

# MANUAL PREVENCIÓN DE FALLOS

## Estanqueidad en sótanos

GESTIÓN DE CALIDAD EN LA EDIFICACIÓN  
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y ORDENACIÓN DEL  
TERRITORIO  
COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

### GRUPO DE TRABAJO

Javier Díez Güemes

Autor

Julián Pérez Navarro

Colegio Oficial de Aparejadores,  
Arquitectos Técnicos e Ingenieros  
de Edificación de la Región de  
Murcia

### COLABORA



**MANUAL PREVENCIÓN DE FALLOS**  
**Estanqueidad en Sótanos**

---

**GRUPO DE TRABAJO**

Javier Díez Güemes

Julián Pérez Navarro

**SUPERVISIÓN:** Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio

D. Emilio Meseguer Peña

D<sup>a</sup>. Teresa Barceló Clemares

**EDITA:**

Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de la Región de Murcia

Avda. Alfonso X el Sabio, 2. 30008 – Murcia

Tel. 968 274411 – Fax 968281354

www.coaatiemu.es – colegio@coaatiemu.es

**I.S.B.N.:** 978-84-89882-50-8

**DISEÑO PORTADA:**

Murcia Multimedia, S.L.

© Consejería de Obras Públicas y Ordenación del Territorio CARM y Colegio Oficial de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación de la Región de Murcia.

No está permitida la reproducción total o parcial de esta publicación, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ningún formato por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del copyright.

## Índice

Capítulo 1	Introducción general	7
Capítulo 2	Tipología de muros. Partes de un muro	15
Capítulo 3	Actuaciones en fase de proyecto en cumplimiento del CTE	29
Capítulo 4	Actuaciones en la fase de proyecto	55
Capítulo 5	Daños en muros por humedades	73
Capítulo 6	Reparación de sótanos	77
Capítulo 7	Recomendaciones generales	99
Anexo 1		101



# Manual de Prevención de Estanqueidad en Sótanos





**Existe  
un antes y un después  
hay problemas y soluciones**



# **Capítulo 1**

## **Introducción general**

## 1.1.- Generalidades

Si hay algo en común en todas las obras, tanto civiles como de edificación, sin excepción, es que están en contacto con el suelo. Algunas en menor medida, sólo a través de los cimientos, otras en mayor, a través de las losas de solera, y otras que están totalmente enterradas, como túneles o sótanos.

Durante mucho tiempo a este tipo de obras no se les ha dado un tratamiento específico, para el tipo de ambiente en el que se encontraban durante su vida en servicio.



Fig. 01 Sótano/Galería en Toledo

Al tratarse de algo que iba a quedar oculto se suponía que nadie se iba a preocupar de ello en el futuro (se podría decir que se aplicaba el refrán “**ojos que no ven corazón que no siente**”).

Esto evidentemente ha dado muchos problemas, tales como aparición de humedades, degradaciones y pérdida de durabilidad y, en último término, pérdida de vida útil de las obras en contacto con el terreno.

Por eso, han ido apareciendo una serie de materiales para dar un tratamiento adecuado a esos problemas. Con estos materiales se buscaba conseguir que ese tipo de construcciones no tuvieran problemas no solamente de humedad, sino de vida útil de dichas construcciones.



Fig. 02 Agua de ascensión

En este escrito nos centraremos única y exclusivamente en el campo de la edificación.

En el caso que nos ocupa, el de sótanos, los tipos de humedades que se deberán tener presentes, cuando se tenga que actuar para definir una impermeabilización adecuada, son:



Fig. 03 Humedades de filtración

- Humedades de ascensión capilaridad: motivadas por el ascenso de la humedad existente en el terreno, originados por el fenómenos de la tensión superficial

- Humedades por efecto del posible nivel freático existente: son aquellas originadas por el agua que por efecto de la presión que proviene desde la capa freática, penetran en la zona construida



Fig. 04 Pérdida de calidad por ciclos humectación-secado

- Humedades por filtración: originariamente son debidas al agua de lluvia que se filtra en el terreno

- Humedades de condensación: debidas a la existencia de vapor en el área del muro enterrado y que puede condensar sobre la superficie fría.

Los efectos producidos por la penetración de humedad en los materiales de obras:

Cuando la humedad existente en las obras y que pueda sobrepasar los límites denominados aceptables aumenta considerablemente la velocidad del proceso de degradación de los materiales, sobre todo cuando existentes los procesos humectación-secado

Estos efectos se traducen en una bajada paulatina de las resistencias mecánicas, llegando a arruinar la obra, en casos extremos.



Fig. 05 Proceso de corrosión de armado

Los daños apreciables, pueden ser:

- bajada de características mecánicas de los materiales existentes en la obra
- proceso de corrosión del armado
- alta humedad ambiente por transmisión de la humedad del muro
- los materiales aislantes pier-den parte de su capacidad aislante
- ambiente insalubre

## 1.2.- Factor de incidencia: El agua

Es un elemento cuya fórmula química, es de todos conocida  $H_2O$ , pero por otro lado sabemos, que es el elemento más abundante, con diferencia, en nuestro entorno, puesto que se puede decir, sin equivocarse, que aproximadamente un 70% de la superficie de la tierra es agua.



Fig. 06 Agua en estado natural

Al mismo tiempo si miramos a nuestro alrededor, nos encontramos inmediatamente con la presencia del agua, en cualquiera de los tres aspectos en los que se puede presentar, por un lado en forma **sólida** (hielo), en forma de

**vapor** de agua (cuando se cocina) y la típica en estado **líquido**.

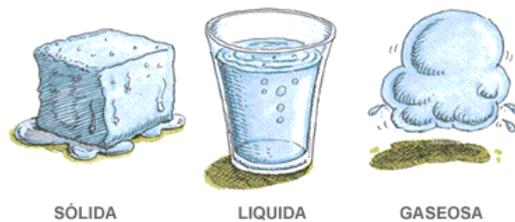


Fig. 07 Estados del agua

humectación-secado, rebajan de una manera importante las características mecánicas de todos los materiales de construcción.

Independiente de todo lo comentado con anterioridad, el agua produce daños importantes, en todos los materiales de construcción, ya que los ciclos

Pero también incide en todo lo que se puede denominar mala impermeabilización: efecto por lo que el agua atraviesa los materiales, en mayor o menor medida, produciendo daños de todos consabidos.

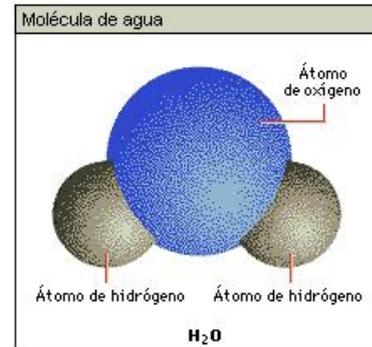


Fig. 08 Molécula de agua

### 1.3.- Exposición de los objetivos a conseguir

Antes de iniciar este trabajo debemos partir de una primera definición sobre sótano, que es: **parte de la edificación que queda por debajo del nivel de la calle y que es transitable (Diccionario de Arquitectura y Construcción)**

En la actualidad los sótanos tienen o pueden tener una serie de usos o empleos, los cuales son cada vez mas amplios, pudiendo destinarse a: almacenes de todo tipo de materiales, aparcamientos, trasteros, comercios de toda índole, viviendas, así como un largo etc., por lo que hay que pensar en como deben quedar acabados para el uso al cual se les va a dar o al que se van a destinar; indudablemente en cada caso, deberá pensarse en ese destino o uso básico, no es lo mismo un acabado para un aparcamiento que para una vivienda, lo que se debe tener muy presente y que debe ser inherente a todos es la **impermeabilidad del mismo (primera premisa a tener presente en el diseño de esa parte del edificio).**

En tiempos *anteriores* los sótanos eran elementos cerrados y cuyo



Fig. 09 Daños en sótano por falta de impermeabilidad

uso estaba limitado a “nada”, por lo que a esos elementos de la edificación no se les tenía en cuenta en ningún aspecto y daba lo mismo como se encontrarán y por supuesto para ellos era de aplicación el refrán “ojos que no ven corazón que no siente”; en la actualidad se deben diseñar como un elemento **totalmente estanco**

dado el uso al que van a estar destinados o sometidos.

Partiendo de la idea de que son elementos que pueden estar pensados para su uso como viviendas, por lo que deben tener el mismo concepto de uso, que en el resto del edificio (en su parte destinada a viviendas).

Por otro lado la ubicación de un sótano dentro de lo que es la edificación es realmente crítica, ya que por encontrarse ubicado por debajo del nivel de calle o por debajo de la cota 0 del terreno, es fácilmente accesible por el agua y por lo tanto susceptible de tener como mínimo humedades que en muchos casos pueden llegar a entradas de agua mas o menos importantes.

A los sótanos no solo les afecta la entrada directa de agua, sino que se debe pensar en otros tipos de humedad, como pueden ser: capilaridad y condensación, la primera originada por estar el suelo o solera del sótano en contacto con el terreno y la segunda derivada de la falta ventilación.

Pensando en esas condiciones anteriormente expuestas, hay casos en que es tan alto el porcentaje de la humedad existente en esos sótanos que en multitud de viviendas que esos sótanos que están destinados a aparcamiento, que dado el ambiente existente en los mismos, los propietarios de los coches, que pasan las noches en esos aparcamientos,



Fig. 10 Conducción época romana

durante el día deben sacarlos al exterior, motivado por el proceso destructivo o de corrosión al que se ven sometidos las carrocerías de los mismos, lo cual es índice de las condiciones realmente lamentables en las que se encuentran.

En la época romana, ya se construían elementos enterrados como por ejemplo las cloacas, pero por otro lado como existían verdaderos problemas cuando el suelo estaba en contacto directo con el terreno, se construían elementos similares a los forjados sanitarios actuales, que en aquellos momentos estaban destinados a cumplir la misión o función, de elementos separadores del terreno, lo que se traducía en aislamiento.

En la época romana, ya se construían elementos enterrados como por ejemplo las cloacas, pero por otro lado como existían verdaderos problemas cuando el

Con el paso del tiempo (que conlleva otro tipo de necesidades) y el incremento del precio del suelo, se ha producido un cambio realmente importante, en el uso y utilización de los elementos constituidos o contruidos por debajo de la cota 0 o nivel de calle, por lo que en la actualidad deben tener las mismas condiciones de salubridad que el resto del edificio.

Como hemos visto con anterioridad todos los problemas parten o los condiciona la humedad, y esta tiene su origen en el mayor o menor poder de impedir el paso al agua, de los elementos constructivos del sótano en su denominada "piel" es decir los muros y la solera.



Fig. 11 Daños por proceso de corrosión del armado

Por lo que se puede afirmar que todos esos problemas están ocasionados por el agua.

De acuerdo con lo expuesto con anterioridad, lo que se quiere obtener o conseguir en relación con la construcción de **"LOS SOTANOS"** es que por un lado sea una construcción segura en dos vertientes, a saber: por un lado como elemento resistente y por otro como elemento impermeable; para cubrir estos dos factores adecuadamente, deberán estar especificados en un proyecto correcto en base a esas dos vertientes

y una vez confeccionado ese proyecto, la parte de ejecución deberá cumplir estrictamente todo lo que viene definido en el proyecto, tanto en esa realización como en los tiempos de ejecución de cada una de las partes correspondientes.

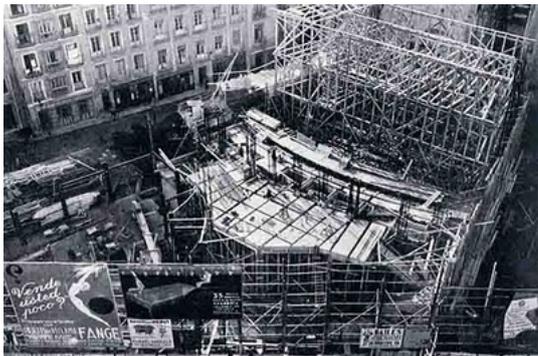


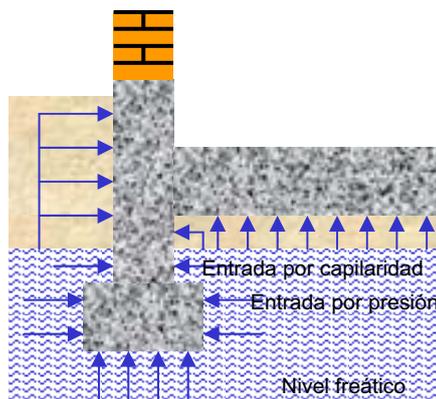
Fig. 12 Edificio Capitol (Madrid)

perimetral (10 m. de altura), se deja caer el hormigón desde esa altura y no se vibra, obtendremos algo que nos dará problemas, en definitiva hay que seguir siempre las denominadas “buenas practicas de construcción”.

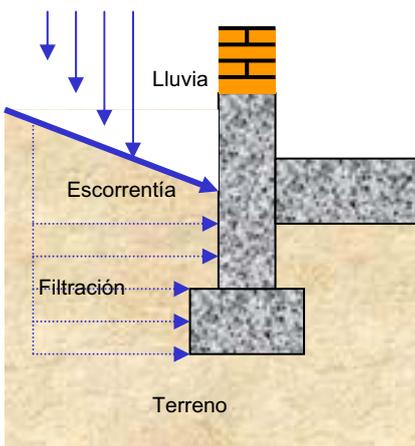
Todo lo comentado con anterioridad nos lleva, a que se deberán cumplir unos parámetros básicos si queremos llevar a buen fin esta construcción, a saber:

- Proyecto correcto y bien definido en todas sus partes
- Materiales adecuados a las necesidades existentes
- Ejecución correcta de todas y cada una de las partes del proyecto

Como ejemplo representativo de lo que no se debe hacer, es: si tenemos un hormigón perfectamente definido, unos cálculos correctos y al que se le ha añadido un aditivo impermeabilizante, al confeccionar un muro



Croquis 01 Posibilidad de entrada de agua



Croquis 02 Posibilidad de entrada de agua

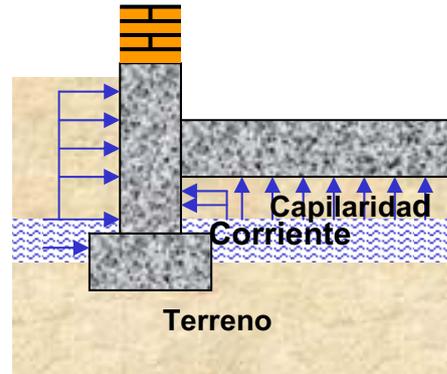
Normalmente todas las edificaciones modernas están dotadas de una o varias plantas bajo rasante, las cuales están en continuo contacto con la humedad del terreno, hecho que se ve agravado cuando están situadas por debajo de nivel freático, es decir, teniendo el agua como elemento envolvente.

Debido a ello, los elementos de cierre, muros y soleras deben ser proyectados para prevenir la posible filtración de agua, con entrada directa de la misma o por la aparición de manchas de humedad.

Para poder paliar tales efectos, debe tenerse en cuenta el diseño de estos elementos desde dos aspectos fundamentales:

- la previsión de un drenaje capaz de que evacuar el flujo de agua
  - proveniente del nivel freático
  - aguas subterráneas
  - aguas de lluvia

por lo que se deberán contemplar todas las medidas necesarias dirigidas a conferir un carácter hidrofugante al muro, o dicho de otra manera: que esos elementos de cierre, estén dotados de una impermeabilidad.



Croquis 03 Posibilidad de entrada de agua

# **Capítulo 2**

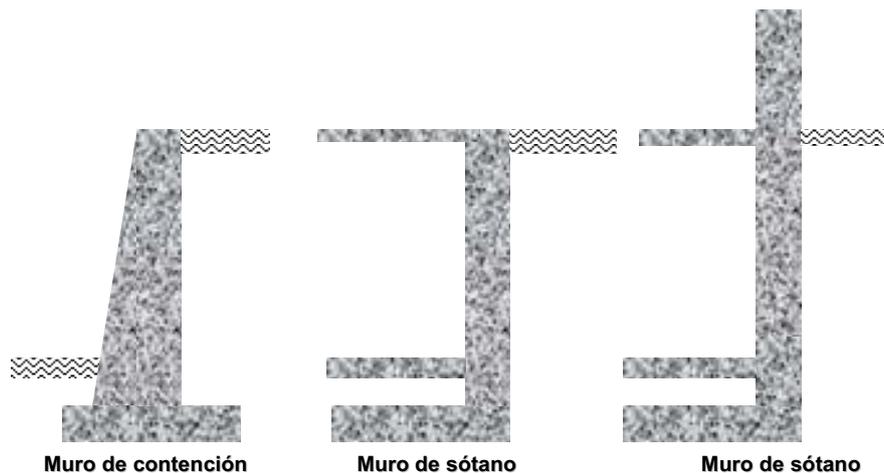
## **Tipología de muros. Partes de un muro**

## 2.1.- Introducción

Que se entiendo por muro: “Aquella estructura que de forma activa o pasiva produce un efecto estabilizador sobre una masa de terreno”.

El objetivo fundamental de los muros es el de servir de elemento de contención del terreno.

El cuerpo del muro trabaja por un lado a flexión y por otro a compresión vertical debido a su propio peso.



Croquis 04 Tipos de muros

En ocasiones el muro desempeña una segunda misión que es la de transmitir cargas verticales al terreno, desempeñando una función de cimiento producida por uno o varios forjados apoyados sobre el muro y por pilares que apoyan en su coronación transmitiéndole las cargas de los plantas superiores.

Las formas de funcionamiento del muro de contención y del muro de sótano son sensiblemente diferentes. Mientras que el muro de contención se comporta básicamente como un voladizo empotrado en el cimiento, el cuerpo de un muro de sótano se comporta como una losa de uno o varios vanos. En este caso, está apoyado o anclado en el forjado (o forjados), y el rozamiento entre cimiento y suelo hace innecesaria la disposición de ningún apoyo adicional en el nivel de la cimentación.

Los muros son elementos constructivos cuya principal misión es servir de contención, bien de un terreno natural, bien de un relleno artificial o de un elemento a almacenar. En los dos primeros casos el ejemplo típico es el de un muro de sostenimiento de tierras, mientras que un almacén granero es una muestra del tercero.

En las situaciones anteriores el muro trabaja fundamentalmente a flexión, siendo la compresión vertical debida a su peso propio generalmente despreciable.

En ocasiones los muros desempeñan la función de cimiento, al transmitir las presiones o cargas suministradas por los pilares o por los forjados que se apoyan en la coronación del muro.

Esta situación es característica de los muros de sótano, muy desarrollada en la edificación actual. Las formas de funcionamiento del muro de contención y del muro de sótano son diferentes.

Mientras que el muro de contención se comporta básicamente como un voladizo empotrado en el cimiento, el cuerpo de un muro de sótano se comporta como una losa de uno o varios vanos. En este caso, está apoyado o anclado en el forjado (o forjados), y el rozamiento entre cimiento y suelo hace innecesaria la disposición de ningún apoyo adicional en el nivel de la cimentación.

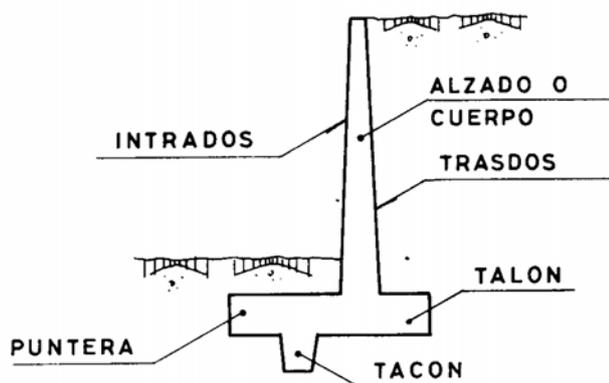
## 2.2.- Partes de un muro

Tomando el caso más común de un muro de contención, emplearemos las designaciones que se indican en la figura adjunta.

- **Puntera:** Parte de la base del muro (cimiento) que queda debajo del intradós y no introducida bajo el terreno contenido.

- **Tacón:** Parte del cimiento que se introduce en el suelo para ofrecer una mayor sujeción.

- **Talón:** Parte del cimiento opuesta a la puntera, queda por debajo del trasdós y bajo el terreno contenido.



Croquis 05 Partes de un muro

- **Alzado o cuerpo:** Parte del muro que se levanta a partir de los cimientos de este, y que tiene una altura y un grosor determinados en función de la carga a soportar.

- **Intradós:** Superficie externa del alzado.

- **Trasdós:** Superficie interna del alzado, está en contacto con el terreno contenido.

Un muro sin puntera es de uso poco frecuente en el campo de la edificación.

Un muro sin talón se usa cuando el terreno del trasdós es de propiedad ajena.

En este caso el muro, además de los inconvenientes técnicos que esta forma encierra, arrastra otros de tipo constructivo, ya que el terreno puede no estar drenado, la impermeabilización del trasdós no suele ser posible y, por tanto, la impermeabilidad del muro será difícil de garantizar y el empuje del terreno puede ser de difícil evaluación.

En cuanto al tacón, se prescindirá de él cuando no exista problema de deslizamiento.

