitables

Son cubiertas accesibles únicamente a efectos de conservarlas o repararlas. Pueden clasificarse en:

13.1.1.1 Cubierta no transitable ligera:

La que se caracteriza por estar terminada en la propia membrana impermeabilizante, sin lastre o protección pesada.

13.1.1.2 Cubierta no transitable pesada

La que se caracteriza por estar terminada en lastre o protección pesada, no transitable.

13.1.2 T: Cubiertas transitables

Son cubiertas aptas para el uso y permanencia de personas o vehículos. La cubierta técnica es, por su uso, una cubierta transitable.

13.1.3 V: Cubiertas ajardinadas

Son cubiertas en las que total o parcialmente, su superficie se cubre de plantas. Se llaman también cubiertas vegetales o cubiertas ecológicas. Pueden clasificarse en:

13.1.3.1 Cubierta ajardinada ligera

La que se caracteriza por el mínimo espesor del sustrato y la plantación de especies de poco porte.

13.1.3.2 Jardín o cubierta vegetal pesada

La que se viene realizando tradicionalmente, con las características y cuidados de un jardín, situado en cualquier terreno.

13.2 *Clasificación de las cubiertas según la pendiente de la membrana impermeabilizante:*

13.2.1 0: Sin pendientes o con posibilidades de formarse charcos

13.2.2 2: Con pendientes adecuadas, sin formarse charcos

13.3 *Clasificación de las cubiertas según sus condiciones higrotérmicas:*

13.3.1 Cubiertas sin aislamiento térmico. (sin signo)

13.3.2 A: Cubiertas con aislamiento térmico.

Las cubiertas con aislamiento térmico se clasifican, a su vez, en:

13.3.2.1 A: Cubiertas convencionales. (sin signo adicional)

Cuando el aislamiento térmico se coloca a un nivel inferior a la membrana impermeabilizante.

13.3.2.2 AI: Cubiertas invertidas.

Cuando el aislamiento térmico se coloca por encima de la membrana impermeabilizante.

13.4 *Clasificación de las cubiertas según la relación de la membrana con el soporte.*

13.4.1 Si la membrana impermeabilizante va suelta sobre el soporte (sin signo)

13.4.2 P: Si la membrana va semiadherida

13.4.3 F: Si la membrana va fijada mecánicamente

13.5 *Cuadros de sistemas de impermeabilización*

Se enumeran a continuación los sistemas de impermeabilización más comunes, elaborados con la membrana contemplada en esta norma y los controles a realizar durante la puesta en obra de cada uno de los elementos que componen el sistema.

CUADRO 1 Cubiertas no transitables, pesadas

REFERENCIA DE CUBIERTA		N0	N2	N0A	N2A	N0AI	N2AI
Prueba de servicio	Controles	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82
PROTECCIÓN PESADA	Grava o piezas sueltas	λ	λ	③	③	③	③
	Controles	83, 84, 85, 86	83, 84, 85, 86	83, 84, 85, 86	83, 84, 85, 86	83, 84, 85, 86	83, 84, 85, 86
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, filtrante, drenante	③	③	③	③	③	③
	Controles	2	2	2	2	2	2
AISLAMIENTO TÉRMICO	Paneles de poliestireno					③	③
	Controles					13, 14, 45	13, 14, 45
CAPA AUXILIAR	Separadora					③	③
	Controles					2	2
Prueba de servicio	Controles	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	Pendiente 0%	③		③		③	
	Controles	3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57		3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56	
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	Pendiente > 2%		③		③		③
	Controles		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora	③	③	③	③	③	③
	Controles	2	2	2	2	2	2
AISLAMIENTO TÉRMICO	Paneles			③	③		
	Controles			13, 15, 19, 22, 45	13, 15, 19, 22, 45		
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, antiadherente			③	③		
	Controles			2	2		
BARRERA CONTRA EL PASO DEL VAPOR	Observaciones			③	③		
	Controles			1, 43, 44	1, 43, 44		
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, antiadherente			③	③		
	Controles			2	2		
CAPA DE REGULARIZACIÓN: Puede ir, si fuera necesario, sobre el soporte resistente, la formación de pendientes o sobre antiguas cubiertas a rehabilitar	Soporte base de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor Hormigón normal o celular o mortero de áridos ligeros o de cemento	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 22	15, 17, 22	15, 22	15, 17, 22	15, 22	15, 17, 22
FORMACIÓN DE PENDIENTES	Hormigón normal o celular o mortero de áridos ligeros o de cemento		③		③		③
	Controles		15, 17, 22		15, 17, 22		15, 17, 22
SOPORTE RESISTENTE: puede ser soporte base de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor	Chapa metálica	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 20, 22	15, 17, 20, 22	15, 20, 22	15, 17, 20, 22	15, 20, 22	15, 17, 20, 22
	Elementos prefabricados de hormigón	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 18, 22	15, 17, 18, 22	15, 18, 22	15, 17, 18, 22	15, 18, 22	15, 17, 18, 22
	Tableros de madera	③	③	③	③	③	③
Controles	15, 21, 22	15, 17, 21, 22	15, 21, 22	15, 17, 21, 22	15, 21, 22	15, 17, 21, 22	
SOPORTE BASE de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor en rehabilitación	Antiguas membranas sobre base blanda o rígida y antiguos paneles aislantes blandos o rígidos	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 19, 22	15, 17, 19, 22	15, 19, 22	15, 17, 19, 22	15, 19, 22	15, 17, 19, 22

