



GUÍA DE DISEÑO Y EJECUCIÓN EN SECO DE CUBIERTAS CON TEJA CERÁMICA



Aitemin
Centro Tecnológico

Centro
de Toledo



AGRADECIMIENTOS

- A la Sección de Tejas de la Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida (Hispalyt), por su inestimable colaboración en la redacción de esta guía.
- A las empresas Cerámica La Escandella, Ceratres, Cerámica Vereá, HDR, Tejas Borja y Tejas Cobert, por su aportación de material fotográfico y dibujos técnicos.

0	PREÁMBULO.....	4
1	GENERALIDADES.....	5
1.1	Las tejas cerámicas	5
1.2	Definiciones	5
1.3	Materiales.....	9
1.3.1.1	Teja cerámica curva	11
1.3.1.2	Teja cerámica mixta	12
1.3.1.3	Teja cerámica plana	14
1.3.1.4	Teja cerámica con estructura celular	16
1.3.1.5	Piezas especiales	18
2	DISEÑO DE CUBIERTAS CON TEJA CERÁMICA.....	28
2.1	EXIGENCIAS REGLAMENTARIAS. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN	28
2.1.1	Seguridad estructural. DB SE.....	28
2.1.2	Seguridad en caso de incendio. DB SI	28
2.1.3	Seguridad de utilización. DB SU.....	30
2.1.4	Salubridad. DB HS.....	30
2.1.5	Protección frente al ruido. DB HR	31
2.1.6	Ahorro de energía. DB HE	32
2.2	COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO.....	33
2.3	ESQUEMAS FUNCIONALES DE LA CUBIERTA	33
2.4	MICROVENTILACIÓN DE LA CUBIERTA.....	37
2.4.1	Entrada de aire.....	38
2.4.2	Circulación interior.....	41
2.4.3	Salida de aire.....	42
3	PUESTA EN OBRA.....	47
3.1	CONSIDERACIONES PREVIAS	47
3.1.1	Zonas de aplicación	47
3.1.2	Estudio previo del faldón	48
3.1.3	Pendientes mínimas de uso.....	49
3.2	MONTAJE DEL FALDÓN	53
3.2.1	Soporte.....	53
3.2.2	Rastreles.....	53
3.2.2.1	Rastreles de madera	54
3.2.2.2	Rastreles metálicos	57
3.2.2.3	Cordones de mortero	59
3.2.3	Replanteo de faldón.....	60
3.2.3.1	Longitud de paso de montaje	60

3.2.3.2	Replanteo con rastreles paralelos a la línea de máxima pendiente	62
3.2.3.3	Replanteo con rastreles perpendiculares a la línea de máxima pendiente	63
3.2.4	Colocación de tejas	65
3.2.4.1	Fijación de tejas	65
3.2.4.2	Materiales de fijación	68
3.2.4.3	Tejas curvas	71
3.2.4.4	Juntas corridas al hilo. (Tejas mixtas y planas)	72
3.2.4.5	Colocación a tresbolillo	74
3.2.4.6	Tejas con estructura celular	76
4	EJECUCIÓN DE PUNTOS SINGULARES	78
4.1	Alero	78
4.1.1	Alero horizontal	79
4.1.1.1	Alero horizontal sin canalón	79
4.1.1.2	Alero horizontal con canalón visto	80
4.1.1.3	Alero horizontal con canalón interior u oculto	81
4.1.2	Alero inclinado	82
4.2	Limahoya	83
4.3	Cumbrera	85
4.3.1	Cumbrera a dos aguas	86
4.3.2	Cumbrera a un agua	92
4.4	Limatesa	94
4.5	Remates laterales (hastiales)	97
4.6	Encuentro con paramento vertical	98
4.6.1.1	Encuentro superior horizontal	98
4.6.1.2	Encuentro superior inclinado	98
4.6.1.3	Encuentro lateral paralelo a la línea de máxima pendiente	99
4.6.1.4	Encuentro inferior horizontal	101
4.6.1.5	Encuentro inferior inclinado	102
4.7	Cambio de pendiente	102
4.8	Encuentro con conducto vertical	103
4.8.1	Encuentro inferior	103
4.8.2	Encuentro lateral	104
4.8.3	Encuentro superior	104
4.8.4	Encuentro superior con encuentro lateral	105
4.9	Ventana, lucernario y claraboya	105
5	SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO	108
5.1	Seguridad y acceso	108
5.2	Mantenimiento	108
6	BIBLIOGRAFÍA	109

0 PREÁMBULO

La cubierta de teja cerámica lleva utilizándose en España desde tiempos del Imperio Romano, con buenos resultados y una gran implantación; aunque los métodos de colocación tradicionales han dado buenos resultados, y no pueden ser desdeñados, en los últimos años están experimentando un importante auge, respaldados por los fabricantes, otros métodos de colocación, en seco, con gran implantación en otros países.

Estos métodos de colocación en seco evitan problemas posteriores en la teja cerámica, derivados del exceso de mortero y falta de ventilación bajo teja, sobre todo en aquellas zonas en las que el clima es húmedo y frío.

Es bien conocida la existencia de la norma **UNE 136020 “Tejas cerámicas. Código de práctica para el diseño y montaje de cubiertas con tejas cerámicas”**, que cubre la mayor parte de los aspectos a considerar de forma clara y concreta. Sin embargo no es suficiente para aclarar adecuadamente todos los aspectos de la colocación de cubiertas cerámicas en seco, sobre todo en lo referente a microventilación y puesta en obra.

En este documento se pretende desarrollar, más ampliamente, estos aspectos, que se han destacado como más conflictivos en estos últimos años, con objeto de evitar la aparición de defectos en cubiertas por inadecuada ejecución de las mismas.

AITEMIN Centro Tecnológico ha aceptado el reto planteado desde Hispalyt (Asociación Española de Fabricantes de Ladrillos y Tejas de Arcilla Cocida) para desarrollar los aspectos mencionados, y para ello ha contado con la financiación de la Consejería de Educación, Ciencia y Cultura de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha.

NOTA IMPORTANTE:

Existen productos y sistemas constructivos para los cuales los fabricantes han obtenido el correspondiente Documento de Idoneidad Técnica (DIT), por parte del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del CSIC, de la aptitud de empleo en construcción de materiales, sistemas y procedimientos no tradicionales destinados a un uso determinado. Es estos casos, y para éstos productos y sistemas, se deberá seguir estrictamente todas y cada una de las indicaciones y recomendaciones que figuran en dicho documento.

1 GENERALIDADES

1.1 Las tejas cerámicas

El uso del material cerámico en la ejecución de cubiertas, viene avalado por siglos de experiencia y tradición. Es el material más utilizado, respondiendo perfectamente a las necesidades técnicas y económicas exigidas.

Las tejas cerámicas son elementos de colocación discontinua sobre tejados inclinados; se obtienen por conformación (extrusión o prensado), secado y cocción de una pasta arcillosa que contiene o no aditivos. Las tejas cerámicas pueden estar cubiertas total o parcialmente de engobe o esmalte.

La gran versatilidad de la cerámica contribuye a la obtención de tejas con formas diversas. La adición de aditivos y la aplicación de tratamientos superficiales (engobes, esmaltes, etc.) permiten obtener diferentes coloraciones y acabados.

El empleo de tejas cerámicas implica una cubierta inclinada, con la ventaja del aprovechamiento bajo cubierta, con uso de buhardilla.

Si a la cubierta inclinada, se le añaden las características propias del material cerámico:

- Estanqueidad al agua de lluvia, asegurada por las propias tejas
- Resistencia a las heladas
- Estanqueidad al aire, y si es necesario, al vapor
- Estética

unido al tradicional buen comportamiento térmico y acústico de la cerámica, se puede decir que la teja cerámica es un material idóneo para emplear en la cubierta inclinada de cualquier edificación, particularmente si se siguen las indicaciones y recomendaciones que se exponen en esta *guía de diseño y ejecución*.

1.2 Definiciones

En este apartado se definen los elementos principales que constituyen una cubierta, así como la nomenclatura específica de la misma.

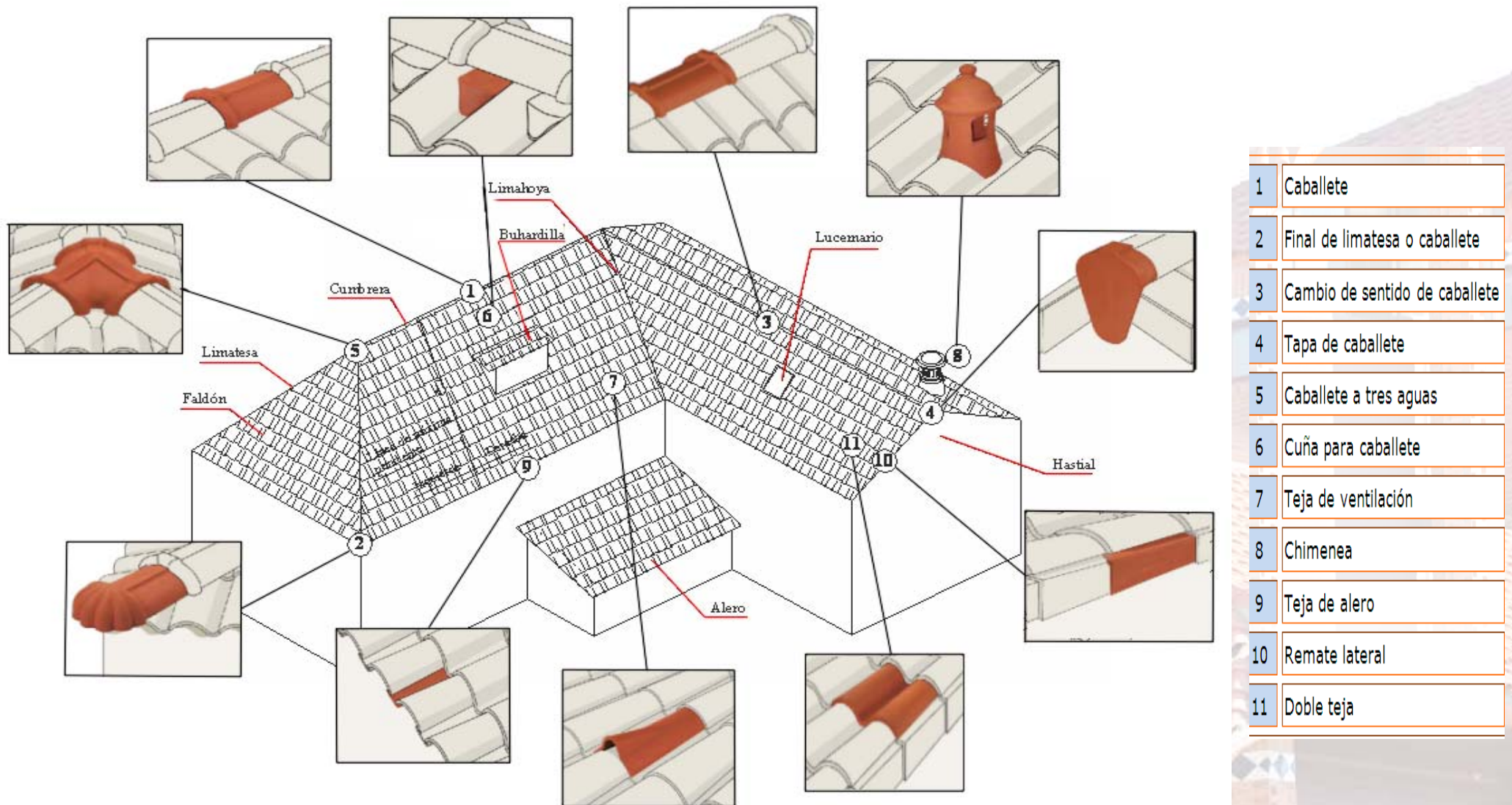


Figura 1. Nomenclatura de cubierta y piezas especiales

- **Faldón:** Cada uno de los planos inclinados que definen la cubierta.
- **Línea de máxima pendiente:** Es la trayectoria que describe la caída libre del agua sobre un faldón.
- **Alero:** Es el extremo inferior en voladizo de la vertiente de un tejado, gracias al cual se evita que el agua recogida en el faldón discurra sobre la pared vertical.
- **Derecha de un faldón:** Es el lado derecho del faldón mirándolo de frente desde el alero.
- **Izquierda de un faldón:** Es el lado izquierdo del faldón mirándolo de frente desde el alero.
- **Limahoya:** Es la línea de encuentro de dos faldones de una cubierta, hacia donde concurre el agua.
- **Limatesa:** Es la línea inclinada, resultante del encuentro faldón con faldón, a partir de la cual el agua es distribuida hacia los mismos.
- **Cumbrera:** Es la línea horizontal, resultado del encuentro; faldón con faldón (cubierta a dos aguas), o faldón con un plano vertical (cubierta a un agua).
- **Borde lateral:** Es el remate lateral del faldón de la cubierta que no se encuentra protegido por ningún elemento superior.
- **Hastial:** Muro testero delimitado superiormente por la cubierta.
- **Base estructural:** Tiene la función de dotar de estabilidad al conjunto así como de ser la encargada de formar la pendiente.
- **Soporte:** Es el elemento sobre el que se apoya la cobertura, resiste la acción del viento y la carga de nieve. Puede ser continuo o discontinuo:
 - Cuando es continuo se denomina tablero y puede estar constituido por rasillones cerámicos con acabado en mortero u hormigón, placas de fibrocemento, paneles compuestos por diversos materiales, etc.
 - Los discontinuos están constituidos por rastreles, perfiles, etc.
- **Par:** Elemento paralelo a la línea de máxima pendiente del faldón, que sirve de apoyo a las correas.
- **Correa:** Elemento perpendicular a la línea de máxima pendiente del faldón, que sirve de apoyo a los listones. En determinados casos puede cumplir la función de rastrel.
- **Listón o cabio:** Elemento paralelo a la línea de máxima pendiente que sirve de apoyo a los rastreles.

- **Rastrel:** Elemento que sirve de apoyo a las tejas. (ver capítulo 3).

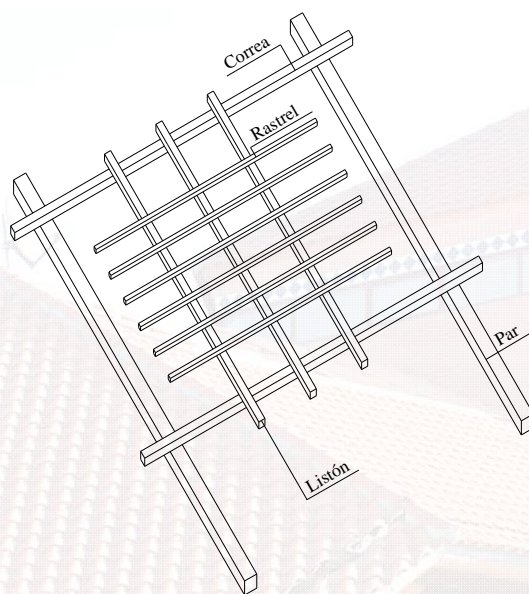


Figura 2. Par, rastrel, listón y correa

- **Fijación:** Es el proceso de unión del material de cobertura con el soporte. En función de la pendiente se pueden utilizar clavos, tornillos, ganchos, grapas, morteros o adhesivos específicos para esta función. (ver capítulo 3).
- **Cobertura:** Conjunto de elementos que están en contacto directo con el ambiente exterior y que protegen de éste al resto de elementos de la cubierta. Puede estar constituido por elementos continuos o discontinuos, y debe ser compatible con el tablero que lo sustenta y la pendiente del mismo. La teja cerámica es el elemento de cobertura objeto de estudio en esta guía.
- **Complementos:** Son elementos secundarios que se emplean en la cubierta cuya utilización dependerá de las características concretas de cada caso. Se emplean como complementos: las membranas impermeables, planchas de zinc, aislantes térmicos, canalones, etc.

La composición de una cubierta es lo suficientemente flexible como para que algún elemento tenga varias funciones al mismo tiempo. De hecho es frecuente que la base estructural forme también el tablero en el caso de los forjados inclinados.

1.3 Materiales

Se relacionan los aspectos que la norma UNE 1304 exige a las tejas cerámicas, excepto las tejas con estructura celular.

Tabla 1. Requisitos para las tejas cerámicas

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
UNE EN 1304	Defectos estructurales	$\leq 5\%$	
UNE EN 1024	Longitud	$\pm 2\%$	
	Anchura	$\pm 2\%$	
	Uniformidad de perfiles transversales	(Solo para Tejas Curvas) ≤ 15 mm.	
	Rectitud	L > 300 mm. $\rightarrow 1,5\%$	
		L ≤ 300 mm. $\rightarrow 2\%$	
Alabeo	L > 300 mm. $\rightarrow 1,5\%$		
	L ≤ 300 mm. $\rightarrow 2\%$		
UNE EN 539-1. Permeabilidad:			
Categoría 1		Categoría 2	
Método 1	Método 2	Método 1	Método 2
Valor medio: $\leq 0,5$ cm ³ /cm ² .día	Valor medio: $\leq 0,8$ cm ³ /cm ² .día	Valor medio: $\leq 0,8$ cm ³ /cm ² .día	Valor medio: $\leq 0,925$ cm ³ /cm ² .día
Valores individuales: $\leq 0,6$ m ³ /cm ² .día	Valores individuales: $\leq 0,85$ cm ³ /cm ² .día	Valores individuales: $\leq 0,9$ cm ³ /cm ² .día	Valores individuales: $\leq 0,95$ cm ³ /cm ² .día
		El empleo de tejas clasificadas en esta categoría solamente está autorizado cuando son colocadas para formar una cubierta provista de un techo estanco	
UNE EN 538. Resistencia a la flexión:			
Tejas Planas sin encaje	Tejas Planas con encaje	Tejas Curvas	Resto de Tejas
600 N	900 N	1000 N	1200 N
UNE EN 539-2	Resistencia a la helada según Método C o Método E	50 ciclos (método C); 30, 90 o 150 (método E)	

Por otra parte, existe también la Marca N, marca de calidad de carácter voluntario, regulada por los siguientes documentos:

- Reglamento Particular de la Marca AENOR para tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida (RP 34.02)
- Reglamento Particular del Certificado de Conformidad AENOR para elementos cerámicos de recubrimiento con estructura celular para cubiertas (RP 34.13)

En la siguiente tabla se recogen los requisitos que tienen que cumplir las tejas con estructura celular para que se le otorgue el citado certificado de producto o Marca N, según el RP 34.13

Tabla 2. Requisitos para las tejas cerámicas con estructura celular

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
AENOR R.P. 34.13 Anexo D 4.1	Defectos estructurales	$\leq 5\%$	
AENOR R.P. 34.13 Anexo D 4.2	Longitud	$\pm 2\%$	
	Anchura	$\pm 2\%$	
	Uniformidad de perfiles transversales	≤ 30 mm en canales	≤ 15 mm en cobijas
	Rectitud	$\leq 1,0\%$	
	Alabeo	$\leq 1,5\%$	
UNE EN 539-1. Permeabilidad método 1			
Valor medio $\leq 0,5$ cm ³ /cm ² .día Valores individuales $\leq 0,6$ m ³ /cm ² .día			
AENOR R.P. 34.13 Anexo D 4.3 Resistencia a la flexión:			
Longitudinal		Transversal	
$x_i \geq 2,5$ kN	$X_m \geq 3,5$ kN	$x_i \geq 3,5$ kN	$X_m \geq 6,0$ kN
UNE EN 539-2	Resistencia a la helada según Método C	50 ciclos	

En cualquier caso, todas las tejas cerámicas que se comercialicen en España, y de acuerdo con la Directiva de Productos de Construcción, deben disponer del correspondiente Marcado CE.

Aunque en la norma EN 1304 se definen los siguientes tipos de tejas:

- Tejas especiales
- Tejas con encaje lateral y encaje de cabeza
- Tejas con sólo encaje lateral
- Tejas solo con encaje de cabeza
- Tejas con solape de cabeza variable
- Tejas con solape lateral variable
- Tejas planas sin encaje
- Tejas de solape
- Tejas curvas
- Piezas especiales

se van a tener en cuenta los tipos de teja más utilizados en España, manteniendo la denominación que habitualmente se utiliza en España y que figura en la norma UNE 136020 "Código de práctica para el diseño y ejecución de cubiertas con tejas cerámicas".

1.3.1.1 Teja cerámica curva

Las tejas curvas son elementos de cobertura en forma de canal, obtenidas generalmente por extrusión y/o prensado, cuyo diseño permite obtener valores diferentes de solape entre las piezas. Los bordes pueden ser paralelos o convergentes.

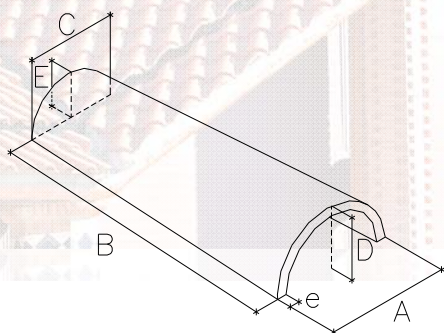


Figura 3. Teja cerámica curva convencional (centro) y con talón (derecha)

- *Características morfológicas*

En este apartado se tratan los aspectos relativos a la forma de la teja cerámica curva: dimensiones, tolerancias, solapes, etc.

Los datos que aquí se aportan dependerán de cada producto en concreto, que serán aportados por el fabricante del producto, pero se indican para poder tener orden de magnitud, sin tener ningún carácter restrictivo.

Tabla 3. Características morfológicas de las tejas cerámicas curvas

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	
Dimensiones:	A: 10 - 22 cm
	B: 20 - 50 cm
	C: 8 - 18 cm
	D: 6 - 9 cm
	E: 4 - 6 cm
	e: 12 - 15 mm
Nº de piezas por m ²	18- 100 piezas
Peso por m ²	35 - 50 kg
Peso unitario	0,35 - 2,5 kg
Solape mínimo	70 - 150 mm
Paso de agua	> 30 mm
Intereje de colocación	18 - 35 cm

1.3.1.2 Teja cerámica mixta

Para su fabricación a la arcilla se le somete procesos de extrusión y prensado, configurando un perfil curvo y plano. Las tejas mixtas incluirán un sistema de encaje longitudinal o lateral y otro transversal o de cabeza, que pueden ser simples o múltiples. Dichos sistemas permitirán el ensamblaje estanco de las piezas contiguas, en filas verticales e hiladas horizontales.

El sistema de encaje limitará la posibilidad de deslizamiento de las tejas entre si y su objeto es evitar el paso del agua. Los sistemas de encaje son particulares de

cada fabricante, por lo cual se tendrá en cuenta que deberán cumplir con su función antes de elegir el modelo de teja a emplear.

El encaje longitudinal o lateral y el encaje transversal o de cabeza de las piezas permitirá respectivamente el ensamblaje de las tejas de la misma hilada horizontal y de la misma fila vertical.

Las tejas llevarán en su cara inferior y junto a su borde superior, uno o varios tetones o tacones de apoyo que permiten su enganche en el soporte.

En el caso de que la pieza vaya a ir clavada, llevará junto a su borde superior uno o varios orificios premarcados, que deberán taladrarse cuando proceda.

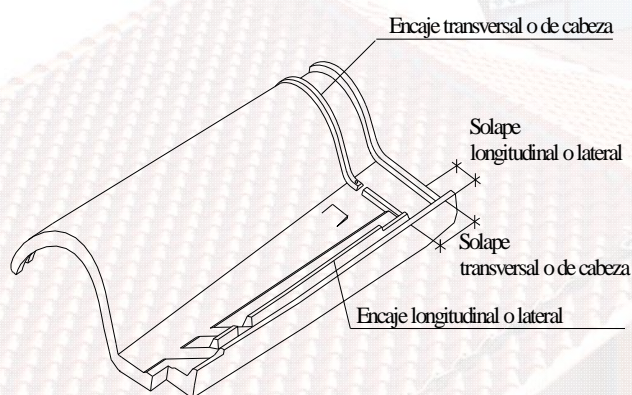


Figura 4. Teja cerámica mixta

- Características morfológicas

En este apartado se tratan los aspectos relativos a la forma de la teja cerámica mixta: dimensiones, tolerancias, solapes, etc.

Los datos que aquí se aportan dependerán de cada producto en concreto, que serán aportados por el fabricante del producto, pero se indican para poder tener orden de magnitud, sin tener ningún carácter restrictivo.

Tabla 4. Características morfológicas de las tejas cerámicas mixtas

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	
Dimensiones:	A: 43 - 56 cm
	B: 26 - 32 cm
	C: 6 - 12 cm
	e: 15 - 22 mm
Nº de piezas por m ²	10 - 14 piezas
Peso por m ²	39 - 48 kg
Peso unitario	2,8 - 4,8 kg
Solape longitudinal	40 - 80 mm
Holgura solape longitudinal	0 - 25 mm
Solape transversal	30 - 60 mm
Holgura solape transversal	0 - 15 mm

1.3.1.3 Teja cerámica plana

Para su fabricación a la arcilla se le somete a procesos de extrusión y prensado, configurando un perfil plano, que puede tener o no un resalte longitudinal en el centro de la pieza.

Las tejas planas tendrán un sistema de encaje longitudinal o lateral y otro transversal o de cabeza, que podrán ser simples o múltiples. Dicho sistema permitirá el ensamblaje estanco de piezas contiguas, en filas verticales e hiladas horizontales.

