



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**



FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ÚNICO DE ESPECIALIZACIONES DE INGENIERÍA

CAMPO DE CONOCIMIENTO: INGENIERÍA CIVIL

**IMPERMEABILIZACIÓN DE LOSAS, CISTERNAS Y
CIMENTACIÓN DE CASAS HABITACIÓN**

T E S I N A

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

ESPECIALISTA EN CONSTRUCCIÓN

P R E S E N T A :

ING. JOSE LUIS MONTIEL MIGUEL

DIRECTOR DE TESINA: M.I. LUIS CANDELAS RAMÍREZ

MÉXICO, D.F.

MARZO 2014

INDICE

Introducción	2
Capítulo I.- “Antecedentes de la impermeabilización”	3
I.1.- Primeros productos impermeables.....	3
I.2.- Importancia de los impermeabilizantes en la construcción.....	4
Capítulo II.- “Conocimientos previos a la impermeabilización”	5
II.1.- Conducta del agua.....	5
II.2.- Características de los materiales de construcción.....	6
II.3.- Características de la construcción.....	7
II.4.- Características de los materiales impermeables.....	8
II.5.- Inspección y evaluación de las condiciones en las que se encuentra el elemento a impermeabilizar.....	8
II.6.- Analizar la posible implementación de mejoras para hacer más eficiente la impermeabilización.....	9
Capítulo III.- “Materiales para impermeabilizar”	10
III.1.- Primarios, Recubrimientos y Selladores.....	10
III.2.- Membranas de refuerzo.....	11
III.3.- Impermeabilizantes tradicionales.....	14
III.4.- Impermeabilizantes asfálticos.....	15
III.5.- Impermeabilizantes de emulsión asfáltica.....	16
III.6.- Impermeabilizantes elastoméricos y acrílicos.....	17
III.7.- Impermeabilizantes prefabricados.....	19
III.8.- Impermeabilizantes integrales para concreto.....	21
Capítulo IV.- “Selección y aplicación de impermeabilizantes en losas, cisternas y cimentaciones”	22
IV.1.- Elección de un adecuado producto impermeabilizante.....	22
IV.2.- Impermeabilización de losas.....	22
IV.3.- Impermeabilización de cisternas.....	28
IV.4.- Impermeabilización de cimientos.....	30
Capítulo V.- “Conclusiones y recomendaciones para lograr una buena y duradera impermeabilización”	32
Bibliografía	33

Introducción

En México no existe cultura alguna por la mejora continua en procesos constructivos, siempre se busca abaratar precios sacrificando la calidad de los materiales empleados y la mano de obra requerida.

La economía del país es un factor que contribuye a la proliferación del poco interés en la mejora constructiva o dicho en otros términos “falta de constructibilidad”, otro factor que se encuentra involucrado en esta problemática es la ideología, ya que las personas están acostumbradas a ver las cosas como un gasto y no como una inversión, obviamente esto hace que siempre se este en busca de precios mas bajos sin tomar en cuenta la calidad y periodo de vida útil de un trabajo requerido.

Esta situación es en ocasiones aprovechada por las empresas o contratistas, dedicadas a impermeabilizar, ya que disminuyen la calidad de los productos empleados para aumentar las ganancias. Siendo que las personas siempre buscan los precios mas bajos en los trabajos de impermeabilización, nunca observan la calidad y duración del producto, ya sea por mera ignorancia o por falta de interés.

La falta de información y experiencia constructiva hacen mas recurrente a los trabajos de impermeabilización que en teoría deberían realizarse con menor frecuencia y solo en aquellos elementos que realmente lo necesiten.

Actualmente se tiene un mal concepto sobre un trabajo de impermeabilización, se piensa que es un tema de poca relevancia y de fácil ejecución, este aspecto ha sido bien aprovechado por las empresas que venden productos impermeables quienes aumentan sus ventas al ofrecer productos que prometen solucionar un problema de humedad en la construcción, siendo realmente la mercadotecnia y el consumismo el verdadero interés.

En el presente trabajo se explican los aspectos más relevantes que se deben conocer antes de realizar un trabajo impermeabilización, esto con la finalidad de orientar e informar al lector acerca de lo que realmente se debe y no se debe hacer si se requiere impermeabilizar, puesto que hoy en día un servicio de impermeabilización es costoso y aun más costoso uno mal realizado.

También se espera que la información sea de ayuda para la supervisión de los trabajos a realizar, puesto que muchas veces, todo se deja en manos de personas que no están capacitadas o no tienen conocimientos necesarios acerca de la aplicación de materiales impermeables.

Capítulo I

Antecedentes de la Impermeabilización.

I.1.- Primeros productos impermeables.

Antiguamente la forma de impermeabilizar los techos de las construcciones no contemplaba ningún tipo de material industrializado y se tenía que utilizar material natural tomado del lugar.

Los techos de las antiguas haciendas, iglesias, conventos, casonas, etc., utilizaban el sistema de terrados que consistía en un entepiso formado por viguería de madera, loseta de barro tipo cuarterón hecho a mano y una capa de tierra limpia compactada que lograba un peralte aproximado de 40 a 80 cms dependiendo del área de cada techo, finalmente se aplicaba una capa de ladrillo rojo recocido hecho a mano en forma de petatillo y finalmente se aplicaba una solución de alumbre que permitía lograr una superficie impermeable.

Cabe señalar que este tipo de techos no contaban con bajadas de agua pluvial y el desagüe generalmente se lograba basándose en gárgolas localizadas en el perímetro del techo y que por lo general vaciaban el agua de manera rápida para evitar el encharcamiento.

Es importante señalar que este sistema de protección para las azoteas fue utilizado durante muchos años, mas de 300 para ser precisos y que solo gracias a la revolución industrial y con el descubrimiento del petróleo se empiezan a inventar materiales hechos a base de petróleo y que van a revolucionar el mercado.

Con la llegada de la industria petrolera en los años 20' s y el descubrimiento de nuevos materiales petrolizados como el petróleo refinado, la gasolina refinada, el diesel refinado y los aceites de diferentes densidades, se utiliza una mezcla de petróleo crudo y amoniaco mejor conocido como chapopote, el cual empezó a ser utilizado como capa protectora sobre los nuevos techos de hormigón armado debido a lo liso de la superficie y la posibilidad de generar una capa de hule que al enfriarse se convierte en un hule flexible.

Durante mucho tiempo el chapopote fue utilizado de forma directa tanto en azoteas como en cimentaciones hasta que aparece en el mercado la lámina de cartón asfáltico, es decir una lámina de cartón muy grueso bañada con chapopote que hacia la función de una membrana protectora e impermeable antes del enladrillado tradicional.

Sin embargo con el tiempo los constructores descubren que esta lámina después de cierto tiempo se deteriora, lo cual provocaba que se levantara el enladrillado cada vez que aparecía una gotera o humedad provocando con ello que la reparación se convirtiera en una verdadera obra de construcción sobre la azotea del inmueble.

