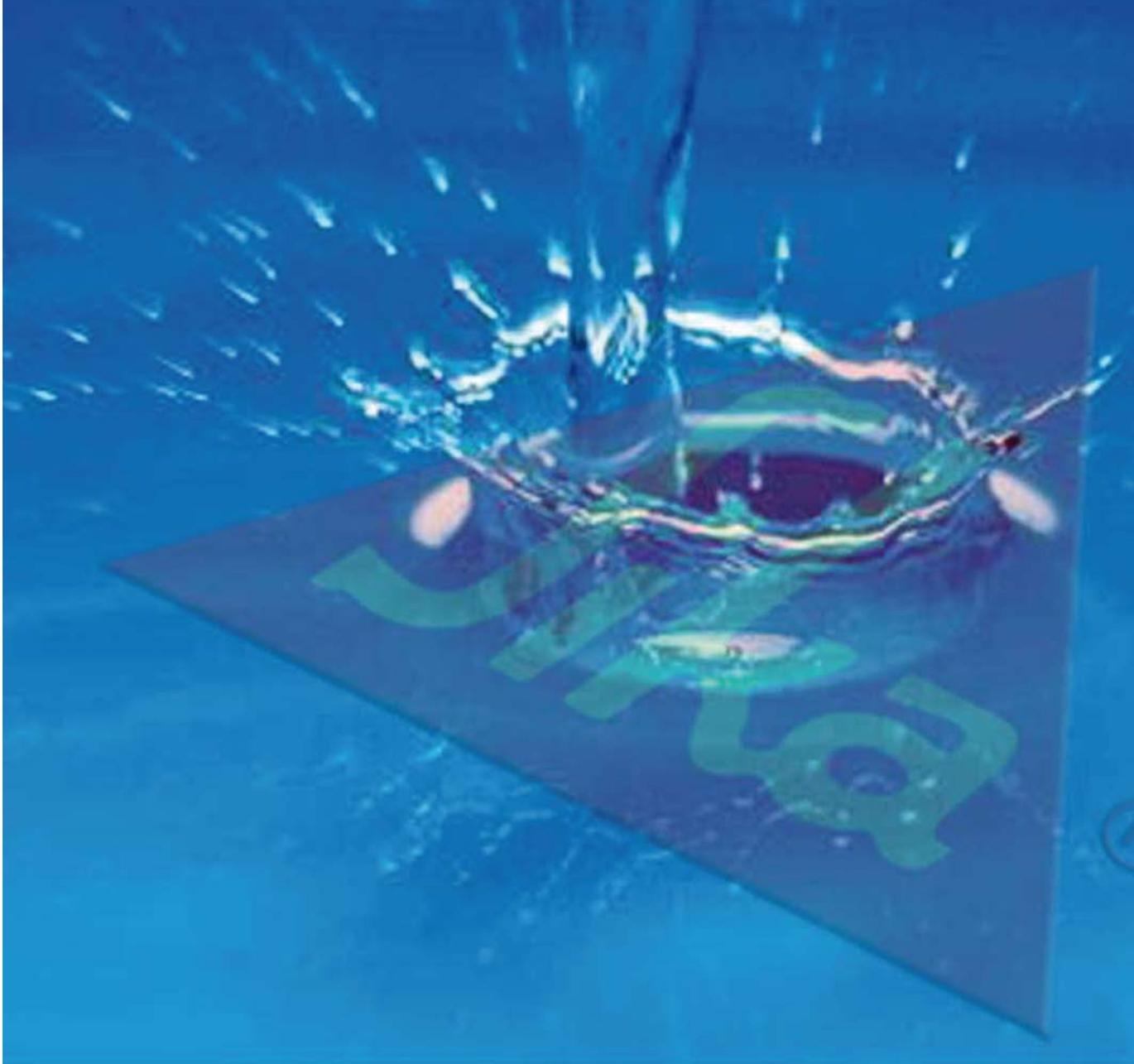


Construcción



ISSN-0122-0594

Sika Informaciones Técnicas
**Construcción de Estructuras
Impermeables y Estancas**





Construcción de Estructuras Impermeables y Estancas

Introducción

El agua, el elemento más usado por el hombre y sin el cual no hay vida, es también la causa de una gran problemática, que a veces creemos insoluble, en la construcción.

No hay persona en el planeta que no haya tenido que enfrentar el paso del agua y su aparición en el lugar más incómodo y menos esperado.

La lucha contra el ingreso de agua, o su pérdida en una estructura de retención (tanque, piscina, etc) empieza ya temprano en la obra, durante la misma construcción de las estructuras, continúa una vez la estructura está en pie y no se detiene durante la vida en servicio de las mismas.

Y en cierta forma, los problemas de permeabilidad

son graves, porque empezamos a pensar en ellos muy tarde, en el mejor de los casos durante la construcción, pero casi siempre durante la vida en servicio de la estructura, cuando los problemas afloran, incluso en forma de reclamo que amerita la atención y solución del problema ya en la etapa de posventa.

No se conoce estadísticas locales de los reclamos posventa debidos a defectos constructivos o de escogencia de materiales que generen un problema de permeabilidad sino, simplemente, sufrimos a diario la aparición de humedades en el lugar donde no se esperaban, o el deterioro de acabados, pisos, muebles y pertenencias de los usuarios y a veces hasta de equipos. En nuestro medio, la experiencia diaria nos indica que el problema es bastante común.

Desprendimientos	23%
Suciedades	22%
Grietas	15%
Humedades	13%
Erosiones	9%
Corrosión	8%
Eflorescencias	5%
Organismos	5%

Estadística en España de causas de lesiones en la edificación
Juan Monjo Carrió "Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos"



La lucha efectiva contra la permeabilidad de las estructuras debe comenzar en el proyecto y debe quedar garantizada en la construcción (buena mano de obra, excelentes materiales) trabajando con la máxima de “hacerlo bien desde la primera vez”, y manteniendo en la mente el principio que nos enseñaron los abuelos de que “lo barato, al final, sale caro”.

Desafortunadamente es muy común que las soluciones constructivas y la escogencia del material de impermeabilización se vayan definiendo durante la ejecución de la obra, con lo cual la visión general del problema que debería tener el especialista en la etapa de diseño, queda relegada a la escogencia, sobre la marcha, del primer sistema que aparezca, ojalá al menor costo, dado que, para dicho momento, ya la obra está desfasada en el presupuesto, lo que, también, es de común ocurrencia en nuestros proyectos.

Este método de trabajo, da como resultado mantenimientos e intervenciones de “urgencia”, que en general cuestan muchas veces más que una buena solución implementada “a tiempo”. Basta pensar, por ejemplo, en los costos de desocupar un tanque o una piscina, para tratar de encontrar los sitios por donde el agua se fuga.



La Escogencia del Sistema Adecuado para Impermeabilizar

Un breve recuento de los problemas asociados a la permeabilidad de las estructuras sirve para comprender que la lucha contra ella da buenos rendimientos, en particular, si se inicia en la fase de proyecto y construcción, con una adecuada escogencia de los materiales, buenas prácticas constructivas y algo que olvidamos siempre: un mantenimiento apropiado.

Existe hoy en día en el mercado de la construcción un gran número de soluciones, con precios bajos, medios y altos; algunas fáciles de implementar, otras un poco más elaboradas, pero con muy bajo riesgo de falla; unas pocas de gran durabilidad comprobada, otras que requieren mantenimiento anual. Aunque se sabe que es dura la tarea, no obstante es función de quien tenga a cargo el proyecto efectuar un correcto balance entre costo, desempeño y vida útil, de tal manera que lo que se especifique sea una solución a largo plazo y no un

dolor de cabeza para el constructor y a futuro, para el propietario o el usuario de la estructura.

En ausencia de especificaciones apropiadas, es labor del constructor escoger el material o el sistema de mejor desempeño a un costo razonable, exigiendo, en lo posible, una buena cantidad de obras de referencia de igual o mayor importancia a la que se está construyendo, de manera que la confianza depositada en una marca reconocida se traduzca en un trabajo exitoso que genere tranquilidad para el proyecto.

Causas de la Permeabilidad de las Estructuras

El agua cuando aparece en un lugar inconveniente causa problemáticas a veces mayúsculas y de complicado manejo. A continuación se hace un breve recuento de las causas más frecuentes de permeabilidad en la construcción.

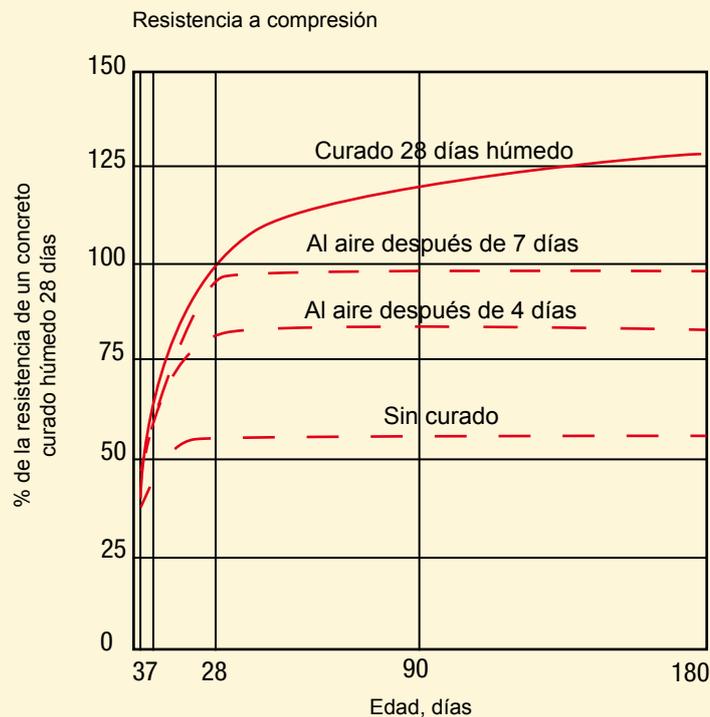
Permeabilidad de los Materiales

La Hidratación del Cementante

La construcción consume gran cantidad de cemento, el material ligante por excelencia y con el cual se elaboran concretos y morteros para pega y pañete. El cemento requiere de una completa hidratación para desarrollar al máximo sus propiedades de resistencia y durabilidad. En la medida que un cemento se hidrate al cien por ciento su resistencia potencial será lograda, la mezcla será densa y, de paso, menos permeable que cuando dicha hidratación no es alcanzada.

El curado es parte fundamental del proceso de hidratar al máximo el cementante de la mezcla, desafortu-

nadamente es muy común que se deje de lado y las mezclas, en especial de concreto, pierden una gran cantidad de agua expuestas al viento y al sol. La fisuración de concretos y morteros, a veces tiene como causa más probable la falta de un oportuno y eficiente curado. El uso cada vez más frecuente de grandes cantidades de adiciones puzolánicas hace que la hidratación apropiada del cementante establezca, hoy en día, la diferencia entre un concreto resistente, impermeable, durable y una estructura porosa, permeable y, probablemente, con una corta vida útil en servicio.



Relación entre tiempo de curado hídrico y resistencia a compresión

Como se ve en la gráfica curar una estructura por lo menos 7 días ayuda a obtener casi el total de la resistencia potencial de una mezcla de concreto, y por el otro lado, no curar, significa perder por negligencia casi la mitad del potencial del concreto.

La Relación entre el Agua y el Cemento de la Mezcla

Desafortunadamente es una práctica común en obra la de lograr la manejabilidad de las mezclas de concreto mediante la adición de grandes cantidades de agua. Se sabe de la teoría del concreto que el cemento requiere máximo el 30% de su masa en agua para hidratarse (100 kg de cemento se hidratan con 30 litros de agua). En vista de que es común dosificar 200 litros de agua por m^3 de concreto, basta un sencillo cálculo para darnos cuenta de que para dicho volumen de mezcla añadimos por lo menos, 100 litros de agua no requeridos por el cemento, con el único propósito de lograr la consistencia del concreto requerida en la obra para colocarlo y compactarlo.