El sistema de encaje limitará la posibilidad de deslizamiento de las tejas entre si y su objeto es evitar el paso del agua.

Los sistemas de encaje serán particulares de cada fabricante, por lo cual se tendrá en cuenta que deberán cumplir con su función antes de elegir el modelo de teja a emplear. El encaje longitudinal y el encaje transversal de las piezas permitirá respectivamente el ensamblaje de las tejas de la misma hilada horizontal y de la misma fila vertical.

Las tejas planas llevarán en su cara inferior y junto a su borde superior, uno o varios tetones o tacones de apoyo que permiten su enganche de la teja en el soporte.

En el caso de que la pieza vaya a ir clavada, llevará junto a su borde superior uno o varios orificios premarcados, que deberán taladrarse cuando proceda con una broca de carburo de wolframio (*vidia*), sin deterioro de la teja.

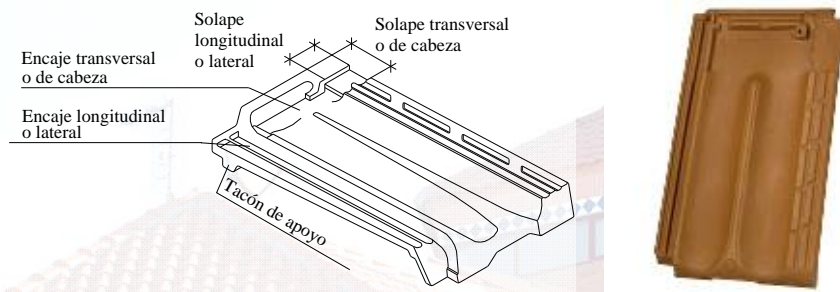


Figura 5. Teja cerámica plana marselesa o alicantina

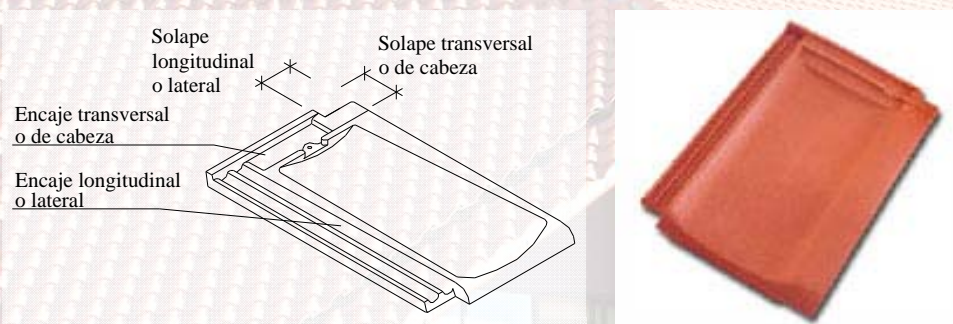


Figura 6. Teja cerámica plana monocanal

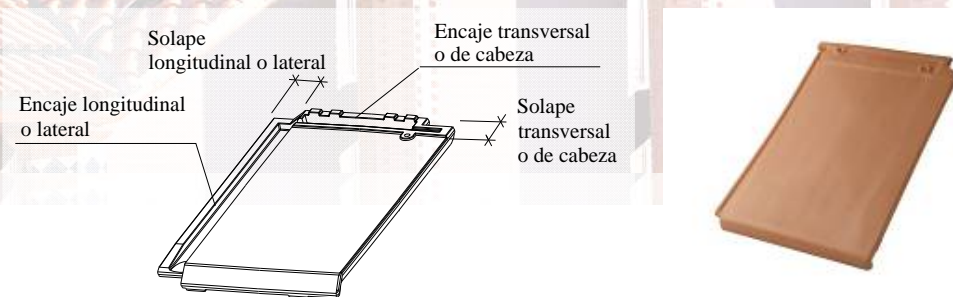


Figura 7. Teja cerámica plana con encaje

- *Características morfológicas*

En este apartado se tratan los aspectos relativos a la forma de la teja plana: dimensiones, tolerancias, solapes, etc.

Los datos que aquí se aportan dependerán de cada producto en concreto, que serán aportados por el fabricante del producto, pero se indican para poder tener orden de magnitud, sin tener ningún carácter restrictivo.

Tabla 5. Características morfológicas de las tejas cerámicas planas

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	
Dimensiones:	A: 44 - 48 cm
	B: 26 - 29 cm
	C: 15 - 22 cm
Nº de piezas por m ²	10 - 14 piezas
Peso por m ²	39 - 40 kg
Peso unitario	2,8 - 4,8 kg
Solape longitudinal	40 - 80 mm
Holgura solape longitudinal	15 - 25 mm
Solape transversal	40 - 60 cm
Holgura solape transversal	0 - 15 mm

1.3.1.4 Teja cerámica con estructura celular

Existe en el mercado un tipo de teja cerámica de gran tamaño, que reproduce en una única pieza la estética de varias unidades de teja cerámica convencional y que cuenta con estructura celular y el correspondiente sistema de solape y encaje. Estas piezas tienen un sistema de cámaras o celdas bajo la parte vista superior que hace que la ventilación se resuelva en el interior de las cámaras de las tejas.

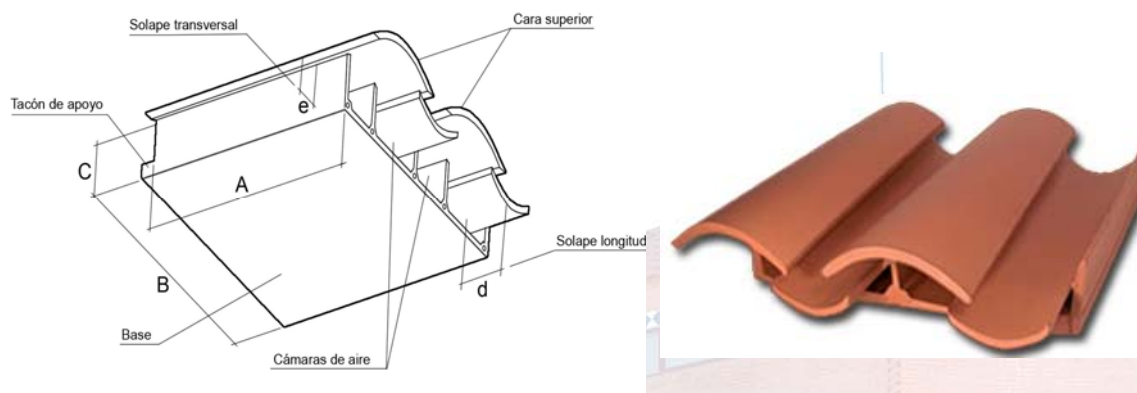


Figura 8. Teja cerámica con estructura celular

- Características morfológicas

En este apartado se tratan los aspectos relativos a la forma de la teja con estructura celular.

Los datos que aquí se aportan dependerán de cada producto en concreto, que serán aportados por el fabricante del producto, pero se indican para poder tener orden de magnitud, sin tener ningún carácter restrictivo.

Tabla 6. Características morfológicas de las tejas cerámicas curvas

CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	
Dimensiones:	A: 36 - 44 cm
	B: 45 - 48 cm
	C: 7- 13 cm
	D: 7 - 10 cm
	E: 3 - 5 cm
	e: 12 - 15 mm
Nº de piezas por m ²	5 piezas
Peso por m ²	53 - 70 kg
Peso unitario	10,4 - 14 kg/ud
Solape longitudinal	70 - 120 mm
Solape transversal	35 - 50 mm

1.3.1.5 Piezas especiales

Además de las tejas anteriormente descritas, se fabrican piezas especiales y accesorios para solucionar los puntos singulares o de discontinuidad de la cubierta. El uso de estas piezas será imprescindible para resolver los puntos singulares, asegurando con ellas, entre otros aspectos, la estanqueidad, uniformidad y estética de la cubierta.

- *Teja de ventilación*

Es la pieza que facilita que se produzca una corriente de aire, tanto bajo las tejas como bajo la cubierta, impidiendo la posible formación de condensaciones de agua.

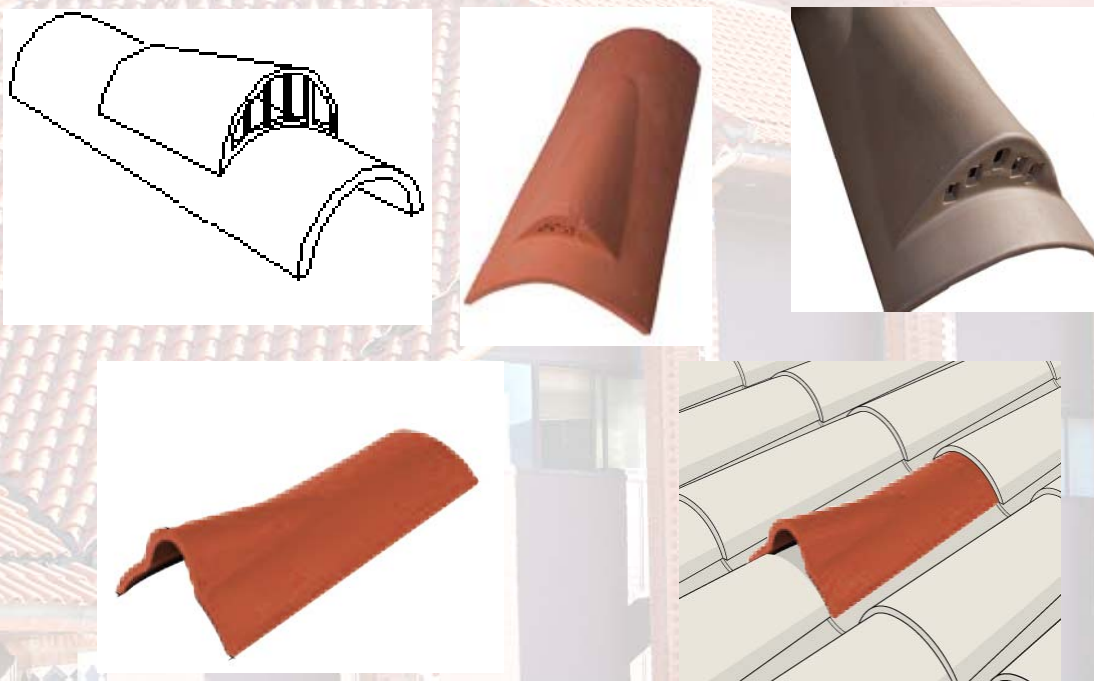


Figura 9 (conjunto). Teja de ventilación (diferentes modelos de teja curva)



Figura 10 (conjunto). Teja de ventilación (teja mixta)

- *Caballete*

Pieza que asegura la estanqueidad a lo largo de las limatesas y la línea de cumbre.



Figura 11 (conjunto). Caballete

- *Final de limatesa o caballete*

Pieza que permite terminar el extremo de la limatesa, cumpliendo una importante función estética, al tiempo que garantiza la estanqueidad en el encuentro con el alero.



Figura 12 (conjunto). Final de caballete

- *Doble hembra*

Pieza que permite cambiar el sentido de machihembrado del caballete para poder rematar la cumbre con el final de caballete en uno de sus extremos.



Figura 13 (conjunto). Doble hembra

- *Tapa de caballete*

Pieza para el remate de los extremos de la cumbrera, siendo éste ejecutado mediante el solape de tres piezas: el caballete, el lateral derecho de un faldón y el lateral izquierdo de otro faldón. Garantiza la estanqueidad de ese encuentro y consigue el acabado perfecto de ambos remates al unirse a la cumbrera.



Figura 14 (conjunto). Tapa de caballete

- *Caballete a tres aguas*

Pieza que asegura el desagüe y la estanqueidad en el punto de encuentro de una cumbrera con dos limatesas. El diseño de la cubierta debe adaptarse a los ángulos entre cumbrera y limatesas para los cuales haya sido diseñada.



Figura 15 (conjunto). Caballete a tres aguas

- *Cuña para caballete*

Es la pieza que rellena el hueco que deja la teja mixta en su parte plana bajo el caballete. Se coloca a lo largo de las cumbresras y limatesas.



Figura 16 (conjunto). Cuña para caballete

- *Base para chimenea*

Pieza de dimensiones iguales o múltiplos respecto a las de la teja, cuya función es soportar la chimenea.



Figura 17 (conjunto). Base para chimenea

- *Chimenea*

Pieza que, combinada con la base para chimenea, resuelve estéticamente y funcionalmente la salida del aire.



Figura 18 (conjunto). Chimenea

- *Teja de alero*

Pieza que cumple una doble función. Por un lado, se obtiene un alero embellecido y similar al de las cubiertas de teja curva y, por otro, prolonga el alero unos 15 cm, evitando que se produzcan humedades y manchas en la fachada. Se instalará una junto a otra encajando bajo la teja superior.

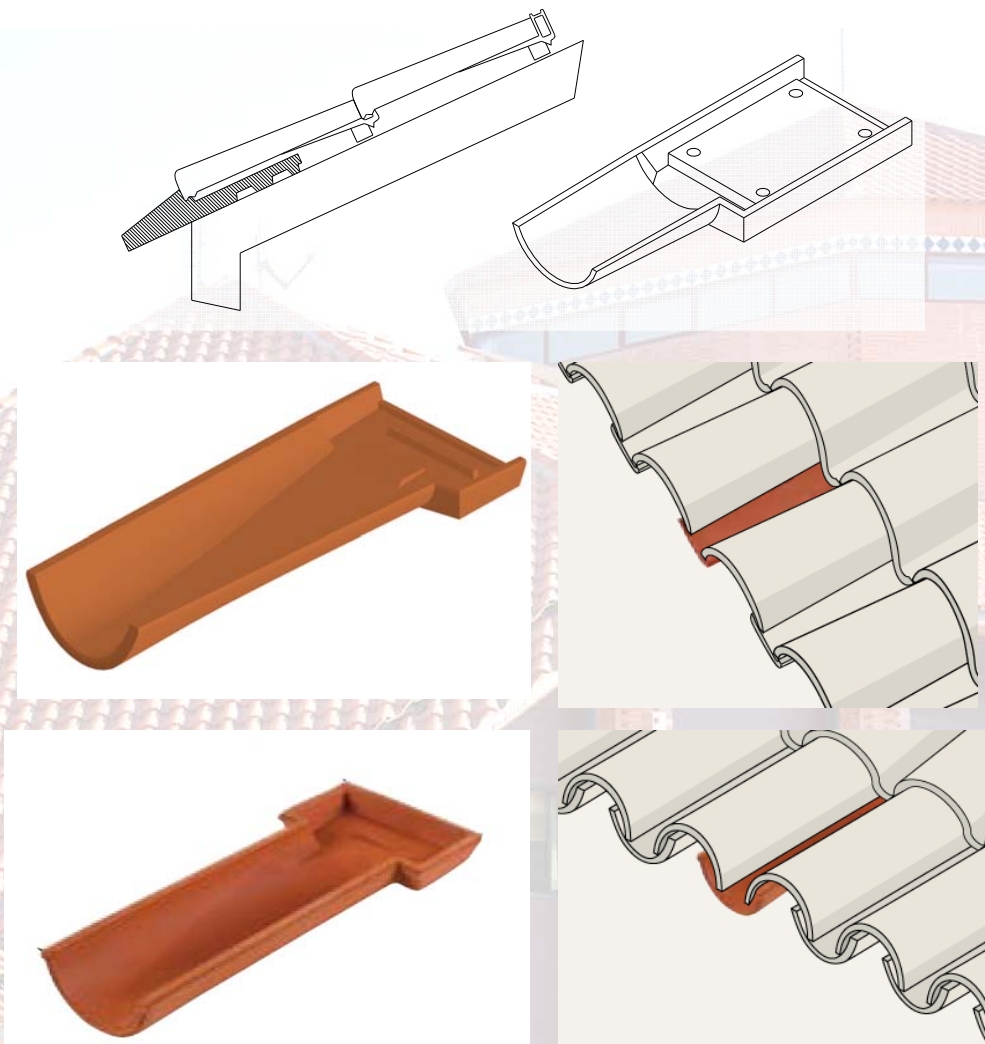


Figura 19 (conjunto). Teja de alero

- *Remate lateral*

Pieza que asegura la estanqueidad al agua y al viento a lo largo de las líneas del borde del hastial.

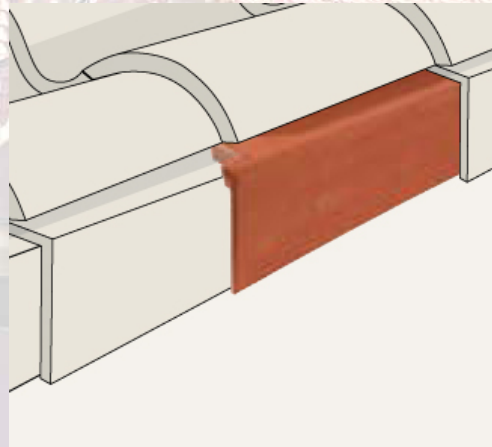
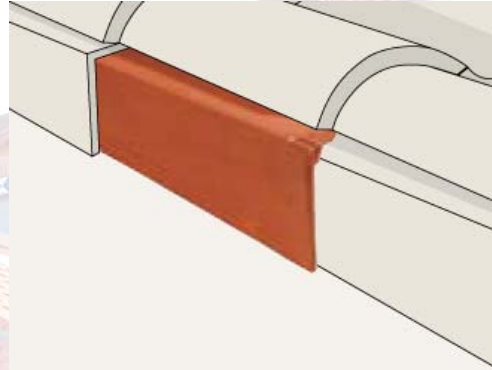


Figura 20 (conjunto). Remate lateral (izquierdo y derecho)

- *Media teja*

Teja mixta, a la que se le ha suprimido la parte plana, complementaria con los remates laterales.



Figura 21 (conjunto). Media teja

- Doble teja

Teja mixta, con dos partes curvas y una plana, complementaria con los remates laterales.



Figura 22 (conjunto). Doble teja

- Barrera de pájaros

Pieza especial, colocada generalmente en la línea de alero, para evitar, en la medida de lo posible, la entrada de animales.

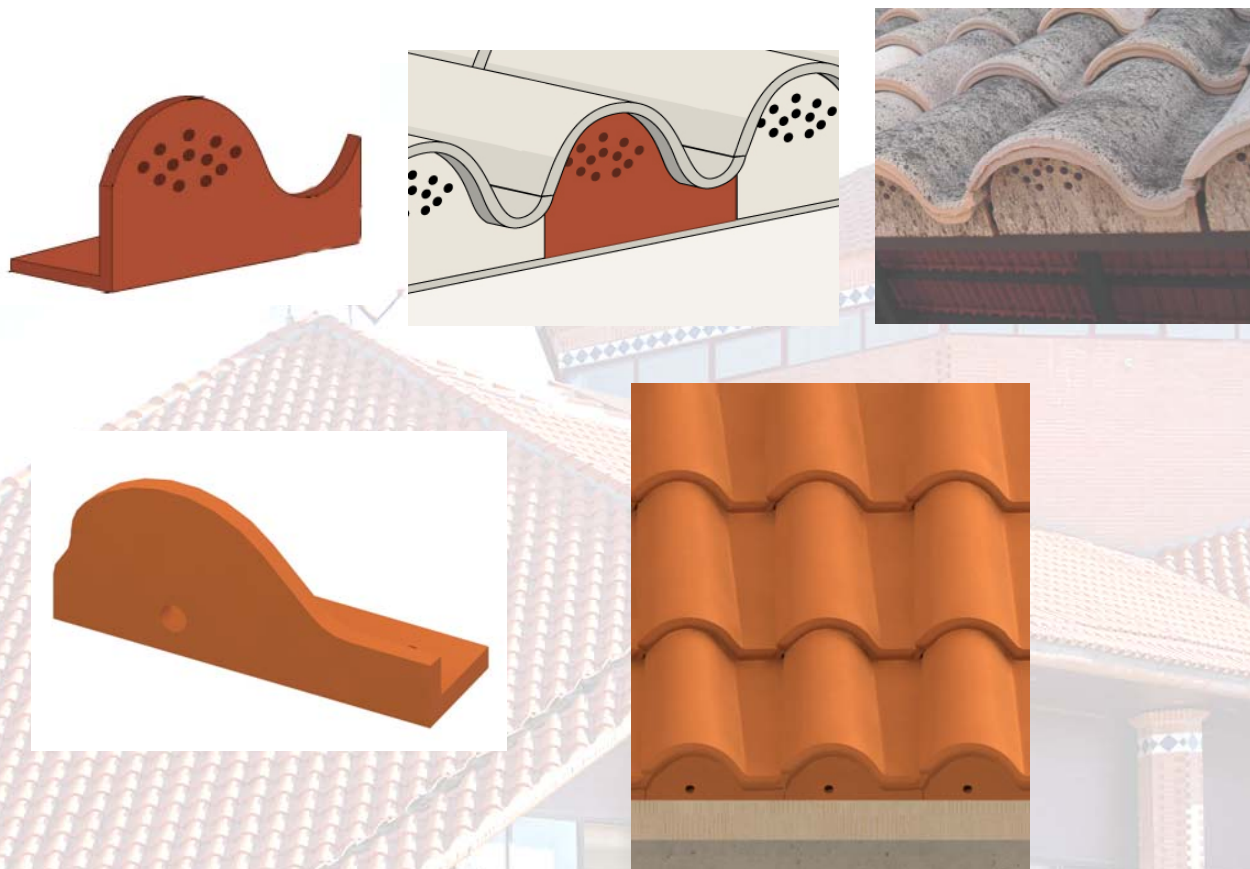


Figura 23 (conjunto). Barrera de pájaros

2 DISEÑO DE CUBIERTAS CON TEJA CERÁMICA

2.1 EXIGENCIAS REGLAMENTARIAS. CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN

En este apartado se determinan las Exigencias Básicas de cada requisito del Código Técnico de la Edificación (CTE), que afectan al diseño de las cubiertas, extraídos del *Catálogo de Soluciones Cerámicas para el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación*, editado por Hispalyt. Para ampliar la información que aquí se recoge se recomienda consultar dicho catálogo.

2.1.1 Seguridad estructural. DB SE

Las exigencias que afectan a las cubiertas son las mismas que afectan a cualquier elemento estructural:

- SE 1: Resistencia y estabilidad.
- SE 2: Aptitud al servicio.

La verificación de las exigencias de seguridad estructural para los soportes resistentes de las cubiertas debe realizarse de manera global, con un cálculo estructural que tenga en cuenta todo el edificio. Ese tipo de cálculos, quedan fuera del alcance de esta guía.

2.1.2 Seguridad en caso de incendio. DB SI

- Exigencias

- SI 1. Propagación interior. Se limitará el *riesgo* de propagación de incendio por el interior del *edificio*.
- SI 2. Propagación exterior. Se limitará el *riesgo* de propagación del incendio por el exterior, tanto en el *edificio* considerado como a otros *edificios*.
- SI 6. Resistencia al fuego de la estructura. La estructura portante mantendrá su *resistencia al fuego* durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las exigencias básicas de SI 1 a SI 5.

Las exigencias SI 3 "Evacuación de ocupantes", SI 4 "Instalaciones de protección contra incendios" y SI 5 "Intervención de bomberos" no afectan directamente al elemento constructivo considerado, aunque sí de forma global al edificio.

- Datos de partida

- La existencia o no de un encuentro de la cubierta con un elemento vertical de compartimentación de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto o con una medianería.
- La existencia o no de encuentros entre la cubierta y una fachada que pertenezca a un sector de incendio o edificio diferente.
- Uso del sector o la zona del edificio sobre la que se encuentra la cubierta.
- Altura de evacuación del edificio.

- Especificaciones

- Propagación interior:

En el caso de que la cubierta esté destinada a alguna actividad o esté previsto que vaya a ser utilizada en evacuación, precisa de una función de compartimentación de incendios, similar a la de las particiones interiores horizontales.

En caso de no darse las siguientes condiciones, es decir, no esté destinada a actividad alguna ni esté prevista para ser utilizada en evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la *resistencia al fuego R* que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas que se señalan para cumplir frente a propagación exterior.

- Propagación exterior:

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, ésta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un *sector de incendio* o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior, puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 estará en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

2.1.3 Seguridad de utilización. DB SU.

No influye en el diseño y cálculo de las cubiertas inclinadas con teja cerámica.

2.1.4 Salubridad. DB HS.

- Exigencia

HS 1: Protección frente a la humedad. Se limitará el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los *edificios* y en sus *cerramientos* como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

- Datos de partida

No hay.

- Especificaciones: Grado de impermeabilidad

Para las cubiertas el *grado de impermeabilidad* exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier *solución constructiva* alcanza este *grado de impermeabilidad* siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

Las cubiertas deben disponer de los elementos siguientes:

- Un sistema de formación de pendientes cuando la cubierta sea inclinada y su soporte resistente no tenga la pendiente adecuada al tipo de protección y de impermeabilización que se vaya a utilizar.
- Una *barrera contra el vapor* inmediatamente por debajo del *aislante térmico* cuando se prevea que vayan a producirse condensaciones en dicho elemento.
- Una *capa separadora* bajo el *aislante térmico*, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.
- Un *aislante térmico*, según se determine en la sección HE 1 del DB "Ahorro de energía".
- Una *capa separadora* bajo la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles o la adherencia entre la impermeabilización y el elemento que sirve de soporte en sistemas no adheridos.

