

CONSIDERACIONES SOBRE IMPERMEABILIZACION DE DEPOSITOS

Por CARLOS SAFRANEZ
Doctor Ingeniero

Al construir depósitos de agua hay que asegurar, naturalmente, su impermeabilidad, pero la experiencia nos demuestra que frecuentemente no se logra conseguir este propósito, que se producen filtraciones en los mismos, lo que obliga a reparaciones molestas, costosas y que en muchos casos no dan resultado satisfactorio. Vamos a resumir a continuación las indicaciones más importantes que hay que observar para la construcción y reparación de depósitos donde ha fallado la impermeabilidad. También trataremos de la impermeabilización de depósitos en terrenos seleníticos o susceptibles de reblandecimiento en contacto con el agua.

Observaciones generales.

Para decidir la clase de impermeabilización se tendrá en cuenta las dimensiones del depósito, la clase de material de construcción, la naturaleza del terreno de cimentación y el valor o precio del agua.

Entre los distintos sistemas de impermeabilización hay que distinguir dos clases:

1. Impermeabilización para evitar pérdidas por porosidad.
2. Impermeabilización suficientemente elástica para seguir, sin agrietarse, los movimientos de la fábrica.

Normalmente es suficiente emplear el primer sistema, siempre que no se produzcan agrietamientos, tomando las medidas necesarias para evitarlos.

Las causas más importantes del agrietamiento son las debidas a asentos del terreno, a deficiencias del material y de ejecución, y a las contracciones y dilataciones debidas a los cambios de temperatura.

En fábricas de mampostería, normalmente no ha de temerse el agrietamiento por contracción, por ser la obra en sí suficientemente elástica, pero si se trata de obras de hormigón, a partir de ciertas dimensiones el único procedimiento para evitar el agrietamiento por contracción lo constituyen las juntas de contracción convenientes y distribuídas adecuadamente.

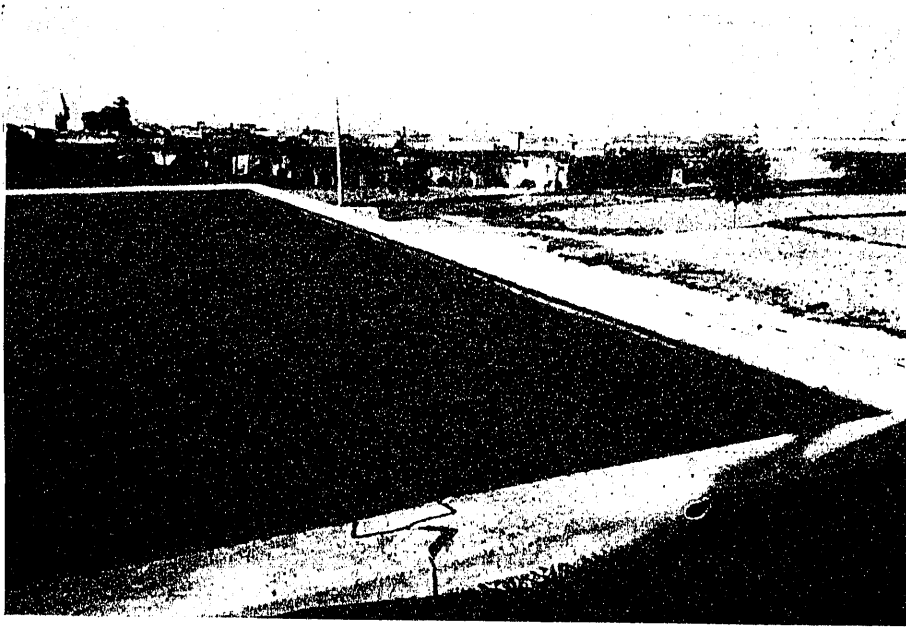
En un país con grandes y bruscas diferencias de temperatura como España, es conveniente prever juntas de contracción si las dimensiones, por ejemplo, en depósitos de base rectangular exceden de unos 12 m.

Sistemas de impermeabilización.

Citaremos los procedimientos más corrientes y de fácil aplicación cuya eficacia ha sido comprobada por la experiencia.