## 2.3.- Tipos de muros

### Muros de contención y su funcionamiento

Los muros de contención se utilizan para detener masas de tierra u otros materiales sueltos cuando las condiciones no permiten que estas masas asuman sus pendientes naturales. Estas condiciones se presentan cuando el ancho de una excavación, corte o terraplén está restringido por condiciones de propiedad, utilización de la estructura o economía.



Croquis 06 Muros de gravedad

Por ejemplo, en la construcción de vías férreas o de carreteras, el ancho de servidumbre de la vía es fijo y el corte o terraplén debe estar contenido dentro de este ancho. De manera similar, los muros de los sótanos de edificios deben ubicarse dentro de los límites de la propiedad y contener el suelo alrededor del sótano.

### Los principales tipos de muros de contención son

#### Muros de gravedad

Son aquellos cuyo peso contrarresta el empuje del terreno. Dadas sus grandes dimensiones, prácticamente no sufren esfuerzos flectores, por lo que no suele armarse. Los muros de gravedad a su vez pueden clasificarse en:

- Muros de **hormigón en masa**. Cuando es necesario, se arma el pie (punta y/o talón).
- Muros de **mampostería seca**. Se construyen mediante bloques de roca (tallados o no).

- Muros de **escollera**. Se construyen mediante bloques de roca de mayor tamaño que los de mampostería.
- Muros de **gaviones**. Substituyen a los de escollera cuando no hay disponibilidad de grandes rocas.
- Muros **prefabricados o de elementos prefabricados**. Se pueden realizar mediante bloques de hormigón previamente fabricados.
- Muros **aligerados**. Aquellos en los que los bloques se aligeran (se hacen huecos) por diversos motivos (ahorro de material, reducción de peso...).
- Muros **jardinera**. Si los bloques huecos de un muro aligerado se disponen escalonadamente, y en ellos se introduce tierra y se siembra, se produce el muro jardinera, que resulta mucho más estético, y de menor impacto, ver rocalla.
- Muros **secos**. Constituidos por piedras, que van sobre puestas y amarradas entre sí, no lleva ningún tipo de mortero u hormigón, conforme se va construyendo se va rellenando con piedras de lugar o cascajo, en caso que se utilice con drenar el agua.



Fig. 13 Muro de contención

## Muros estructurales

Son muros de hormigón fuertemente armados. Presentan ligeros movimientos de flexión y dado que el cuerpo trabaja como un voladizo vertical, su espesor necesario aumenta rápidamente con el incremento de la altura del muro. Presentan un saliente o talón sobre el que se apoya parte del terreno, de manera que muro y terreno trabajan en conjunto.

Siempre que sea posible, una extensión en el puntal o la punta con una dimensión entre un tercio y un cuarto del ancho de la base suministra una solución más económica.

Tipos distintos de muros estructurales son los muros en "L", en "T".

En algunos casos, los límites de la propiedad u otras restricciones obligan a colocar el muro en el borde delantero de la losa base, es decir, a omitir el puntal. Es en estas ocasiones cuando se utilizan los muros en L.

Como se ha indicado, en ocasiones muros estructurales verticales de gran altura presentan excesivas flexiones. Para evitar este problema surge el 'muro con contrafuertes', en los que se colocan elementos estructurales (contrafuertes) en la parte interior del muro (donde se localizan las tierras). Suelen estar espaciados entre sí a distancias iguales o ligeramente mayores que la mitad de la altura del muro. También existen muros con contrafuertes en la parte exterior del mismo.

En ocasiones, para aligerar el contrafuerte, se colocan elementos con un tirante (cable metálico) para que trabaje a tracción. Surgen así los 'muros atirantados'

## Muros de hormigón armado

“Son muros armados interiormente con barras de acero diseñado para poder soportar esfuerzos de tracción”.

### Tipos

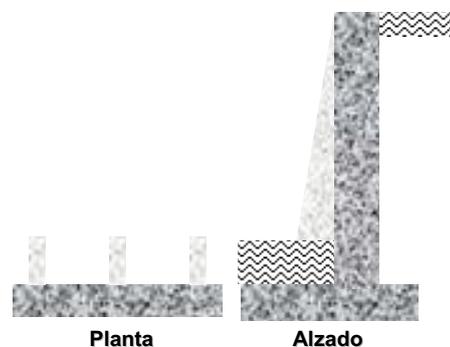
- Muros de semigravedad Similar al de gravedad pero ligeramente armado.
- Muros ménsula o en “L”

En estos muros el momento al vuelco, producido por el empuje de las tierras, es contrarrestado por el peso de las tierras sobre la zapata.

Son los de empleo más corriente y aunque su campo de aplicación depende, lógicamente, de los costes relativos de excavación, hormigón, acero, encofrados y relleno, puede en primera aproximación pensarse que constituyen la solución más económica hasta alturas de 10 ó 12 metros

## Muros con contrafuertes

Constituyen una solución evolucionada de la anterior, en la que al crecer la altura y por lo tanto los espesores del hormigón, compensa el aligerar las piezas. Esto conduce a ferralla y encofrados mucho más complicados y a un hormigonado más difícil y por lo tanto mucho más costoso, al manejarse espesores más reducidos. Sin embargo, a partir de los 10 ó 12 m de altura es una solución que debe tantearse para juzgar su interés.



Croquis 07 Muros de contrafuertes



Croquis 08 Muros de contrafuertes  
Intradós/trasdós

Puede tener los contrafuertes en el trasdós o en el intradós:

### Con contrafuerte en el intradós

Consiste en aligerar un muro de gravedad, suprimiendo hormigón en las zonas que colaboran muy poco en el efecto estabilizador.

### Con contrafuerte en el trasdós.

Su idea es igual al del muro con contrafuerte en el intradós, pero en este caso los contrafuertes son interiores, es decir, no se ven.

La segunda solución es técnica y económicamente mejor, por disponer el alzado en la zona comprimida de la sección en T que que se forma.

La primera solución, al dejar los contrafuertes vistos produce además, generalmente, una mala sensación estética.

## **Pantallas**

Los Muros Pantalla constituyen un tipo de Cimentación Profunda muy usada en edificios de altura, que actúa como un muro de contención y brinda al mismo tiempo muchas ventajas por producir un ahorro de costes mas o menos importante y al mismo tiempo un mayor desarrollo en superficies.

Puede que sea el tipo o sistema de Cimentación más difundida en áreas urbanas para edificios con sótanos, ubicados los mismos entre medianeras y en aparcamientos subterráneos; otro objetivo posible de los mismos pero que se aleja del tema que nos ocupa es su uso/ejecución con el objeto de formar barreras resistentes al paso del agua tanto en túneles como en carreteras.

El muro pantalla es un muro de contención que se construye antes de efectuar el vaciado de tierras, y transmite los esfuerzos al terreno.

Estos elementos estructurales subterráneos se emplean también en forma temporal o definitiva para la contención y sujeción de muros y/o paredes colindantes.

En las grandes ciudades, dada la escasez y el alto coste del terreno, con el objeto de conseguir mas espacio tanto de uso como habitable en los edificios, se proyectan sótanos en el subsuelo con profundidades variables, con varias plantas de aparcamiento. Este tipo de solución se adopta merced a los altos costes de los terrenos y la necesidad, ya comentada, de obtener mayor superficie.



**Fig. 14 Anclaje tipo**

A estos efectos, se trata de conseguir muros de contención del menor espesor posible conservando una buena calidad y que ofrezcan seguridad y buen diseño.

Por otro lado existen en determinados casos anclajes, elementos constructivos destinados a mantener la estabilidad, ya que este tipo de muros, en los que prima un espesor mínimo comparado con profundidad excavada, reciben importantes empujes originados tanto por el terreno como por la posibilidad de existencia de agua, con lo que la colocación de estos elementos (anclajes) ayuda de modo importante a reforzar y asegurar su estabilidad de los mismos.

Dentro del diseño de muros pantalla existen varias alternativas a elegir de acuerdo a las características del terreno y de la edificación a construir.

Los Muros Pantalla se realizan previo al vaciado del terreno, cuando debe excavar a profundidad considerable y, por ende, debe contenerse el empuje de las tierras y de edificaciones lindantes.

Para construir esta los muros pantalla se ejecuta un muro de hormigón en el que en su ejecución se emplea el propio terreno como encofrado; y para la sujeción de las paredes durante el proceso de excavación, por un lado puede suceder que se sujeten ellas mismas, cosa muy improbable, por lo que se acude al uso de lodos bentoníticos, con los que se rellena la excavación creando un contra empuje, con lo que se mantienen estables las tierras hasta que se produzca el hormigonada.

El ancho habitual de estas pantallas se encuentra entre 45 y 100 cm.

Las pantallas continuas se emplean por lo general en excavaciones bajo el nivel freático.

### **Muros prefabricados**

“Los muros prefabricados de hormigón son aquellos fabricados total o parcialmente en un proceso industrial mediante elementos de hormi-gón”.



Fig. 15 Muro prefabricado

Posteriormente son trasladados a su ubicación final, en donde son instalados o montados, con la posibilidad de incorporar otros elementos prefabricados o ejecutados en la propia obra.

Estos se han clasificado según su diseño estructural:

## Muros prefabricados empotrados

Los muros prefabricados empotrados son los formados por elementos prefabricados de hormigón armado, pretensado o postensado, planos o curvos, continuos o discontinuos empotrados en su base.

Los muros prefabricados empotrados trabajan en voladizo con un empotramiento en su base o zapata.



Fig. 16 Pantalla discontinua anclada

Este tipo de muro puede considerarse activo porque entran en carga cuando se le aplica el material de relleno. Sus dos funciones fundamentales son el sostenimiento y contención de tierras.

Los asientos importantes del terreno pueden ser en determinadas ocasiones un problema para este

tipo de estructuras de contención.

Estos muros son estructuras rígidas, pudiendo existir un nervio o zuncho superior que aumente más la rigidez del muro, por lo que si el terreno sobre el que se apoya sufre asentamientos diferenciales, la pantalla del muro se puede dañar, salvo que se disponga de juntas en la cimentación y zuncho, formándose en este caso un paramento articulado.

Dentro de los muros prefabricados empotrados se establece la siguiente clasificación:

- Muros de pantalla prefabricada y zapata “in situ”: son aquellos formados por elementos prefabricados de hormigón modulares, de secciones nervadas, colocados de forma continua y adosados unos a otros, que empotrados en una zapata realizada “in situ” constituyen el paramento exterior del muro.
- Muros de pantalla prefabricada con tirante y zapata “in situ”: son muros de paneles prefabricados de hormigón, planos o nervados, con un tirante y anclados, ambos elementos, a una zapata construida “in situ”.
- Muros completamente prefabricados: son aquellos donde el panel y la zapata se han prefabricado conjuntamente formando un solo elemento.

- Muros de lamas: son los formados por placas transversales prefabricadas, lamas, situada entre contrafuertes verticales empotrados a la zapata hecha “in situ”.
- Muro pantalla aligerado: es el formado por una pantalla aligerada o alveolar prefabricada, anclada a otro panel prefabricado o zapata hecha “in situ”.

### **Muros de pantalla prefabricada y zapata “in situ”**

Estos muros se definen como muros de elementos modulares prefabricados de hormigón, de secciones nervadas, colocadas de forma continua, adosadas unos a otros, que empotrados en una zapata realizada “in situ”, constituyen el paramento exterior del muro.



**Fig. 17 Muro Pantalla**

La máxima altura que puede alcanzar este tipo de muro varía según el fabricante, no superándose para un muro de contención los 9 m.

Reciben directamente la práctica totalidad de los empujes del terreno. Su canto es variable, aumentando con la altura del muro, evitándose de esta forma la necesidad de armadura de corte, siendo el propio hormigón de pantalla el encargado de absorber todo el esfuerzo cortante.

El acabado de su cara vista puede tener diferentes formas, reduciéndose así el impacto visual que el muro podría originar en su entorno.

### **Muros completamente prefabricados**

Son muros en donde el panel y la zapata se ha prefabricado conjuntamente formando un solo elemento.

Están formados por piezas de hormigón en forma de “L”, donde alzado y zapata forman un cuerpo monolítico, pudiendo su cara vista tener diferentes acabados (hormigón liso, árido visto, imitación piedra, etc.).

Existen sistemas en los que la zapata está parcialmente construida, es decir, la pieza lleva la armadura necesaria para terminar de completar la zapata “in situ”.

### **Muro pantalla aligerado**

Es el muro formado por una pantalla aligerada o alveolar prefabricada, anclada a otro panel prefabricado o zapata hecha "in situ".

Este tipo de muro está formado por una placa alveolar anclada a una zapata, la cual puede ser:

- Pantalla aligerada de menor dimensión, unida al alzado mediante una pieza prefabricada con forma triangular.
- Formada por piezas prefabricadas
  - Realizada "in situ".

La cara vista puede tener varios acabados, de forma similar a lo que ocurriría para los de pantalla prefabricada y zapata "in situ", según el entorno en el que se encuentre el muro.

La máxima altura que se puede llegar a alcanzar con este tipo de muro oscila alrededor de los 7 m. La anchura de las piezas está condicionada por las limitaciones del transporte.

### **Muros prefabricados de gravedad**

Se entiende por muro prefabricado de gravedad aquel formado por elementos prefabricados, que es estable por su propio peso, sin que existan esfuerzos de tracción en alguno de sus elementos.

Los muros de gravedad contruidos mediante unidades prefabricadas pueden ser de módulos huecos o de bloques macizos. Sus funciones van a ser tanto de recubrimiento como de sostenimiento o contención de tierras.

La anchura de la solera de la base es variable, dependiendo de la altura del muro y de las condiciones de terreno.

### **Muros de bloques macizos**

Son muros de bloques macizos de hormigón encajados entre sí.

Existen en el mercado una amplia tipología de bloques utilizados en la construcción de muros. Todos ellos tienen distintas dimensiones, pesos y resistencias, dependiendo del fabricante.

El manejo de estos bloques se realiza habitualmente de forma manual, sin requerir medio auxiliar alguno, debido a las pequeñas dimensiones y pesos.

Estos muros, pueden ser macizos o abiertos. Los últimos dejan huecos libres, para normalmente, permitir el crecimiento de vegetación,

pero así mismo supone una limitación para la altura que puede alcanzar el muro.

La máxima altura aconsejable que se puede alcanzar con un muro de este tipo, sin existir ningún tipo de refuerzo y dependiendo de la densidad de ajardinamiento de la cara vista, no supera los tres metros, para el caso de obra continua.

### Muros de bloques prefabricados de hormigón

Son muros realizados mediante la superposición de bloques abiertos, no macizos, unidos entre sí por un mortero de cemento.

Su uso se limita a muros pequeños y medianos. En algunos casos puede ser necesario armarlos interiormente con barras de acero y hormigón, y unirlos mediante armaduras de espera a la zapata para resistir los momentos que se pueden dar en esta unión, en estos casos los huecos se rellenan con mortero. Es un muro completamente vertical.



Fig. 18 Muro de Prefabricados de hormigón

La altura máxima de este tipo de muros depende de la existencia, o no, de un refuerzo interno de los bloques. Es una situación favorable puede oscilar en torno a los tres metros.

La cara vista del bloque puede ser lisa, tosca o con formas geométricas.

### Muros estructurales

Son muros de hormigón fuertemente armados. Presentan ligeros movimientos de flexión y dado que el cuerpo trabaja como un voladizo vertical, su espesor requerido aumenta rápidamente con el incremento de la altura del muro. Presentan un saliente o talón sobre el que se apoya parte del terreno, de manera que muro y terreno trabajan en conjunto.



Fig. 19 Anclaje en muros

Siempre que sea posible, una extensión en el puntal o la punta con una dimensión entre un tercio y un cuarto del ancho de la base suministra una solución más económica.

Tipos distintos de muros estructurales son los muros "en L", "en T".

En algunos casos, los límites de la propiedad u otras restricciones obligan a colocar el muro en el borde delantero de la losa base, es decir, a omitir el puntal. Es en estas ocasiones cuando se utilizan los muros en L.



Fig. 20 Muro de tierra Armada

Como se ha indicado, en ocasiones muros estructurales verticales de gran altura presentan excesivas flexiones. Para evitar este problema surge el 'muro con contrafuertes', en los que se colocan elementos estructurales (contrafuertes) en la parte interior del muro (donde se localizan las tierras).

Suelen estar espaciados entre sí a distancias iguales o ligeramente mayores que la mitad de la altura del muro. También existen muros con contrafuertes en la parte exterior del mismo.

En ocasiones, para aligerar el contrafuerte, se colocan elementos con un tirante (cable metálico) para que trabaje a tracción. Surgen así los 'muros atirantados'

### Muros de tierra armada y de suelo reforzado

Los **muros de tierra armada** son *mazacotes* de terreno (grava) en los que se introducen armaduras metálicas con el fin de resistir los movimientos. Con ello se consigue que el material trabaje como un *todo uno*.

La importancia de esta armadura consiste en brindarle cohesión al suelo, de modo de actuar disminuyendo el empuje de tierra que tiene que soportar el muro. La fase constructiva es muy importante, ya que se tiene que ir compactando por capas de pequeño espesor, para darle una mayor resistencia al suelo.



Fig. 21 Muro jardinera

### Muro de contención armado con geotextil.

Se le suelen colocar escamas (planchas de piedra u hormigón), sin fin estructural alguno, sino para evitar que se produzcan desprendimientos.

Los muros de tierra armada pueden rematarse también con bloques de hormigón huecos, rellenos de tierra, y sembrados, creando muros jardinera.

Un “muro de suelo reforzado” es un muro de tierra armada en que se sustituyen las armaduras metálicas, por geotextil. Es una solución más barata, a pesar de que será menos resistente.

Análogamente a los muros de tierra armada, se pueden recubrir con escamas, o rematarlos con muros jardinera. Aunque existe otra alternativa, que consiste en colocar un geotextil sobre la ladera del muro, y cubrirlo de tierra y semillas. Surge así un “muro vegetalizado”.

## **Capítulo 3**

# **Actuaciones en fase de proyecto en cumpli- miento del CTE**

## **3.1.- HS 1 Sótanos**

### ***Introducción***

#### ***I Objeto***

*Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".*

*Tanto el objetivo del requisito básico " Higiene, salud y protección del medio ambiente ", como las exigencias básicas se establecen el artículo 13 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:*

#### **13.1 Exigencia básica 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.*

*El ámbito de aplicación en este DB se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados.*

*El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.*

#### **III Criterios generales de aplicación**

*Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE, y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas.*

*El "Catálogo de Elementos Constructivos del CTE" aporta valores para determinadas características técnicas exigidas en este documento básico. Los valores que el Catálogo asigna a soluciones constructivas que no se fabrican industrialmente sino que se generan en la obra tienen garantía legal en cuanto a su aplicación en los proyectos, mientras que*

*para los productos de construcción fabricados industrialmente dichos valores tienen únicamente carácter genérico y orientativo.*

*Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento que se aplica el mismo. Cuando se cita una norma UNE, UNE-EN o UNE-EN ISO debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aun cuando exista una versión posterior, excepto cuando se trate de normas UNE correspondientes a normas EN o EN ISO cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea en el marco de la aplicación de la Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción, en cuyo caso la cita debe relacionarse con la versión de dicha referencia.*

#### **IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HS**

*La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.*

#### **V Terminología**

*A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, bien en los apéndices A de cada una de las secciones de este DB, o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.*

#### **Índice**

##### **Sección HS 1 Protección frente a la humedad**

###### **1 Generalidades**

- 1.1 *Ámbito de aplicación*
- 1.2 *Procedimiento de verificación*

###### **2 Diseño**

- 2.1 *Muros*
- 2.2 *Suelos*
- 2.3 *Fachadas*
- 2.4 *Cubiertas*

###### **3 Dimensionado**

- 3.1 *Tubos de drenaje*
- 3.2 *Canaletas de recogida*
- 3.3 *Bombas de achique*

#### **4 Productos de Construcción**

4.1 Características exigibles a los productos

4.2 Control de recepción en obra de productos

#### **5 Construcción**

5.1 Ejecución

5.2 Control de la ejecución

5.3 Control de la obra terminada

#### **6 Mantenimiento y Conservación**

#### **Apéndice A Terminología**

#### **Apéndice B Notación**

#### **Apéndice C Cálculo del caudal de drenaje**

##### **1 Generalidades**

##### **1.1 Ámbito de aplicación**

1 Esta sección se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno.

2 La comprobación de la limitación de humedades de condensación superficiales e intersticiales debe realizarse según lo establecido en la Sección HE-1 Limitación de la demanda energética del DB HE Ahorro de energía.