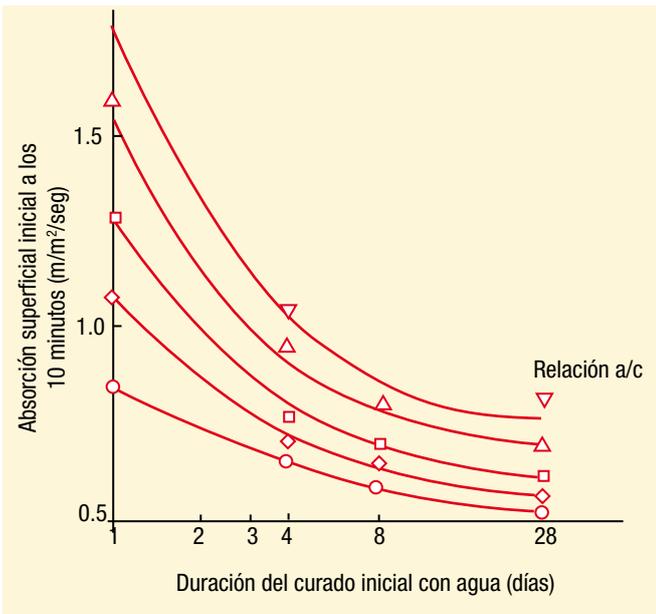
El uso de aditivos plastificantes y superplastificantes permite reducir entre el 25% y el 50% del agua requerida sólo para dar manejabilidad, con las siguientes ventajas:

- ▲ Reducción de la exudación
- ▲ Reducción de la porosidad capilar
- ▲ Mejor resistencia de pisos a la abrasión
- ▲ Menor permeabilidad
- ▲ Mayor resistencia mecánica
- ▲ Vida más larga para la estructura

La mezcla, a pesar de las grandes reducciones de agua que se pueden lograr con los aditivos de la línea **Sika ViscoCrete®** brinda igual manejabilidad; adicionalmente el aditivo plastificante, dependiendo del tipo escogido, puede mantener la manejabilidad por un tiempo más largo o acelerar la mezcla para obtener alta resistencia inicial, ayudando con esto a cumplir con las condiciones y requerimientos de la obra (clima, transporte del concreto, rápida puesta en uso, etc).

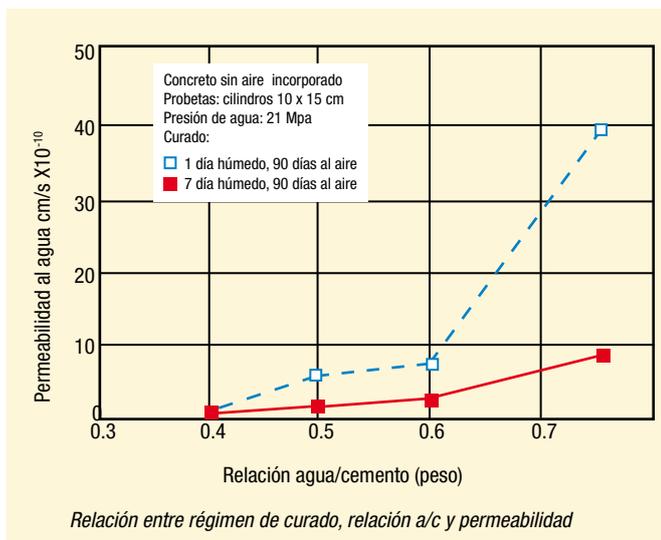


Dosificación del agua “al ojo” que puede generar problemas de resistencia y permeabilidad.



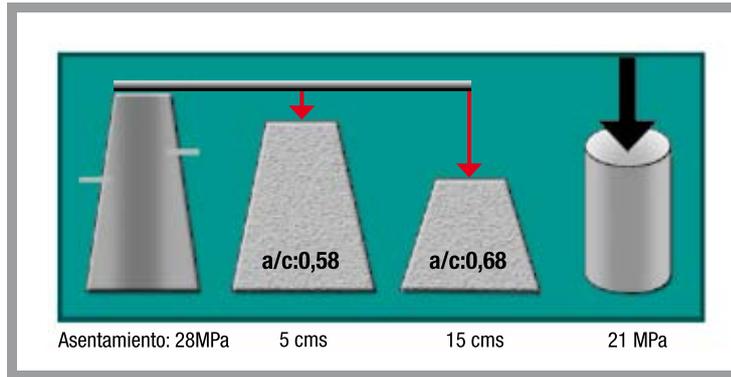
Relación entre la duración del curado, y la relación a/c con la absorción de agua (Método de Ensayo ISAT: Initial Surface Absorption Test)

Sin embargo, no curar adecuadamente, no sólo afecta el desarrollo de la resistencia mecánica del concreto, también tiene una gran influencia en la porosidad del concreto, en particular del recubrimiento sobre el acero de refuerzo, lo que conduce a problemas de durabilidad (fisuras, permeabilidad). Los gráficos siguientes muestran cómo se incrementa la absorción capilar de un concreto y la permeabilidad en función de la relación agua /cemento de la mezcla y del tiempo que se curó la estructura. Nótese que a medida que la resistencia es menor (agua /cemento más alta) el concreto es más sensible a un defecto de curado.



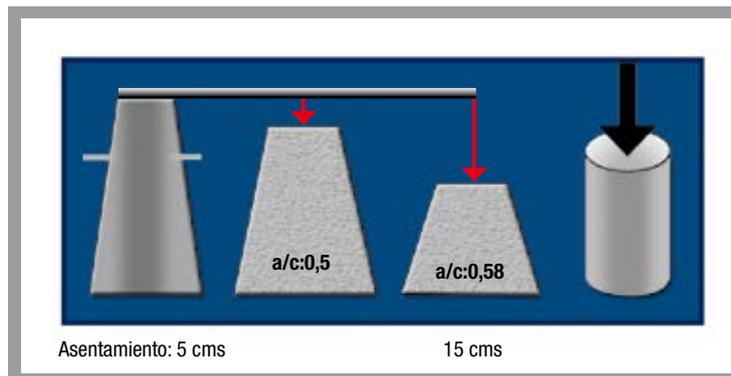
Relación entre régimen de curado, relación a/c y permeabilidad

Debemos aquí recordar que una relación agua/cemento cercana a 0,7 corresponde actualmente a un concreto de 21 MPa, por el contrario una relación agua/cemento de 0,4 corresponde a un concreto con resistencia del orden de los 35 a 38 MPa. De ahí que una primera regla de oro para construir estructuras impermeables sea elegir una resistencia mayor a la que se usa para construir estructuras convencionales (21 MPa), esto es, migrar hacia relaciones agua/cemento bajas. Esta práctica constituye la solución de impermeabilización de menor costo y la desaprovechamos lastimosamente.



Concreto plastificado con agua:

- Más permeabilidad
- Menor resistencia



El mismo concreto con un Plastificante:

- Menor permeabilidad
- Mayor resistencia

Relación entre asentamiento, relación agua/cemento, resistencia y permeabilidad del concreto.

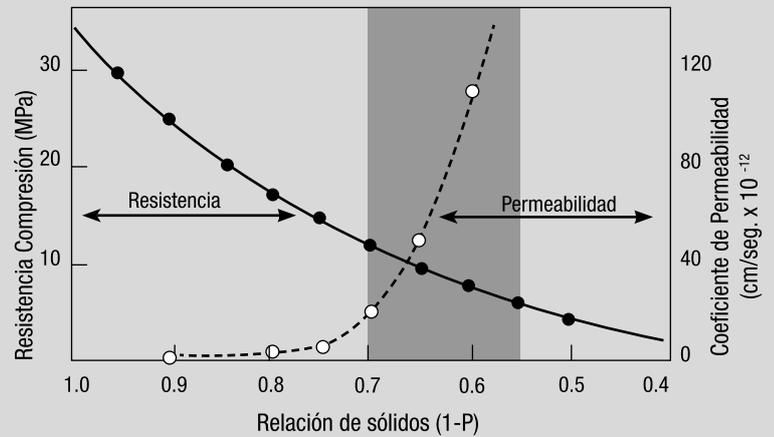
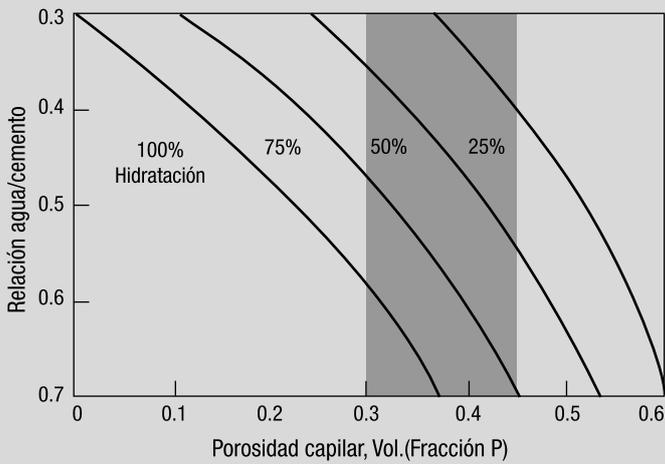
La reducción de agua de la mezcla, acompañada de un adecuado y pronto curado disminuye la porosidad capilar y la tendencia del concreto a fisurarse por contracción de secado, fenómenos estos a los cuales se les debe gran parte de la problemática de permeabilidad y durabilidad.

Como una nota interesante, vale la pena mencionar aquí que los mismos factores que afectan la resistencia del concreto afectan la permeabilidad de la estructura construida con él. Los siguientes gráficos muestran esta dependencia.



La consistencia del concreto autocompactante es ideal para la construcción de tanques, se minimiza el riesgo de hormigueros y los requerimientos de compactación son mínimos.





Influencia de la relación agua/cemento y del grado de hidratación del concreto sobre la resistencia a compresión y la permeabilidad. La banda sombreada muestra el rango normal de los concretos que usamos.

“La combinación de la relación agua/cemento del concreto y el grado de hidratación que se obtenga (el cual depende del curado) determinan la porosidad de la matriz de concreto. Tanto la porosidad como su opuesto la relación de sólidos en la pasta están relacionados exponencialmente con la resistencia y la permeabilidad del concreto”. (Tomado del libro Concreto de Mehta y Monteiro, Mac Grow Hill)



Factores que afectan la resistencia del concreto y su interrelación. Tomada del libro “ Concrete, Mehta y Monteiro, MacGrawHill”

Cómo Atraviesa el Agua las Estructuras de Concreto

El concreto y los morteros endurecidos absorben agua debido al exceso de porosidad (poros capilares, poros debidos a una defectuosa compactación) y la trasladan al otro lado de la estructura. Las fisuras son caminos expeditos para el paso del agua. Entonces la primera regla para construir una estructura impermeable y estanca es reducir el agua de amasado para disminuir porosidad y curar bien la estructura para que el material no se fisure.

Una prueba de fácil ejecución en obra permite tener una idea bastante aproximada del tipo de estructura que vamos a tener. Basta secar un cilindro en un horno hasta masa constante, descascararle la base antes de ponerlo en contacto con una lámina de agua (2 cm) y observar, al cabo de 3 días, por ejemplo, la altura que alcanza el agua en el cilindro por absorción capilar. De manera similar funcionará el concreto en la estructura. La porosidad capilar no sólo es inconveniente

por la posible pérdida de agua (permeabilidad del concreto de adentro hacia fuera) a veces será también un problema muy grave, cuando el agua que rodea la estructura la penetre, apareciendo en su interior y contaminando el agua potable (sales, lixiviados de rellenos sanitarios, etc).