Los métodos de impermeabilización son:

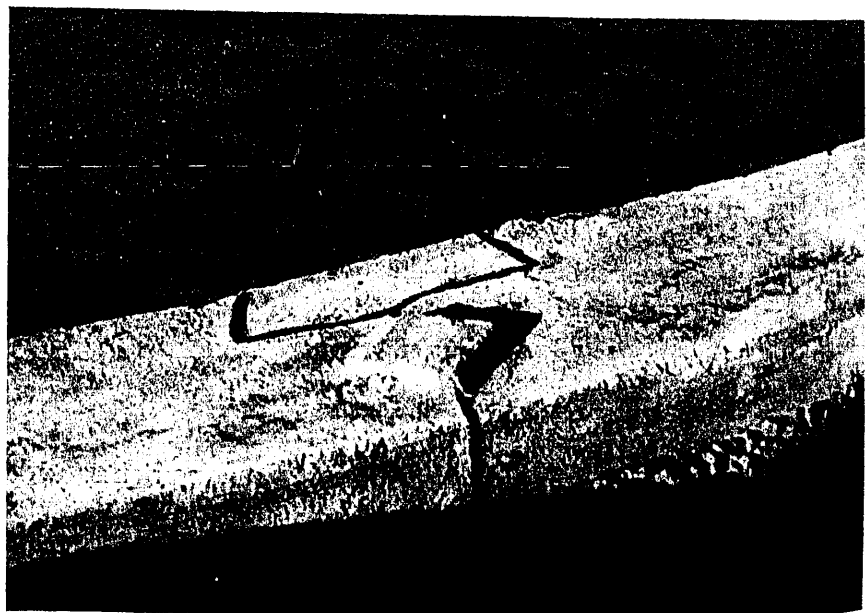
1. Impermeabilización rígida, que consiste generalmente en la aplicación de un

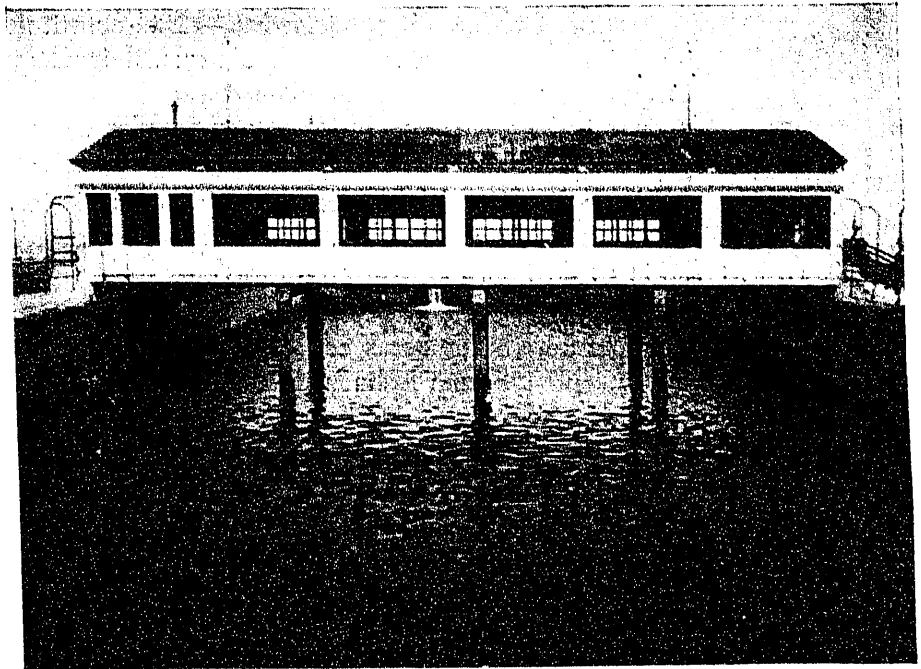


enlucido impermeable y, en algunos casos, en el empleo de pinturas impermeables pétreas.

2. Impermeabilización semielástica a base de pinturas bituminosas.
3. Impermeabilización elástica a base de telas o masillas bituminosas.
4. Combinación entre la impermeabilización rígida y elástica.

Impermeabilización rígida. — Partiendo de un enlucido impermeable, se emplea cuando se trata de evitar las pérdidas de agua por porosidad. Por su falta de elasticidad, al producirse un agrietamiento, la capa impermeable se agrieta igualmente.