CUADRO 2 Cubiertas no transitables, ligeras

REFERENCIA DE CUBIERTA		NOP	N2P	N0AP	N2AP	N0F	N2F	N0AF	N2AF
Prueba de servicio		81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	Pendiente 0%	③ P		③ P		③ F		③ F	
	Controles	3, 4, 5, 6, 10, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61		3, 4, 5, 6, 10, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61		3, 4, 5, 6, 10, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61		3, 4, 5, 6, 10, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61	
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	Pendiente > 2%		③ P		③ P		③ F		③ F
	Controles		3, 5, 6, 10, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61		3, 5, 6, 10, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61		3, 5, 6, 10, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61		3, 5, 6, 10, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora					③	③	③	③
	Controles					2	2	2	2
AISLAMIENTO TÉRMICO	Paneles			③	③			③	③
	Controles			13, 15, 16, 19, 22, 23, 45	13, 15, 16, 19, 22, 23, 45			13, 15, 19, 22, 45, 46	13, 15, 19, 22, 45, 46
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, antiadherente							③	③
	Controles							2	2
BARRERA CONTRA EL PASO DEL VAPOR	Observaciones			③	③			③	③
	Controles			1, 43, 44	1, 43, 44			1, 43, 44	1, 43, 44
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, antiadherente							③	③
	Controles							2	2
CAPA DE REGULARIZACIÓN: Puede ir, si fuera necesario, sobre el soporte resistente, la formación de pendientes o sobre antiguas cubiertas a rehabilitar	Soporte base de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor Hormigón normal o celular o mortero de áridos ligeros o de cemento	③	③	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 16, 22, 23	15, 16, 17, 22, 23	15, 22	15, 17, 22	15, 22	15, 17, 22	15, 22	15, 17, 22
FORMACIÓN DE PENDIENTES	Hormigón normal o celular o mortero de áridos ligeros o de cemento		③		③		③		③
	Controles		15, 16, 17, 22, 23		15, 17, 22		15, 17, 22		15, 17, 22
SOPORTE RESISTENTE: puede ser soporte base de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor	Chapa metálica					③	③	③	③
	Controles					15, 20, 22	15, 17, 20, 22	15, 20, 22	15, 17, 20, 22
	Elementos prefabricados de hormigón					③	③	③	③
	Controles					15, 18, 22	15, 17, 18, 22	15, 18, 22	15, 17, 18, 22
	Tableros de madera					③	③	③	③
	Controles					15, 21, 22	15, 17, 21, 22	15, 21, 22	15, 17, 21, 22
SOPORTE BASE de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor en rehabilitación, formado por antiguas membranas o	Antiguos paneles aislantes blandos	③	③	③	③				
	Antiguos paneles aislantes rígidos					③	③	③	③
	Controles	15, 16, 22, 23	15, 16, 17, 22, 23	15, 22	15, 17, 22	15, 19, 22	15, 17, 19, 22	15, 19, 22	15, 17, 19, 22