Entendiendo ahora que si el agua pasa a través de la estructura lo hará debido a la absorción capilar, más frecuentemente que debido a presión hidrostática, nos queda fácil adivinar que muchas estructuras, en especial tanques de almacenamiento de agua potable, pierden agua sin que nos demos cuenta de ello. Así, el que nos demos cuenta de la permeabilidad de la estructura depende básicamente de las condiciones de servicio de la estructura. Si un tanque está en un ambiente cerrado, donde no hay sol ni viento veremos la humedad proveniente de la filtración del agua del tanque, si dicha estructura está expuesta al medio ambiente, es probable que aunque haya pérdida de agua no la podamos apreciar. Habrá que hacer aforos para determinar cuánta agua tratada estamos perdiendo, por ejemplo. El siguiente gráfico muestra por qué hoy en día el concepto de permeabilidad se ha vuelto subjetivo, ya que se puede afirmar (Norma Suiza SIA 162/1) que “una estructura de concreto, sin fisuras, es impermeable si el volumen de agua que la permea (V_p) es menor que el volumen mínimo de agua que se evapora en la cara opuesta (V_e)”. Por su-



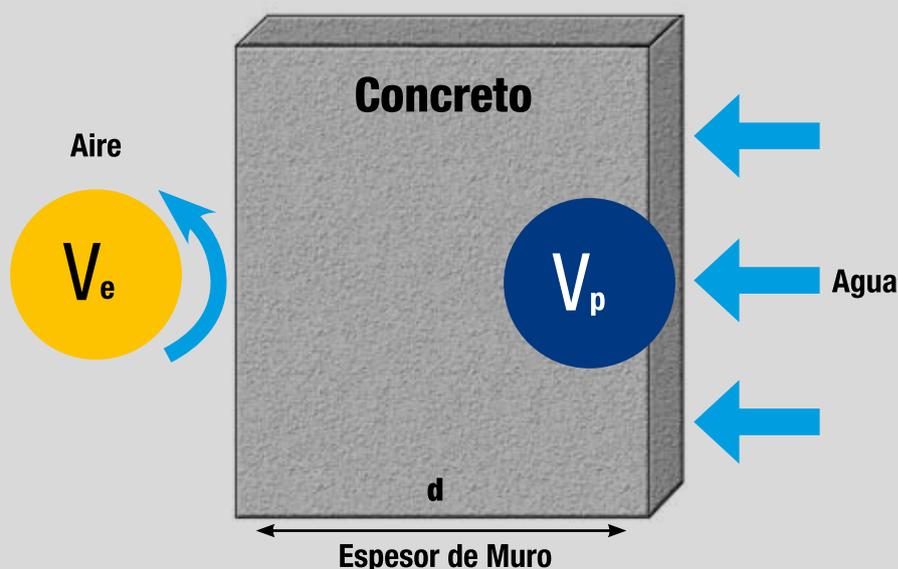
Ensayo de absorción capilar usando un cilindro de concreto.

puesto esta definición tiene más relevancia en lo que corresponde al confort en la edificación y a la consecución de un ambiente donde no haya humedad que a evitar la pérdida de agua tratada en una estructura de servicio.



El concreto normal tiene una gran red de poros intercomunicada que lo hace permeable.

El siguiente gráfico muestra por qué hoy en día el concepto de permeabilidad se ha vuelto subjetivo, ya que se puede afirmar (Norma Suiza SIA 162/1) que “una estructura de concreto, sin fisuras, es impermeable si el volumen de agua que la permea (V_p) es menor que el volumen mínimo de agua que se evapora en la cara opuesta (V_e)”. Por supuesto esta definición tiene más relevancia en lo que corresponde al confort en la edificación y a la consecución de un ambiente donde no haya humedad, que a evitar la pérdida de agua tratada en una estructura de servicio.



Esquemización del concepto moderno de permeabilidad.

Es muy común que al diseñar una estructura, el aspecto de resistencia a la permeabilidad al agua no se plasme en una especificación adecuada y se construya elementos enterrados (muros pantalla, losas, tanques, sótanos, fosos de ascensores, depósitos, parqueaderos) con concretos más apropiados para una estructura aérea y que no requiere baja permeabilidad.

Muchas veces trabajamos en un terreno con un nivel freático alto, incluso bombeando agua para poder colocar el concreto y pocos se dan cuenta de que esa va a ser la condición natural de exposición del concreto de esta zona específica de la estructura y que se requiere, de entrada, concreto de baja permeabilidad, e incluso barreras externa adicionales (v.gr. recubrimientos asfálticos que protegen de la humedad las estructuras enterradas).

Estos defectos de especificación llevan aparejado un altísimo riesgo de que haya que hacer intervenciones engorrosas y costosas para tratar de minimizar los efectos de la permeabilidad del concreto, con la obra ya lista para entregar.

Hay que recordar aquí un principio comprobado “cuando el agua aparece en la estructura ya terminada, la solución, generalmente, es difícil y cuesta mucho”.



Parqueadero enterrado con problemas de permeabilidad

Especificaciones para Concreto en Obra Subterránea

Un breve listado puede ser de mucha ayuda al especificar el concreto requerido para obras subterráneas, bases y cimientos de las estructuras donde haya alto riesgo de permeabilidad, y donde la durabilidad de la estructura sea de importancia.

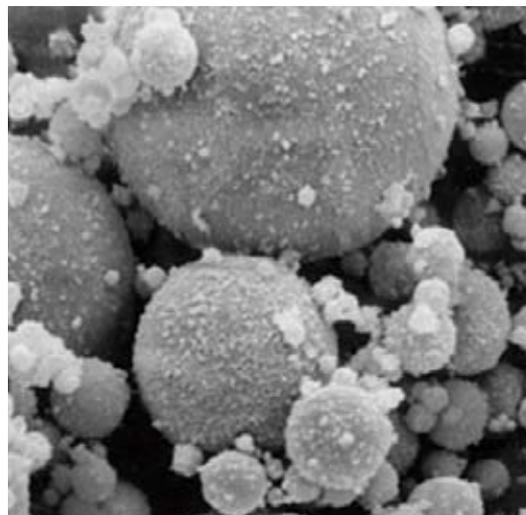
- ▲ Mínima resistencia 28 MPa (280 kg/cm²).
- ▲ Relación agua/cementante $\leq 0,5$.
- ▲ Cemento adicionado con puzolanas reactivas (escoria de alto horno, ceniza volante o humo de sílice).
- ▲ Aire incorporado con aditivos entre 4% y 6% (medido al llegar el concreto a la obra) en función del Tamaño Máximo Nominal del agregado (TMN).
- ▲ Buenas prácticas de colocación y vibrado.



Construir las cimentaciones con concreto impermeable es el primer paso para controlar los problemas de humedad en la edificación.

Importancia del Uso de Adiciones Puzolánicas Reactivas

Las adiciones puzolánicas reactivas (escoria de alto horno, cenizas volantes, y especialmente, la microsílica o humo de sílice) se mezclan en presencia de agua y a temperatura ambiente, con el hidróxido de calcio que genera el cemento Portland al hidratarse. Dicho compuesto presente en los poros del concreto, que es fácilmente lixiviable (se lava cuando el agua pasa a través del concreto y aparece en forma de manchas blancas sobre la superficie del concreto), al reaccionar con las adiciones puzolánicas, se convierte en pasta de cemento, taponando así la porosidad natural del concreto y disminuyendo la permeabilidad debida a la absorción capilar. Esto quiere decir que el uso de puzolanas reactivas, el empleo de reductores de agua y aditivos incorporadores de aire, incluso combinando en un mismo concreto las tres técnicas, conduce a la producción de concretos de muy baja permeabilidad.



Microfotografía de una ceniza volante, su gran finura y su afinidad hace que reaccione con el hidróxido de calcio.

Especificaciones en Medio Marino

En caso de obra subterránea en medio marino o donde el concreto va a estar expuesto a una cuña marina de agua salada estas especificaciones se estrecharán así:

- ▲ Mínima resistencia 35 MPa (350 kg/cm²).
- ▲ Relación agua/cementante = 0,40.
- ▲ Cemento adicionado con puzolanas reactivas (escoria de alto horno, ceniza volante o humo de sílice).
- ▲ Aire incorporado con aditivos entre 4% y 6% (medición en obra) en función del Tamaño Máximo Nominal del agregado (TMN).
- ▲ Buenas prácticas de colocación y vibrado.

Protecciones impermeables para Estructuras Enterradas

Si a estas especificaciones para el concreto que ya vimos se agrega la protección, por la cara en contacto con la humedad, con un recubrimiento que forme una "barrera impermeable" el nivel de seguridad de la impermeabilización aumentará. Estas barreras impiden el paso de agua incluso en forma de vapor, quedando la estructura protegida en caso de imprevistos (zona de baja compactación, presencia de hormigueros), defectos de construcción, ataque químico, etc.



Aplicación de un recubrimiento asfáltico modificado que impide el paso de agua aún en forma de vapor. (Igol®Denso)

También en la vivienda el uso de recubrimientos asfálticos impermeables al agua y al vapor de agua es una solución para evitar el paso de agua a través de muros y en jardineras.

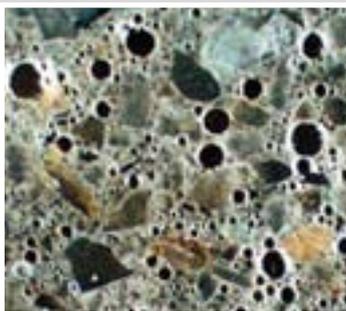
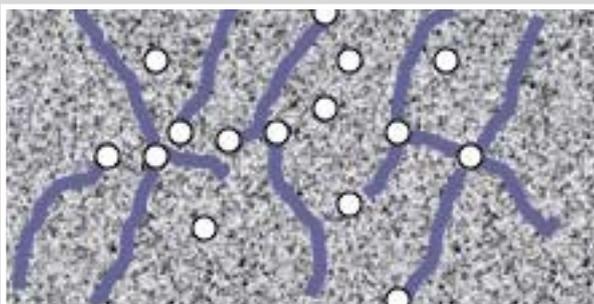


Impermeabilización de un muro, antes de colocar la tierra, con un recubrimiento impermeable de naturaleza asfáltica. (**Igol®Denso**)

Aire Incorporado Intencionalmente para Impermeabilizar

Aunque parezca un contrasentido, la introducción intencional de burbujas de aire a una mezcla de concreto, en un rango del 5-6% (dependiendo del Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso (TMN)) colabora en la obtención de un concreto impermeable, en especial si se usa paralelamente un aditivo reductor de agua.

Estas burbujas, de características especiales, introducidas mediante el uso de aditivos “incorporadores de aire” bloquean los capilares e impiden su interconexión, haciendo así el concreto menos permeable. La siguiente gráfica esquematiza el accionar del aire incorporado.



Esquema de la acción del aire incorporado como bloqueador de poros capilares. Al lado una microfotografía donde se ve la forma y disposición real de las burbujas de aire en la matriz del concreto.

El aire que es incorporado artificialmente con aditivos, (**Sika-Aer®D**) tiene ventajas adicionales para la mezcla:

- ▲ Reducción de la exudación del concreto.
- ▲ Mejora de la manejabilidad de la mezcla.
- ▲ Mejora del bombeo (menor fricción en la tubería).
- ▲ Resistencia al hielo (cuartos fríos).
- ▲ Mejora la apariencia de la mezcla, especialmente cuando tenemos arena con carencia de finos.

Como desventaja hay que anotar que la resistencia del concreto puede disminuir proporcionalmente al volumen de aire incorporado, cosa que se puede contrarrestar al disminuir la relación agua/cemento usando aditivos reductores de agua, o usando aditivos de doble función (plastificantes-aireantes), como el **Plastocrete® DM**.

Ascensión de Agua por Capilaridad en Muros y Sobrecimientos

Al igual que el concreto de los cimientos, los morteros usados en sobrecimientos y para la construcción de los muros (pega y pañete) absorben agua por capilaridad. La impermeabilización del mortero usando un aditivo que repela el agua, forme compuestos que rellenen los poros e incorpore aire a la mezcla para bloquear capilares, es la solución de mayor funcionalidad. Los productos se consiguen como impermeabilizantes integrales para morteros (**Sika®-1**).

Este tema hay que resolverlo en la fase de diseño, para que al construir se use para la pega y pañete (repello) un mortero impermeabilizado integralmente, de diseño adecuado (evitar morteros pobres en cemento y arenas contaminadas con arcillas).

