

# **Prevención de humedades I**

**Prevención de humedades en cubiertas  
y en edificaciones enterradas**

LINO CUERVO MENÉNDEZ  
TOMÁS FERRERES GÓMEZ

D. L.: T-972-2009  
ISBN: 978-84-92465-37-8

© de la edició, COL·LEGI D'APARELLADORS, ARQUITECTES TÈCNICS  
I ENGINYERS D'EDIFICACIÓ DE TARRAGONA

© del texto, Lino Cuervo Menéndez y Tomás Ferreres Gómez

Revisión lingüística: XXXXXXXXXXXXXXX

Edició: Col·legi d'Aparelladors, Arquitectes Tècnics i Enginyers d'Edificació de Tarragona  
Rambla del President Francesc Macià, 6, • 43005 Tarragona  
Tel. 977 21 27 99 • Fax: 977 22 41 52  
e-mail: info@apatgn.org

Producció editorial: Nou Silva Equips SL  
nse@telefonica.net  
www.silvaequips.es

# ÍNDICE

## PREVENCIÓN DE HUMEDADES EN CUBIERTAS

<b>1. EXIGENCIAS FUNCIONALES Y TIPOLOGÍA DE LA CUBIERTA.</b>	<b>15</b>
1.1. Introducción	15
1.2. Zonas climáticas y exposición de la cubierta	16
1.3. Tipología de la cubierta según la pendiente.	17
1.3.1. Pendiente de las cubiertas impermeabilizadas	19
1.3.1.1. Grado de pendiente de las cubiertas planas impermeabilizadas	19
1.3.1.2. Grado de pendiente de las cubiertas inclinadas impermeabilizadas	19
1.3.2. Pendiente de las cubiertas no impermeabilizadas	19
1.3.3. Pendiente de las cubiertas con protecciones superpuestas.	21
1.4. Escorrentía del agua en la cubierta	21
1.5. Tipología de la cubierta según la solución de estanquidad al agua	22
1.5.1. Soluciones de estanquidad en que prima la pendiente	23
1.5.1.1. Solape simple	23
1.5.1.2. Solape y encaje	24
1.5.1.3. Plegado y engatillado	24
1.5.1.4. Diseños especiales para sistemas prefabricados.	25
1.5.2. Solución de estanquidad mediante membranas impermeabilizantes	26
1.5.2.1. Membranas impermeabilizantes constituidas por láminas flexibles unidas mediante solapo y soldadura	26
1.5.2.2. Membranas impermeabilizantes constituidas "in situ", a base de productos líquidos o en pasta aplicados en continuo	27
1.6. Tipología de la cubierta según la solución térmica e higrotérmica	27
1.6.1. Soluciones térmicas e higrotérmicas en tejados y otras cubiertas no impermeabilizadas	28
1.6.2. Soluciones térmicas e higrotérmicas en cubiertas continuas, calientes o no ventiladas	29
1.6.3. Soluciones térmicas e higrotérmicas en cubiertas ventiladas, frías o discontinuas	31
1.6.4. Otras soluciones térmicas e higrotérmicas con el aislamiento por el interior	32
1.7. Estabilidad dimensional de la cubierta	32
<b>2. CUBIERTA CONTINUA, CALIENTE O NO VENTILADA</b>	<b>35</b>
2.1. Introducción	35
2.2. Elementos de una cubierta, continua convencional	36
2.2.1. Base resistente	36
2.2.2. Formación de pendientes	37
2.2.3. Soporte de la impermeabilización en la cubierta continua	38
2.2.4. Aislamiento térmico	39