- Una capa de impermeabilización cuando el sistema de formación de pendientes no tenga la pendiente exigida (ver capítulo 3.1.3) o el solape de las piezas de la protección sea insuficiente.
- Una capa separadora entre la capa de protección y la capa de impermeabilización, cuando deba evitarse la adherencia entre ambas capas.
- La impermeabilización tenga una resistencia pequeña al punzonamiento estático.
- Un elemento de cobertura (teja cerámica).
- Un sistema de evacuación de aguas, que puede constar de canalones, sumideros y rebosaderos, correctamente dimensionados.
- El solape de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica. Debe recibirse o fijarse al soporte una cantidad de piezas suficiente para garantizar su estabilidad dependiendo de la pendiente de la cubierta, la altura máxima del faldón, el tipo de piezas y el solapo de las mismas, así como de la ubicación del edificio (ver capítulo 3.2.4).

2.1.5 Protección frente al ruido. DB HR

- Exigencia

Los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus *recintos* tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los *recintos*.

- Datos de partida

- Localización:
 - Valor del *índice de ruido día*, L_d , de la zona donde vaya a ubicarse el edificio o tipo de área acústica, obtenidos a partir de datos oficiales.
 - Tipo de ruido predominante: Aeronaves o automóviles.
- Relativos al edificio:
 - Uso del edificio.
 - Tipo de recinto protegido receptor.

- Especificaciones

- Cuantificación de las exigencias de aislamiento frente al ruido exterior: Se cumplirán las mismas especificaciones que en el caso de fachadas.

- Comentarios

La cubierta también está afectada por las exigencias de aislamiento acústico interior, entre dos unidades de uso diferentes. En este caso la cubierta actúa como un *elemento de flanco* y, por tanto, como una vía indirecta de transmisión del sonido entre los recintos. La solución constructiva de la cubierta deberá elegirse conjuntamente con el resto de elementos constructivos que conforman el recinto para satisfacer la exigencia de aislamiento entre unidades de uso.

2.1.6 Ahorro de energía. DB HE

- Exigencia

HE 1: Limitación de demanda energética. Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

- Datos de partida

- *Zona climática.*
- Condiciones de temperatura y *humedad relativa* interiores.
- Clase de higrometría del local.

- Especificaciones

- Valores máximos de transmitancia
- Comprobación de limitación de condensaciones:
 - a. Condensaciones superficiales:

El factor de temperatura de la superficie interior debe ser superior al factor de temperatura de la superficie interior mínimo.

En aquellas zonas en las que no se verifique lo anterior no deben ser susceptibles de degradarse, posibilitar la formación de mohos y absorber agua, especialmente en los puentes térmicos.

b. Condensaciones intersticiales:

Las condensaciones intersticiales que se produzcan en las cubiertas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo período.

2.2 COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO

Las tejas cerámicas, como muchos de los materiales empleados en la construcción, son permeables al vapor de agua, por lo que se produce una difusión del vapor desde el medio caliente (presión mayor), al medio frío (presión inferior), pudiendo ser este el origen de condensaciones en el interior de la cubierta, principalmente en la cara interior de las tejas.

El control de las condensaciones es crucial para el buen funcionamiento y durabilidad de las tejas, sobre todo en zonas climatológicas que puedan agravar el problema (ambientes costeros, comarcas con frecuentes heladas, zonas de alto grado de humedad, etc.).

La ventilación de las cubiertas es el elemento diferenciador en control del comportamiento higrotérmico. El grado de ventilación de las cubiertas es decisivo, tanto para el secado de la cara inferior de las tejas, como para evitar que el contenido de humedad pueda superar el punto de saturación.

La ventilación también está directamente relacionada con la pendiente del soporte, así, cuanto menor sea la pendiente, mayor será la necesidad de ventilación de la cara inferior de la cubierta.

2.3 ESQUEMAS FUNCIONALES DE LA CUBIERTA

Las cubiertas, en función de la disposición del aislamiento térmico y la ventilación de las mismas, se pueden diferenciar en los siguientes esquemas funcionales:

- *Cubierta no aislada ni ventilada*

Cubierta que no dispone de ningún tipo de sistema de aislamiento térmico ni ventilación. En la actualidad el Código Técnico de la Edificación (CTE) no permite el uso de esta tipología de cubiertas para espacios habitables.

Se compone de los siguientes elementos:

- Material cerámico de cobertura
- Capa de microventilación
- Barrera de vapor (solo si fuera necesaria, según CTE HE1)
- Lámina impermeable (si la cubierta no cumple las condiciones de pendiente mínima necesaria)
- Estructura portante o soporte resistente

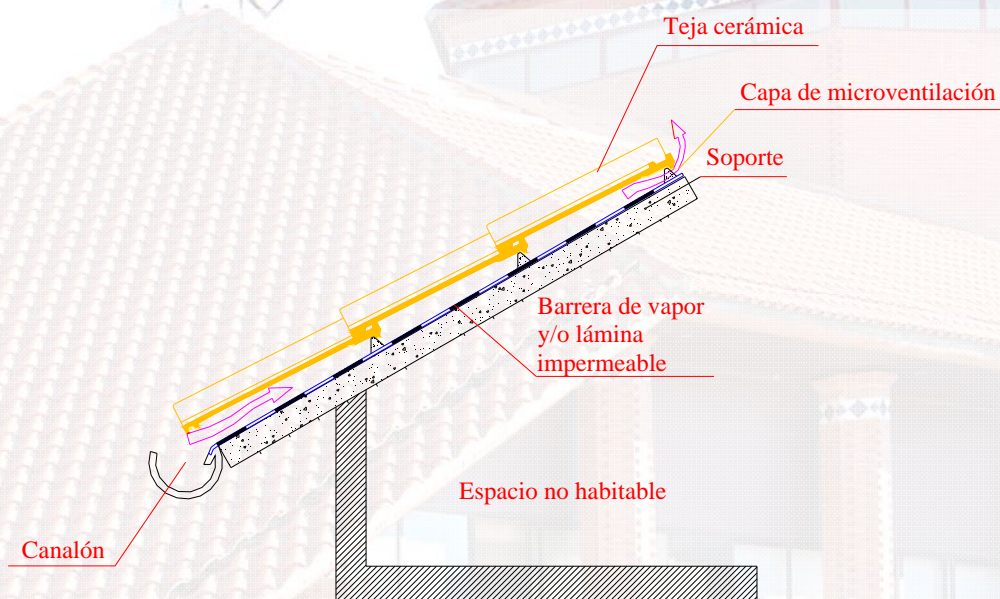


Figura 24. Cubierta no aislada ni ventilada

- *Cubierta aislada y no ventilada:*

También llamada cubierta caliente. Formada por varias capas, que separa el interior del edificio sin existir una cámara de aire intermedia. Se encuentra sujeta a fuertes diferencias de temperatura y de presión de vapor entre su cara exterior e interior.

Se compone de los siguientes elementos:

- Material cerámico de cobertura
- Capa de microventilación
- Aislante térmico

- Barrera de vapor (solo si fuera necesaria, según CTE HE1)
- Lámina impermeable (si la cubierta no cumple las condiciones de pendiente mínima necesaria)
- Estructura portante o soporte resistente

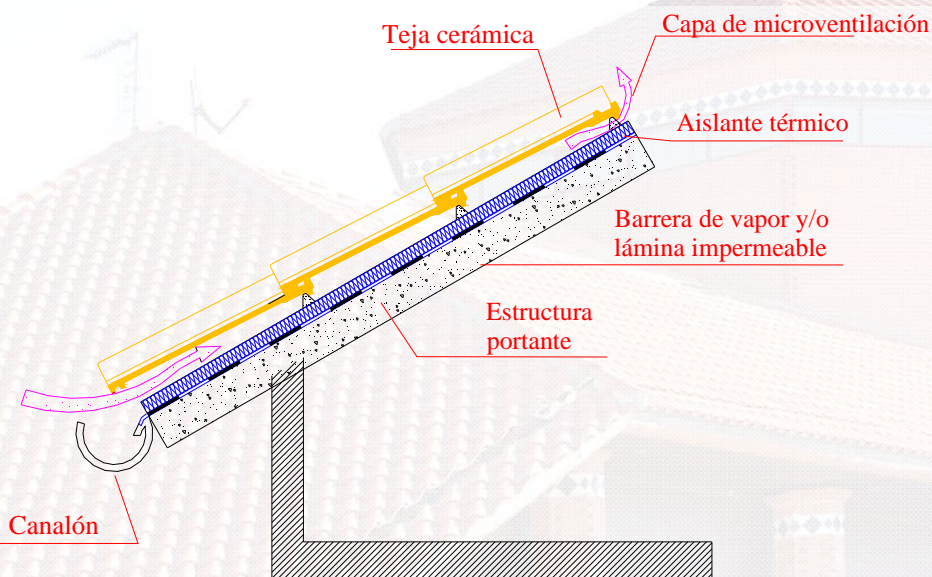


Figura 25. Cubierta aislada y no ventilada

- *Cubierta aislada y ventilada*

También llamada cubierta fría. Compuesta por dos hojas formadas por varias capas, separadas por una cámara de aire ventilada. Esta cámara regula el comportamiento higrotérmico de la cubierta, proporcionando mejores garantías de funcionamiento, siendo recomendable su utilización.

Cuando se quiere utilizar el espacio bajocubierta como habitable es necesario situar la estructura portante en un plano inclinado, con lo que la cámara de aire pasaría a tener una sección constante y paralela a la capa de microventilación.

Se compone de los siguientes elementos:

Hoja 1:

- Material cerámico de cobertura

- Capa de microventilación
- Aislante térmico (si el espacio bajocubierto es habitable)
- Barrera de vapor (solo si fuera necesaria, según CTE HE1, y es habitable el espacio bajocubierto)
- Lámina impermeable (si la cubierta no cumple las condiciones de pendiente mínima necesaria)
- Elemento soporte de las tejas

Hoja 2:

- Aislante térmico (si el espacio bajocubierto no es habitable)
- Barrera de vapor (solo si fuera necesaria, según CTE HE1, y es habitable el espacio bajocubierto)
- Estructura portante o soporte resistente

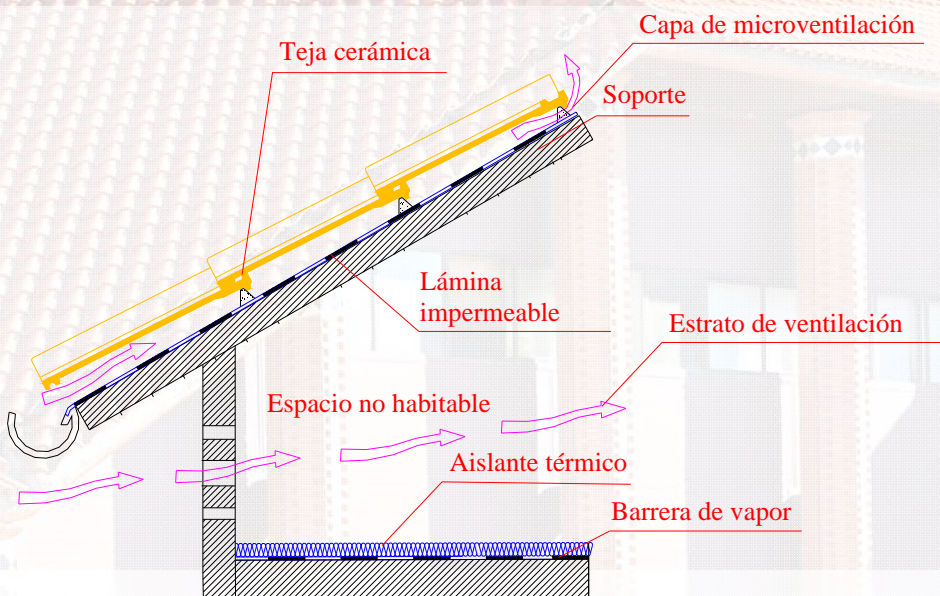


Figura 26. Cubierta aislada y ventilada (espacio bajocubierto no habitable)

2.4 MICROVENTILACIÓN DE LA CUBIERTA

La microventilación es aquella que se produce por **la circulación de aire entre el soporte y las tejas**. Para que la cubierta funcione correctamente **siempre** debe existir este tipo de ventilación, debajo de las tejas, para evitar la formación de condensaciones y humedades, puesto que gracias a ella se produce el secado de las tejas, evitando que la humedad quede estancada entre las tejas y el soporte. Es muy importante considerar que este tipo de ventilación es independiente de la ventilación de la propia cubierta en su conjunto.

La corriente de aire que se genera mantiene las piezas cerámicas por debajo del punto de saturación de humedad, así como impide la formación de condensaciones, mejorando el comportamiento higrotérmico de la cubierta y la conservación de los materiales sustentantes y de fijación de las tejas.

Una inadecuada microventilación, o ausencia de la misma, puede provocar importantes daños al elemento de cobertura, que puede derivar en episodios de heladicidad.



Fotografía 1 y Fotografía 2. Desconchados en teja cerámica por falta de microventilación

Para que la microventilación sea efectiva, se deberá cumplir siempre lo siguiente:

2.4.1 Entrada de aire

- Se realizará por la parte más baja de la cubierta, a través de la línea de alero y limahoyas. En los tejados de teja curva la ventilación preferencial por el alero es importantísima para evitar la formación de condensaciones y favorecer el secado de las tejas.



Figura 27. Microventilación por la limahoya, que queda libre (entrada de aire por la parte baja y salida por la parte alta)



Fotografía 3. Ejecución de limahoya. El espacio entre rastreles y tejas debe quedar libre.



Fotografía 4. Limahoya ventilada

- Se utilizará el rastrel de alero en forma de peine, o simplemente se dejará libre.



Fotografía 5 y Fotografía 6. Alero libre para permitir la microventilación

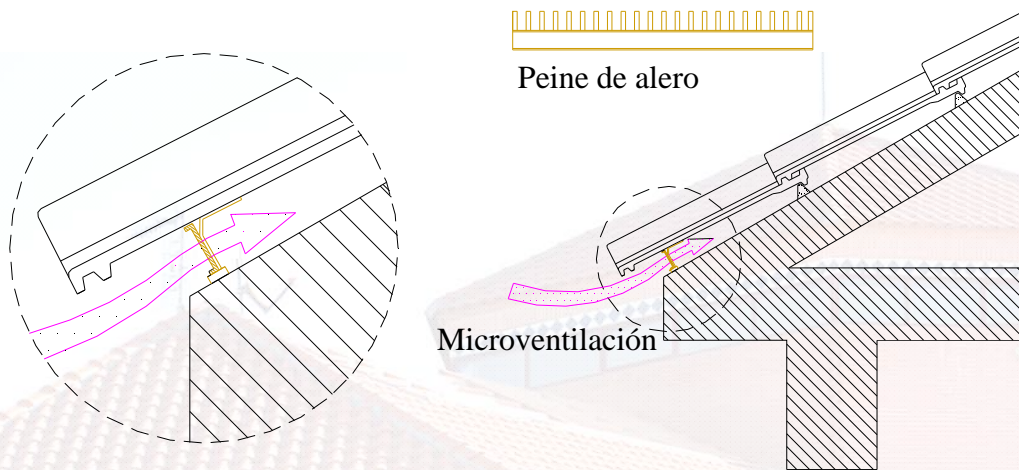


Figura 28. Esquema funcionamiento peine de alero



Figura 29 y Fotografía 7. Peine de alero

2.4.2 Circulación interior

- El recorrido del tiro de aire no deberá exceder de los 12 m. Si fuese superior se realizará un estudio particular de cada caso concreto, siguiendo las indicaciones del fabricante, para incrementar la ventilación.

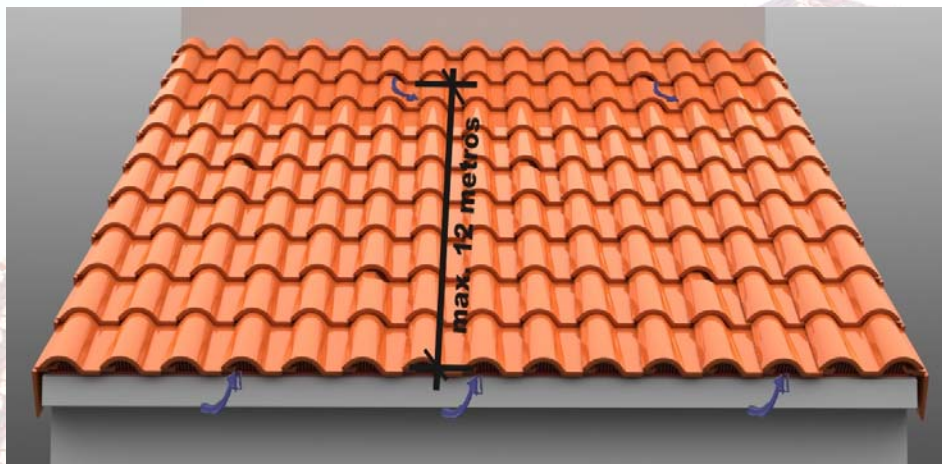


Figura 30. La distancia máxima entre entrada y salida de aire no será superior a 12 metros

- Se realizará en sentido ascendente, desde la zona de alero hacia la cumbre.



Figura 31. Recorrido ideal del estrato de microventilación

- Se deberá dejar un espacio de circulación de aire mínimo de 20 a 40 mm entre la cara inferior de la teja y entre el soporte y/o aislante. Asimismo, se dejará una separación entre rastreles de 20-30 mm cada 2 metros, para garantizar la circulación de aire.

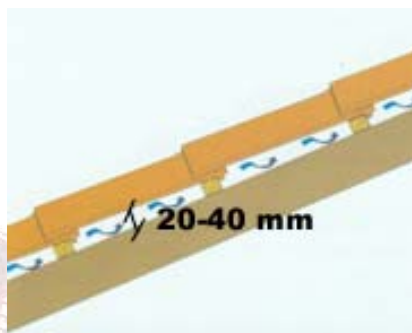


Figura 32. El espacio de circulación mínimo del estrato de ventilación no será inferior a 20 mm

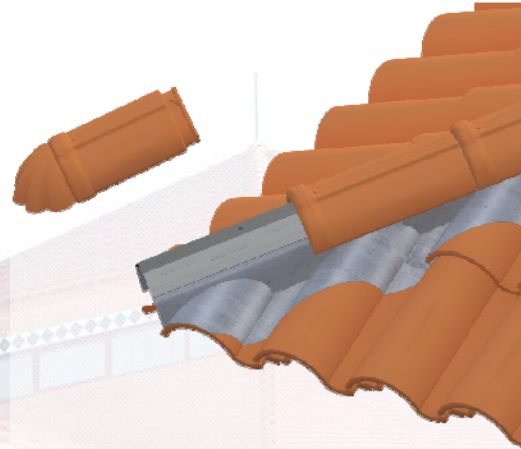
- Cuando las tejas se colocan encima de barreras de vapor o membranas impermeables, el espacio mínimo de 20 mm se asegurará mediante listones separadores, que permitan la microventilación y la evacuación de aguas.

2.4.3 Salida de aire

- Se realizará por la parte más alta de la cubierta, a través de cumbresas y limatesas, puesto que una mayor diferencia de altura entre la entrada y la salida del aire proporciona una mejor circulación y ventilación.



Fotografía 8 y Fotografía 9. Cumbre y limatesas ventiladas para evitar daños por acumulación de humedad



Fotografía 10 y Figura 33. Limatesa ventilada para evitar acumulación de humedad bajo teja

- Se podrá utilizar un perfil metálico perforado que soporta el caballete o simplemente fijando la pieza de cumbrera, dejando los huecos libres.



Figura 34. Banda impermeable y perfil metálico para ventilación de cumbrera

- Se podrán utilizar también las piezas especiales de cuña para cumbrera.



Fotografía 11. Cuñas para ventilación de cumbre

- Si no pudiera ventilarse por la cumbre, se colocará en la hilada más alta posible de cada faldón 1 teja de ventilación cada 10 m² con un mínimo de dos por faldón, situadas simétricamente.



Fotografía 12. Teja de ventilación

- La disposición de las tejas de salida será desencontrada respecto de las de entrada, si las hubiera, para forzar así que el aire recorra todo el espacio libre entre la teja y el soporte.



Figura 35. Disposición desencontrada de tejas de entrada y salida de aire



Fotografía 13. Chimeneas de ventilación. Posición desencontrada

- En el caso de la teja curva sobre soportes especiales, se deberá prestar especial atención, para garantizar la microventilación, que la entrada de aire se produzca por el alero y la salida del mismo por la cumbre.

En el caso de las tejas cerámicas con estructura celular, su diseño con cámaras interiores y con tomas individualizadas de aire hace que todas las tejas actúen como tejas de ventilación, por lo que no es necesario prever ni tomas ni salidas de aire específicas.

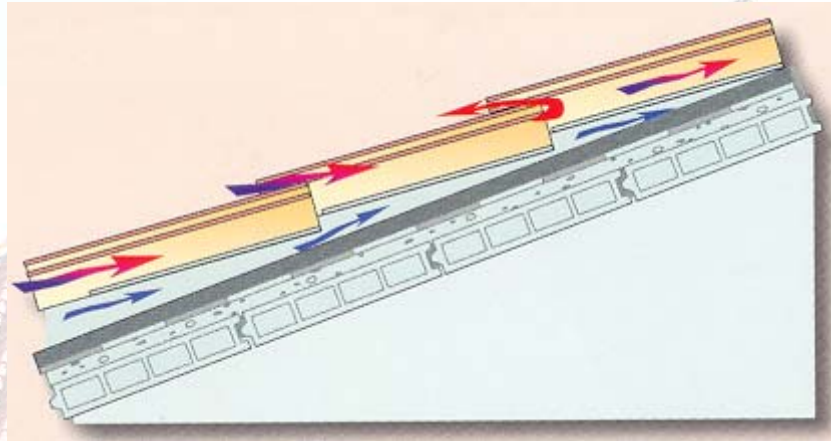


Figura 36. Esquema de microventilación de cubierta con teja con estructura celular (la microventilación se resuelve en el interior de las cámaras de las tejas)

3 PUESTA EN OBRA

3.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

3.1.1 Zonas de aplicación

Teniendo en cuenta la altitud, la fuerza de los vientos dominantes, índices pluviométricos y la frecuencia de las tormentas, se considera que España está dividida en tres zonas climáticas, tal y como aparece en la siguiente figura, con el territorio español dividido en tres zonas: 1, 2 y 3.

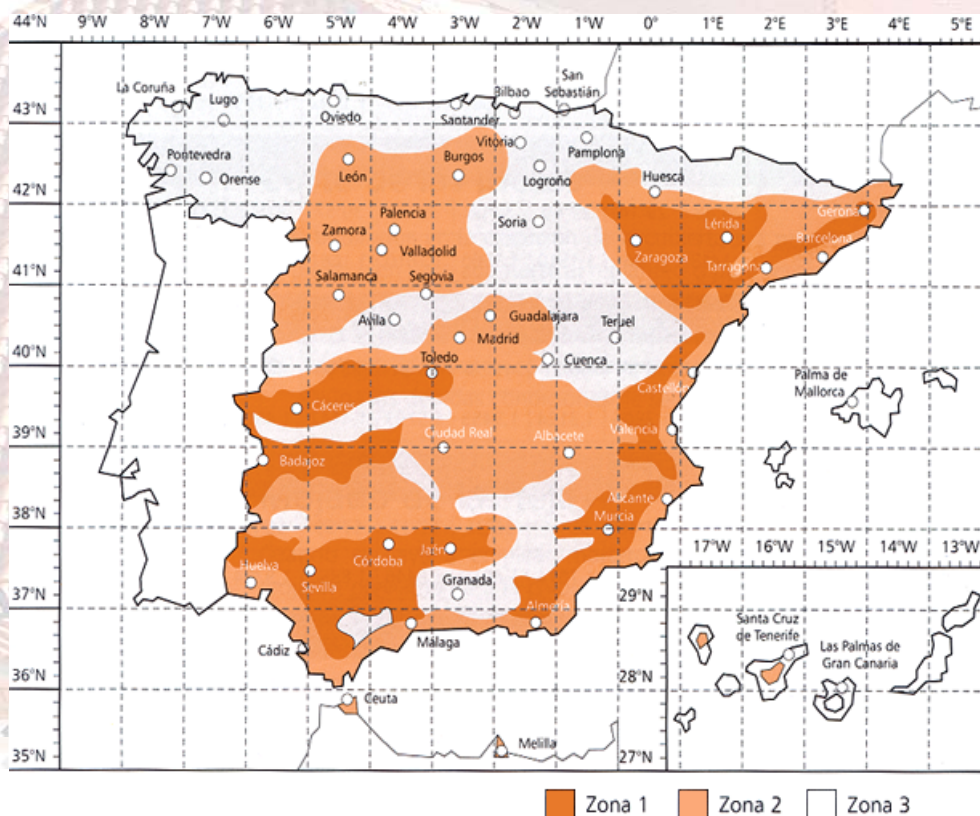


Figura 37. Zonificación climática de España. UNE 136020

Además de estas tres zonas, se deben considerar los efectos climatológicos que pudieran resultar por la situación local de la cubierta. Así, se diferencian tres tipos concretos de situaciones:

- **Situación protegida:** Puede ser el fondo de una depresión rodeada por colinas y protegida del viento en todas direcciones.
- **Situación normal:** Llano o meseta que pueda presentar desniveles poco importantes.
- **Situación expuesta:** Zonas fuertemente azotadas por el viento. En la proximidad al mar (en una franja de unos 5 km), en la cima de los acantilados, islas o penínsulas estrechas. En el interior pueden ser valles estrechos en los cuales los vientos son fuertes, así como en lo alto de las colinas.