Por los años sesenta y gracias a la investigación que realizó la NASA en la carrera espacial que intentaba llevar al hombre a la luna, se descubren un sinnúmero de materiales nuevos que van a forzar la transformación de la industria del plástico, logrando con ello el descubrimiento de la fibra de vidrio, material reciclado que permite aplicaciones en diferentes campos y especialmente en el área de los impermeabilizantes, obteniendo una malla o tela de fibra de vidrio muy fina y de pequeño espesor, que logrará ser el principio de los impermeabilizantes de membrana prefabricada, mejor llamada como, membrana de refuerzo de fibra de vidrio.

Este sistema de impermeabilización logra un éxito rotundo en los años setenta y ochenta eliminado prácticamente la utilización del famoso chapopote y cartón asfáltico, sin embargo y debido al crecimiento de las ciudades, la contaminación ambiental y la lluvia ácida, se descubre

que el sistema de membrana con malla de refuerzo se intertemperiza muy rápido obligando al cliente a renovar esta membrana en promedio cada 3 años, lo que en cuestión de costos no logra amortizar la inversión realizada, además de las consabidas molestias al tener que retirar el material viejo.

La industria petroquímica sigue investigando nuevos materiales y logra obtener membranas prefabricadas modificando el petróleo crudo y adicionándole fibras de vidrio y de poliéster a las capas logrando materiales que aplicados con calor permiten vulcanizar las placas logrando una superficie perfectamente sellada y obteniendo una mayor resistencia a la lluvia ácida y la intertemperización de los materiales, así como un espesor mas importante, lo que le dará una mayor elongación en los cambios de temperatura del material.

I.2.- Importancia de los impermeabilizantes en la construcción.

El agua es uno de los principales agentes agresivos en la construcción. La presencia de humedad en los edificios es la causante de la degradación, tanto de los elementos estructurales, como de los elementos más expuestos (cubiertas, fachadas, etc.).

Controlando adecuadamente el agua subterránea, el agua de lluvia, y el agua superficial, se podrán prevenir daños y evitarán reparaciones innecesarias en las construcciones. De hecho, el agua es el elemento climático más destructivo del concreto, y la mampostería, así como de estructuras de piedra natural. Las técnicas de impermeabilización preservan la integridad y la utilidad de una estructura a través de la comprensión de las fuerzas naturales y su efecto durante el ciclo de vida. La impermeabilización también involucra elegir los diseños y los materiales apropiados para contrarrestar los efectos dañinos de estas fuerzas naturales.

En la obra civil destinada a elementos de contención (presas, depósitos, albercas, etc.) o a la circulación de agua (canales, acequias, tuberías, alcantarillado) es evidente la necesidad de proteger los materiales de su degradación, evitar las pérdidas a través de los mismos, así como cualquier tipo de contaminación de las aguas por parte de los elementos constructivos.

Por tanto, es imprescindible adoptar, en cualquier obra civil las soluciones más adecuadas, específicas y actuales a los distintos y variados problemas de impermeabilización. En la construcción es relativamente normal que defectos de impermeabilidad como por ejemplo: vías de agua, humedades causadas por el nivel freático, filtración en muros de sótano, juntas frías, etc., provoquen problemas en el edificio y su durabilidad.

Es recomendable tomar en cuenta todos los factores que afecten a la construcción, debido a la humedad, durante la etapa de planeación y construcción de una vivienda, ya que así se lograra disminuir las deficiencias constructivas que propicien los efectos que causa la humedad. Tomando las debidas medidas precautorias, se puede lograr minimizar los costos de mantenimiento y reparación que surgen por concepto de impermeabilización.

Actualmente la impermeabilización retoma importancia, no por cuestiones constructivas, si no mas bien por cuestiones arquitectónicas, claro ejemplo de ello son los jardines en azoteas y muros, espejos de agua, etc.

Capítulo II

Conocimientos previos a la impermeabilización.

II.1.- Conducta del agua.

El agua reúne una serie de características que la convierten en un disolvente único e insustituible en la biosfera. Desde el punto de vista físico, el agua circula constantemente en un ciclo de evaporación o transpiración, precipitación, y desplazamiento. Es por esta razón que se debe de controlar o tomar precauciones a cerca del comportamiento del agua para poder evitar afectaciones en las construcciones de edificación y vivienda; ya sea que estas se encuentren en proceso de construcción o que se ya se encuentren terminadas y en uso.

A continuación se describen algunas conductas físicas propias del agua que se deben tomar en cuenta antes de entrar en materia de impermeabilización:

II.1.1- Capilaridad.

El agua tiende a subir, tiene la singularidad de trepar por los delgados conductos de un material poroso mas arriba, mientras mas estrechas sean las cavidades. Detiene su ascenso cuando su propio peso contrarresta la fuerza capilar que la hace subir.

El agua acumulada por capilaridad provienen del subsuelo, debido a un exceso de agua en el terreno donde están afianzados los cimientos del edificio, aunque también pueden originarse en encharcamientos o saturaciones de agua, sea por la existencia de corrientes subterráneas de agua o por la caída de lluvias intensas, sin que tengan buen escurrimiento alrededor de edificio. El agua puesta en contacto con los muros del edificio penetra en ellos y por capilaridad asciende a las plantas superiores, dada la falta de impermeabilización de los cimientos y muros.



Fig. 1.- La humedad sube a trabes de la pared por efecto de capilaridad, trayendo consigo sales minerales que pueden afectar más aun los materiales de construcción.

II.1.2.- Presión.

En niveles más profundos donde la saturación de la tierra es mas completa, se forma una capa de agua llamada freática, cuyo nivel y profundidad varia según las condiciones del suelo y la temporada de lluvias. Si la edificación llega a calar los niveles de aguas freáticas, la tendencia de estas a penetrar en los materiales de construcción se vera aumentada y acelerada por la presión propia de las aguas.

También la presión originada por la lluvia afecta las fachadas de un edificio o vivienda, todas las plantas o niveles de éste pueden verse afectados por la aparición de humedad en la parte interior de los muros. Esta infiltración es causada por la ausencia de impermeabilización o la degradación de la capa impermeabilizante, sea por haber sido mal aplicada, por el uso de materiales deficientes o por las condiciones de la propia obra.

II.1.3.- Gravedad.

En estado líquido es atraído por la fuerza de gravedad, viaja siempre hacia abajo, ya sea como lluvia que cae o como corriente que se escurre y se filtra. Corre y baja por todos los desniveles que encuentra más aprisa entre más vertical sea el declive. Al pasar por una superficie lisa, donde no puede penetrar, escurre y sigue su deslizamiento. Pero si el material es poroso, penetra en el hasta saturarlo, mientras prosigue con su carrera descendiente. La impregnación de los materiales porosos será más rápida en la medida que, con su propio peso, el agua ejerza más presión hacia abajo.

II.1.4.- Disolvencia.

El agua esta cerca de ser el solvente químico universal. Si se le da el tiempo suficiente penetrara y disolverá casi cualquier sustancia con la que entre en contacto. No obstante, existen otros materiales en los cuales no se mezcla ni se combina o lo hace con gran dificultad.

II.1.5 Condensación.

La condensación se produce por la comunicación permanente de los ambientes externos, con los internos del edificio, establecida por intermedio de la porosidad que tienen los materiales con que fue construida su estructura, los muros y las cubiertas, cuyo contacto busca alcanzar el equilibrio higrométrico entre ambos factores.