CUADRO 3 Cubiertas transitables

REFERENCIA DE CUBIERTA		T0	T2	T0A	T2A	T0AI	T2AI
Prueba de servicio	Controles	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82
PROTECCIÓN PESADA	Piezas sueltas rígidas	λ	λ	③	③	③	③
	Controles	87, 91	87, 91	87, 91	87, 91	87, 91	87, 91
	Hormigón, aglomerado o mortero de cemento, como única capa o como mortero de agarre de pavimentos o piezas	λ	λ	③	③	③	③
	Controles	87, 88, 89, 90, 91	87, 88, 89, 90, 91	87, 88, 89, 90, 91	87, 88, 89, 90, 91	87, 88, 89, 90, 91	87, 88, 89, 90, 91
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, filtrante, drenante	③	③	③	③	③	③
	Controles	2	2	2	2	2	2
 AISLAMIENTO TÉRMICO	Paneles de poliestireno					③	③
	Controles					13, 14, 45	13, 14, 45
CAPA AUXILIAR	Separadora					③	③
	Controles					2	2
Prueba de servicio	Controles	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	Pendiente 0%	③		③		③	
	Controles	3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56	
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	Pendiente > 2%		③		③		③
	Controles		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora	③	③	③	③	③	③
	Controles	2	2	2	2	2	2
 AISLAMIENTO TÉRMICO	Paneles			③	③		
	Controles			13, 15, 19, 22, 45	13, 15, 19, 22, 45		
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, antiadherente			③	③		
	Controles			2	2		
BARRERA CONTRA EL PASO DEL VAPOR	Observaciones			③	③		
	Controles			1, 43, 44	1, 43, 44		
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, antiadherente			③	③		
	Controles			2	2		
CAPA DE REGULARIZACIÓN: Puede ir, si fuera necesario, sobre el soporte resistente, la formación de pendientes o sobre antiguas cubiertas a rehabilitar	Soporte base de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor Hormigón normal o celular o mortero de áridos ligeros o de cemento	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 22	15, 17, 22	15, 22	15, 17, 22	15, 22	15, 17, 22
FORMACIÓN DE PENDIENTES	Hormigón normal o celular o mortero de áridos ligeros o de cemento		③		③		③
	Controles		15, 17, 22		15, 17, 22		15, 17, 22
SOPORTE RESISTENTE: puede ser soporte base de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor	Chapa metálica	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 20, 22	15, 17, 20, 22	15, 20, 22	15, 17, 20, 22	15, 20, 22	15, 17, 20, 22
	Elementos prefabricados de hormigón	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 18, 22	15, 17, 18, 22	15, 18, 22	15, 17, 18, 22	15, 18, 22	15, 17, 18, 22
	Tableros de madera	③	③	③	③	③	③
Controles	15, 21, 22	15, 17, 21, 22	15, 21, 22	15, 17, 21, 22	15, 21, 22	15, 17, 21, 22	
SOPORTE BASE de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor en rehabilitación	Antiguas membranas sobre base blanda o rígida y antiguos paneles aislantes blandos o rígidos	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 19, 22	15, 17, 19, 22	15, 19, 22	15, 17, 19, 22	15, 19, 22	15, 17, 19, 22

CUADRO 4 Cubiertas ajardinadas

REFERENCIA DE CUBIERTA		V0	V2	V0A	V2A	V0AI	V2AI
Prueba de servicio	Controles	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82
PROTECCIÓN CON VEGETACIÓN	Sustrato vegetal	③	③	③	③	③	③
	Controles	92, 93	92, 93	92, 93	92, 93	92, 93	92, 93
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, filtrante, drenante	③	③	③	③	③	③
	Controles	2	2	2	2	2	2
 AISLAMIENTO TÉRMICO	Paneles de poliestireno					③	③
	Controles					13, 14, 45	13, 14, 45
CAPA AUXILIAR	Separadora					③	③
	Controles					2	2
Prueba de servicio	Controles	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82	81, 82
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	Pendiente 0%	③		③		③	
	Controles	3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 4, 12, 51, 52, 53, 54, 55, 56	
MEMBRANA IMPERMEABILIZANTE	Pendiente > 2%		③		③		③
	Controles		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56		3, 51, 52, 53, 54, 55, 56
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora	③	③	③	③	③	③
	Controles	2	2	2	2	2	2
 AISLAMIENTO TÉRMICO	Paneles			③	③		
	Controles			13, 15, 19, 22, 45	13, 15, 19, 22, 45		
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, antiadherente			③	③		
	Controles			2	2		
BARRERA CONTRA EL PASO DEL VAPOR	Observaciones			③	③		
	Controles			1, 43, 44	1, 43, 44		
CAPA AUXILIAR	Antipunzonante, separadora, antiadherente			③	③		
	Controles			2	2		
CAPA DE REGULARIZACIÓN: Puede ir, si fuera necesario, sobre el soporte resistente, la formación de pendientes o sobre antiguas cubiertas a rehabilitar	Soporte base de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor Hormigón normal o celular o mortero de áridos ligeros o de cemento	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 22	15, 17, 22	15, 22	15, 17, 22	15, 22	15, 17, 22
FORMACIÓN DE PENDIENTES	Hormigón normal o celular o mortero de áridos ligeros o de cemento		③		③		③
	Controles		15, 17, 22		15, 17, 22		15, 17, 22
SOPORTE RESISTENTE: puede ser soporte base de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor	Chapa metálica	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 20, 22	15, 17, 20, 22	15, 20, 22	15, 17, 20, 22	15, 20, 22	15, 17, 20, 22
	Elementos prefabricados de hormigón	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 18, 22	15, 17, 18, 22	15, 18, 22	15, 17, 18, 22	15, 18, 22	15, 17, 18, 22
	Tableros de madera	③	③	③	③	③	③
	Controles	15, 21, 22	15, 17, 21, 22	15, 21, 22	15, 17, 21, 22	15, 21, 22	15, 17, 21, 22
SOPORTE BASE de la membrana o de la barrera contra el paso del vapor en rehabilitación	Antiguas membranas sobre base blanda o rígida y antiguos paneles aislantes blandos o rígidos	③	③	③	③	③	③