3.1.2 Estudio previo del faldón

Antes de comenzar el replanteo, se comprobará que el faldón reúne las condiciones necesarias en cuanto a estabilidad, resistencia, inclinación, dimensiones y planeidad. En caso de no cumplir con alguna de ellas, se realizarán los trabajos necesarios para subsanar el problema. Para realizar un replanteo correcto, se debe previamente estudiar la cubierta y conocer la longitud real del faldón, ya que en el plano de "planta de cubierta" lo que se representa es la proyección horizontal. Para obtener la longitud real se empleará la tabla de conversiones, siendo necesario conocer la longitud en planta y la inclinación de la cubierta.

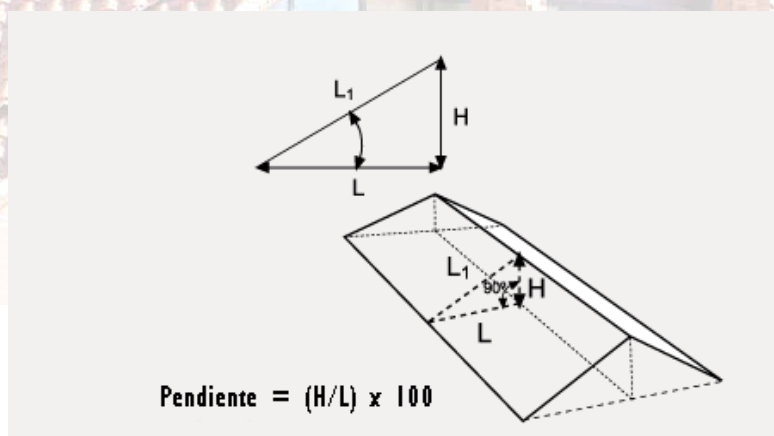


Figura 38. Cálculo de la longitud real del faldón

Conociendo el dato de la pendiente de la cubierta, en grados o en porcentaje, se obtiene un coeficiente "k", que al multiplicar por la longitud en planta del faldón por dicho coeficiente "k" se obtiene la longitud real de faldón. Este coeficiente es la longitud real de un faldón de un metro de proyección horizontal.

Tabla 7. Coeficientes "k"

Pendiente %	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Inclinación (°)	10º45	11º18	11º51	12º24	12º57	13º29	14º02	14º34	15º06	15º38	16º10	16º41
Coeficiente "k"	1,0179	1,0198	1,0218	1,0239	1,0261	1,0284	1,0308	1,0332	1,0358	1,0384	1,0412	1,0440
Pendiente %	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
Inclinación (°)	17º13	17º44	18º15	18º46	19º17	19º47	20º18	20º48	21º18	21º48	22º17	22º46
Coeficiente "k"	1,0469	1,0499	1,0530	1,0562	1,0595	1,0628	1,0662	1,0697	1,0733	1,0770	1,0808	1,0846
Pendiente %	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Inclinación (°)	23º16	23º44	24º13	24º42	25º10	25º38	26º06	26º33	27º01	27º28	27º55	28º22
Coeficiente "k"	1,0885	1,0925	1,0965	1,1007	1,1049	1,1092	1,1135	1,1180	1,1225	1,1271	1,1317	1,1365
Pendiente %	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	70
Inclinación (°)	28º48	29º14	29º40	30º06	30º32	30º57	31º22	31º47	32º12	32º37	33º01	34º59
Coeficiente "k"	1,1413	1,1461	1,1510	1,1560	1,1610	1,1661	1,1713	1,1766	1,1819	1,1872	1,1927	1,2206
Pendiente %	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130
Inclinación (°)	36º52	38º39	40º21	41º59	43º31	45º00	46º40	47º73	48º99	50º19	51º34	52º43
Coeficiente "k"	1,2500	1,2806	1,3124	1,3453	1,3793	1,4142	1,4500	1,4866	1,5240	1,5620	1,6008	1,6401
Pendiente %	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180	185	190
Inclinación (°)	53º47	54º46	55,41	56º31	57º17	57º99	58º78	59º53	60º26	60º95	61º61	62,24
Coeficiente "k"	1,6800	1,7205	1,7614	1,8028	1,8446	1,8868	1,9294	1,9723	2,0156	2,0591	2,1030	2,1471
Pendiente %	195	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245	250
Inclinación (°)	62º85	63º43	64º00	64º54	65º06	65º56	66º04	66º50	66º95	67º38	67º80	68º20
Coeficiente "k"	2,1915	2,2361	2,2809	2,3259	2,3712	2,4166	2,4622	2,5080	2,5539	2,6000	2,6462	2,6926

3.1.3 Pendientes mínimas de uso

El fabricante recomendará, para cada uno de sus modelos, la pendiente mínima que deberá tener la cubierta, así como el solape mínimo. En cualquier caso, las

pendientes recomendadas y solapes nunca podrán ser inferiores a los que se muestran en las siguientes tablas.

- **Teja curva**

Tabla 8. Pendientes mínimas aconsejables para teja curva

Zona 1											
Pendiente %	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	> 46
Pendiente (°)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	> 25
Solape (mm)	150	140	135	130	125	120	115	110	100	100	70

Zona 2											
Pendiente %	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	> 46
Pendiente (°)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	> 25
Solape (mm)	(*)	150	145	140	135	130	125	120	110	100	70

Zona 3											
Pendiente %	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	> 46
Pendiente (°)	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	> 25
Solape (mm)	(*)	(*)	(*)	150	145	140	135	130	120	100	70

(*) *Situaciones críticas.* Se deberá impermeabilizar el tablero.

Para longitudes de faldones superiores a 12 m, se deberá realizar un estudio particular, siguiendo las recomendaciones del fabricante. En estos casos, la solución más habitual es la colocación de un canalón intermedio o impermeabilizar todo el faldón de cubierta.

- **Tejas mixtas y plana monocanal**

Los faldones de las cubiertas que utilicen tejas mixtas o planas monocanal tendrán una pendiente mínima del 25 % o 14°, aunque es posible que las condiciones locales hagan que este mínimo deba incrementarse, siempre según recomendaciones del fabricante. Si se emplean pendientes menores, la propia teja por si sola puede resultar insuficiente para garantizar la estanqueidad de la cubierta, por lo que debería impermeabilizarse el soporte.

Otro aspecto a tener en cuenta para escoger correctamente la pendiente del faldón, es su propia longitud, distinguiendo faldones de 0 a 6,5 m, de 6,5 m a 9,5 m , y de 9,5 m a 12 m. El recorrido máximo que el agua realizará a lo largo de los faldones de la cubierta no será superior a 12 m. Esta medida también se tendrá en cuenta cuando un faldón vierta agua sobre otro, ya que entonces se sumarán las longitudes de ambos.

Para longitudes de faldones superiores a 12 m se deberá realizar un estudio particular, atendiendo las indicaciones de cada fabricante, siendo la solución habitual en estos casos la colocación de un canalón intermedio o impermeabilizar todo el faldón de cubierta.

Las pendientes mínimas admisibles para faldones de teja mixta o plana monocanal, en función de la longitud del faldón y la situación de la cubierta, son las siguientes:

Tabla 9. Pendientes mínimas de faldón para cubiertas de teja mixta o plana monocanal

		Faldón hasta 6,5 m			Faldón de 6,5 m. - 9,5 m			Faldón de 9,5 m. - 12 m		
		ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3
Situación Protegida	Pendiente(%)	25	25	27	26	28	30	27	30	35
	Pendiente (°)	14	14	15,5	15	16	17	15,5	17	19,5
Situación Normal	Pendiente(%)	25	27	30	28	32	36	32	35	40
	Pendiente (°)	14	15,5	17	16	18	20	18	19,5	22
Situación Expuesta	Pendiente(%)	33	37	40	35	39	43	42	45	50
	Pendiente(°)	18,5	20,5	22	19,5	21,5	23,5	23	24,5	26,5

- **Tejas plana marsellesa o alicantina**

Las pendientes mínimas admisibles para faldones de teja plana marsellesa o alicantina, en función de la longitud del faldón y la situación de la cubierta, aparecen recogidas en la siguiente tabla.

Tabla 10. Pendientes mínimas para teja plana marsellesa o alicantina

		Faldón hasta 6,5 m	Faldón de 6,5 m. - 9,5 m	Faldón de 9,5 m. - 12 m
Situación Protegida	Pendiente(%)	35	40	50
	Pendiente (°)	19,5	22	26,5
Situación Normal	Pendiente(%)	40	50	60
	Pendiente (°)	22	26,5	31
Situación Expuesta	Pendiente(%)	60	70	80
	Pendiente(°)	31	35	39

- **Tejas planas con encaje**

Las pendientes mínimas necesarias para este tipo de teja, en función de la longitud del faldón y la situación de la cubierta serán las siguientes:

Tabla 11. Pendientes mínimas para teja con encaje

		Faldón hasta 6,5 m	Faldón de 6,5 m. - 9,5 m	Faldón de 9,5 m. - 12 m
Situación Protegida	Pendiente(%)	45	50	55
	Pendiente (°)	24,5	26,5	29
Situación Normal	Pendiente(%)	50	55	65
	Pendiente (°)	26,5	29	33
Situación Expuesta	Pendiente(%)	65	75	85
	Pendiente(°)	33	37	40,5

- **Tejas con estructura celular**

Las cubiertas con teja con estructura celular tendrán, en cualquier caso, una pendiente mínima del 28% (conforme a lo especificado en el DIT). En caso contrario, el tablero deberá estar correctamente impermeabilizado.

3.2 MONTAJE DEL FALDÓN

3.2.1 Soporte

Al hablar de ejecución en seco, el soporte de las tejas estará formado por elementos lineales que ofrecen un plano de soporte a las tejas en la ejecución en seco de cubiertas, los denominados rastreles. También se podrán utilizar cordones de mortero (ejecutados sobre el tablero) o elementos prefabricados (viguetas, placa ondulada, chapa grecada, etc).

En cualquier caso, para lograr la planeidad necesaria, que permita la correcta colocación de los rastreles o cordones y el posterior montaje de las tejas sobre éstos, se tendrá especial cuidado en el momento de la ejecución y acabado del tablero, no admitiéndose variaciones superiores a 3 cm con respecto al plano teórico.

3.2.2 Rastreles

Los rastreles son los elementos que sirven de soporte a las tejas. Pueden ser metálicos, de madera, o cordones de mortero, siempre con tratamientos que aseguren su durabilidad. A su vez, pueden ser autoportantes, o bien, fijarse directamente al tablero soporte.

Los rastreles deben ser perfectamente lineales y de dimensiones constantes en altura y anchura, para permitir el apoyo uniforme. De su correcta ejecución y dimensionado dependerá el resultado final de ejecución de la cubierta. Sus dimensiones deberán guardar relación con la luz libre entre apoyos, las cargas de servicio de la cubierta y las sobrecargas de la misma.

Los rastreles deberán reposar sobre el tablero o la estructura de la cubierta en, al menos, tres puntos. No serán admisibles flechas superiores a 5 mm en ningún caso.

Para las tejas curvas (sin talón ni agujero), los rastreles, generalmente, se colocarán paralelos a la línea de máxima pendiente del faldón, quedando la teja canal simplemente apoyada entre dos rastreles. La distancia entre ellos será la que permita una colocación de las tejas que garantice un paso de agua mínimo de 30 mm.

Para las tejas mixtas y planas, los rastreles se colocarán perpendiculares a la línea de máxima pendiente, permitiendo el apoyo y fijación de las tejas sobre ellos. La colocación de los rastreles tendrá en cuenta la dimensión de las tejas para proceder a su correcto replanteo y que los apoyos de las mismas sobre éstos sean correctos, consiguiendo un encaje perfecto.

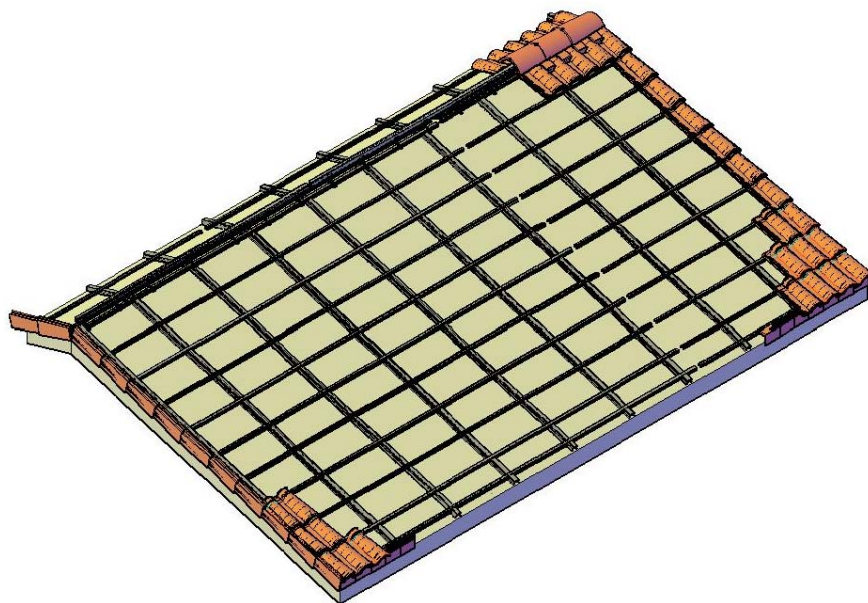


Figura 39. Faldón enrastrelado

3.2.2.1 Rastreles de madera

Se podrán utilizar todos los tipos de madera que cumplan las siguientes condiciones:

- Estabilidad dimensional y resistencia mecánica satisfactoria en relación con el uso, no presentando defectos localizados como nudos, bolsas de resina, etc. que reduzcan la sección resistente en más de 1/3.
- Durabilidad natural o impartida por tratamientos adecuados, como la impregnación frente a las acciones químico-biológicas (agua, insectos, etc.) Se exigirá protección fungicida o insecticida y la ignifugación de acuerdo con las circunstancias, los lugares de empleo y el tipo de madera.
- Tendrá un envejecimiento natural de 6 meses.
- La madera deberá poseer una humedad no superior al 8 % en zonas del interior y 12 % en zonas del litoral.
- Cualidades estéticas, si es que éstas se exigen.

- *Rastreles autoportantes*

La sección de los rastreles será rectangular y estarán regularmente dispuestos para permitir la correcta colocación y fijación de las tejas sobre ellos.

Es importante dimensionar correctamente los rastreles para evitar deformaciones excesivas, que afecten estética y funcionalmente a la cubierta, no permitiéndose nunca flechas superiores a 5 mm. La dimensión mayor de la sección del rastrel será la que sirva de apoyo, para garantizar una mayor estabilidad.

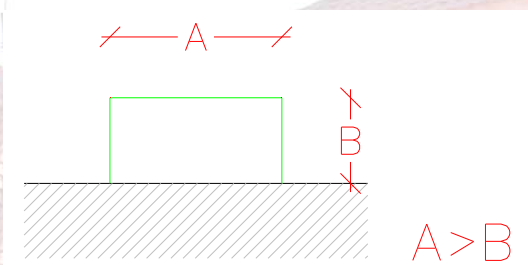


Figura 40. Sección de rastrel. La dimensión mayor siempre será la de apoyo. Las secciones más habituales para rastreles de madera se indican en la siguiente tabla, pudiéndose justificar, por cálculo, diferentes secciones y distancias entre ejes.

Tabla 12. Secciones habituales de rastreles de madera

Dimensiones de la sección (mm)	Distancia máxima entre ejes de apoyos (mm) según la carga		
	100 kg/m ²	150 kg/m ²	300 kg/m ²
25 x 18	400	350	400
25 x 22	450	430	450
25 x 25	550	500	450
32 x 25	600	540	500
32 x 25	640	570	520
50 x 25	700	600	550
32 x 32	790	700	650
38 x 32	830	740	680
38 x 38	1.000	890	820
50 x 38	1.100	980	900

Los rastreles se fijarán, con clavos galvanizados o puntas de acero, impidiendo su movimiento y garantizando la durabilidad, a otros elementos como los cabios que se fijan a las correas y estas a su vez a cerchas o vigas, constituyendo todo ello un entramado con características estructurales portantes. La fijación se hará al menos en tres puntos.

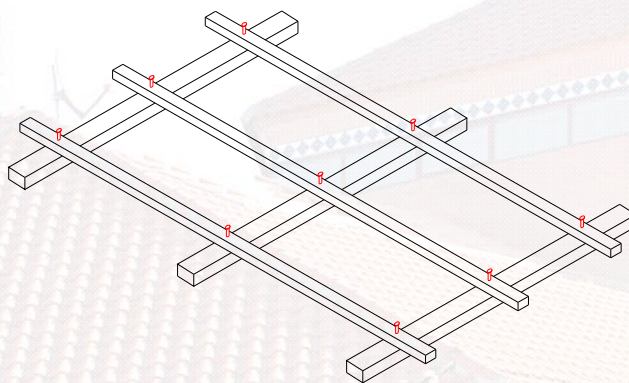


Figura 41. Fijación de rastreles mediante clavos formando una estructura

- *Rastreles fijados a soporte*

En este caso, los rastreles no constituyen por sí solos el elemento soporte de las tejas, debiéndose tener en cuenta que el tablero-soporte ha de tener la planeidad necesaria que permita la correcta fijación de los rastreles al mismo, no admitiéndose variaciones superiores a 3 cm respecto del plano teórico.

Si se fijan los rastreles con mortero, éstos llevarán, en sus caras laterales, puntas clavadas a tresbolillo, de una longitud mínima 30 mm y separadas como máximo 200 mm, garantizando de esta forma la adherencia entre rastrel y mortero. Las puntas deberán ser metálicas con tratamiento anticorrosión. Además, se deberán establecer las juntas de discontinuidad entre rastreles indicadas en el apartado de *microventilación* para garantizar la adecuada circulación de aire y ventilación de la cara inferior de las tejas.

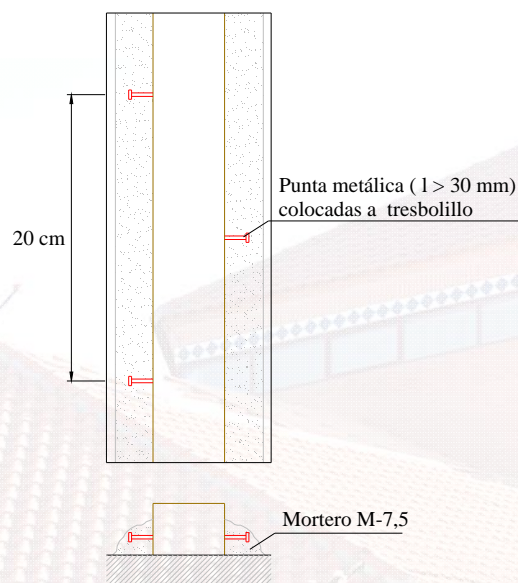


Figura 42. Fijación de rastrel de madera con mortero a soporte

Si los rastreles se fijan directamente mediante clavos, estos serán de acero templado galvanizado. Los clavos garantizarán la estabilidad y correcta unión entre ambos. La sección del rastrel mínima será de 35 x 45 mm con una tolerancia de ± 5 mm, siendo su cara mayor la que servirá de apoyo sobre el tablero.

En el caso de que el soporte sea prefabricado (plancha ondulada, chapa grecada, etc.), se deberán atender las indicaciones de fijación del fabricante del mismo o del DIT correspondiente.

3.2.2.2 Rastreles metálicos

Los rastreles metálicos, deberán tener una protección que evite su corrosión y asegure su durabilidad, además de cumplir con la resistencia mínima que garantice la estabilidad de la cubierta.

No deberán sobrepasar una deformación máxima admisible de 5 mm, ya que si se utilizan perfiles que permitan flechas excesivas los encajes entre las tejas no serán correctos, y se podrán producir roturas de tejas, filtraciones de agua, etc.

En el diseño del soporte metálico, se prestará especial atención a la rotura de los puentes térmicos, ya que si estos existen, se pueden producir condensaciones en dichos puntos.

- *Perfiles autoportantes*

Los perfiles autoportantes se fijarán a otros elementos metálicos como las correas y estos a su vez a cerchas o vigas, constituyendo todo ello un entramado con características estructurales portantes. También podrán apoyarse en los tabiquillos palomeros de conformación de la cubierta.

Se empelarán perfiles con la sección necesaria, según la distancia entre apoyos (procurando que ésta no sea mayor de 1,5 m), las cargas de servicio de la cubierta y las sobrecargas de la misma. Así mismo, se fijarán sobre, al menos tres puntos, de manera que se garantice la durabilidad y se consiga la estabilidad necesaria permitiendo su libre dilatación.



Fotografía 14. Teja con estructura celular. Apoyo sobre rastreles metálicos

- *Perfiles fijados al tablero*

Los perfiles se fijarán al soporte mediante clavos o tornillos autotaladrantes, con protección a la corrosión. Se emplearán morteros adecuados siempre y cuando las indicaciones del fabricante lo permitan.

La sección más empleada es la "omega" ya que permite una correcta fijación al tablero y el apoyo de las tejas.

Además, se deberán establecer las juntas de discontinuidad indicadas en el apartado de *microventilación* (mínimo 2 cm cada 2 m) para garantizar la adecuada circulación de aire y ventilación de la cara inferior de las tejas, favoreciendo así su secado.

3.2.2.3 Cordones de mortero

También llamados rastreles de mortero. Se ejecutan directamente sobre el tablero, que deberá tener un correcto acabado (en hormigón o mortero) para garantizar la correcta adherencia entre ambos.

Los cordones generalmente se utilizarán con tejas mixtas o planas, disponiéndose perpendiculares a la línea de máxima pendiente, y apoyando cada teja en los mismos, evitando su deslizamiento con los tetones que éstas poseen en su reverso y deberán permitir el apoyo uniforme de las tejas. El mortero a utilizar en la confección de los cordones será M-7.5.

Los cordones deberán estar perfectamente alineados y con una altura constante. Poseerán el ángulo superior vivo y estarán interrumpidos por las juntas de discontinuidad indicadas en el apartado de *microventilación* para garantizar la adecuada circulación de aire y ventilación de la cara interior de las tejas.

En cualquier caso, se respetará el tiempo de fraguado del mortero para evitar que, si no está lo suficientemente duro, se deslice la teja.

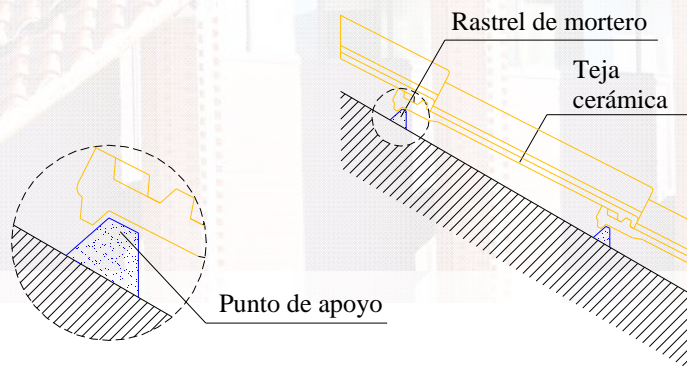


Figura 43. Cordón de mortero para apoyo de teja

3.2.3 Replanteo de faldón

Después de estudiar el faldón y comprobar que cumple con las exigencias requeridas en cuanto a planeidad, pendiente, resistencia etc., se procede a realizar el replanteo, procurando emplear siempre tejas enteras.

Se debe determinar la línea de máxima pendiente del faldón, que indicará la trayectoria del agua desde la cumbrera hasta el alero, utilizando un nivel con el que se determina la horizontal, siendo su perpendicular sobre el faldón la línea de máxima pendiente. Esta línea será marcada utilizando una plomada trazadora o bota de marcar.

También se deben tener en cuenta los encuentros en los puntos singulares, ya que estos pueden condicionar el replanteo.

En cualquier caso, para realizar correctamente el replanteo, es necesario conocer previamente los pasos de montaje longitudinal y transversal, correspondientes a la teja que se vaya a emplear. Estas medidas deberán ser facilitadas por el fabricante de la teja.

3.2.3.1 Longitud de paso de montaje

- *Paso de montaje longitudinal*

Es la distancia entre los tacones de apoyo de una teja y su inmediata superior. Conociendo esta medida se replantean las filas verticales y se determina la distancia a la que se deben colocar los rastreles. Se toman 12 tejas al azar y, sobre una superficie plana, se coloca una fila boca abajo encajando unas con otras, y manteniendo siempre las tejas encajadas entre sí, procediendo de la siguiente manera:

- Separarlas individualmente todo lo que permita el sistema de encaje transversal. Con las tejas colocadas en dicha posición se mide la distancia entre los vértices inferiores de los tacones de apoyo de las tejas segunda y decimosegunda. Esta distancia se redondea al milímetro y se anota como longitud máxima.
- Juntarlas individualmente todo lo que permita el sistema de encaje transversal. Tomar la medida entre los vértices inferiores de los tacones de apoyo de las tejas segunda y decimosegunda. Esta distancia se redondea al milímetro y se anota como longitud mínima.