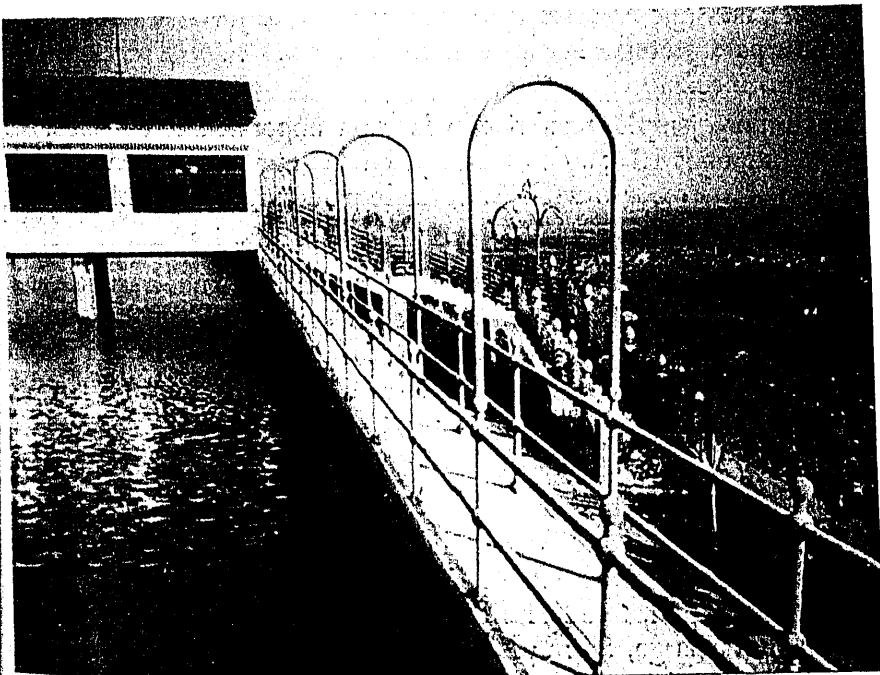




El procedimiento es sencillo, porque consiste en añadir un hidrófugo de buena calidad al mortero, siguiendo las indicaciones de la casa suministradora.

Como la eficacia del enlucido impermeable tiene como condición primordial que éste no se agriete, aparte de la buena calidad del hidrófugo y de los demás materiales, hay que exigir una ejecución cuidadosa.

El espesor del enlucido en las paredes debe tener unos 2 cm. y realizarse en varias capas para evitar la formación de fisuras. En la solera es aconsejable un espesor de unos 3 a 4 cm. aplicado en una sola capa.



Impermeabilización semielástica. — Está constituida generalmente a base de pintura bituminosa, y forma una película que, al igual que la rígida, evita las pérdidas de agua por porosidad, pero tiene cierta elasticidad y ofrece mayor garantía contra las fisuras. Se aplica en obras una vez alisadas con mortero, sin que la ejecución de este enlucido requiera cuidado especial.

La aplicación debería efectuarse por operarios especializados, lo que aumenta la seguridad del procedimiento. Normalmente se emplean tres capas, la primera, más fluida es de imprimación, y las otras dos, más espesas, de cubrición.

Si el agua del depósito se usa también como agua potable es conveniente emplear pinturas bituminosas con el mínimo de aceites minerales, y recubrir la capa impermeable con una lechada de cemento Portland y cal grasa o una pintura especial pétreo de color blanco que tiene mayor adherencia y duración. Dicha capa forma una película de protección que cubre el color negro del depósito y evita el contacto de la capa impermeable con el agua, ayudando al mismo tiempo a su conservación.

Impermeabilización elástica. — Se emplea, en primer lugar, para las juntas de contracción y, en general, donde se exige la impermeabilidad absoluta, contando con la posibilidad del agrietamiento de la obra.

Para conseguir la impermeabilización elástica, se emplean telas impermeables formadas, normalmente, por materiales bituminosos con armaduras de tela de yute, de vidrio, de polietileno, de planchas de aluminio o cobre y también masillas bituminosas reforzadas con fibra de amianto.

Debido a la gran elasticidad de estos dos procedimientos se consigue que la capa impermeable pueda seguir, sin agrietarse, los movimientos de la obra.

Se utilizan telas prefabricadas o telas fabricadas "in situ" en capas superpuestas. Las últimas tienen la ventaja de su perfecta adherencia a la obra y se evitan en las mismas las uniones, tan molestas, entre las distintas láminas.

El espesor de las telas y la cantidad de sus armaduras depende del coeficiente de seguridad que se pretenda conseguir.

Tratándose de un procedimiento relativamente caro, éste no se emplea como indicamos anteriormente, más que en casos especiales, y por esta razón, hay que tomar las medidas adecuadas para proteger la capa impermeable con una obra adicional contra su posible deterioro mecánico.

Esto se consigue, por ejemplo, recubriendo la capa impermeable de solera con una losa de hormigón de unos 10 cm. de espesor y, en los muros, con una pared de ladrillo de 5 a 12 cm. con trabas o anclaje adecuado para evitar su posible desprendimiento.

Combinación de impermeabilización rígida y elástica. — El caso más frecuente de la combinación entre la impermeabilización rígida y elástica es el de un depósito con juntas de contracción, impermeabilizando éstas con masilla bituminosa y el resto del depósito a base de enlucido impermeable o de pinturas bituminosas impermeables.

Como medida de precaución se recubren en este caso las juntas de construcción igualmente con masilla bituminosa. Para impermeabilizar las grietas ya formadas es imprescindible su recubrimiento con esta masilla.

Como ejemplo de esta clase de impermeabilización citamos un depósito descubierta, situado en Vall de Uxó (Castellón), en la cima de una colina, y expuesto a cambios bruscos de temperatura, siendo las diferencias máximas de unos 40° C. El mismo tiene unos 50 m. de largo, 25 m. de ancho y 5 m. de alto.