	Controles	15, 19, 22	15, 17, 19, 22	15, 19, 22	15, 17, 19, 22	15, 19, 22	15, 17, 19, 22
--	-----------	------------	----------------	------------	----------------	------------	----------------

CUADRO 5 **CONTROLES DE OTROS ELEMENTOS**

Accesos y aberturas	24, 25, 26, 27, 80
Paramentos	11, 28, 29, 30, 31
Desagües	32, 33, 34, 35
Juntas de dilatación	9, 36, 37, 38, 78, 79
Elementos emergentes o pasantes	64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71
Instalaciones	39, 40, 41, 42, 94, 95, 96
Petos	72, 73, 74
Bordes	75, 76, 77
Anclajes perimétricos	8, 47, 48, 49, 50

14 PRESTACIONES COMPLEMENTARIAS

Si no se determinase específicamente en el contrato, se relacionan a continuación las prestaciones complementarias que competen al contratante y las que competen conjuntamente al contratante y contratado o aplicador.

Competen al contratante

- a) la protección, hasta la recepción provisional de los trabajos realizados, de éstos, de las herramientas y de los materiales, para evitar que se produzcan daños o robos.
- b) el suministro de agua y energía a pie de tajo para la realización de los trabajos.
- c) el transporte de los materiales, desde el almacén de la obra, hasta los lugares de utilización y la devolución de los materiales que sobren al almacén.
- d) la eliminación de los desechos provenientes tanto de los trabajos de impermeabilización como de otros oficios.
- e) el suministro y el montaje de los andamios necesarios para que el operario no tenga que trabajar a un nivel situado por encima de sus hombros y la retirada de los andamios después de que se hayan terminado los trabajos.
- f) la dotación de locales para almacenamiento de los materiales y herramientas.
- g) la aportación de la documentación en la que figuran las características de la construcción cuando aquélla sea requerida por el aplicador.

Incumben al contratante y al contratado o aplicador:

- a) el replanteo de los trabajos que han de realizarse,
- b) las mediciones de los trabajos realizados necesarias para la certificación de éstos.
- c) el cumplimiento de lo dispuesto en la reglamentación sobre seguridad e higiene en el trabajo.
- d) la conservación de las señales de replanteo hasta la terminación de los trabajos.

15 MEDICIONES.

Las mediciones deben hacerse según los criterios de la tabla siguiente

Unidad de obra	Unidad de medición	Forma de medición
Protección pesada o pavimentos	m ²	En desarrollo
Barrera contra el vapor	m ²	En desarrollo
Aislamiento térmico	m ²	En desarrollo
Capa auxiliar	m ²	En desarrollo
Membrana impermeabilizante	m ²	En desarrollo
Formación de pendiente	m ³	Metro cúbico
Conexión a paramentos	m	Longitudinal
Remate	m	Longitudinal
Junta	m	Longitudinal
Perfil	m	Longitudinal
Canalón	m	Longitudinal
Desagüe	U	Por unidad
Rebosadero	U	Por unidad
Conexión en elemento pasante	U	Por unidad
Pieza de refuerzo en esquina o rincón	U	Por unidad

16 MANTENIMIENTO Y CONSERVACION

Los sistemas de impermeabilización realizados siguiendo las prescripciones que figuran en esta norma, deberán mantener sus prestaciones impidiendo la penetración de humedad al interior del edificio, al menos durante 10 años. Sin embargo, factores externos a la calidad intrínseca de los materiales utilizados y su adecuada aplicación pueden hacer que el sistema pierda sus características en un periodo de tiempo más corto. La preservación de la funcionalidad de las impermeabilizaciones de cubiertas requieren medidas de mantenimiento y conservación periódicas.

El mantenimiento de impermeabilizaciones con láminas de poli (cloruro de vinilo) flexible se limita, generalmente, a la eliminación periódica de suciedades, costras y otros depósitos.

Las actuaciones de conservación son las siguientes:

- a) inspección anual por parte de un experto.
- b) limpieza y eliminación de hojas secas y otros materiales arrastrados por el viento.
- c) comprobación de la firmeza de los elementos de anclaje o fijación al soporte, asegurando y reparando, en su caso, los defectos observados.
- d) comprobación de si existen desplazamientos de parte de la protección, que dejen al descubierto zonas de membrana o aislamiento térmico sensibles a los agentes atmosféricos, y reparación de los defectos observados.
- e) revisión de las conexiones, los remates y las fijaciones, especialmente, el sellado, y reparación de los defectuosos.
- f) reparación de los deterioros producidos por esfuerzos dinámicos ajenos a la funcionalidad de la cubierta, (por ejemplo deterioros producidos por falta de cuidado en obras realizadas en la cubierta), soldándose nuevas láminas de igual naturaleza, limpiando previamente la lámina instalada con disolventes adecuados (tetrahidrofurano o acetato de etilo),
- g) la conservación y mantenimiento, así como la restauración y transformación de toda o parte de la cubierta, debe realizarse por personal cualificado.