El paso de montaje longitudinal se obtiene a partir de la siguiente expresión:

Paso de montaje longitudinal: $\frac{\text{Longitud máx.} + \text{Longitud mín.}}{20}$

20

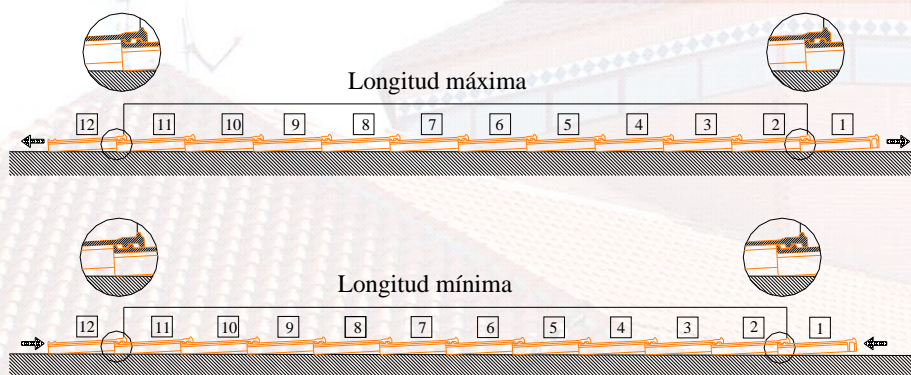


Figura 44. Longitud de paso de montaje

- *Paso de montaje transversal*

Es la distancia entre ejes longitudinales de dos tejas contiguas. Conociendo esta medida se replantean las hiladas horizontales y se determina el número de tejas necesario para cada hilada. Se toman 12 tejas al azar y sobre una superficie plana, se coloca una hilada boca abajo encajando unas con otras manteniendo siempre las tejas encajadas entre sí, procediendo de la siguiente manera:

- Separarlas individualmente todo lo que permita el sistema de encaje longitudinal. Con las tejas colocadas en dicha posición se mide la distancia entre dos puntos iguales de las tejas segunda y decimosegunda. Esta distancia se redondea al milímetro y se anota como longitud máxima.
- Juntarlas individualmente todo lo que permita el sistema de encaje longitudinal. Tomar la medida entre dos puntos iguales de las tejas segunda y decimosegunda. Esta distancia se redondea al milímetro y se anota como longitud mínima.

La longitud del paso de montaje transversal se obtiene a partir de la siguiente expresión:

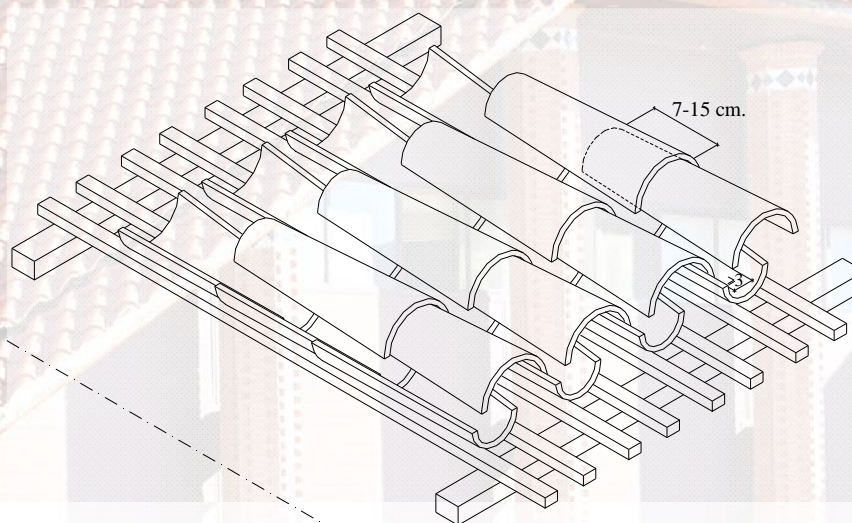
Paso de montaje transversal: Longitud máx. + Longitud mín.

20

3.2.3.2 Replanteo con rastreles paralelos a la línea de máxima pendiente

En esta situación cada teja canal se apoya sobre dos rastreles paralelos al eje longitudinal de la teja. La separación entre las parejas de rastreles permitirá la colocación de las cobijas, dejando una separación mínima libre de paso de agua constante, comprendida entre 30 y 70 mm.

La distancia entre el rastrel del alero y el siguiente es diferente a la del resto del faldón, ya que en este punto la teja del alero debe volar un mínimo de 5 cm. También se pueden utilizar piezas especiales para resolver el alero, que condicionan la distancia del primer rastrel a los demás.



Línea de máxima pendiente

Figura 45. Teja curva sobre rastreles paralelos a la línea de máxima pendiente

3.2.3.3 Replanteo con rastreles perpendiculares a la línea de máxima pendiente

- Tejas curvas

En este caso cada teja canal se apoya sobre un rastrel, siendo la separación a la que se deben colocar éstos tal que permita que se cumplan los solapes mínimos necesarios, fijándose a continuación.

La distancia entre el rastrel del alero y el siguiente es diferente a la del resto del faldón, ya que en este punto la teja del alero debe volar un mínimo de 5 cm. También se pueden utilizar piezas especiales para resolver el alero, que condicionan la distancia del primer rastrel a los demás.

Posteriormente se procederá a presentar la primera hilada horizontal de modo que la distancia entre-ejes longitudinales de las canales permita la colocación de las cobijas dejando una separación libre de paso de agua, constante, comprendida entre 30 y 70 mm.

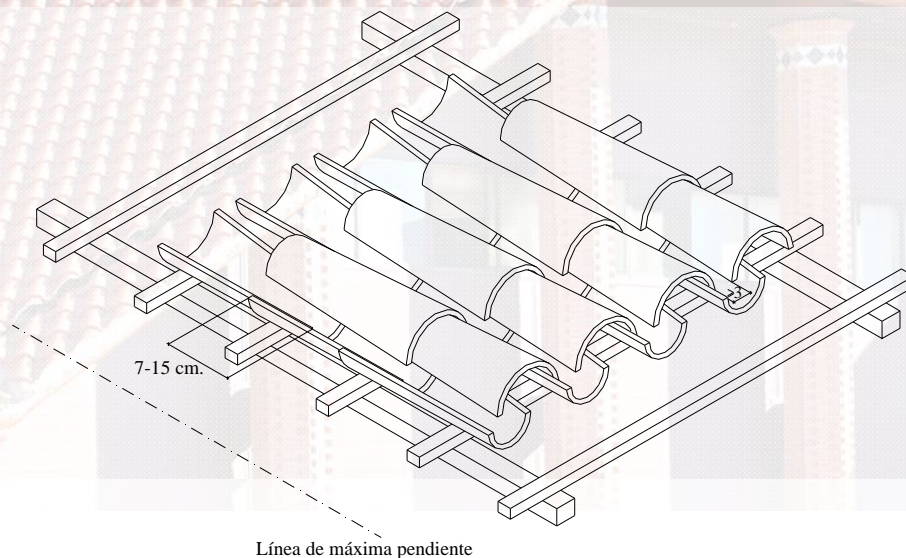
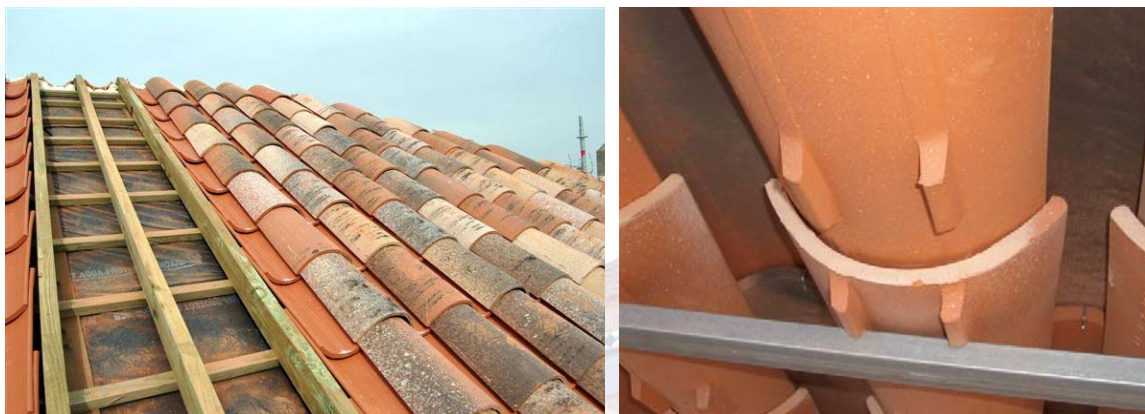


Figura 46. Teja curva con rastreles perpendiculares a la línea de máxima pendiente



Fotografía 15 y Fotografía 16. Montaje de teja curva con talón sobre rastreles perpendiculares a la línea de máxima pendiente

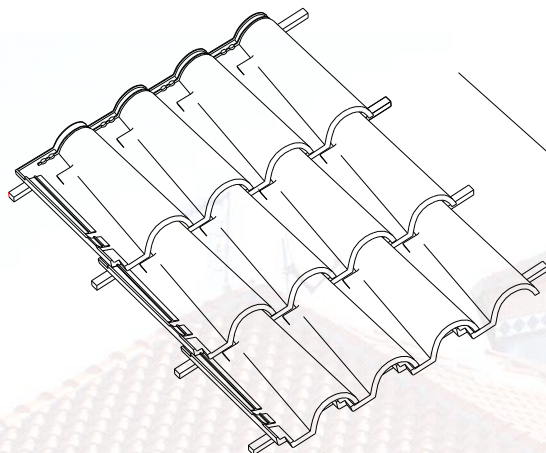
- Tejas mixtas, planas y con estructura celular

La distancia entre el rastrel del alero y el siguiente es diferente a la del resto del faldón, ya que en este punto la teja del alero debe volar un mínimo de 5 cm. También se pueden utilizar piezas especiales para resolver el alero, que condicionan la distancia del primer rastrel a los demás.

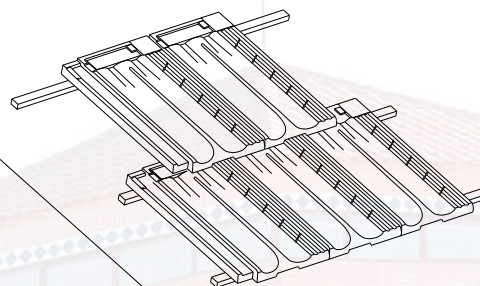
Se fijan los rastreles perpendiculares a la línea de máxima pendiente y con una distancia entre ellos determinada por el paso de montaje longitudinal. Una vez fijados los rastreles, se procede a presentar sobre los mismos la primera hilada horizontal de tejas, de acuerdo con el paso de montaje transversal

Una vez fijados los rastreles, se sacan a escuadra las líneas maestras del faldón, paralelas a la línea de máxima pendiente, y se marcan con la bota de marcar, sirviendo como referencia para colocar el resto de las tejas perfectamente alineadas y encajadas.

Teja mixta



Teja plana



Línea de máxima pendiente

Figura 47. Teja mixta y plana, con rastreles perpendiculares a la línea de máxima pendiente

3.2.4 Colocación de tejas

Una vez realizado el replanteo del faldón, y preparado el soporte, con los rastreles fijados al soporte, se procederá a colocar las tejas con los elementos de fijación indicados para cada caso.

3.2.4.1 Fijación de tejas

Los niveles de fijación requeridos estarán en función de las pendientes de uso y tipología de teja.

- *Tejas curvas*

Los niveles de fijación estarán en función de las pendientes. En cualquier caso se fijarán como mínimo todas las tejas canal al soporte para evitar su deslizamiento.

En aleros, laterales, líneas de cumbreras, limatesas, limahoyas, encuentros con paramentos verticales y en cualquier otro punto singular, es necesario fijar todas las tejas (canales y cobijas), evitando el apoyo sin sujeción, sea cual sea el material de soporte.

Los niveles de fijación serán los siguientes:

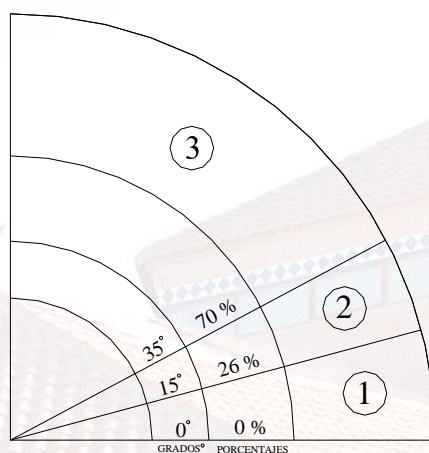


Figura 48. Niveles de fijación para teja curva

Pendiente 1: Menor 26%. Pendiente no aconsejable para cubiertas con este tipo de teja.

Pendiente 2: Entre 26 % y 70 %. Se empleará el nivel de fijación A. Se fijarán todas las tejas canal del faldón, y solo las cobijas de cada 5 hiladas. En el esquema adjunto se indica mediante sombreado las tejas que se deben fijar.

		Filas Verticales																					
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Filas Horizontales	12																						
	11																						
	10																						
	9																						
	8																						
	7																						
	6																						
	5																						
	4																						
	3																						
	2																						
	1																						

Figura 49. Esquema de fijación de tejas curvas para pendientes entre el 26% y 70%

Pendiente 3: Mayor del 70 % o en zonas de vientos fuertes, sitio expuesto, o aceleración sísmica básica $>0,12g$. Se empleara el nivel de fijación B. Se fijarán todas las tejas canal y cobijas con clavos, tornillos o ganchos.

- *Tejas mixtas y planas*

Los niveles de fijación estarán en función de las pendientes. En cualquier, caso en aleros, laterales, líneas de cumbreras, limatesas, limahoyas, encuentros con paramentos verticales y demás puntos singulares, se fijarán todas las piezas, evitando siempre el apoyo sin sujeción.

Los niveles de fijación serán los siguientes:

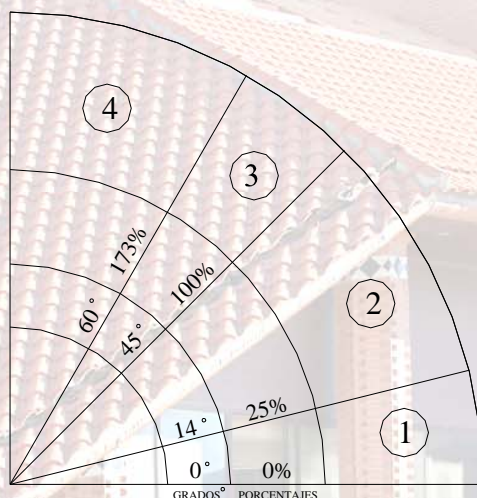


Figura 50. Niveles de fijación para teja mixta y plana

Pendiente 1: Menor del 25%. Pendiente no aconsejable

Pendiente 2: Entre 25%-100%. Se empleará como mínimo el nivel de fijación A. Las tejas se apoyarán simplemente sobre rastreles impidiendo su deslizamiento gracias a los tacones que poseen en la cara interior.

Pendiente 3: Entre 100%-173%. Se empleará como mínimo el nivel de fijación B. Las tejas se fijarán, al menos en la proporción de una cada cinco, de manera regular sobre los rastreles, bien mediante clavos, tornillos autotaladrantes, ganchos, etc. El esquema adjunto muestra un ejemplo en el que se indica mediante sombreado las tejas que se deben fijar.

		Filas Verticales																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Filas Horizontales	6	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	5	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	4	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	3	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	1	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	0	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 51. Esquema de fijación para tejas mixtas y planas (pendientes 100-173%)

Pendiente 4: Mayor del 173% o en zonas de vientos fuertes, sitio expuesto, o aceleración sísmica básica $>0,12g$. Se empleará como mínimo el nivel de fijación C. Se fijarán todas las tejas sobre los rastreles mediante clavos, tornillos autotaladrantes, ganchos, etc.

- *Tejas con estructura celular*

Pendiente 1: Hasta el 35%: Se fijarán todas las piezas perimetrales de cada paño más las dos primeras hiladas y una de cada cinco hiladas.

Pendiente 2: Entre 35-50%. Se fijarán las piezas perimetrales de cada paño más las dos primeras hiladas y una de cada tres hiladas.

Pendiente 3: Entre el 50%-90%. Se fijarán todas las piezas perimetrales de cada paño más las dos primeras hiladas y el resto de las mismas una sí y una no.

Pendiente 4: $>90\%$. Se atornillarán todas las piezas al soporte.

3.2.4.2 Materiales de fijación

El material de fijación sirve para sujetar las tejas al soporte con el fin de evitar su movimiento. El material empleado deberá tener siempre una duración igual a la de los restantes elementos de la cubierta, a fin de evitar el coste de las sustituciones y reparaciones. Para determinar dicha duración, se tendrán en cuenta las condiciones de exposición y la compatibilidad de los materiales.

Para la ejecución en seco de cubiertas con teja cerámica existen distintos materiales de fijación:

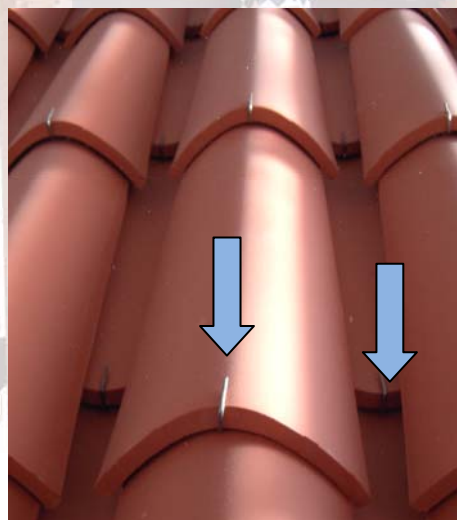
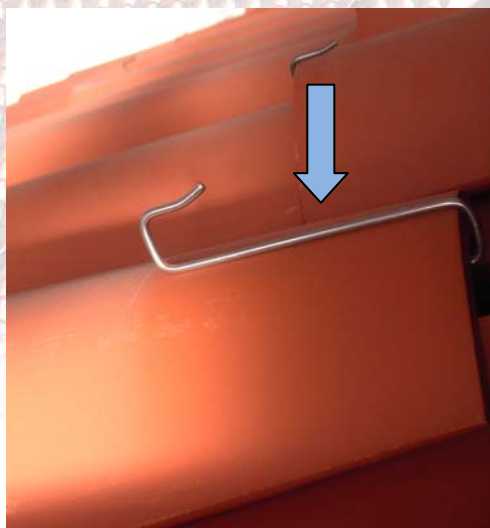
- *Clavos y tornillos autoladrantes*: Metálicos, con tratamiento para evitar la corrosión (preferiblemente acero templado o inoxidable), para fijar las tejas y piezas especiales a los rastreles. Permiten una fijación firme que impide la vibración de la teja bajo la acción del viento.

Deberán tener un diámetro y una longitud adecuados, tal que permita su introducción en el orificio predispuesto en las tejas y sean capaces de asegurar la fijación de las mismas.

Los taladros, de ser necesario, se realizarán con broca de carburo de wolframio (*vidia*). La ubicación del orificio en la teja deberá permitir que pueda realizarse la fijación sobre el soporte y que el clavo o tornillo quede protegido por otra teja.

Es recomendable utilizar también arandelas flexibles, para evitar la rotura de la teja a causa de la excesiva presión que pueda ejercer el elemento metálico. Para conseguir una perfecta estanqueidad, será necesario sellar todas las fijaciones.

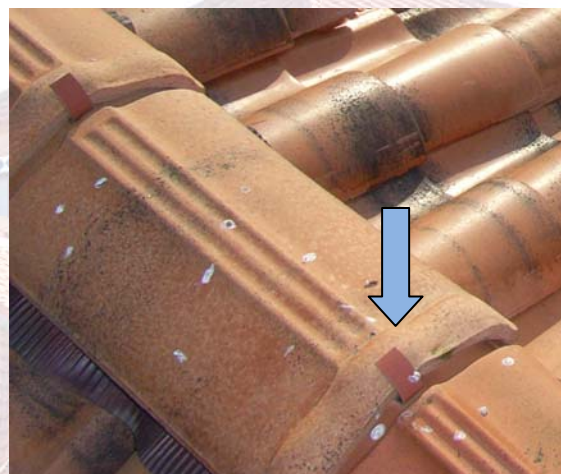
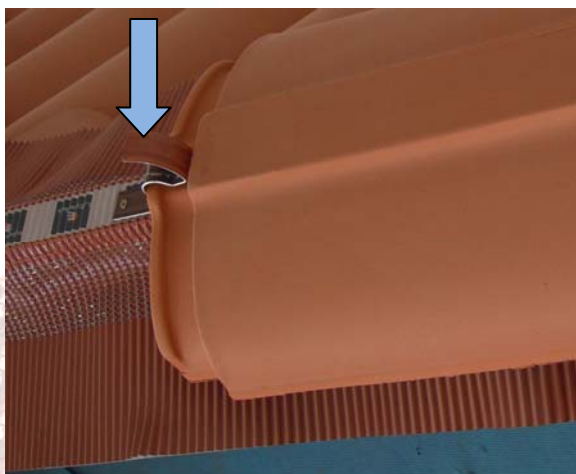
- *Clips, ganchos o grapas*: Todos ellos deberán cumplir las recomendaciones generales de durabilidad y compatibilidad comentadas anteriormente para elementos metálicos. En cualquier caso, el fabricante de las tejas indicará las recomendaciones referentes al tipo de grapas y ganchos que se deben emplear.



Fotografía 17 y Fotografía 18. Ganchos para la sujeción de tejas



Figura 52. Grapa para teja de cumbrera



Fotografía 19 y Fotografía 20. Teja de cumbrera fijada con grapas

- *Adhesivos, siliconas y espumas*: Se emplearán siempre bajo las indicaciones dadas por el fabricante.

En cualquier caso, deberán cumplir siempre con los requisitos establecidos en la norma UNE EN 14437: "*Determinación de la resistencia al levantamiento de las tejas de arcilla cocida o de hormigón instaladas. Método de ensayo del sistema de tejado*".

En el caso de las espumas y adhesivos de poliuretano, se recomienda utilizar aquellas con una densidad mínima de 25 kg/m^3 , cuyas características estén certificadas según norma UNE 83.822.95, en todo lo referente a adherencia, resistencia al calor, ciclos hielo-deshielo, etc.



Fotografía 21. Teja fijada con espuma de poliuretano y clavo

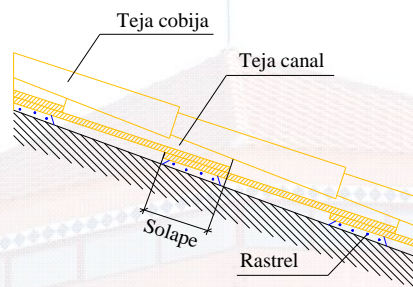
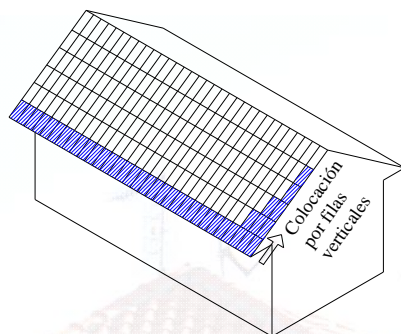
3.2.4.3 Tejas curvas

En la colocación de las tejas curvas, se comenzará por la primera hilada horizontal del alero, y se colocarán las tejas canal orientándolas con la parte más ancha hacia la cumbre, quedando todas ellas fijadas individualmente solo en su extremo superior. Será necesario colocar una cuerda en el alero, que servirá de referencia para que todas las tejas tengan el mismo vuelo y altura. Posteriormente se colocan las cobijas sobre dos canales contiguas y orientándolas con la parte más ancha hacia el alero.

En función de las indicaciones que figuran en el apartado "*pendiente de la cubierta*", se procederá a la fijación mecánica de las tejas.

De esta misma forma se realizarán todas las filas verticales del faldón, desde el alero hacia la cumbre, teniendo en cuenta que cada hilada irá apoyada sobre la inmediata inferior, la longitud de solape necesaria.

Comenzando por la derecha



Comenzando por la izquierda

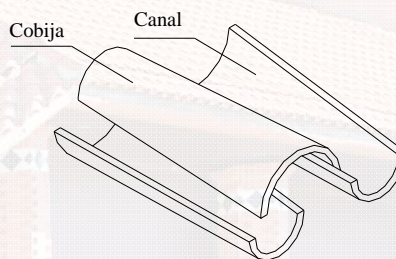
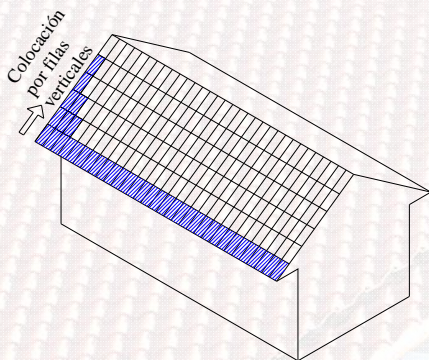


Figura 53. Esquema de colocación de tejas curvas

3.2.4.4 Juntas corridas al hilo. (Tejas mixtas y planas)

- Tejas mixtas

Primero se colocarán las tejas que configuran el alero, quedando solapadas lateralmente y encajando unas con otras gracias al sistema de encaje longitudinal. Se comenzará la colocación por la derecha o por la izquierda dependiendo del diseño de las tejas. Si fuera necesaria la pieza de remate lateral, se colocará primero ésta, y desde el alero hacia la cumbre a lo largo de todo el borde. A continuación se colocarán las tejas de la primera fila vertical, desde el alero hacia la cumbre, encajadas entre sí, gracias al sistema de encaje transversal que poseen.

