



Universidad
Politécnica
de Cartagena

GRADO EN INGENIERÍA CIVIL

Abastecimiento de aguas

TEMA 11 Consideraciones constructivas y explotación de depósitos

**Francisco Javier
Pérez de la Cruz**



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
2. IMPERMEABILIZACIÓN
 - Cámaras
 - Cubiertas
 - Juntas
 - Medias cañas y espadines
3. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD
4. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN
5. VIGILANCIA, CONTROL Y MEDICIÓN
6. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO
7. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN
8. CALIDAD DEL AGUA
 - RD 140/2003
9. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO
10. REPARACIONES
11. BIBLIOGRAFÍA



1. INTRODUCCIÓN



Tønder (Dinamarca)

En este capítulo se analizarán aquellas actividades a realizar para garantizar los requisitos de calidad exigidos en el proyecto, tanto para la fabricación como para la construcción de todos y cada uno de los componentes que integran un depósito.

Además, una vez comenzada la explotación del depósito y durante toda su vida útil, se deberá garantizar un abastecimiento de agua adecuado y evitar efectos perjudiciales para la salud pública y el medio ambiente, para lo cual los depósitos deberán estar sistemáticamente **protegidos, vigilados, controlados, medidos, inspeccionados, mantenidos, limpiados, desinfectados y reparados.**

Para conservar la calidad del agua deberá evitarse cualquier tipo de contaminación en el depósito para lo cual se habrá debido prestar la adecuada atención en el diseño y construcción del mismo.



2. IMPERMEABILIZACIÓN

Los depósitos deben ser totalmente impermeables respecto al exterior, de forma que se impida cualquier contaminación por aguas superficiales o subterráneas, además de la impermeabilidad respecto al agua contenida en el interior (funcionalidad).

Impermeabilización de las cámaras

En general la **estanqueidad interior** se conseguirá mediante las propias paredes de la cámara y la solera, que constituyen la principal barrera al paso del agua por lo que se debe cuidar un proyecto y una ejecución cuidadosos para minimizar la fisuración.

A tal fin, el proyecto especificará los parámetros de permeabilidad del hormigón medibles mediante la realización los ensayos de penetración de agua bajo presión, según el apartado 37.3.3 de la EHE-08 y norma de ensayo UNE-EN 123.908.

Se debe exigir como resultados de dichos ensayos una profundidad máxima de 50 mm y media de 30 mm.



Además se deberá vigilar el curado de cada elemento, así como los recubrimientos (empleo de separadores).

Se evitarán en lo posible los encuentros de superficies en ángulo, los huecos rectangulares con esquinas y todas las formas que supongan un efecto de concentración de tensiones que derive en la formación de fisuras.

Estos encuentros en chaflán o redondeados facilitan la posterior aplicación de revestimientos y evitan zonas de difícil limpieza.

Otras formas de llevar a cabo la impermeabilización de las cámaras son:

- 1) Mediante el tratamiento superficial de la masa de hormigón → Aplicando superficialmente productos líquidos cuya penetración en la masa depende de la naturaleza del producto, de la porosidad del hormigón, etc.

Estos productos reaccionan con los componentes del hormigón formando cristales insolubles que saturan los capilares de la estructura. Son muy útiles para evitar la penetración parcial de aguas agresivas.

- 2) Mediante revestimientos impermeables adheridos → Pueden ser morteros hidráulicos (que pueden incluir componentes hidrófugos) o morteros sintéticos (formados a base de resinas)



EJEMPLO

ENCUENTROS

Depósito de Hospitalet (Barcelona)

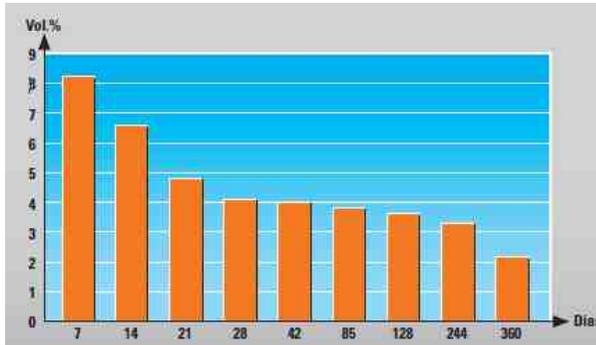




EJEMPLO

REVESTIMIENTO IMPERMEABLE

Sistema MC-RIM PW (MC-Bauchemie)



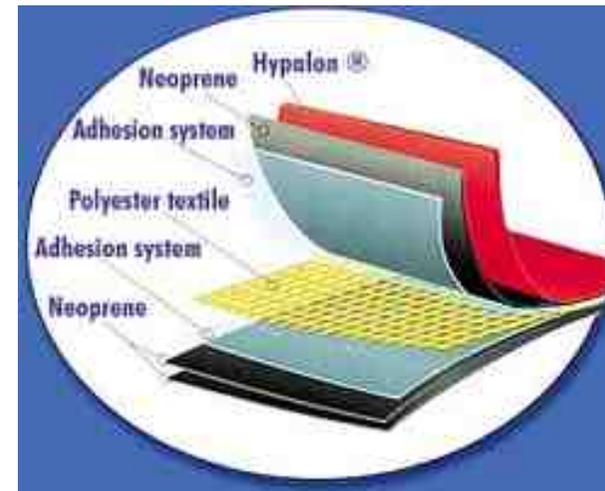
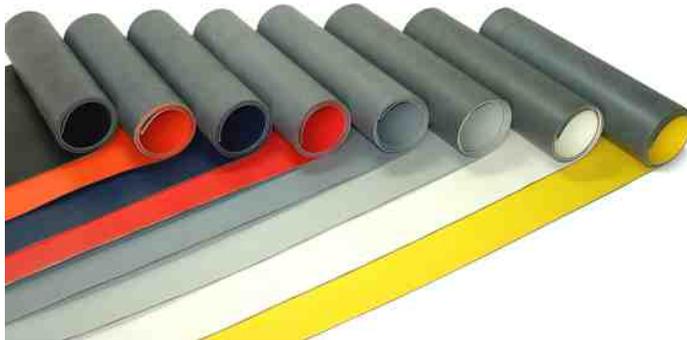
Este gráfico muestra los resultados del ensayo a largo plazo de la evolución de la porosidad en el ejemplo de MC-RIM PW 10: al cabo de 360 días, el volumen total de poros está muy por debajo del 3% vol. Estos resultados son posibles gracias a un proceso llamado Dynamic SynCristallisation (tecnología DySC®).





3) Mediante membranas → Que pueden adherirse a la estructura o ser totalmente independientes.

Pueden ser de diversos materiales: Hypalon[®], polipropileno, polipropileno reforzado, etc. Sistema muy empleado en casos en que exista una fisuración generalizada de importancia.



El tratamiento de **impermeabilización exterior** se realiza habitualmente mediante tratamiento con pintura epoxi o bituminosa (ésta última no debe utilizarse nunca en el interior de los depósitos), en las zonas en contacto con el terreno y se aislará mediante un geotextil o geodren.



Impermeabilización de las cubiertas

La cubierta se impermeabilizará para evitar que el agua de lluvia pase al interior del depósito, con especial atención en la pendiente y a la solución en juntas de dilatación, rebajes, etc. para evitar charcos.

- 1) Sistema adherido → Consiste básicamente en la aplicación de una serie de capas de resinas en estado líquido sobre la superficie de la capa de compresión, que una vez polimerizada adquiere sus propiedades físicas de adherencia, impermeabilidad, elasticidad, resistencias químicas y capacidad de puentear fisuras.

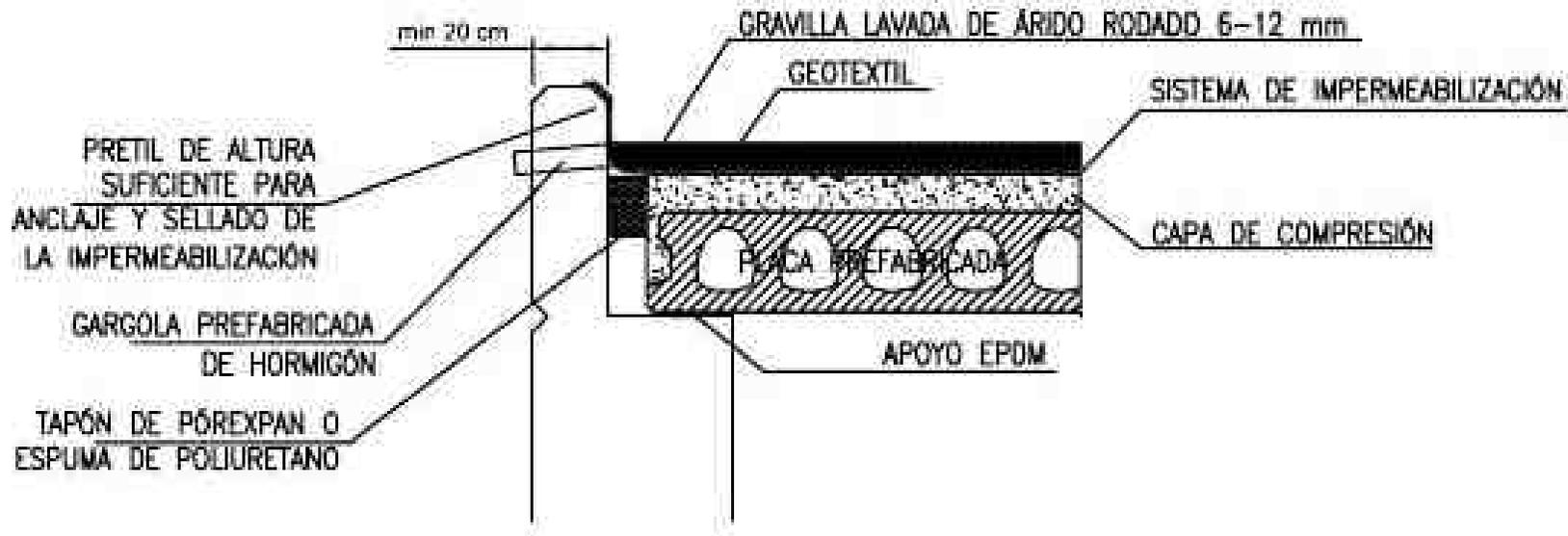
El sistema deberá ser resistente a los rayos UV y además irá protegido por una capa de gravilla.

Este sistema está especialmente indicado para cubiertas planas.

- 2) Sistema flotante → Para su realización se emplea una lámina impermeable, preferiblemente de PVC armada con fibras y resistente a los rayos UV, sujeta al pretil mediante un sistema aprobado por el fabricante que asegure la estanqueidad de la junta.