Por otra parte, también los ambientes interiores pueden generar su propia humedad de condensación, generalmente como consecuencia de una ventilación deficiente. El fenómeno es tanto más acusado cuando el recinto es pequeño y no dispone de un volumen mínimo para absorber las aportaciones de vapor de agua de la transpiración y la respiración humana, así como las procedentes de las plantas de interiores, calefacción etc., es común en baños, cocinas y lavaderos mal ventilados.

II.2.- Características de los materiales de construcción.

Los materiales que se utilizan en la construcción cuentan con diferentes características tales como la textura, densidad, porosidad, absorción, etc., por tal motivo, se recomienda que en la etapa de planeacion se analicen los diferentes materiales a emplear tomando en cuenta los efectos que la humedad pueda ocasionar a dichos materiales, y durante la etapa de construcción se deberá procurar el uso y/o aplicación correcta de los materiales para así evitar vicios ocultos que a futuro resulten perjudiciales y al mismo tiempo minimizar los trabajos de impermeabilización.

II.2.1.- Porosidad.

La totalidad de los materiales que se emplean en la construcción no se disuelven en agua ni se combinan con ella pero tienen diversos grados de porosidad, aun el concreto normal tiene poros capilares y conductos intragranulares a través de los cuales puede pasar el agua.

II.2.2.- Poros capilares.

Se originan en el fraguado del concreto, cuando el agua es expulsada de la mezcla del concreto. Estos poros varían en número y diámetro, según la finura del cemento, la relación agua-cemento, la granulometría y la utilización de aditivos. Entre mas grandes y frecuentes son los poros mas permeable resulta el concreto.

II.2.3.- Conductos intragranulares.

Se deben a la deficiencia en la preparación y colocación del concreto, bajo contenido de finos, compactación deficiente, fugas en la lechada o la colocación de concreto en etapa avanzada de fraguado.

II.2.4.- Fisuras y grietas.

Son fracturas o quiebres o hendiduras longitudinales que se producen en el material de construcción después de colocado. La diferencia es que las grietas se aprecian a simple vista y las fisuras no.

II.3.- Características de la construcción.

Todas las construcciones sin excepción tienen comportamientos diferentes, ya sea por los procesos constructivos que fueron empleados o debido a fenómenos que actúan sobre ellas, tal es el caso de los sismos, los cambios climáticos, viento fuerte, variación brusca de la temperatura, nivel freático, etc., las condiciones a las que se sujetan las construcciones varían, por lo que se tiene que visualizar desde la etapa de diseño todos los probables factores que puedan afectar el comportamiento de una vivienda ante la acción del agua y la humedad.

II.3.1.- Movimiento.

Todas las construcciones están sujetas a movimiento termal, en el cual se ensanchan y se encogen con los cambios de temperatura, particularmente los techos. En el concreto se da la contracción por secado lo que puede originar fisuras. Debido a que los diversos materiales tienen dilataciones desiguales, se pueden originar grietas o fisuras cuando se encuentran en contacto materiales distintos entre si.

II.3.2.- Juntas.

Existen dos tipos de juntas dentro de las construcciones, juntas frías y juntas constructivas. Las juntas frías son originadas cuando se coloca concreto nuevo sobre concreto viejo o con un tiempo de fraguado avanzado. Las juntas constructivas son consideradas en el diseño de la obra para permitir que la estructura se deforme por los cambios de temperatura o por esfuerzos, sin que halla grietas. Otra función es independizar, unos de otros, los tramos de la estructura, para evitar esfuerzos importantes, debidos a cambios de volumen o a hundimientos.

II.3.3.- Orificios.

Son perforaciones que se hacen a la estructura debido a un trabajo posterior a su terminación, aun cuando sean cubiertos posteriormente pueden tener una permeabilidad mayor que la estructura original.

II.3.4.- Pendientes y drenajes.

Se deben de evitar encharcamientos en losas ya que el impermeabilizante se degrada o su vida útil se acorta, es por esta razón que se deben considerar las pendientes necesarias para desalojar el agua así como los ductos u orificios por donde será desalojada.

II.4.- Características de los materiales impermeables.

Los impermeabilizantes en general son buenos, pero siempre se busca que cumplan con las características esenciales que dan como resultado una excelente impermeabilidad o mejor dicho que pueda proteger los materiales empleados en la construcción del agua y humedad por un periodo prolongado. A continuación se describen las características principales que deben cumplir todos aquellos materiales que puedan ser empleados en la impermeabilización:

II.4.1.- Elasticidad.

Los materiales impermeables no solamente deben impedir el paso del agua, si no que también deben tener la suficiente flexibilidad para no deteriorarse con los continuos movimientos de la estructura que protegen.

II.4.2.- Permeabilidad.

Los impermeabilizantes pueden ocasionar problemas cuando no permiten que la humedad y el vapor atrapados bajo el salgan a la superficie. Cuando se produce vapor, la condensación que se forma en la parte inferior del impermeabilizante, hace que el impermeabilizante se ampole y que, eventualmente, se rompa; por esta razón, la permeabilidad es una cualidad esencial que debe tener cualquier impermeabilizante.

II.4.3.- Resistencia a la radiación solar.

Los materiales impermeables se deben descomponer poco por efecto de la radiación solar y la intemperie, o deben estar cubiertos con una capa protectora de material que los salvaguarde y les alargue la vida.

II.5.- Inspección y evaluación de las condiciones en las que se encuentra el elemento a impermeabilizar.

Antes de empezar con cualquier trabajo de impermeabilización, se debe realizar una inspección y diagnóstico acerca del estatus del elemento afectado por la humedad, esto con la finalidad de poder determinar los trabajos preliminares (reparaciones y/o resanes) así como la correcta elección del tipo de impermeabilizante a utilizar.

Para ser más específico se debe observar si existen grietas, fisuras, falta de pendiente, baches, si el elemento se encuentra en constante contacto con la humedad, etc. Así mismo se debe buscar las causas que originen que la humedad se encuentre afectando la construcción a fin de solucionar el problema. Es recomendable hacer una evaluación acerca de que tanto se encuentra afectado el elemento a impermeabilizar para así determinar si es necesario realizar algunos trabajos previos o reparaciones mayores.

Muchas de las personas que se dedican a realizar trabajos de impermeabilización omiten estos trabajos limitándose a limpiar la zona que van a impermeabilizar, consecuentemente los trabajos que se realizan disminuyen en cuanto a calidad y principalmente en su duración, por lo que muchas veces se convierte en una mala inversión.



Fig. 2.- Se muestra un deterioro significativo del producto impermeable existente.



Fig. 3.- En este caso el sistema de enladrillado se ve afectado por el escurrimiento proveniente de unas jardineras

II.6.- Analizar la posible implementación de mejoras para hacer más eficiente la impermeabilización.

La esencia de cualquier trabajo o servicio es “solucionar un problema”, por esta razón siempre se debe buscar la mejoría en los trabajos de impermeabilización. En base a la inspección y a la evaluación que se menciono anteriormente se puede determinar si se pueden implementar trabajos extras que mejoren la impermeabilidad en una construcción, como ejemplos se puede mencionar la fabricación de drenes en cimentaciones, la captación de agua pluvial, construcción de un pozo de absorción, etc.

