

Documento:

Qp-1

UNIDAD CONSTRUCTIVA

DISPOSICIÓN GENERAL DE LOS PAÑOS EN LAS CUBIERTAS PLANAS

DESCRIPCIÓN

Condiciones y parámetros a tener en cuenta durante el proceso de realización de los paños y faldones de una cubierta plana, en lo relativo a condiciones técnicas generales, utilización de materiales, incompatibilidades y sistemas constructivos.

DAÑO

HUMEDADES: FILTRACIÓN Y CONDENSACIÓN

ZONAS AFECTADAS DAÑADAS

Cubierta plana, forjado, revestimientos del techo

PROBLEMÁTICAS HABITUALES

Las azoteas o cubiertas planas son la tipología de cubierta en la que habitualmente confluyen mayor número de deficiencias y/o patologías ($\approx 70\%$ de los casos del total de cubiertas). Estas patologías se manifestarán principalmente en forma de fisuraciones y humedades; las primeras afectarán con carácter general a los paramentos verticales que las delimitan (antepechos, pretiles y petos) y las segundas a la capa de impermeabilización y de aislamiento, provocando humedades por filtración y humedades por condensación. Haciendo un desglose, las problemáticas más habituales serían:

- Carencia o inadecuada disposición de algunos de los elementos del paquete de cubierta, y específicamente, en lo relativo a la capa que forma la impermeabilización.
- Fallos en los puntos singulares, especialmente en el encuentro con las cazoletas y sumideros, en la resolución de las juntas de dilatación y en el encuentro con los paramentos verticales anexos.
- Pendiente inadecuada o insuficiente de los paños de cubierta.
- Punzonamiento de la lámina impermeabilizante.
- Problemáticas debidas a movimientos por dilatación-contracción.
- Deficiencia o carencia de juntas constructivas.

LESIONES Y DEFICIENCIAS

Para evitar el deterioro superficial, es aconsejable durante la puesta en obra reducir al máximo la exposición a la intemperie de la membrana impermeabilizante mediante una adecuada planificación. Igualmente, cuando este proceso se lleva a cabo en épocas con temperaturas muy bajas es conveniente verificar que no se producen fragilizaciones en las láminas durante su puesta en obra.

Ver punto 3 de Qp-7

El sol es el principal agente deteriorador de las láminas impermeabilizantes (por ejemplo en zonas de entregas verticales y otros puntos singulares), provocando -ante exposiciones continuadas- elongaciones, degradaciones, pérdidas de elasticidad y roturas. La presencia de la acción del viento y de otros agentes (animales y vegetación) pueden aumentar el riesgo e intensidad de estas degradaciones, sumando posibles desgarros y desprendimientos de piezas. Pueden darse también humedades por la cara inferior del soporte cuando no se deja que el agua constitutiva de la formación de pendientes se haya secado y se procede a la rápida colocación de la impermeabilización; este aspecto deberá de preverse en el plan de obra (gestión de *tiempos muertos*) o disponer -en su caso- de los correspondientes elementos para difusión del vapor. Pueden darse igualmente obstrucciones, retenciones, desplazamientos, pérdidas de material, pudriciones...



Fig. 1: Ejecución de paños de la formación de pendientes



Fig. 2: Proceso de colocación de una lámina impermeabilizante

► RECOMENDACIONES TÉCNICO-CONSTRUCTIVAS

En la realización de las cubiertas planas es necesario tener en cuenta una serie de parámetros que veremos a continuación. Además de ellos, los puntos singulares son de vital importancia que se resuelvan adecuadamente para que el resultado sea satisfactorio y estanco.

❖ Formación de pendientes

La normativa establece que la horquilla de pendientes para las cubiertas planas (sin tener en cuenta las impermeabilizaciones de rampas) debe de estar comprendida entre el 1 y 5% para todo tipo de soportes y acabados; no obstante, en el caso de cubiertas no transitables con láminas autoprotegidas está permitido que la pendiente máxima sea del 15%. Se recomienda que la pendiente media general sea del 2,5%¹ (siempre que sea posible y según la tipología). No podrán utilizarse las cubiertas de pendiente nula (0%).

En la mayor parte de las situaciones deberemos dotar al soporte de una formación de pendientes que colocaremos sobre él; ésta no será necesaria –por ejemplo– en forjados inclinados y cubiertas deck (en dichos casos, la superficie de éstos deberá ser uniforme y limpia, como mínimo).