17 MÉTODO DE ENSAYO DE PUNZONAMIENTO ESTÁTICO

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A PUNZONAMIENTO POR PIRÁMIDE DEL SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN CAPA AUXILIAR ANTIPUNZONANTE – MEMBRANA

1 Fundamento

- 1.1 El método se utilizará como un índice de la resistencia a punzonamiento producida por una pirámide sobre una membrana protegida por una capa auxiliar antipunzonante.
- 1.2 El método mide el incremento de la resistencia a punzonamiento por pirámide que se produce usando geotextiles no-tejidos protegiendo membranas.
- 1.3 Los valores dados en el SI se contemplarán como valores del método. Los valores que se hallan entre paréntesis se dan solo a título informativo.
- 1.4 Este método no significa que regule todos los problemas de seguridad asociados a su uso. Es responsabilidad del usuario de esta norma el establecer el factor de seguridad apropiado para determinar la aplicabilidad o regular sus limitaciones antes de su uso.

2 Terminología

2.1 Condiciones de ensayo para geotextiles

Aire que se mantiene a una humedad relativa entre 50% y 70% y temperatura de $21\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

3 Resumen del método de ensayo

3.1 Se coloca una muestra en una máquina de compresión (prensa). Se produce una fuerza sobre el centro de la muestra capa auxiliar antipunzonante - membrana (por este orden), con una pirámide de acero provista de un indicador de carga, hasta que se produce la rotura. La carga máxima soportada y, en su caso, la elongación se toman como los valores de resistencia a punzonamiento de la muestra.

4 Significado y uso

- 4.1 El método de la pirámide para la resistencia al punzonamiento, es un índice para la determinación de la resistencia a punzonamiento de membranas protegidas por medio de geotextiles no-tejidos.
- 4.1.1 El propósito de este método de ensayo, es establecer un valor de la resistencia a punzonamiento del sistema de impermeabilización.
- 4.2 Este método de ensayo puede ser utilizado como medida de aceptación de membranas protegidas con geotextiles no-tejidos; sin embargo se advierte tomar precaución ya que la precisión entre laboratorios es incompleta.

5 Aparatos

5.1 Preparación del ensayo

Se necesita una prensa con una precisión de lectura de fuerza de la menos 2 N. La prensa debe mantener una velocidad constante durante el ensayo y debe estar provista de un dispositivo automático que dibuje el comportamiento de la tensión frente a la deformación. Así mismo se necesita un dispositivo de sujeción de la probeta, un pistón especial y un equipo de señal eléctrica para la determinación de la carga de punzonamiento a rotura. El equipo adicional requerido en este ensayo se describe seguidamente.

5.2 Dispositivo de sujeción

Las dimensiones del anillo de sujeción superior e inferior se muestran en las figuras 9a y 9b. El anillo de sujeción inferior debe estar provisto de un receso circular con un diámetro igual al diámetro exterior de la base de compresión como se ilustra en la figura 10. Concéntricamente se dispone de unas muescas en la cara inferior del anillo superior y en la cara superior del anillo inferior, para evitar el deslizamiento de la muesca en el dispositivo de sujeción.