La lámina irá asentada sobre la capa de compresión a través de un geotextil cuyas propiedades aseguren una adecuada protección de la lámina frente al punzonamiento e irá siempre protegida mediante una capa de gravilla.



En el interior de la cubierta se recomienda aplicar los mismos tratamientos utilizados para el vaso y la solera, pero en capas más delgadas, ya que la cubierta también está sometida a un ambiente agresivo, aunque tenga una adecuada ventilación.



EJEMPLO

LÁMINA PVC ARMADA CON FIBRA

Sistema flotante

MEMBRANAS ARMADAS CON VELO DE FIBRA DE VIDRIO FULMALAN T Y FULMALAN G

Láminas de PVC armadas con velo de fibra de vidrio. Se caracterizan por su gran estabilidad dimensional.

- FULMALAN T, Color Negro
- FULMALAN G, Color gris.

Aplicación: Cubiertas lastradas.



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	BOBINAS DE	UDS/EMB PALET	PRECIO €/m ²
LFT12R	FULMALAN T 1,2 mm	1,60 x 20, 32 m ²	15 BOBINAS 480 m ²	11,33
LFG12R	FULMALAN G 1,2 mm			13,54



EJEMPLO

IMPERMEABILIZACIÓN CUBIERTA

Depósito de Cabezó Beaza





EJEMPLO

IMPERMEABILIZACIÓN CUBIERTA

Depósito de Cabezo Beaza

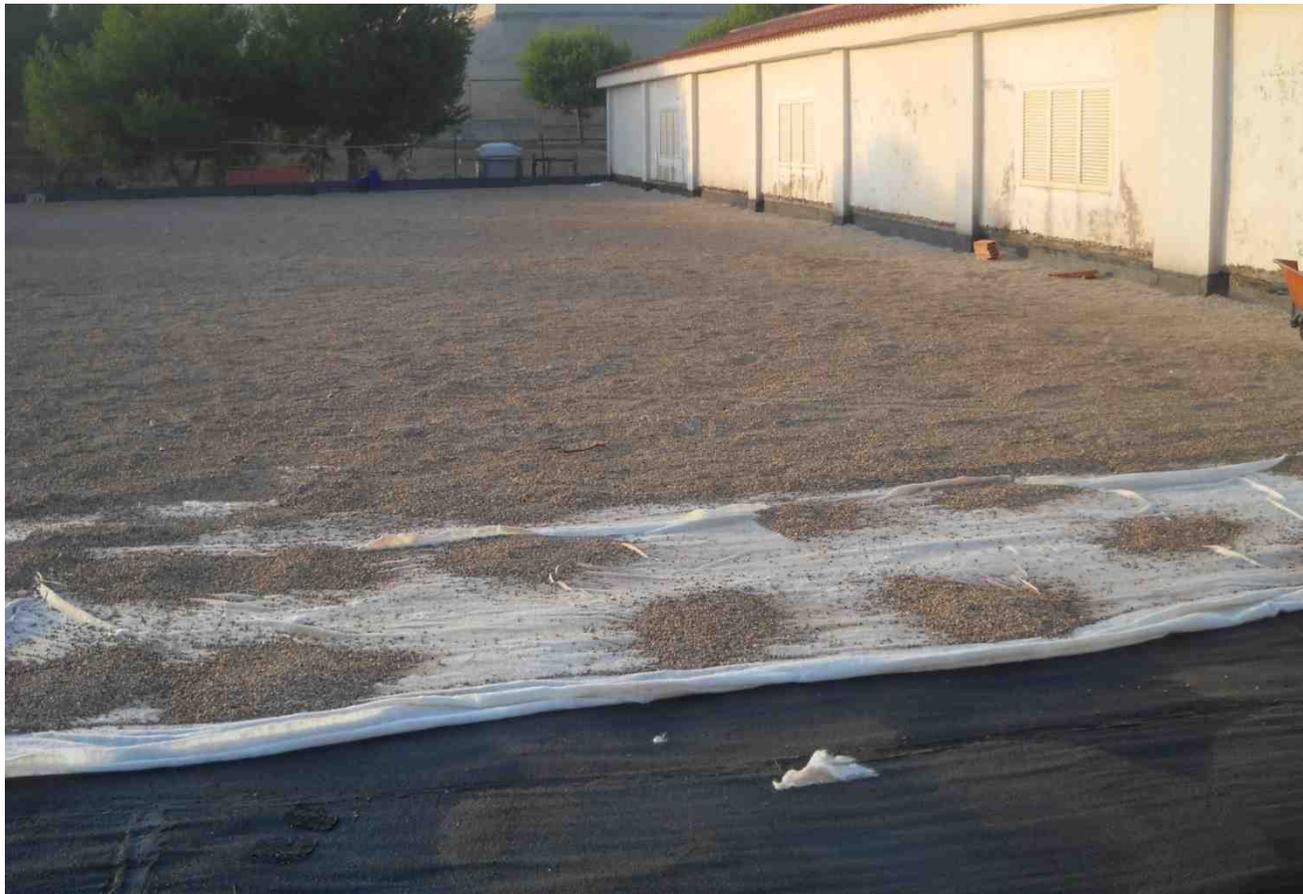




EJEMPLO

IMPERMEABILIZACIÓN CUBIERTA

Depósito de Cabezo Beaza

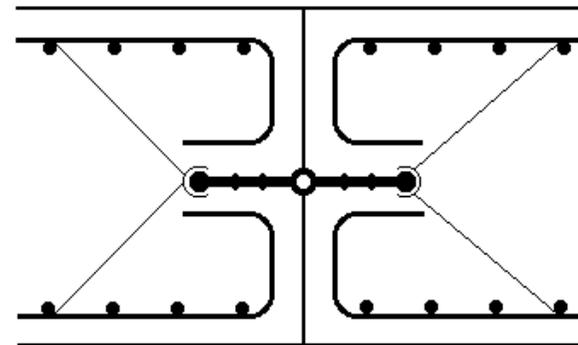
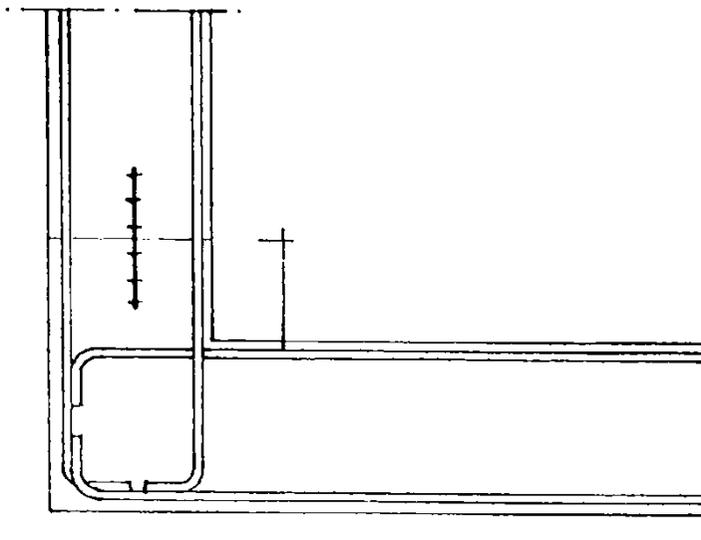




Impermeabilización de juntas

Las **juntas de construcción** deberán evitarse en la medida de lo posible. Se realizarán muy irregulares y, antes de verter de nuevo el hormigón, se picará toda la superficie, que después se lava, cepilla y embadurna con una lechada de cemento, pudiendo entonces verter el nuevo hormigón.

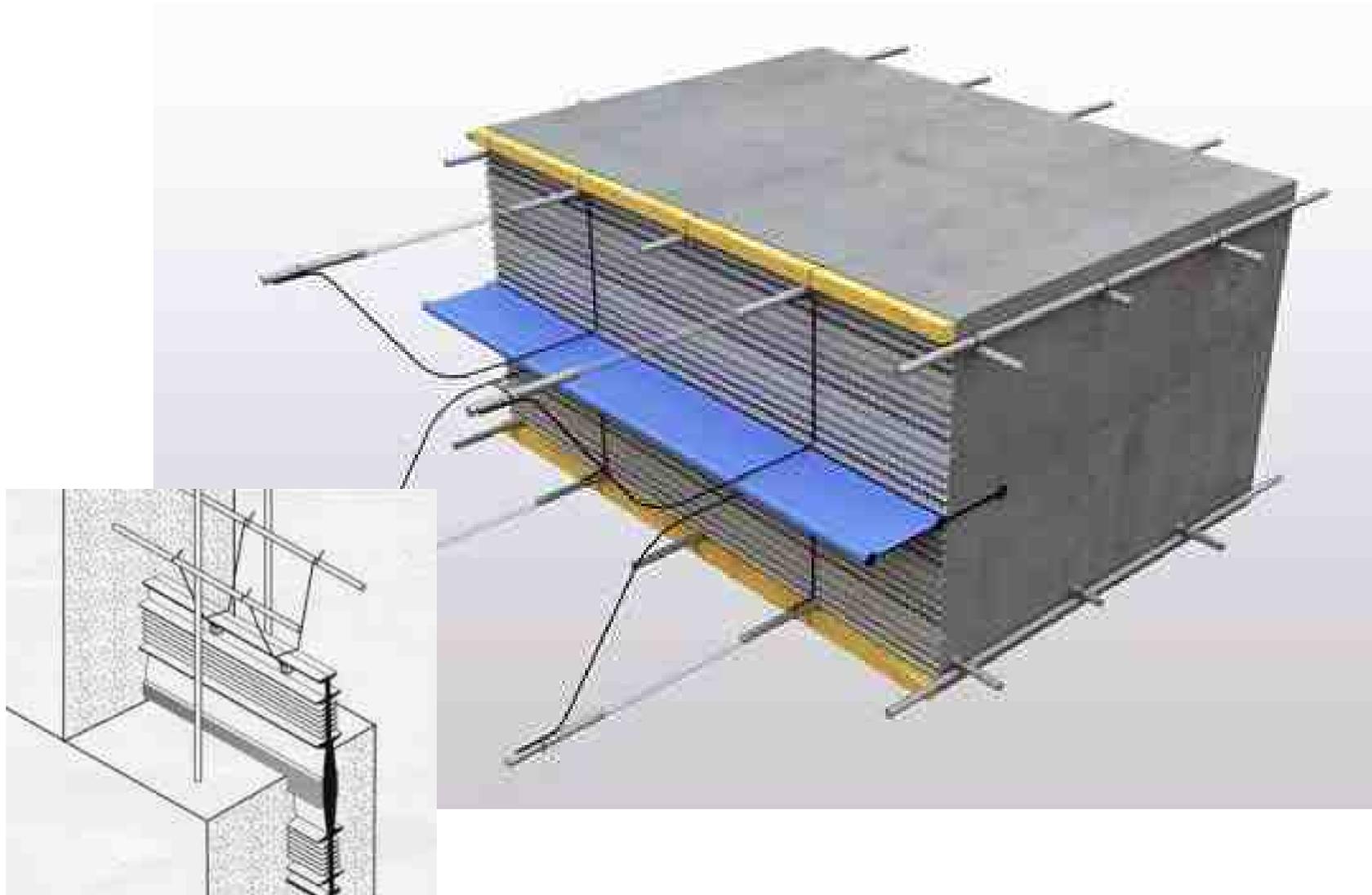
Debe de asegurarse su estanqueidad, por lo que independientemente de la impermeabilización interior se dispondrán bandas de estanquidad de PVC embebidas en el hormigón (tipo “water-stop”) con adecuado atado y colocación.





ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 11. Construcción y explotación de depósitos





EJEMPLO

JUNTA WATER-STOP

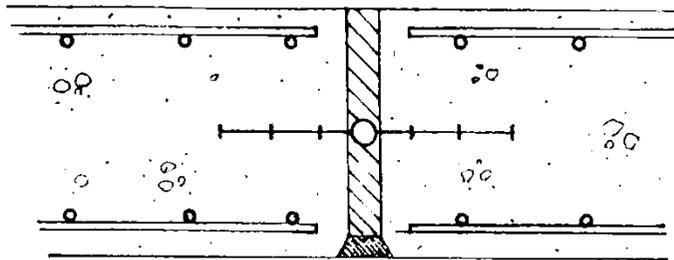
Depósito de Vistabella (Alicante)



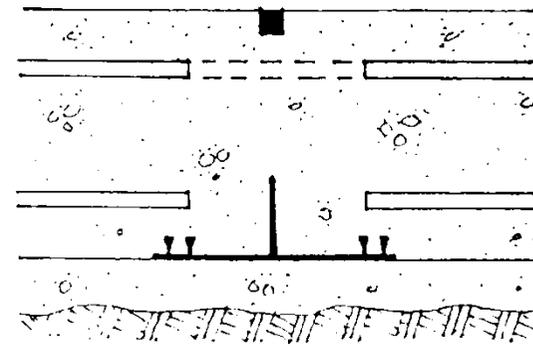


Cuando la superficie o volumen de hormigón es de cierta consideración hay que prever **juntas de dilatación**, para las que se exigirá una impermeabilización con flexibilidad elevada empleando bandas de estanqueidad de doble ala con fuelle central, laminados epoxi-fibra suficientemente elásticos, bandas elásticas adheridas con masilla epoxi u otro sistema que asegure la estanqueidad del depósito en condiciones de apertura (incluso en condiciones sísmicas).

Las **juntas de contracción** son juntas de movimiento con discontinuidad, pero sin separación inicial entre el hormigón de las dos caras de la junta, previstas para permitir la contracción de la estructura. En dichas juntas se dispondrán bandas de estanqueidad convencionales de doble ala.



Junta de dilatación



Junta de contracción



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 11. Construcción y explotación de depósitos



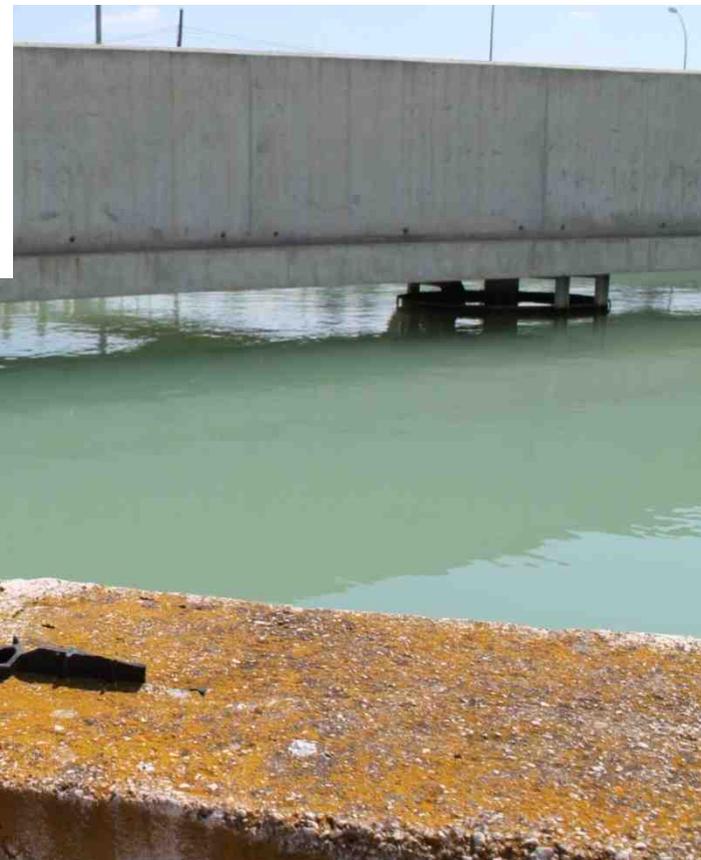
TIPO	ANCHO (cm)	LARGO (m)	EMPLEO	PERFIL
V- 10 V- 15 V- 20 V- 20 L	10 15 20 20	25 25 20 20	En juntas de trabajo con baja o mediana presión de agua.	
O- 15 O- 22 O- 22 L O- 32	15 22 22 32	25 20 20 20	En juntas de dilatación con medianos movimientos (hasta de cizalla) y de trabajo y presión de agua baja a elevada.	
OL- 11 OL- 30	10,9 29	25 20	Idem anterior	
M- 15 M- 20 M- 25 M- 27	15 20 25 27,8	25 20 20 20	En juntas de dilatación con elevados movimientos (hasta de cizalla) y presión de agua media a elevada.	
AR- 19	20	20	En juntas de trabajo colocada superficialmente para soportar bajas y medianas presiones de agua.	



EJEMPLO

JUNTA WATER-STOP

Espesador ETAP Torrealta





Adicionalmente a las bandas de estanqueidad interiores tipo “water-stop” en el hormigón armado, se diseñara un sistema de sellado superficial de las juntas mediante aplicación de masillas viscoelásticas y alta adherencia protegidas por una banda exterior que solape ambos lados de la junta.

Para el resto de juntas se admitirá un sistema menos flexible pero capaz de soportar la apertura de microfisuras manteniendo la estanqueidad, como por ejemplo un laminado epoxi-fibra flexible. El sistema de sellado de juntas deberá quedar suficientemente definido en el proyecto, indicándose los materiales a emplear, su naturaleza, sus parámetros físicos, sus dimensiones y las condiciones especiales de puesta en obra.

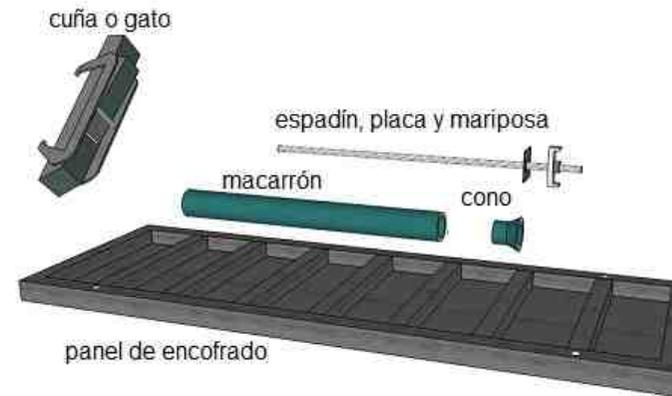
Los sistemas de sellado que se proyecten deberán cumplir tanto la normativa para productos en contacto con el agua potable (RD 140/2003), como los requisitos exigido por las autoridades sanitarias locales en cuando a migración de productos químicos al agua.

La eficacia de las bandas de estanqueidad embebidas en el hormigón, tipo “water-stop”, deberá ser probado llenando el depósito de agua antes de la aplicación de los sistemas de sellado interior de las juntas.



Medias cañas y espadines

Se debe de prever en el proyecto el tratamiento para el sellado de los espadines de encofrado de muros mediante un sistema sancionado por la experiencia y diseñado expresamente para tal fin.



Para la impermeabilización de las medias cañas (junta solera-muro) en depósitos circulares apoyados se exigirá una impermeabilización con flexibilidad tal que permita un movimiento resultante del análisis sísmico y mantenga la estanqueidad del depósito, que puede ser similar al indicado para juntas de dilatación (también perfiles hidroexpansivos con revestimientos flexibles).

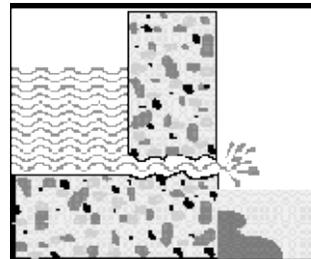
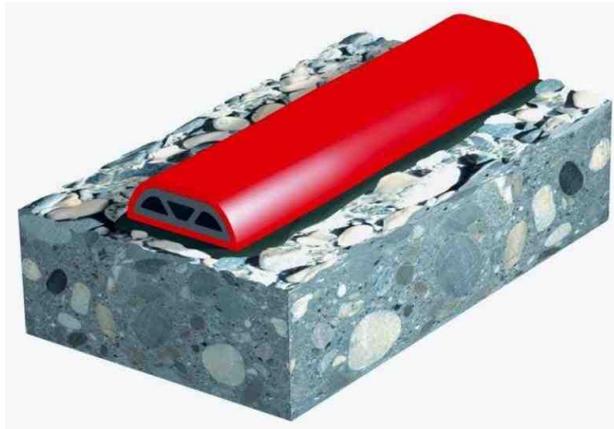
Para el resto esquemas estructurales (muro empotrado o articulado y encuentros solera - pilar), se admitirá un sistema menos flexible pero capaz de soportar la apertura de microfisuras, similar al indicado para juntas de construcción.



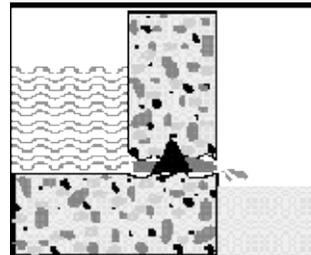
EJEMPLO

JUNTAS HIDROEXPANSIVAS

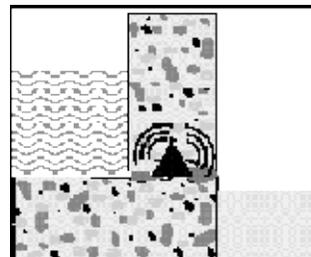
SikaSwell®



Si **no** se sella, el agua fluye a través de la junta o fisura.