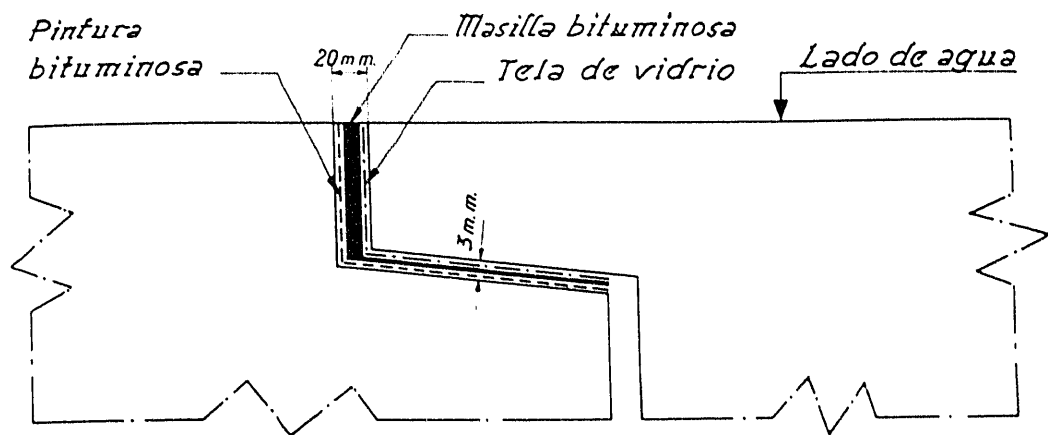
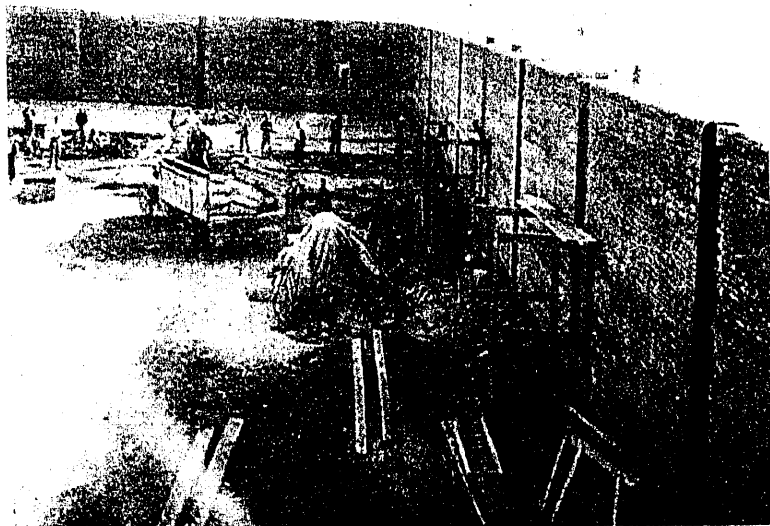


Fig. 1.ª — Junta de contracción en paredes.

Para las juntas de contracción se empleó el tipo de junta quebrada, que se observa en la figura 1.ª, que ha dado generalmente muy buen resultado, siendo la distancia entre las mismas 12,5 m. El relleno de la junta que tenía unos 2 cm. de ancho se realizó con una masilla bituminosa reforzada con fibra de amianto muy adherente y elástica, que se aplicó con espátula. Previamente, toda la superficie de la junta se trató con pintura bituminosa de imprimación. Ambos materiales se emplearon en frío.

Con un coeficiente de dilatación de hormigón de 0,00001 y una diferencia de temperatura de 40° C. resulta para un tramo de 12,5 m. una contracción total de 0,5 centímetros. Para la anchura de la junta de 2 cm. la dilatación correspondiente representa solamente un 25 por 100, lo que queda perfectamente absorbido por la masilla empleada.

La parte deslizante de la junta que se dispuso ligeramente inclinada y alisada para facilitar la contracción y dilatación de la obra, se trató con una pasada de la