El ingenio es una parte fundamental en la ejecución de algún trabajo, siempre se debe ser ingenioso al tratar de resolver un problema, existen muy pocas personas que resuelven problemas de impermeabilización utilizando el ingenio, no basta con seguir las indicaciones del fabricante ya que se debe tomar siempre en cuenta que las condiciones a las que son sometidas las construcciones siempre son diferentes o cambiantes

Capítulo III

Materiales para impermeabilizar.

III.1.- Primarios, Recubrimientos y Selladores.

Los primarios (en inglés: primers) se llaman así por que son los primeros productos que se aplican al impermeabilizar. Con ellos se hace la imprimación o preparación de la superficie que se va a cubrir. Son líquidos impermeabilizantes de baja viscosidad que se aplican en frío para saturar la superficie, tapar los poros y las fisuras, así como cubrir el polvo y las pequeñas partículas sueltas de la superficie.



Fig. 4.- Imprimación de una superficie a impermeabilizar.

Los recubrimientos son pinturas asfálticas o acrílicas. Las primeras están hechas con asfaltos de menor viscosidad, a las que se les han adicionado polvo de aluminio u otros pigmentos minerales. Los recubrimientos o acabados impermeables tienen tres funciones principales: la primera, proteger los materiales de la intemperie, particularmente del deterioro por los rayos solares; la segunda, reflejar los rayos solares, reduciendo el calor hacia el impermeabilizante, así como hacia el interior del edificio; y, finalmente, la tercera, en algunos casos, proteger la película impermeable del tráfico ligero.

El recubrimiento tradicional, en las impermeabilizaciones de asfalto caliente consiste en, recubrir la superficie con una capa de arenilla, que en gran medida, impide el paso de los rayos solares hasta la membrana impermeabilizantes, además de que reduce el calor hacia el interior del edificio y proporciona una superficie adecuada para el tráfico eventual por la azotea. Por otra parte también se utilizan las Pinturas asfálticas, Pinturas acrílicas y las Pinturas ahuladas como recubrimiento.

Los selladores son pastas, que se emplean para calafatear, taponar, rellenar, sellar y resanar fisuras, puntos críticos y juntas, así como para taponar entradas francas de agua. Hay tres principales tipos de selladores: los calafateadores, los taponadores y los selladores de juntas.

Los calafateadores pueden ser asfálticos, de poliuretano, acrílicos o de silicones. Los selladores asfálticos se usan en combinación con los impermeabilizantes asfálticos, para tapar y sellar fisuras y ranuras. Están hechos con asfaltos cortados con solventes de lenta evaporación, adicionados con una alta concentración de fibras naturales, generalmente asbestos. Para que tenga aun mayor elasticidad y resistencia, se les agregan resinas elásticas y hules.

Hay algunos selladores asfálticos que pueden emplearse para taponar entradas de agua en condiciones climáticas adversas. Los selladores de acrílico se utilizan con combinación de los

impermeabilizantes acrílicos, para sellar y tapar fisuras. En tanto que los selladores de silicón se utilizan para calafatear y sellar las juntas de la ventanearía y la herrería.



Fig. 5.- Los selladores son frecuentemente utilizados para resanar grietas antes de aplicar cualquier sistema de impermeabilización.

Los selladores de juntas son sustancias impermeables muy elásticas, con una gran capacidad de adherencia a las paredes de la junta. Las hay para sellar juntas frías o de colado y juntas constructivas. Para sellar las juntas frías se empleaban bandas de algún material elástico, como el PVC y las bandas de bentonita.

La bentonita es una arcilla coloidal plástica que se expande enormemente al contacto con el agua. Las bandas de este material, también conocido como superstop, se colocan en medio de las juntas y, al expandirse, sellan completamente las uniones.

Las bandas de cloruro de polivinilo, o PVC, son tiras continuas de una gran elasticidad y flexibilidad, que se colocan en el lugar de la junta fría antes de colar el concreto, fijándolas con alambre a la estructura de acero. De ese modo, la mitad de la junta queda inmersa en el concreto de la primera colada, en tanto que la otra mitad queda sumida en la segunda parte del colado.

Los selladores para juntas constructivas pueden ser asfálticos, de alquitrán de hulla, o de polímeros muy elásticos. Los asfálticos pueden ser en caliente, para sellar juntas constructivas horizontales en pisos no expuestos a la caída de solventes y gasolinas, pues estos materiales los disuelven. O pueden ser en frío, en cuyo caso están, invariablemente, mezclados con hules.

Cuando hay necesidad de sellar juntas constructivas horizontales es pisos expuestos a la caída de gasolinas y solventes, como en las gasolineras y los talleres, se usa un sellador de alquitrán de hulla, que no se mezcla con las gasolinas y los solventes. Hay selladores de alquitrán de hulla que se aplican en caliente y otros en frío.

Los selladores de polímeros elásticos están hechos de poliuretano de uno o de dos componentes, de resinas epóxicas, de hules de neopreno. Estos productos, extraordinariamente elásticos, se adhieren admirablemente a las paredes de las juntas constructivas, formando un sello elástico muy resistente. En combinación con los selladores de juntas se emplean también rellenos para junta, que se colocan como cimbra muerta.

III.2.- Membranas de refuerzo.

Para hacer a los asfaltos mas resistentes al movimiento de las estructuras que protegen, se utilizan membranas de refuerzo, las cuales son lienzos que se colocan entre dos capas de impermeabilizante, para proporcionarles una estructura de apoyo, repartir mejor los esfuerzos y lograr películas mas gruesas y mas resistentes al paso del agua.

Al repartir los esfuerzos, estas membranas retrasan el avance de las grietas superficiales que, con el tiempo, aparecen en las películas impermeables, debido a la acción de los rayos ultravioleta.

Cuando bajo una película de impermeabilizante asfáltico aparece una grieta, el 100% de la deformación ocurre en los bordes de la abertura, por lo que es difícil que la película soporte la tensión sin romperse.

En cambio, con una membrana de refuerzo, la tensión se reparte en una área mucho más grande, de modo que el alargamiento directo en la grieta se aminora y el asfalto aguanta.

En nuestro país, las membranas de refuerzo más empleadas son las de fieltro asfáltico; las de fibra de vidrio, ya sea impregnadas de asfalto o sin impregnar; y, las de poliéster.

Las membranas de refuerzo deben tener muchas cualidades. Deben ser estables en sus dimensiones y resistir la tensión. Es decir que prácticamente no se deben dilatar con los cambios de temperatura y no deben ser elásticas. Prácticamente no deben absorber humedad. Y deben ser resistentes al desgarre, en cualquier dirección. Finalmente, deben permitir la incorporación del asfalto en su estructura, sin absorber sus aceites ni sus plastificantes.

Las membranas de fieltro asfáltico o cartón impregnado son las de mayor uso en el mundo. El fieltro está hecho con un entrelazado prensado de fibras en desorden, en vez de una trama y una urdimbre como en los tejidos. Las fibras que se usan son generalmente de celulosa, madera, algodón y, algunas veces, fibras sintéticas como refuerzo, que son sometidas al calor, humedad y presión con un adhesivo ligero. Una vez laminadas se impregnan con asfalto.



