

CERRAMIENTOS DE ZINCTITANIO

(ROOF AND WALL CLADDING WITH TITANIUM-ZINC)

Martin Leinweber, RHEINZINC ESPAÑA

ESPAÑA

Fecha de recepción: 13-III-02
876-8

RESUMEN

Los cerramientos acabados en zincititanio requieren la observancia de unos principios constructivos y de una técnica de puesta en obra específica. El presente artículo se propone arrojar luz sobre estos principios y se ocupa especialmente del diseño técnicamente correcto de los revestimientos. Dado el papel destacado que juega el punto de rocío, se analizan las condiciones de su aparición, derivando de ello las recomendaciones que ayudan a evitarlos. Las conclusiones son válidas para todo tipo de cerramientos, siendo su observación especialmente recomendable para los acabados en zincititanio.

SUMMARY

Roof and wall cladding with titanium-zinc is due to several specific principles of construction. This article talks about them and is dedicated essentially to the fundamental aspect, that consists in correct design of the entire wall or roof. According to the importance of moisture and condensations, the conditions of their appearance are analysed and the conclusions for correct design are made, as also some recommendations for a safer design are given. Some of the results are suitable for every kind of structure, although specially for those finished with titanium-zinc.

Introducción

Los elementos de construcción de zinc son de amplia utilización en España y la construcción moderna hace uso de las ventajas que ofrece este material. Sin embargo, existe actualmente en nuestro país, una laguna importante en materia de normalización y reglas de oficio y buena práctica en el empleo de estos materiales. Teniendo en cuenta que estamos tratando un metal de prestaciones excepcionales, pero que se garantizan únicamente mediante su correcta aplicación y bajo la observación de unas reglas elementales, el presente artículo pretende contribuir a la mejora de la aplicación del zincititanio en la construcción de cerramientos de edificios.

A pesar de la experiencia en el uso de este material -más que centenaria- y a pesar de que sus prestaciones mecánicas han sido mejoradas recientemente mediante la aleación de cobre y de titanio, las observaciones que he podido hacer en estos últimos años han dejado patente que los problemas no suelen conducir a la comprensión ulterior de la composición química y de la estructura física de los materiales empleados, aunque éstos tengan cierta importancia para el comportamiento de los metales. Existe, sin

embargo, una necesidad apremiante de divulgación de algunos principios básicos de la construcción con cerramientos metálicos estancos; éste es el motivo por el cual se ha considerado oportuna la redacción del presente artículo.

La aplicación correcta de los principios mencionados influye en el éxito de las instalaciones que se pretenden construir y, por lo tanto, en la economía de sus propietarios.

Se pretende facilitar una herramienta de diseño y de control a los profesionales del sector de la construcción, principalmente arquitectos responsables de proyectos y dirección facultativa, en los que recae la responsabilidad material y moral de crear edificios funcionales y económicos, a la vez que estéticos y acordes con su entorno.

La aplicación de esta herramienta y, por lo tanto, la observancia de las recomendaciones hechas a continuación, constituye el fundamento necesario para un análisis posterior del cerramiento diseñado y da lugar a adoptar las conclusiones de aquél.

En las técnicas de aplicación del zinc y otros metales de puesta en obra similar existe, sin duda, un apartado que tiene que ver con la pericia del artesano encargado de instalar el material. Los remates y engatillados específicos no serán objeto de este artículo, a pesar de que en ellos se basa una parte importante de una obra bien hecha. Conviene, después de haber realizado un buen proyecto, que un experto en esta materia inspeccione los trabajos de puesta en obra.

Historia

A mediados del siglo XIX se comenzaba a obtener zinc en cantidades industriales mediante su fabricación en retorta, proceso extremadamente difícil y de bajo rendimiento, que fue desarrollado en Silesia y en Bélgica. En España también se comenzó a fabricar zinc en la segunda mitad del siglo XIX, en las instalaciones de la Real compañía Asturiana de Minas, que en el siglo XX se convirtiera en la sociedad Asturiana de Zinc.

Alrededor de 1965 se desarrolló la técnica de colada y laminación continua del zinc, que antes no era posible debido a las características deficientes del zinc no aleado y con alto contenido de impurezas. Así bien, la técnica del afino electrolítico, frente al zinc de horno alto o de retorta suministraba un metal de partida más limpio, y que aleado con cobre y titanio podía ser laminado en banda continua.

Muy pronto, ya antes de 1900, se desarrollaron las técnicas de utilización del zinc en la construcción y la literatura de entonces, conjuntamente con las obras de la época nos dan testimonio del exhaustivo conocimiento que tenían los técnicos de aquellos tiempos sobre el uso de este material.

Aquellas reglas siguen siendo válidas y solamente hubo que hacer referencia a unas mejoras del zinc laminado, que permiten el plegado de la banda en todos los sentidos, especialmente en sentido paralelo a la dirección de laminación en banda, imposible de realizar con el zinc antiguo fabricado con el sistema de laminado en paquetes.

Principios fundamentales

Concretamente existen dos principios generales que rigen toda actuación correcta con revestimientos de zinc y otros metales en la edificación.

1. La compensación de las dilataciones térmicas del material

2. Evitar la aparición y retención de agua en la superficie interior mediante:

a) La correcta ejecución de los diferentes remates entre las piezas que componen la superficie del material, acorde a la experiencia que se plasma en las reglas de oficio.

b) El diseño apropiado de los cerramientos de manera, que no se produzcan puntos de rocío.

Los puntos 1 y 2 están perfectamente contemplados en las reglas de oficio ZVSHK alemanas y DTU francesas y en las recomendaciones de fabricantes de zinc y otros metales como RHEINZINK.

En ellas se plasma la experiencia de siglos de práctica en la aplicación del zinc en la construcción de edificios, analizada y adaptada por maestros del oficio, científicos e ingenieros dedicados plenamente a este campo (foto 1).

Existen normas que facilitan la descripción de los diferentes elementos y remates que componen una partida de obra, aptos para ser incorporados en la memoria descriptiva de los proyectos, similares a las NTE.