2.2.4.1. Que se considera aislamiento térmico . . . . .	39
2.2.4.2. Aislamiento térmico soporte de impermeabilización . . . . .	39
2.2.5. Barrera de vapor. . . . .	40
2.2.5.1. Trampa de agua. . . . .	41
2.2.6. La impermeabilización en la cubierta continua. . . . .	42
2.2.7. Protección del sistema en la cubierta continua. . . . .	44
2.2.7.1. Protección con grava. . . . .	44
2.2.7.2. Protección con pavimento flotante sobre "plots" . . . . .	45
2.2.7.3. Pavimento convencional u otras protecciones fijas, rígidas y continuas . . . . .	46
2.2.8. Capas auxiliares en la cubierta continua . . . . .	46
2.2.8.1. Capas auxiliares dispuestas sobre la impermeabilización . . . . .	46
2.2.8.2. Capas auxiliares dispuestas entre impermeabilización y aislamiento térmico . . . . .	47
2.2.8.3. Productos frecuentemente utilizados como capas auxiliares. . . . .	48
<b>3. CUBIERTA CONTINUA INVERTIDA . . . . .</b>	<b>50</b>
3.1. Introducción . . . . .	50
3.2. Elementos de una cubierta invertida. . . . .	51
3.2.1. Base resistente . . . . .	51
3.2.2. Formación de pendientes . . . . .	51
3.2.3. Soporte de la impermeabilización . . . . .	52
3.2.4. Aislamiento térmico . . . . .	52
3.2.5. La impermeabilización en la cubierta invertida. . . . .	52
3.2.6. Protección del sistema en la cubierta invertida. . . . .	53
3.2.6.1. Protección con grava en la cubierta invertida . . . . .	54
3.2.6.2. Protección con pavimento flotante en la cubierta invertida . . . . .	54
3.2.7. Capas auxiliares en la cubierta invertida . . . . .	55
3.2.7.1. Capas auxiliares dispuestas entre el aislamiento térmico y la capa de protección. . . . .	55
3.2.7.2. Capas auxiliares dispuestas entre aislamiento y la impermeabilización . . . . .	55
3.2.7.3. Capas auxiliares dispuestas entre el aislamiento y la protección cuando ésta este constituida por pavimento fijo y continuo . . . . .	56
3.2.7.4. Productos frecuentemente utilizados como capas auxiliares. . . . .	56
3.2.8. Sumideros y gárgolas en la cubierta invertida . . . . .	56
<b>4. SINGULARIDADES DE LA CUBIERTA VENTILADA . . . . .</b>	<b>57</b>
4.1. Introducción . . . . .	57
4.2. Características de la cubierta ventilada. . . . .	58
4.3. Elementos de una cubierta ventilada . . . . .	58
4.3.1. Base resistente . . . . .	59
4.3.2. Cámara ventilada y formación de pendientes. . . . .	59
4.3.3. Aislamiento térmico . . . . .	60
4.3.4. Soporte de la impermeabilización . . . . .	60
4.3.5. La impermeabilización en la cubierta ventilada . . . . .	60
4.3.6. Protección del sistema en la cubierta ventilada . . . . .	60
4.3.7. Capas auxiliares en la cubierta invertida . . . . .	60

<b>5. APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DE MATERIALES Y PRODUCTOS IMPERMEABILIZANTES PARA CUBIERTAS Y DE SU INSTALACIÓN EN OBRA</b>	<b>61</b>
5.1. Introducción	61
5.2. Materiales básicos para la fabricación de impermeabilizantes para cubiertas	63
5.3. Formación de membranas impermeabilizantes para cubiertas	65
5.4. Elementos auxiliares para la formación de membranas impermeabilizantes en cubiertas	66
5.5. Membranas impermeabilizantes con láminas bituminosas	67
5.5.1. Designación e identificación de las láminas bituminosas	67
5.5.2. Formación de membranas con laminas asfálticas	67
5.5.2.1. Criterios en relación con el sistema de instalación	67
5.5.2.2. Criterios en relación al tipo de membrana	68
5.5.2.3. Criterios sobre la resistencia a punzonamiento de las membranas asfálticas	68
5.6. Membranas impermeabilizantes con láminas de plástico (PVCp)	69
5.6.1. Designación e identificación de las láminas de plástico	69
5.6.2. Formulación, designación y tipos de láminas de policloruro de vinilo plastificado (PVCp)	69
5.6.2.1. Formulación de las láminas de PVCp	69
5.6.2.2. Designación de las láminas de PVCp	69
5.6.2.3. Tipos de láminas de PVCp	70
5.6.2.4. Singularidades de las láminas de PVCp	70
5.6.3. Formación de membranas con láminas de PVCp	71
5.6.3.1. Soldadura de juntas	71
5.6.3.2. Fijaciones mecánicas	72
5.6.3.3. Perfiles y chapas metálicas colaminadas o plastificadas con PVC	73
5.7. Membranas impermeabilizantes con láminas de caucho	74
5.7.1. Designación e identificación de las láminas de caucho	74
5.7.2. Laminas de EPDM y accesorios	74
5.7.3. Formación de membranas con laminas de EPDM	75
5.7.3.1. Ejecución de uniones entre láminas por encolado	75
5.7.3.2. Ejecución de uniones entre láminas con bandas termo sensibles	76
5.8. Membranas impermeabilizantes "in situ"	77
5.8.1. Características	77
5.8.2. Formulaciones, designación y tipos de productos	78
5.8.3. Formación de membranas "in situ"	79
<b>6. APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO DE MATERIALES Y PRODUCTOS AISLANTES PARA CUBIERTAS</b>	<b>81</b>
6.1. Introducción	81
6.2. Aislamiento térmico soporte de impermeabilización	81
6.2.1. Instalación del aislamiento térmico	82
6.2.2. Características mecánicas y de estabilidad dimensional	82
6.2.3. Condiciones de la base resistente	82
6.3. Clasificación en función de la naturaleza del aislamiento	83
6.3.1. Poliestireno expandido (EPS)	83
6.3.2. Poliestireno extruido (XPS)	83
6.3.3. Poliuretano (PUR)	84
6.3.4. Poliisocianuratos	84