Los remates laterales se realizarán con las piezas adecuadas, y siempre irán instalados con sus encajes por debajo de las tejas. El resto del faldón se completará con tejas dispuestas por sucesivas filas verticales, paralelas a la línea de máxima pendiente, desde el alero hasta la cumbrera, siguiendo las líneas maestras obtenidas en el replanteo y atendiendo a las recomendaciones de fijación.

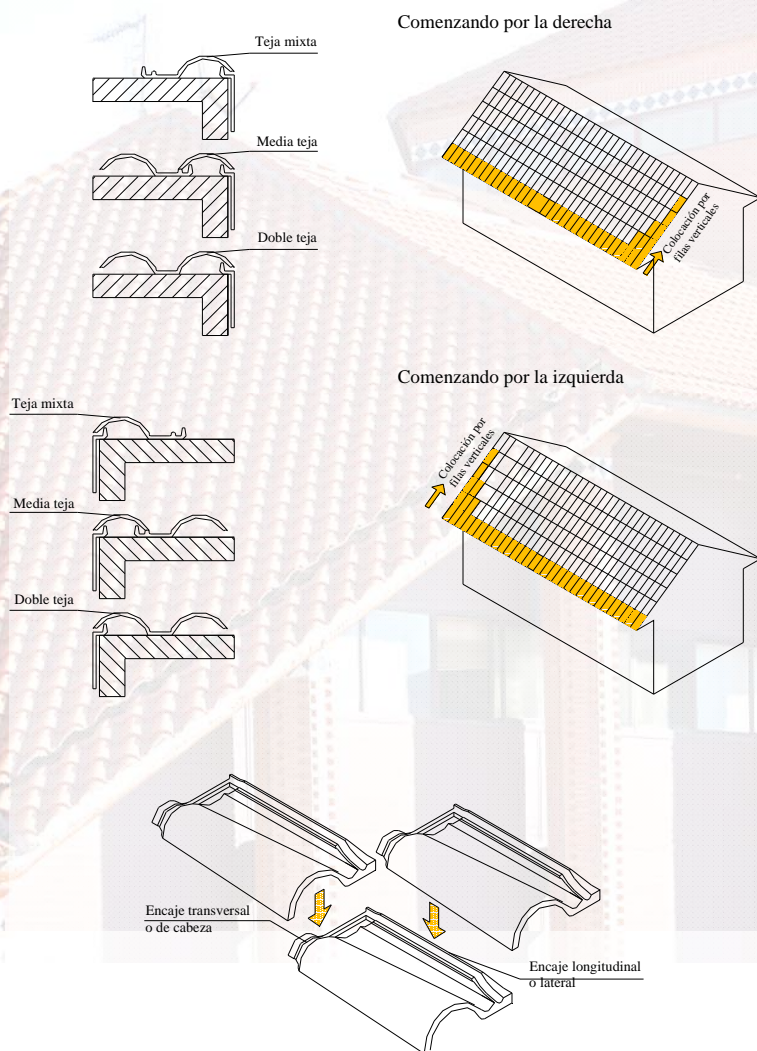


Figura 54. Colocación de tejas mixtas con juntas al hilo

- *Tejas planas*

Se deberá consultar al fabricante de tejas, si el modelo que se pretende utilizar admite este tipo de colocación.

El remate lateral se colocará solapando, asegurando el solape con la teja. Se colocará desde el alero hasta la cumbrera fijándose con clavos, tornillos autotaladrantes, etc.

El resto del faldón se completará con tejas dispuestas por sucesivas hiladas horizontales, perpendiculares a la línea de máxima pendiente, desde el alero hasta la cumbrera, siguiendo las líneas maestras obtenidas en el replanteo y atendiendo a las recomendaciones de fijación.

Se tendrán en cuenta todas las consideraciones expuestas para la colocación de tejas mixtas.

3.2.4.5 Colocación a tresbolillo

Esta colocación solo es posible realizarla con tejas planas. Primero se colocan las tejas que configuran el alero, quedando solapadas lateralmente y encajando unas con otras gracias al sistema de encaje longitudinal. Se comenzará la colocación por la derecha o por la izquierda dependiendo del diseño de las tejas, y empleando medias tejas o tejas enteras.

A continuación se colocan las sucesivas hiladas horizontales desde el alero hacia la cumbrera, alternando en los extremos de cada hilada tejas enteras y medias tejas. El remate lateral, se colocará asegurando el solape con la teja. Se colocará desde el alero hasta la cumbrera fijándose con clavos, tornillos autotaladrantes u otros sistemas.

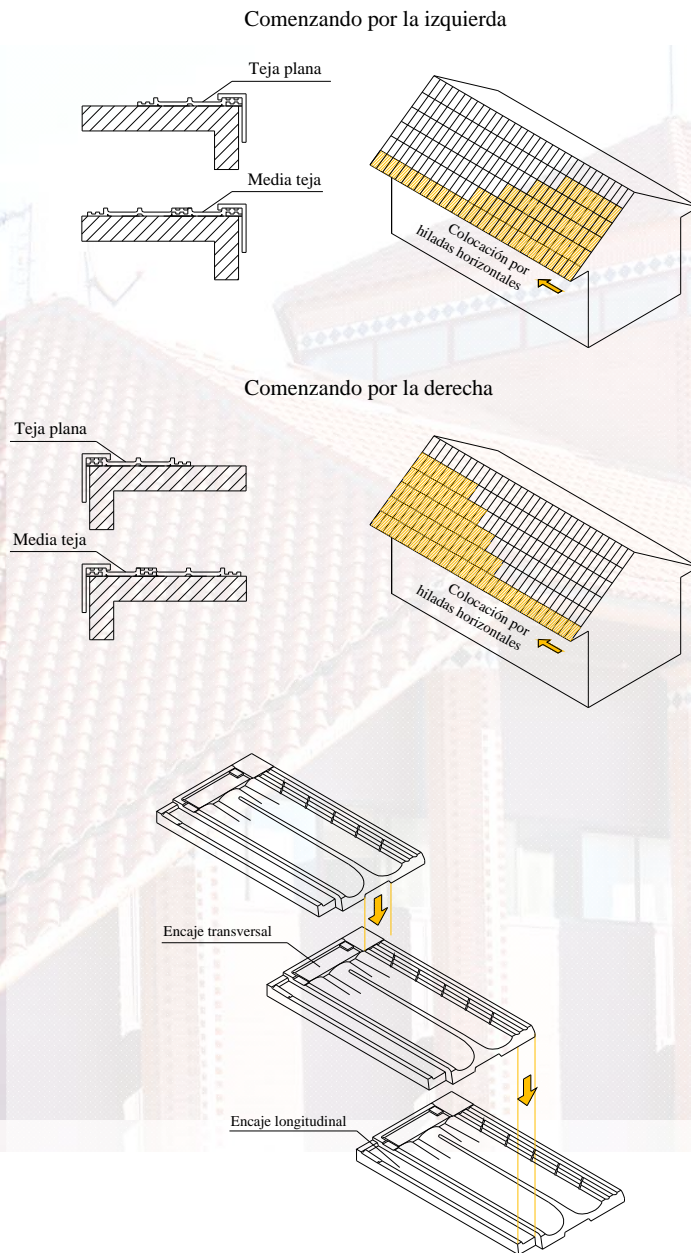


Figura 55. Tejas planas con juntas encontradas

3.2.4.6 Tejas con estructura celular

Las tejas con estructura celular se pueden instalar de modo análogo a las otras tejas cerámicas, pero sus características como material autoportante hacen que además se puedan instalar directamente sobre correas y sobre otros sistemas. Para la ejecución de estos sistemas se han de observar las especificaciones de uso que hace el fabricante y que se recogen en su correspondiente Documento de Idoneidad Técnica.



Figura 56, Figura 57 y Figura 58. Distintos sistemas de montaje en seco de tejas con estructura celular: viguetas (arriba) y placa ondulada (izquierda)



Fotografía 22 y Fotografía 23. Teja con estructura celular sobre vigueta de hormigón

4 EJECUCIÓN DE PUNTOS SINGULARES

4.1 Alero

Se pueden dar dos tipologías de alero:

- Alero horizontal: La posición más habitual. En este caso, la línea de máxima pendiente del faldón es perpendicular a la línea del alero.
- Alero inclinado: Esta es una solución muy particular y poco habitual, en la que la línea de máxima pendiente del faldón no es perpendicular a la línea del alero.

En la ejecución del alero se deberán respetar los siguientes parámetros:

- La primera teja del faldón, denominada "teja de alero", deberá volar al menos 5 cm sobre el borde y, cuando sea preciso, se suplementará el frente para mantener la misma pendiente del resto de hiladas del faldón.
- El agua de lluvia será evacuada sin que se produzcan retornos o se mojen elementos subyacentes de la cubierta.
- En zona climática de caída de nieve, la ejecución del alero tendrá en cuenta el deslizamiento de la nieve acumulada, pudiendo instalar tejas para nieve o elementos análogos.

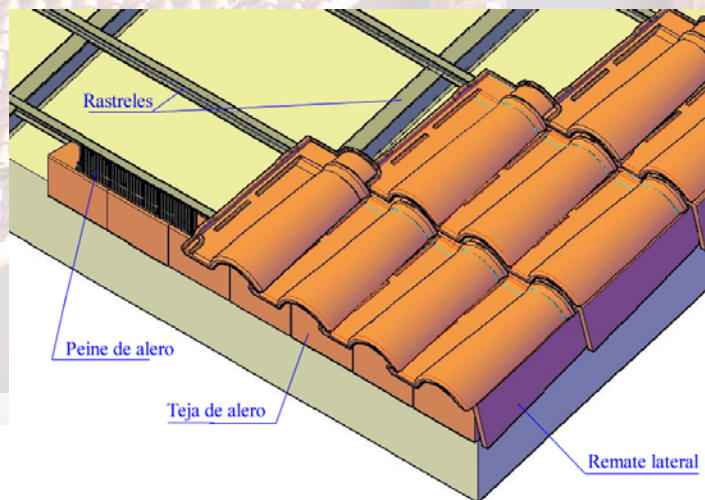


Figura 59. Esquema de ejecución de alero y remate lateral

- Los canalones y rastreles o peines de alero se ejecutarán antes de colocar la primera hilada de tejas.
- En caso de no emplearse teja de alero, el rastrel de alero deberá tener la altura necesaria para mantener la pendiente de las tejas.
- Es importante tener en cuenta todas las recomendaciones expresadas en el apartado de "Microventilación" referentes a la ejecución del alero.
- Se deberán fijar mecánicamente la primera hilada de tejas.

4.1.1 Alero horizontal

Existen varias variantes de alero, cuya correcta ejecución se describe a continuación:

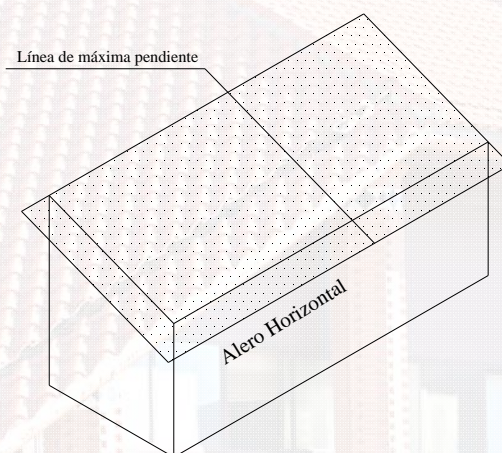


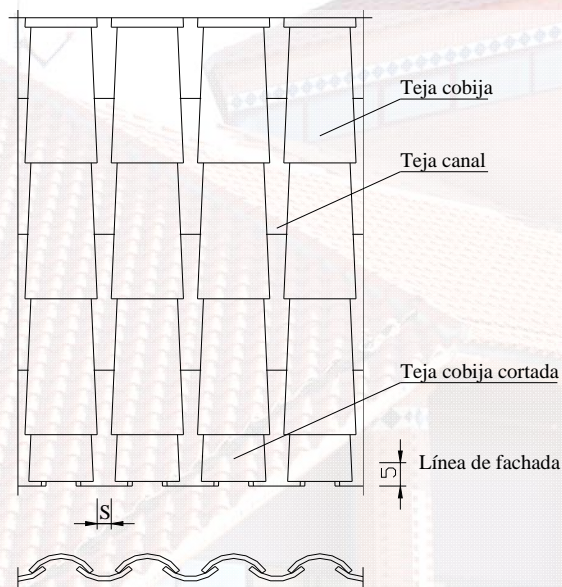
Figura 60. Alero horizontal

4.1.1.1 Alero horizontal sin canalón

- Se colocará una cuerda o regla paralela al alero que servirá de referencia para determinar el vuelo y la altura que tendrán las tejas en su primera hilada. Estos serán constantes para todas las tejas que formen el alero, siendo el vuelo como mínimo de 5 cm.
- Se situarán y fijarán las tejas de acuerdo con el vuelo marcado. Es necesario mantener elevada la primera hilada de tejas, en una altura equivalente al

grosor de una teja utilizando un rastrel de mayor altura. Gracias a esta elevación se evita su cabeceo y se mantienen todas con la misma pendiente.

- La distancia entre el primer rastrel y su inmediato superior es menor que la existente entre los demás, con el fin de permitir que la primera fila sobresalga el vuelo determinado.
- Todas las tejas quedarán alineadas con sus bordes superiores contenidos en un mismo plano.



S = Separación mínima entre tejas 3 cm.

Figura 61. Esquema de alero sin canalón

4.1.1.2 Alero horizontal con canalón visto

Su ejecución es similar a la de un alero sin canalón, aunque con las siguientes particularidades:

- Previa colocación de las tejas del alero, se fijan al faldón las abrazaderas que soportan el canalón. La entrega mínima de estas en el faldón es de 15 cm y la separación máxima entre ellas de 5 m.
- La pendiente del canalón será superior al 1%, estando orientada hacia las bajantes, que se encontrarán a una distancia máxima de 20 m.

- La unión entre canalón y abrazaderas será tal que permitirá la libre dilatación de ambos elementos. El canalón no se anclará en ningún caso directamente a la teja.
- Se mantendrá el vuelo de las tejas sobre la línea del alero del faldón, asegurándose de que estas vierten correctamente el agua al canalón.

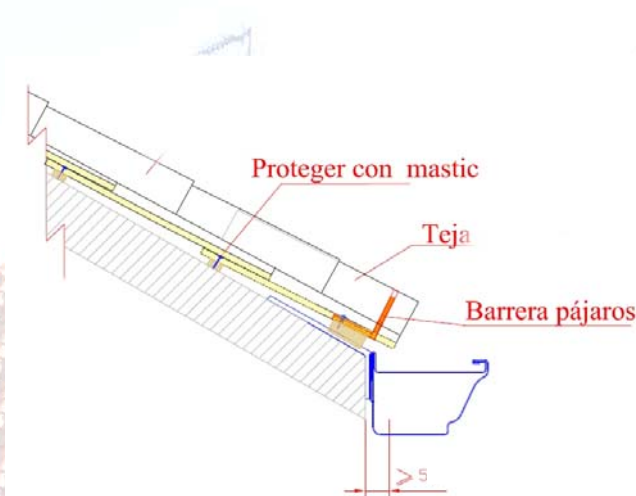


Figura 62 y Fotografía 24. Alero horizontal con canalón visto

4.1.1.3 Alero horizontal con canalón interior u oculto

En este caso el canalón está situado entre las hiladas horizontales de tejas, cerca del alero.

- La línea de alero se resolverá igual que en el caso de un alero sin canalón, ejecutando las hiladas horizontales necesarias, generalmente de una a tres, hasta llegar al canalón. Para evitar la filtración de agua en el encuentro teja canalón, se recomienda proteger éste con una banda de material impermeable que solape a las tejas y al canalón.
- A continuación se colocan las siguientes hiladas de tejas, siguiendo las indicaciones dadas en la configuración del alero con canalón visto.
- El canalón tendrá una pendiente mínima del 1% y verterá el agua hacia las bajantes que no estarán separadas más de 20 m.

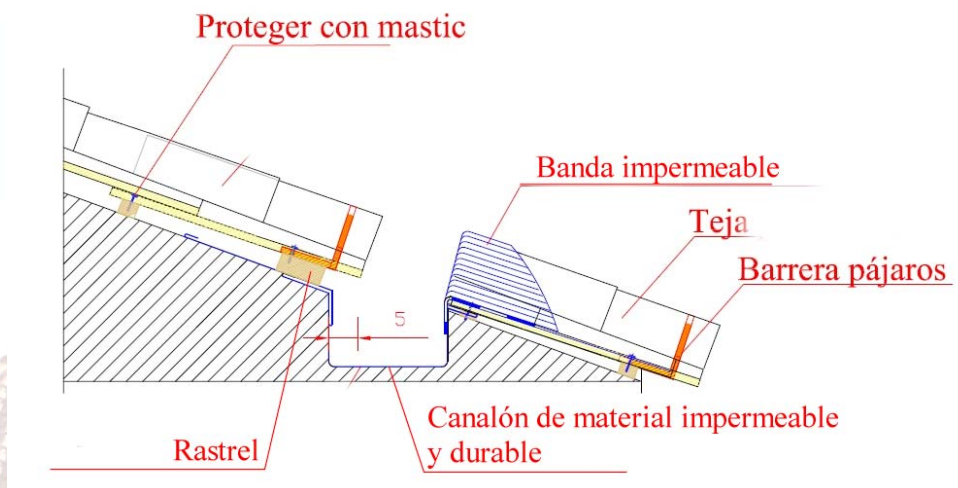


Figura 63. Alero horizontal con canalón oculto

4.1.2 Alero inclinado

Para que el agua discurra según la línea de máxima pendiente del faldón, las tejas se colocarán de la siguiente manera, manteniendo las líneas maestras del replanteo, para que el agua discurra según la línea de máxima pendiente:

- Las tejas de la primera hilada horizontal se colocan con su vuelo correspondiente, teniendo en cuenta que, a medida que se va ejecutando esta primera hilada, las tejas tienen menos apoyo sobre el faldón y más vuelo. Para que al final se consiga un vuelo constante en todas ellas, si fuera necesario se aplicará un corte, mediante disco, paralelo y a lo largo de toda la línea del alero.
- Las recomendaciones dadas en el alero horizontal con canalón visto y oculto, también son válidas cuando el alero es inclinado.

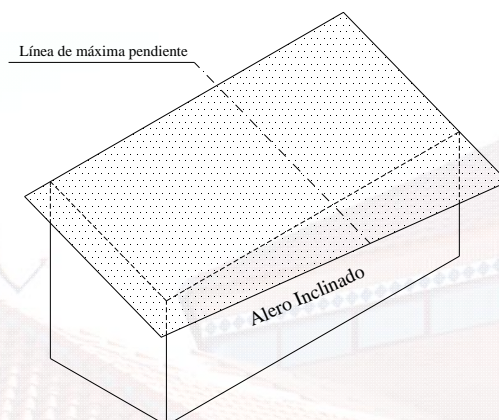


Figura 64. Esquema de alero inclinado

4.2 Limahoya

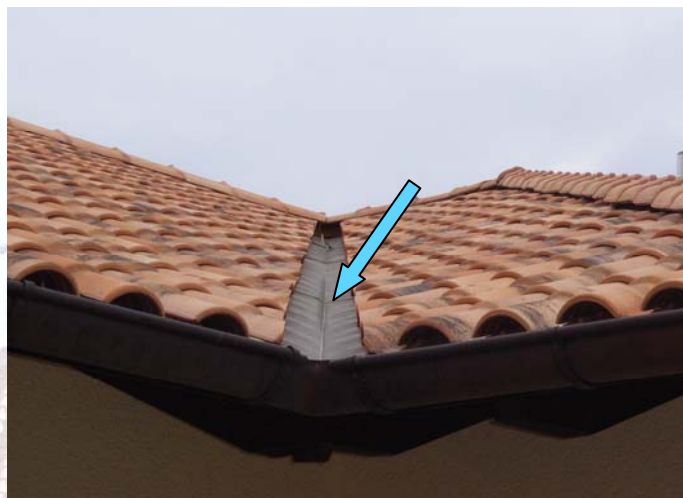
La limahoya es la línea de desagüe de la cubierta cuando el encuentro de los faldones forma un ángulo cóncavo respecto al exterior.

La limahoya es uno de los puntos críticos del tejado desde el punto de vista de la estanqueidad, siendo junto con el alero la línea de la cubierta que recibe más agua. Por tanto, la ejecución de la limahoya se hará de tal forma que se eviten filtraciones y teniendo en cuenta las posibles acumulaciones de nieve.

Cuando uno de los dos faldones aporta más agua que el otro a la limahoya, por tener mayor longitud y recoger más agua, o al tener más pendiente y verter el agua con mayor fuerza, en el lateral perjudicado de la limahoya se tomarán medidas especiales para garantizar su estanqueidad como por ejemplo: ejecutar una limahoya más ancha, aplicar una capa complementaria impermeable, etc.

También se prestará especial atención a las limahoyas que se formen por la intersección de dos faldones con la pendiente mínima aconsejable.

Como la limahoya tiene menos pendiente que la de los faldones que la originan, esta tendrá poca inclinación y la evacuación del agua será más lenta. Como precaución se puede ejecutar una limahoya más ancha, aplicar una capa impermeable complementaria, etc.



Fotografía 25. Limahoya

Para la correcta realización de la limahoya se seguirán las siguientes recomendaciones:

- Se comenzará a ejecutar antes de colocar las tejas y desde abajo hacia arriba, estando la superficie de apoyo perfectamente limpia.
- La limahoya está constituida generalmente por diferentes materiales; plomo, zinc, chapa galvanizada, laminas flexibles impermeables, etc. Se tendrá en cuenta que las planchas que constituyen la limahoya deberán solaparse entre sí un mínimo de 10 cm para garantizar la estanqueidad de la misma. Dichas planchas se fijarán a ambos faldones de forma estanca y tendrán sus bordes resaltados para impedir la filtración del agua. La fijación entre los distintos módulos de la limahoya, se hará con elementos de fijación elástica: pegamentos, resinas epoxi, etc.
- En el encuentro con la línea del alero, la limahoya deberá volar al menos 5 cm sobre el borde de la fachada, para evitar que el agua escurra por el mismo, ya que éste es el punto que mayor cantidad de agua recibe. Si el alero cuenta con canalón, la limahoya verterá en él.
- El encuentro con la cumbrera se resuelve de forma que el material que constituye la limahoya solape a la línea de cumbrera. Posteriormente se protegerá dicho encuentro con el caballete.

- Una vez realizada la limahoya se procederá a colocar las tejas teniendo en cuenta que han de ser cortadas según una línea paralela al eje de la limahoya, de manera que cada teja vuele un mínimo de 10 cm sobre la misma. La separación entre las tejas de cada faldón, que viertan agua a una misma limahoya, será mayor de 15 cm.
- Todas las tejas, a ambos lados de la limahoya han de ser fijadas, de manera que queden libres, permitiendo la entrada del aire.

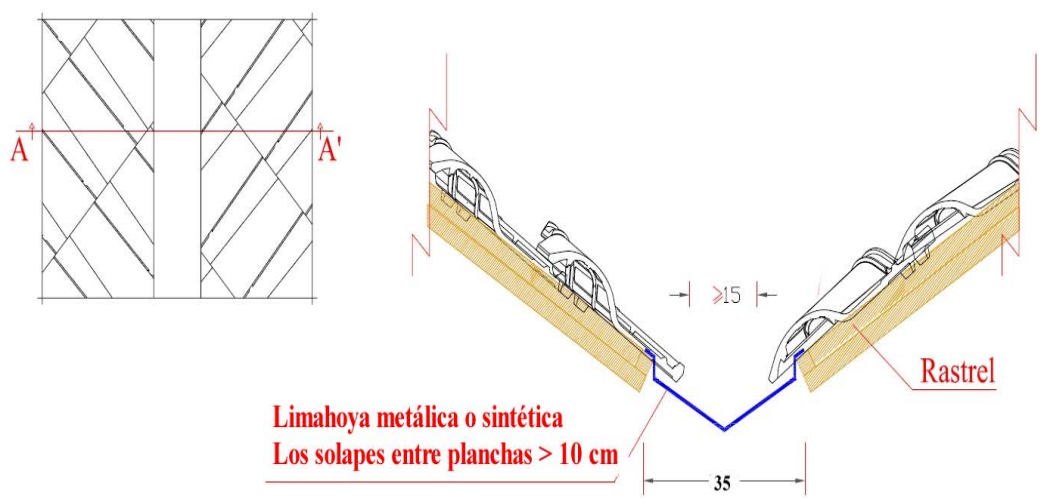


Figura 65. Esquema de ejecución de limahoya (planta y sección)

4.3 Cumbre

En la realización de la línea de cumbre es necesario colocar las piezas de caballete de manera que se asegure la protección contra la lluvia y los vientos dominantes, cualquiera que sea su forma de montaje: (solapada, ensamblada, unida a testa o con pieza intermedia, etc.) y sistema de fijación.