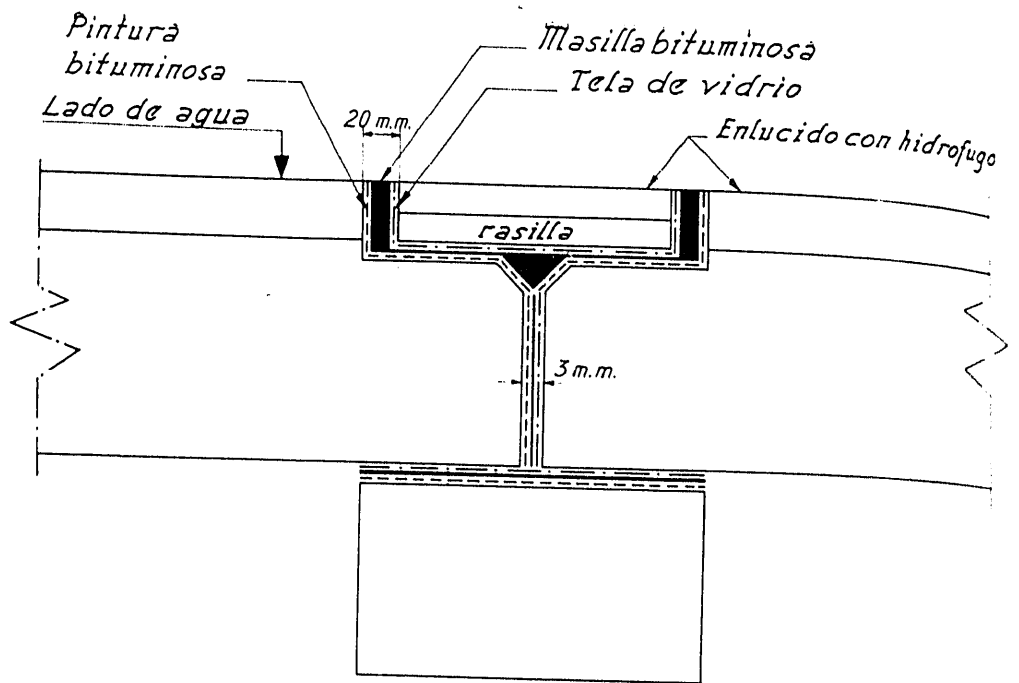


Fig. 2.ª --- Junta de contracción de solera.

pintura bituminosa y una capa delgada, de unos 3 mm. de espesor, de la citada masilla bituminosa, recubierta con tela de vidrio y lechada de cemento para protegerla contra la penetración de los áridos al hormigonar el tramo contiguo.

La junta de la solera se realizó de acuerdo con la figura 2.ª, empleando para su impermeabilización los mismos materiales bituminosos.

La superficie del depósito se impermeabilizó con un enlucido de mortero de Portland con adición de un líquido hidrófugo que se añadió al agua de preparación del mortero.

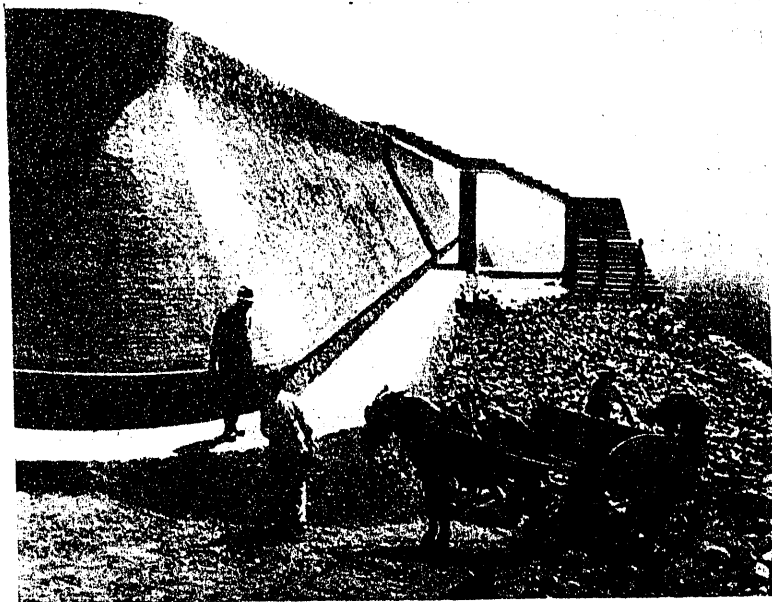


Para evitar el agrietamiento del enlucido, éste se ejecutó en paños independientes coincidiendo con las juntas de contracción, pero añadiendo otras más en el centro de las dos juntas principales. Antes de proceder al enlucido del paño contiguo, la junta del enlucido terminado se impermeabilizó con la masilla bituminosa.

Estando el depósito completamente descubierto con sus juntas abiertas por su parte exterior y después de haber transcurrido unos veinte años desde su construcción, no se ha observado la más mínima filtración.

Depósitos en terrenos susceptibles de reblandecimiento en contacto con el agua.

Se ha demostrado en muchas ocasiones que, en depósitos construídos con toda clase de precauciones y que parecían perfectos, en el transcurso del tiempo empezaban a producirse pérdidas de agua que aumentaban progresivamente. Al reconocer



el depósito para averiguar la causa de las filtraciones se observaba la existencia de grietas y algunas veces fisuras casi imperceptibles a primera vista.

Conocemos casos donde se afirmaba que en aquella región era prácticamente imposible la construcción de depósitos de agua, porque todos se agrietaban y se hacían inservibles más o menos pronto.

La causa de estos fallos es casi siempre la misma y consiste en las características especiales del terreno que sirve de cimentación.