Con **SIKA SWELL**, el agua pasa al comienzo en una cantidad cada vez más limitada.



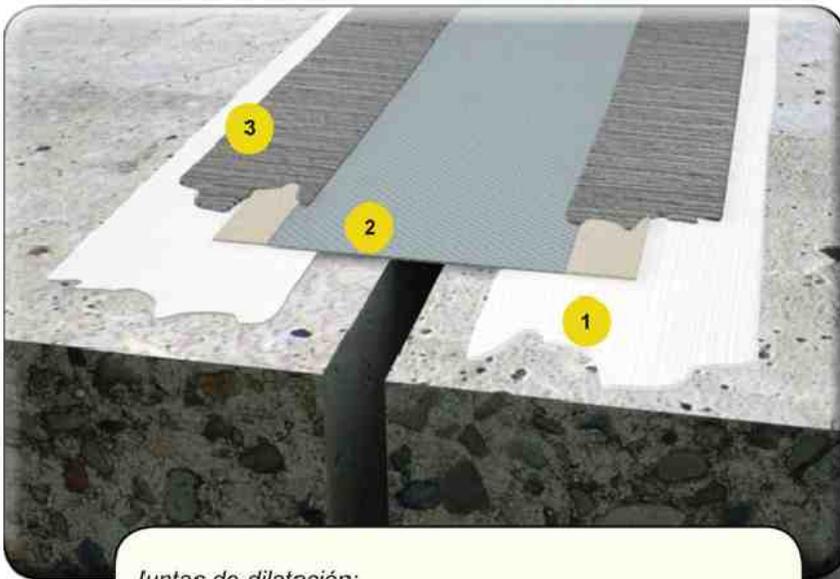
Con **SIKA SWELL** después de la expansión: la presión generada asegura la perfecta estanqueidad de la junta.



EJEMPLO

TRATAMIENTOS ESPECÍFICOS

Sistema Maxseal® Flex

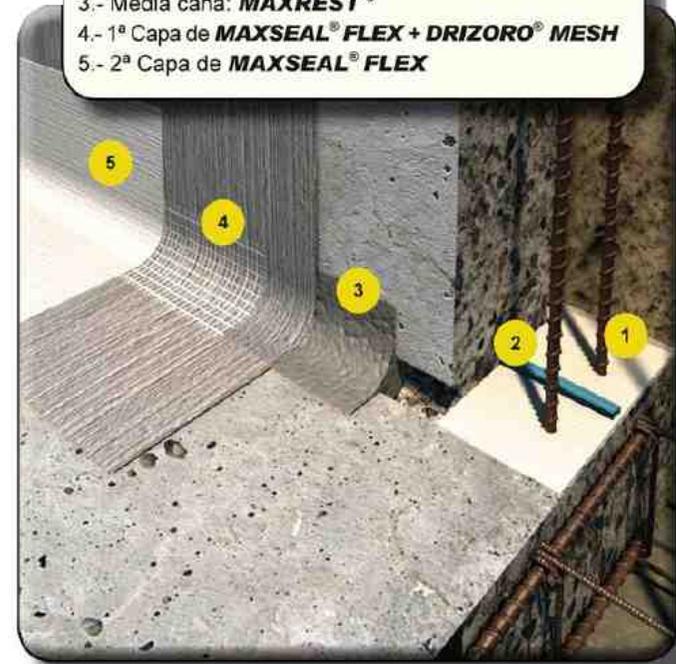


Juntas de dilatación:

- 1.- Adhesivo: **MAXSEAL® FLEX / MAXEPOX® JOINT**
- 2.- Banda elástica: **MAXFLEX® XJS**
- 3.- Finalización: **MAXSEAL® FLEX / MAXEPOX® JOINT**

Encuentro muro con losa

- 1.- Dos capas de **MAXSEAL® SUPER**
- 2.- Perfil hidroe expansivo: **Hydrotite®**
- 3.- Media caña: **MAXREST®**
- 4.- 1ª Capa de **MAXSEAL® FLEX + DRIZORO® MESH**
- 5.- 2ª Capa de **MAXSEAL® FLEX**





3. ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Es el conjunto de actividades que se desarrollan antes, durante y después de la ejecución de una obra para verificar si ésta alcanza el nivel de calidad exigido en el proyecto. El aseguramiento de la calidad, por tanto, se dividirá en:

1) Control de calidad de la construcción → La Dirección de Obra deberá efectuar las comprobaciones de control suficientes que le permitan asumir la conformidad de la estructura en relación con los requisitos básicos para los que ha sido concebida y proyectada.

Se divide comúnmente en control de proyecto, de materiales y de ejecución.

2) Control de calidad de la fabricación (en el caso de depósitos construidos con elementos prefabricados) → Control que se realiza en fábrica sobre todo tipo de componentes con el fin de comprobar que se cumple lo establecido en el proyecto.

Si los componentes están en posesión de la marca de calidad o certificado de conformidad AENOR (u otra similar) puede eximirse la realización de ensayos de control de fabricación que sean necesarios para el otorgamiento de la citada marca, debiéndose realizar los adicionales especificados en el proyecto.



3) Control de calidad de recepción → Control de calidad a realizar por la Dirección de Obra, bien directamente o bien mediante terceros, para comprobar que se cumple lo establecido en el proyecto en lo relativo a la construcción del mismo.

Este control de calidad se realizará, al menos, sobre los siguientes aspectos:

- Estructural → Control de movimientos y fisuración
- Funcional → Estanquidad y funcionamiento de equipos
- Higiénico → Limpieza y desinfección del depósito y control de calidad del agua

Los tres aspectos pueden contemplarse en una única inspección que, inevitablemente, deberá llevar aparejada el llenado total de todos los compartimentos que conformen el depósito, así como mediciones con el depósito vacío y el depósito lleno (durante un tiempo mínimo).

La duración de las pruebas de estanquidad, junto con las exigencias de explotación de la red de abastecimiento a la hora de llenar o vaciar el depósito pueden prolongar el ensayo a lo largo de varias semanas.



4. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN

Antes de comenzar cualquier trabajo en un depósito se deberá realizar un control para verificar que el equipamiento de seguridad está disponible y que todo el personal lleva la indumentaria de protección adecuada.

Un depósito debe ser diseñado de forma que se excluya en lo posible cualquier riesgo de accidente durante los trabajos de mantenimiento. En particular, se tendrá especial cuidado en el diseño de escaleras, plataformas, disposición de las ventanas y aparatos de alumbrado, equipos eléctricos e instrumentos de elevación.

Las medidas de seguridad y protección en los depósitos deberán incluir, entre otros, el vallado de la parcela donde estén ubicados, la colocación de puertas con cerradura o candado y la dotación de un sistema de alarma conectado al centro de control que convenga.

Se deberá evitar la entrada de agua externa u otros contaminantes, así como la exposición del agua a la luz del día.

Los emplazamientos de los depósitos deberán tener accesos adecuados para las visitas rutinarias y los trabajos de reparación.



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

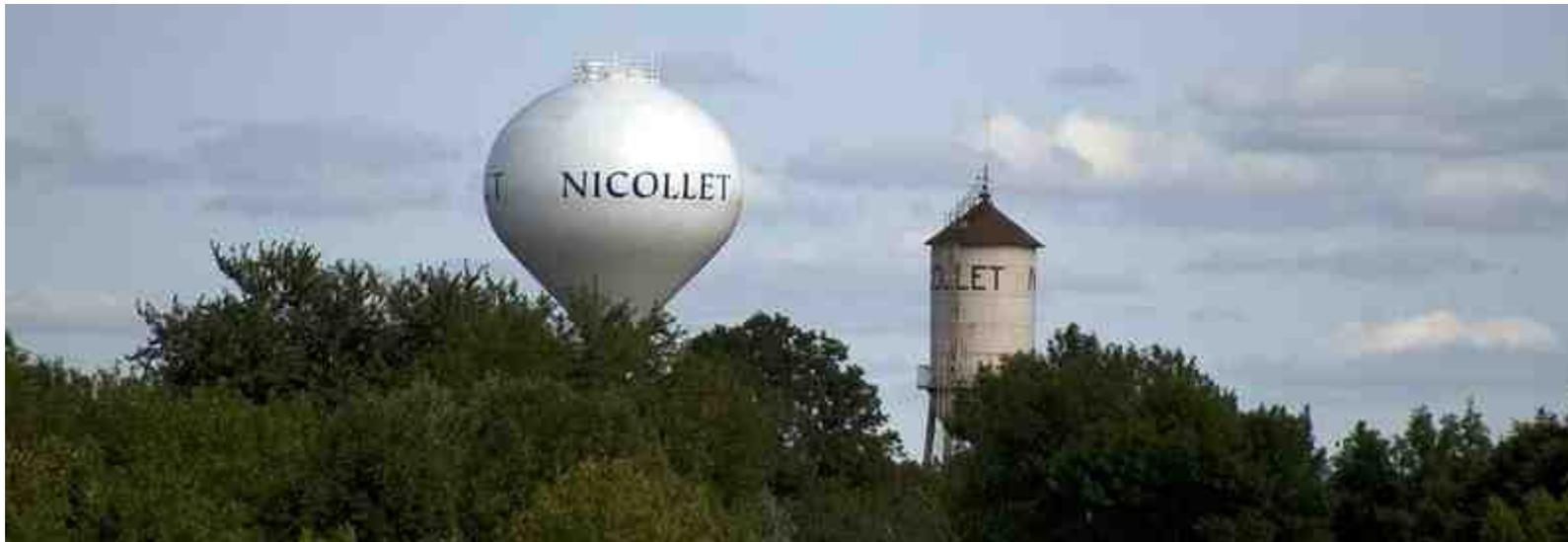
Tema 11. Construcción y explotación de depósitos



Se deberán proporcionar las adecuadas instalaciones para permitir la vigilancia, limpieza y mantenimiento de cada compartimento de forma independiente.

El acceso a los compartimentos de agua, la cámara de válvulas y todo el equipo funcional se diseñará teniendo en cuenta la seguridad del personal y la facilidad de la explotación.

El acceso a los depósitos deberá estar restringido y controlado.



Depósitos elevados (nuevo y antiguo) en Nicollet (Minnesota, EE. UU.)



4. VIGILANCIA, CONTROL Y MEDICIÓN

Para realizar la vigilancia y el control de los depósitos se deberán instalar elementos de inspección visual del agua en cada compartimento.

La vigilancia de los depósitos deberá incluir el análisis periódico de muestras de agua, en cumplimiento de todos los requisitos relevantes para la salud.

A diferencia del control de calidad en la recepción o de las inspecciones, el control habitual del depósito deberá ser llevado a cabo por el personal encargado de la explotación.