Fotografía 26. Cumbre

4.3.1 Cumbre a dos aguas

- Las tejas se colocarán a testa con el rastrel de cumbre, fijando mecánicamente todas las tejas de la última hilada, de forma que se permita la aireación de la cara inferior de las piezas cerámicas.
- **Tejas curvas**
- Se colocará sobre las tejas de ambos faldones y recubriéndolas por lo menos 5 cm, una fila de caballetes o de tejas curvas en posición cobija con un solape mínimo entre ellas de 15 cm y en dirección opuesta a los vientos dominantes que traen lluvia. La colocación comenzará por un extremo de la cumbre fijando las tejas, quedando de esta manera protegido el encuentro entre los dos faldones.

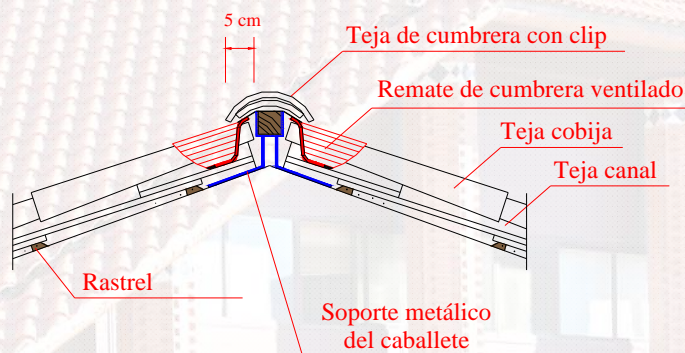
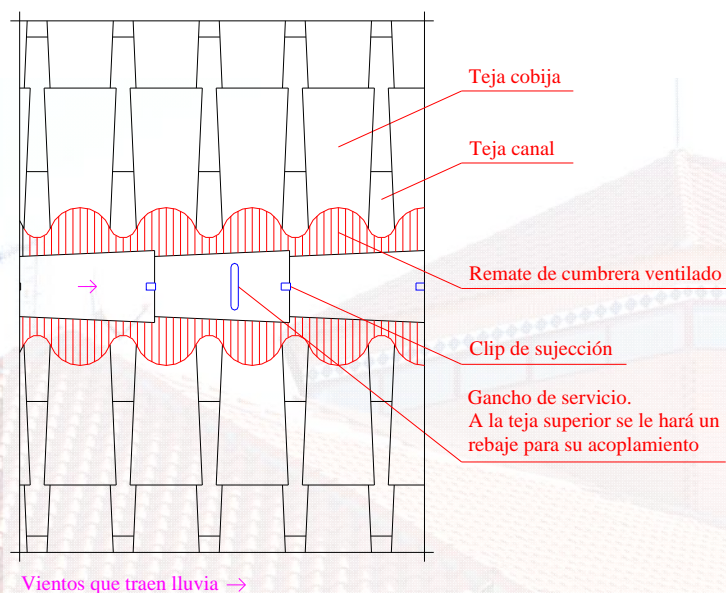


Figura 66 y Figura 67. Esquema de ejecución de cumbrera teja curva (planta y sección)

- **Tejas mixtas y planas**

- Una vez colocadas las tejas de los faldones, se puede colocar sobre la parte plana de cada una de las tejas de la última hilada horizontal, la pieza especial denominada cuña.



Fotografía 27. Cuñas para ventilación de cumbre

- Después, se procede a colocar la pieza especial caballete que, solapando como mínimo 5 cm a las tejas y cuñas de ambos faldones, remata la cumbre.
- El caballete se fijará a lo largo de toda la línea de cumbre.
- Las piezas se acoplarán unas con otras gracias al sistema de encaje que poseen, comenzando por un extremo de la cumbre y su colocación será opuesta a los vientos dominantes que traen lluvia.
- El encuentro del caballete con el hastial de la cubierta, se resuelve empleando la pieza especial tapa lateral de caballete, que se fijará mediante clavos o tornillos autotaladrantes.



Fotografía 28 y Fotografía 29. Remate lateral. Pieza especial remate lateral caballete

- Si la cumbrera se remata en el otro extremo con otra tapa lateral de caballete, se puede emplear la pieza especial de doble hembra, que permite cambiar el sentido de encaje del caballete.
- Cuando la cumbrera cambie de dirección, se empleará la pieza del sistema o en su defecto se impermeabilizará cuidadosamente. Se cortarán las piezas con el ángulo adecuado para su correcta colocación. Este es un punto muy delicado de la cubierta que se deberá impermeabilizar cuidadosamente, al no existir el solape entre las piezas y/o se usará un accesorio existente en el mercado.
- El encuentro con el gancho de servicio se realizará según la normativa de seguridad vigente.

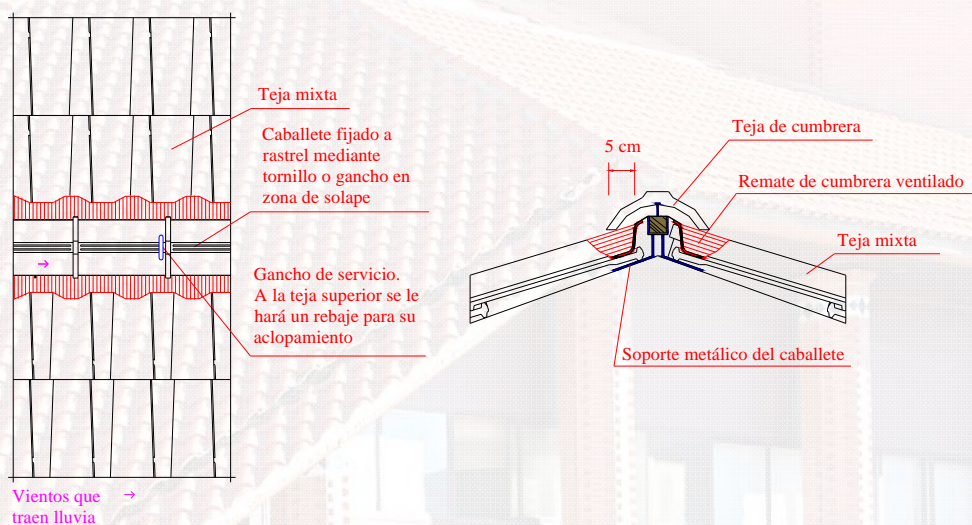


Figura 68. Planta y sección de cumbrera (teja mixta)

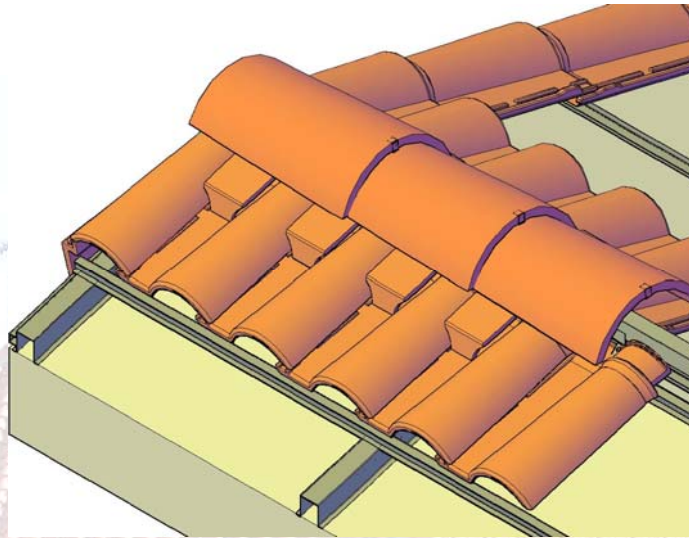


Figura 69. Esquema de ejecución de cumbrera con cuñas (teja mixta)

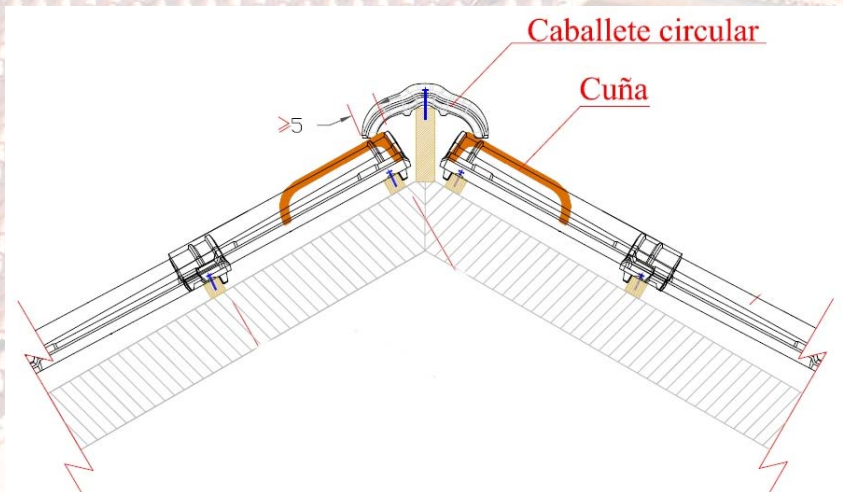


Figura 70. Variante con cuña para ventilación

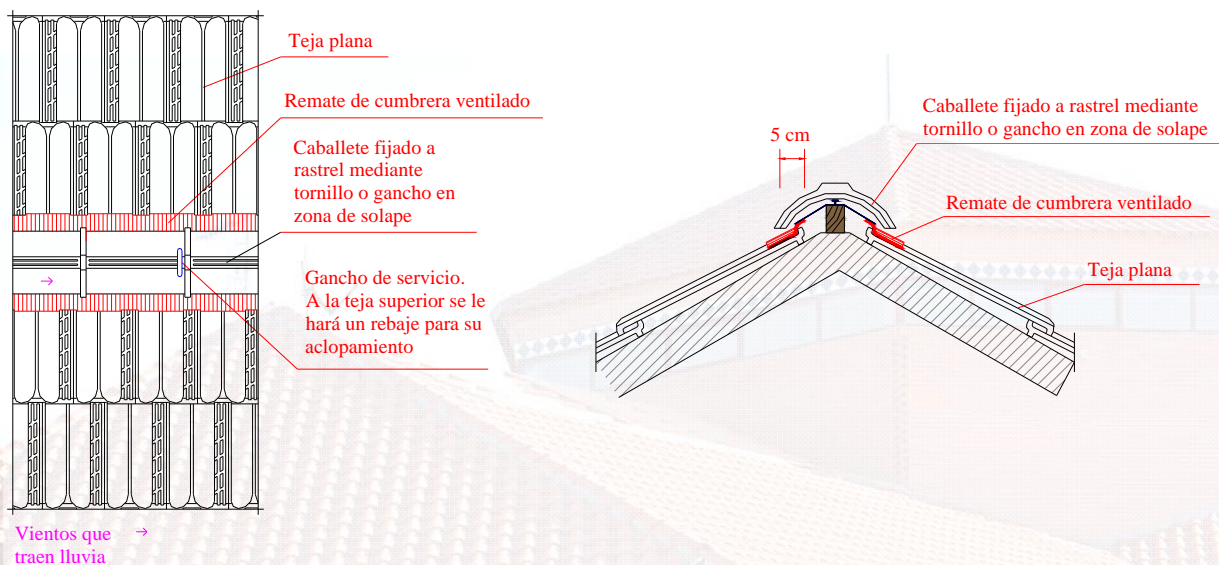


Figura 71 y Figura 72. Planta y sección de cumbrera con teja plana



Fotografía 30. Rastrel de caballete

4.3.2 Cumbre a un agua

Cuando el faldón de cubierta sea a un solo agua, la cumbre que se forma entre el faldón y la parte vertical del cerramiento se tratará con remate lateral o con la pieza de cumbre debidamente fijada, de modo que no haya filtraciones.

Las tejas se colocan en el faldón por filas verticales si se emplean tejas curvas o mixtas, e hiladas horizontales si se emplean tejas planas, siguiendo las referencias marcadas por las líneas maestras y llegando hasta el borde superior, a ser posible, con piezas enteras. Todas las tejas de la última hilada horizontal superior se fijarán, quedando separadas del borde de 5 a 10 cm. En el caso de emplear rastrel de cumbre, las tejas llegarán a testa contra el mismo.

- **Tejas curvas**
- Se colocan sobre el borde del faldón, ligeramente voladas y junto a las tejas de la última hilada, una fila de tejas curvas en posición cobija con un solape mínimo entre ellas de 15 cm. La dirección de colocación será opuesta a los vientos dominantes que traen lluvia, quedando estas tejas debidamente fijadas mecánicamente. La función de esta fila de tejas es proteger el lateral de la línea de cumbre haciendo de goterón.
- Posteriormente se colocará, solapando al menos 5 cm a la última hilada y en la mitad a la fila de cobijas, una fila de tejas curvas en posición cobija con un solape mínimo entre ellas de 15 cm y en dirección opuesta a los vientos dominantes que traen lluvia. La colocación comenzará por un extremo de la cumbre.

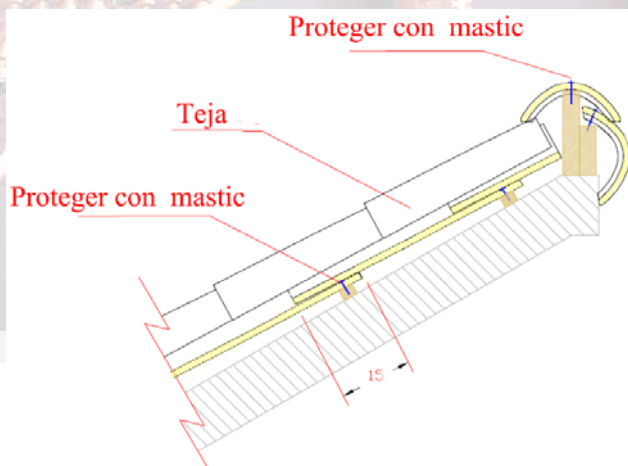


Figura 73. Cumbre a un agua. Teja curva

- **Tejas mixtas y planas**

- Se colocarán sobre el borde del faldón, ligeramente voladas y junto a las tejas de la última hilada o al rastrel de cumbre, una fila de piezas de remate lateral. La función de este es proteger el lateral de la línea de cumbre haciendo de goterón, y la dirección de colocación será opuesta a los vientos dominantes que traen lluvia.
- El remate lateral se fijará sobre un rastrel de madera colocado en el lateral o en la cumbre, utilizando clavos o tornillos autotaladrantes y teniendo la precaución de sellar siempre los orificios de las piezas.
- Seguidamente se colocará, solapando al menos 5 cm a la última hilada de tejas, y 5 cm al remate lateral, una fila formada por caballetes en dirección opuesta a los vientos dominantes que traen lluvia. la colocación comienza por un extremo de la cumbre fijando todas las piezas, quedando de esta manera rematada y asegurando la estanqueidad de la misma.
- El encuentro del caballete con el hastial de la cubierta, se puede resolver empleando la tapa lateral de caballete.
- Si la cumbre se remata en el otro extremo con otra tapa lateral de caballete, se puede emplear una pieza especial doble hembra, que permite cambiar el sentido de encaje del caballete. Se fijará mediante clavos o tornillos autotaladrantes.

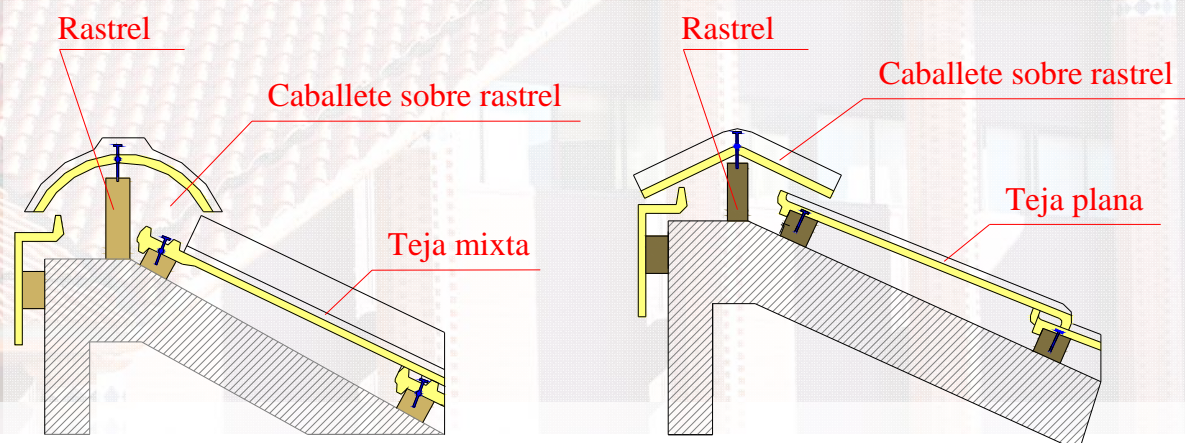


Figura 74 y Figura 75. Cumbre a un agua (teja mixta y plana)

4.4 Limatesa

Para la ejecución de la línea de limatesa será imprescindible la utilización del caballete, que absorberá la oblicuidad entre los faldones. La ejecución tendrá las mismas prescripciones que la línea de cumbrera, disponiéndose una lámina impermeabilizante fijada al soporte. Además, se podrá disponer de una pieza final de limatesa, que debe cumplir con los condicionantes de piezas de alero respecto al vuelo y, en caso de que lo haya, respeto del canalón.

Las tejas se colocarán en los faldones por filas verticales al utilizar tejas curvas o mixtas, e hilada horizontales con tejas planas, siguiendo las referencias marcadas por las líneas maestras. En su encuentro con la limatesa, las tejas se cortarán siguiendo la alineación de esta.

Las tejas se colocarán a testa con el rastrel de la limatesa. Todas las tejas que formen este encuentro deben quedar fijadas.

- Tejas Curvas

- En el encuentro con el alero, la primera teja cobija que se coloca, debe recibir en su parte más ancha dos cortes, paralelos a los aleros, gracias a los cuales se puede colocar con el mismo vuelo que las tejas del alero.
- La última teja cobija colocada en la limatesa, debe quedar solapada por la cumbrera.
- En el caso de encontrarse dos limatesas con una cumbrera, ambas deben encontrarse a tope y quedar solapadas posteriormente por ésta.

- Tejas Mixtas y Planas

- Una vez cortadas y colocadas las tejas de los faldones, se coloca solapando 5 cm a las tejas cortadas de ambos faldones, una fila de caballetes, quedando protegido el encuentro entre los dos faldones.
- La colocación comienza por el encuentro de la limatesa con el alero y se hará desde abajo hacia arriba, fijando todas las tejas de manera que la limatesa sea estanca.
- En el encuentro de la limatesa con el alero es recomendable utilizar la pieza final de caballete. Con su uso se consigue un remate perfecto para dicho encuentro, tanto desde el punto de vista estético como funcional.



Fotografía 31 y Fotografía 32. Encuentro de limatesa con borde lateral y alero teja mixta)

- La última pieza caballete colocada en la limatesa, debe quedar solapada por la cumbre. En el caso de encontrarse dos limatesas con una cumbre, ambas deben encontrarse a tope y quedar solapadas posteriormente por ésta.
- Para los encuentros limatesas-cumbre, se utiliza el caballete a tres aguas. Esta pieza solo se adapta a determinados ángulos, por lo que es recomendable consultar con el fabricante.



Fotografía 33. Encuentro de limatesas y cumbre. Caballete a tres aguas

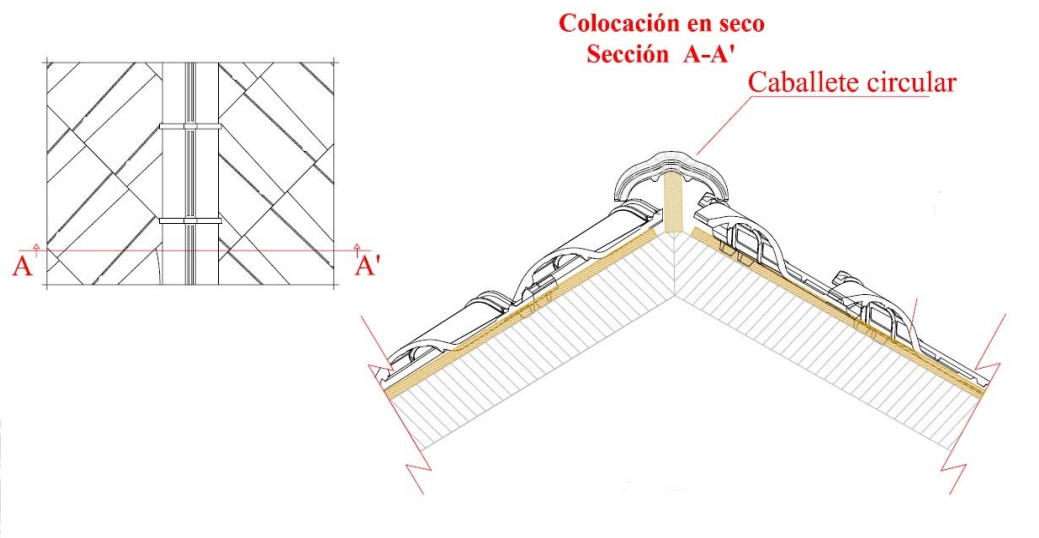


Figura 76. Esquema de limatesa

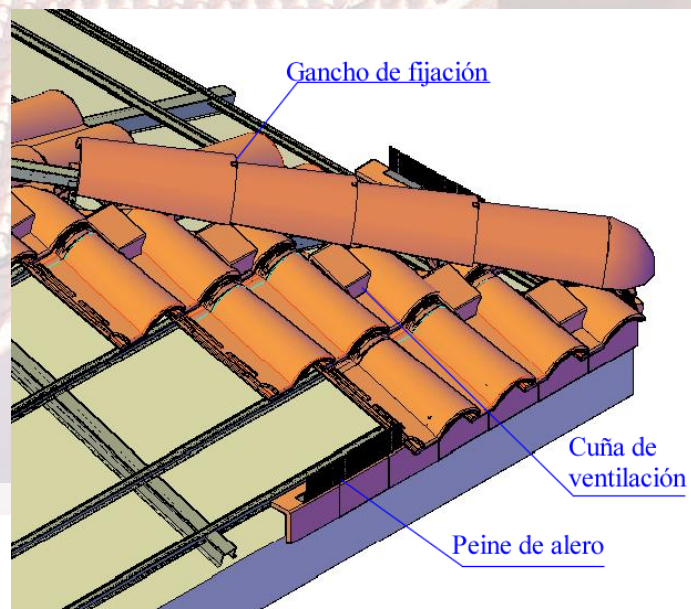


Figura 77. Esquema de montaje de limatesa

4.5 Remates laterales (hastiales)

Las líneas de borde lateral del faldón se ejecutarán con piezas de remate lateral, que siempre deberán fijarse a lo largo de todo el borde.

El borde lateral puede ser paralelo a la línea de máxima pendiente, que es el caso más habitual, inclinado superior o inclinado inferior. Si existe un descuadre abierto entre la línea de máxima pendiente y el hastial, será preciso realizar un canal auxiliar de evacuación.



Fotografía 34 y Fotografía 35. Remate lateral (teja curva y mixta)

Proteger con Mastic

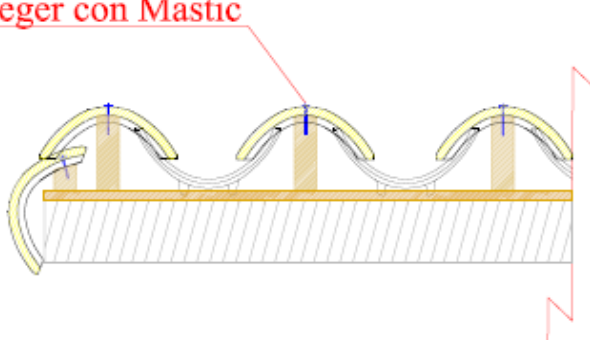


Figura 78. Esquema de remate lateral (teja curva con talón)

4.6 Encuentro con paramento vertical

Los encuentros del faldón con un paramento vertical pueden ser de varios tipos; superior horizontal o inclinado, lateral paralelo a la línea de máxima pendiente e inferior horizontal o inclinado. Todos ellos quedan definidos en las distintas situaciones por la línea de encuentro entre el faldón y el paramento vertical.

Para resolver estos encuentros lo importante es adoptar una solución que impida la filtración de agua que, por capilaridad, suba por el paramento vertical. Para ello es recomendable la conformación de un babero de material flexible y durable, que se doblará con una altura suficiente y se sellará al paramento vertical de tal forma que se garantice la estanquidad.