Cuando se trata generalmente de margas más o menos descompuestas, al hacer la excavación en estado seco, el terreno parece compacto y muy resistente, pero se reblandece en contacto con el agua y pierde su resistencia.

Una cierta porosidad de las fábricas produce pérdidas de agua prácticamente imperceptibles y, en un terreno normal, no suelen tener consecuencia. Tratándose de margas, dichas pérdidas son suficientes para reblandecer la cimentación y provocar al principio un ligero asiento y la formación de algunas fisuras insignificantes. Al au-



mentar las filtraciones y asentar más el terreno, aumenta la importancia de las grietas y, por consiguiente, las filtraciones.

Para estos casos, la única solución factible es prever una impermeabilización clásica perfecta en la forma expuesta anteriormente.

Depósitos en terrenos selenitosos.

Tenemos que tomar en consideración los tres siguientes casos:

a) *El agua que contiene el depósito es selenitosa, en cambio, el terreno no es agresivo.*

b) *El agua no es agresiva, en cambio, el terreno es selenitoso.*

c) *El agua y el terreno son selenitosos.*

Observaciones generales.

Hay que extremar las precauciones para evitar los posibles agrietamientos de la obra, disminuyendo la distancia entre las juntas de contracción, fijando éstas a unos 5 m. y asegurando bien la impermeabilidad de las mismas.

Como los revestimientos han de ser impermeables, tratándose de aguas selenitosas, no se puede emplear el mortero de cemento Portland.

Se ha demostrado que algunos productos bituminosos de los que se usan corrientemente para la impermeabilización de obras hidráulicas no son atacables por las aguas selenitosas, por lo cual las pinturas especiales antiácidas, costosas, en general, no son objeto de consideración.

a) DEPÓSITOS CON AGUA SELENITOSA.

La solución más sencilla para proteger el revestimiento de hormigón es pintarlo con materiales bituminosos adecuados, aplicando primero una mano de pintura bitu-

minosa de imprimación y una vez seca ésta, dos capas de pintura bituminosa semiplástica.

Si en ciertos casos interesa aumentar el coeficiente de seguridad de la impermeabilización, sobre todo contra los posibles agrietamientos que pueda sufrir la obra, recomendamos la solución siguiente:

Previo pintado de la superficie interior del depósito con pintura bituminosa de imprimación, se aplica un forrado de tela bituminosa armada con una o dos telas de vidrio según el caso.

En las paredes, sobre todo, se recomienda emplear una tela preparada "in situ" dispuesta por capas superpuestas que aseguren su perfecta adherencia, condición importante para su buen resultado, ya que las telas prefabricadas tienden a desprenderse de su base si no van sujetas por una protección de espesor suficiente.

Como revestimiento de protección se emplea un mortero también bituminoso, compuesto de una emulsión coloidal bituminosa adecuada, mezclada con arena de sílice.

b) DEPÓSITOS EN TERRENOS SELENITOSOS.

En este caso hay que proteger la cimentación de la obra que está en contacto con el terreno, contra el ataque del agua selenitosa.

Primeramente hay que establecer una base firme y duradera sobre la cual se puede aplicar la capa de protección. Dicha capa se consigue revistiendo la excavación con ladrillo macizo y empleando un mortero bituminoso como el descrito en el apartado anterior. Una vez alisado ligeramente el revestimiento con el mismo mortero, se aplican dos pasadas de un impermeabilizante bituminoso semiplástico.

Si se desea aumentar el coeficiente de seguridad se sustituye el impermeabilizante semiplástico por tela bituminosa adecuada.

c) DEPÓSITOS CON AGUA SELENITOSA Y EN TERRENOS YESOSOS.

Se combina la protección exterior con la interior según lo expuesto en los apartados *a)* y *b)*.

Ejemplos de reparación de depósitos.

Vamos a exponer a continuación algunos ejemplos típicos de reparación de depósitos donde ha fallado la impermeabilidad.

En muchos casos se trata solamente de evitar las pérdidas de agua más importantes, puesto que las filtraciones insignificantes no tienen prácticamente influencia. Casi siempre es relativamente fácil evitar del 90 al 95 por 100 de las pérdidas, pero es incomparablemente más costoso conseguir la impermeabilidad total.

Como ejemplo de reparación citamos el de una balsa de riego, antigua, que debido a numerosas grietas era prácticamente inservible. Se tenía el propósito de construir un depósito nuevo, pero por distintas razones se decidió reparar provisionalmente la mencionada balsa.