Por su parte, el sistema de formación de pendientes debe tener suficiente cohesión y estabilidad frente a las solicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes. Cuando la impermeabilización se apoye directamente sobre la citada formación de pendientes, el material que lo constituye será compatible con el impermeabilizante (lámina o sistema de impermeabilización in situ) y con la forma de fijación de dicho impermeabilizante a él.

Sobre soportes tipo forjado, la formación de pendientes habitualmente podrá hacerse con hormigón/mortero de cemento pobre, o de una manera más adecuada, con sistemas aglomerados ligeros (morteros con esferas de arcilla expandida, perlita-asfalto, hormigón celular, etc.). En estos últimos casos, es muy conveniente dotarles de una capa superior de acabado mejorado (normalmente, un tendido de mortero de cemento de 2cm) que proporcione una mayor capacidad mecánica superficial, un acabado más homogéneo y compacto, una mejor planeidad y menor posibilidades de punzonamiento negativo.

La base de apoyo de la impermeabilización deberá estar siempre: limpia, seca, lisa, uniforme y sin cuerpos extraños antes de iniciarse cualquier trabajo (ya sea de los paños o de los puntos singulares).

Hay ocasiones en que a las cubiertas se les quiera dotar de una barrera de vapor, y que ésta sea aplicada sobre el soporte y bajo la membrana (quedando dentro la formación de pendientes). Esta solución es problemática dado que se formaría una “trampa de agua” sin posibilidad de evaporación [sería necesario la colocación de chimeneas de ventilación y/o de capas de difusión de vapor].

Por otro lado, indicar que será también inexcusable interrumpir los trabajos de ejecución en épocas de lluvia y nieve, así como cuando la temperatura sea bastante baja.

❖ Materiales impermeabilizantes ² (láminas e in situ)

Dentro de las presentaciones en formato LÁMINA, están las de productos derivados del petróleo o **BITUMINOSOS** (asfaltos naturales, alquitranes-breas, oxiasfalto, oxiasfalto modificado, betún y betún modificado –éste último el más utilizado hoy–) y los **SINTÉTICOS** (“PLÁSTICOS”: PVCp, TPO, EVA, PEHD, PEC y PECS; y “CAUCHOS”: EPDM, CP y BUTILO). Por su parte, en los SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN IN SITU –ya sean con productos líquidos o en pasta, y con armadura o sin ella– están los materiales de **base bituminosa** (asfaltos y alquitranes modificados) y **polímeros sintéticos** (poliuretanos, epoxis, poliésteres y acrílicos). Entre todos ellos, solo podremos utilizar sistemas bicapas con las láminas bituminosas y con las impermeabilizaciones in situ; para láminas sintéticas está solo permitido su uso en monocapa.

Conceptualmente, hay que distinguir entre lo que es una membrana y lo que es una lámina impermeabilizante. La diferencia estriba en que una membrana puede estar constituida por una sola lámina o por dos láminas (y en ambos casos, ésta se encuentra ya solapada entre sí, con los puntos singulares resueltos y totalmente puesta en obra) o incluso formada por un sistema de impermeabilización in situ (de una, dos o varias capas).

Dentro de las armaduras a las que se les dota a las láminas, las más comúnmente utilizadas en las bituminosas son: fieltro de fibra de vidrio [FV], fieltro de poliéster no tejido [FP] y film de polietileno [PE] (menos deseable). En el caso de las láminas de PVC-plastificado, las hay sin ninguna armadura, pero solo deben ser utilizadas para algunos puntos de refuerzo; suele usarse el velo de fibra de vidrio (que le da estabilidad dimensional y minimiza los problemas de elongación/retracción no deseados -ya sea durante el proceso de ejecución o en el tiempo de servicio-); de igual modo, también las hay de malla de poliéster.

¹ No es aconsejable el 1% de pte. media, porque durante la ejecución es posible que con ciertas deficiencias obtengamos el 0%, o incluso, una pendiente negativa.

² El CTE hace solo mención expresa de los materiales bituminosos, PVCp, EPDM y poliolefinas (TPO).

Indicar que a su vez, las láminas bituminosas, en función del mástico con el que están compuestas, pueden ser de varios tipos, pero los detalles constructivos (entregas, solapes, juntas,...) son los mismos para todas ellas:

LO= oxiasfalto
 LOM= oxiasfalto modificado
 LBM(SBS)= betún modificado con agente elastómero (estireno-butadieno-estireno)
 LBM(APP)= betún modificado con agente plastómero (polipropileno atáctico)
 LBME= betún modificado extruido con polímeros diversos
 LAM= alquitrán modificado con polímeros

❖ **Sistemas de fijación de la impermeabilización respecto al soporte**

En función de las necesidades y características técnicas de la cubierta, los sistemas de fijación respecto al soporte de la membrana impermeabilizante, podrán ser genéricamente:

No adherido: [también llamado flotante] la impermeabilización se coloca sobre el soporte sin adherirse al mismo salvo en elementos singulares (como juntas, desagües, petos y bordes) y en el perímetro de elementos sobresalientes de la cubierta (como chimeneas, claraboyas y mástiles). Hay que recurrir a protecciones pesadas cuando se utiliza este sistema (lastres como la grava, pavimentos...).