##### **1.2 Procedimiento de verificación**

1 Para la aplicación de esta sección debe seguirse la secuencia que se expone a continuación.

2 Cumplimiento de las siguientes condiciones de diseño del apartado 2 relativas a los elementos constructivos:

a) muros:

i) sus características deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.1.2 según el grado de impermeabilidad exigido en el apartado 2.1.1;

ii) las características de los puntos singulares del mismo deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.1.3;

b) suelos:

i) sus características deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.2.2 según el grado de impermeabilidad exigido en el apartado 2.2.1;

ii) las características de los puntos singulares de los mismos deben corresponder con las especificadas en el apartado 2.2.3;

## 2 Diseño

### 2.1 Muros

#### 2.1.1 Grado de impermeabilidad

1 El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

2 La presencia de agua se considera

a) baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático

b) media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo

c) alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

<b>Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros</b>			
<b>Presencia de agua</b>	<b>Coeficiente de permeabilidad del terreno</b>		
	<b><math>KS \geq 10^{-2}</math> cm/s</b>	<b><math>10^{-5} &lt; KS &lt; 10^{-2}</math> cm/s</b>	<b><math>KS \leq 10^{-5}</math> cm/s</b>
<b>Alta</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Media</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Baja</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

#### 2.1.2 Condiciones de las soluciones constructivas

1.- Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de impermeabilización y del grado de impermeabilidad, se obtienen en la tabla 2.2. Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y la casilla en

blanco a una solución a la que no se le exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

	Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla			
	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	
Grado de impermeabilidad	≤1	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	
	≤2	C3+I1+D1+D3 <sup>(3)</sup>	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	≤3	C3+I1+D1+D3 <sup>(3)</sup>	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 <sup>(2)</sup>	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	≤4		I1+I3+D1+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	≤5		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1 <sup>(1)</sup>		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

<sup>(1)</sup> Solución no aceptable para más de un sótano.

<sup>(2)</sup> Solución no aceptable para más de dos sótanos.

<sup>(3)</sup> Solución no aceptable para más de tres sótanos.

2.- A continuación se describen las condiciones agrupadas en bloques homogéneos.

#### C) Constitución del muro:

C1 Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo.

C2 Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón de consistencia fluida.

C3 Cuando el muro sea de fábrica deben utilizarse bloques o ladrillos hidrofugados y mortero hidrófugo.

#### I) Impermeabilización:

I1 La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster. En los muros pantalla contruidos con excavación la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.

Si se impermeabiliza interiormente con lámina ésta debe ser adherida.

Si se impermeabiliza exteriormente con lámina, cuando ésta sea adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en su cara exterior y cuando sea no adherida debe colocarse una capa antipunzonamiento en cada una de sus caras. En ambos casos, si se dispone una lámina drenante puede suprimirse la capa antipunzonamiento exterior.

*Si se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas debe colocarse una capa protectora en su cara exterior salvo que se coloque una lámina drenante en contacto directo con la impermeabilización. La capa protectora puede estar constituida por un geotextil o por mortero reforzado con una armadura.*

*I2 La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1. En muros pantalla construidos con excavación, la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos bentoníticos.*

*I3 Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo sin revestir, una hoja de cartón-yeso sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.*

#### *D) Drenaje y evacuación:*

*D1 Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.*

*Cuando la capa drenante sea una lámina, el remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.*

*D2 Debe disponerse en la proximidad del muro un pozo drenante cada 50 m como máximo.*

*El pozo debe tener un diámetro interior igual o mayor que 0,7 m y debe disponer de una capa filtrante que impida el arrastre de finos y de dos bombas de achique para evacuar el agua a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.*

*D3 Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.*

*D4 Deben construirse canaletas de recogida de agua en la cámara del muro conectadas a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y, cuando dicha conexión esté situada por encima de las canaletas, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.*

D5 Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

#### V) Ventilación de la cámara:

V1 Deben disponerse aberturas de ventilación en el arranque y la coronación de la hoja interior y ventilarse el local al que se abren dichas aberturas con un caudal de, al menos, 0,7 l/s por cada m<sup>2</sup> de superficie útil del mismo.

Las aberturas de ventilación deben estar repartidas al 50% entre la parte inferior y la coronación de la hoja interior junto al techo, distribuidas regularmente y dispuestas al tresbolillo.

La relación entre el área efectiva total de las aberturas, S<sub>s</sub>, en cm<sup>2</sup>, y la superficie de la hoja interior, A<sub>h</sub>, en m<sup>2</sup>, debe cumplir la siguiente condición:

$$30 > hsA$$
$$S > 10 \text{ (2.1)}$$

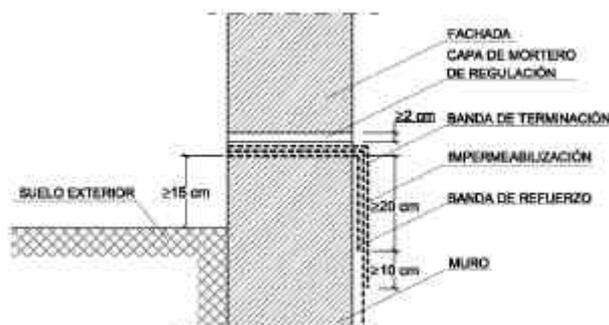
La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

### 2.1.3 Condiciones de los puntos singulares

1 Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

#### 2.1.3.1 Encuentros del muro con las fachadas

1 Cuando el muro se impermeabilice por el interior, en los arranques de la fachada sobre el mismo, el impermeabilizante debe prolongarse sobre el muro en todo su espesor a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior sobre una banda de refuerzo del mismo material que la barrera impermeable utilizada que debe prolongarse hacia abajo 20 cm,



como mínimo, a lo largo del paramento del muro. Sobre la barrera impermeable debe disponerse una capa de mortero de regulación de 2 cm de espesor como mínimo.

2 En el mismo caso cuando el muro se impermeabilice con lámina, entre el impermeabilizante y la capa de mortero, debe disponerse una banda de terminación adherida del mismo

material que la banda de refuerzo, y debe prolongarse verticalmente a lo largo del paramento del muro hasta 10 cm, como mínimo, por debajo del borde inferior de la banda de refuerzo

**Figura 2.1 Ejemplo de encuentro de un muro impermeabilizado por el interior con lámina con una fachada**

3 Cuando el muro se impermeabilice por el exterior, en los arranques de las fachadas sobre el mismo, el impermeabilizante debe prolongarse más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior y el remate superior del impermeabilizante debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 o disponiendo un zócalo según lo descrito en el apartado 2.3.3.2.

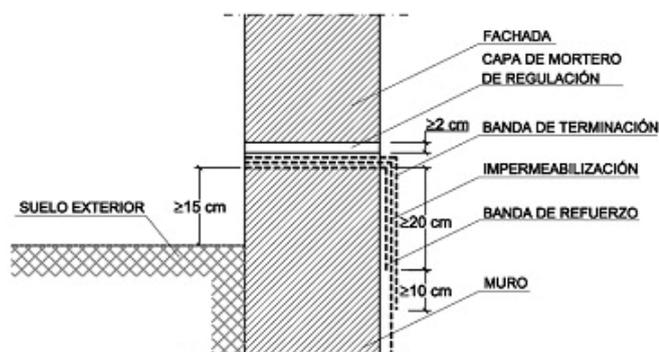


Figura 2.1 Ejemplo de encuentro de un muro impermeabilizado por el exterior con lámina con una fachada

4 Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación así como las de continuidad o discontinuidad, correspondientes al sistema de impermeabilización que se emplee.

**2.1.3.2 Encuentros del muro con las cubiertas enterradas**

1 Cuando el muro se impermeabilice por el exterior, el impermeabilizante del muro debe soldarse o unirse al de la cubierta.

**2.1.3.3 Encuentros del muro con las particiones interiores**

1 Cuando el muro se impermeabilice por el interior las particiones deben construirse una vez realizada la impermeabilización y entre el muro y cada partición debe disponerse una junta sellada con material elástico que, cuando vaya a estar en contacto con el material impermeabilizante, debe ser compatible con él.

**2.1.3.4 Paso de conductos**

1 Los pasatubos deben disponerse de tal forma que entre ellos y los conductos exista una holgura que permita las tolerancias de ejecución y los posibles movimientos diferenciales entre el muro y el conducto.

2 Debe fijarse el conducto al muro con elementos flexibles.

3 Debe disponerse un impermeabilizante entre el muro y el pasatubos y debe sellarse la holgura entre el pasatubos y el conducto con un perfil expansivo o un mastico elástico resistente a la compresión.

### 2.1.3.5 Esquinas y rincones

1 Debe colocarse en los encuentros entre dos planos impermeabilizados una banda o capa de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante utilizado de una anchura de 15 cm como mínimo y centrada en la arista.

2 Cuando las bandas de refuerzo se apliquen antes que el impermeabilizante del muro deben ir adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

### 2.1.3.6 Juntas

1 En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con lámina deben disponerse los siguientes elementos (Véase la figura adjunta):

a) cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;

b) sellado de la junta con una masilla elástica;

c) pintura de imprimación en la superficie del muro extendida en una anchura de 25 cm como mínimo centrada en la junta;

d) una banda de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster y de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta;

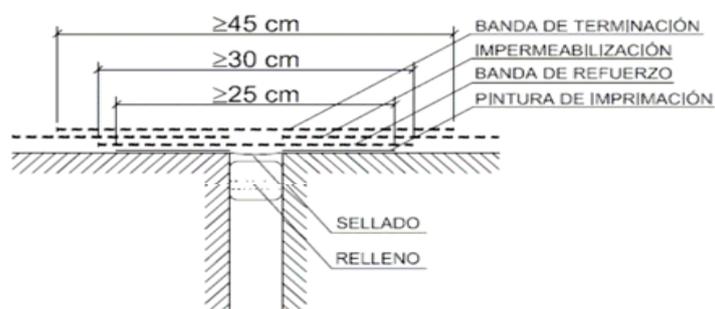
e) el impermeabilizante del muro hasta el borde de la junta;

f) una banda de terminación de 45 cm de anchura como mínimo centrada en la junta, del mismo material que la de refuerzo y adherida a la lámina.

**Figura 2.2**  
**Ejemplo de junta**  
**estructural**

2 En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica

impermeabilizados con productos líquidos deben disponerse los siguientes elementos:



a) cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;

b) sellado de la junta con una masilla elástica;

c) la impermeabilización del muro hasta el borde de la junta;

d) una banda de refuerzo de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta y del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster o una banda de lámina impermeable.

3 En el caso de muros hormigonados in situ, tanto si están impermeabilizados con lámina o con productos líquidos, para la impermeabilización de las juntas verticales y horizontales, debe disponerse una banda elástica embebida en los dos testeros de ambos lados de la junta.

4 Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado deben sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción o con un sellante a base de poliuretano.

## 2.2 Suelos

### 2.2.1 Grado de impermeabilidad

1 El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua determinada de acuerdo con 2.1.1 y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

**Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos**

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

### 2.2.2 Condiciones de las soluciones constructivas

1 Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de suelo, del tipo de intervención en el terreno y del grado de impermeabilidad, se obtienen en la tabla 2.4.

Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y las casillas en blanco a soluciones a las que no se les exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

		Muro flexorresistente o de gravedad								
		Suelo elevado			Solera			Placa		
		Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
Grado de impermeabilidad	≤1			V1		D1	C2+C3+D1		D1	C2+C3+D1
	≤2	C2		V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
	≤3	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D3+D4	C1+C2+C3+H2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+H2+D1+D2+S1+S2+S3	C2+C3+H2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C2+C3+H2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+H2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+H2+D1+D2+S1+S2+S3
	≤4	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D4		C2+C3+H2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+H2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+H1+H2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3	C2+C3+H2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+H2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+H1+H2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3
	≤5	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3		C2+C3+H2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+H1+H2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3		C2+C3+D1+D2+H2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+H1+H2+D1+D2+P1+P2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+H1+H2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S1+S2+S3

		Muro pantalla								
		Suelo elevado			Solera			Placa		
		Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
Grado de impermeabilidad	≤1			V1		D1	C2+C3+D1			C2+C3+D1
	≤2			V1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1	C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
	≤3	S3+V1	S3+V1	S3+V1	C1+C2+C3+D1+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D4+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+D3+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+D1+D2+D3+D4+P2+S2+S3
	≤4	S3+V1	D4+S3+V1	D3+D4+S3+V1	C2+C3+D1+S2+S3	C2+C3+D1+S2+S3	C1+C3+H1+H2+D2+D3+P1+S2+S3	C2+C3+S2+S3	C2+C3+D1+D2+S2+S3	C1+C2+C3+H1+H2+D1+D2+D3+D4+P1+S2+S3
	≤5	S3+V1	D3+D4+S3+V1		C2+C3+D1+P2+S2+S3	C2+C3+D1+P2+S2+S3	C1+C2+C3+H1+H2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S2+S3	C2+C3+P2+S2+S3	C2+C3+D1+D2+P2+S2+S3	C1+C2+C3+H1+H2+D1+D2+D3+D4+P1+P2+S2+S3

2 A continuación se describen las condiciones agrupadas en bloques homogéneos.

C) Constitución del suelo:

C1 Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo de elevada compactidad.

C2 Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

C3 Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

I) Impermeabilización:

I1 Debe impermeabilizarse el suelo externamente mediante la disposición de una lámina sobre la capa base de regulación del terreno.

*Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella.*

*Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento.*

*Cuando el suelo sea una placa, la lámina debe ser doble.*

*I2 Debe impermeabilizarse, mediante la disposición sobre la capa de hormigón de limpieza de una lámina, la base de la zapata en el caso de muro flexorresistente y la base del muro en el caso de muro por gravedad.*

*Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella.*

*Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento.*

*Deben sellarse los encuentros de la lámina de impermeabilización del suelo con la de la base del muro o zapata.*

#### *D) Drenaje y evacuación:*

*D1 Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En el caso de que se utilice como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.*

*D2 Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en el terreno situado bajo el suelo y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.*

*D3 Deben colocarse tubos drenantes, conectados a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior, en la base del muro y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.*

*En el caso de muros pantalla los tubos drenantes deben colocarse a un metro por debajo del suelo y repartidos uniformemente junto al muro pantalla.*

*D4 Debe disponerse un pozo drenante por cada 800 m<sup>2</sup> en el terreno situado bajo el suelo. El diámetro interior del pozo debe ser como mínimo igual a 70 cm. El pozo debe disponer de una envolvente filtrante capaz de impedir el arrastre de finos del terreno. Deben disponerse dos bombas de achique, una conexión para la evacuación a la red de saneamiento o a*

*cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y un dispositivo automático para que el achique sea permanente.*

*P) Tratamiento perimétrico:*

*P1 La superficie del terreno en el perímetro del muro debe tratarse para limitar el aporte de agua superficial al terreno mediante la disposición de una acera, una zanja drenante o cualquier otro elemento que produzca un efecto análogo.*

*P2 Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro.*

*S) Sellado de juntas:*

*S1 Deben sellarse los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las del suelo y con las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro.*

*S2 Deben sellarse todas las juntas del suelo con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.*

*S3 Deben sellarse los encuentros entre el suelo y el muro con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio, según lo establecido en el apartado 2.2.3.1.*

*V) Ventilación de la cámara:*

*V1 El espacio existente entre el suelo elevado y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas,  $S_s$ , en  $cm^2$ , y la superficie del suelo elevado,  $A_s$ , en  $m^2$  debe cumplir la condición:*

$$30 > \frac{S_s}{A_s} > 10$$

*La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.*

### **2.2.3 Condiciones de los puntos singulares**

*1 Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.*

#### **2.2.3.1 Encuentros del suelo con los muros**

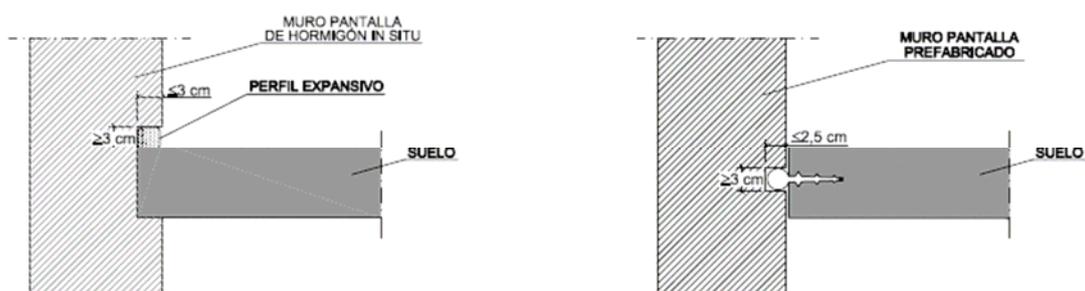
*1 En los casos establecidos en la tabla 2.4 el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.*

2 Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

3 Cuando el muro sea un muro pantalla hormigonado in situ, el suelo debe encastrarse y sellarse en el intradós del muro de la siguiente forma (Véase la figura 2.3):

a) debe abrirse una roza horizontal en el intradós del muro de 3 cm de profundidad como máximo que dé cabida al suelo más 3 cm de anchura como mínimo;

b) debe hormigonarse el suelo macizando la roza excepto su borde



superior que debe sellarse con un perfil expansivo.

4 Cuando el muro sea prefabricado debe sellarse la junta conformada con un perfil expansivo situado en el interior de la junta (Véase la figura 2.3).

### 2.2.3.2 Encuentros entre suelos y particiones interiores

1 Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

## 5 Construcción

1 En el proyecto se definirán y justificarán las características técnicas mínimas que deben reunir los productos, así como las condiciones de ejecución de cada unidad de obra, con las verificaciones y controles especificados para comprobar su conformidad con lo indicado en dicho proyecto, según lo indicado en el artículo 6 de la parte I del CTE.

### 5.1 Ejecución

1 Las obras de construcción del edificio, en relación con esta sección, se ejecutarán con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva y a las instrucciones del

*director de obra y del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7 de la parte I del CTE. En el pliego de condiciones se indicarán las condiciones de ejecución de los cerramientos.*

### **5.1.1 Muros**

#### **5.1.1.1 Condiciones de los pasatubos**

*1 Los pasatubos deben ser estancos y suficientemente flexibles para absorber los movimientos previstos.*

#### **5.1.1.2 Condiciones de las láminas impermeabilizantes**

*1 Las láminas deben aplicarse en unas condiciones ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.*

*2 Las láminas deben aplicarse cuando el muro esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.*

*3 Las láminas deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.*

*4 En las uniones de las láminas deben respetarse los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.*

*5 El paramento donde se va aplicar la lámina no debe tener rebabas de mortero en las fábricas de ladrillo o bloques ni ningún resalto de material que pueda suponer riesgo de punzonamiento.*

*6 Cuando se utilice una lámina impermeabilizante adherida deben aplicarse imprimaciones previas y cuando se utilice una lámina impermeabilizante no adherida deben sellarse los solapos.*

*7 Cuando la impermeabilización se haga por el interior, deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección.*

#### **5.1.1.3 Condiciones del revestimiento hidrófugo de mortero**

*1 El paramento donde se va aplicar el revestimiento debe estar limpio.*

*2 Deben aplicarse al menos cuatro capas de revestimiento de espesor uniforme y el espesor total no debe ser mayor que 2 cm.*

*3 No debe aplicarse el revestimiento cuando la temperatura ambiente sea menor que 0°C ni cuando se prevea un descenso de la misma por debajo de dicho valor en las 24 horas posteriores a su aplicación.*

4 En los encuentros deben solaparse las capas del revestimiento al menos 25 cm.

#### **5.1.1.4 Condiciones de los productos líquidos de impermeabilización**

##### **5.1.1.4.1 Revestimientos sintéticos de resinas**

1 Las fisuras grandes deben cajearse mediante rozas de 2 cm de profundidad y deben rellenarse éstas con mortero pobre.

2 Las coqueras y las grietas deben rellenarse con masillas especiales compatibles con la resina.

3 Antes de la aplicación de la imprimación debe limpiarse el paramento del muro.

4 No debe aplicarse el revestimiento cuando la temperatura sea menor que 5°C o mayor que 35°C.

Salvo que en las especificaciones de aplicación se fijen otros límites.

5 El espesor de la capa de resina debe estar comprendido entre 300 y 500 de tal forma que cubran una banda a partir del encuentro de 10 cm de anchura como mínimo  $\mu\text{m}$ .

6 Cuando existan fisuras de espesor comprendido entre 100 y 250  $\mu\text{m}$  debe aplicarse una imprimación en torno a la fisura. Luego debe aplicarse una capa de resina a lo largo de toda la fisura, en un ancho mayor que 12 cm y de un espesor que no sea mayor que 50  $\mu\text{m}$ . Finalmente deben aplicarse tres manos consecutivas, en intervalos de seis horas como mínimo, hasta alcanzar un espesor total que no sea mayor que 1 mm.

7 Cuando el revestimiento esté elaborado a partir de poliuretano y esté total o parcialmente expuesto a la intemperie debe cubrirse con una capa adecuada para protegerlo de las radiaciones ultravioleta.

##### **5.1.1.4.2 Polímeros Acrílicos**

1 El soporte debe estar seco, sin restos de grasa y limpio.

2 El revestimiento debe aplicarse en capas sucesivas cada 12 horas aproximadamente. El espesor no debe ser mayor que 100  $\mu\text{m}$ .

##### **5.1.1.4.3 Caucho acrílico y resinas acrílicas**

1 El soporte debe estar seco y exento de polvo, suciedad y lechadas superficiales.

##### **5.1.1.5 Condiciones del sellado de juntas**

#### **5.1.1.5.1 Masillas a base de poliuretano**

1 En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para limitar la profundidad.

2 La junta debe tener como mínimo una profundidad de 8 mm.

3 La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.

#### **5.1.1.5.2 Masillas a base de siliconas**

1 En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.

#### **5.1.1.5.3 Masillas a base de resinas acrílicas**

1 Si el soporte es poroso y está excesivamente seco deben humedecerse ligeramente los bordes de la junta.

2 En juntas mayores de 5 mm debe colocarse un relleno de un material no adherente a la masilla para obtener la sección adecuada.