Fig. 6.- Rollo de fieltro asfáltico o cartón asfáltico.

Estas membranas solamente se utilizan para la impermeabilización en caliente, puesto que son tan cerradas que no permiten que escapen los gases y vapores de los solventes de los impermeabilizantes en frío y por tanto que sequen, además de que pueden no ser compatibles con ellos.

Las membranas o fieltros de fibra de vidrio, hechas con una malla de trama multidireccional aglutinada con resinas, son muy utilizadas en nuestro país. La fibra de vidrio tiene una excepcional resistencia a la tensión y no se descompone con el tiempo, pues es inmune al ataque de hongos, mohos y bacterias. Aguanta muy bien las altas temperaturas y, en particular, la acción de los rayos solares. Prácticamente no absorbe humedad aun sumergida en agua y es inerte a los álcalis, a los ácidos ligeros y a la atmósfera en general.

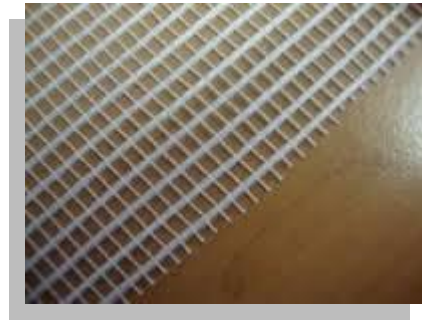


Fig. 7 y 8.- Membranas de fibra de vidrio.

Sin embargo, la fibra de vidrio es muy frágil y no se puede doblar mucho por que se rompe, de modo que se debe usar en lugares donde no haya que hacer quiebres. Las membranas de fibra de vidrio permiten la salida fácil de los solventes de los asfaltos cortados, de manera que, al aplicar esta membrana, es difícil que se formen burbujas o ampollas. Esta cualidad permite que su aplicación pueda ser hecha por personal poco especializado en impermeabilización, pues el riesgo de error es bajo.

Estas membranas que se usan para reforzar impermeabilizaciones en frío y en caliente se encuentran en dos presentaciones: una en la que el fieltro de fibra de vidrio esta impregnado de asfalto, lo que la hace impermeable y de mayor espesor. Y la otra en que el fieltro de fibra de vidrio no tiene impregnación de asfalto, por lo que no es impermeable pero permite una mayor integración de las dos capas de impermeabilizante.

Las membranas de poliéster, son mas caras que las de fibra de vidrio, se utilizan casi exclusivamente en sistemas de impermeabilización en frío, debido a que sus fibras son altamente compatibles con los solventes de tales sistemas.



Fig. 9.- Membrana de poliéster.

Sin embargo, su mayor cualidad es su gran resistencia a los esfuerzos mecánicos, la cual ayuda a evitar la formación de grietas en la impermeabilización, ya sea por movimiento o por envejecimiento de los revestimientos.

Resulta muy adecuada para colocarse en superficies con irregularidades, pues es más dúctil que la fibra de vidrio. Esta ductilidad y relativa elasticidad le permite trabajar en los impermeabilizantes elásticos, sin romperse con los movimientos estructurales. En su instalación resulta más cómoda que las membranas de fibra de vidrio, ya que con ella no existen las molestas picaduras.

Hay dos tipos: una de malla multidireccional no tejida, y otra, mas resistente, de malla tejida. Cuando son tejidas, aunque permiten la salida de los vapores de los solventes, no lo hacen con la facilidad que la fibra de vidrio o la malla multidireccional de poliéster, por lo que al ser aplicadas por personal descuidado, se pueden formar burbujas, ampollas y bolsas que disminuyen la vida del sistema.

Cuando estas membranas no están hechas con un 100% de fibras de poliéster, no se recomiendan para lugares húmedos o en inmersión constante, por que las hebras de complemento se pueden pudrir.

III.3.- Impermeabilizantes tradicionales.

El enladrillado en azoteas como impermeabilizante tradicional, consiste en colocar ladrillo de barro en medidas de 6 x 12 x 2.5 cms dispuesto en la forma clásica del llamado "petatillo" sobre la losa o entortado de la misma.



Fig. 10 y 11.- Del lado izquierdo se puede apreciar la construcción del sistema impermeable a base de enladrillado mientras que del lado derecho se observa un trabajo terminado.

Este sistema es muy común en nuestros días, siendo muy efectivo para evitar el paso del agua y la humedad. Este procedimiento no utiliza ningún producto asfáltico, únicamente recurre a terminar esta colocación de acabado con una lechada de cemento gris, arena cernida y agua, el cual al endurecerse forma una capa impermeable.

El sistema de lechadeado tiene una sola ventaja: tiene un costo muy bajo y no requiere de personal capacitado para su ejecución. Ofrece una buena resistencia a la humedad en tanto la mezcla sea homogénea. Sin embargo tiene muchas desventajas:

- a).- El enladrillado, esta sujeto a mantener su integridad.
- b).- Cuando un enladrillado se ha despegado o fisurado, es imposible que el conjunto de enladrillado vuelva a funcionar adecuadamente.
- c).- Aunque el enladrillado vuelva a lechadearse, la cohesión que originalmente tenían las piezas entre sí se pierde por completo, siendo muy común que vuelva a fisurarse.

Otro impermeabilizante tradicional es el uso de jabón y alumbre, se utilizan en superficies en relativamente buen estado, que no requieran resanes y que no hayan sido impermeabilizadas previamente con otros productos, por lo cual la preparación consiste solamente en la limpieza de la superficie. El imprimador del jabón es una solución de jabón. El jabón que se usa para impermeabilizar es el tradicional de cebo y lejía, de color ocre, amarillo pardusco.



Fig. 12 y 13.- Del lado izquierdo se observa el tipo de jabón requerido para impermeabilizar mientras que del lado derecho se puede observar el alumbre o sulfato de aluminio.

El alumbre es sulfato de aluminio, que se consigue en algunas ferreterías o tlapalerías y en las tiendas que venden productos para mantenimiento de albercas.

Los techos de las catedrales europeas estaban impermeabilizados con jabón y alumbre. Durante siglos, esta combinación de productos se usó por toda Europa para evitar el paso de la humedad en las techumbres. El jabón como tal se disuelve fácilmente en el agua, pero el alumbre lo endurece y los hace resistente.

De hecho el jabón no impermeabiliza. Solo lo hace muy al inicio de su aplicación, después, es simplemente, el sustento de un hongo que se alimenta de él. Al filtrar el jabón por los poros del techo, el hongo se aloja allí, empieza a desarrollarse y a taponar los poros durante varios años. En la sequía se contrae, por lo que es probable que durante las primeras lluvias el agua pase, pero al contacto con la humedad el hongo se hincha y sella. Por eso, la tradición dice que la impermeabilización con jabón y alumbre funciona mejor en el segundo año que en el primero.

III.4.- Impermeabilizante asfálticos.