---

6.3.5. Paneles de resinas fenólicas . . . . .	85
6.3.6. Vidrio celular . . . . .	85
6.3.7. Perlita expandida. Con fibras de vidrio . . . . .	85
6.3.8. Lana de roca . . . . .	86
6.3.9. Lana de vidrio hidrofugada aglomerada con resinas termoendurecibles . . . .	87
6.3.10. Celulósicos . . . . .	87
6.3.11. Corcho . . . . .	87
6.4. Clasificación según la constitución del panel aislante. . . . .	88
6.5. Clasificación según el acabado superficial . . . . .	88
6.6. Aislamiento térmico para cubierta inclinada . . . . .	89
6.7. Otras clasificaciones . . . . .	90
6.8. Campo de aplicación en función de su compresibilidad. . . . .	91
6.9. Estabilidad frente al viento. . . . .	92
6.9.1. Recomendaciones para el lastrado con grava. . . . .	92
6.9.2. Recomendaciones para la fijación mecánica de los paneles aislantes. . . . .	93

## PROTECCIÓN DE HUMEDADES EN EDIFICACIONES ENTERRADAS

<b>1. EL AGUA Y EL TERRENO</b> .....	<b>97</b>
1.1. El ciclo del agua. ....	97
1.2. Solicitaciones por la acción del agua en una edificación enterrada. ....	98
1.2.1. Solicitaciones en la franja de imbibición .....	99
1.2.2. Solicitaciones en la franja de capilaridad mantenida por el nivel freático. ...	99
1.2.3. Solicitaciones por debajo del nivel freático. ....	99
1.2.4. Solicitaciones en pantallas por debajo del nivel freático. ....	99
1.3. El agua y los materiales. Mecanismos de intercambio. ....	100
1.3.1. En forma de vapor. ....	100
1.3.2. En forma líquida. ....	101
<b>2. LAS EDIFICACIONES ENTERRADAS EN EL DB HS1 DEL CTE</b> .....	<b>104</b>
2.0. Introducción y generalidades. ....	104
2.1. Condiciones de diseño. El concepto de grado de impermeabilidad de muros y suelos. ....	105
2.1.1. Grado de impermeabilidad en muros de edificaciones enterradas .....	105
2.1.2. Condiciones de los puntos singulares en muros de edificaciones enterradas	107
2.1.3. Grado de impermeabilidad en suelos de edificaciones enterradas .....	108
2.1.4. Condiciones de los puntos singulares en suelos de edificaciones enterradas	109
2.2. Condiciones de construcción para muros y suelos .....	110
2.2.1. Condiciones para la ejecución de muros .....	110
2.2.2. Condiciones para la ejecución de suelos .....	110
<b>3. PROTECCIÓN DE CUBIERTAS ENTERRADAS.</b> .....	<b>111</b>
3.0. Introducción .....	111
3.1. Factores que condicionan la solución del sistema de impermeabilización. ....	111
3.2. Criterios técnicos principales .....	113
3.2.1. En relación con el soporte de la impermeabilización .....	113
3.2.2. En relación con la membrana impermeable .....	113
3.2.3. En relación con la protección de membranas impermeables .....	115
3.2.4. En relación con las capas auxiliares .....	115
3.2.5. En relación con los sistemas de drenaje .....	116
3.3. Sistemas según el uso .....	117
3.3.1. Sistemas enterrados. ....	117
3.3.2. Sistemas situados en la rasante .....	118
3.3.3. Soluciones mixtas .....	119
3.3. Las cubiertas enterradas en el cte .....	120
<b>4. PROTECCIÓN DE MUROS ENTERRADOS</b> .....	<b>121</b>
4.0. Introducción. Presencia de agua en el terreno. ....	121
4.0.1. Causas externas (exógenas) .....	121
4.0.2. Causas internas (endógenas) .....	121