3 La junta debe tener como mínimo una profundidad de 10 mm.

4 La anchura máxima de la junta no debe ser mayor que 25 mm.

#### **5.1.1.5.4 Masillas asfálticas**

1 Deben aplicarse directamente en frío sobre las juntas.

#### **5.1.1.6 Condiciones de los sistemas de drenaje**

1 El tubo drenante debe rodearse de una capa de árido y ésta, a su vez, envolverse totalmente con una lámina filtrante.

2 Si el árido es de aluvión el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 1,5 veces el diámetro del dren.

3 Si el árido es de machaqueo el espesor mínimo del recubrimiento de la capa de árido que envuelve el tubo drenante debe ser, en cualquier punto, como mínimo 3 veces el diámetro del dren.

### **5.1.2 Suelos**

#### **5.1.2.1 Condiciones de los pasatubos**

1 Los pasatubos deben ser flexibles para absorber los movimientos previstos y estancos.

### **5.1.2.2 Condiciones de las láminas impermeabilizantes**

1 Las láminas deben aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

2 Las láminas deben aplicarse cuando el suelo esté suficientemente seco de acuerdo con las correspondientes especificaciones de aplicación.

3 Las láminas deben aplicarse de tal forma que no entren en contacto materiales incompatibles químicamente.

4 Deben respetarse en las uniones de las láminas los solapos mínimos prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

5 La superficie donde va a aplicarse la impermeabilización no debe presentar algún tipo de resaltos de materiales que puedan suponer un riesgo de punzonamiento.

6 Deben aplicarse imprimaciones sobre los hormigones de regulación o limpieza y las cimentaciones en el caso de aplicar láminas adheridas y en el perímetro de fijación en el caso de aplicar láminas no adheridas.

7 En la aplicación de las láminas impermeabilizantes deben colocarse bandas de refuerzo en los cambios de dirección.

### **5.1.2.3 Condiciones de las arquetas**

1 Deben sellarse todas las tapas de arquetas al propio marco mediante bandas de caucho o similares que permitan el registro.

### **5.1.2.4 Condiciones del hormigón de limpieza**

1 El terreno inferior de las soleras y placas drenadas debe compactarse y tener como mínimo una pendiente del 1%.

2 Cuando deba colocarse una lamina impermeabilizante sobre el hormigón de limpieza del suelo o de la cimentación, la superficie de dicho hormigón debe allanarse.

## **5.2 Control de la ejecución**

1 El control de la ejecución de las obras se realizará de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anejos y modificaciones autorizados por el director de obra y las instrucciones del director de la ejecución de la obra, conforme a lo indicado en el artículo 7.3 de la parte I del CTE y demás normativa vigente de aplicación.

*2 Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles y con la frecuencia de los mismos establecida en el pliego de condiciones del proyecto.*

*3 Cualquier modificación que pueda introducirse durante la ejecución de la obra quedará en la documentación de la obra ejecutada sin que en ningún caso dejen de cumplirse las condiciones mínimas señaladas en este Documento Básico.*

### **5.3 Control de la obra terminada**

*1 En el control se seguirán los criterios indicados en el artículo 7.4 de la parte I del CTE. En esta sección del DB no se prescriben pruebas finales.*

## **6 Mantenimiento y conservación**

*1 Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 6.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.*

### **Operaciones de mantenimiento**

#### **Operación y Periodicidad**

##### **Muros**

*Comprobación del correcto funcionamiento de los canales y bajantes de evacuación de los muros parcialmente estancos **1 año***

*Comprobación de que las aberturas de ventilación de la cámara de los muros parcialmente estancos no están obstruidas **1 año***

*Comprobación del estado de la impermeabilización interior **1 año***

##### **Suelos**

*Comprobación del estado de limpieza de la red de drenaje y de evacuación **1 año***

*Limpieza de las arquetas **1 año***

*Comprobación del estado de las bombas de achique, incluyendo las de reserva, si hubiera sido necesaria su implantación para poder garantizar el drenaje **1 año***

*Comprobación de la posible existencia de filtraciones por fisuras y grietas **1 año***

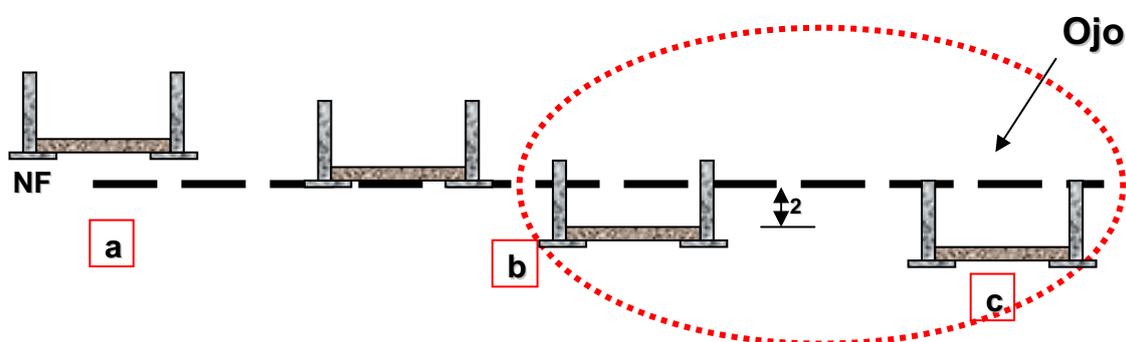
## 3.2.- El sótano y el CTE. Comentarios

### Diseño

### Muros

### Grado de impermeabilidad

El *grado de impermeabilidad* mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua del terreno y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.1 en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno. **Error!**



Croquis 09 Nivel freático y ubicaciones del sótano

La presencia de agua se considera

a) baja cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra por encima del nivel freático

b) media cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a la misma profundidad que el nivel freático o a menos de dos metros por debajo

c) alta cuando la cara inferior del suelo en contacto con el terreno se encuentra a dos o más metros por debajo del nivel freático.

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$KS \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < KS < 10^{-2}$ cm/s	$KS \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

### Condiciones de las *soluciones constructivas*

Las condiciones exigidas a cada *solución constructiva*, en función del tipo de muro, del tipo de impermeabilización y del *grado de impermeabilidad*, se obtienen en la tabla 2.2. Las casillas sombreadas se refieren a soluciones que no se consideran aceptables y la casilla en blanco a una solución a la que no se le exige ninguna condición para los grados de impermeabilidad correspondientes.

A continuación se describen las condiciones agrupadas en bloques homogéneos.

#### C) Constitución del muro:

C1 Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormi-gón hidrófugo.

C2 Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormi-gón de consistencia fluida.

C3 Cuando el muro sea de fábrica deben utilizarse bloques o ladrillos hidrofugados y mortero hidrófugo.

Tabla 2.2 Condiciones de las soluciones de muro

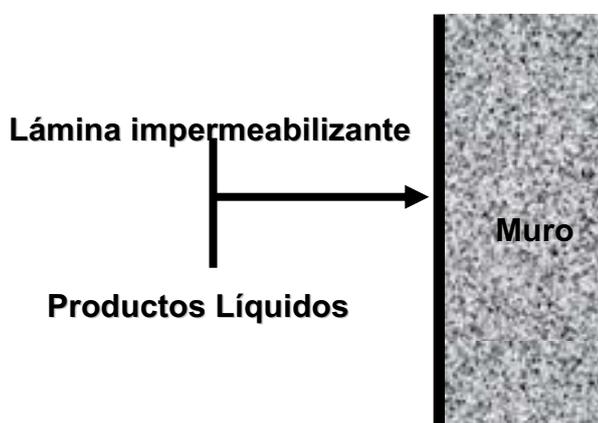
	Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla		
	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco
≤1	I2+D1+D5	I2+3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	
≤2	C3+I1+D1+D3 <sup>(a)</sup>	I1+3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤3	C3+I1+D1+D3 <sup>(a)</sup>	I1+3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 <sup>(a)</sup>	I1+3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤4		I1+3+D1+D3	D4+V1		I1+3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤5		I1+3+D1+D2+D3 <sup>(b)</sup>	D4+V1 <sup>(b)</sup>		I1+3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

<sup>(1)</sup> Solución no aceptable para más de un sótano.

<sup>(2)</sup> Solución no aceptable para más de dos sótanos.

<sup>(a)</sup> Solución no aceptable para más de tres sótanos.

#### C1 + C3 esto no se puede ejecutar al mismo tiempo



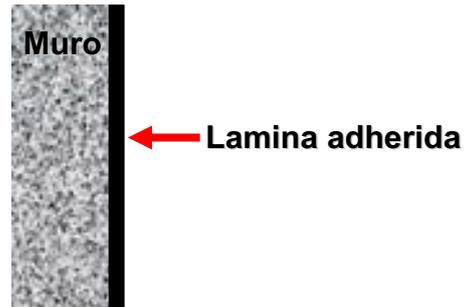
Croquis 10 Impermeabilización exterior

#### I) Impermeabilización

I1 La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster. En los muros pantalla construidos con excavación

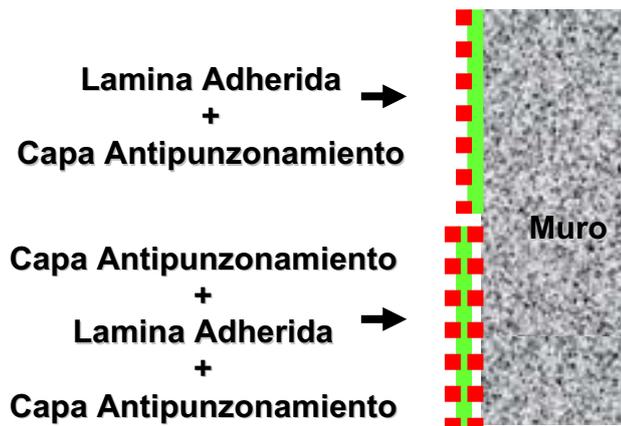
la impermeabilización se consigue mediante la utilización de lodos Bentónicos.

Si se impermeabiliza interiormente con lámina ésta debe ser adherida.



Croquis 11 Impermeabilización interior

Si se impermeabiliza exteriormente con lámina, cuando ésta sea adherida debe colocarse una *capa antipunzonamiento* en su cara exterior y cuando sea no adherida debe colocarse una *capa antipunzonamiento* en cada una de sus caras. En ambos casos, si se dispone una lámina drenante puede suprimirse la *capa antipunzonamiento* exterior.



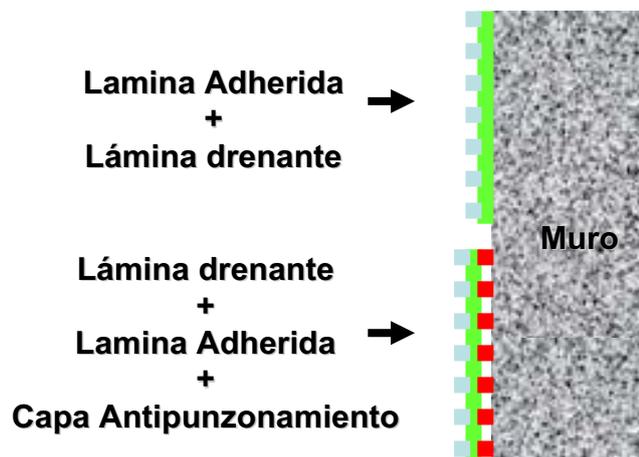
Croquis 12 Tratamientos exteriores

Si se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas debe colocarse una capa protectora en su cara exterior salvo que se coloque una lámina drenante en contacto directo con la impermeabilización. La capa protectora puede estar constituida por un *geotextil* o por mortero reforzado con una armadura.

Si se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas debe colocarse una capa protectora en su cara exterior salvo que se coloque una lámina drenante en contacto directo con la impermeabilización. La capa protectora puede estar constituida por un *geotextil* o por mortero reforzado con una armadura.

La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1. En muros pantalla contruidos con excavación, la impermeabilización se consigue mediante la utilización de **Lo-dos Bentoníticos (ojo)**

12 La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1. En muros pantalla contruidos con excavación, la impermeabilización se consigue mediante la utilización de **Lo-dos Bentoníticos (ojo)**



Croquis 13 Tratamientos exteriores

El **lodo bentonítico** es una mezcla de bentonita con agua.

La bentonita es un tipo de arcilla con un alto límite líquido. Esto implica que a pesar de que se le añada mucha agua, la mezcla no pierde estabilidad o consistencia.

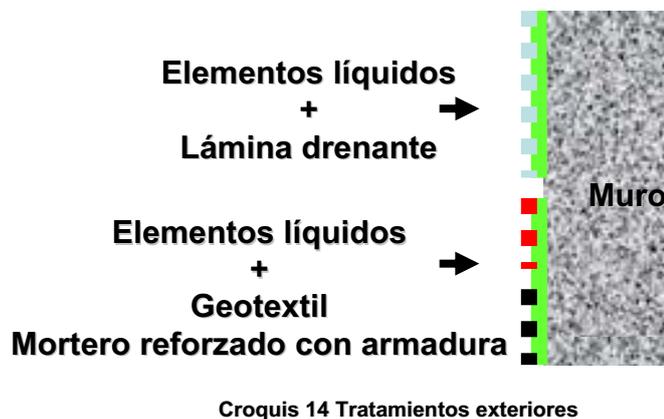
Los lodos bentoníticos tienen una propiedad muy importante que los hace muy útiles en construcción: cuando un lodo bentonítico es amasado sin que se produzca variación de agua, pierde resistencia, comportándose como un fluido. Sin embargo, vuelve a adquirir esta resistencia una vez que entra en reposo.

### Aplicaciones de lodo bentonítico

La principal aplicación de lodo bentonítico está vinculada a las excavaciones.

Cuando se está excavando una zanja (perforación en terrenos de baja consistencia y posible desprendimiento, normalmente para la ejecución de muros o pilotes), el lodo bentonítico evita que se produzcan desprendimientos en la misma. Esto sucede en la ejecución de los muros pantalla.

Durante la excavación de la zanja, el lodo va llenándola: al estar en continuo movimiento, tiene poca consistencia, y se comporta como un fluido.



Sin embargo, cuando se deja de remover, la viscosidad de los lodos bentoníticos aumenta, adquiriendo la resistencia necesaria como para evitar que las paredes

de la excavación caigan, quedando constreñidas.

Además, en terrenos flojos en los que se producirían desprendimientos, los lodos bentoníticos se introducen por los poros del terreno, lo cual confiere a las paredes de la excavación una mayor cohesión.

Cuando el lodo bentonítico se emplea en excavaciones, suele servir para extraer los detritus del terreno.

Esto se consigue recirculándolo constantemente, mediante lo cual se realiza una limpieza del mismo al eliminar los restos de detritus que contenga al extraerlo de la zanja.

13 Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo

sin revestir, una hoja de cartón-yeso sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.

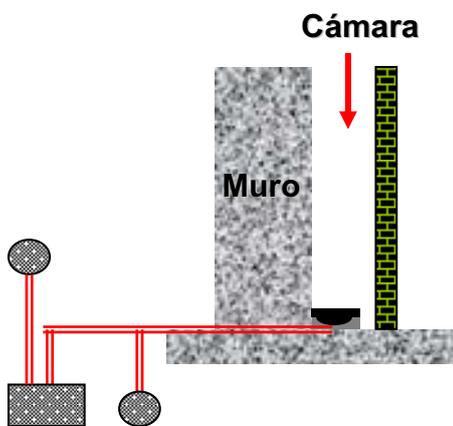


Croquis 15 Instalación de pozos y bombas

remate superior de la lámina debe protegerse de la entrada de agua procedente de las precipitaciones y de las escorrentías.

D2 Debe disponerse en la proximidad del muro un pozo drenante cada 50 m como máximo.

El pozo debe tener un diámetro interior igual o mayor que 0,7 y debe disponer de una capa filtrante que impida el arrastre de finos y de

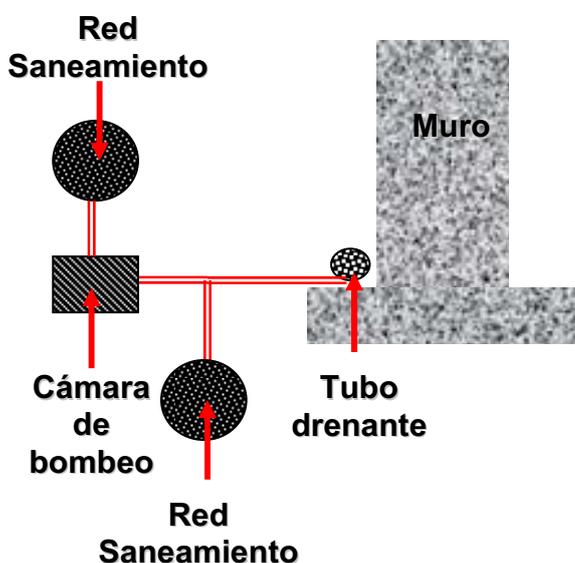


Croquis 17 Instalación de cámara bufa

#### D) Drenaje y evacuación:

D1 Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.

Cuando la capa drenante sea una lámina, el



Croquis 16 Instalación para evacuación de agua por drenante

dos bombas de achique para evacuar el agua a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

D3 Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

D4 Deben construirse canaletas de recogida de agua en la cámara del muro conectadas a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y, cuando dicha conexión esté situada por encima de las canaletas, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

D5 Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

# **Capítulo 4**

## **Actuaciones en la fase de proyecto**

## 4.1.- Generalidades

Lo ideal en este campo es que podamos en proyecto definir todo lo que debemos abordar para no tener que posteriormente y al poco tiempo entrar en el denominado campo de las reparaciones.

Como anteriormente hemos definido las partes de un sótano que vamos a abordar para conseguir esa impermeabilidad, nos centraremos básicamente:

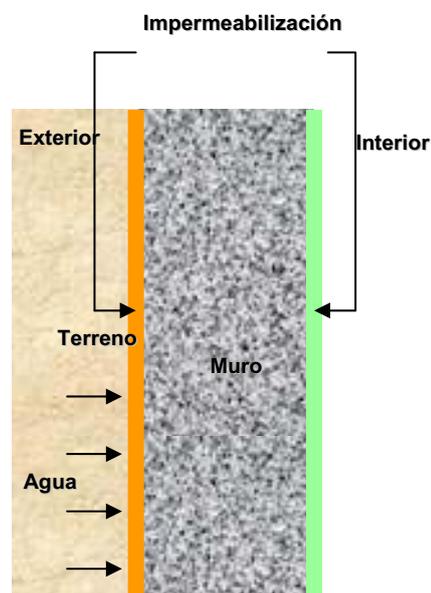
- En obtener un hormigón impermeable
- Unas juntas estancas

Basándonos en esos dos apartados obtendremos un sótano en las debidas condiciones, por lo que se podrá dedicar, a:

- Vivienda
- Almacén
- Aparcamiento
- Trastero
- Etc.

Sin tener problemas en cada uno de esos campos.

Nos queda otro campo, aquel en el que una vez terminada la obra actuamos sobre los muros exteriores, que también se abordará, pero que en muchos casos es imposible dada la configuración del terreno y la ubicación de la obra.



Pág. 18 Actuaciones teóricas para impermeabilizar muros enterrados

## 4.2.- Tratamiento de las juntas

Adecuados para conseguir una correcta impermeabilidad de las juntas

Tratar de conseguir que por las mismas no trasiego el agua hacia el interior del edificio, en la parte de los sótanos que es de lo que se está tratando.

Lo que es indudable es que existen de varios tipos diferentes, pero lo que deberemos adecuar a estos materiales es una mano de obra acorde a los objetivos a alcanzar.

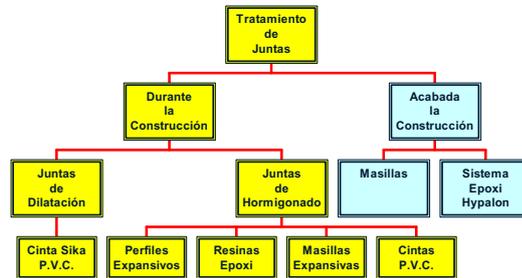


Fig. 20 Sistemas generales de tratamiento de juntas



Fig. 22 Cintas de PVC

Cuando se vaya a diseñar un tratamiento para impermeabilizar juntas, hay que tener presente una clasificación:

- Juntas con movimiento
- Juntas sin movimiento

En base a esta clasificación, en el caso de juntas con movimiento la solución pasará por elegir un sistema elástico que acompañe los correspondientes movimientos de la junta y en el caso de juntas sin movimiento se podrá adoptar una solución basada en elementos elásticos o rígidos, ya que en ningún caso tendrán que absorber movimientos dada la inexistencia de los mismos.