El control del depósito durante la explotación estará basado fundamentalmente en el registro y comprobación de los datos de nivel del depósito y de filtraciones recogidas por la red de drenaje.

En caso de grandes depósitos o de estructuras en las que se hubiesen detectado problemas de movimientos, el control durante la explotación también conllevará el registro de los mismos y su comparación con las tablas facilitadas a tal efecto. En estos casos se dejarán de forma permanente las bases de los sensores que se empleen para el registro de dichos movimientos (bases extensométricas y clinométricas).

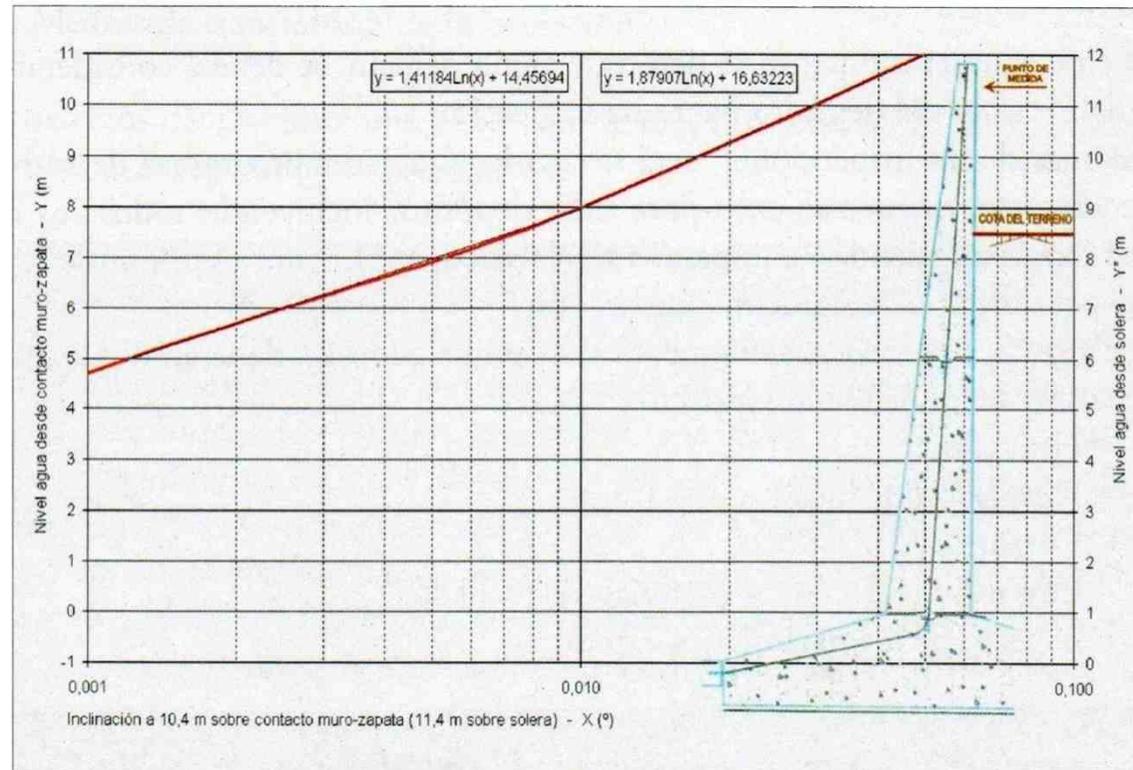


EJEMPLO

CURVA DE MOVIMIENTOS ESPERADOS

Función del nivel de llenado

Giros medidos por un inclinómetro situado a 40 cm de la coronación del muro en un depósito de 11,8 m de altura sobre solera. La existencia de tierras alrededor del muro provoca un comportamiento diferente cuando el nivel de l agua supera la cota del terreno (dos curvas diferenciadas)





6. INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO

La **inspección** de los depósitos se realizará **cada año o cada dos años**, coincidiendo preferentemente con labores de limpieza y desinfección.

Esta inspección deberá incluir como mínimo:

- Comprobaciones para confirmar el correcto funcionamiento de todas las partes y equipamientos mientras están en servicio.
- Parada y vaciado del depósito para comprobar las condiciones internas de los compartimentos de agua, sus partes y equipamientos.

Si en cualquier momento se detectase algún defecto o problema, se deberá considerar la retirada del servicio del depósito para una inspección.

Además de las inspecciones, será necesario establecer programas de rutina y de prevención del depósito y de todos sus componentes (bombas, válvulas, equipamiento eléctrico...). Como mínimo se realizarán visitas periódicas a los siguientes elementos:

- 1) Estructura: revisando fisuración, formación de hielo, corrosión, envejecimiento de los materiales de sellado, paramentos exteriores...



- 2) Elementos de cierre: verificando el buen estado de puertas de acceso, tapas, ventanas...
- 3) Valvulería: las válvulas deberán maniobrarse mensualmente siempre y cuando dichas válvulas no hayan sido accionadas. Deberán comprobarse los flotadores de las válvulas de boya, el agarrotamiento del eje, bloqueo de clapetas...
- 4) Conducciones: es importante vigilar su comportamiento en situaciones extraordinarias (frío intenso, sismo...)
- 5) Instalaciones: se realizarán visitas periódicas para comprobar el estado de las instalaciones que forman parte del depósito, como son escaleras, plataformas, elementos de alumbrado, equipos eléctricos, instrumentos de elevación, instrumentos de medida, medios de transmisión de información...

Los defectos detectados como resultado de una inspección rutinaria o cualquier otra deberán ser reparados.

Se debe prestar especial atención a uno de los problemas más comunes de los depósitos como es la corrosión de los elementos metálicos.



7. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

El gestor deberá vigilar de forma regular la situación de la estructura, elementos de cierre, valvulería, canalizaciones e instalaciones en general, realizando de forma periódica la limpieza de los mismos con productos que cumplan las condiciones sanitarias vigentes.

Cada año o cada dos años (según legislación) se debe realizar la limpieza de los vasos en contacto con el agua para eliminar los posibles depósitos producidos en paredes y solera (hierro, carbonatos, sílice, materias orgánicas, organismos vivos...), sobre todo cuando se utilicen en el tratamiento del agua productos como el hierro o el manganeso.

Esta limpieza deberá tener una función de desincrustación y desinfección, seguida de un aclarado con agua (artículo 11.4 RD 140/2003).

La elección del desinfectante se deberá realizar teniendo en cuenta el tiempo de contacto que se necesita y las características de la calidad del agua.

Se deberán lavar todas las superficies internas del depósito y los conductos asociados al mismo con el desinfectante y posteriormente enjuagar con agua potable.



El desinfectante empleado, una vez evacuado del depósito, debe ser eliminado empleando un agente neutralizador, con el fin de evitar daños al medio ambiente. Evidentemente, el modo de desinfección no debe causar daño a las superficies del depósito.

Finalmente, el depósito se deberá llenar hasta el nivel especificado con agua potable. El residuo de desinfectante deberá ser inferior o igual al que se encuentra normalmente en el agua que abastece el depósito.

Nombre
Dióxido de cloro
Hipoclorito de calcio
Hipoclorito de sodio
Peróxido de hidrógeno
Peroxodisulfato de sodio (Persulfato de sodio)
Peroxomonosulfato de potasio (Monopersulfato de potasio)
Sulfato de cobre

Nota: En situaciones de emergencia, siempre y cuando no se disponga de los biocidas anteriores, se podrán utilizar los siguientes compuestos, previa autorización de uso por la autoridad sanitaria competente, teniendo en cuenta, al igual que para las anteriores sustancias, las condiciones de uso establecidas en la ORDEN:

- Ácido tricloroisocianúrico (sincloseno).
- Dicloroisocianurato de sodio, anhidro.
- Dicloroisocianurato de sodio, dihidratado.

Sustancias destinadas a la desinfección de superficies y equipos que están en contacto con el agua (ORDEN SCO/3719/2005)



Se pueden emplear los siguientes métodos:

- 1) Método estático en el que se utilizará agua potable con adición de desinfectante

1ª FORMA → Cota de agua hasta aliviadero y añadir cloro hasta tener > 10 mg/l al final del periodo de retención (6 h para cloro gas, 24 h hipoclorito sódico o cálcico)
Posterior reducción del cloro residual libre ≤ 1 mg/l mediante vaciado + llenado o tiempo adicional + mezcla

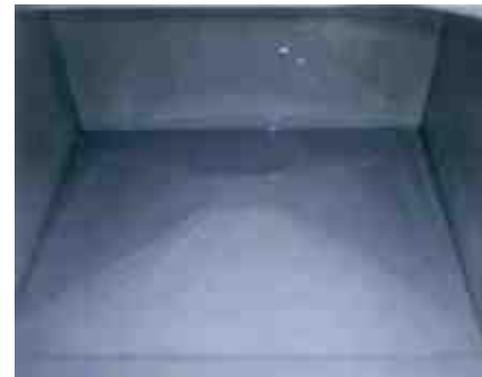
2ª FORMA → Adición de agua y cloro hasta tener inicialmente 50 mg/l de cloro, con aprox. un 5% del volumen del depósito durante > 6 h.
Posterior llenado hasta el máximo con agua fuertemente clorada hasta un mínimo de 24 h.
El volumen inicial de la solución con 50 mg/l será tal que una vez realizado el paso anterior quede un cloro residual < 1 mg/l



- 2) Método dinámico por aplicación directa del desinfectante sobre las superficies del depósito que vayan a estar en contacto con el agua.

Aplicación solución de 200 mg/l de cloro con cepillos adecuados o con equipo pulverizador en todas las superficies, incluyendo canales de entrada y desagües (salvo tuberías de aliviadero)
Las superficies tratadas permanecerán en contacto con la solución de cloro > 30 minutos.

Antes de la puesta en servicio del depósito y después de completar el llenado se deberán tomar muestras para un análisis bacteriológico. Si las muestras no cumplen los requisitos, el depósito deberá vaciarse y repetir la etapa de desinfección.





EJEMPLO

LIMPIEZA DINÁMICA

Depósitos de Tentegorra (Cartagena)





8. CALIDAD DEL AGUA



*Instalación para toma de muestras
(Depósito de Águilas, Murcia)*

Para asegurar la calidad del agua se tendrá en cuenta lo dispuesto en:

- RD 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano
- ORDEN SCO/3719/2005 sobre sustancias para el tratamiento de agua destinada a la producción de agua de consumo humano

Con el fin de extraer muestras para realizar análisis de la calidad del agua se dispondrán las instalaciones necesarias dentro de la cámara de llaves (siempre que esto sea posible) o bien en una arqueta.



RD 140/2003

Art. 10.2 → Las aguas de consumo humano distribuidas al consumidor por redes de distribución o depósitos deberán ser desinfectadas.