La ascensión capilar debe bloquearse desde la primera hilada de unidades de mampostería. El uso de arenas sucias contaminadas con arcillas da lugar, al hacer la mezcla a una buena retención de agua (debida al agua que atrapa la arcilla) pero al secar la mezcla se producen fisuras una vez la arcilla se deseca.

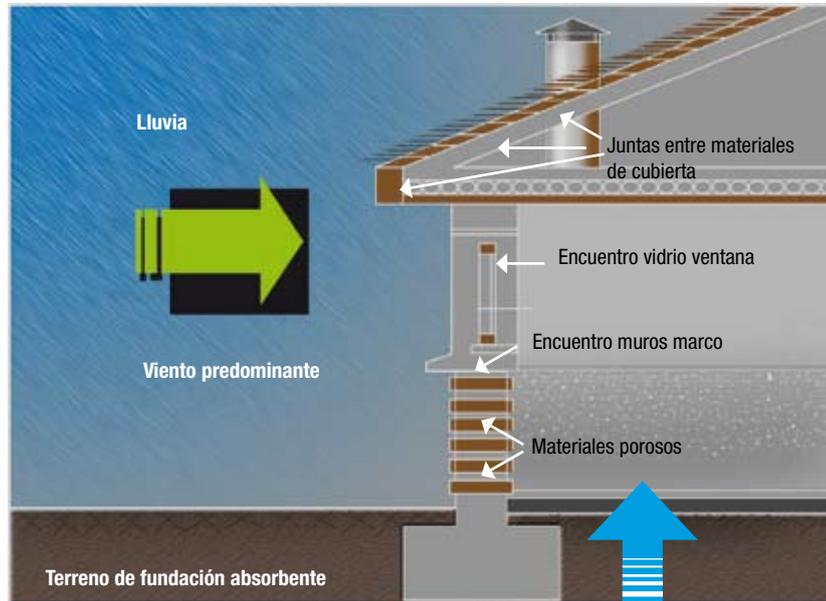
Cuando se usa arena muy limpia (lavada) o arena de río, las cuales producen mezclas magras de difícil colocación, el uso de aditivos retenedores de agua puede reemplazar con éxito la adición de cal (25% en volumen del cementante) que es otra solución para mejorar la trabajabilidad del mortero e impedir posterior fisuramiento (**Sikanol®-M**).

Una vez se presentan humedades al otro lado del muro el remedio es más complicado, de aquí que siempre sea más fácil y más económico impermeabilizar el mortero que se va a usar en pegas y pañetes (repellos).

Las unidades de mampostería deben cumplir la normativa existen-

te sobre el máximo porcentaje de absorción de agua, ya que si lo sobrepasan no sólo desecarán el mortero al aplicarlo sobre ellas, impidiendo que el cementante se hidrate, sino que la mezcla será deleznable (mortero quemado), exhibirá baja adherencia y muy poca resistencia al paso del agua.

La solución al problema de humedades por ascensión de agua desde el terreno, se conoce hace décadas, y es aislar, en primer lugar, el cimiento de la humedad (impermeabilización asfáltica (**Igol®Denso**), uso de láminas plásticas que separen el concreto del suelo húmedo), elaborar los cimientos con concreto impermeable (**Plastrocrete® DM**) e impermeabilizar el mortero con un impermeabilizante integral (**Sika®-1**).



Vías de penetración de la humedad en la vivienda

Una vez el problema la humedad aparece dentro de la edificación, afectando los acabados, la solución ya no es tan fácil, ya que en primer lugar debe cortarse la ascensión de agua por capilaridad y luego rehacer el pañete hasta una altura por lo menos 1/2 metro más arriba de donde termina la zona afectada. Si la humedad proviene de una cuña de agua de mar, el problema se complica aún más debido a la higroscopicidad de la sal.



Daños en los acabados debidos a la ascensión capilar de humedad, que afectan el confort y la estética de la construcción.

Para arreglar este problema se pueden poner en práctica varias alternativas de solución e incluso combinaciones de ellas. Vale la pena aclarar aquí que la solución empieza por identificar el origen de la humedad. Ver si proviene del subsuelo o de la vecindad (muro al descubierto, junta entre edificaciones sin protección, etc).

Si el agua proviene del subsuelo, la primera opción es intentar infiltrar la línea de pega al nivel más bajo posible en el muro. En algunos casos se ha reemplazado la línea de pega, usando mortero predosificado impermeable (**SikaTop®-122**, **Sikalisto®Resane**), pañetando luego todo el muro con un mortero también impermeable. El reemplazo de la línea de pega se debe hacer alternando los tramos a intervenir, para que el muro no falle.

Infiltraciones

Existen hoy en día productos líquidos que se aplican perforando previamente y en varios sitios (ángulo de 30° - 40° con la horizontal) la línea de pega y luego, con la ayuda de un embudo, suministrando el producto por gravedad y dejando que el mortero lo absorba creando, así, una barrera a ese nivel que impida el paso de agua por absorción capilar. Como se puede suponer, el trabajo rinde mejores resultados cuando se practica en verano, cuando el material de pega está seco. Esta solución sólo funciona en elementos de mampostería maciza, la cual no es muy común en nuestro medio.

Impregnaciones

Otra solución, de reciente aparición en el mercado es la aplicación sobre la superficie del muro de un producto que es absorbido no sólo por las unidades de mampostería sino, también, por la pega. El proceso busca también evitar la aparición de manchas de hongos, moho y líquenes. Se debe retirar los acabados para llevar a cabo el trabajo.



Aplicación de la impregnación sobre el muro para que una vez absorbida, impida la aparición de manchas producidas por el agua proveniente del subsuelo. (**Sika® Imper Mur**)



Tanques

Un tanque para la contención de agua tratada, destinada al abastecimiento de la población, o destinado a contener aguas industriales o aguas negras, será siempre una de las estructuras donde más inconvenientes se presentan para evitar la salida del líquido.

El éxito en la construcción de un tanque, empieza con un diseño estructural apropiado, que no sólo contemple las cargas y empujes propios de este tipo de estructuras, más las de sismo en nuestro medio, sino que contemple, dependiendo de las dimensiones de la estructura, los esfuerzos y la tendencia al agrietamiento debidas a la contracción de secado del concreto.

Muchas estructuras de este tipo se fisuran por carencia de la cuantía requerida de refuerzo horizontal en los muros longitudinales, por el uso de concretos normales para su construcción (eso quiere decir de alta contracción) y por un inadecuado proceso constructivo. Los movimientos del subsuelo al consolidarse provocan también esfuerzos importantes en la estructura, de ahí la necesidad de que se contemple, dependiendo del largo del tanque, la generación de juntas que corten todo el tanque, sin dejar salir el agua y que actúen como “bisagras” para disminuir los esfuerzos por acomodamiento de la estructura al terreno de base.

Para los tanques van bien la especificaciones de concreto que se relacionaron en el aparte de construcción de estructuras enterradas.

Juntas en Tanques

Las juntas se requieren en tanques por dos razones:

▲ **Por diseño**, cuando se desea controlar el fisuramiento de la estructura debido a tensiones producidas por: cambios de temperatura, deformaciones plásticas (contracción de fraguado, contracción de secado y fluencia plástica), deformaciones por cargas y asentamientos diferenciales.

▲ **Por razones de índole constructivo:** construcción de la estructura por partes debido a su tamaño, subdivisión debido al rendimiento de la colocación del concreto y a las formaletas disponibles (número y tamaño) y por suspensiones de la colocación del concreto debidas a causas imprevistas.

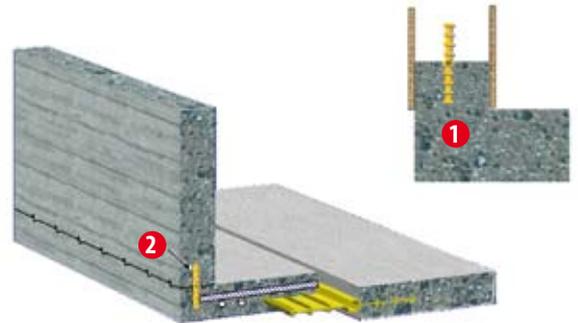
Debe anotarse aquí que el uso de aditivos retardadores de fraguado (**Plastiment®TM-10**) para elaborar el concreto, que extienden el tiempo de fraguado y de manejabilidad de la mezcla, es aconsejable en la construcción de este tipo de estructuras, evitando la proliferación de juntas frías.

Sello de las Juntas en Tanques

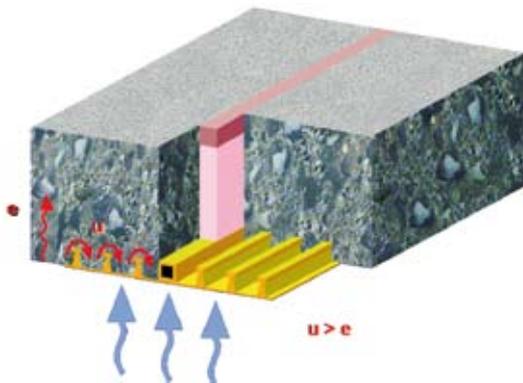
Básicamente hay dos posibilidades, ellas son el uso de sellos preformados: bandas de hypalon (**Sikadur® Com-biflex**) y **Cinta Sika PVC**, combinados con el uso de materiales sellantes (masillas).

La escogencia de las cintas PVC se hace teniendo en cuenta: el ancho de la sección, los movimientos esperados y la presión hidrostática esperada.

La escogencia de las masillas se hace teniendo en cuenta: los movimientos esperados, el ancho de la junta y el tipo de agua que va a estar en contacto con ellas. Es de vital importancia calcular el ancho de la junta dividiendo el movimiento esperado por la deformación admisible del sello, así la masilla siempre va a trabajar dentro de su rango de deformación admisible, sin causar sobreesfuerzos ni fatigarse.



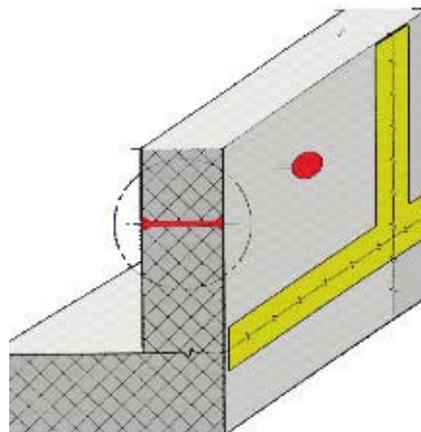
Detalle de la instalación de las cintas PVC en la junta de construcción entre losa y muro del tanque. La disposición de la cinta mostrada en 1 debe preferirse a la mostrada en 2.



Sello de una junta de fondo con una cinta PVC especial para ser instalada en la base del tanque, en contacto con el terreno de la base y a todo lo largo de la junta de construcción. (**Cinta Sika® PVC AR-18**)



Diferentes tipos de **Cinta Sika PVC**. La escogencia se hace de acuerdo con el ancho del muro, la presión hidrostática actuante y el movimiento esperado en la junta.



Sello de los orificios dejados por los sistemas de fijación de formaleas

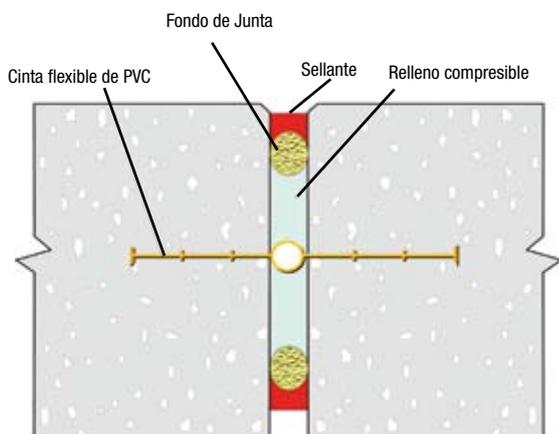


Detalle de la instalación de cintas de PVC en las juntas de construcción verticales y horizontales de un tanque.