Fig. 23 Perfiles expansivos

Los sistemas básicos de tratamientos de juntas, durante el proceso de ejecución son:

Cintas de PVC (sistema para juntas con movimiento o juntas sin movimiento, debidamente definido el empleo del correspondiente tipo de Cinta de PVC para cada caso por los correspondientes fabricantes)

Resinas epoxi (sistema para juntas sin movimiento, debidamente definido el empleo del correspondiente tipo de resina para cada caso por los correspondientes fabricantes)

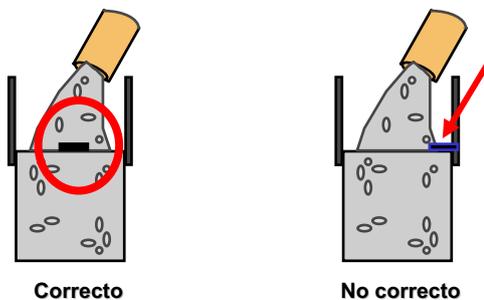
Perfiles expansivos (sistema para juntas sin movimiento, debidamente definido el empleo del correspondiente tipo de perfil para cada caso por los correspondientes fabricantes)

Masillas expansivas (sistema para juntas sin movimiento, debidamente definido el empleo del correspondiente tipo para cada caso por los correspondientes fabricantes)

Como los casos de: perfil expansivo, masilla expansiva y resina epoxi, son sistemas muy conocidos, no haremos mas hincapié en ellos y nos centraremos básicamente en el uso y empleo de las Cintas de PVC.



Fig. 24 Masillas expansivas



Croquis 21 Colocación del perfil expansivo

La única consideración a tener presente, es que en el CTE, se dice que los perfiles expansivos se colocaran al borde de la junta, para obturar la misma, en este caso la solución no es en absoluto correcta sino que el perfil para que cumpla su misión deberá colocarse en el centro de la junta

Por lo que se refiere a las resinas epoxi para el tratamiento de juntas sin movimiento, deberá tenerse muy presente su tiempo de vida, ya que están especialmente diseñadas para unir hormigones endurecidos con hormigones frescos (unión de solera con muro) y en el momento de la colocación del hormigón nuevo la resina deberá no estar endurecida, es decir al pasar la mano por esa zona deberá manchar.

Tratamiento mediante adhesivo a base de resinas epoxi, de dos componentes

### Usos

- Unión de hormigones endurecidos con frescos y en juntas de hormigonado, proporcionando uniones con resistencias mecánicas superiores a las del propio hormigón.

- Como capa de adherencia para todos los morteros de resinas epoxi sobre soportes lisos de hormigón o mortero.

### **Características/Ventajas**

■ Posee muy buena adherencia sobre la mayoría de los soportes: hormigón, mortero, piedra, ladrillo, fibrocemento, aceros y metales, cristal y materiales sintéticos.

- Es impermeable a los líquidos y al vapor de agua.
- Endurece sin retracción.
- No le afecta la humedad.
- Gran eficacia incluso sobre superficies húmedas.
- Trabajable a bajas temperaturas.
- Alta resistencia a tracción.

### **Preparación del Soporte**

El soporte deberá estar limpio, sin agua estancada, exento de grasas y aceites, de partes mal adheridas, lechadas superficiales y restos de otros oficios.

### **Limitaciones**

El hormigón fresco debe colocarse mientras la resina de unión esté pegajosa; como prueba, se puede detectar si el puente de adherencia se encuentra en buenas condiciones, pasando la mano sobre la resina epoxi y esta deberá mantener una pegajosidad.

#### 4.2.1.- Cintas de PVC

##### Definiciones y características generales de las Cintas de PVC

##### Descripción

Las cintas de PVC están constituidas por un material flexible, termoplástico, a base de policloruro de vinilo (PVC), con diferentes secciones y dimensiones según las solicitaciones que deban satisfacer.

##### Datos técnicos

Las especificaciones que deben cumplir las CINTAS de PVC en cuanto a características mecánicas vienen dadas en la tabla adjunta

**Tabla 1**

<b>Ensayos</b>	<b>Valores</b>
Densidad (kg/l)	1,27
Dureza Shore A	70 – 75
Resistencia a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	>130
Alargamiento a rotura	>250%
Temperatura de servicio	de -35% a + 55°C

##### Suministro e identificación

Las Cintas de PVC se suministran en rollos de determinada longitud. A los efectos oportunos se definen los siguientes conceptos.

Partida: es la cantidad de Cinta de PVC recibidas de una misma unidad de transporte.

Lote: es la cantidad de unidades de la misma partida que se someten a recepción en bloque. El tamaño del lote podrá ser fijado por la Dirección de Obra.

Muestra: es la porción de cinta extraída de cada lote y sobre la que se realizarán, si procede, los ensayos pertinentes.

##### Identificación

A la entrega del suministro se entregará un albarán con los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa suministradora
- Fecha de suministro
- Identificación y vehículo que lo entrega
- Cantidad que se suministra
- Denominación del material

- Nombre y dirección del comprador y destino
- Referencia del pedido.

### **Toma de muestra y ensayos de recepción**

Los ensayos de recepción de las Cintas de PVC podrán ser obviados siempre y cuando el suministrador garantice el cumplimiento de las especificaciones de producto reflejados en la Hoja Técnica correspondiente y estén en posesión de un sistema de aseguramiento de la calidad de acuerdo con las Normas ISO 9000, pudiendo exigirse una copia de los certificados correspondientes.

### **Toma de muestra**

Las muestras se tomarán en obra por la Dirección de Obra o persona en quien esta delegue, a ser posible a la llegada del suministro.

### **Constitución de la muestra**

Se tomará un rollo, al azar, y de este se cortarán 2 tiras de 0.50 m. Una de ellas se conservará en la obra a efectos de contraste y la otra servirá para los ensayos de recepción.

Cuando no sean preceptivos los ensayos se tomará 1 tira de 0.50 m. a efectos de muestra preventiva y se conservará en la obra

### **Conservación de la muestra**

La muestra deberá conservarse conforme a lo especificado en la Hoja Técnica bajo el epígrafe Almacenamiento, esto es, al resguardo de temperaturas extremadamente altas o bajas.

De la muestra se tomará una fracción para los ensayos, conservando el resto por un período de tiempo no inferior a 2 meses desde la notificación de los ensayos.

### **Métodos de ensayo**

Cuando haya sido ordenado efectuar los ensayos de recepción, se efectuarán conforme al siguiente detalle:

---

- Densidad, según UNE 53.020 1R/73 Materiales plásticos. Determinación de la densidad y de la densidad relativa de los materiales plásticos no celulares. Métodos de ensayo.

---

---

- Dureza Shore A, según UNE 53.130 1R/91 Plásticos. Determinación de la dureza Shore A y D de los materiales plásticos y elastómeros vulcanizados.

---

---

- Resistencia a tracción, según UNE 53.510 2R/85 Elastómeros. Determinación de las propiedades en tracción.

---

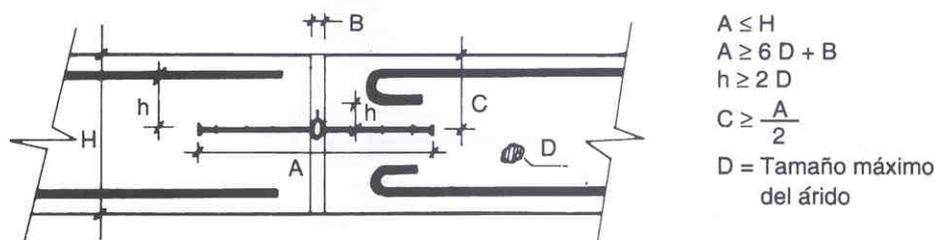
- Alargamiento a la rotura, según UNE 53.510 2R/85 Elastómeros. Determinación de las propiedades en tracción.

---

## Técnica de puesta en obra de las Cintas de PVC

### Diseño correcto

Como norma general el proyecto deberá definir el tipo de Cinta de PVC y su localización, teniendo en cuenta el espesor del hormigón, que será el factor más decisivo. La disposición de las armaduras se diseñará de forma que no interfiera en la colocación de la cinta. Es además necesario estudiar detenidamente los posibles entrecruzamientos, los



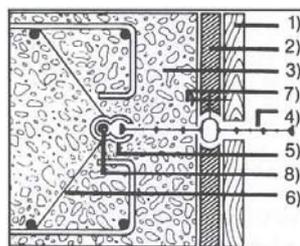
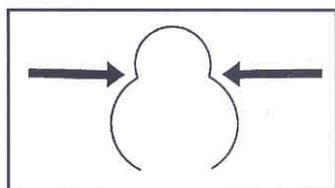
Croquis 22 Diseño de colocación de cintas de PVC

radios de curvatura, etc. al objeto de prever las necesidades de piezas especiales.

### Fijación a las armaduras adyacentes

Las Cintas de PVC se fijan a las armaduras, por medio de unas grapas especiales colocadas, con ayuda de unos alicates, en las pestañas de los extremos de las Cintas de PVC.

Estas grapas se colocan en intervalos de 20 a 50 cm., tienen 30 mm. de ancho y en ellas pueden introducirse redondos de hasta 13 mm. de diámetro.



Croquis 23 Sistema de sujeción de la cinta de PVC mediante grapas

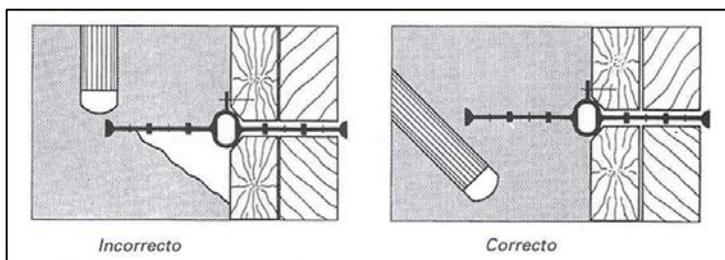
Opcionalmente pueden utilizarse alambres que se pasarán por las grapas y quedarán fijados al encofrado.

## Puesta en obra del hormigón

La Cinta de PVC cumplirá su función solamente si está perfectamente embebida en el hormigón. Durante la puesta en obra se prestará especial atención al vibrado en las proximidades de la cinta, evitando la formación de nidos de grava en su entorno.

## Vibración del hormigón

En el vertido del hormigón y su posterior periodo de vibrado, se debe poner especial cuidado en



Croquis 24 Esquema de vibración en la zona de ubicación de las cintas de PVC

la ubicación correcta del vibrador, para evitar que suceda lo que se presenta en la figura adjunta.

## Soldadura de Cintas

Cuando el tamaño (longitud de la Cinta de PVC suministrada en rollos) sea inferior a la longitud de la Cinta PVC a colocar (longitud de la junta 60 m. y del rollo suministrado 10 m.), se tendrán que unir varios rollos o trozos de Cinta de PVC y al estar confeccionadas con un material termoplástico

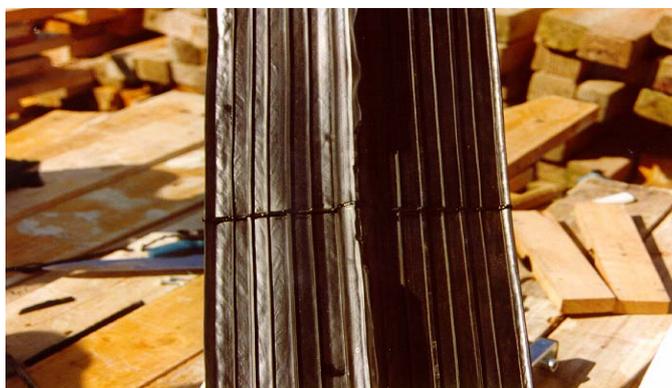


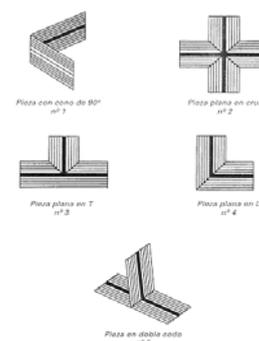
Fig.25 Cinta de PVC soldada correctamente

estas uniones deberán hacerse **OBLIGATORIAMENTE** con soldadura térmica sin ningún aporte de material.

El único sistema de unión válido para las Cintas de PVC, es el de soldadura térmica, no siendo válido cualquier otro sistema como el de pegado de las mismas.

## Piezas especiales

Con el fin de obtener la máxima seguridad de estanqueidad las piezas especiales se



Croquis 25 Diversas piezas especiales de Cinta de PVC

realizarán en taller, a partir de croquis acotado.

Algunas de las piezas especiales normalizadas son las que se presentan en la figura adjunta.

Las piezas se suministran con una longitud libre de alas de 50 cm. para que en obra se puedan soldar correctamente. Hay que tener presente que las piezas especiales no se pueden ejecutar con la debida garantía de buen funcionamiento en obra.

Las únicas soldaduras que se pueden ejecutar en obra son esas soldaduras RECTAS y no el resto de las (piezas especiales)



**Fig. 26 Cinta mal colocada**

Lo que se deberá tener muy presente para que este sistema de tratamiento de juntas, se deberá cumplir:

- que el sistema de unión de las Cintas de PVC sea adecuado (soldadura)
- que las piezas especiales sean las idóneas.
- Que la colocación de la Cinta de PVC sea correcta

En la figura adjunta se puede observar que la Cinta de PVC no se ha colocado adecuadamente, por lo que no cumple su misión de obturar la junta al paso del agua.

## 4.3.- Tratamiento del hormigón

### Impermeabilidad al agua

Partamos de unas ideas generales, pero reales; el hormigón se dice que es impermeable, esa no es la realidad sino que para obtener esa impermeabilidad se necesita el empleo de aditivos.

En el hormigón para hidratar el cemento se necesita una relación agua/cemento entre 0,18 y 0,22 como se está trabajando con unas relaciones muy superiores, toda el agua que no se combina químicamente con el cemento, tiende a evaporarse, por lo que va creando una red capilar mas o menos importante, por lo que se produce el paso del agua por la misma, bien entrando (sótanos) o bien saliendo (depósitos de agua), de lo que se desprende la máxima de trabajar con un hormigón relación agua/cemento lo mas baja posible.

Pero por otro lado, siempre existirá una cantidad de agua evaporable, como hemos dicho con anterioridad que no se combina químicamente con el cemento, por lo que se debe acudir obturar esos poros que quedan

### Solicitaciones debidas al agua

Un hormigón, no fisurado, es impermeable al agua, cuando la cantidad de agua filtrada ( $q_w$ ) es menor que la cantidad mínima de agua evaporable ( $q_d$ ) en la superficie exterior.

Condiciones que deben satisfacerse para la impermeabilidad al agua:

$q_w < q_d$  (expresada en gramos por  $m^2$  y hora)

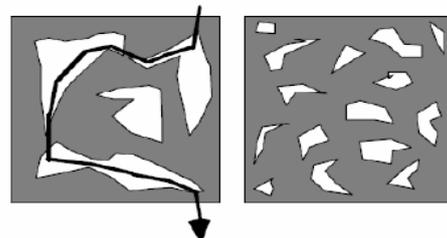
$q_w$ : depende de la absorción capilar del hormigón

$q_d$ : depende de

- temperatura ambiente
- humedad relativa
- intensidad del viento

### Clasificación

Un hormigón impermeable al agua viene definido por el valor  $q_w=10-12$  gr/ $m^2$  hora para elementos de 25 cm de espesor.



Croquis 26 Poros interconectados y aislados

### Hormigón de alta impermeabilidad

El hormigón no fisurado, amasado a partir de áridos densos, debe ser absolutamente estanco a los líquidos y a los gases.

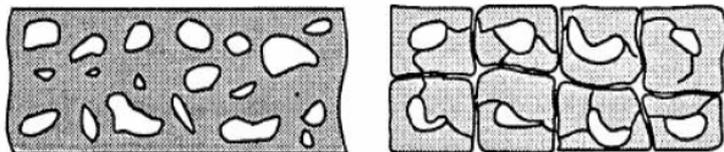
Las medidas que deben tomarse son las mismas para los dos fluidos.

El objetivo principal es reducir la porosidad capilar.

### Poros capilares

Estos poros, de un  $\varnothing$  de 1/5 a 1/5000 mm. están unidos entre si.

Se trata de cavidades producidas por el exceso de agua. Por consiguiente, son verdaderos "conductos" susceptibles de llevar los líquidos y los gases al mismo corazón del hormigón.



Croquis 27 Material poroso impermeable y poroso permeable

Según Weigler/Karl, el contenido de aire en un hormigón P 300/0 - 32 se eleva a:

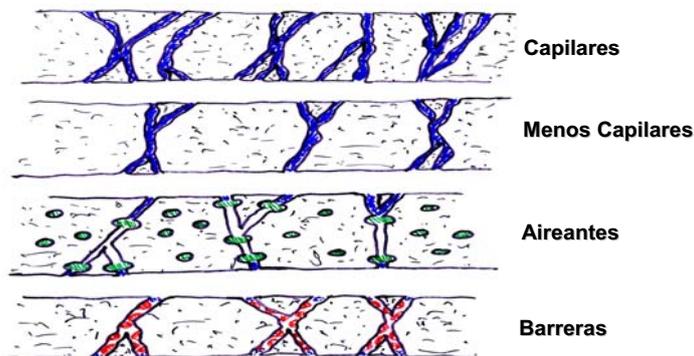
Edad del hormigón	a/c = 0,50	a/c = 0,40
7 días	aprox. 8 %	aprox. 6 %
28 días	aprox. 6 %	aprox. 4 %
1 año	aprox. 5 %	aprox. 2 %

### Medidas

#### Reducción de la porosidad capilar

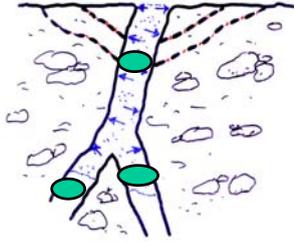
- para una reducción del factor a/c se emplearan básicamente o aditivos plastificantes o superplastificantes, con los que se puede bajar adecuadamente esa relación, llegando en el caso de los aditivos superplastificantes de ultima generación, a una reducción del 40%
- por una obturación suplementaria de los poros mediante una sustancia puzolánica reactiva, en el mercado existen aditivos diseñados que cumplen a perfección esta misión.

Estos aditivos, su efecto se basa en una reacción química (una parte del aditivo reacciona con una parte del cemento y forma unos nódulos que se depositan en la red capilar existente y obturándola).



Croquis 28 Tratamiento del hormigón para obtener una impermeabilidad del mismo

Otro tipo de aditivos que pueden cumplir esta misión son aquellos que crean unas microburbujas de aire, que obturan igualmente esa red capilar.



**Croquis 29 Hormigón aditivado con obturación de la red capilar**

Como resumen final de este apartado, para obtener un hormigón impermeable deberemos acudir al empleo de un aditivo, pero eso no basta, ya que el hormigón deberá estar adecuadamente diseñado y posteriormente su colocación (vertido, vibrado, desencofrado y curado) deberá realizarse en las debidas condiciones.

## 4.4.- Tratamiento de muros enterrados

Los productos que se componen a base de emulsión bituminosa de carácter aniónico, se presentan listos para su empleo, como tratamiento de protección en muros enterrados.

Presentan buena adherencia sobre soportes tipo: mortero, hormigón, madera, aglomerados, mampostería, etc.

En función de la calidad de la protección y exigencias mecánicas del sistema se procederá a la elección de producto.

### Campos de aplicación

Los revestimientos protectores a aplicar a base de emulsión bituminosa de carácter aniónico no serán considerados como **Sistema Principal de Impermeabilización**, aunque actúen por naturaleza como revestimientos impermeables.

### Entorno del soporte

Las disposiciones definidas sólo son válidas en las condiciones siguientes:

- Los muros y cimentaciones deben estar concebidos de tal forma que, bajo la acción de las avenidas de agua, no exista riesgo de que se produzcan asentamientos diferenciales que provoquen fisuras perjudiciales para la obra y más concretamente para la estanqueidad de la pared exterior del edificio.

- Cuando el terreno esté bañado por una capa freática el tratamiento de protección se realizará en una altura de al menos 50 cm por encima del nivel freático máximo.

- No puede haber acumulación, durante un tiempo prolongado, de agua a lo largo de los muros periféricos.

De modo general, se excluyen los soportes fisurados, sea cual sea la causa de las fisuraciones.

### Preparación del soporte. Condiciones exigibles al mismo

#### Edad del hormigón

Los soportes de hormigón tendrán una edad mínima de 10 días.

## **Auscultación del soporte**

Previamente a cualquier tratamiento se efectuará una auscultación de toda la superficie a proteger con el fin de determinar si los soportes cumplen las condiciones requeridas.

Estos controles pueden ser:

Pasando la mano sobre el soporte comprobar la existencia de polvo u otras partículas sueltas.

- Golpeando la superficie del soporte con un martillo u otro objeto contundente, se puede detectar la existencia de zonas huecas o mal adheridas

- Con un destornillador, cuchillo o cualquier objeto punzante es posible determinar la cohesión del hormigón, así como las zonas blandas o degradadas que se rayan con relativa facilidad

- Mojando con agua el soporte se comprobará la existencia de restos de desencofrante, pinturas de silicona u otros productos que den lugar a la formación de "perlas" o gotas de agua en la superficie.

En el caso de que se hubiera empleado para la limpieza un tratamiento con ácido, se comprobará mediante papel tornasol u otro indicador de pH la no existencia de restos del ácido utilizado.