Diseño del conjunto del cerramiento

El correcto diseño del cerramiento completo abarca varias disciplinas profesionales y requiere ser actualizado, debido a que desde la época de los fundadores industriales hasta hoy, las costumbres de la construcción han cambiado.

Hace un siglo era uso y costumbre en la construcción, que la cubierta de un edificio se dispusiera sobre un espacio deshabitado y diáfano, que, como mucho, se aprovechaba para secar la ropa o como trastero y que solía estar perfectamente ventilado; hoy se tiende al aprovechamiento máximo del volumen de los edificios.

A continuación intentaré establecer cómo se debe actuar para evitar que se alcance la temperatura del punto de rocío y qué medidas de seguridad se pueden incluir en el diseño para lograr que éste funcione en la práctica.

La humedad retenida en los cerramientos nos preocupa sobremanera, dado que el zinc y otros metales es un metal y, como tal, es estanco al paso de gases. El agua no se podrá eliminar a través del revestimiento metálico exterior, una vez que haya aparecido en la estructura.

El agua contribuye además al proceso de hidroxidación del zinc, parte de la reacción química que forma su pátina natural. En ausencia de CO_2 , esta reacción no finaliza hasta que se haya consumido alguno de los reactantes, pudiendo degradar el metal hasta perforarlo (véase foto 2), mientras en el contacto con la atmósfera natural, el H_2O es sustituido por el dióxido de carbono, formando la pátina natural de carbonato de zinc básico, incorporando las sustancias características del lugar de ubicación de la obra.

Para todos los modelos que se analizan a continuación usaremos una simplificación, considerando las condiciones de entorno, así como las temperaturas de los diferentes componentes de los cerramientos como constantes.

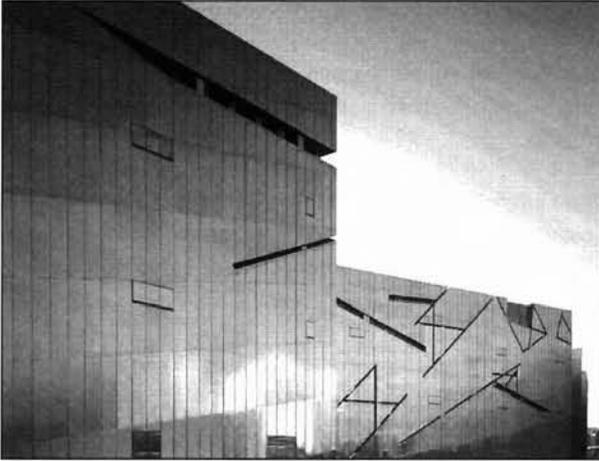


Foto 1.- Edificio con cerramiento de zinctitanio, aplicado según prescripciones técnicas acordes a las reglas de oficio.

Esto nos exime de utilizar modelos de cálculo más complicados, que serían necesarios para analizar los procesos de cambio de temperatura de los diferentes componentes.

En función de estas premisas contemplamos la capacidad de transmisión de calor y su inverso (resistencia al paso de calor) de los materiales como funciones lineales.

Aislamiento térmico

Para llegar a determinar las reglas que rigen el diseño de los cerramientos con acabado en zinctitanio recordamos 3 mecanismos de transmisión del calor.

1. La radiación

Ondas electromagnéticas de longitud infrarroja.

Efectos: materiales que están a alta temperatura producen una sensación de calor desagradable. P.ej.: chapa metálica caliente de una nave industrial. Materiales fríos producen una sensación de incomodidad. P.ej.: pared fría de una vivienda.

La transmisión de energía por radiación se evita mediante la colocación de materiales opacos.

2. La convección

Transporte de energía («calor») a través de una convección de materia.

Efectos: enfriamiento o calentamiento rápido de un espacio en donde existen corrientes de aire. Puede llegar a hacer imposible mantener la temperatura.

Se evita asegurando la estanquidad del cerramiento al paso de gases (estanquidad al aire). Solamente es eficaz si se



Foto 2.- Corrosión del zinctitanio producida por la retención de agua en su cara interior.

produce en la totalidad del espacio, ejecutando perfectamente todos los remates y encuentros.

3. La conducción

Proceso en el que se transmite la energía a través de un medio, sólido, líquido o gaseoso sin que éste se mueva.

Efecto: Enfriamiento o calentamiento paulatino del ambiente de un espacio cerrado. Se controla mediante aislantes térmicos que tengan baja conductividad térmica y que ralentizan la transmisión de energía por conducción.

Hay que señalar que en el aislamiento de los edificios es imprescindible contemplar los tres procesos. Especialmente la convección que es un mecanismo de intercambio de calor poderoso y que puede llegar a hacer ineficaz todo el aislamiento que se disponga.

De aquí se desprende que los cerramientos deben contener elementos que favorezcan su estanquidad, elementos que disminuyan la transmisión de calor. Además debe asegurarse que la temperatura de la superficie interior debe mantenerse en un rango que convenga a los propósitos de uso deseados.

Este último punto hace necesaria la incorporación de elementos constructivos de cierta masa en los interiores de los cerramientos para que puedan amortiguar los cambios de temperatura, dado que a pesar del aislamiento, la temperatura del cerramiento puede variar considerablemente debido a la temperatura del medio circundante. Esta masa produce lo que muchas veces se denomina como «inercia térmica» de los edificios.

Mediante unos gráficos mostraremos ahora, cuál debe ser la disposición exacta de los componentes de un cerramiento genérico y analizaremos algunos casos especiales.

Aislamiento hídrico-Estanquidad

Igualmente, como parámetro de comportamiento lineal dentro del ámbito de aplicación, se contempla la resistencia al paso de vapor de agua.

Este valor se puede expresar en términos absolutos como la cantidad de vapor de agua transmitida por tiempo y diferencia de presión parcial.

Resulta, sin embargo, más útil para nuestro propósito el sistema utilizado en la construcción, que asigna a los diferentes materiales unos valores relativos de equivalencia a una capa de aire de 1 m espesor en reposo, a 20 °C.

Los valores absolutos sí son interesantes, para determinar la cantidad de agua precipitada, una vez demostrada la existencia de puntos de rocío.