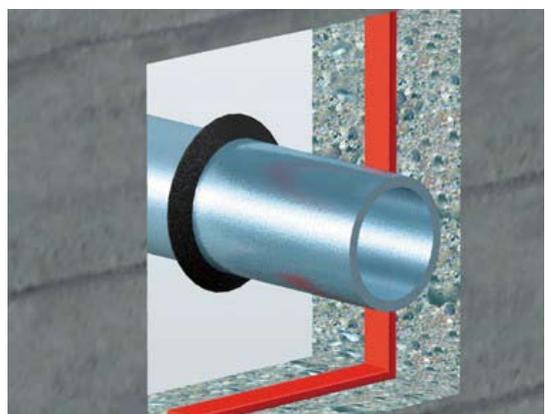


Especial atención debe prestarse al paso de tuberías en los tanques, para que el mismo proceso constructivo no genere un sitio por donde se fugue el agua.

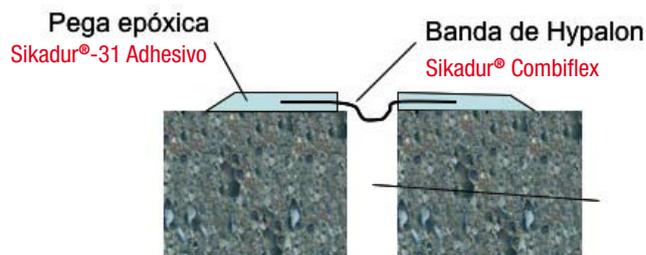
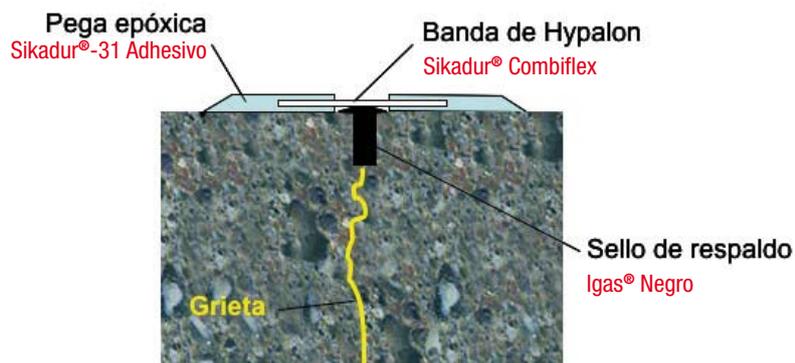
En la construcción de pasos de tubería en tanques, una buena práctica consiste en construir el muro con concreto impermeable y dejar libre la caja para el paso de tubería, la cual se rellena, posteriormente, con un mortero fluido sin contracción (**SikaGrout®-200/212**).



Detalle del sello de una junta sometida a presión hidrostática usando un sello primario (**Cinta Sika PVC**) y dos sellos secundarios elaborados con fondo de junta y masilla elástica. (**Sikasil® Pool**)



Detalle de la impermeabilización de un paso de tubería aplicando sobre el perímetro de la abertura una masilla hidrofílica (que se expande al contacto con el agua) e instalando un empaque (O-ring) alrededor del tubo. El relleno de la abertura se hace con un grout sin contracción.



Detalle del uso de banda de Hypalon para el sello de filtraciones debidas a grietas erráticas y de ancho variable, uniones de muros y muro con placa, juntas de construcción. En la gráfica de la izquierda se muestra abajo el uso para sellar juntas amplias entre edificaciones o entre elementos.



Junta ancha típica en la construcción de tanques y que se protege muy fácilmente instalando una banda de Hypalon (**Sikadur® Combiflex**)

Solución de Problemas de Filtraciones a través de los Muros y Losas

Es muy común que los muros y las losas de fondo de los tanques presenten filtraciones. Existe un gran número de soluciones cuya efectividad va variando a medida que el costo por m² aumenta de precio.

Una de las primeras soluciones, bastante usada en la edificación es la de elaborar un pañete impermeable

y colocarlo sobre el concreto. El uso de mejoradores de adherencia y de impermeabilizantes integrales incrementa la calidad de la solución. Como inconvenientes tiene la reducción del volumen del tanque y el tiempo de ejecución, el cual se incrementa sobremanera si hay que retirar un pañete en mal estado.



Retiro de un mortero de impermeabilización que no adhirió a la superficie del tanque. A veces se obvia el uso de un mejorador de adherencia, con base en que "el agua es el mejor pegante", y el costo del trabajo, si falla, se dobla.



Impermeabilización de los muros de un tanque usando un mortero aplicable con llana (tipo estuco) el cual en 3 mm genera impermeabilidad. **SikaTop®-121, SikaTop® Seal 107**



Adicionalmente al problema de las filtraciones, el agua consume compuestos cálcicos del cemento, y la estructura se torna rugosa, acumulando lodo y contaminación, por esto se aplican morteros impermeables de bajo espesor sobre toda la superficie.



Aplicación en toda la superficie de un tanque de un mortero (**Sikaguard®720 EpoCem®**) con base en epoxi-cemento, que no sólo deja lisa la superficie, sino que la impermeabiliza. Esta combinación epoxi-cemento brinda la posibilidad de aplicar un recubrimiento epóxico a las 24 horas, ya que es barrera transitoria de vapor.

Recubrimientos Protectores

También aquí existe una gran variedad de recubrimientos para estructuras de tanques. Algunos se usan exteriormente ya que no pueden estar en contacto permanente con agua, pues se re-emulsifican (recubrimientos o pinturas acrílicas), mientras que otros como los recubrimientos epóxicos no sólo pueden trabajar en inmersión, sino que son barrera para el agua, incluso, en forma de vapor; además soportan ciertas concentraciones de ácidos, sales y un sinnúmero de componentes agresivos presentes en las aguas industriales.

La especificación de estos productos se hace evaluando previamente el tipo agua, concentración de agresores, pH y temperatura de servicio.



Protección de un tanque de agua potable, con un recubrimiento epóxico (impermeable al agua y al vapor de agua) que extiende la vida útil de la estructura, ya que incluso evita que migren sales hacia el acero de refuerzo. (**Sikaguard®-62**)

En los tanques que contienen aguas negras o industriales o una combinación de estas, los vapores que se desprenden de ellas afectan en alto grado al concreto, ya que en un medio anaerobio (con poco oxígeno) los sulfuros se convierten en ácido sulfhídrico, el cual disuelve la pasta de cemento. Este tipo de estructuras debe protegerse, una vez concluida su construcción y antes de ponerlas en uso, con recubrimiento epóxicos, resistentes al ataque ácido, los cuales se aplicarán en toda el área del concreto expuesto a dichos vapores (por encima de la tabla de agua) y se extiende la protección hasta 50 cm por debajo del nivel de fluctuación del agua.



Ataque ácido al concreto debido al cambio de las condiciones de servicio de un tanque que contiene aguas servidas en la industria, la falta de aireación agravó el ataque.

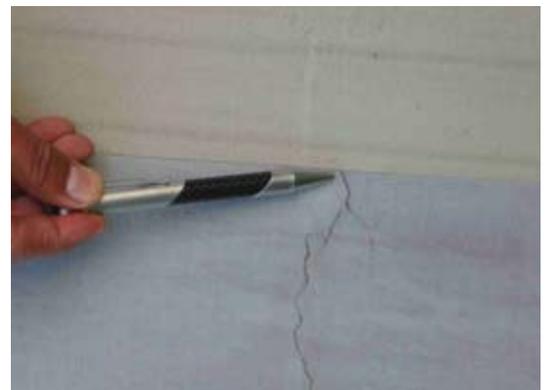


Recubrimiento de una cava en la industria con material epóxico aprobado para contacto con alimentos y bebidas (**Sikaguard®-62**). Aquí no sólo la impermeabilidad, sino la asepsia juegan un papel de importancia.



Aplicación de un mortero autonivelante para la impermeabilización de la losa de un tanque. Nótese la facilidad de la aplicación. (**Sikafloor® Level 25**)

De igual manera es muy común que los tanques tiendan a presentar fisuración en forma de mapeo, o grietas de cierto espesor por las cuales filtre el agua. Existen aquí varias soluciones, una es inyectar las grietas con resinas epóxicas de baja viscosidad. En caso de que las grietas sean muy pequeñas y hagan engorroso el proceso de inyección, se puede echar mano de otra alternativa interesante, consiste en aplicar un mortero impermeable dotado de cierta elasticidad (**SikaTop® Seal -107**). Una vez controlada la permeabilidad y cuando se requiera proteger la estructura por fuera se puede hacer uso de recubrimientos que puentean las fisuras (**SikaColor®555W**) y extienden la durabilidad de la estructura.



Empleo de un recubrimiento elástico, barrera de CO₂ e impermeable al agua, para proteger exteriormente un tanque fisurado. Nótese que el recubrimiento no copia la grieta. (**SikaColor®555 W**)

Inyección de Fisuras en Obras Hidráulicas

Las fisuras en tanques de almacenamiento de aguas, se presentan con cierta frecuencia. Uno de los problemas para que las inyecciones de epóxicos puedan llevarse a cabo, es que requieren, generalmente, desocupar el tanque y sacarlo de servicio mientras se hace el trabajo. Si esto es factible, se cuenta con resinas epóxicas de muy baja viscosidad y gran penetración, las cuales se inyectan a bajas presiones, a través de puertos de inyección, los cuales se van sellando a medida que progresa el llenado de la fisura. Ante la imposibilidad de cuantificar con exactitud el volumen de las grietas, la unidad de medición de estos trabajos es el volumen de resina inyectada, mas el desperdicio.

Inyección de las fisuras de una estructura mediante la inyección de resinas epóxicas de baja viscosidad (**Sikadur®-35 HI MOD LV**). Las fisuras pueden estar húmedas pero no debe haber empozamiento de agua.



La inyección de fisuras con resinas epóxicas es de tipo estructural, ya que devuelve el monolitismo a la estructura en las zonas inyectadas. Sin embargo, como se dijo, requieren desocupar los tanques.

Existe otro tipo de solución para la inyección de fisuras y zonas con hormigueros por las cuales mana el agua. Esta solución, al contrario de casi todas las demás, requiere que la estructura esté llena de agua. Se trata de la inyección de resinas de poliuretano, las cuales se expanden al contacto con la humedad presente en las fisuras u orificios de los tanques, formando una espuma permanentemente elástica que rellena fisuras y porosidad. Se inyectan generalmente a presión, la expansión es prácticamente inmediata, de tal manera que se puede ir monitoreando el resultado de la inyección. Muchas veces se inyecta en el sitio de salida del agua y se va desplazando la filtración a otras zonas cercanas, por lo cual es preciso reinyectar hasta taponar la filtración. Esta solución permite economizar mucho dinero, ya que no requiere desocupar tanques o piscinas, con lo cual se evita desperdiciar enormes cantidades de agua tratada.



Filtración localizada en muro de tanque (arriba). Inyección con resina de poliuretano que tapona la filtración (abajo). **SikaFix®HH**

Piscinas

Las piscinas en cierta forma son tanques de contención de agua tratada, lo que las diferencia de un tanque normal son los requerimientos de estética que obligan a escoger el tipo de acabado a instalar.

Durante muchos años las piscinas fueron enchapadas con baldosas cerámicas. Este tipo de acabado sencillo de aplicar, facilita la limpieza, sin embargo genera una gran cantidad de juntas. Si dicho emboquillado queda mal elaborado o es permeable, y los muros y losas también, estaremos ante una problemática común y es la de que para reestablecer la estanqueidad de la piscina hay que retirarle el enchapado y volverlo a instalar.

Es aquí donde se entiende la importancia de impermeabilizar los muros y losa de fondo antes de enchapar (por primera o por segunda vez) y una manera interesante de hacerlo es usando un mortero de pega que además de garantizar la adherencia de las baldosas, impermeabilice el sustrato.



Pega de enchape con un mortero impermeable **SikaTop®-121**, de alta adherencia al sustrato, consiguiendo el doble efecto de pegar las baldosas firmemente e impermeabilizar la piscina. Incluso aunque se rompa la baldosa, la impermeabilidad se mantiene.