## **Humedad y temperatura del soporte**

La temperatura del soporte durante la aplicación estará comprendida entre los +5°C y +30°C.

Se pueden aplicar sobre superficies secas o húmedas pero no encharcadas o rezumando agua. Es conveniente humedecer previamente con agua los soportes muy absorbentes o porosos, si el tiempo es caluroso o si están expuestos a la acción del viento y el sol, para evitar que el agua de la emulsión sea absorbida o evaporada rápidamente, lo que originaría cuarteamiento de la película.

En cualquier caso, es necesario tomar todas las medidas posibles para evitar la formación de condensaciones.

## **Trabajos preliminares**

Las zonas huecas o mal adheridas serán repicadas preferiblemente mediante medios mecánicos hasta que el soporte reúna las condiciones idóneas en cuanto a rugosidad y cohesión para garantizar la adherencia del revestimiento.

### **Limpieza del soporte**

La limpieza de todo el soporte que vaya posteriormente a servir de base para el tratamiento de impermeabilización se realizará mediante cualquiera de los sistemas conocidos

### **Regeneración del hormigón**

Todos aquellos huecos que tengamos procedentes del propio hormigón, del repicado o de la limpieza se rellenarán mediante los morteros adecuados a los fines buscados, hasta que las superficies presenten unas irregularidades inferiores a 3 mm.

### **Puntos singulares**

#### **Juntas de unión**

Las juntas de unión se tratarán previamente con la banda de asfalto de aplicación en frío, previa colocación de un fondo de junta

#### **Juntas de dilatación**

En función de los condicionamientos del sistema y de las necesidades de estanqueidad se procederá al sellado de las juntas de dilatación.

### **Ejecución manual**

La aplicación de todos los productos se hará utilizando herramientas tradicionales: brocha o rodillo.

### **Ejecución mecánica**

Cuando las superficies a tratar sean considerables se pueden utilizar medios mecánicos por proyección

### **Drenaje y protección del revestimiento**

El revestimiento realizado con las pinturas bituminosas puede ser dañado cuando se realice el relleno de tierras o por grietas que se produzcan en el soporte. Por eso es conveniente la protección del mismo.

La protección se deberá hacer con una lámina drenante. La colocación de la misma se hará extendiendo los rollos con los nódulos contra el soporte a proteger y fijado mediante clavos.

Si además de proteger se quiere drenar el agua que se pueda acumular contra el muro se deberá colocar una lámina con geotextil incorporado.

### **Relleno de tierras**

Una vez efectuado todo el sistema de protección, se procederá al relleno con tierras del muro, tomando las medidas de seguridad correspondientes.

### **Condiciones atmosféricas**

La temperatura ambiente estará comprendida entre +5°C y +40°C.

No se deben aplicar en tiempo lluvioso, porque el agua de lluvia puede lavar la emulsión, perjudicando a la cohesión interna de los productos.

El secado por evaporación del agua sólo podrá realizarse cuando la humedad relativa del aire no sobrepase índices del 85%.

En el caso de que el revestimiento no hubiera secado normalmente (tormenta fuerte, avenida de gran cantidad de agua), será necesario eliminarlo completamente lavando con agua a alta presión y realizar a continuación una nueva aplicación.



# **Capítulo 5**

## **Daños en muros por humedades**

## Introducción

Ya hemos comentado que lo que vamos a tratar es la impermeabilización de los sótanos, por lo que deberemos plantearlos cuales son los posibles puntos de entrada del agua.

Cuando estemos hablando de sótanos (hormigón), solamente el agua puede penetrar en el mismo, por:

- **1.- Fallos en el hormigón**

En este caso, el problema entrada de agua, estará originado por una mayor o menor falta de impermeabilidad en el mismo, lo que motivará la afluencia de agua hacia el interior de la edificación, de una forma más o menos generalizada, nos podemos encontrar, desde:

- Caso A: una entrada por toda su superficie (encontrarnos con el típico colador)
- Caso B: una entrada por zonas superficiales muy concretas
- Caso C: una entrada mas o menos fuerte por puntos muy concretos

### **Caso A: una entrada por toda su superficie (encontrarnos con el típico colador)**

Para este caso deberemos acometer una impermeabilización total, de toda la superficie del sótano, no hay que olvidarse que en el mismo existen paramentos verticales (muros) y horizontales (suelos, soleras) y que el trabajo deberá tener una altura 70 cm. mas alta que la mancha de humedad existente; lo que se denomina tratamiento integral.

### **Caso B: una entrada por zonas superficiales muy concretas**

Se procederá a realizar el tratamiento de impermeabilización, en esas zonas concretas, tomando un resguardo de seguridad, alrededor de la zona de 50 cm.

### **Caso C: una entrada más o menos fuerte por puntos muy concretos**

En este caso se procederá a realizar las actuaciones oportunas sobre esos puntos concretos y con el resguardo de seguridad de 50 cm.

### **Para los casos B y C**

Lo que se debe tener presente, es que el agua, penetra por la parte **más fácil**, la que no se ha arreglado, por lo que deberemos observar, si el agua penetra por otras zonas. Hay que tener presente que la actuación no termina en ese primer arreglo, de eso se desprende que para tener una certeza total del buen funcionamiento de lo ejecutado, debemos esperar

un cierto tiempo, para poder dictaminar si el tratamiento realizado cumple su misión o no.

- **2.- Fallos en las juntas**

En este apartado, los problemas en las juntas, estarán motivados:

- Caso A: juntas no selladas
- Caso B: juntas selladas con materiales no adecuados
- Caso C: juntas no calculadas (mal ubicadas)

**Caso A: juntas no selladas**

El objetivo, será el sellado adecuado de las mismas

**Caso B: juntas selladas con materiales no adecuados**

Se procederá a la eliminación de la masilla existente, sustituyéndola por la adecuada

**Caso C: juntas no calculadas (mal ubicadas)**

Realizar el cálculo de las mismas (situación) y su posterior sellado



# **Capítulo 6**

## **Reparación de sótanos**

## 6.1. Introducción

En este apartado de Reparación de Sótanos nos vamos a centrar, en las actuaciones en el mismo encaminadas a dejarlo estanco, es decir, actuaciones de impermeabilización del mismo, no entrando en el apartado de actuaciones de reparación de elementos estructurales del mismo, como pueden ser: **Forjados, Pilares, Jácenas, Muros o Soleras,**

Lo cual implicaría otros aspectos que en un principio no se han contemplado, es decir entraríamos en temas de reparación estructural, los cuales no se han tenido en cuenta en origen.

Esto no quiere decir que por efecto de la penetración del agua en dicho habitáculo, no se produzcan daños mas o menos importantes en esos elementos estructurales, por un proceso de corrosión del armado de los elementos estructurales, que tiene su origen por un lado por la entrada de agua y por otro por la existencia de un grado de humedad muy alto, o por ambos a la vez.



Fig. 26 Daños por corrosión del armado en un sótano

Lo que deberemos tener muy presente es, donde se encuentra el nivel freático del agua existente, respecto al sótano, para poder dictaminar básicamente la procedencia del agua y poder realizar posibles actuaciones.



Fig. 27 Entrada de agua

Pensemos que nos encontramos con el caso, de que penetramos en un sótano, donde existe presencia de agua, pero que su olor es nauseabundo; lo más usual, es que si estamos en una zona habitada (ciudad), esta agua proceda de una rotura de fecales, por lo que si deberemos impermeabilizar, pero de-

berá arreglar esa rotura a quien corresponda.

Por otro lado en el caso de que después una lluvia (no tromba), se aprecie una penetración de agua o unas humedades (manchas), puede tener su procedencia en fallos en la recogida de pluviales.

Hay una norma de buena ejecución, en el caso de impermeabilización de sótanos: la finalidad de la misma es dejar **totalmente estanco** el sótano de referencia.

Por lo que se refiere a las partes que tiene un sótano desde la óptica de su impermeabilidad, son:

- El hormigón
- Las juntas

dejaremos de lado, como ya se ha dicho anteriormente, todo lo relacionado con cálculo.

Fijándonos, solo en el aspecto impermeabilización, los únicos sitios por donde puede penetrar el agua en un sótano, son los enumerados anteriormente.

En base a estos apartados es donde centraremos todas nuestras indicaciones, ya que nuestra misión es obtener, un elemento (sótano), totalmente estanco.

## **6.2.- Soluciones a adoptar**

El esquema general de actuación, para obtener o conseguir la impermeabilización completa, será:

- Estudio del soporte
- Estudio de la entrada del agua
- Secado del soporte
- Tratamiento de las juntas
- Tratamiento de impermeabilización

Vamos a analizar cada uno de estos apartados.

## 6.2.1.- Estudio del soporte

Se procederá a estudiar el soporte, para poder obtener información de en que condiciones se encuentra el mismo; por lo que procederemos de acuerdo con el esquema siguiente

- Pasando la mano sobre el soporte comprobar la existencia de polvo u otras partículas sueltas.
- Golpeando la superficie del soporte con un martillo u otro objeto contundente, se puede detectar la existencia de zonas huecas o mal adheridas.
- Con un destornillador, cuchillo o cualquier objeto punzante es posible determinar la cohesión del hormigón, así como las zonas blandas o degradadas que se rayan con relativa facilidad.
- Mojando con agua el soporte se comprobará la existencia de restos de desencofrante, pinturas de silicona u otros productos que den lugar a la formación de "perlas" o gotas de agua en la superficie.

Posteriormente y de acuerdo con las condiciones del mismo, se procederá a actuar por un lado saneando el mismo y posteriormente sometiéndole a la limpieza adecuada; una vez realizadas estas funciones se procederá regularizar el mismo.

### **Saneado**

Las zonas huecas o mal adheridas serán repicadas preferiblemente mediante medios mecánicos hasta que el soporte reúna las condiciones idóneas en cuanto a rugosidad y cohesión para garantizar la adherencia del revestimiento.

### **Limpieza del soporte**

La limpieza de todo el soporte que vaya posteriormente a servir de base para el tratamiento de impermeabilización se realizará mediante cualquiera de los sistemas que a continuación se indican:

- Agua a alta presión.
- Chorro de arena.
- Chorro de Agua-Arena.

### **Regeneración del hormigón**

Todos aquellos huecos que tengamos procedentes del propio hormigón, del repicado o de la limpieza se rellenarán con morteros

preparados o con morteros aditivados hasta que las superficies presenten unas irregularidades inferiores a 3 mm.

Con estas actuaciones tendremos el soporte preparado para posteriormente actuar sobre el mismo con las debidas garantías, de la perfecta adherencia de los tratamientos posteriores sobre el soporte (sótano).

## 6.2.2.- Estudio de la entrada del agua

Por lo que se refiere a la entrada del agua, en el interior de un sótano, se puede producir de diversas maneras, de las cuales ya se ha comentado anteriormente algunas ideas.

En el caso de enfrentarnos a un problema de esas características, deberemos estudiar, muy cuidadosamente los esquemas generales de entrada del agua, para posteriormente tomar la decisión de los trabajos a realizar de impermeabilización en base a las entradas de agua existentes.

Por otro lado deberemos estudiar, la ubicación del edificio donde está el sótano, ya que en muchos casos nos puede indicar la procedencia del agua y los posibles daños que puede producir; un edificio puede estar exento de construcciones adyacentes al mismo, puede estar ubicado en un terreno a media ladera de un monte, puede estar mas o menos cerca del mar, puede tener (aspecto muy normal) construcciones en tres de sus caras, así como un largo etc.

Al mismo tiempo hay que saber a que profundidad se encuentra el nivel freático existente, para poder dictaminar la altura del tratamiento que se pueda dar o aplicar posteriormente; no es lo mismo estar ubicado al borde del mar, cerca de un río, en el interior de una ciudad, etc.

Estudiar la presión de la entrada del agua, nos es lo mismo un pequeño lagrimeo que unos chorros más o menos importantes de entrada de agua; eso viene indicado por la forma y manera de acercarse el agua al sótano en cuestión.

Se deberá identificar la altura en la que aparece el agua, en todos los muros o elementos de cerramiento, para poder programar los trabajos de impermeabilización a desarrollar posteriormente.

Se deberá realizar un croquis muy pormenorizado, de las entradas de agua.

Deberán identificarse si las entradas de agua se producen por fisuras existentes (roturas del hormigón), por las juntas (tratadas o no tratadas) o por una determinada porosidad.

Con todos estos datos podremos confeccionar un mapa de las entradas de agua, para a continuación y en base a lo encontrado, dictaminar la solución a realizar.

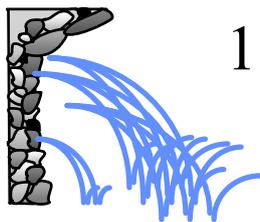
En inicio existía o se aplicaba un sistema (en el caso de entradas puntuales), que consistía, en abrir con un puntero la zona de entrada de agua y posteriormente clavar una estaca de madera seca, que al entrar en contacto con el agua aumentaba de tamaño e impedía el paso del agua en ese punto

## 6.2.3.- Secado del soporte

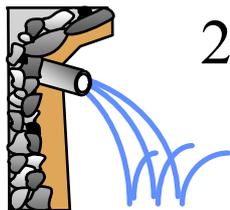
Para poder realizar los trabajos de impermeabilización, puesto que vamos a tratar el sistema de impermeabilización mediante morteros, se necesita que el soporte (hormigón) no tenga entradas de agua.

### Corte de entradas de agua

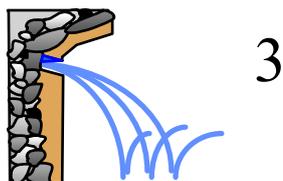
En el caso de vías de agua (chorro de agua) con una presión baja media procederemos de acuerdo con el esquema adjunto:



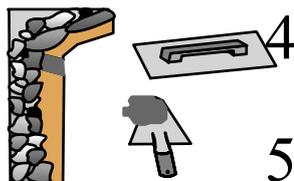
1.- La primera actuación será Identificar, las entradas del agua (por puntos, por toda o parte de la superficie, fuerza de penetración), posteriormente identificaremos las superficies adyacentes a la zona o punto de entrada del agua; a la vista de lo anterior podremos diseñar la actuación concreta a realizar.



2.- Procederemos a particionar la zona de entrada de agua, para a continuación, concentrar las varias salidas de agua en una sola, en la figura adjunta se puede observar que hay dos entradas de agua y se concentra en una sola, esta actuación se realiza mediante la aplicación de cemento mezclado con acelerante de fraguado liquido, con lo que se puede realizar esta concentración en puntos concretos; en aquellos puntos de concentración se instalaran tubos de drenaje.



3.- Posteriormente se procederá a eliminar el tubo de drenaje y repicaremos un poco hacia el interior, para posteriormente mantener por el mismo la salida de agua concentrada anteriormente



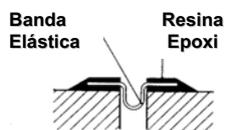
4.- Una vez mantenida la salida del agua se procederá a taponar la misma mediante cemento mezclado con acelerante de fraguado; en este caso el empleo de acelerante de fraguado, se empleará el adecuado a la potencia de entrada de agua: Con esta fase tendremos un soporte seco y posteriormente se procederá a realizar los trabajos de revestimiento impermeable.

## **6.2.4.- Tratamiento de las juntas**

Para el tratamiento de juntas acudiremos a dos sistemas

- Banda elástica con resina epoxi
- Masilla elástica

## 6.2.4.1.- Sistema banda elástica mas resina epoxi



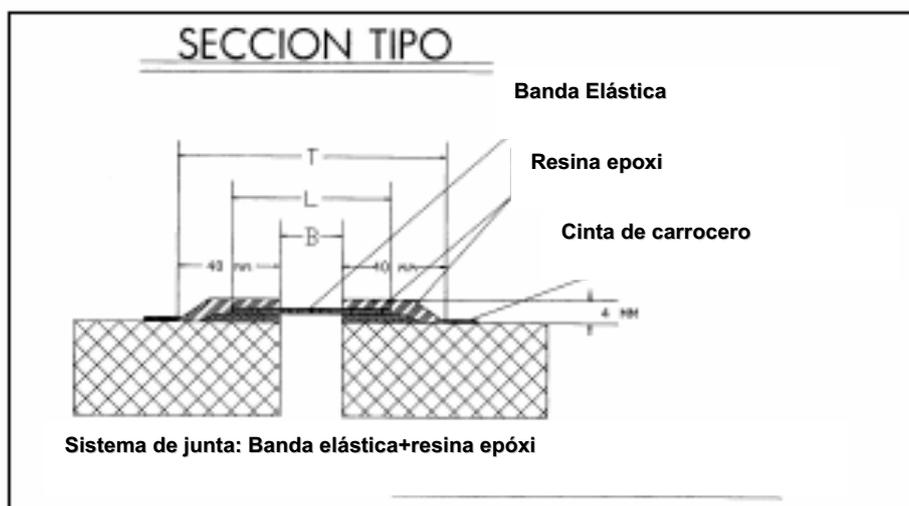
Croquis 30 Sistema de tratamiento de juntas mediante banda elástica y resina epoxi de anclaje

Hay que determinar las condiciones en las que deben realizarse los trabajos de tratamiento de juntas, utilizando este sistema, es de aplicación sobre soportes de mortero, hormigón y metálicos.

Los materiales básicos a utilizar serán una banda (de alta elasticidad) de polietileno clorosulfonado y una resina epoxi de anclaje.

### Adhesivo epoxi

Adhesivo tixotrópico de dos componentes, a base de resinas epoxi. No contiene disolventes. El material una vez endurecido o polimerizado deberá poseer altas resistencias mecánicas, excelente adherencia y muy buen comportamiento frente a ataques químicos, con un consumo: aprox. 0,500-0,700 kg por metro



Croquis 31 Tratamiento de junta mediante banda elástica y resina epoxi

### Banda de polietileno clorosulfonado

Lámina de polietileno clorosulfonado de 1 mm. de espesor, impermeable incluso con presión de agua, que cortada en tiras de anchura conveniente se utiliza para la ejecución del Sistema anteriormente propuesto. La unión entre las tiras de esta Banda se hará con un solapo de 5 cm. como mínimo, mediante soldadura por aire caliente.

### Datos Técnicos

- Resistencia a tracción: 60 kg/cm<sup>2</sup>

- Alargamiento de la rotura: >400%
- Ensayo de plegado: a -30 °C no fisura

### Trabajos preliminares

#### Hormigón

La edad mínima del hormigón será de 28 días, para asegurar sus resistencias de acuerdo con la normativa vigente.

#### Inspección del soporte

DIMENSIONAMIENTO				
B (cm)	L (cm)	T (cm)	Fuelle	Observaciones
≤ 1	8(*)	10	No	Junta y fisura
3	10	12	No	Junta
8	15	17	No	Junta
13	20	22	Si	Protección
18	25	27	Si	Protección
> 18	A determinar	A determinar	Si	A determinar

**Tabla 2**

Antes de efectuar el tratamiento se realizará un reconocimiento del soporte para detectar, tanto las grietas y fisuras existentes, como las zonas huecas o mal adheridas y sustancias que puedan impedir la correcta adherencia de la resina epoxi de anclaje a dicho soporte.

Conocidos estos posibles defectos se definirá:

- el tipo de limpieza
- el grado de saneamiento necesario
- la regeneración de las zonas saneadas.

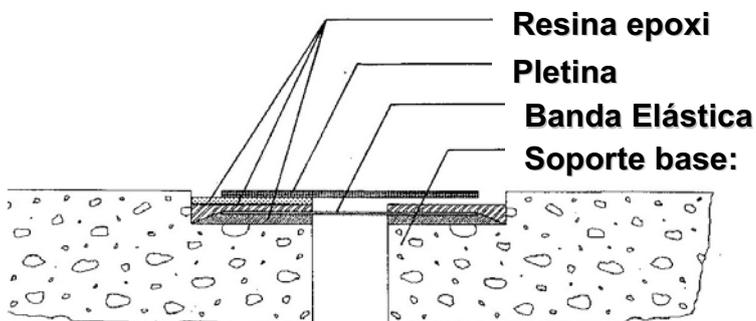


**Fig.29 Tratamiento de junta mediante sistema elástico de banda preformada y resina epoxi de anclaje**

#### Determinación del movimiento de la junta

Se determinarán los movimientos de la junta para poder definir correctamente las dimensiones de la banda de polietileno clorosulfonado a emplear.

Para efectuar el tratamiento es imprescindible realizar antes el corte de las filtraciones de agua que puedan penetrar por la junta, grieta o fisura a tratar y que impidan la correcta adherencia de la resina epoxi al soporte.