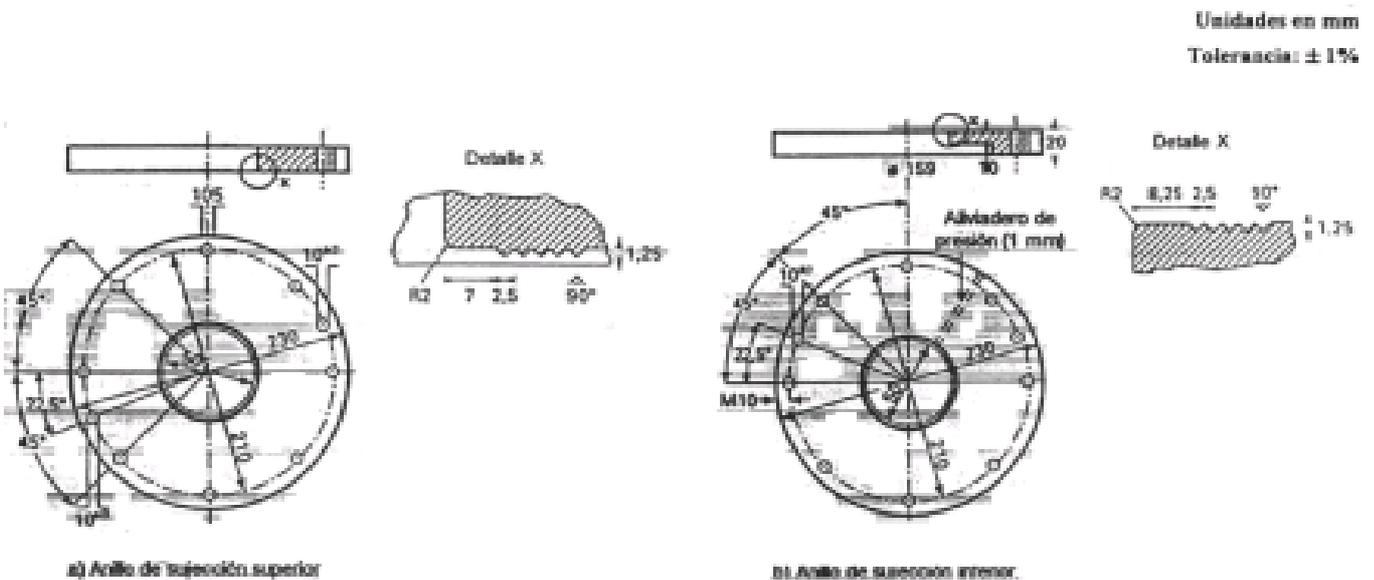


Fig.9 – Anillos de sujeción superior e inferior (sólo cuando se usa agua como soporte)

5.3 Base de compresión

Se usan mordazas del tipo del ensayo CBR con un cilindro de base de compresión del tipo CBR con un diámetro de 150 mm como se muestra en la figura 2. Adicionalmente, la base de compresión debe de estar hundida lo suficiente como para permitir al pistón de carga sumergirse al menos 100 mm. La base de compresión debe de estar fabricada de acero resistente.

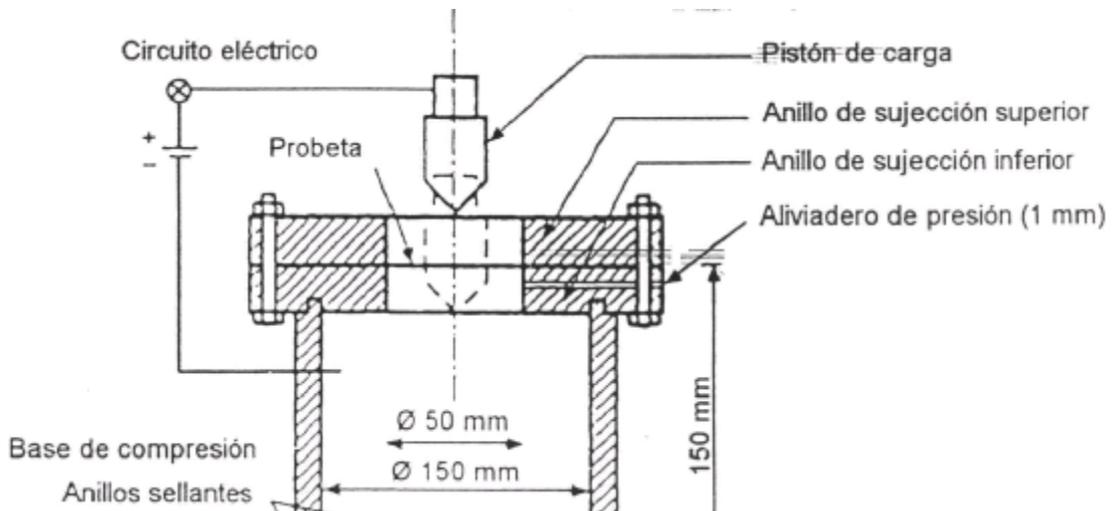


Fig. 10 – Método A : Configuración del ensayo para soporte de agua

5.4. Capa de soporte del ensayo

Una placa de aluminio o agua se usarán como capas de soporte en este ensayo. El agua (que sirve como conductor eléctrico) simula un soporte blando y el aluminio un soporte duro. La placa de aluminio (véase la figura 11) debe colocarse en la base de compresión de manera que el sistema de impermeabilización (membrana y geotextil) quede plano sobre ella. La plancha de aluminio debe ser reforzada (por ejemplo, con una placa de acero) para evitar su deformación (véase la figura 11)