El aislamiento térmico y el aislamiento hídrico son dos cuestiones diferentes. Un buen aislante térmico, normalmente no es un buen aislante hídrico y viceversa.

La condensación se produce generalmente cuando el aire se enfría a una temperatura por debajo de su temperatura de rocío.

Configuración analizada

Los gráficos siguientes muestran el comportamiento térmico e hídrico de una serie de configuraciones de cerramiento.

Para ello partimos de una cubierta cuya estructura es una losa de hormigón armado de 120 mm de espesor, revestida interiormente con un enfoscado de cemento o yeso de 20 mm.

Encima de la losa se dispone una lámina bituminosa como barrera de vapor, seguida de una capa de lana de roca de 60 mm de espesor.

A la lana de roca sigue una cámara de aire ventilada, de 40 mm de altura, y luego un entablado de madera de pino, revestido de zintitanio.

En el gráfico 1 se muestra la composición completa del cerramiento con la curva de temperatura resultante de las condiciones interior y exterior. Escogimos 20 °C con 60 % de humedad para el interior y -10 °C para el exterior. En muchas regiones de España, estas condiciones se pueden alcanzar perfectamente e incluso pueden ser superadas en ocasiones.

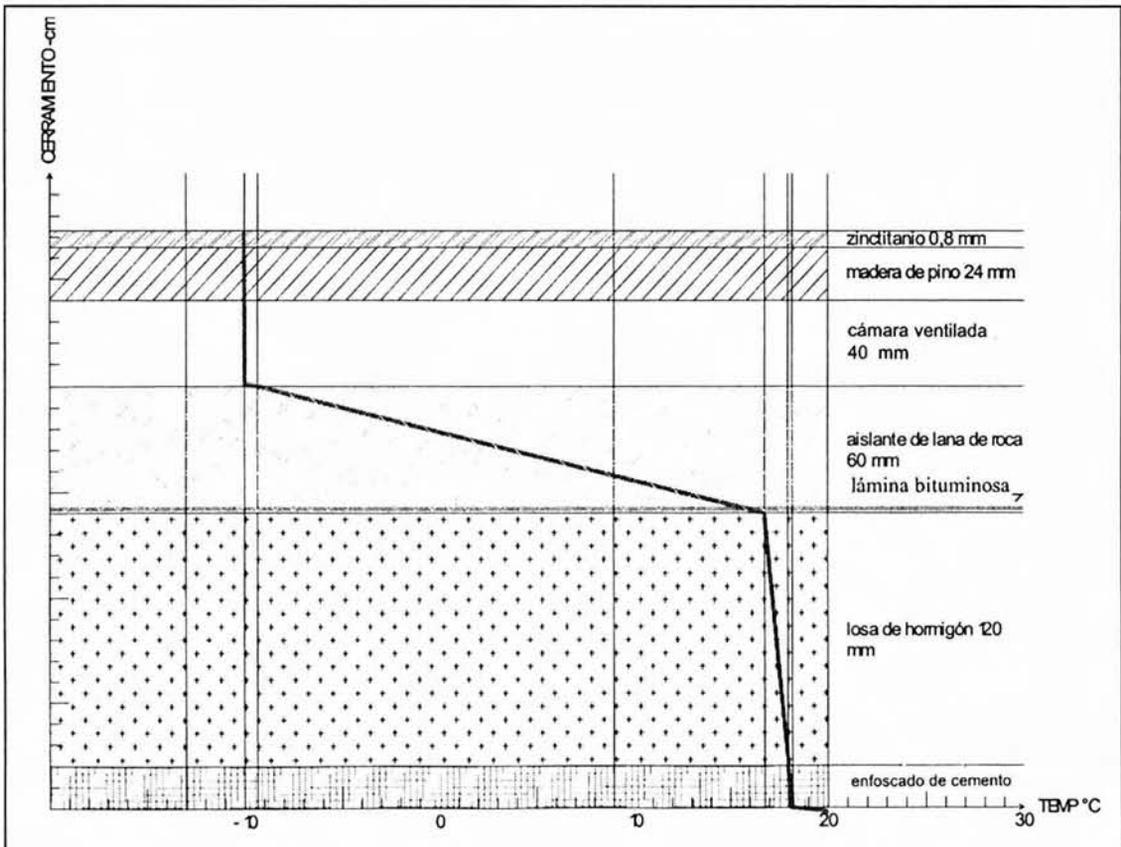


Gráfico 1.- Representación del cerramiento tipo y curva de temperatura.

La curva de temperatura se desprende de la capacidad aislante de los diferentes componentes del cerramiento, que se representa en el gráfico 2

Procedamos ahora a determinar la curva de temperaturas de condensación que falta para completar el gráfico uno. La temperatura de condensación es aquella, a la cual el aire se encuentra saturado de vapor de agua y depende, por lo tanto, del contenido total de agua que contenga el aire.

De manera parecida que para los aislantes térmicos, suponemos un comportamiento lineal para los aislantes hídricos. Llama la atención que un material extremadamente delga-

do puede tener una resistencia al paso de vapor de agua muy alta.

El gráfico 3 muestra la capacidad de resistencia al paso de vapor de agua de los materiales que componen el cerramiento frente a las condiciones de presión parcial de vapor interior y exterior.

De esta curva se puede determinar la presión de vapor en cada punto del cerramiento. Conociendo las presiones de vapor en cada punto y suponiendo la presión atmosférica como constante (1013 mbar), las temperaturas de condensación se determinan con ayuda de un diagrama de Mollier.