Se está imponiendo a nivel mundial el uso de membranas de PVC para impermeabilizar tanques y piscinas. Colombia cuenta ya con numerosos ejemplos de obras realizadas con este novedoso material, no sólo útil en construcciones nuevas sino en labores de rehabilitación.

El PVC es un material sintético, que puede contar o no con mallas de refuerzo de poliéster que lo hacen más resistente a la tensión. El material se suministra en rollos de 155 cm de ancho, para piscinas el espesor es de 1,5 mm. Se unen los paños traslapando unos 5 cm y termosoldando, además existe ya una gran cantidad de aditamentos especialmente diseñados (flanches, anclajes, geotextiles, etc) que facilitan enormemente su instalación y contribuyen al éxito en la labor de impermeabilizar y decorar piscinas.

Este tipo de membranas, (**Sikaplan®**) es resistente a los microorganismos, la continuidad de la membrana impide que se acumule suciedad y gérmenes, como sucede en las juntas entre baldosas, resiste a la tracción, goza de una muy buena estabilidad dimensional, no se degrada con los rayos UV, es durable, es muy liviana (1,9 kg/m²), pero su mayor ventaja es la rapidez de instalación y puesta en servicio.



Vista de una piscina olímpica impermeabilizada con membranas de PVC.

En tanques el uso de membranas de PVC para rehabilitación es de gran interés, ya que se puede desocupar el tanque para hacer la inspección, tomar las medidas precisas del interior de dicho tanque y elaborar afuera buena parte de los paños (soldarlos) de tal manera que la instalación se vea reducida a uno o dos días, dependiendo de su tamaño, garantizando así el rápido suministro de agua a la población.

Vale la pena anotar aquí que cuando se usa este sistema para impermeabilizar estructuras existentes que presenten fugas, filtraciones de difícil sellado, una vez instalado dejan de tener relevancia incluso fisuras existentes, juntas frías que filtran, etc, y, en muchos casos (excepto cuando hay compromiso estructural), ni siquiera es necesario repararlas formalmente antes de instalar la membrana, bastando un ligero resane para evitar dejar aristas vivas que puedan romper la membrana.

Diseño de Concreto Impermeable para Piscinas

Con respecto al concreto, las mismas observaciones y recomendaciones hechas anteriormente para la construcción de un tanque y para la construcción de estructuras enterradas son aplicables a la construcción de piscinas, por lo cual remitimos al lector a dichas secciones.

Sello de Juntas

Al igual que en tanques se utilizan tanto sellos preformados (Bandas de Hypalon y cintas de PVC) como masillas. Una de las mayores problemáticas para el sello de las juntas de las piscinas siempre ha sido la de encontrar masillas que resistan un ambiente clorado. Muchos materiales fallaron o tuvieron una corta vida útil y, desafortunadamente, para reemplazar el sello de las juntas se hace necesario desocupar la piscina, por lo cual sólo es factible hacerlo cuando se programa un mantenimiento mayor.

Se ha lanzado al mercado, recientemente, una nueva línea de masillas que incluye una silicona transpa-

rente (**Sikasil-Pool**) especialmente diseñada para el sello de juntas en piscinas (aguas cloradas) y zonas permanentemente húmedas.



Junta de dilatación de una piscina con su correspondiente sello elástico.

Zonas Húmedas

Se conoce como zonas húmedas a todos aquellos sitios de la edificación y la industria donde hay permanentemente agua en contacto con las superficies. Baños, cocinas, zonas de lavandería, jacuzzis, baños turcos, pertenecen a este género de estructuras donde, garantizar la impermeabilidad, es una obligación, so pena de atender reclamaciones de los compradores, usuarios, e incluso vecinos en las edificaciones destinadas a vivienda.

En general en estas zonas húmedas la impermeabilización se consigue mediante la implementación de sistemas completos que incluyen la elaboración de un concreto impermeable cuando esto es posible, la elaboración de morteros impermeables o, mejor aún, el uso de morteros impermeables predosificados, que garantizan homogeneidad en la aplicación y disminuyen el riesgo de falla, en aplicaciones donde fallar es muy costoso, por los problemas que acarrea la reparación. Se complementa el sistema con adhesivos para el enchape, mortero para emboquillar de excelente calidad y las masillas apropiadas para la zona húmeda respectiva, que no genere hongos, ni reaccione con materiales cementosos, cuando vaya a estar en contacto con ellos.

Hay una nueva línea de sellantes (**Sikaflex®AT**), recientemente lanzada al mercado, con productos especializados para la pega elástica entre metales (**Sikaflex®AT-Metal**), masillas especiales para el uso en exteriores, resistentes a los rayos ultravioleta (**Sikaflex®AT-Connection**), una masilla para el pegado elástico de diversos elementos en la construcción (**SikaBond AT-Universal**) y el **Sikasil Pool** del que ya hemos hablado y que está indicado para zonas permanentemente húmedas. Complementan esta línea una silicona neutra (sin ácido acético) antihongos (**Sikasil®-C**) y una silicona acética para sello de juntas entre unidades sanitarias (**Sanisil®**).

Plantillas en Zonas Húmedas

En las zonas húmedas es especialmente importante elaborar, antes de enchapar, una plantilla impermeable, para que en caso de que el agua filtre por las baldosas o el acabado, haya una protección impermeable esperándola e impida que pase al otro lado. En entre pisos esta plantilla impermeable es la garantía de que no se causaran daños en los acabados, enseres, muebles y alfombras de los vecinos.

La plantilla se puede elaborar de diferentes maneras, pero en general se hace uso de materiales asfálticos o de morteros cementosos impermeables predosificados que garantizan la impermeabilidad de la zona tratada. En el caso de materiales asfálticos (**Sika® Techo E**), se aplican dos capas y al aplicar la segunda se esparce arena sobre la superficie para garantizar la adherencia del mortero pañete o el de nivelación (**Sikalisto®Resane**) o mortero impermeabilizado con **Sika®-1**.

Cuando se usa mortero impermeable predosificado (**Sika®101 Mortero**), especialmente si la última mano se da con brocha, la superficie queda lo suficientemente rugosa para recibir el mortero impermeable (pañete o nivelación).

Una vez se haya aplicado el mortero pañete, se procede a instalar el acabado. En general se instalan enchapes usando mortero predosificado, ya que el cemento puro no brinda impermeabilidad (**Pega Enchape Sika® o Binda®Extra**) y en caso de enchapes de baja absorción, tipo porcelanato, el **Sika® Ceram B.A.**



Plantilla impermeable con un recubrimiento asfáltico o un mortero impermeable predosificado

Pega del enchape con **Binda® Extra** o **Sika®Ceram B.A.** dependiendo del tipo de baldosa y su absorción

Emboquillado con **Binda Boquilla Acrilico**

Descripción de los pasos fundamentales para generar una plantilla impermeable en cualquier zona húmeda en la edificación y el posterior acabado con enchape.

Fachadas

Las fachadas de las edificaciones constituyen, generalmente, áreas de máxima exposición al medio ambiente (sol, viento, agua). En las fachadas no sólo hay que preocuparse del revestimiento a escoger, sino, también, de los detalles constructivos. El sólo hecho de prolongar el techo, generando una cubierta protectora sobre la fachada (aleros), ya soluciona una gran cantidad de problemas, cuidando, por supuesto, de que se instale un buen sistema de canales y bajantes.



Fachadas protegidas por el generoso alero del techo el cual cuenta, además, con muy buenas canales y bajantes.

Sin embargo se impone hoy en día, desde el punto de vista arquitectónico, un diseño moderno de fachadas muy lisas, las cuales, pueden enmugrarse con mayor facilidad, (chorreado de agua desde la parte superior por ausencia de corta-gotera) por lo cual exigen mejores materiales para el pañete (repello) y la capa de acabado. Aquí se debe especificar, por ejemplo, un estuco acrílico para exteriores, resistente a la humedad y una pintura impermeable al agua lluvia.



Fachada Lisa

Fachadas de Ladrillo

Es muy común en varias ciudades nuestras, el revestimiento de las fachadas de edificios con ladrillo. En lo que respecta a la permeabilidad de la fachada se pueden presentar aquí varios problemas. El primero es que el agua lluvia filtre por absorción a través de los propios ladrillos o por las pegas, debido a la mala calidad de la mezcla y ausencia de un impermeabilizante integral para morteros (**Sika®-1**).

Una manera de impedir que las unidades de ladrillo absorban agua lluvia es la aplicación de un repelente de agua para fachadas (**Sika Transparente®10** y **Sika Transparente®7 W**), previa limpieza de las mismas (**SikaLimpiador Rinse**). La aplicación debe hacerse sobre fachadas secas, libres de suciedad, lacas, etc.

La eficiencia de la aplicación puede ser probada con el ensayo de absorción superficial, hecho con la pipeta de Karsten, midiendo la absorción de agua antes de aplicar el repelente de agua para fachadas y luego, una vez el repelente aplicado ha secado.



Prueba de absorción de las unidades de mampostería, antes y después de su hidrofugación con un repelente de agua para fachadas, para determinar la eficiencia de la aplicación

Problemas de Condensación de Agua

Este problema, que se ha acentuado en la última década, en la medida que construimos edificaciones cada vez menos ventiladas, cuando se presenta en una edificación causa serias molestias.

Lo primero que debe entenderse, para darle un adecuado manejo, es que no es un problema de paso de agua del exterior hacia el interior. Es la condensación del agua presente al interior de la edificación por diferenciales de temperatura, primero entre las dos caras del muro, la expuesta al exterior (frío de la madrugada) y la interior con temperatura mayor, y luego entre la cara interna del muro y la temperatura de la habitación.

En los países con estaciones solucionan este problema al aislar la estructura del paso del frío del invierno, construyendo muros dobles que cuentan en la mitad con un aislante térmico.

Desafortunadamente, en nuestro medio, se intenta solucionar el problema impermeabilizando la fachada, pintando al interior con pinturas antihongos, pero el problema sigue, hasta que se implementa un sistema de ventilación de las habitaciones. Rejillas, puertas de baños con aberturas que favorezcan el flujo de la humedad hacia los ductos de ventilación, son algunas medidas a tomar para, en primer lugar, disminuir la humedad dentro de la edificación (baños, lavanderías) y, como segunda medida, tratar de disminuir la diferencia de temperatura entre la cara interna del muro y la temperatura ambiente interior que origina la condensación de la humedad existente dentro de la habitación y conduce a la aparición de manchas de moho en zonas no ventiladas, detrás de las camas, cortinas, sillones, dentro de los armarios y bibliotecas, en los muebles de la cocina, etc.

Este problema parece acentuarse en aquellas fachadas que reciben de lleno el sol en horas de la tarde, especialmente en ciudades con madrugadas muy frías.

Fachadas Revestidas con Enchapes, Fachaletas

Tres situaciones deben ser estudiadas con la mayor atención, en este punto. Primero el sistema de instalación o pega del enchape a la fachada. Elementos cerámicos, porcelanatos, etc, dependiendo de su peso, deben ser anclados a la fachada (NSR-09), no es suficientemente seguro encomendar su estabilidad en la fachada a la pega que se escoja.