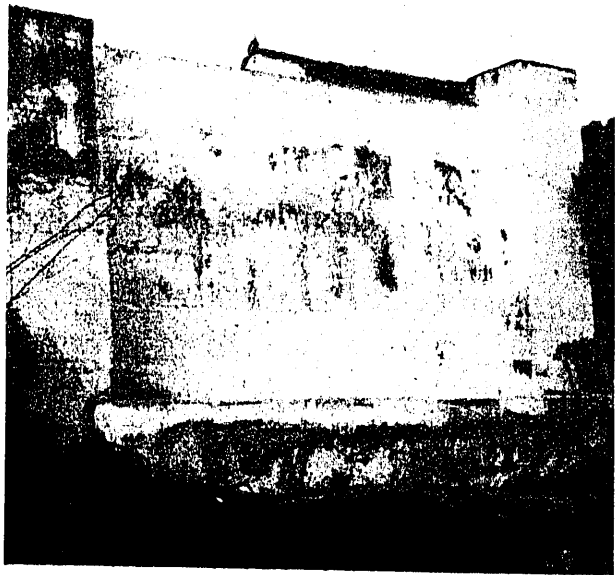
Todas las grietas se pintaron con pintura bituminosa, y se recubrieron con masilla bituminosa, con un resultado tan satisfactorio que, hasta la fecha, y después de haber transcurrido más de veinte años, sigue la balsa en servicio sin ninguna reparación posterior.

A pesar de este buen resultado, no nos parece aconsejable limitarse solamente a la impermeabilización de las grietas, cuando la superficie a tratar es relativamente pequeña y las consecuencias por filtración son graves. Al quedar desapercibidas algunas fisuras, lo que ocurre, por ejemplo, en depósitos elevados de hormigón armado, se pueden producir daños de consideración.

El procedimiento que se emplea con éxito consiste en recubrir toda la superficie con un forrado impermeable a base de tela bituminosa.

Como protección de la tela bituminosa se emplea un chapado de rasilla sujeto por clavos previamente colocados, impermeabilizando su unión con la pared y la tela impermeable con masilla bituminosa.

Unas medidas de precaución aún más extremadas, tuvieron que tomarse para la reparación de un depósito de hormigón semienterrado. A pesar de estar bien proyectado y ejecutado, se observaron al poco tiempo importantes pérdidas de agua. Se demostró que el terreno que servía de cimentación, marga algo descompuesta, se reblandecía en contacto con el agua y perdiendo su resistencia, cedía, originando la formación de varias grietas en los muros y la solera. Filtraciones insignificantes al principio, que seguramente se hubieran taponado en el transcurso del tiempo por sí solas, dado el espesor de la obra y la calidad del hormigón, reblandecieron el terreno disminuyendo su resistencia. Al ceder la cimentación se formaron algunas pequeñas fisuras, y al aumentar por consiguiente la filtración y ceder más el terreno, las fisuras se convirtieron en grietas. Con muy buen criterio se decidió tomar toda clase de precauciones para evitar con absoluta seguridad la más mínima filtración. Esto se consiguió, forrando la solera y las paredes del depósito con una tela bituminosa doble, protegiendo la capa impermeable con una nueva pared de medio pie y con una solera de unos 12 cm. de espesor que se armó con tela metálica.



Vamos a citar otro caso de reparación de un depósito importante de reciente construcción, donde igualmente debían haberse extremado las precauciones, pero que había que arreglar rápidamente y con pocos gastos, dada la premura de tiempo.

po para ponerlo en servicio y escasez de medios económicos disponibles. Al llenar el depósito no se notó, en principio, ninguna anomalía. Pero al poco tiempo se observó en los muros la formación de unas grietas que se ensancharon en forma alarmanante. El depósito estaba emplazado demasiado cerca del borde de una ladera. Las filtraciones, en principio insignificantes, provocaron un pequeño desprendimiento del

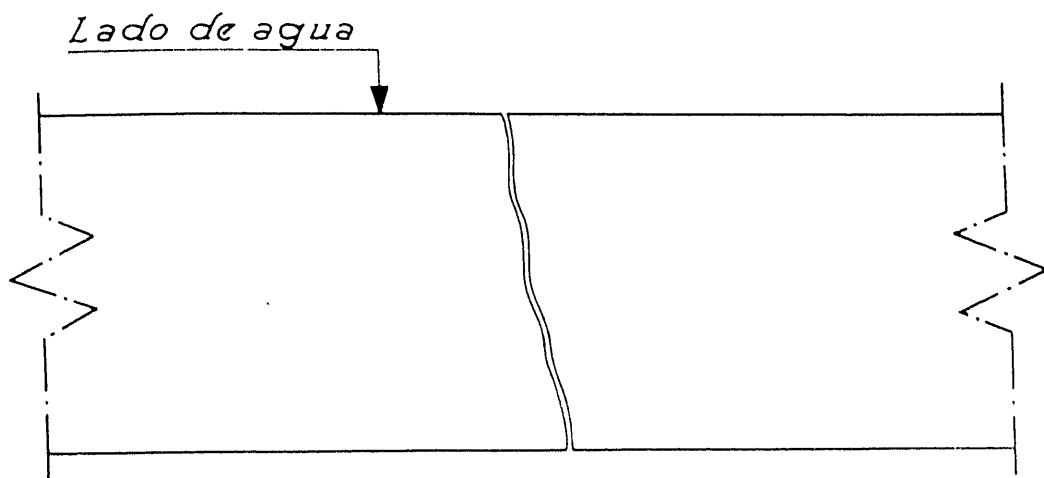


Fig. 3.ª, A. — Estado de la grieta.