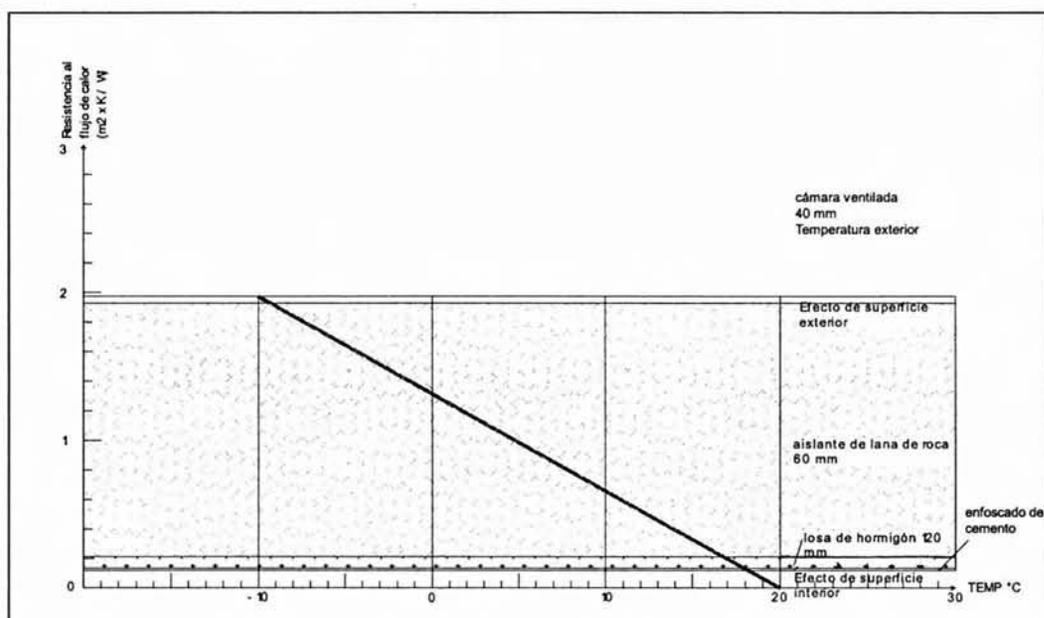


Gráfico 2.- Capacidad aislante y curva de temperatura de los componentes del cerramiento tipo.

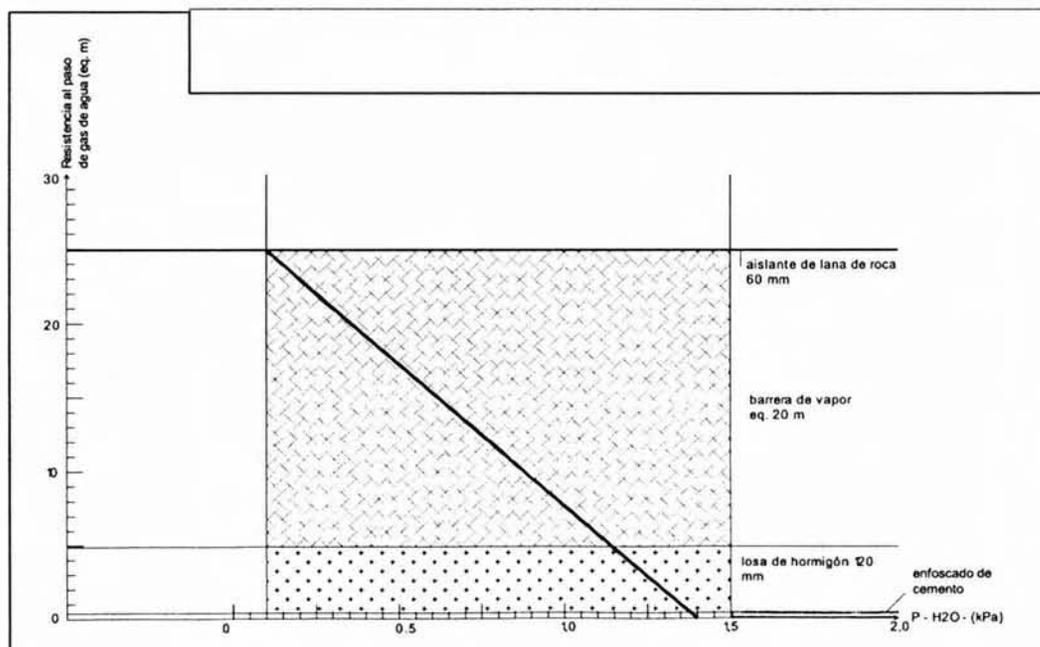


Gráfico 3.- Capacidad de aislamiento hídrico de los componentes del cerramiento tipo y presión de vapor.

Se observa fácilmente, cómo en cada punto del cerramiento, la temperatura de condensación está siempre por debajo de la temperatura real. Por lo tanto no alcanza la temperatura del punto de rocío y no habrá condensaciones (gráfico 4).

La disposición de la barrera de vapor en el lado interior de la estructura proporciona un margen de seguridad añadido, pero dificulta la ejecución de la obra (gráfico 5).