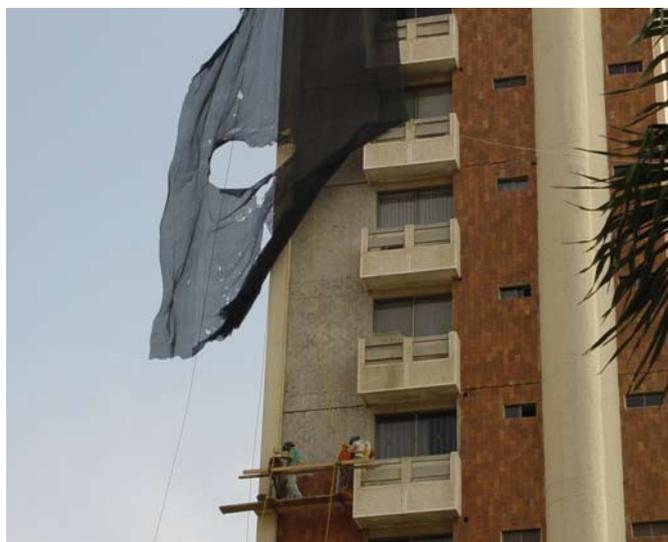
Cuando el enchape sea liviano el uso de un mejorador de adherencia para el mortero de pega escogido, o el empleo de morteros listos apropiados para este fin, es la garantía de que estos elementos no se van a desprender. Cuando la unidad cerámica sea de baja absorción debe pegarse con un producto que “pegue” la unidad al sustrato. No basta con usar un adhesivo cementoso nor-

mal para enchapes ya que no penetrará en los poros de dicha pieza, con lo cual la adherencia será mínima, sólo un producto con gran capacidad adhesiva garantizará dicha pega. (**Sika® Ceram B.A.**) Para entender el riesgo que se corre al dejar de lado el estudio de la solución de pega de elementos de fachada basta pensar en lo que sucede cuando de un edificio de varios pisos se empiezan a desprender los elementos de la fachada; ya que no sólo se genera un problema grave para la edificación, que en muchos casos se resuelve retirando la fachada existente, sino que se corre el riesgo de causar daños a otras propiedades.

Muchas veces quedan vacíos entre las unidades y el soporte de fachada, con lo cual además aparecen humedades al interior de la edificación. Este problema sólo se resuelve adecuada y económicamente impermeabilizando la fachada antes de colocar el revestimiento, cualquiera que este sea, a no ser que él mismo garantice la impermeabilidad.

Juntas en Fachadas

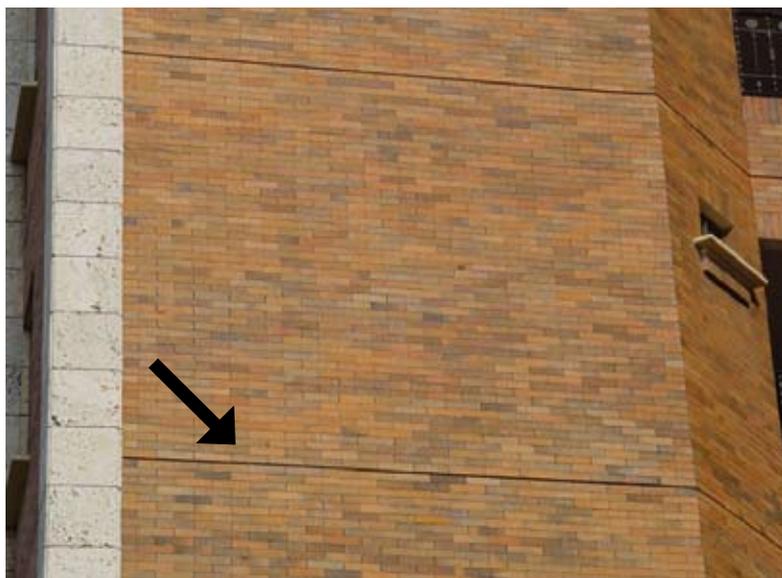
Cuando se instalan sobre las fachadas elementos cerámicos, de arcilla, fachaletas, etc, debe tenerse en cuenta que cuando la fachada se asolea, hay dilataciones importantes de estas piezas, las cuales empiezan a ejercer esfuerzos de tensión entre ellas, que una vez superan la resistencia al corte de la pega, las desprenden. Se ha visto casos en los cuales el esfuerzo es tan grande que desprende elementos de fachada adheridos con mortero que incluía un mejorador de adherencia.



Edificio donde por desprendimientos del enchape de fachada hubo que retirarlo en su totalidad y volverlo a colocar.

Este riesgo debe evitarse, ya que no sólo se lesiona la fachada y obliga a efectuar reparaciones, sino que el desprendimiento de estos elementos desde varios pisos sobre la calle, piscinas, corredores, etc, es un peligro latente de pérdida de vidas humanas.

Por esta razón debe implementarse cada cierto número de unidades, una junta de dilatación, la cual debe ser sellada con una masilla elástica que soporte rayos UV (**Sikaflex®AT- Façade**).



Fachada en las que se colocaron, espaciadas adecuadamente, juntas de dilatación con su correspondiente sello.

Fachadas Protegidas con Recubrimientos

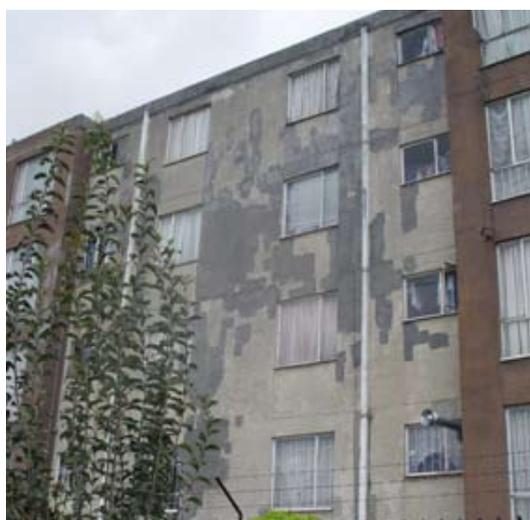
Otra manera de revestir fachadas es mediante la utilización de esgrafiados, y morteros pintados con algún tipo de recubrimiento.

La adherencia, que depende no sólo de la calidad del producto y tipo, sino de la limpieza previa de la superficie, es vital en este tipo de aplicaciones. Adicionalmente la ausencia de defectos y fisuras, permitirán que el revestimiento funcione como una protección impermeable. El tipo de resina (vinílica, acrílica) y el contenido de sólidos del recubrimiento definirán también el grado de permeabilidad y durabilidad de la solución.

Hay una gran cantidad de productos en el mercado, con calidad y costo variables, es muy importante que

se escoja una solución adecuada, ya que la mano de obra, el andamiaje, la estética de una edificación cuando el producto escogido falla, son relevantes a la hora de una reparación. Hay ciertos colores, en particular los blancos, que pueden ensuciarse con facilidad en ciertos ambientes (ciudades con polución, fachadas expuestas a vientos que arrastran contaminación, cercanía a centros industriales, alta humedad relativa, o una combinación de los anteriores).

Para evitar inconvenientes, debe escogerse productos con tonos más favorables, si esta condición se va a presentar, ya que no es una falla de la pintura. Sucede incluso con pinturas lavables, pero el problema es la inversión periódica en dicho lavado.



Fachada revestida y con problemas de permeabilidad.



Fachada donde el recubrimiento falló por adherencia y baja resistencia al paso de agua lluvia.

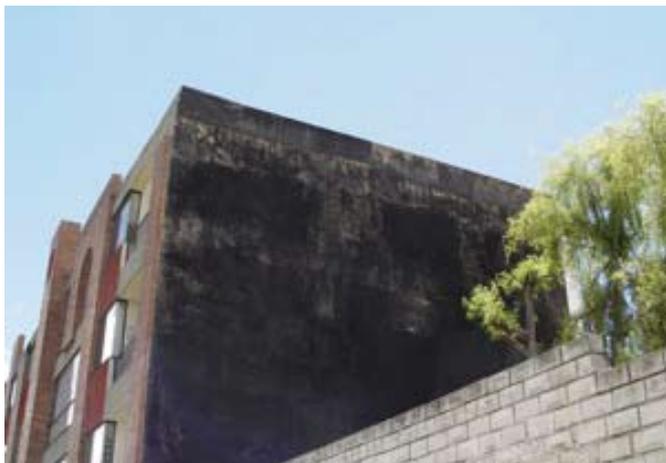
Un sistema que está dando excelentes resultados para la protección de fachadas y culatas, es la aplicación de un mortero impermeable y sobre él un estuco acrílico resistente a la humedad (**Estuka Acrílico**) y sobre éste último aplicar dos capas de un buen recubrimiento impermeable al agua lluvia (**SikaColor® -F**) y que retenga el color.



Fachada protegida con un recubrimiento acrílico impermeable. (**SikaColor®F**)

Protección de Culatas de Edificios contra el Ingreso de Humedad

Cuando los requerimientos de estética son menores, se puede cubrir las culatas de los edificios con recubrimientos asfálticos modificados. Debe recordarse que, debido a la gran exposición al medio ambiente de estas culatas, este tipo de recubrimientos deben ser mantenidos con cierta periodicidad. Es preferible usar un recubrimiento acrílico de color, más estético y que requiere menor mantenimiento. (**SikaFill 3, 5 o 10 Fibras**)



Culata de una edificación protegida contra la humedad con un recubrimiento asfáltico. Se aprecia la necesidad de un repinte.

Cubiertas y Balcones

Finalmente, tenemos que abordar el tema de las cubiertas. Las hay planas e inclinadas. Las cubiertas planas, generalmente se componen de una losa de concreto, impermeabilizada o no. Las cubiertas inclinadas, generalmente se diseñan más livianas (madera, cerchas metálicas) y se instala para cubrirlas con tejas de diversos materiales (asbesto-cemento, arcilla, plásticas, zinc, etc).

Las cubiertas inclinadas tienen la ventaja, en lo que respecta a la impermeabilidad, de que dependiendo de su inclinación el agua las abandona rápidamente, existe el problema de que cuando la pendiente es mínima se alcanza a devolver el agua lluvia por las uniones, lo que se remedia introduciendo en el traslazo entre tejas una masilla, hoy en día suministrada en cordones listos para instalar (**Igas® Gris Rollo**).

En las cubiertas inclinadas un buen sistema de impermeabilización combinado con un apropiado sistema de canales y desagües, haciéndoles limpieza periódica, es suficiente para mantener el paso de humedad controlado. Los principales problemas se presentan en la unión del techo con buitrones de chimeneas, ductos, etc. Aquí son de gran utilidad las cintas bituminosas autoadhesivas (**Sika® Multiseal**) las cuales adhieren a la mayoría de materiales en la construcción y sirven para impermeabilizar fisuras y juntas en la edificación. Estas cintas vienen protegidas por su cara expuesta con una lámina de aluminio reflectiva que las protege del ataque del sol y alarga su vida útil en servicio cuando trabajan a la intemperie. Estas cintas reemplazan los flanches.

Las cubiertas inclinadas, pueden diseñarse hoy en día de innumerables maneras. Las membranas de PVC (**Sikaplan®**), le dan enorme libertad al diseñador, ya que con un material muy liviano (1,5-1,6 kg/m²), pueden garantizar total impermeabilidad de la cubierta, usando incluso entramados de madera. Algunos ejemplos se verán más adelante al tocar el tema de las membranas de PVC.



Sello del traslazo entre tejas que evita la entrada de agua y polvo del exterior, muy útil esta solución en techos con poca pendiente donde el agua se devuelve.

Impermeabilización de Cubiertas Inclinadas

Existen hoy en día dos métodos de impermeabilización de cubiertas inclinadas: la instalación de mantos asfálticos y el uso de membrana de PVC. Los mantos

se instalan por tiras, en contrapendiente buscando que en las uniones el agua al escurrir no se encuentre de frente el traslazo.



Instalación de membrana asfáltica sobre techos de madera, observar el sentido correcto de la aplicación de las capas.

Las membranas flexibles de PVC tienen la ventaja de su gran durabilidad, frente a las membranas asfálticas, por ejemplo.

Se aplican termosoldando las uniones donde se traslaza mínimo 5 cm, esto garantiza la impermeabilidad de la unión. En general tienen muy buena resistencia

a la intemperie (rayos UV, cambios de temperatura considerables, etc), pero si se va a colocar tejas sobre la impermeabilización se puede usar membranas de menor especificación (no aptas para resistir rayos UV), en vista de que no van a estar expuestas.



Techos de edificaciones destinadas a vivienda, impermeabilizados con membranas de PVC, resistentes a los rayos UV.

Cubiertas Planas

Las cubiertas planas son de uso generalizado en el trópico y se construyen con concreto. Como el concreto usado para su elaboración, en la mayoría de los casos es el mismo usado para construir la estructura (que no requiere ser impermeable) resultan, entonces, permeables. Hay aquí de entrada un problema de diseño y de escogencia de materiales.