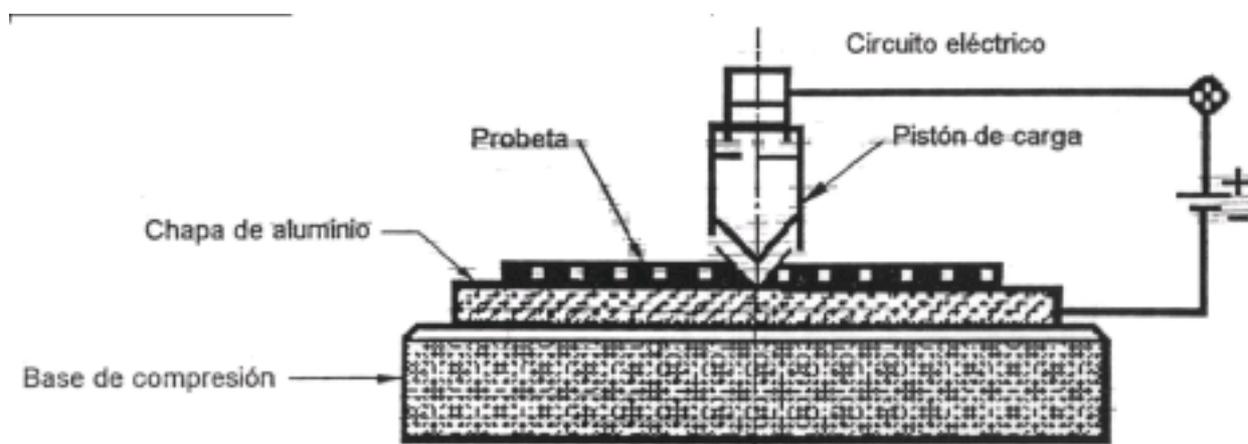


Fig.11-Configuración del ensayo para soporte de chapa de aluminio

5.5 Pistón de carga (véase la figura 12)

El pistón de carga debe ser un cilindro con un diámetro de $25 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ con punta en forma de pirámide dura y pulida como se muestra en la figura 4. Dicha punta será una pirámide de cuatro caras con un ángulo superior de 90° y una base circular de radio (R) $0,5 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$. Las aristas de la pirámide deben ser redondeadas con un radio de $0,1 \text{ mm} \pm 0,01 \text{ mm}$. La arista de transición entre la pirámide y el cilindro de base tendrá un radio (R) de $3,0 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$.

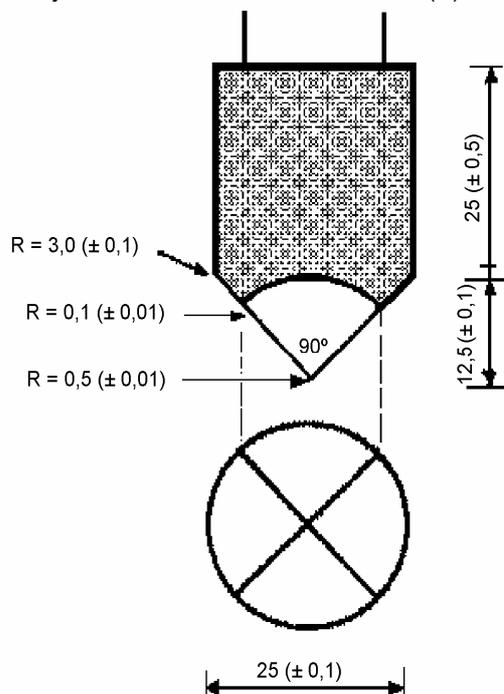


Fig.12-Pistón de carga

5.6 Equipo eléctrico para la determinación de la carga de rotura

Se utiliza un circuito eléctrico entre el pistón de carga y la capa de soporte (placa de aluminio o agua) de manera que se pueda determinar la carga de rotura. El circuito se cierra en el momento del punzonamiento que provoca la rotura, pudiéndose conectar éste a un dispositivo de manera que se anote el momento exacto de la rotura.

6 Procedimiento operatorio

6.1 Colocar las muestras en las condiciones estándar definidas en el apartado 2.1.

6.1.1 Seleccionar el rango de carga de tensión / compresión de la prensa de manera que la rotura se produzca entre el 10% y el 90% de la carga máxima.

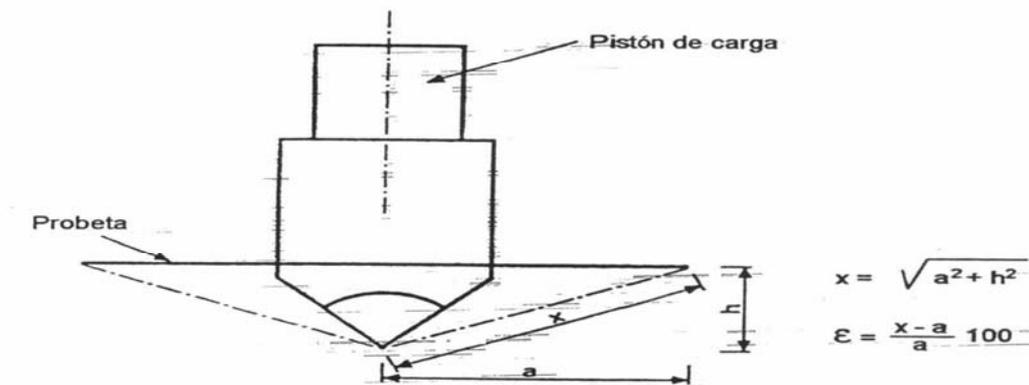
6.1.2 Conectar el circuito eléctrico entre el pistón de carga y la capa de soporte (agua o placa de aluminio)

6.2 Método A con agua como capa inferior : Centrar y asegurar la muestra entre los anillos de sujeción, asegurándose que la muestra llegue hasta las muescas del anillo de sujeción o sobresalga de ellas.