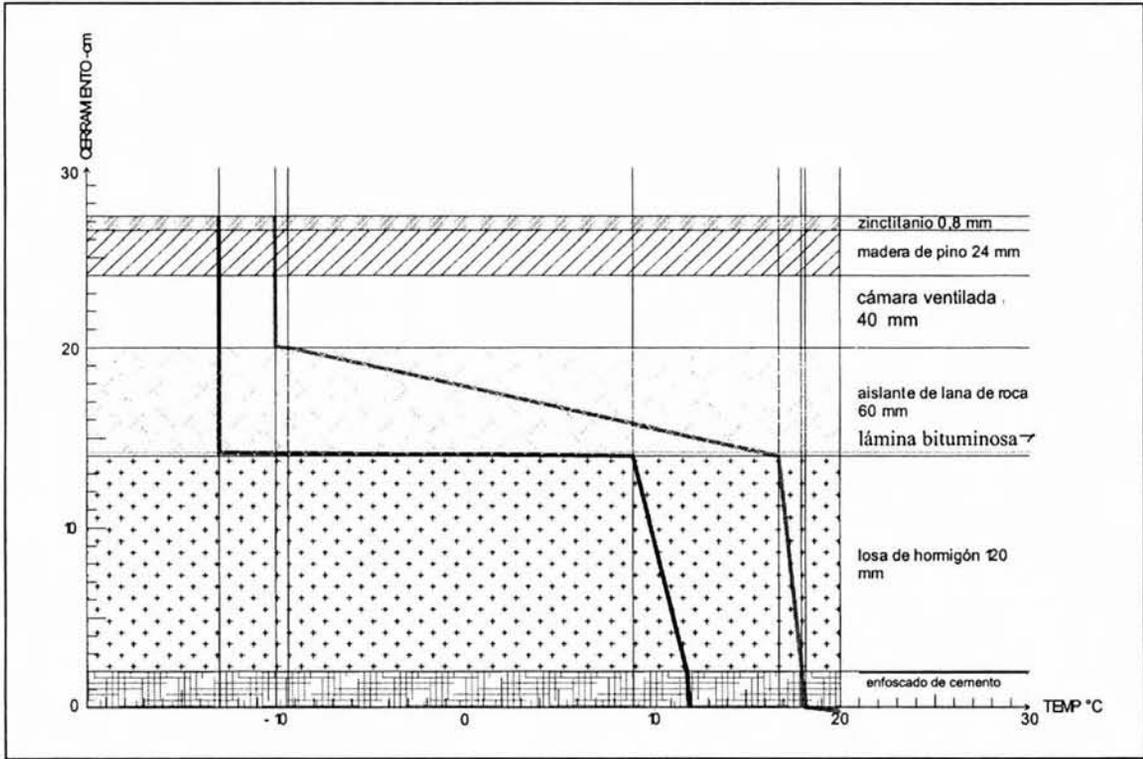


Gráfico 4.- Cerramiento tipo con curva de temperatura y curva de temperatura de condensación.

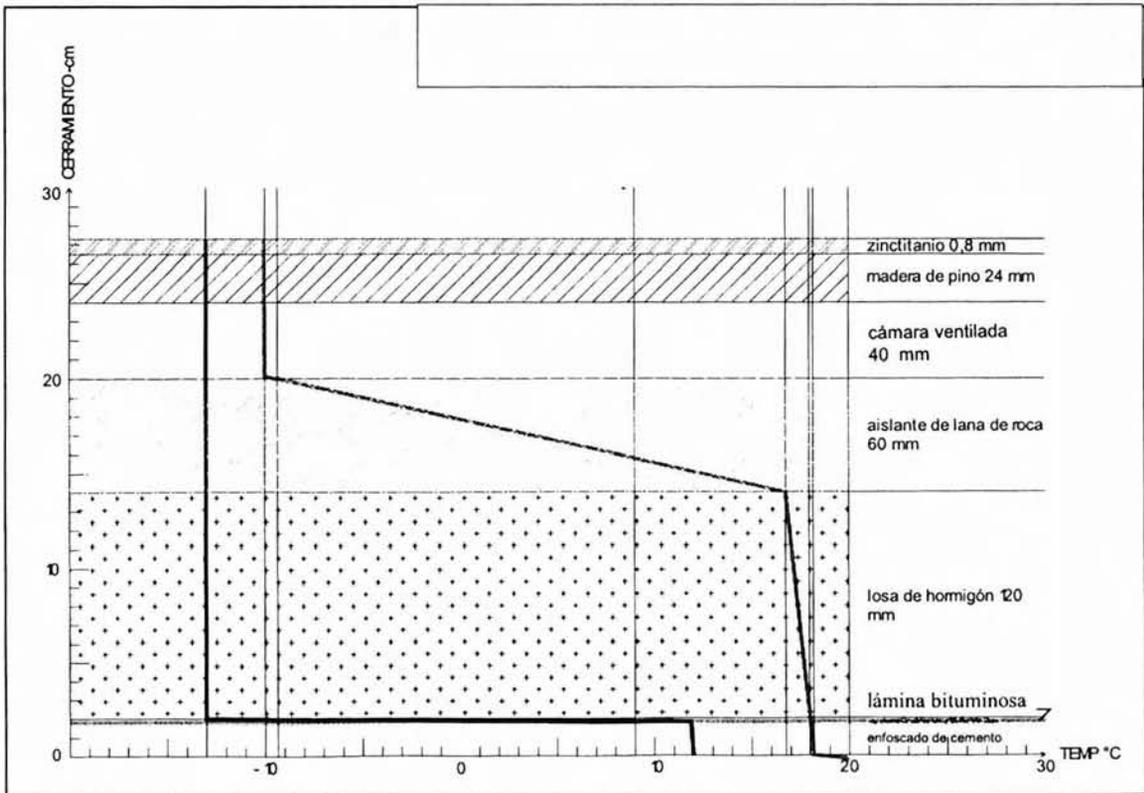


Gráfico 5.- Disposición de la barrera de vapor en el lado interior de la losa de hormigón.

La supresión de la barrera de vapor ocasiona una zona, en la cual la temperatura de condensación es superior a la temperatura real existente en el cerramiento (gráfico 6). Como consecuencia se alcanzan las temperaturas del punto de rocío y se produce la precipitación de agua dentro del cerramiento. La cantidad de agua precipitada se puede calcular y puede alcanzar cantidades asombrosas.

La cámara de aire ventilada es un elemento de seguridad, que permite evacuar humedad accidental, aparecida bien

por fallos en la ejecución de la obra o bien por condiciones atmosféricas excepcionales.

Vemos, que la ubicación de los diferentes elementos de construcción no es aleatoria. A pesar haber colocado todos y cada uno de los elementos del gráfico uno, aparece una zona de condensación dentro del aislamiento cuando éste se coloca al interior (gráfico 7).