Semiadherido: se adhiere al elemento que sirve de soporte en un área comprendida entre el 15 y 50 %.

Adherido: hay adherencia total con la superficie del elemento que sirve de soporte. Hay que aplicar imprimaciones y es importante que para no encontrarnos con demasiados movimientos por variaciones térmicas, la colocación y grosor del aislante térmico sea adecuada. Es imprescindible utilizar este sistema en cubiertas con pendientes entre el 5 y el 15% (p.ej.: en las no transitables autoprotegidas).

Fijado mecánicamente: la impermeabilización se sujeta al elemento que sirve de soporte mediante fijaciones mecánicas. Es preceptivo su utilización con pendientes $\geq 15\%$ (cubiertas inclinadas).

Adherido y fijado mecánicamente: Es una combinación de las dos anteriores.

Indicar que con el sistema no adherido se consigue una mejor independencia respecto al soporte ante la absorción de movimientos estructurales. Por el contrario, el sistema adherido permite una mejor localización de humedades y filtraciones, en caso de existir éstas, que en el caso del no adherido.

En cualquiera de estos sistemas, los trabajos de impermeabilización no deben de efectuarse cuando exista hielo, nieve o cuando sople un viento fuerte o exista otra condición meteorológica adversa.

❖ **Aislamiento térmico**

El aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas. En función de la tipología de la cubierta a llevar a cabo, éste podría colocarse sobre el soporte y debajo de la formación de pendiente, sobre la formación de pendientes y bajo la impermeabilización (cubiertas convencionales) o sobre la formación de pendientes y sobre la impermeabilización (cubiertas invertidas). En este último caso, cuando el aislamiento térmico queda expuesto al contacto directo con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación (debería utilizarse el poliestireno extruido [XPS] que es un material de estructura celular cerrada, con buena resistencia mecánica, que no tiene pérdidas significativas de sus capacidades aislantes cuando está mojado y con una absorción porcentual del agua muy baja –menor que el 0,5% en volumen–).

En cualquier caso, la colocación del aislante térmico debe ser estable y continua (debe de extenderse por toda la superficie de la cubierta y no quedar puentes térmicos). De igual manera, cuando éste se halle en contacto directo con la capa de impermeabilización, ambos materiales deberán ser compatibles, en caso contrario, deberá disponerse una capa separadora entre ellos (ver tabla de incompatibilidad).

Cubiertas invertidas

Esta modalidad de cubierta (con el aislamiento sobre la impermeabilización) puede combinarse con distintas tipologías y protecciones. La utilización de cubiertas de tipo invertida, tiene la ventaja de que no es necesaria la disposición de barreras de vapor, dado que el propio impermeabilizante hace estas funciones. Adicionalmente son más aconsejables que las convencionales porque protegen también a la propia membrana de los cambios climatológicos y diferencias térmicas, lo que redundará en una mayor vida útil del sistema.

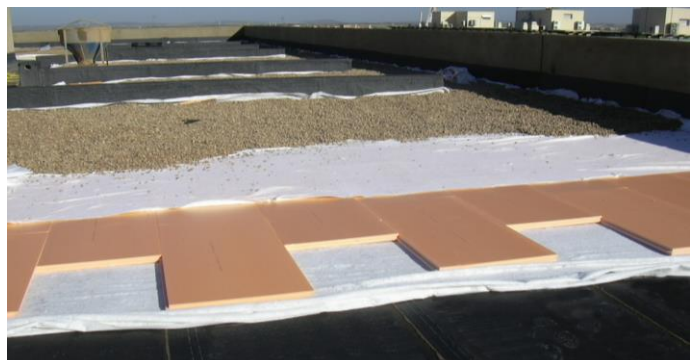


Fig. 3: Proceso de ejecución de una cubierta invertida y visualización de sus distintas capas constitutivas

❖ Incompatibilidad entre materiales

Es importante conocer que existen materiales que no deben de estar en contacto directo; por esta razón deberemos evitar su uso simultáneo o bien intercalar un elemento independizador (capa separadora), según el caso, (podría ser un geotextil de un cierto gramaje o en una capa de mortero de cemento, en función de los materiales a disponer y la solución constructiva a realizar). Se hace un resumen en la siguiente tabla:

INCOMPATIBILIDAD ENTRE MATERIALES A UTILIZAR EN UNA CUBIERTA PLANA		
PVC	con	Aislamientos de poliuretano
		Aislamientos de poliestireno
Láminas bituminosas	con	Elementos de PVC (láminas, bajantes, cazoletas...)
		Mástic de alquitrán modificado
		Mortero realizado con cal
Oxiasfalto	con	Lámina bituminosa con agente plastómero APP
Alquitrán	con	Aislamientos de poliuretano
		Aislamientos de poliestireno
		Elementos de PVC (láminas, bajantes, cazoletas...)
		Betún asfáltico
Láminas de EPDM	con	Láminas asfálticas

Tabla 1

❖ Capas separadoras

Se utilizan para evitar la adherencia entre los componentes de la cubierta, permitir los movimientos diferenciales entre ellos, separar el aislamiento térmico de la protección en el caso de las cubiertas invertidas, proporcionar protección física y química a otros elementos y actuar como elemento filtrante en cubiertas ajardinadas. Las capas separadoras deben ser imputrescibles y compatibles con los materiales con los que estén en contacto. Los diferentes tipos³ de capas separadoras⁴, deberían utilizarse...:

- a)-Cuando tengamos que evitar el contacto entre materiales químicamente incompatibles⁵.
- b)-Cuando queramos asegurar la no adherencia entre soporte e impermeabilización (sistema flotante).
- c)-Cuando se desee evitar, en general, la adherencia entre la impermeabilización y la protección, o hubiera que resguardar a la primera respecto a la segunda; y específicamente cuando:
 - Se coloque grava como protección pesada (p.ej. en no transitables invertidas).
 - Utilicemos tierra vegetal como protección (cubiertas ajardinadas).
 - Coloquemos como capa de protección un solado flotante colocado sobre "plots".
 - Cuando la impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático.
 - Una capa de rodadura de hormigón.
 - Una capa de rodadura de aglomerado asfáltico.
- d)-Cuando hubiera que separar o resguardar al aislante térmico de la protección; en estos casos:
 - Si se utiliza tierra vegetal como capa de protección.
 - La cubierta es transitable para peatones.
 - Se utiliza grava como capa de protección.
- e)-Cuando sea necesario aumentar la protección contra incendios de la cubierta.
- f)-Otros casos a analizar.

❖ Uniones y solapes

Deberá tenerse en cuenta que la impermeabilización debe colocarse en dirección perpendicular a la línea de máxima pendiente; por su parte, las distintas capas de la impermeabilización deben disponerse en la misma dirección y a cubrejuntas.

Los solapes entre láminas deben quedar a favor de la corriente de agua y no estar alineados con los de las hileras contiguas. El ancho mínimo de las soldaduras a realizar en los solapes de láminas bituminosas será de 8cm, en las de PVCp y TPO de 5cm y en las de EPDM de 7,5cm (pero con un monte de 10cm).

Las formas en que se llevarán a cabo las adherencias y/o soldaduras de las láminas, dependerán del material impermeabilizante a utilizar. Así, las que sean bituminosas se podrán realizar con soplete de gas, adhesivos en frío y oxiasfalto en caliente; las realizadas con materiales elásticos (como el EPDM) con cinta no vulcanizada, con adhesivos, por aire caliente y por alta frecuencia; y las que estén constituidas por materiales plásticos (como PVCp y TPO) con disolventes, con cuña caliente o con soplete de aire caliente.

Ver punto 4 de Qp-7

³ Algunos tipos de capas separadoras son film de plástico, fieltro de fibra de vidrio, fieltro sintético geotextil, capa de mortero de cemento, etc.

⁴ La colocación de la capa separadora necesitará en ciertos casos un determinado grosor mínimo o gramaje para ser efectivos, además de unas características concretas en función del cometido que se le pida: separador ordinario, independizador químico o antipunzonante. En otras situaciones además será pertinente la colocación de otras capas adicionales como capas drenantes, filtrantes, etc.

⁵ Sería el caso, por ejemplo, de un contacto directo entre láminas de PVCp con un aislamiento de planchas de XPS (si bien en cubiertas de tipo invertida es una situación –inicialmente– de menos gravedad que en las cubiertas convencionales, al estar la lámina menos expuesta a las temperaturas altas).