En estos casos, los subproductos derivados de la desinfección deberán tener los niveles más bajos posibles, sin comprometer en ningún momento la eficacia de la desinfección.

Art. 11.2 → La entidad pública o privada responsable de la construcción del depósito deberá instalar medidas de protección y señalizar de forma visible, para su identificación como punto de almacenamiento de agua para el abastecimiento, con el fin de que no se contamine o empeore la calidad del agua almacenada.

El gestor mantendrá estas medidas de protección.

Art. 13 → En todo proyecto de construcción de un depósito de la red de distribución o remodelación de uno existente, la autoridad sanitaria elaborará un informe sanitario vinculante, antes de dos meses tras la presentación de la documentación por parte del gestor.



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

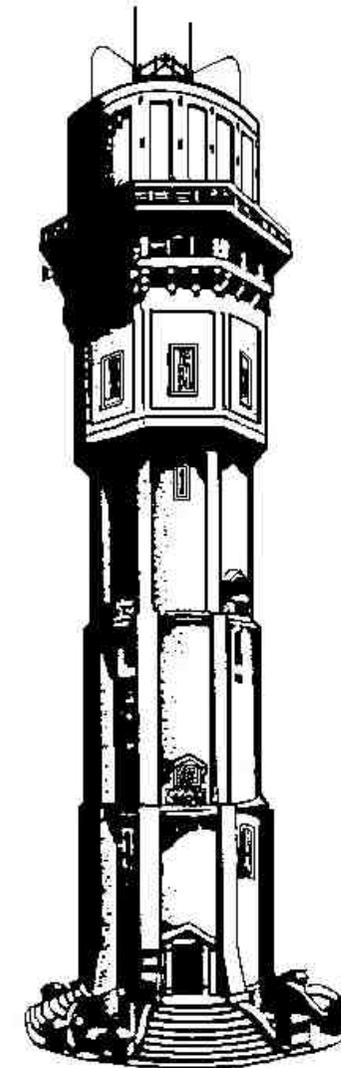
Tema 11. Construcción y explotación de depósitos



A la puesta en funcionamiento de la nueva instalación, la autoridad sanitaria realizará un informe basado en la inspección y en la valoración y seguimiento, durante el tiempo que crea conveniente, de los resultados analíticos realizados por el gestor, de los parámetros que ésta señale.

Art. 14.1 → Los productos que estén en contacto con el agua de consumo humano, por ellos mismos o por las prácticas de instalación que se utilicen, no transmitirán al agua sustancias o propiedades que contaminen o empeoren su calidad y supongan un incumplimiento de los requisitos especificados en el Anexo I o un riesgo para la salud de la población abastecida.

Art. 18.6 → Ante la sospecha de un riesgo para la salud de la población, la autoridad sanitaria podrá solicitar al gestor los muestreos complementarios que crea oportunos para salvaguardar la salud de la población.





9. MANUAL DE FUNCIONAMIENTO

Se deberá disponer de un manual de funcionamiento para cada depósito, que deberá incluir todas las instrucciones y procedimientos a seguir.

Se deberán guardar los registros de las inspecciones y de todo el trabajo de mantenimiento realizado durante la vida del depósito.

Si ocurriesen alteraciones significativas durante la vida útil del depósito, se deberá actualizar el manual de funcionamiento.

El contenido mínimo del manual será el siguiente:

- Descripción del depósito y sus instalaciones
- Medidas especiales en caso de urgencia/incendios importantes en la zona de distribución
- Procedimiento para poner el depósito fuera de servicio
- Instrucciones de limpieza y desinfección, funcionamiento de válvulas y resto de equipamiento eléctrico e hidráulico
- Informes de inspecciones, mantenimiento y otros eventos inusuales



10. REPARACIONES

Cuando las condiciones de funcionamiento de un depósito no sean las adecuadas, se realizará un estudio con el fin de identificar los problemas existentes y su causa, al objeto de determinar si su reparación es económica y técnicamente posible.

De no ser así, se optará por la construcción de un nuevo depósito, dejando fuera de servicio el antiguo mediante su desconexión de todas las conducciones del sistema de distribución.

Los fallos de estanqueidad de un depósito pueden deberse a diferentes causas: fisuración, porosidad de la estructura, disgregación de la estructura, desprendimiento del revestimiento, apertura de juntas, desconchado del hormigón, etc.

Estos defectos pueden ser la manifestación de múltiples causas que es bueno conocer para poder establecer el mejor diagnóstico: operaciones de construcción (mala vibración, recubrimientos insuficientes), errores en el diseño, problemas térmicos (dilatación diferencial), corrosión de los aceros, reacciones químicas (baja dureza del agua), etc.



EJEMPLO

REPARACIÓN

Depósito de Herencia (Ciudad Real)





Si es necesario que un depósito con diferentes cámaras esté en funcionamiento mientras se realizan los trabajos de reparación en una de ellas, se deberá desconectar del servicio dicha cámara. Antes de volver a poner en servicio la cámara reparada, ésta deberá ser limpiada y desinfectada con el fin de asegurar la calidad del agua.

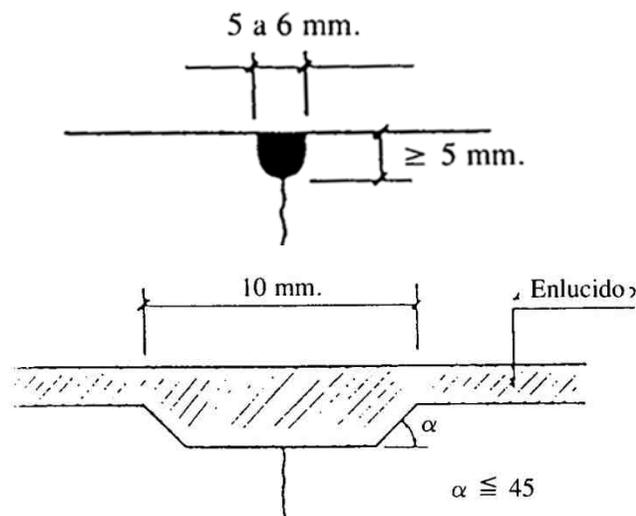
A la hora de realizar las reparaciones, los productos empleados deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Estar admitidos por Sanidad (productos en contacto con el agua)
- Buena adherencia al soporte
- Resistencia mecánica al menos igual a la del soporte
- Impermeabilidad al agua, incluso en capa delgada
- Inalterabilidad por agentes exteriores o productos disueltos
- Módulo de elasticidad equivalente al del soporte (enlucidos) o, por el contrario, muy superior (revestimientos flexibles)
- Coeficiente de dilatación equivalente al del soporte

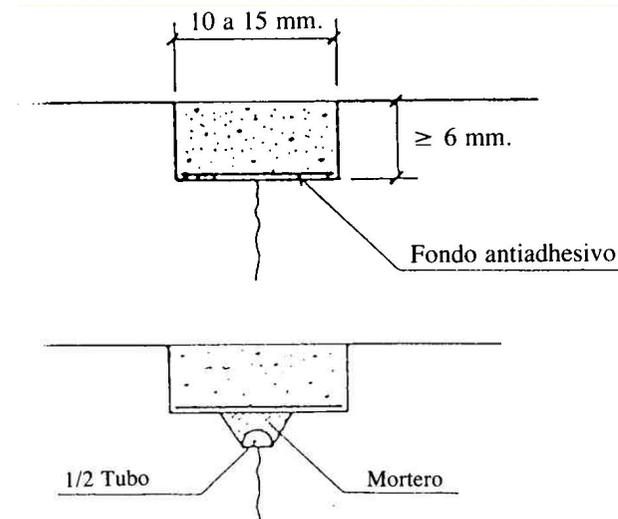


Los diferentes procedimientos para reforzar la estanqueidad son los siguientes:

1. Obturación de fugas localizadas → Actuación puntual, generalmente desde el exterior, aplicando una pequeña cantidad de producto colmatante sobre una salida de agua localizada.
2. Taponamiento de fisuras → El procedimiento consiste en rellenar la fisura, después de haberla ensanchado, mediante un producto que asegure la estanqueidad.



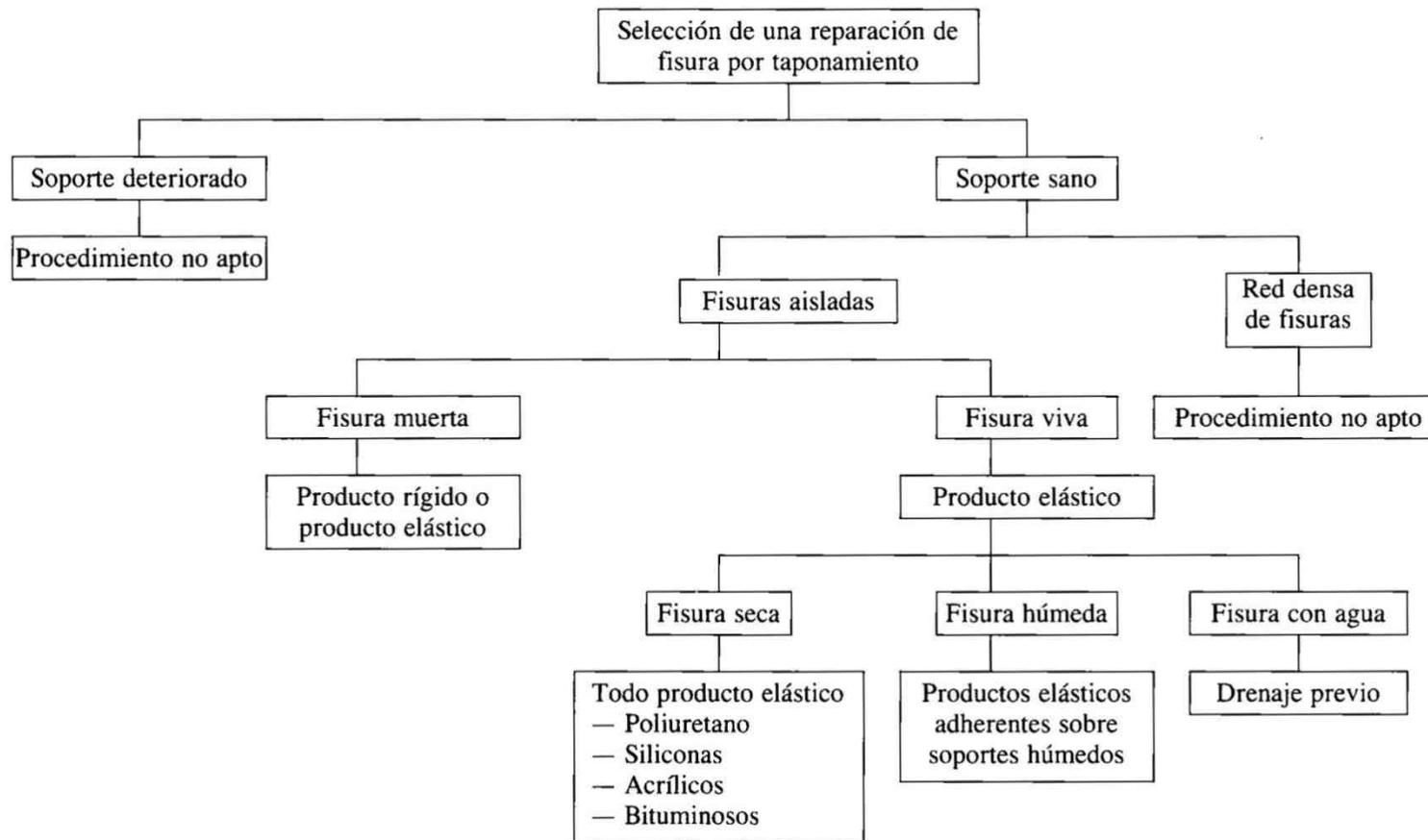
Fisura muerta



Fisura móvil



El taponamiento puede aplicarse a numerosos casos de tratamiento de fisuras, bajo la reserva del emplear los materiales y los modos apropiados.