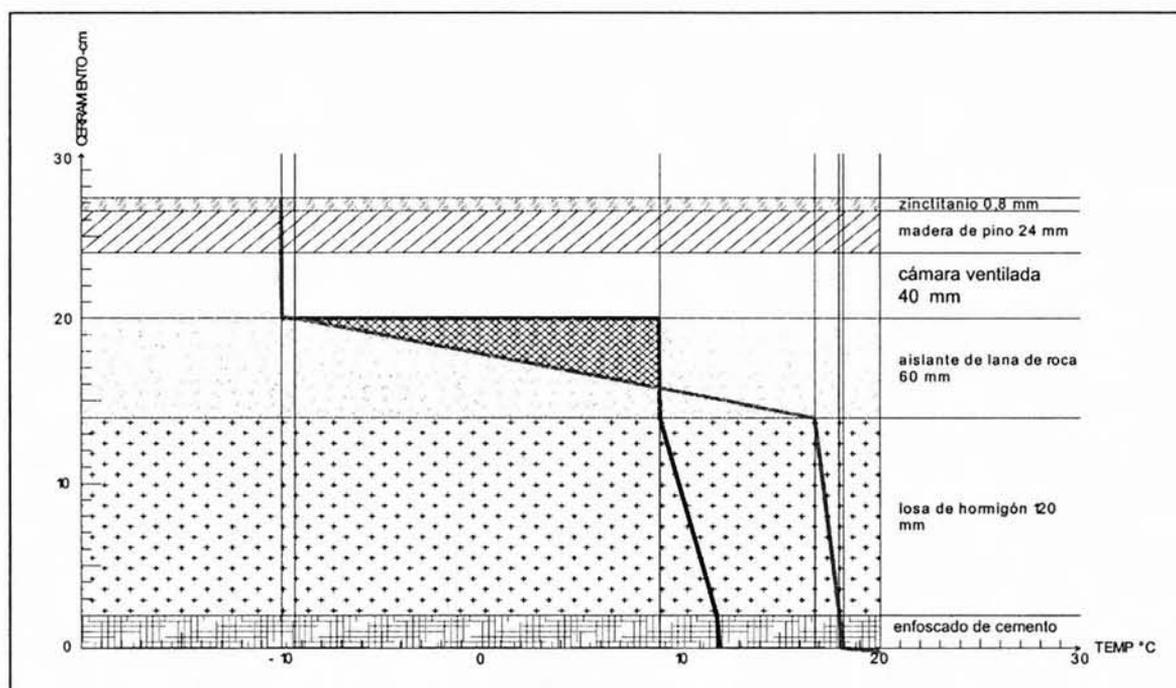


Gráfico 6.- Supresión de la barrera de vapor.

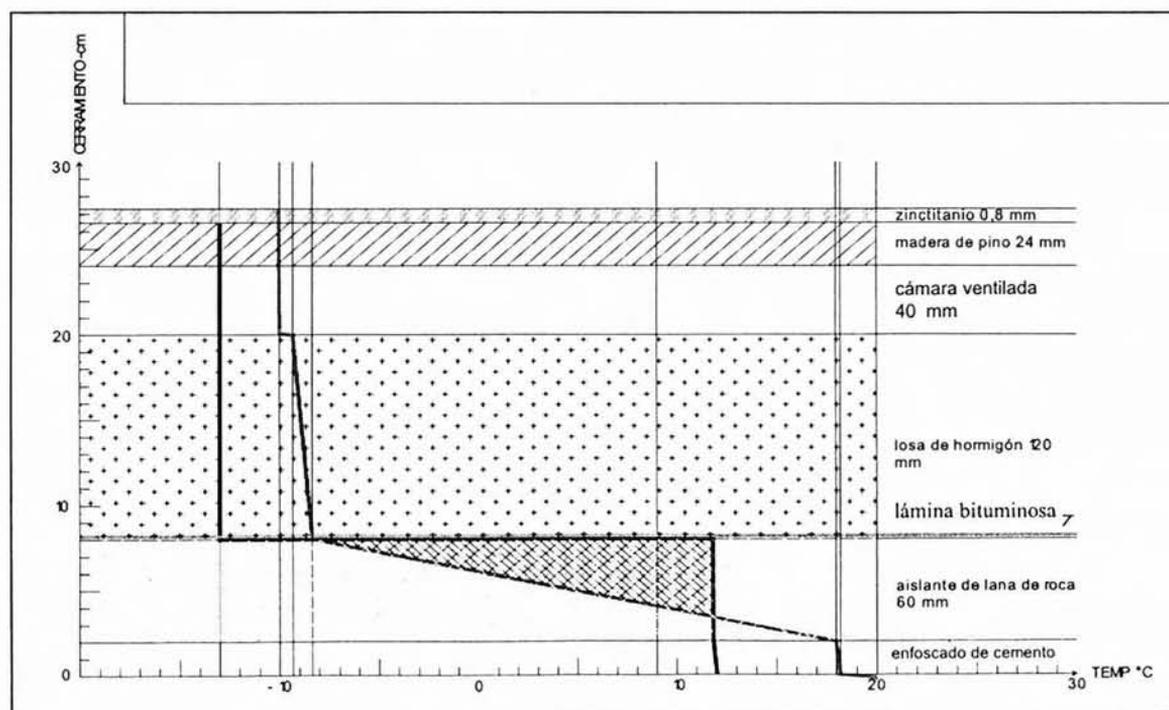


Gráfico 7.- Colocación del aislamiento térmico en el lado interior de la losa de hormigón.

Este hecho nos hace dudar acerca de la idoneidad de una práctica muy extendida en la construcción de los edificios de viviendas, en la cual se construyen las paredes exteriores con aislamiento por la cara interior y cámara de aire no ventilada en el lado interior de este aislamiento.

En los cerramientos no ventilados se prescinde de la cámara de aire de ventilación (gráfico 8). Vemos que es una solución teóricamente válida, pero en la que cualquier descuido en la ejecución de la obra y, por lo tanto, cualquier

formación accidental de humedad no se podría compensar, dado que no existe posibilidad de evaporación (ver gráfico 9).

La piel metálica exterior es totalmente estanca al paso de vapor de agua. Diferencia fundamental con cerramientos de teja o de pizarra.

El cometido de la ventilación a través de una cámara de aire es precisamente el de disponer un elemento de seguridad.