Una vez endurece el concreto, la contracción de secado se encarga de propiciar la aparición de algunas grietas. Y es aquí donde se debe empezar la labor de hacer impermeable la cubierta, para evitar la aparición del agua dentro de la edificación y el daño a los acabados y enseres.

Una solución, a la que se recurre, generalmente, es la de sellar las fisuras con una masilla y hacer un pendientado sobre la losa usando un mortero. Aquí se comete otra falla, con mucha frecuencia. Se usa para hacer el pendientado un mortero de muy baja calidad, pobre, permeable, y que se fisura casi sin falta. Esto nos obliga a pensar si la mejor solución no sería darle pendientado de una vez a la losa de concreto para que conduzca el agua lluvia con rapidez hacia las bajantes, evitándose todos los problemas que genera hacerlo con morteros de baja especificación.

Una vez endurecido el mortero de pendientado, empieza la escogencia del material de impermeabilización para la cubierta y aparecen muchos tipos de soluciones, en un amplio rango de costo y eficiencia.

Es aquí donde, hoy en día, se debería hacer un juicioso análisis y escoger un sistema de impermeabilización casi definitivo, o por lo menos de muy larga vida útil con mantenimiento mínimo. La escogencia de un material de baja especificación y de bajo costo, sólo encarece, a la larga, la impermeabilización de la cubierta.

No obstante, es muy común ver construcciones de importancia, con apartamentos u oficinas con un costo considerable por m², con su cubierta impermeabilizada como si fueran una unidad de vivienda de menor calidad. Es muy probable, si les preguntaran, que los propietarios asumieran parte del costo de la impermeabilización para instalar un sistema de alto desempeño.

La siguiente figura es un conocido diagrama con los costos de escoger un sistema de alta calidad, desde el principio de la obra, comparado con escoger una solución de más baja calidad. El costo, al cabo de unos pocos años puede ser el mismo, pero con un componente importante de gastos de mano de obra al que habría que sumarle otros costos: retiro de materiales deteriorados, arreglos de acabados al interior de la edificación, e incluso costos no cuantificables: molestias a los propietarios, acceso de personal, ruidos, etc.

Las impermeabilizaciones de cubiertas planas pueden subdividirse en dos; transitables y no transitables. En las transitables se puede escoger entre la aplicación de un producto que acepte tráfico (peatonal, a veces vehicular) o colocar sobre la impermeabilización

algún tipo de revestimiento (mortero, baldosas, etc). Existe una tendencia mundial a convertir las cubiertas planas en jardines y zonas de esparcimiento, instalando sistemas conocidos como cubiertas verdes, que exigen un cuidadoso diseño y la escogencia de soluciones de muy buen desempeño.



Comparativo de costos de la instalación de un producto de la más alta calidad desde el inicio de la obra versus la aplicación de una solución convencional y periódicos mantenimientos.

Una de las soluciones más empleadas en nuestro medio para impermeabilizar cubiertas y balcones son las emulsiones asfálticas. Su costo es bajo, los obreros conocen bastante bien su aplicación. Para mejorar su desempeño se aplica por capas intercalando entre ellas una tela de refuerzo (Sika Felt). Estos materiales de refuerzo aumentan la resistencia a la tensión de los sistemas de impermeabilización, lo que los hace menos susceptibles a fallar cuando se agrieta el sustrato.

La tensión producida por un material cementoso (concreto o mortero) al fisurarse por contracción (secado, cambios térmicos, etc) es muy grande. Por lo tanto no es de extrañar que pueda incluso romper mantos asfálticos adheridos.



Aplicación de una emulsión asfáltica y refuerzo entre capas, en la impermeabilización de un balcón.

Un nivel superior de impermeabilización lo constituyen los recubrimientos acrílicos elásticos. Son productos líquidos viscosos de aplicación en frío, que al curar generan una capa elástica impermeable y firmemente adherida a un sustrato adecuadamente preparado para su aplicación. Se puede usar también capas de refuerzo (**Sika Fill Refuerzo**) entre capas de producto, aumentando la resistencia de la impermeabilización a la falla por tensión. Sin embargo si el concreto o el mortero de pendiente se fisuran, al ser un sistema adherido, pueden romper la impermeabilización,

lo que obliga a hacer parcheos con tela de refuerzo y el mismo producto. En obra nueva hay mucho movimiento de la estructura hasta que con el tiempo se estabiliza la obra y dejan de presentarse estos inconvenientes.

Existe varios niveles de durabilidad de estos productos desde 3 hasta 10 años, lo que permite espaciar la frecuencia del mantenimiento (**SikaFill 3 Fibras, SikaFill 5 Fibras y SikaFill 10 Fibras**). Estéticamente son ventajosas ya que el propietario puede escoger el color de su cubierta.



Cubierta impermeabilizada con un recubrimiento acrílico elástico. (**SikaFill10 Fibras**)

Un nivel más arriba encontramos los recubrimientos de poliuretano, de alta elasticidad y resistentes a los rayos UV. Se aplican en frío, son productos mono componente y se suministran en varias tonalidades de colores que permiten no sólo impermeabilizar sino mejorar las condiciones de estética de balcones y cubiertas. Son transitables incluso por vehículos livianos. Ha habido un gran desarrollo de esta línea de productos en los últimos años, en nuestro medio tenemos ya el **Sikafloor®-400N** y veremos pronto en nuestro mercado varios tipos más de recubrimientos de poliuretano para una gran variedad de aplicaciones (**Sikafloor®-400N, Sikalastic®-450**).



(**Sikalastic® -450**)



Facilidad y rapidez en la aplicación de una membrana líquida de poliuretano (**Sikalastic® 450**)



Típica cubierta que puede presentar con el tiempo problemas de permeabilidad cuya solución no es fácil y generalmente implica retirar el piso de baldosas.

Tenemos ya en nuestro medio un producto de rápido secado y fácil de aplicar mediante el uso de un rodillo, con el cual las juntas y las baldosas, quedan impermeabilizadas aplicando un par de capas. Debe complementarse con el sello adecuado de las uniones entre piso y muros y, por supuesto, sellar cualquier fisura existente. Esta aplicación puede tornar ligeramente brillante la superficie, pero tiene enormes ventajas en la solución de un problema bastante común en nuestra edificación.



Aplicación de recubrimientos impermeables con base en poliuretanos (**Sikalastic® 450**) para la impermeabilización de cubiertas.

Una problemática muy común en nuestro medio la constituye la filtración de una cubierta revestida con baldosas (terrazas y balcones). Una solución puede ser aplicar recubrimientos elásticos. Cuando se quiera conservar el acabado a la vista y realzar su aspecto estético, se puede recurrir a un producto lanzado al mercado recientemente para aplicar directamente sobre las baldosas, incluidas las juntas, que le proporciona a la cubierta un buen nivel de impermeabilidad. Tiene como ventajas, que es transparente y la facilidad de aplicación, sin tener que retirar el baldosín, el mortero y la impermeabilización deteriorada.

Finalmente llegamos a la tecnología de punta en la impermeabilización de cubiertas, las membranas flexibles de PVC. Sika ha hecho importantes movimientos para poder entregar a sus clientes en todo el mundo un surtido completo de este tipo de material de impermeabilización. La reciente adquisición de Sarnafil, firma con una vasta experiencia en este tipo de aplicaciones y con un completísimo portafolio hace que tengamos a mano una de las tecnologías más útiles no sólo desde el punto de vista constructivo, por su seguridad, sino desde el punto de vista del diseño estructural ya que permite aligerar notablemente las cubiertas, y, también, desde el punto de vista arquitectónico, ya que permite echar a volar la imaginación, apoyados en un sistema que es muy ligero y permite dar innumerables formas a un elemento de mucho impacto estético como son las cubiertas modernas.

Las membranas de PVC (**Sikaplan**®) de las cuales ya se discutió en la parte correspondiente a tanques y piscinas, brindan, bien aplicadas, completa hermeticidad al paso del agua. Si se usan para impermeabilizar tanques y piscinas, su funcionalidad en cubiertas como material impermeabilizante no tiene discusión.

Innumerables obras en todo el mundo y obras de gran impacto en nuestro medio, ya terminadas o actualmente en desarrollo dan fe de la bondad del sistema.

En general el sistema puede aplicarse no adherido, sin embargo en cubiertas de gran tamaño, y dependiendo de la geometría de la sección y del régimen de vientos, puede requerir fijación mecánica para evitar que se deteriore por la acción de la succión del viento rasante sobre la cubierta.

Las cubiertas de PVC cuentan para su elaboración con un variado surtido de membranas. Algunas traen refuerzo de fibras para aumentar, aún más, su resistencia a la tracción, la mayoría resiste la acción de los rayos del sol y otras requieren una protección de los rayos UV cubriéndolas con una protección pesada (terrazo, baldosas, cubierta verde), todas tienen alta resistencia a los microorganismos, tienen alta elasticidad y resistencia al rasgado. Algunas resisten muy bien la penetración de raíces y la mayoría resiste impactos moderados.



Terraza impermeabilizada con Sikaplan y protegida de los rayos UV con gravas. Este tipo de impermeabilización permite, como se ve en la foto, diseñar patios y jardines que agregan valor estético a la cubierta.



Cubiertas de un centro comercial elaboradas usando ladrillo para la construcción de arcos que luego fueron impermeabilizados con membrana de PVC (**Sikaplan**®) de alta resistencia a la intemperie.



Impermeabilización con **Sikaplan**® 12 G CO de las cubiertas en el área internacional del aeropuerto El Dorado

NOTA
La información y, en particular, las recomendaciones sobre la aplicación y uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, basados en el conocimiento y experiencia actuales de Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados y manipulados, así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra son tan particulares que de esta información, cualquier recomendación escrita o cualquier otro consejo no se puede deducir garantía alguna respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad en particular, así como responsabilidad alguna que surja de cualquier relación legal. Se deben respetar los derechos de propiedad de terceros. Todas las órdenes de compra son aceptadas de acuerdo con nuestras actuales condiciones de venta y despacho. Los usuarios deben referirse siempre a la edición más reciente de la Hoja Técnica, cuyas copias serán facilitadas a solicitud del cliente.



Sika Colombia S.A.

BARRANQUILLA

Calle 30 No. 1 - 25
Centro Ind. Barranquilla
Tels.: (5) 3344932 / 34
Fax: (5) 3344953
E-mail: barranquilla.ventas@co.sika.com

CALI

Calle 13 No. 72 - 14
Centro Comercial Plaza 72
Tels.: (2) 3302171 / 62 / 63 / 70
Fax: (2) 3305789
E-mail: cali.ventas@co.sika.com

CARTAGENA

Albornoz - Vía Mamonal
Carrera 56 No. 3 - 46
Tel.: (5) 6672216 - 6672044
Fax: (5) 6672042
E-mail: cartagena.ventas@co.sika.com

EJE CAFETERO

Carrera 2 Norte No. 9 - 156
Bodega No. 16
Km. 7 vía La Romelia - El Pollo
Dosquebradas - Risaralda
Tel: (6) 3327020 / 40 / 60
Fax: (6) 3222729
E-mail: pereira.ventas@co.sika.com

MEDELLIN

Km. 34 Autopista Medellín - Bogotá -
Rionegro
PBX: (4) 5301060
Fax: (4) 5301034
E-mail: medellin.ventas@co.sika.com

SANTANDERES

Kilómetro 7 - Vía a Girón
Bucaramanga - Santander
PBX: (7) 646 0020
Fax: (7) 646 9000
E-mail: santander.ventas@co.sika.com

TOCANCIPA

Vereda Canavita Km. 20.5 - Autopista
Norte
PBX: (1) 878 6333
Fax: (1) 878 6660
Tocancipá - Cundinamarca
E-mail: oriente.ventas@co.sika.com,
bogota.ventas@co.sika.com

web: col.sika.com - e-mail: sika_colombia@co.sika.com