EJEMPLO

OBTURACIÓN FUGAS LOCALIZADAS

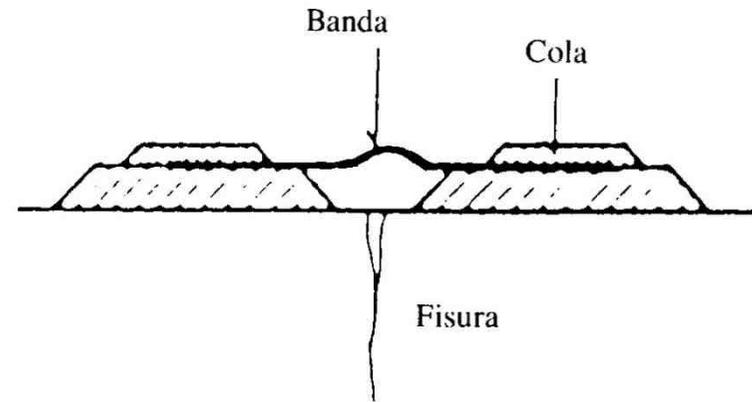
PROPAM[®] Tapavías

DATOS TÉCNICOS	
Reacción al fuego	Euroclase A1
Producto en pasta	
Agua de amasado	28 ± 0,1%
Temperatura de aplicación	+5°C a +35°C
Tiempo de inicio de fraguado	45 ± 15 segundos
Tiempo de final de fraguado	90 ± 30 segundos
Rendimiento de volumen	600 ± 50 cm ³ /kg

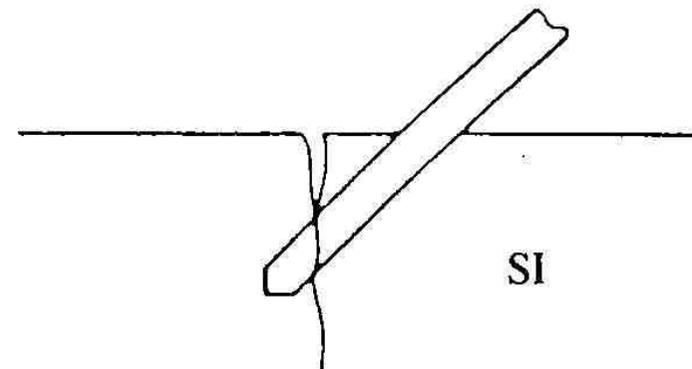
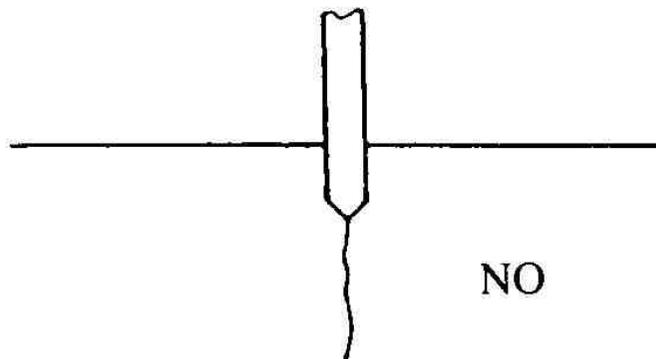




3. Obtención por tapado de fisuras → El procedimiento consiste en restablecer la estanqueidad por encima de una fisura o una junta mediante el establecimiento de un puente constituido por una banda estanca pegada al soporte sano a cada lado de la zona degradada.



4. Inyección de fisuras → El procedimiento consiste en inyectar en el interior de la fisura, un producto para restablecer la estanqueidad, asegurando una buena adhesión al soporte.





EJEMPLO

INYECCIÓN DE FISURAS 1/2

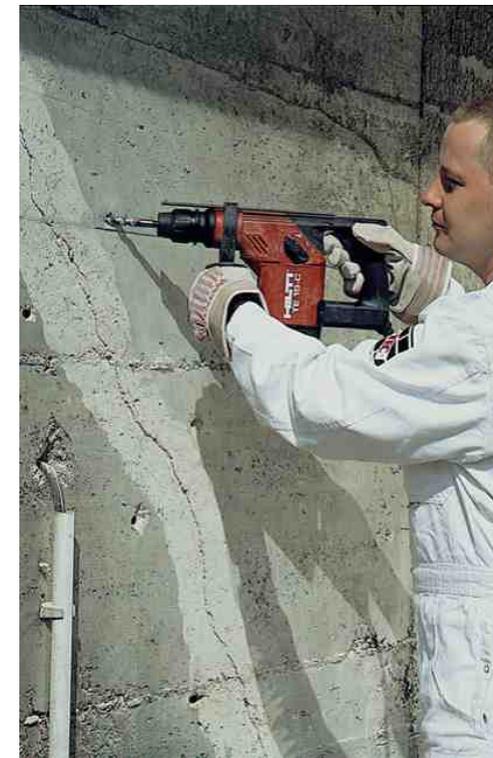
ISOTEC®



Fisura



Limpieza de la superficie



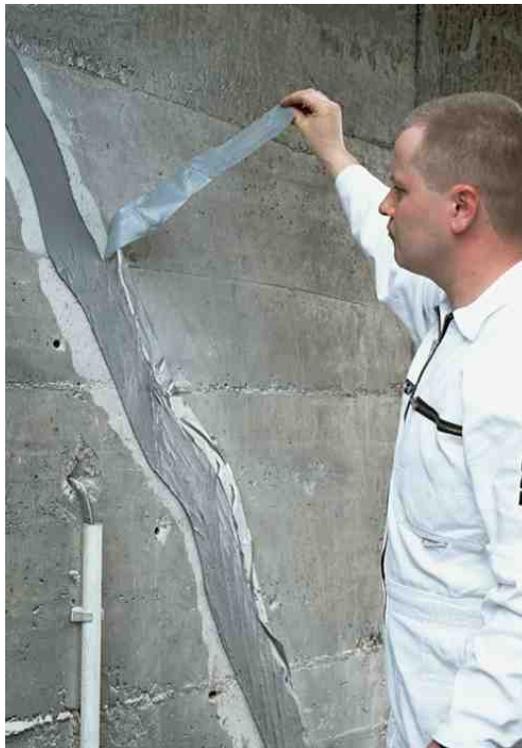
Taladrado de orificios



EJEMPLO

INYECCIÓN DE FISURAS 2/2

ISOTEC®



Cobertura de la fisura

ISOTEC®



Instalación de la inyección



Inyección de resina



5. Tapado o relleno de juntas → Consiste en la disposición en la junta, después de haberla limpiado, de un producto o elemento que asegure la estanqueidad y que sea elástico, de manera que permita alargamientos bajo carga.
6. Revestimiento interior → Consiste en asegurar la estanqueidad interior de la cuba mediante la realización de un revestimiento mediante ligantes hidráulicos (mortero de cemento con aditivos), resinas polimerizables (armadas o sin armar) o láminas plásticas (PVC, neopreno, hypalón[®], etc.)
7. Reconstrucción → Consiste en reconstruir una parte de hormigón o mortero deteriorado, aplicando localmente un nuevo mortero. Propiamente no es una reparación de estanqueidad, pero en caso de obras seriamente dañadas será imprescindible antes de realizar dicha reparación.
8. Refuerzo mediante chapa metálica → Se aplica en cualquier parte de la obra que presente fisuras debidas a falta de resistencia por armadura insuficiente, encolando placas de acero en el exterior de la pieza a mejorar. Suelen emplearse resinas epoxi y generalmente se realiza sobre superficies planas. No es un procedimiento de refuerzo de la estanqueidad propiamente dicho, sino un refuerzo de la estructura antes de la reparación de estanqueidad.



EJEMPLO

TAPADO DE JUNTAS

Depósito Cabezo Beaza (Cartagena)