4.1.	Criterios técnicos principales . . . . .	122
4.2.	Sistemas. . . . .	123
4.3.	Impermeabilización de muros encofrados a dos caras . . . . .	123
4.3.1.	Tipos de membranas . . . . .	123
4.3.2.	Procedimientos de ejecución del muro . . . . .	124
4.3.3.	Impermeabilización de muros encofrados a dos caras, con membranas formadas con láminas o paneles prefabricados, cuando el nivel freático está por encima del plano de cimentación . . . . .	125
4.4.	Impermeabilización de muros encofrados a una cara. . . . .	130
4.4.1.	Impermeabilización de muros encofrados a una cara, con membranas formadas con láminas prefabricadas . . . . .	130
4.4.2.	Impermeabilización de muros encofrados a una cara, con membranas formadas con paneles de bentonita de sodio . . . . .	132
4.4.3.	Impermeabilización de muros encofrados a una cara, con membranas formadas con mantas de bentonita de sodio. . . . .	132
4.4.4.	Impermeabilización de muros encofrados a una cara con tablestacados no recuperables. . . . .	135
4.5.	El DB HS1 del CTE y la impermeabilización de muros . . . . .	135
<b>5.</b>	<b>PROTECCIÓN CONTRA EL AGUA DE PANTALLAS HECHAS "IN SITU" . . . . .</b>	<b>136</b>
5.1.	Pantallas continuas en terrenos estables. Sin utilización de lodos bentoníticos. . . . .	136
5.1.1.	Impermeabilización con mantas de bentonita de sodio. . . . .	137
5.2.	Pantallas continuas en terrenos inestables. Con lodos bentoníticos. . . . .	138
5.2.1.	Impermeabilización con láminas de PEHD. . . . .	138
5.3.	Las pantallas y el CTE. . . . .	140
<b>6.</b>	<b>FORMAS DE DRENAJE DE MUROS POR EL EXTRADOS . . . . .</b>	<b>141</b>
6.0.	Introducción . . . . .	141
6.0.1.	Condiciones. . . . .	141
6.1.	Sistemas de drenaje . . . . .	142
6.1.1.	Componentes y características generales . . . . .	142
6.1.2.	Drenaje tradicional . . . . .	142
6.1.3.	Drenaje mediante bloques de hormigón poroso . . . . .	143
6.1.4.	Drenaje mediante el empleo de geocompuestos . . . . .	145
6.2.	Los sistemas de drenaje y el DB HS1 . . . . .	149
<b>7.</b>	<b>PROTECCIÓN DE SUELOS (SOLERAS, LOSAS) FRENTE AL AGUA PROCEDENTE DEL TERRENO. . . . .</b>	<b>150</b>
7.0.	Introducción . . . . .	150
7.1.	Criterios generales . . . . .	151
7.2.	Protecciones por el exterior . . . . .	151
7.3.	Terrenos por encima del máximo nivel freático . . . . .	152
7.4.	Terrenos en la franja capilar o en la zona de influencia del máximo nivel freático . . . . .	153
7.5.	Terrenos situados bajo el nivel freático . . . . .	154
7.6.	Impermeabilización con membranas bituminosas . . . . .	155
7.7.	Impermeabilización con membranas sintéticas. . . . .	156
7.8.	Impermeabilización con paneles de bentonita de sodio. . . . .	157
7.9.	Protecciones por el interior . . . . .	157
7.10.	Los suelos y el DB HS1. . . . .	158

---

<b>8. TRATAMIENTO DE JUNTAS EN MUROS Y SOLERAS ENTERRADOS.....</b>	<b>159</b>
8.0. Introducción. Principio .....	159
8.1. Tratamientos de juntas.....	159
8.2. Tratamientos de juntas por el exterior (extradós) en muros impermeabilizados con membranas.....	160
8.3. Tratamientos de juntas en muros no impermeabilizados con membranas .....	160
8.3.1. Bandas o cintas termoplásticas y elastoméricas.....	160
8.3.2. Cordones y perfiles hidroexpansivos.....	163
8.4. Los tratamientos de juntas en el DBHS1.....	165
<b>9. TRATAMIENTOS FRENTE AL AGUA POR EL INTRADÓS EN MUROS Y PANTALLAS DE HORMIGÓN .....</b>	<b>166</b>
9.0. Introducción .....	166
9.1. Manifestaciones del agua por el intrados.....	166
9.2. Cámaras ventiladas y no ventiladas (enmascaramiento) .....	168
9.3. Cámaras bufas. Sistema tradicional .....	169
9.4. Revestimientos continuos especiales aplicados " <i>in situ</i> ".....	170
9.5. Impermeabilización de pantallas con doble vaso .....	172
9.6. Los sistemas de actuación por el interior y el DB HS1 .....	174