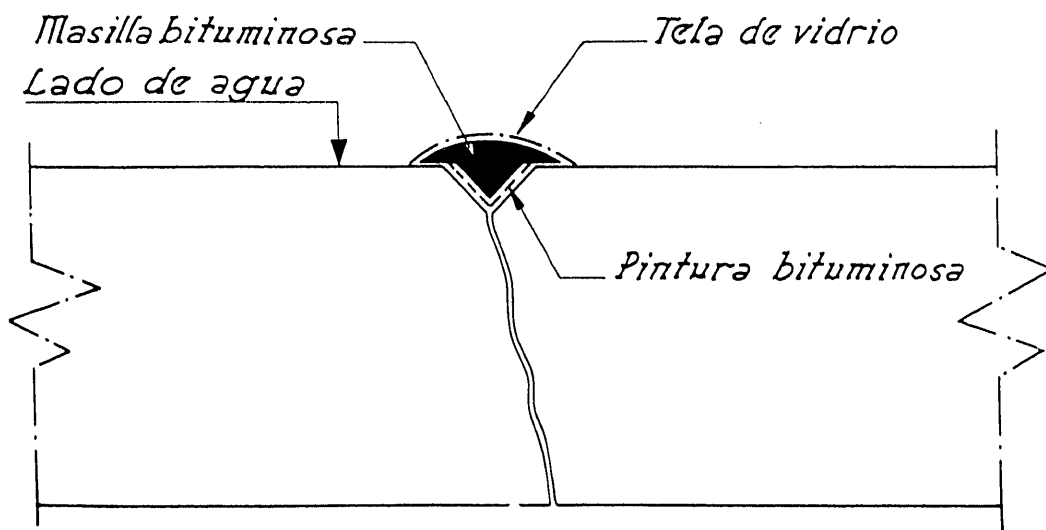


Fig. 3.ª, B. — Impermeabilización de la grieta.

terreno, que originó el agrietamiento de la obra, con el aumento consiguiente de las filtraciones. Las grietas se picaron en forma de V de acuerdo con la figura 3.ª, rellenándolas con masilla bituminosa. Con el mismo material se completó la impermeabilización de las juntas de contracción y se impermeabilizaron las uniones entre la solera y los muros. Finalmente, la superficie del depósito se pintó con pintura impermeable pétreo, de color blanco. Afortunadamente este tratamiento ligero dió el resultado apetecido, y transcurridos unos diez años, el depósito sigue sin novedad.

Cuando se trata de reparación de depósitos grandes sobre terreno normal y donde el valor del agua no tiene importancia excesiva, es recomendable, generalmente, la reparación parcial, ya que el gasto de la reparación total no compensa el evitar las pequeñas pérdidas que puedan subsistir. Lo que conviene es el reconocimiento minucioso del depósito para determinar las causas más importantes de las pérdidas observadas.

Como ejemplo típico citamos la reparación de un depósito con una superficie de unos 10 000 metros cuadrados, donde se combinaron los distintos procedimientos anteriormente indicados.

En primer lugar y con el máximo cuidado, ya que se trata de la causa principal de filtraciones, se localizaron todas las grietas. Estas se picaron en forma de V igualmente de acuerdo con la figura 3.^a, rellenándolas con masilla bituminosa previa imprimación con pintura bituminosa. En las fisuras se renunció al picado, limitándose solamente a recubrirlas con los materiales citados. En la parte del revestimiento de hormigón que resultaba poroso, se aplicó una pasada de pintura bituminosa y otra de pintura semiplástica. Solamente en los lugares aislados donde se notaba que el hormigón era deficiente, se reforzó la impermeabilización con la aplicación de la tela bituminosa. Los trabajos de albañilería se limitaron, aparte del picado de grietas, a quitar y renovar el enfoscado hinchado o mal adherido, ya que éste no ofrecía una base segura para la impermeabilización. Estos trozos reparados se impermeabilizaron con pintura flúida y pintura semiplástica, reforzando la unión de los mismos con el enlucido antiguo, con masilla bituminosa.

Sin pretender abarcar de forma exhaustiva el problema de la impermeabilización de depósitos, nos hemos limitado a resumir en este breve trabajo los procedimientos más importantes de impermeabilización y su empleo en la construcción de depósitos de nueva planta, así como la reparación de los defectuosos.