El asfalto, betún o chapopote se encuentra en estado natural en las zonas cercanas a los yacimientos petrolíferos, pero la mayor parte del que se usa en la actualidad, se obtiene de la destilación del petróleo crudo. Con la destilación, se pueden separar los diferentes componentes del petróleo, como lo son los gases y gasolinas, quedando como residuo el material más pesado que es el asfalto, que en cierta proporción se somete a refinaciones ulteriores.

El asfalto es un material aglomerante, resistente, muy adhesivo, altamente impermeable y duradero. Es, además, bastante resistente a la mayor parte de los ácidos, los álcalis y las sales.

A temperatura ambiente es una sustancia sólida y semisólida, que se licua fácilmente con el calor, con la adición de solventes que se evaporan rápidamente, o por emulsificación. Esta compuesto de hidrocarburos que contienen nitrógeno, azufre y oxígeno.

Se usa mucho como cementante a prueba de agua en la pavimentación de calles, carreteras y aeropuertos como en diversas clases de materiales impermeabilizantes.

Se hacen tres distintas clases de asfaltos: Asfaltos refinados directos, asfaltos refinados al vapor y asfaltos oxidados.

Los asfaltos refinados o asfaltos viscosos, son producto directo de la destilación del petróleo crudo, se emplean fundamentalmente en pavimentos, protección de cimientos y excavaciones, para saturar cartones, papeles y otros materiales y como betún para calzado.

Los asfaltos oxidados o soplados se obtienen de los refinados al hacerles burbujear aire caliente a 300°C, con lo que se vuelven más plásticos, más elásticos y resistentes, además de que se hacen menos susceptibles a la deformación por los cambios de temperatura. Debido a esas características, los asfaltos oxidados resultan los más apropiados como impermeabilizantes.

Los asfaltos oxidados más simples son sólidos. Se consiguen en cuñetes o cilindros, que se derriten con calor en el momento de su aplicación. Constituyen el producto de asfalto más económico para impermeabilizar. Al calentarse, contaminan el aire, por lo que en algunas ciudades esta restringido su uso. Se funde a 120 a 140 °C en un promedio de 5 kg por metro cuadrado, con capas de cartón asfáltico o fieltro de fibra de vidrio se colocan 2 o mas capas de fieltro, al final se riega en la última capa gravilla o se pinta con un acabado reflejante que protege del intemperismo prematuro al asfalto, puede ser en color blanco, terracota o plateado.



Fig. 14 y 15.- Asfalto oxidado que comúnmente suele conocerse como chapopote.

Los asfaltos refinados al vapor resultan de hacer pasar a los asfaltos oxidados vapor de agua 500°C, también se les conoce como asfaltos cortados o cementosos, se hacen líquidos al agregarles solventes, como gasolina. Se conocen también como asfaltos de base solvente y se manejan tres diluciones principales: asfaltos cortados de curado rápido, de curado medio y de curado lento. Los asfaltos cortados son los más durables, pero se deben aplicar solamente sobre superficies secas, por que la humedad y los vapores que quedan atrapados bajo ellos no podrán salir y producirán ampollas. Sin embargo, para resolver el problema de las ampollas, algunos de estos asfaltos tienen solventes que aceleran la evaporación de la humedad atrapada en las losas de concreto.

III.5.- Impermeabilizantes de emulsión asfáltica.

El asfalto es un material aglomerante, resistente, muy adhesivo, altamente impermeable y duradero. Es, además, bastante resistente a la mayor parte de los ácidos, los álcalis y las sales. El impermeabilizante de emulsión asfáltica, se produce al agitar el asfalto caliente en agua. El asfalto y el agua no se mezclan entre si, pero al agitarlos fuertemente se forman partículas de asfalto muy finas, de menos de una micra de diámetro, que flotan en el agua y constituyen una emulsión temporal. Esta emulsión se vuelve permanente al agregar una solución de jabón, que impide que las partículas de asfalto se unen entre si.

Las emulsiones asfálticas tienen la ventaja de que se pueden aplicar sobre superficies húmedas, siempre que no halla peligro de lluvia antes de que sequen completamente, porque, en ese caso, se pueden diluir o disolver con el agua. Las emulsiones no son contaminantes de aire y tienen la ventaja de que evitan que el agua penetre y, al mismo tiempo, permiten que la humedad contenida dentro del techo se evapore a través de ella, con lo que difícilmente se forman ampollas, de tal manera que pueden ser aplicadas por personal poco especializado, sin mucho riesgo de que queden mal.



Fig. 16.- Por sus características las emulsiones asfálticas son muy utilizadas en trabajos de impermeabilización.

Las emulsiones de asfalto son, en general, las más económicas después del asfalto caliente. Sin embargo, no son recomendables para lugares sujetos a una humedad constante, ni para climas muy fríos.

Son ideales para impermeabilizar superficies como muros enterrados o sumergidos en el subsuelo, ductos, tuberías, cimentaciones, registros sanitarios, también se ha utilizado en azoteas aunque ya ha sido superado por otros sistemas.

Ventajas:

- 1.- Fácil y rápida aplicación
- 2.- No requiere mano de obra calificada
- 3.- No requiere herramienta especial para su aplicación.
- 3.- En superficies como cimentaciones, dalas de desplante, ofrece una muy buena resistencia al intemperismo.
- 4.- Económico cuando no se coloca en azoteas.

Desventajas:

- 1.- En azoteas requiere un acabado final de pintura acrílica la cual tiene un alto costo.
- 2.- Cuando es combinado con telas de refuerzo, la colocación guarda aire, el cual con el cambio de temperatura, provoca ampollas que provocan condensación y revientan, lo cual vulnera el impermeabilizante.
- 3.- La colocación "es algo sucia por su composición en emulsión asfáltica".
- 4.- Frágil a la elongación

III.6.- Impermeabilizantes elastoméricos y acrílicos.

Los impermeabilizantes acrílicos son materiales elaborados a partir de polímeros sintéticos, que poseen cualidades de elasticidad, plasticidad y adherencia notables, comparativamente, sin embargo, son más costosos por cada milímetro de capa aplicada que los demás sistemas de impermeabilización, son llamados también impermeabilizantes poliméricos o elastoméricos, y básicamente están diseñados para usarlos en impermeabilizaciones sencillas, por lo que no son sistemas muy eficientes, frente a sistemas de impermeabilización más resistentes, que requieren equipo y mano de obra especializada, sin embargo, los impermeabilizantes acrílicos tienen áreas importantes de aplicación, como son en: Impermeabilización de muros, debido al color original del polímero base que es translucido al secar, permite colorear e igualarlos a prácticamente cualquier color elegido, fachadas, bardas y muros, son rápidamente impermeabilizados con este procedimiento, la impermeabilización de casas por parte de mano de obra no especializada, es otra aplicación, pero cuyo costo se encarece, por el precio de la adquisición de los materiales en

el mercado, por esta razón, su aplicación se reduce a este tipo de trabajos, en los que no es necesario un gran conocimiento previo, ni equipos especiales, su aplicación, además, no genera humos ni vapores contaminantes, tampoco se requiere quemar gas o algún otro combustible, en este sentido es ecológico.