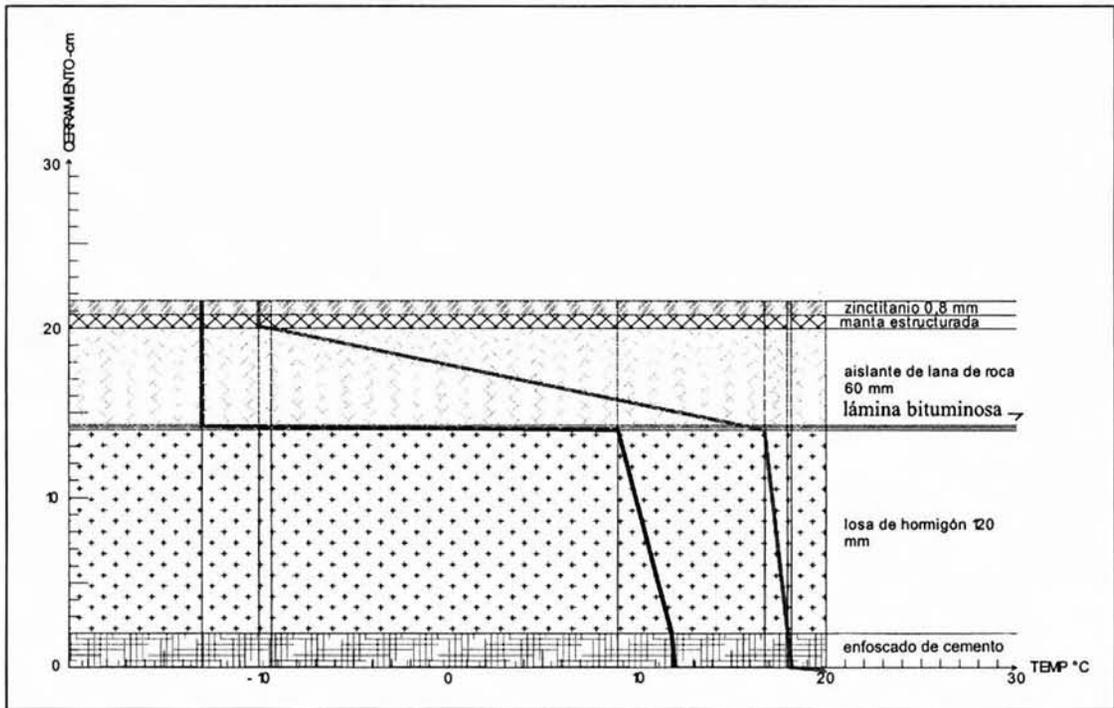


Gráfico 8.- Cubierta sin cámara de aire ventilada (Cubierta "caliente").

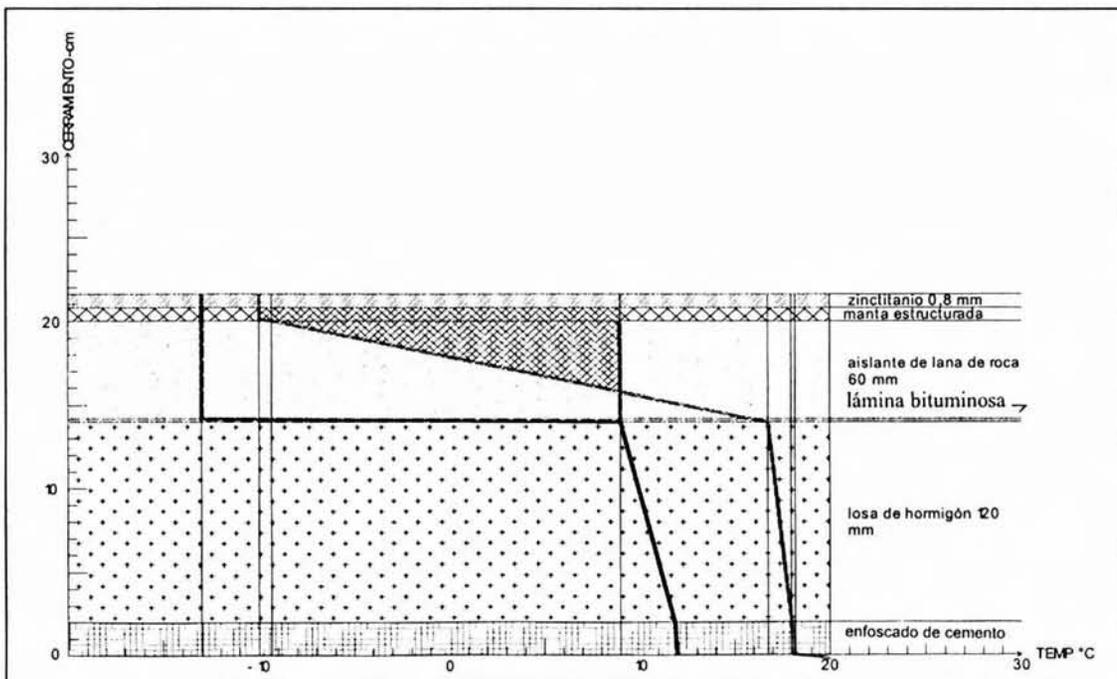


Gráfico 9.- Barrera de vapor defectuosa en un cerramiento no ventilado.

Es importante señalar que las dimensiones de la cámara de aire tienen que ser suficientes para permitir la ventilación. Las láminas de separación estructuradas del tipo botonera de polietileno rígido o los tejidos de poliamida rígida que evitan el efecto capilar entre la piel metálica y la superficie de un soporte continuo no sustituyen a la cámara ventilada correctamente dimensionada y solamente trasladan el problema de la humedad accidental o implícita de un proyecto incorrecto.

La experiencia ha mostrado que resulta más económico -aunque tal vez no más barato- construir cerramientos ventilados.

En los gráficos 10 y 11 se muestra un caso de piscina climatizada, donde las condiciones de ambiente interior son especialmente preocupantes. Temperatura de 30 °C y humedad relativa cerca del 100%. La consecuencia es que con una disminución muy pequeña se alcanza la tempera-