Croquis 32 Tratamiento de junta con protección (paso de vehículos)

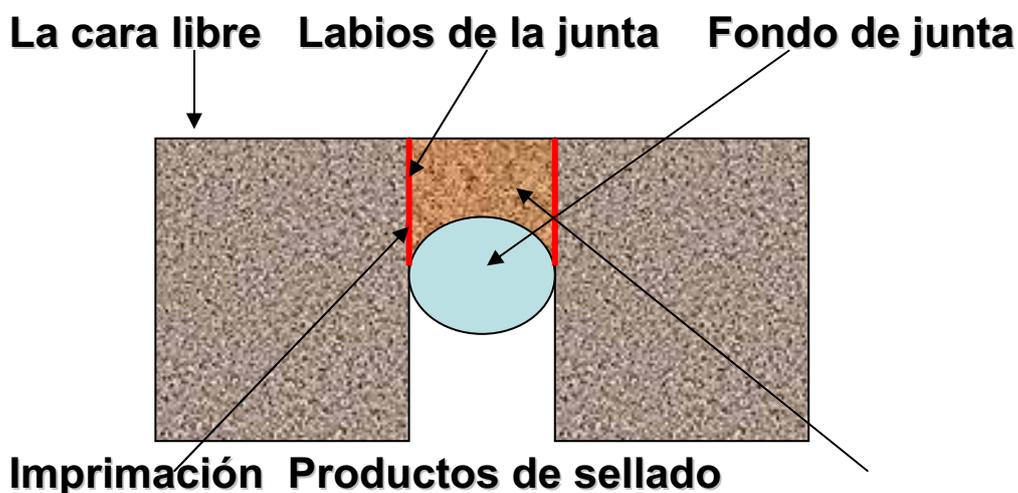
sulfonado), con el fin de evitar posibles daños en la misma, derivados del tránsito de vehículos.

En el croquis adjunto se emplea una pletina adherida al soporte como elemento de protección, la misma deberá ir adherida única y exclusivamente en un lado y el otro quedar libre para poder permitir los posibles movimientos.

En el caso de sótano-aparcamiento con este sistema de tratamiento de juntas, hay que prever una protección de la misma (banda de polietileno cloro-

## 6.2.4.2.- Sellado elástico

### Partes de una junta



Croquis 32 Partes de una junta

### Protección de los bordes de la junta (enmarcar)

Colocar a ambos lados de la zona de sellado o de la junta y en toda su longitud una cinta de papel adhesivo («masking tape») con el fin de que la masilla no manche si rebosa durante su colocación la zona de sellado. Esta cinta se retirará inmediatamente después de aplicada la masilla y en todo caso antes de que comience a polimerizar.

### Colocación de un fondo de junta

El uso de un material separador, de sección rectangular o circular tiene por objeto tres funciones determinadas:

- Establecer la sección óptima en función del factor de junta, delimitando la profundidad de sellado.
- Impedir que la masilla adhiere al fondo de la junta.
- Servir de soporte a la masilla y limitar su consumo.

El diámetro del fondo de junta deberá ser aproximadamente 1,25 veces el ancho de la junta.

### Imprimación

La finalidad principal es mejorar la adherencia del material de sellado a los labios de la junta. Únicamente deben utilizarse las imprimaciones especificadas para cada tipo de sellador y soporte. No deben aplicarse en exceso para evitar escurrimientos y acumulación en las partes más bajas de la junta. Es imprescindible respetar los tiempos de

espera de cada imprimación, antes de colocar la masilla, para evitar la aparición de burbujas en caso de no respetar el mínimo o tener que repetir la operación de imprimación en caso de sobrepasar el máximo.

### **La masilla se aplicará con pistola**

Cuando se utilizan cartuchos, la cánula o boquilla de plástico se adapta a la boca roscada de aquél, La boquilla deberá cortarse en bisel formando un ángulo de 45° aproximadamente respecto a su eje y apuntarla al interior de la junta manteniendo una inclinación constante de 45° Con el fondo. Para evitar la oclusión de aire, se deberá desplazar la pistola lentamente y de manera uniforme manteniendo su posición respecto al fondo y paredes de la junta.

### **Alisado superficial**

El alisado superficial, además de proporcionar estéticamente un buen acabado, tiene por objeto fundamental retacar la masilla por presión de la misma contra las paredes y fondo de la junta, evitando de esta manera la formación de bolsas o burbujas de aire. Esta operación se realizará con un trozo de patata pelada y humedecida, espátula o dedo mojado en agua jabonosa.

### **Condiciones atmosféricas**

Tienen gran importancia en el desarrollo de las propiedades de los materiales de sellado.

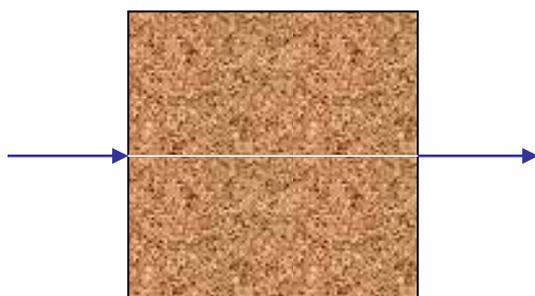
### **Temperatura**

Como regla general la temperatura ambiental, del soporte y de los materiales en el momento de ejecutar el sellado, nunca debe ser inferior a 5° C. Cuando la temperatura sea inferior a 5° C se deberán interrumpir los trabajos de sellado. La temperatura máxima de aplicación deberá estar comprendida entre 35° C y 40° C.

### **Humedad del soporte**

Para ejecutar un buen sellado, el soporte que constituye la junta deberá estar totalmente seco, pues la presencia de humedad, escarcha, hielo, etc., es causa de fallos de adherencia, pudiendo además afectar negativamente en el caso de ciertos materiales, a su proceso químico de polimerización (curado).

### 6.2.4.2.1.- Tratamiento de junta/fisura/grieta con entrada de agua

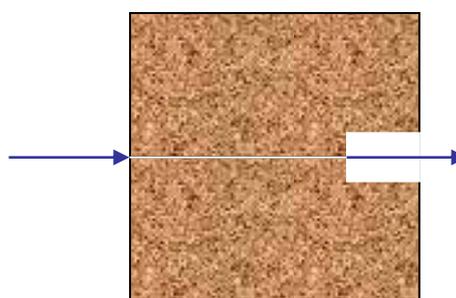


Croquis 33 Junta, fisura o grieta penetrando el agua

En el caso de juntas con entrada de agua se procederá de acuerdo con el esquema adjunto:

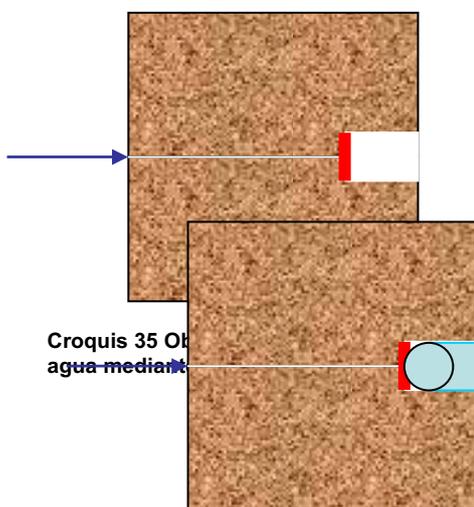
En el muro se puede apreciar que penetra agua hacia el interior del sótano por la vía fácil de la junta/grieta/fisura

Se procederá a repicar (hacia el interior) la zona de la fisura/grieta/junta en la forma que aparece en el gráfico, como se puede apreciar el agua sigue pasando hacia el interior del sótano



Croquis 34 Apertura por repicado de la Junta, fisura o grieta y sigue penetrando el agua

Posteriormente se procederá a taponar la entrada de agua, mediante cemento mezclado con acelerante de fraguado líquido



Croquis 35 Obstrucción de la entrada de agua mediante sellado

Croquis 36 Tratamiento de sellado

Una vez cortada la entrada de agua, se esperará a que el soporte este seco, cuando esto se consiga se procederá a sellar dicha junta

## **6.2.5- Tratamientos impermeables**

### **Morteros predosificados**

#### **Modo de empleo**

La aplicación de los morteros predosificados, es sencilla y con la ventaja de que se presentan predosificados, por lo que no se tiene que acudir a realizar medidas de sus componentes.

#### **Humectación del soporte**

Como los morteros predosificados son productos a base de un conglomerante hidráulico (cemento) en los cuales la cantidad exacta de líquido de amasado se fija durante su fabricación, permitiendo pequeñas variaciones de la relación agua/cemento, es necesario humedecer los soportes hasta saturación para evitar que absorban parte del líquido de amasado.

La cantidad de agua necesaria para una buena humectación dependerá de la porosidad del soporte, pero en todo caso se evitarán encharcamientos o la formación de una película de agua superficial que pueda disminuir la adherencia.

Normalmente hay que humectar el soporte hasta saturación, en ese caso el soporte se encuentra brillante y la colocación del mortero en esa superficie se hace muy difícil, por lo que se deberá esperar a que el soporte se torne mate.

#### **Mezclado de los componentes**

El mezclado durante 2 a 3 minutos, se hará preferiblemente con una batidora eléctrica y a baja velocidad (300 r.p.m.) hasta conseguir una masa totalmente homogénea.

#### **Aplicación del mortero predosificado**

Después de mezclados los dos componentes se obtiene una masa plástica de color gris cemento o blanco, aplicable con llana, espátula, paletín, etc., en una o varias capas de espesor no superior a 5 mm. cada una. La primera capa se aplicará con llana dentada, con dientes en pico de sierra no con diente cuadrado de 3-4 mm. Eventualmente se puede armar con malla de fibra de vidrio antialcalina.

#### **Mecánicamente: se realizará la proyección por vía húmeda.**

La terminación superficial se puede hacer con esponja o poliestireno expandido, a partir del momento en que el mortero comienza su fraguado. En cualquier caso el espesor de capa no debe ser superior a 5 mm.

## **Técnicas de aplicación de los morteros con aditivos impermeabilizantes**

### **Modo de empleo**

#### **Humectación de los soportes**

Es preciso humedecer los soportes hasta saturación para evitar que absorban parte del líquido de amasado, pero sin embargo las superficies deberán presentar un aspecto mate en el momento de la aplicación del mortero. La cantidad de agua necesaria para una buena humectación dependerá de la porosidad del soporte, pero en todo caso se evitarán encharcamientos o la formación de una película de agua superficial que disminuirá la adherencia.

#### **Utilización mortero aditivado**

Para confeccionar el mortero con el aditivo, para obtener un mortero impermeable, éste se agregará al cemento en seco (mezclado en proporción dada por el fabricante) a continuación se prepara el mortero de acuerdo con las normas vigentes.

Con el fin de asegurar el efecto del impermeabilizante la dosificación del mortero será:

- Cemento: 1 volumen
- Arena: 2,5-3 volúmenes

### **Controles en obra**

#### **Durante los trabajos**

Se pueden hacer controles tales como:

- Tomar muestras para ensayos de identificación.
- Hacer probetas para ensayos de resistencias mecánicas.

#### **Finalizados los trabajos**

- Ensayos de adherencia por tracción directa.
- Ensayos, no destructivos, de resistencias mecánicas (esclerómetro).
- Medida de las tolerancias superficiales.

## **Puentes de unión**

Dado que los morteros fabricados "in situ", tienen un adherencia al soporte limitada, deberá mejorarse la misma mediante el empleo de puentes de unión o de adherencia.

Los puentes de unión tienen como finalidad principal mejorar la adherencia del mortero al soporte.

En general su uso es opcional, recomendándose:

Lechadas confeccionadas «in situ» a base de butadieno estireno (Latex)

tendrán la siguiente composición

- Cemento:Arena = 1:1 (partes en volumen)
- Las diluciones para la preparación de las lechadas serán:
- Latex/ agua en proporciones 1/ 2 en volumen

De la dilución elegida se tomará la cantidad necesaria según la consistencia que se desee obtener. La arena deberá ser preferiblemente de río, lavada y de granulometría de 0-2 mm.

## **Curado**

Los morteros deberán curarse con agua, protegiéndolos con plásticos, arpilleras húmedas o utilizando productos de curado (ceras o parafinas), sobre todo en tiempo caluroso con temperaturas superiores a 25 °C, con el fin de mantener un grado de humedad adecuado y evitar una desecación excesivamente rápida.

El curado deberá hacerse al menos durante las primeras 24-48 horas dependiendo de las condiciones ambientales.

## **Controles en obra**

### **De recepción de los productos**

Los controles de recepción de los productos tienen como finalidad principal la identificación de los mismos, es decir que sus características concuerdan con lo especificado en la documentación aportada por el fabricante.

En general se comprobará:

- Aspecto.
- Densidad.
- Contenido de sólidos.
- Presentación.

## **Durante los trabajos**

Durante la ejecución de los trabajos será conveniente hacer los siguientes controles:

- Preparación y estado de los soportes.
- Condiciones atmosféricas.
- Modo de empleo de los productos según las indicaciones del fabricante:
  - Dosificaciones, diluciones.
  - Imprimaciones.
  - Aplicación de los morteros.
  - Tiempos de espera entre capas.
  - Empleo de herramientas adecuadas.
- Consumos reales.

Además se podrá considerar la realización de alguno de los ensayos que se indican a continuación

- Determinación de la consistencia
- Determinación de la densidad aparente
- Determinación del contenido de aire
- Determinación del tiempo de fraguado
- Determinación de las resistencias a flexión y compresión
- Determinación de la adherencia
- Determinación del coeficiente de agua por absorción capilar
- Resistencia a la abrasión

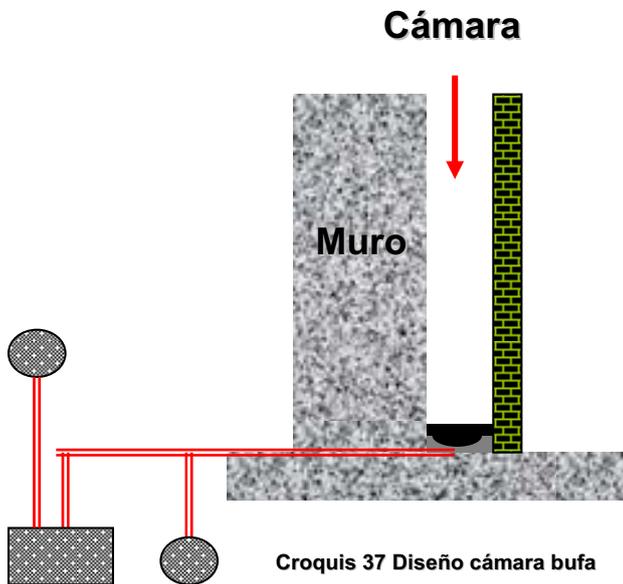
## **Finalizados los trabajos**

Finalizados los trabajos podrán efectuarse las siguientes comprobaciones:

- Mediciones.
- Espesores recomendados.
- Fisuración.
- Porosidad, absorción de agua.
- Adherencia a tracción directa.
- Resistencias mecánicas, ensayos no destructivos (esclerómetro).

### 6.3.- Alternativa: cámara bufa

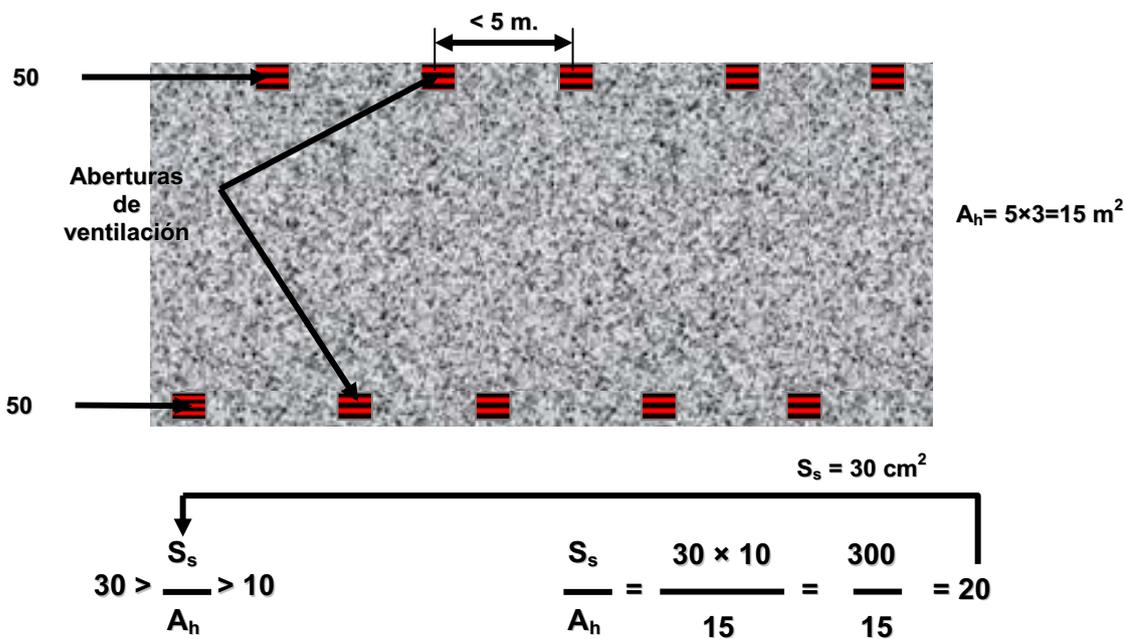
Hay otro sistema que se emplea en muchos casos, sobre todo en aquellos en los que no se pretende impermeabilizar, sino reconducir el agua, permitiendo que la misma siga atravesando el muro, hasta la red de saneamiento.



Como se aprecia se realiza un elemento de cerramiento, paralelo al muro; este elemento de cerramiento deberá estar adecuadamente impermeabilizado, para que el agua que fluya, acumulándose entre el muro y tabique; a esta zona se le dará una pendiente adecuada para que el agua fluya hacia la o las arquetas preparadas; posteriormente el agua se evacuará mediante bombas si la red de saneamiento está por encima de la arqueta de recogida o por gravedad en el caso de la misma esté ubicada por debajo de la arqueta.

posteriormente el agua se evacuará mediante bombas si la red de saneamiento está por encima de la arqueta de recogida o por gravedad en el caso de la misma esté ubicada por debajo de la arqueta.

#### Ventilación de la cámara



Croquis 38 Esquema de ventilación de cámara bufa

Aberturas de ventilación en el arranque y la coronación de la hoja interior, ventilar el local al que se abren dichas aberturas con un caudal de, al menos, 0,7 l/s por cada m<sup>2</sup> de superficie útil del mismo.

Las aberturas de ventilación deben estar repartidas al 50% entre la parte inferior y la coronación de la hoja interior junto al techo, distribuidas regularmente y dispuestas al tresbolillo.

La relación entre el área efectiva total de las aberturas,  $S_s$ , en cm<sup>2</sup>, y la superficie de la hoja interior,  $A_h$ , en m<sup>2</sup>, debe cumplir la siguiente condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_h} > 10$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

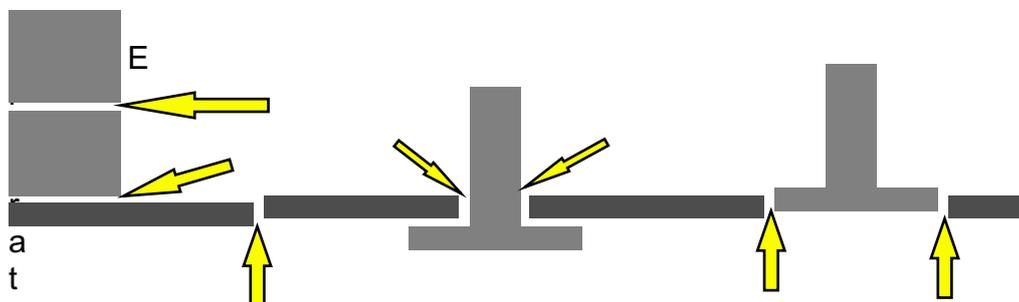


# **Capítulo 7**

## **Recomendaciones generales**

## Recomendaciones generales

Hay una serie de ideas generales que se deberán tener presente cuando se vaya a realizar un tratamiento de impermeabilización en un sótano, a saber:

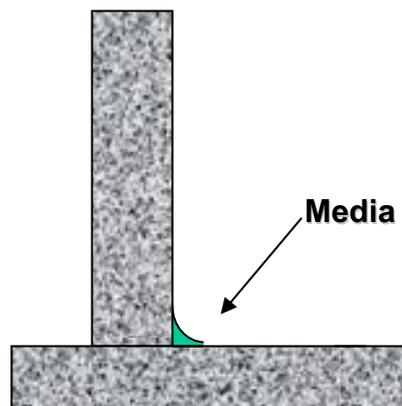


Croquis 39 Situación de juntas a tratar

El tratamiento de las juntas será integral es decir, todo tipo de juntas con o sin movimiento serán tratadas adecuadamente y con el mismo sistema para dar una uniformidad y garantía adecuadas.