6.2.1 Comenzar a presionar con una velocidad de 50 ± 5 mm/min hasta que la carga de punzonamiento que provoque la rotura sea registrado por el dispositivo eléctrico definido en el apartado 5.6

6.2.2.Si la muestra se desliza entre la sujeción, por alguna razón atribuible a algún fallo en la operación y el resultado es marcadamente bajo respecto a la media de las muestras, descartar el resultado y ensayar otra muestra. Continuar hasta que se haya obtenido el número requerido de probetas.

6.2.3 Medida de la elongación a la rotura. Medir la elongación a rotura al mismo tiempo que la carga a la rotura, tal y como se muestra en la figura 13.



h: Movimiento del pistón de carga.

a distancia, en mm, entre el vértice de la pirámide y el borde del anillo de sujeción, antes de la deformación de la muestra, en mm.

x: distancia, en mm, del borde del anillo de sujeción al vértice de la pirámide en el momento de la perforación.

ϵ : elongación en %

Fig.13-Deformación con agua como capa de soporte

6.3 Método B con placa de aluminio como soporte : No se precisa la fijación con los anillos, la probeta debe permanecer lisa sobre la placa de aluminio (véase figura 3).

6.3.1 Comenzar a presionar con una velocidad de $1 \text{ mm/min} \pm 0,1 \text{ mm/min}$ hasta que la carga de punzonamiento que provoque la rotura sea registrada por el dispositivo eléctrico definido en el apartado 6.6.

7 Toma de muestras

7.1 Muestra de laboratorio

Tomar una tira a todo el ancho del geosintético de longitud suficiente de cada rollo de muestra de manera que los requerimientos del apartado 8.2 y del capítulo 9 puedan cumplirse. Tomar la muestra, excluyendo el material del principio y final del corazón del rollo. Sólo si la muestra se toma de la planta de producción el material de principio y fin podrá ser utilizado.

7.1.1. Muestras para el ensayo con agua como soporte : Las muestras deben ser cortadas con un punzón con un diámetro superior a 80 mm o cortadas con unas tijeras grandes.

La muestra se debe fijar en los anillos (figuras 1 y 2) de manera que no se produzca un deslizamiento.

7.1.2. Capa de soporte con placa de aluminio: No se precisa la sujeción con los anillos; la deformación de la probeta no se induce durante el ensayo. Con estas condiciones de ensayo, se puede ensayar una muestra con un diámetro aceptable de más de 50 mm.

8. Condiciones de ensayo

8.1 Cuando la capa de soporte es agua se debe mantener una velocidad de carga constante de 50 ± 5 mm/min.

8.2 Cuando la capa de soporte es aluminio se debe mantener una velocidad de carga constante de $1,0$ mm/min $\pm 0,1$ mm/min.

9. Cálculos

9.1 La resistencia a punzonamiento en N, se determina como media de al menos 10 ensayos individuales, tanto para el ensayo con capa de soporte agua como aluminio.

9.2 La elongación a la rotura se da como porcentaje y sólo puede ser evaluada cuando el soporte es agua. La evaluación de la elongación se muestra en la figura 5, donde :

h = movimiento del pistón de carga

a = distancia en mm entre el vértice de la pirámide y el borde del anillo de sujeción, antes de la deformación de la muestra en mm.

X = distancia en mm del borde del anillo de sujeción al vértice de la pirámide en el momento de la perforación

E= elongación en %

10. Informe

10.1 El informe debe incluir lo siguiente:

- descripción de los resultados del ensayo;
- condiciones de ensayo;
- número de ensayos efectuados y la carga media de rotura por punzonamiento, así como la elongación obtenida;
- identificación y descripción de las muestras.

11. Precisión y desviación

11.1 Precisión

La precisión del procedimiento en este ensayo ha sido establecida.

11.2 Desviación

No está justificada ninguna desviación del procedimiento en este método de ensayo, ya que el valor real no puede ser establecido por la aceptación de métodos de referencia.

En caso de discusión acerca de las diferencias en la aceptación del informe de laboratorio de los valores obtenidos por el uso de éste método; los compradores y suministradores enviarán ensayos comparativos para investigar la variación potencial estadística entre los informes de los laboratorios.

Se recomienda asistencia estadística competente durante la investigación. Al menos las dos partes tomarán muestras homogéneas del mismo lote de material en cuestión. Luego, las muestras se repartirán aleatoriamente en igual cantidad a cada laboratorio para reensayarse. La media de los resultados de los dos laboratorios se comparará utilizando el método de T de Student para datos dispares y se elegirá un nivel de probabilidad aceptado entre las dos partes antes del comienzo de los ensayos. Si se detecta una desviación, o se detecta su causa y se corrige, el comprador y suministrador deben acordar la interpretación de los futuros resultados de ensayo para vislumbrar las desviaciones advertidas.

18 BIBLIOGRAFIA