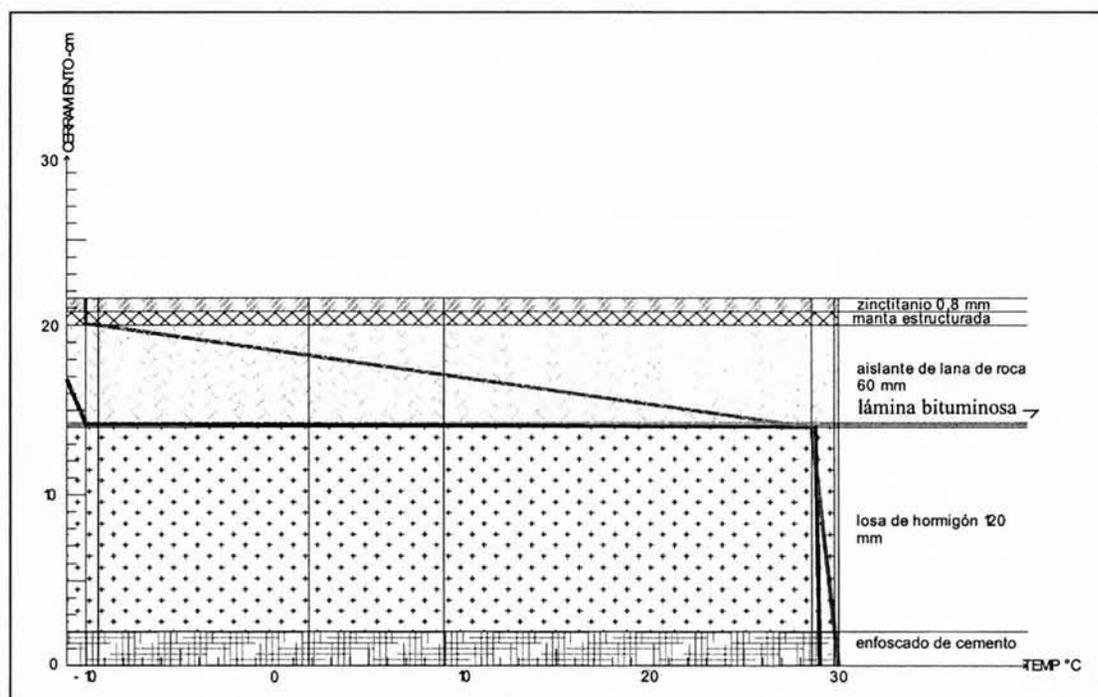


Gráfico 10.- Condiciones de entorno de piscina climatizada y solución constructiva no ventilada clásica (no recomendable).

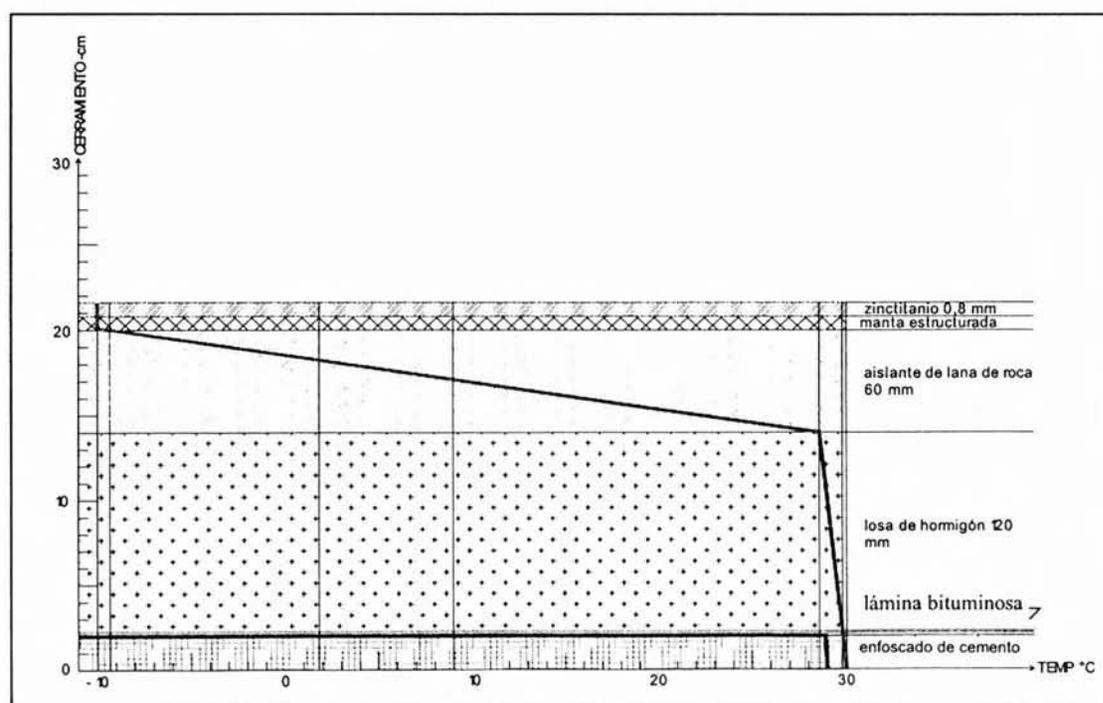


Gráfico 11.- Condiciones de entorno de piscina climatizada y solución constructiva no ventilada mejorada (no recomendable).

tura de condensación, cosa que en nuestro modelo podría ocurrir dentro de la losa de hormigón. La cantidad de agua precipitada correspondería a las condiciones de un suministro ilimitado de humedad.

Vemos la ventaja de ubicar la barrera de vapor en el interior del cerramiento. Queda patente que nuestro cerramiento tipo no es el más indicado para un caso tan extremo y que las precauciones a tomar en un caso extremo deberán ser especiales.

Como conclusión se desprenden unas reglas fundamentales para la construcción de cerramientos acabados en zinctitanio:

§ Es recomendable que los cerramientos acabados en zinctitanio dispongan de una barrera de vapor.

§ Es recomendable que los cerramientos acabados en zinctitanio dispongan de una cámara de aire suficientemente ventilada.

§ La barrera de vapor ha de colocarse en la parte interior del cerramiento y el aislante térmico en su exterior.

Estas tres recomendaciones son el resultado del presente artículo. Conjuntamente con las pautas que se desprenden de él, facilitarán la herramienta de diseño necesaria para ejecutar bien las partidas de proyecto con cerramientos acabados en zinctitanio.

Sería objeto de otra publicación facilitar las reglas de puesta en obra, una descripción tipo de una partida de cerramiento de fachada y de cubierta de zinctitanio conjuntamente con croquis explicativos y con un ejemplo práctico, a fin de que se pueda incluir directamente en los proyectos.

En este caso, la entrada de agua es debida a dos mecanismos: condensaciones y entrada de agua por las juntas transversales que no son admisibles por la pendiente baja de la cubierta.