Las principales características que deben exhibir los impermeabilizantes acrílicos son: elevada elasticidad, bajo punto de formación de película, altos sólidos, y resistencias al frote en húmedo, y a la reemulsificación, el espesor que queda al secar el impermeabilizante acrílico, es generalmente, sensiblemente menor al de los prefabricados y emulsionados, y los fabricantes más importantes, no lo recomiendan para zonas donde haya encharcamientos, y existe la versión aislamiento térmico, que ayuda a controlar las temperaturas extremas.

Los nombres comerciales de los impermeabilizantes acrílicos en México, son: Impertop total de Comex, Acriton, Aislacreto y Elastocreto, Elaston, etc. todos ellos en versiones llamadas 3A, 5A, y 7A.

Los impermeabilizantes elastoméricos son productos emulsionados, elaborados con resinas acrílicas o acrílicas estirenadas base agua, que se aplica en forma líquida y que, al secar completamente, forma una membrana flexible, resistente a las condiciones ambientales e impermeable al paso del agua en losas monolíticas, techumbres de lamina o con aislamiento térmico. La presentación de este tipo de impermeabilizantes es en color terracota o blanco.



Fig. 17.- Apariencia de un impermeabilizante Elastomérico, que a diferencia de los acrílicos se presentan en tres colores, terracota, verde y blanco.



Fig. 18.- Aplicación de un impermeabilizante Elastomérico.

Estos productos tienen dos ventajas principales sobre los asfaltos: primero, son productos elásticos, que se pueden estirar varias veces su tamaño y regresan a su forma original; y, segundo, en general son más durables. No los hay de corta duración. Todos son de duración media o larga.

Ventajas:

- 1.- Fácil y rápida colocación
- 2.- Disponibilidad de producto fibratado lo que elimina el uso de tela de refuerzo
- 3.- Al aplicarlo no requiere acabado, ya que contiene color.
- 4.- No requiere herramienta especial para su aplicación.
- 4.- Ideal para colocación en azoteas, techumbres de láminas, y como base protectora en fachadas.
- 5.- Posee propiedades de aislamiento térmico
- 6.- Diversas calidades de resistencia y garantía
- 7.- Buena resistencia a la elongación.
- 8.- Al alcance de cualquier presupuesto.

Desventajas

- 1.- En azoteas es frágil al punzonamiento
- 2.- No recomendable para superficies sujetas a tráfico
- 3.- No recomendable para superficies sujetas a inmersión



Fig. 19 y 20.- Una de las principales desventajas de los impermeabilizantes acrílicos, es el fácil desprendimiento que presentan al cabo de cierto tiempo a causa de la intemperización.

III.7.- Impermeabilizantes prefabricados.

Dada la tenacidad del agua para filtrarse, es difícil hacer una impermeabilización adecuada y durable con un solo producto, aunque en las impermeabilizaciones económicas así se hace. De ahí la necesidad de colocar, en secuencia, un primario, un impermeabilizante, una membrana de refuerzo, otra capa de impermeabilizante y, finalmente, una capa protectora contra los rayos solares.

Para eliminar la laboriosa tarea de colocar uno a uno los productos, se han creado los impermeabilizantes prefabricados, que son membranas compuestas de varias capas y refuerzos que se aplican, prácticamente, como una alfombra en rollo. (Fig. 16)



Fig. 21.- Componentes principales de un manto prefabricado, cabe señalar que la membrana puede variar en este caso se presenta una membrana de poliéster.

Estos impermeabilizantes prefabricados, además de ahorrar tiempo al cubrir superficies extensas están hechos con productos impermeabilizantes mas resistentes, durables y elásticos que solo se logran obtener en fabrica pues en su estado liquido requieren maquinas y controles industriales que no se pueden llevar a las azoteas.

Las membranas prefabricadas están hechas con diversos materiales, entre los cuales destacan los asfaltos, el polietileno de alta densidad, el PVC flexible, el polyisobutileno, el etileno propileno y el neopreno.

El terminado de los productos prefabricados puede ser para recibir encima algún otro material que los proteja de la intemperie o para estar directamente al sol, en tal caso llevan encima una capa protectora de arena o gravilla.

Los impermeabilizante prefabricados se pueden adherir a la superficie mediante tres procedimientos, dependiendo del tipo de prefabricado: el mas común es en caliente, por termofusión, con un soplete que ablanda y derrite el material de la superficie del rollo, con lo cual se adhiere; otro es con un producto asfáltico en caliente; y el tercero es con un adhesivo en frío.

Las membranas prefabricadas asfálticas están hechas con dos capas de película asfáltica, en medio de las cuales va una membrana de refuerzo. Los asfaltos que se emplean para esta membrana son los catalizados y los modificados APP y SBS.

Los asfaltos catalizados son asfaltos oxidados con un catalizador que tiene el propósito de acelerar e intensificar su oxidación. Con este proceso resultan asfaltos mas plásticos, duros, mas resistentes al calor y a la intemperie, pero sobre todo mas elásticos. Los asfaltos oxidados normales se pueden estirar hasta en un 50% de su tamaño, en tanto que los catalizados se pueden alargar hasta en un 30%.

Los asfaltos modificados a base de una resina de polipropileno atactico, o APP, son asfaltos elativos que se pueden estirar hasta dos veces y media su tamaño original. Son relativamente flexibles soportan temperaturas muy elevadas, propias de los climas calientes y resultan muy duros y resistentes al trafico. Se aplican y adhieren a la superficie solamente por termofusión.



Fig. 22.- Comercialmente los rollos de impermeabilizante prefabricado se presentan en tramos de 10 metros de largo por 1 metro de ancho.

Los asfaltos modificados a base de resinas de estireno butadieno estireno, o SBS, son asfaltos que se pueden estirar hasta diez veces su tamaño sin rasgarse ni perder sus cualidades cuando regresan a su dimensión normal. Son flexibles y apropiados para climas donde las temperaturas no son muy elevadas. Se aplican por medio de adhesivos o soplete. Las membranas de estos prefabricados suelen ser de polietileno de alta densidad, de poliéster y de fibra de vidrio.

Ventajas:

- 1.- Libre de mantenimiento durante el tiempo de garantía, incluso en azoteas donde no exista tráfico y la limpieza de su superficie regularmente puede prolongar su integridad varios años más de lo garantizado.
- 2.- Sistema integral de protección por la colocación por termofusión del manto
- 3.- Magnifico control de calidad en su manufactura
- 4.- Estupenda respuesta en azoteas con deficiente calidad en la superficie ya sea por fisuras o irregularidades leves ya que el material "flota" garantizando la impermeabilidad.
- 5.- Estupenda resistencia a tráfico ligero a moderado
- 6.- Estupenda respuesta a la elongación y al punzonamiento
- 6.- Magnifica apariencia de acabado ya que maneja hojuela o grano en diversos colores
- 7.- Colocación limpia y rápida
- 8.- Se coloca en concreto, madera y metal.
- 9.- Resiste altas y bajas temperaturas sin afectar su elasticidad y resistencia.

Desventajas:

- 1.- Sistema de costo elevado con respecto a los sistemas de emulsión asfáltica o acrílica.
- 2.- Requiere mano de obra y herramienta especial para su colocación.
- 3.- No apto para superficies sujetas a inmersión.
- 4.- Las azoteas deben estar preferentemente regulares en su superficie, ya que el manto no podrá adherirse por completo en caso de que haya oquedades.