A continuación se describen los pasos que se deben seguir para la ejecución de los diferentes tipos de encuentros:

4.6.1.1 Encuentro superior horizontal

- Las tejas se colocarán en los faldones por filas verticales, si se emplean tejas curvas o mixtas, e hiladas horizontales si se utilizan tejas planas, siguiendo las referencias marcadas por las líneas maestras y llegando a la parte superior, a ser posible, con piezas enteras, que se colocarán a testa con el paramento vertical. Todas las tejas de la última hilada horizontal superior se fijarán.
- Solapando como mínimo 10 cm a la última hilada horizontal de tejas, se colocará una banda impermeable flexible y moldeable, de probada durabilidad, que se adapte a la curvatura de las tejas y se fije al paramento vertical hasta alcanzar una altura de 25 cm.
- La parte de la banda unida al paramento vertical se rematará solapándola con un perfil metálico o babero, de suficiente durabilidad, sellado o introducido en una roza practicada al efecto en el paramento vertical, en cuyo caso se recibirá con mortero M-5 u otro material que garantice el sellado.

4.6.1.2 Encuentro superior inclinado

Se resuelve como en el caso del encuentro superior horizontal, pero teniendo en cuenta que las tejas que se colocan a testa con el paramento vertical, recibiendo un corte paralelo al mismo.

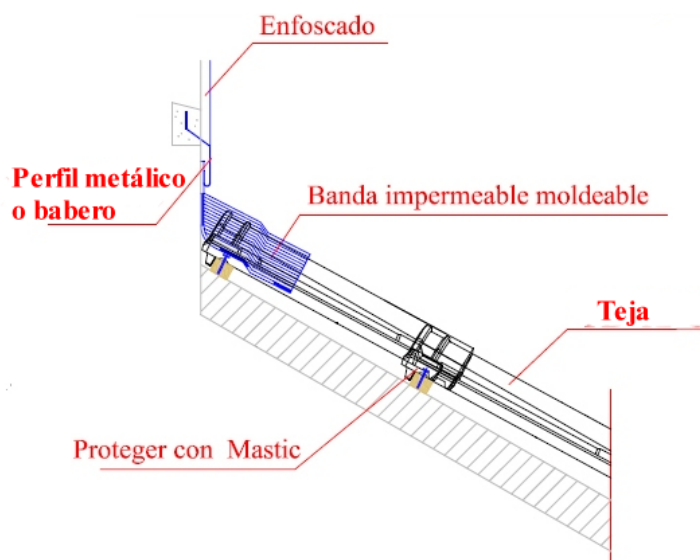


Figura 79. Esquema de encuentro superior horizontal e inclinado

4.6.1.3 Encuentro lateral paralelo a la línea de máxima pendiente

Existen dos alternativas para resolver este encuentro: con babero o con canalón, siendo esta última solución únicamente válida cuando el agua se conduce directamente hasta el alero o hasta el elemento que recoge el agua del faldón (canalón, limahoya, etc.).

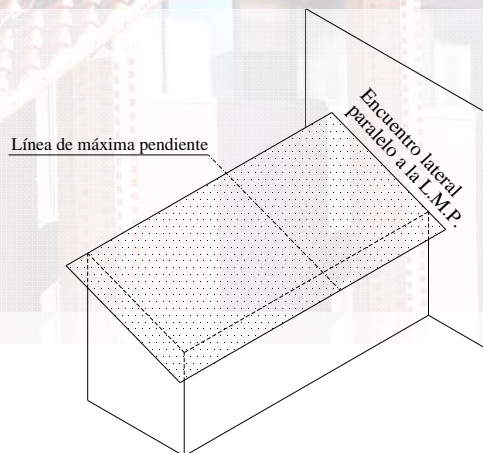


Figura 80. Encuentro lateral paralelo a la línea de máxima pendiente

- **Solución con babero**

- Se colocarán las tejas en el faldón por filas verticales si se utilizan tejas curvas o mixtas, e hiladas horizontales si se emplean tejas planas, siguiendo las referencias marcadas por las líneas maestras y llegando al encuentro lateral a ser posible con piezas enteras, que se colocarán a testa con el paramento vertical. Todas las tejas de la primera fila paralela al encuentro se fijarán. En el caso de emplear tejas curvas se debe llegar al paramento con tejas canales.
- Se solapará, como mínimo 10 cm, a la última hilada horizontal de tejas, una membrana impermeable, o un babero metálico que se adapta a la curvatura de las tejas y se fija al paramento vertical hasta alcanzar una altura de 25 cm.
- La membrana o babero se unirá al paramento vertical, solapándola con un perfil metálico (con protección a la corrosión), sellado o introducido en una roza practicada al efecto, en cuyo caso se recibirá con mortero M-5 u otro material que garantice el perfecto sellado.

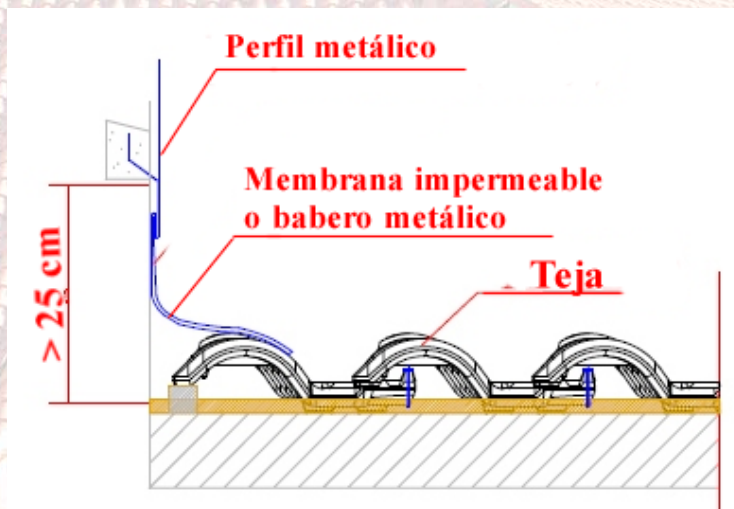


Figura 81. Encuentro lateral paralelo a la línea de máxima pendiente (solución con babero)

- **Solución con canalón**

- Se dispondrá, entre las tejas y el paramento, un canalón de material impermeable (si es metálico estará protegido contra la corrosión) paralelo a

la línea de máxima pendiente, que tendrá un ancho de unos 20 cm sobre el faldón y se prolongará verticalmente sobre el paramento otros 25 cm.

- Se realizará una roza en el paramento vertical, situada a una altura de, al menos, 25 cm sobre el encuentro donde se introduce una chapa metálica (con protección contra la corrosión) que se recibe con mortero M-5 y engatilla al canalón.
- El canalón tendrá en sus laterales unos rebordes, para permitir el engatillado con la chapa metálica y para evitar que el agua rebese.
- Posteriormente se colocan las tejas en el faldón por filas verticales siguiendo las referencias marcadas por las líneas maestras, quedando separadas del encuentro lateral 15 cm y de manera que solapen 5 cm al canalón. Se fijarán todas las tejas de la primera fila paralela al encuentro.

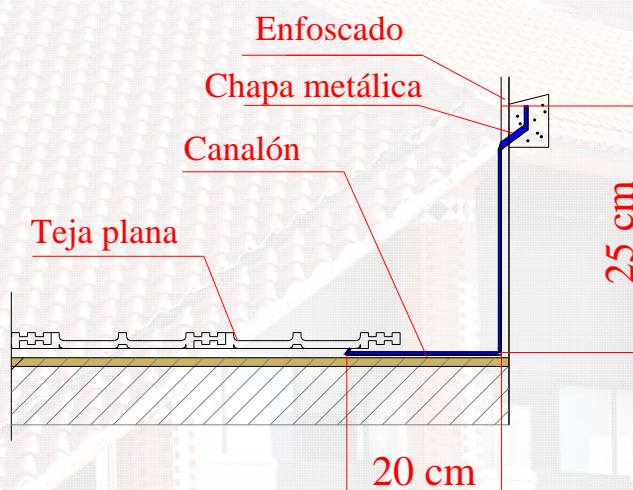


Figura 82. Encuentro lateral paralelo a la línea de máxima pendiente (solución con canalón)

4.6.1.4 Encuentro inferior horizontal

Como el faldón vierte el agua hacia este encuentro, esta debe ser recogida mediante un canalón. La solución es similar a la empleada para resolver un canalón interior.

- Se colocará el canalón en el hueco previsto, teniendo en cuenta que el material utilizado ha de ser impermeable, y si es metálico estará

suficientemente protegido contra la corrosión. El canalón ha de tener las dimensiones previstas en la normativa vigente de aplicación.

- En el paramento vertical se realizará una roza que estará situada a una altura de al menos 25 cm sobre el canalón. En ella se introducirá un elemento metálico que engatilla al canalón, desviando el agua hacia el mismo. El elemento metálico se recibirá con mortero M-5.
- Debajo de la primera hilada de tejas, se colocará un babero metálico que solapa al canalón, evitando las posibles filtraciones de agua a la altura de la primera hilada y conduciéndola hacia el canalón.
- La primera hilada horizontal de tejas se ejecutará como en el caso del alero, y con un vuelo mínimo de 5 cm sobre el canalón, asegurándose que vierten correctamente el agua al mismo.

4.6.1.5 Encuentro inferior inclinado

La solución para este encuentro es similar al anterior, con la diferencia de que las tejas deben ser cortadas paralelas al paramento vertical, siguiendo las indicaciones similares a la colocación de un alero inclinado.

4.7 Cambio de pendiente

Las uniones entre vertientes con distintas pendientes deben realizarse con minuciosidad, puesto que son puntos donde se rompe la continuidad del faldón. Para su ejecución se emplean membranas impermeables situadas por debajo de las tejas de la vertiente superior y solapando a las de la inferior con el fin de evitar posibles filtraciones de agua.

- Se comenzará por la colocación de las tejas del faldón inferior. La última hilada se realizará a ser posible con tejas enteras, quedando todas ellas fijadas.
- A continuación se colocará una membrana impermeable, solapando a la última hilada de tejas y adherida al faldón superior, o al primer rastrel superior.
- Posteriormente se colocarán las tejas del faldón superior, sobre la banda impermeable, haciendo coincidentes las alineaciones y el ritmo de colocación de las tejas del faldón superior con las del inferior. Cuando el cambio de pendiente es a mayor, en el faldón superior se seguirán los criterios de ejecución de un alero.

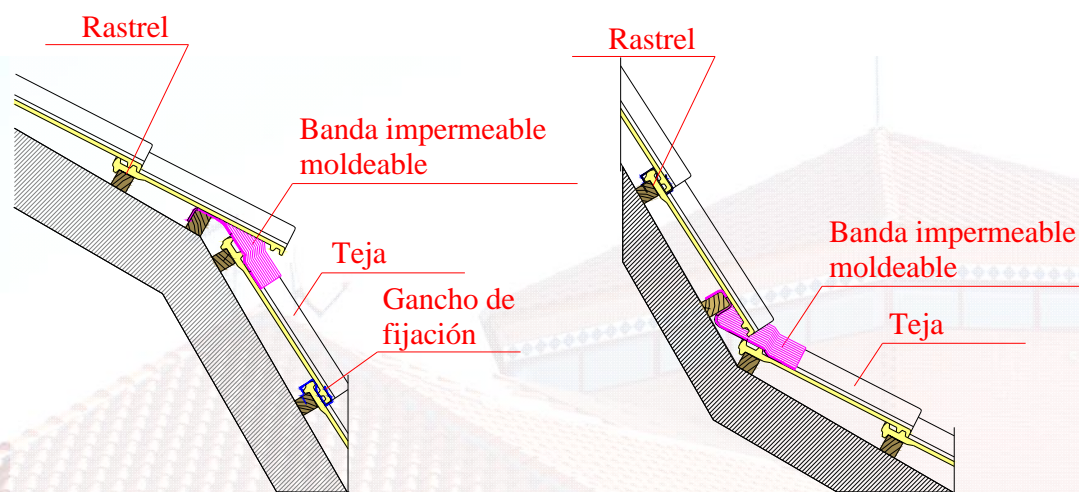


Figura 83. Esquemas de cambio de pendiente

- Las tejas de cambio de pendiente se deberán fijar al rastrel mediante ganchos laterales o tornillos que quedarán ocultos en la unión.

4.8 Encuentro con conducto vertical

El encuentro del faldón con un conducto vertical, como por ejemplo una chimenea, es uno de los puntos que más atención requiere en cuanto a su ejecución y diseño. Las medidas del conducto deben ser acordes con el replanteo de las tejas, no rompiendo la modulación de las mismas y resolviendo todo su perímetro a ser posible con tejas enteras.

En el perímetro del conducto concurren tres encuentros diferentes; superior, lateral e inferior, que deben estar perfectamente relacionados entre sí para canalizar correctamente el agua e impedir su filtración. Se solucionan utilizando bandas impermeables, chapas, etc. Para que su función sea correcta, se debe tener en cuenta las posibles dilataciones diferentes de los materiales empleados.

4.8.1 Encuentro inferior

La línea que define el encuentro inferior es la intersección del faldón con el frente inferior del conducto vertical.

La solución para este encuentro es la misma que la que figura en *encuentro superior horizontal o inclinado*.

4.8.2 Encuentro lateral

La línea que define el encuentro lateral es la intersección del faldón con el lateral del conducto vertical. Las soluciones para este punto son las mismas que las que figuran en el apartado de *encuentro lateral paralelo a la línea de máxima pendiente*.

Independientemente del material empleado para resolver el encuentro (banda impermeable o babero metálico), el agua recogida se debe conducir sin encontrar ningún obstáculo.

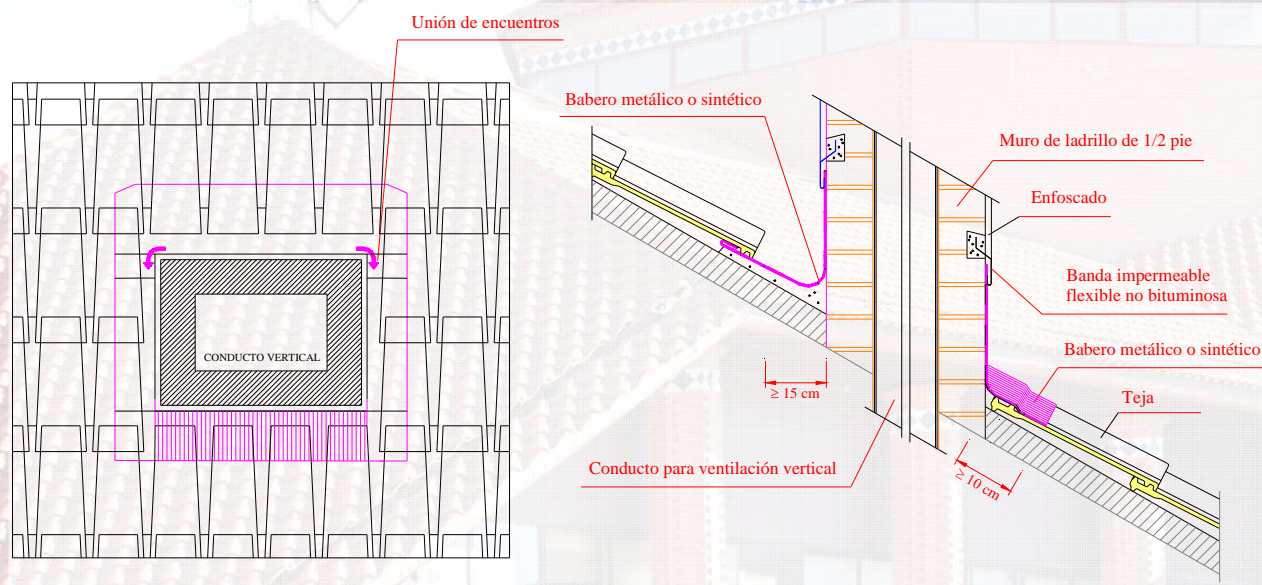


Figura 84. Encuentro con conducto vertical

4.8.3 Encuentro superior

La línea que define el encuentro superior, es la intersección del faldón con el frente superior del conducto vertical. Como el faldón vierte el agua hacia dicha intersección, ésta debe ser recogida y canalizada hacia los laterales siendo recomendable realizar la separación de las aguas desde el punto medio del encuentro. El agua se recoge y conduce mediante un canalón, que deberá ser material impermeable y durable.

4.8.4 Encuentro superior con encuentro lateral

El agua recogida en el encuentro superior se debe conducir sin encontrar ningún obstáculo hacia el encuentro lateral. Dichos encuentros se pueden resolver con membrana impermeable o chapa metálica, siendo recomendable emplear el mismo material para ambos casos.

La unión de dichos encuentros sobre el faldón, se resolverá solapando, como mínimo 10 cm, el material empleado para el superior, sobre material empleado para el lateral.



Fotografía 36. Encuentro vertical

4.9 Ventana, lucernario y claraboya

En la ejecución de la ventana o lucernario se impermeabilizarán las zonas perimetrales del faldón en contacto con el precerco de la ventana, de modo que canalice el agua de bajada y lo deposite en las tejas de la parte más baja. A su vez, se cuidará que esta impermeabilización tenga lugar de manera que no impida la apertura, en su caso, de la ventana.

El lucernario en el faldón, al igual que ocurre con los conductos verticales, tiene en su perímetro tres encuentros diferentes: superior, lateral e interior. Cada uno de ellos deberá ejecutarse evitando la acumulación del agua y favoreciendo su canalización.

Se deben conocer las medidas del perímetro exterior del lucernario para poder realizar correctamente el replanteo de las tejas y a ser posible utilizando piezas enteras. Puede ser ejecutado en obra o en fábrica. Para cada caso se indica a continuación como se debe proceder:

- **Realizado en obra**

- Los encuentros han de resolverse siguiendo las indicaciones dadas para el encuentro con un conducto vertical.

- **Elemento prefabricado**

- Solicitar al fabricante las medidas exactas de sus piezas, las reservas que se deben realizar en el faldón, así como todas las recomendaciones necesarias para su correcta instalación.
- Las ventanas llevan incorporados unos sistemas de drenaje y canalización de agua para los encuentros superior, lateral e inferior, compuestos a base de perfiles, a modo de canalones y baberos metálicos. El diseño de estos, debe garantizar su correcto funcionamiento y su compatibilidad con el tejado.



Fotografía 37 y Fotografía 38. Ventana de tejado

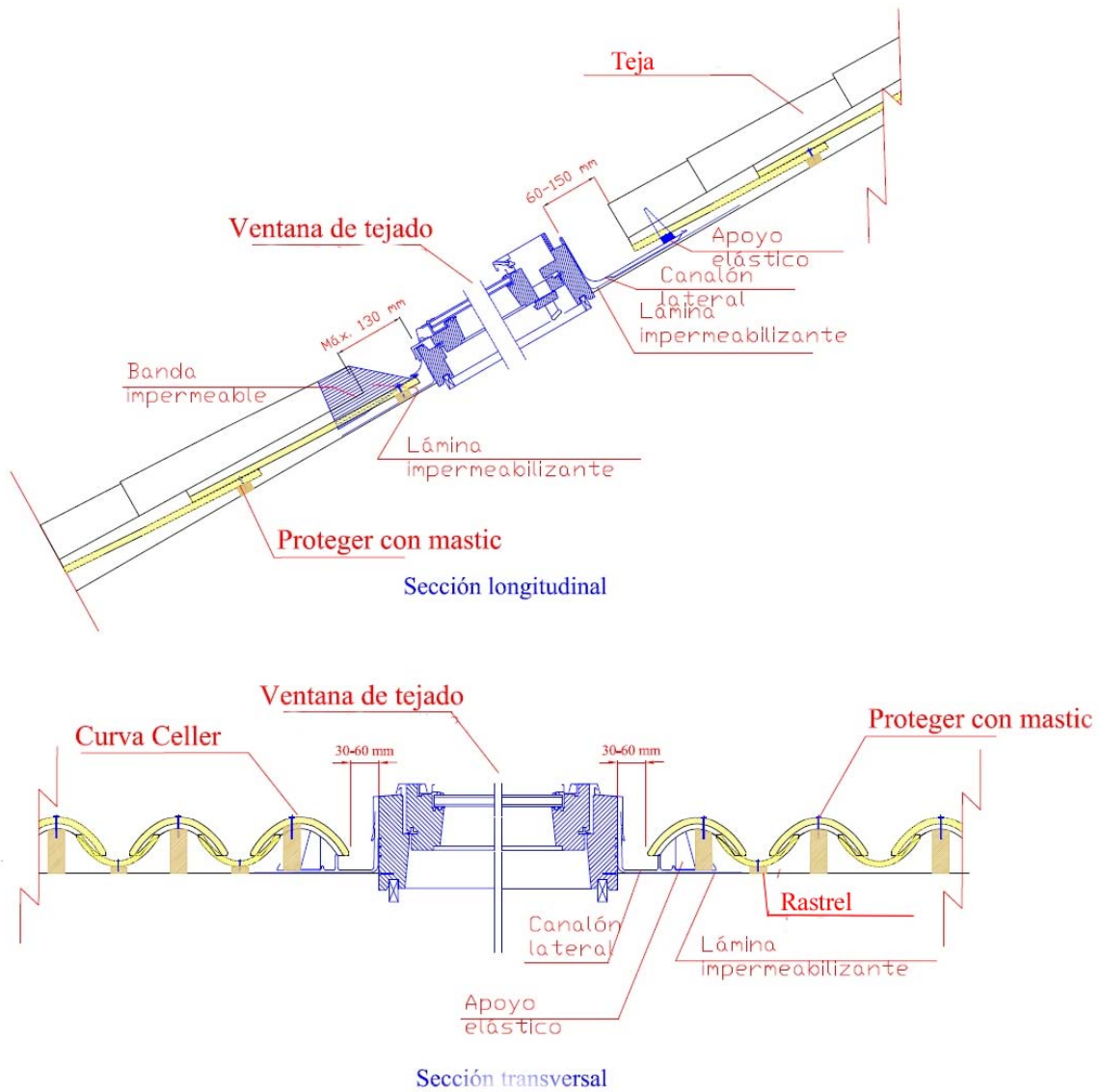


Figura 85. Esquema de ventana de tejado

5 SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO

5.1 Seguridad y acceso

El acceso al tejado para su montaje, mantenimiento o por cualquier otra causa, se realizará respetando las condiciones de Seguridad e Higiene en la Construcción.

Cuando la pendiente de la cubierta supere el 25% o se trabaje en zonas perimetrales (aleros, cumbreras, bordes, etc.), así como en todas aquellas zonas en las que la Dirección Facultativa lo considere arriesgado para el personal, el encargado de obra se asegurará de la correcta fijación mediante ganchos de los operarios que monten la cubierta.

Al realizar las inspecciones en la cubierta, se deberá circular por las zonas donde las tejas se encuentren fijas, evitando de esta manera el desplazamiento y la rotura de las piezas.

Es recomendable utilizar calzado antideslizante para transitar por la cubierta y utilizar siempre el gancho de seguridad. El tránsito se deberá realizar pisando sobre el lomo de las tejas.

Cuando los aleros estén situados a una altura superior a 5 metros desde el terreno, se facilitará el acceso a los faldones, preferentemente desde una zona común o de paso, tal como azoteas, cuerpos salientes, buhardas o claraboyas. Cada acceso cubrirá un radio de acción no mayor de 20 metros.

5.2 Mantenimiento

Las tejas cerámicas, por su propia naturaleza, no necesitan de ningún mantenimiento especial, permaneciendo inalterables sus cualidades a lo largo del tiempo.

En la cubierta deben existir una serie de puntos de anclaje específicos para las antenas y similares, que a ser posible estarán situados en la proximidad de acceso. De esta forma se evitarán circulaciones a través del tejado que causen la rotura de alguna teja.

Periódicamente se limpiará la acumulación de hojas, papeles, tierra, etc. que pueda dificultar la evacuación del agua.

Las tareas de mantenimiento se realizarán siempre por personal autorizado y siguiendo la normativa de seguridad vigente.

6 BIBLIOGRAFÍA

- Normas
 - UNE-EN ISO 9000-1 – *“Normas para la gestión de la calidad y el aseguramiento de la calidad. Parte 1: Directrices para su selección y utilización”*.
 - UNE 1304-2006 *“Tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. Definiciones y especificaciones de producto”*.
 - UNE 136020-2004 *“Código de práctica para el diseño y el montaje de cubiertas con tejas cerámicas”*.
 - UNI 9460-2008. *“Coperture discontinue. Istruzioni per la progettazione, l’esecuzione e la manutenzione di coperture realizzate con tegole di laterizio o calcestruzzo”*.
 - DTU 40.21 *“Couvertures en tuiles de terre cuite á emboitement ou à glissement à relief”*.
- Reglamentos
 - Reglamento particular de la marca AENOR para tejas y piezas auxiliares de arcilla cocida. RP 34.02.
 - Reglamento particular del Certificado de conformidad AENOR para elementos cerámicos de recubrimiento con estructura celular para cubiertas. RP 34.13
- Decretos y leyes
 - Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE.
 - *Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.*
- Otros
 - *Catálogo de soluciones cerámicas para el cumplimiento del Código Técnico de la Edificación.* Hispalyt. 2008.
 - *Manual de aplicação de telhas cerámicas.* Centro Tecnológico da Cerâmica e do Vidro.1998.
 - *Manual de patologías de las piezas cerámicas para la construcción.* AITEMIN. 2000.
 - *Manual para el diseño y ejecución de cubiertas con teja cerámica.* Hispalyt. 2000.



Aitemin

Centro Tecnológico



AITEMIN – Centro Tecnológico

Centro de Toledo

Río Cabriel, s/n - 45007 TOLEDO

Tfno: 925 241 162 – Fax: 925 230 403

www.aitemin.es/toledo



"Una manera de hacer Europa"