➤ Láminas bituminosas

El modo más habitual de unir este tipo de lámina es mediante el fuego producido por un soplete de gas, el cual debe aplicar su llama sobre los dos laterales a unir hasta que se produzca el reblandecimiento y la pérdida del film antiadherente; esto es aplicable en los solapes y en la superposición entre láminas (ya sean de refuerzo o en el contacto entre dos láminas generales de impermeabilización en casos de sistemas bicapas –en cuyo caso debe haber una adherencia total en toda la superficie de contacto–). Cuando la lámina deba adherirse al soporte, previamente habrá que aplicar sobre éste una imprimación compatible⁶.

➤ Láminas de PVCp y láminas de TPO

La ejecución de las uniones en frío de estas láminas hay que hacerlas mediante encolado de doble contacto. En el caso de soldaduras en caliente mediante soplete de aire caliente, hay que llegar a los ≈600°C de temperatura; en ambos casos hay que aplicar posteriormente presión entre los laterales de la lámina mediante la utilización de un rodillo.

➤ Láminas de EPDM

Las láminas vulcanizadas de caucho sintético EPDM (etileno-propileno-diéno-monómero), tienen la ventaja de que no necesitan autoprotección y que a diferencia de otras, no necesitan disponer de armadura en su interior⁷ (sin bien existen en el mercado presentaciones con ella). La forma de realizar la unión entre las láminas es mediante tres procedimientos: por cinta y a testa, por alta frecuencia y por solape (éste último tiene tres variantes: solape encolado, solape con banda y solape térmico).

❖ **Pruebas y mantenimiento de esta unidad constructiva**

Una vez finalizada la puesta en obra de la impermeabilización es determinante la realización de una **prueba de estanqueidad de la cubierta**. Esta prueba de servicio se hará para comprobar si existen humedades o pérdidas de agua. Para realizarla, se procederá a la inundación total del área impermeabilizada hasta un nivel 1-2cm por encima de la limatesa más alta, y siempre que no se sobrepase el límite de resistencia del elemento estructural que sirve de soporte a la cubierta. Esta inundación debe de mantenerse durante 24 horas como mínimo, o en caso de cubiertas en la que no sea posible esta operación, mediante un procedimiento de riego continuo de 48 horas de duración por toda la superficie. Una vez finalizada la prueba, la evacuación debe de hacerse de manera progresiva para no dañar las bajantes.

En relación al **mantenimiento y conservación**, es conveniente llevar a cabo una limpieza regular de las cubiertas planas: aconsejable cada 6 meses y preceptivo cada 12 meses. Este proceso consistirá en la eliminación de cualquier resto vegetal, de materiales acumulados por el viento, sedimentos ocasionales, recolocación de la grava (en cubiertas no transitables), etc...

⁶ Estas imprimaciones son productos bituminosos que tienen la misión de mejorar el soporte y asegurar la adherencia de las láminas con él en zonas donde deban de ir fijadas (puntos singulares: cazoletas, juntas, rebosaderos, encuentros con petos, etc.).

⁷ Las láminas de EPDM son altamente elásticas, pudiendo llegar al 400% de alargamiento y recuperando posiciones iniciales mejor que otras. Estas láminas sí deberían ser armadas en situaciones especiales (cuando vayan a quedar vistas, en contacto con la intemperie y fijadas al soporte mecánicamente).

 **REFERENCIAS**

FUNDACIÓN MUSAAT		IMÁGENES ● Carretero Ayuso, Manuel Jesús (Fig.: 1, 2 y 3).
AUTOR ● Manuel Jesús Carretero Ayuso	Calle del Jazmín, 66 28033 Madrid	
COLABORADOR ● Alberto Moreno Cansado	www.fundacionmusaat.musaat.es	

BIBLIOGRAFÍA y NORMATIVA ● CTE/DB-HS-1; ● NBE/QB-90; ● UNE 104400; ● UNE-104402; ● UNE 104416 ● PREVENCIÓN DE HUMEDADES I (Cuervo & Ferreres)

CONTROL:	ISSN: 2340-7573	Data: 13/b1 ^o	Ord.: 4	Vol.: Q	Nº: Qp-1	Ver.: 2
-----------------	------------------------	---------------------------------	----------------	----------------	-----------------	----------------

NOTA: Los conceptos, datos y recomendaciones incluidas en este documento son de carácter orientativo y están pensados para ser ilustrativos desde el punto de vista divulgativo, fundamentados desde una perspectiva teórica, así como redactados desde la experiencia propia en procesos patológicos.

© del Autor

© de esta publicación, Fundación MUSAAT

Nota:

En este documento se incluyen textos de la normativa vigente