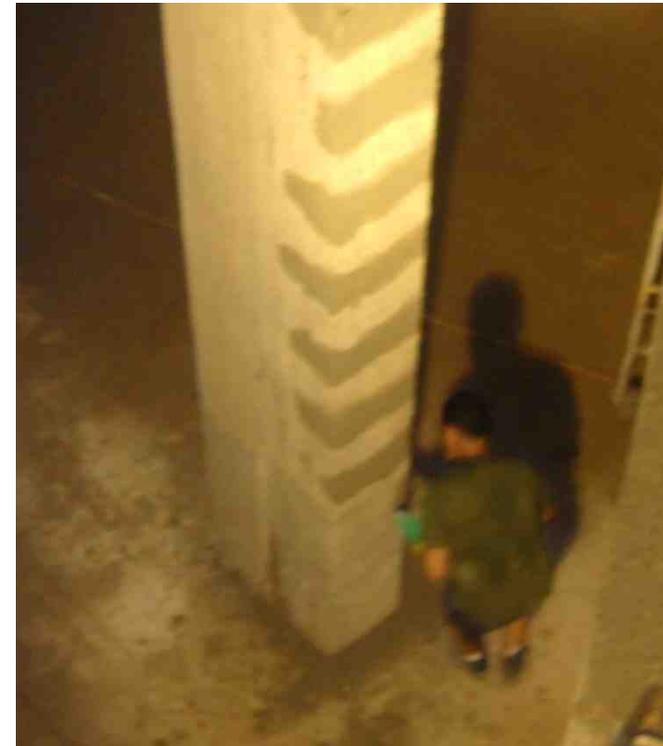
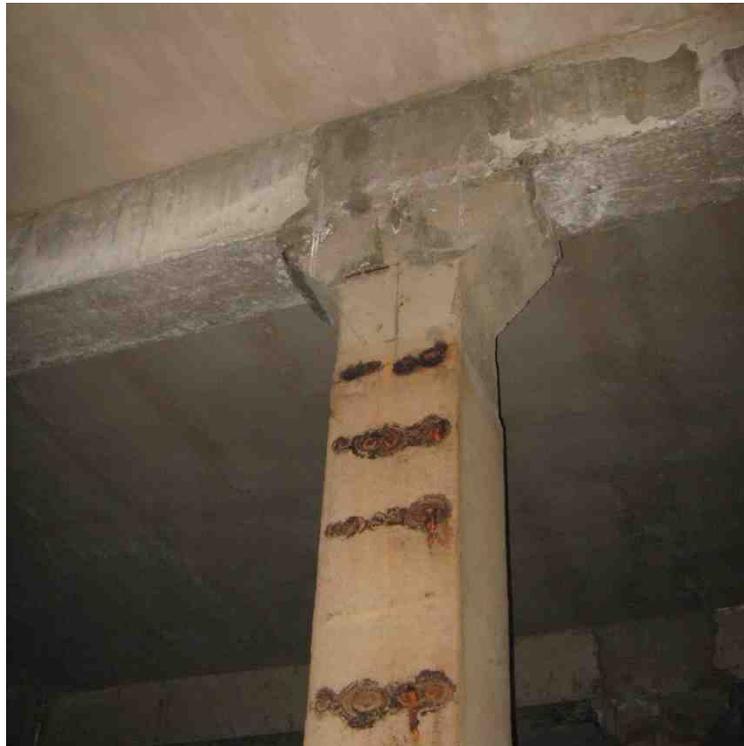
Tratamiento de juntas de dilatación en techo, pilares y solera mediante banda continua de absorción de movimientos, fijada con adhesivo de alta eficacia (sistema TRICOFLEX®)



EJEMPLO

RECONSTRUCCIÓN

Depósito Cabezo Beaza (Cartagena)



Regularizado de pilar afectado (corrosión de armaduras) con mortero de reparación sin retracción aplicado manualmente



11. BIBLIOGRAFÍA

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO. *Recomendaciones sobre depósitos de agua potable*. Madrid: AEAS, 1990. 84 p.

CEH-CEDEX. *Guía técnica sobre depósitos para abastecimiento de agua potable*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento, 2010. 187 p. ISBN : 978-84-7790-513-4.

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3.

MANCOMUNIDAD DE LOS CANALES DEL TAIBILLA. *Guía para el diseño y proyecto de depósitos*. Cartagena: MCT, 2013. 117 p.



REFERENCIA DE IMÁGENES

DIAPPOSITIVA PORTADA

“Water tower” [Imagen tomada de] “Water Tower” *Wikipedia, the free encyclopedia* [en línea]. 8 de abril de 2011. Disponible en:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/5a/Water_tower.JPG>. [Consulta: 12 de abril de 2011]

DIAPPOSITIVA página 3

“Tønder Danmark water tower” [Imagen tomada de] “Water Tower” *Wikipedia, the free encyclopedia* [en línea]. 8 de abril de 2011. Disponible en:
<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1d/Vandt%C3%A5rn_T%C3%B8nder_Danmark_water_tower_T%C3%B8nder_Denmark_Wasserturm_T%C3%B8nder_D%C3%A4nemark_Foto_2007_Wolfgang_Pehlemann_Wiesbaden_DSCN6142.jpg>. [Consulta: 12 de abril de 2011]

DIAPPOSITIVA página 6

“Encuentros depósito Hospitalet” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

DIAPPOSITIVA página 7

[Imagen tomada de] “Catálogo MC-RIM PW”. *MC-Bauchemie* [en línea]. Disponible en: <<http://buildingchemicalsupplies.com.au/wp-content/uploads/2014/05/10-MC-RIM-PW.pdf>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]



DIPOSITIVA página 8

“Hypalon:- this is a rubber/neoprene material” [Imágenes tomadas de] “PVC or Hypalon?”. *Polimarine* [en línea]. Disponible en: <<http://www.polymarine.com/advice/pvc-or-hypalon/>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIPOSITIVA página 10

“Impermeabilización de la cubierta”. En: MANCOMUNIDAD DE LOS CANALES DEL TAIBILLA. *Guía para el diseño y proyecto de depósitos*. Cartagena: MCT, 2013. 117 p.

DIPOSITIVA página 11

“Lámina de pvc armada con fibra” [Imágenes tomadas de] “Láminas pvc”. *Fulma* [en línea]. Disponible en: <http://www.fulma.es/documentos/file/productos/pdf2/A04_Catalogo_Laminas_PVC.pdf>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIPOSITIVAS página 12, 13 y 14

“Impermeabilización cubierta depósito” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

DIPOSITIVA página 15

[Imágenes tomadas de] “Water stop”. *Sinthawee Thai-Laos* [en línea]. Disponible en: <<http://www.stl.co.th/products-water-stop.html>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIPOSITIVA página 16

[Imágenes tomadas de] *Weissenbach* [en línea]. Disponible en: <http://www.weissenbach.de/waterstops_esp.html>. [Consulta: 12 de julio de 2015]



DIPOSITIVA página 17

“Juntas water stop en el depósito de Vistabella” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

DIPOSITIVA página 18

“Juntas de dilatación y contracción”. En: MANCOMUNIDAD DE LOS CANALES DEL TAIBILLA. *Guía para el diseño y proyecto de depósitos*. Cartagena: MCT, 2013. 117 p.

DIPOSITIVA página 19

“Tipos de cintas Sika Water Stop” [Imagen tomada de] “Sika water stop”. *Tecnopalermo* [en línea]. Disponible en: <http://www.tecnopalermosrl.com.ar/_pics/Pic_SellSistsikaWaterstop_1.gif>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIPOSITIVA página 20

“Juntas water stop en espesador ETAP Torrealta” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

“Junta water stop D y AD para juntas de dilatación” [Imagen tomada de] “Estanquidad de las juntas”. *Veda Technik* [en línea]. Disponible en: <<http://www.vedatechnik.com/media/1683/waterstop-d.jpg>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIPOSITIVA página 22

“Encofrado de muros con chapas o paneles modulares de encofrado” [Imagen tomada de] “Hormigón impreso y pulido”. *Mamanitas* [en línea]. Disponible en: <http://www.masmanitas.es/construir_casa/piezas-encofrado-muro.jpg>. [Consulta: 12 de julio de 2015]



DIAPOSITIVA página 23

“SKWS2010” [Imagen tomada de] “Sikaswell p 2010 (rollo 10 m)”. *MAUSA* [en línea]. Disponible en: <<http://www.mausa.es/productos/fotos/SKWS2010SIKASWELLP201010ml.jpg>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

[Imagen tomada de] “Sikaswell A”. *Álvarez Baena* [en línea]. Disponible en: <http://www.alvarezbaena.es/files/Productos_79_800x600_sikaswell2507h3kon175454.jpg>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

“Datos técnicos” [Imagen tomada de] “SikaSwell S-2”. *Tecnopalermo* [en línea]. Disponible en: <http://www.tecnopalermosrl.com.ar/_pics/Pic_SellSistsikaSwell_1.gif>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIAPOSITIVA página 24

Imagen tomada de] “Impermeabilización de depósitos con sistema MAXSEAK FLEX”. *Ecocantábrico* [en línea]. Disponible en: <http://ecocantabrico.es/wp-content/uploads/2013/11/IMPERMEABILIZACION_DE_DEPOSITOS.pdf>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIAPOSITIVA página 28

“Nicollet Water Tower” [Imagen tomada de] “Membranas de pvc”. *Fulma* [en línea]. Disponible en: <<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/NicolletWaterTowers.jpg>>. [Consulta: 12 de abril de 2011]

DIAPOSITIVA página 30

“Ejemplo de curva de movimientos esperados en función del nivel de llenado del depósito”. En CEH-CEDEX. *Guía técnica sobre depósitos para abastecimiento de agua potable*. Madrid: Centro de Publicaciones del Ministerio de Fomento, 2010. 187 p. ISBN : 978-84-7790-513-4. Página 167



DIAPPOSITIVA página 36

“Water tank before cleaning” [Imagen tomada de] “Water tank cleaning service”. OLX [en línea]. Disponible en: <http://images01.olx.in/ui/1/11/80/14931180_2.jpg>. [Consulta: 12 de febrero de 2012]

“Water tank after cleaning” [Imagen tomada de] “Water tank cleaning service”. OLX [en línea]. Disponible en: <http://images01.olx.in/ui/1/11/80/14931180_3.jpg>. [Consulta: 12 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 37

“Limpieza en el depósito de Tentegorra” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

DIAPPOSITIVA página 38

“Instalación para toma de muestras (Águilas, Murcia)” © Francisco Javier Pérez de la Cruz

DIAPPOSITIVA página 40

“Hawera Water Tower” [Imagen tomada de] *Keith Blayney* [en línea]. Disponible en: <<http://www.keithblayney.com/Hawera/Watertwr.jpg>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIAPPOSITIVA página 43

[Imágenes tomadas de] “Reparación del depósito de agua de Herencia”. BASF [en línea]. Disponible en: <<http://www.constructionssystemsbasf-cc.es/ES/productos-sistemas/referencias-obras/reparacion-refuerzo/reparacion-deposito-agua-herencia/Pages/default.aspx>>. [Consulta: 12 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 45

“Tipos de fisuras”. En: AEAS. *Recomendaciones sobre depósitos de agua potable*, 1990.



DIPOSITIVA página 46

“Procedimiento de reparación de fisuras”. En: AEAS. *Recomendaciones sobre depósitos de agua potable*, 1990.

DIPOSITIVA página 47

[Imágenes tomadas de] “Tapavías PROPAM”. *PROPAMSA* [en línea]. Disponible en: <<http://www.propamsa.es/propam-tapavias>>. [Consulta: 12 de julio de 2012]

DIPOSITIVA página 48

“Procedimiento de reparación de fisuras”. En: AEAS. *Recomendaciones sobre depósitos de agua potable*, 1990.

DIPOSITIVAS página 49 y 50

“Inyección de fisuras” [Imágenes tomadas de] *ISOTEC* [en línea]. Disponible en: <<http://www.isotec.de/es/handwerk/abdichtung/impermeabilizacion-exterior.html>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIPOSITIVAS página 52 y 53

“Reparación de juntas en el depósito de Cabezo Beaza” © Mancomunidad de los Canales del Taibilla