- El tratamiento de impermeabilización se realizará tanto en la solera como en los muros, en este caso el mismo se efectuará hasta una altura de 70 cm. por encima de la mancha de humedad mas alta que exista

- La unión de muros y solera se reforzará con una media caña (7×7 cm.) con un mortero adecuado a las necesidades de la obra

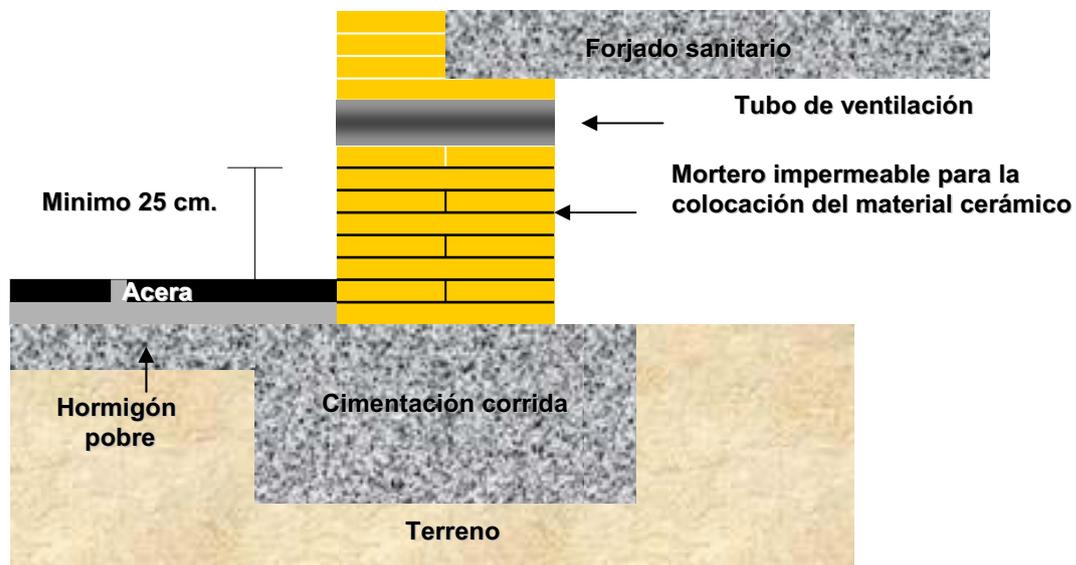


Croquis 40 Tratamiento de unión entre muro y solera

# **Anexo 1**

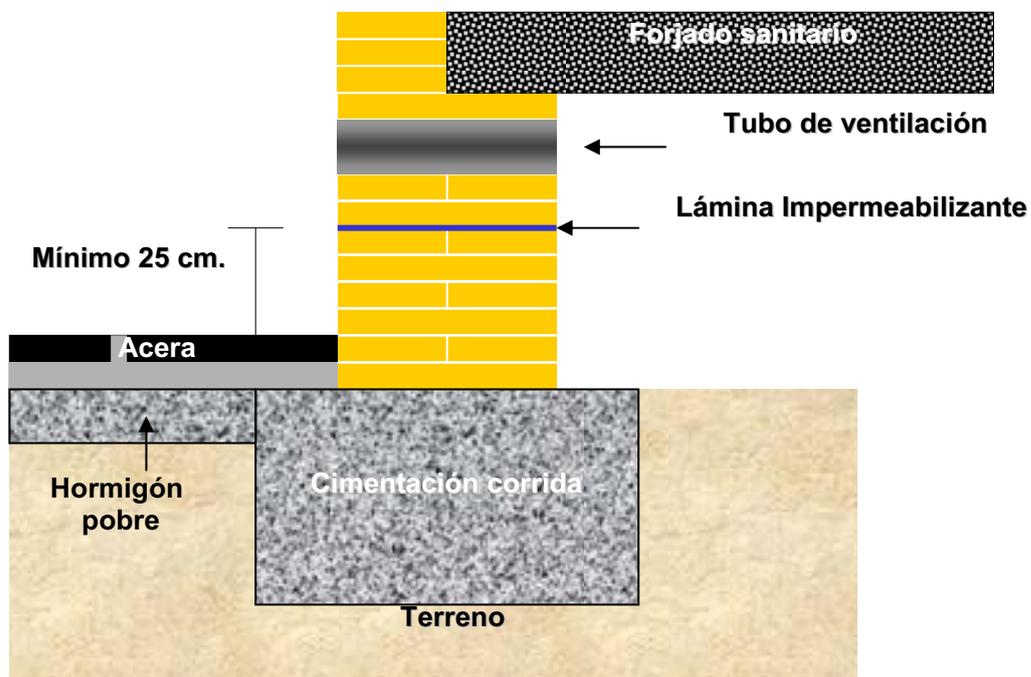
**Croquis nº 001**

**Tipo de Obra: Impermeabilización frente a ascensión capilar**



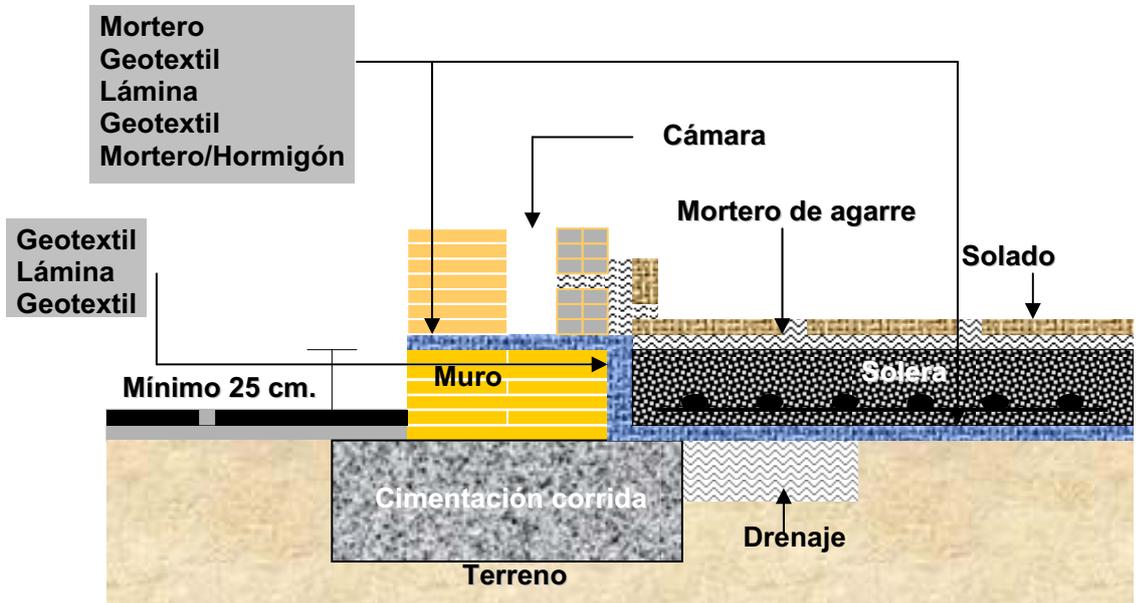
**Croquis nº 002**

**Tipo de Obra: Impermeabilización frente a ascensión capilar**



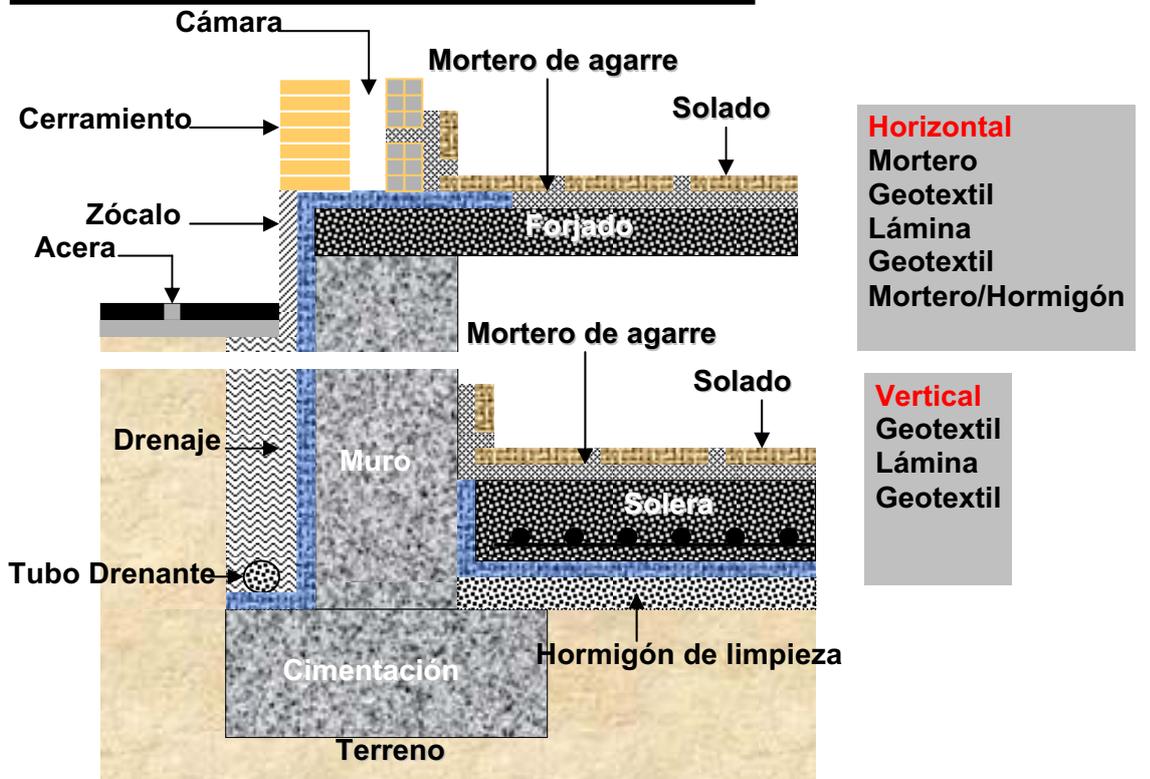
**Croquis nº 003**

**Tipo de Obra: Impermeabilización frente a ascensión capilar**



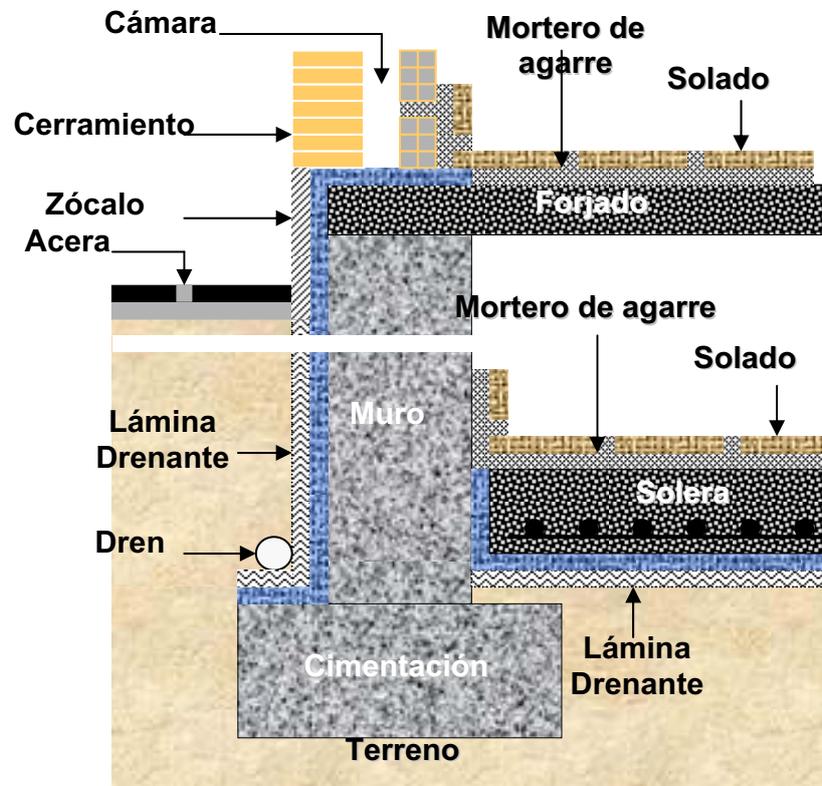
**Croquis nº 004**

**Tipo de Obra: Impermeabilización muro de sótano**



**Croquis nº 005**

**Tipo de Obra: Impermeabilización muro de sótano**

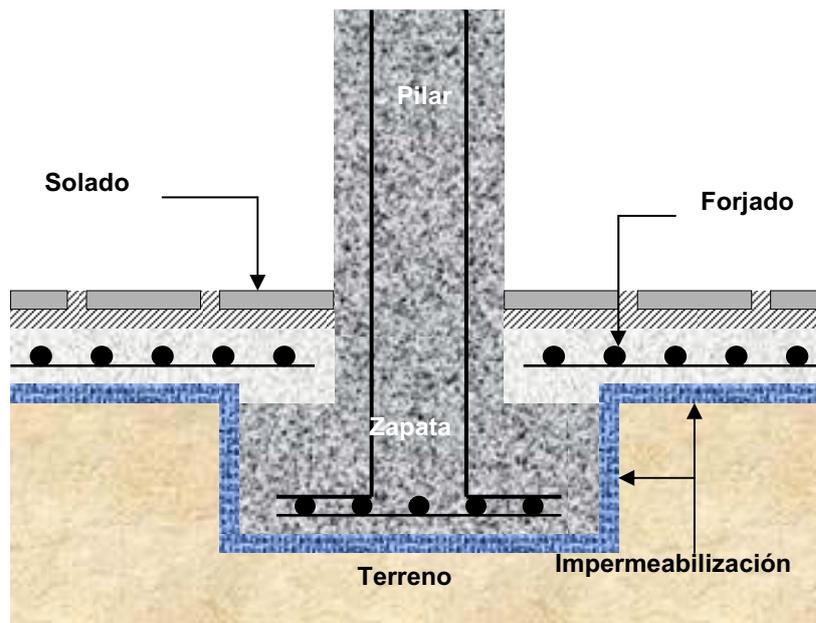


**Horizontal**  
 Mortero  
 Geotextil  
 Lámina  
 Geotextil  
 Mortero/Hormigón

**Vertical**  
 Geotextil  
 Lámina  
 Geotextil

**Croquis nº 006**

**Tipo de Obra: Impermeabilización solera y zapatas**

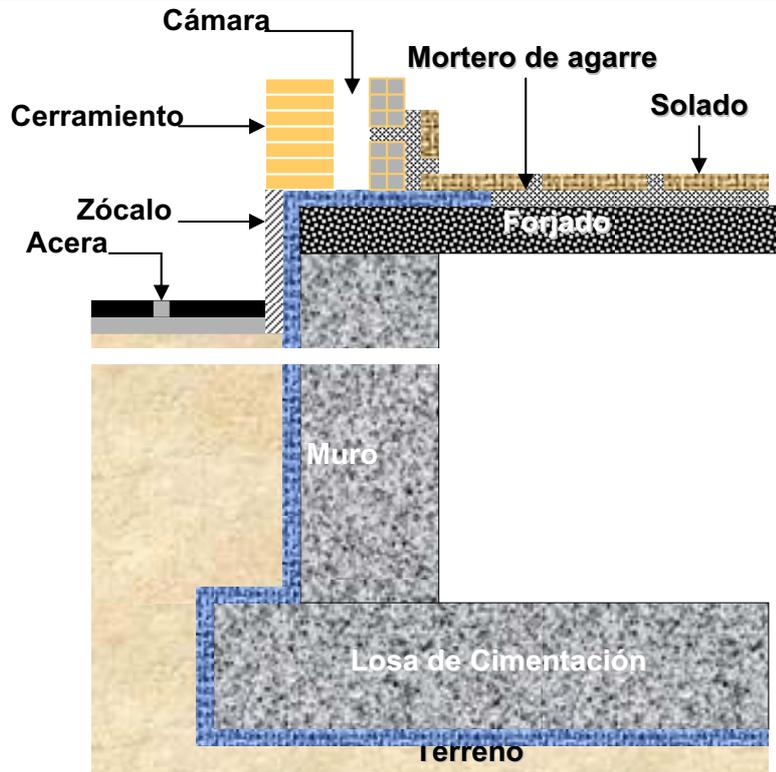


**Horizontal**  
 Mortero  
 Geotextil  
 Lámina  
 Geotextil  
 Mortero/Hormigón

**Vertical**  
 Geotextil  
 Lámina  
 Geotextil

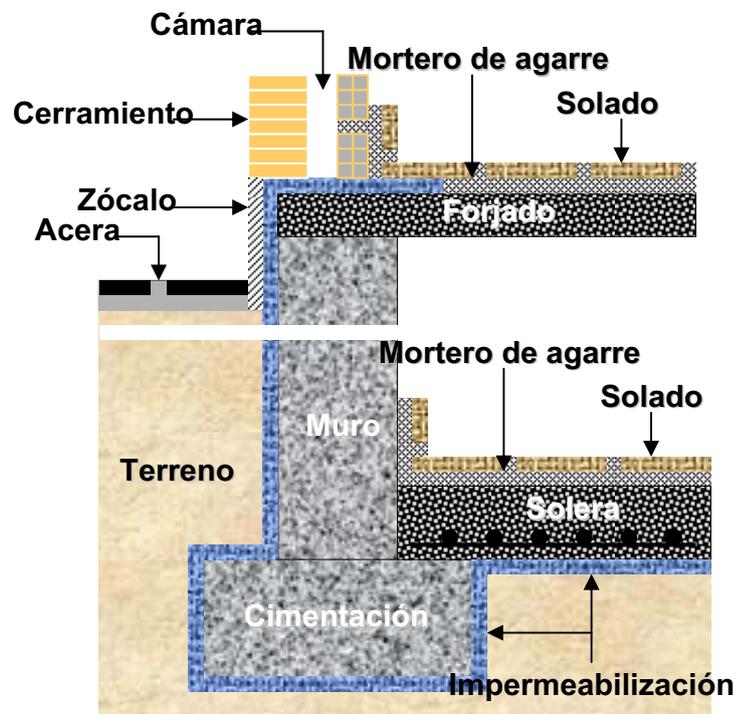
**Croquis nº 007**

**Tipo de Obra: Impermeabilización muro de sótano + losa de cimentación**



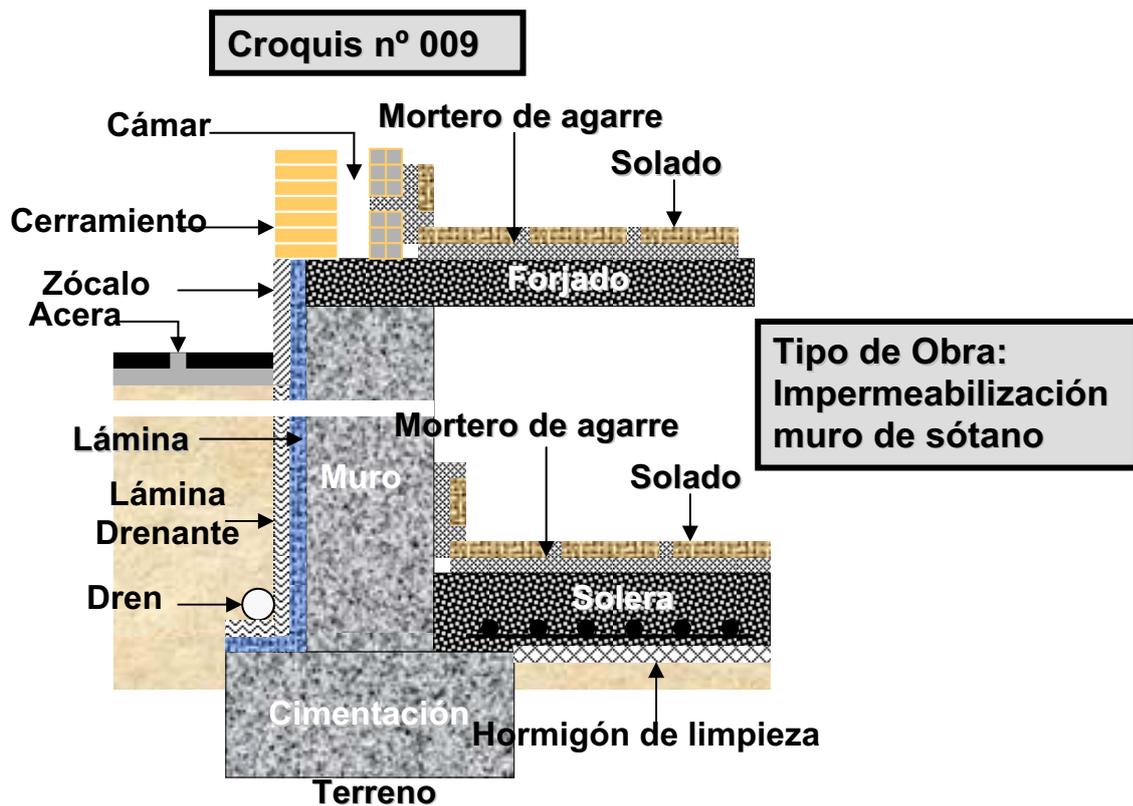
**Horizontal**  
 Mortero  
 Geotextil  
 Lámina  
 Geotextil  
 Mortero/Hormigón

**Vertical**  
 Geotextil  
 Lámina  
 Geotextil

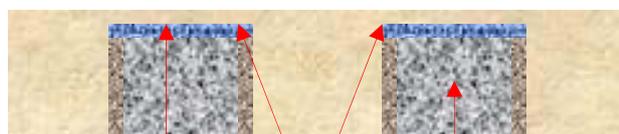


**Croquis nº 008**

**Tipo de Obra:**  
 Impermeabilización  
 muro de sótano + solera  
 + cimentación



**Croquis nº 010**



Vuelo de impermeabilización  
para posterior soldadura

**Tipo de Obra:  
Impermeabilización  
muro de sótano**



**Croquis nº 011**

**Tipo de Obra:**  
**Impermeabilización muro de sótano + solera + cimentación**