III.8.- Impermeabilizantes integrales para concreto.

Los impermeabilizantes cementosos o integrales para concreto, reducen la porosidad del cemento, haciéndolo mas impermeable. Hay unos que se agregan al concreto cuando este se mezcla. Al secar junto con el, cierran los poros y reducen la capilaridad, con lo cual aumenta la impermeabilidad del concreto, sin disminuir su resistencia.



Fig. 23.- Los productos integrales resultan muy efectivos al incorporarse al concreto que se utiliza en la construcción de algún elemento.

Otros impermeabilizantes cementosos se aplican como revestimiento sobre las superficies de concreto, en tanto que otros mas se ponen como lechadas que forman cristales insolubles en el interior de los poros del concreto. Estos productos se usan en las estructuras de concreto sometidas a una presión hidrostática severa, o en inmersión constante. También se emplean como tratamientos contra el salitre. Como los impermeabilizantes integrales no son productos elásticos, las fisuras y orificios que aparezcan posteriormente en el concreto, debidos a los movimientos normales de la estructura o al hacer instalaciones, pueden permitir el paso del agua.

Ventajas:

- 1.- Ideales para impermeabilizar, superficies sujetas a inmersión, tales como cisternas, albercas, tanques de concreto, cimentaciones profundas, pilotes cortinas de concreto en presas, acueductos.
- 2.- Como obturador de fisuras posee una estupenda resistencia a presión hidrostática.
- 3.- Como aditivo para morteros y concretos para garantizar impermeabilidad

Desventajas

- 1.- Baja o nula resistencia a tensión y elongación.
- 2.- Requiere mano de obra o supervisión especializada para su aplicación
- 3.- Productos de alto costo.

Capitulo IV

Selección y aplicación de impermeabilizantes en losas, cisternas y cimentaciones.

IV.1.- Elección de un adecuado producto impermeabilizante.

Antes de empezar con el trabajo de impermeabilización, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos, esto para obtener resultados óptimos:

- Como se menciona en el punto II.5 y II.6, se debe hacer una evaluación previa del elemento a impermeabilizar, esto para determinar si se necesita realizar una nivelación, chaflaneo, resane o simplemente mantenimiento, esto nos ayudara a establecer que producto o productos son los que se utilizaran. En ocasiones los impermeabilizantes no solucionan el problema de filtraciones y/o humedad sin antes haber resuelto el problema constructivo del elemento a impermeabilizar.

- Informarse acerca de los productos existentes en el mercado, realizar una comparativa de precios, pero sobre todo de la calidad; se debe revisar si el producto cuenta con alguna garantía y más aun con un certificado de calidad, si es así, se debe solicitar con el proveedor de ser lo contrario se debe durar de la duración del producto ya colocado puesto que representa un riesgo de ser una mala inversión.

- Tener en cuenta que en ocasiones los impermeabilizantes industrializados no siempre son la mejor opción siempre se debe buscar una solución ingeniosa y sobre todo económica que en verdad resuelva el problema de permeabilidad que se nos pueda presentar en una vivienda.

IV.2.- Impermeabilización de Losas.

Es el elemento estructural que mas problemas de permeabilidad presentan las viviendas, es bien sabido por los expertos en construcción que el concreto es un elemento totalmente impermeable, siempre y cuando tenga las atenciones debidas en cuanto a su colocación, vibrado y curado. Lamentablemente este tipo de elementos no se encuentran a cargo de personal capacitado para su construcción por lo que es muy frecuente la aparición de grietas y fisuras, a si como la falta de pendiente para desalojar el agua pluvial.



Fig. 24.- En la imagen se puede observar la deficiente calidad de impermeabilización ya que la superficie presenta encharcamientos ocasionando que el deterioro del producto impermeable.

IV.2.I.- Trabajos previos.

No basta solo con limpiar la superficie que se requiere impermeabilizar, es sumamente necesario realizar una serie de trabajos para lograr un trabajo mas duradero y de excelente calidad, a continuación se hace descripción de cada uno:

1.- Inspección visual.

Una buena inspección visual consiste en observar el estado en que se encuentre la losa esto es; en caso de que cuente con algún tipo de impermeabilizante, si presenta encharcamientos, si se encuentra agrietado (piel de cocodrilo), si tiene desprendimientos, si existen chaflanes, si existen otros elementos que obstruyan o afecten la impermeabilización como lo son tuberías, tanques de gas, jardineras, etc., en caso de ser una losa libre de cualquier impermeabilizante se debe observar la calidad de la construcción para determinar si se realizara una impermeabilización correctiva o solo preventiva, se debe observar si se cuenta con la pendiente necesaria para desalojar el agua, determinar el punto o los puntos por donde se desalojara el agua para la posterior instalación de tubería o canaleta.



Fig. 25.- En una inspección visual se puede apreciar la condiciones en las que se encuentra el elemento a impermeabilizar.



Fig. 26.- Se puede observar la existencia de encharcamientos por la acumulación de arenilla.

2.- Preparación de la superficie.

Cuando existe algún tipo de impermeabilizante es recomendable retirarlo en su totalidad, ya que en ocasiones personas con falta de experiencia recomiendan retirar solo las partes afectadas o deterioradas, lo cual es incorrecto puesto que se pone en riesgo todo el trabajo y material nuevo por aplicarse; al finalizar el desprendimiento del material se debe inspeccionar la calidad constructiva de la losa para establecer una impermeabilización correctiva o preventiva, posteriormente se debe realizar una nivelación, solo si es necesario, de igual manera será para el caso de losas nuevas.



Fig. 27.- Es recomendable retirar lo más posible el impermeabilizante existente puesto que de no hacerlo pone en riesgo los trabajos nuevos por realizarse así como los materiales.

Es muy frecuente que se presentan abolsamientos o depresiones en la superficie de una losa, por lo que al hacer la nivelación correspondiente no es conveniente utilizar una mezcla de arena-cemento ya que esta se agrieta y en ocasiones se desprende con facilidad, lo recomendable y más práctico es elaborar una mezcla que contenga emulsión asfáltica y arena a razón de 1:2, esta mezcla seca rápido, es más elástica y se adhiere mucho mejor.

También es muy frecuente la aparición de grietas en la superficie de las losas, por lo que se deben identificar y rellenar con un sellador que sea compatible con el tipo de impermeabilizante a utilizar, el sellador se aplica con una espátula o cuña cuando la grieta tenga un espesor de aproximadamente 1mm o más, en caso de que la grieta sea de menor espesor se deberá utilizar un desarmador de golpe o un pequeño cincel para ensanchar la grieta y que así pueda penetrar mejor el sellador.

3.- Construcción de chaflanes y ranuras de remate.

Los ángulos que forman las uniones del techo con los pretilos y los muros son partes débiles para los sistemas impermeables. Para evitar la vulnerabilidad de esos rincones de la techumbre, se hacen chaflanes. Los chaflanes son superficies en un ángulo de 45° respecto del techo y de los muros o los pretilos. Deben medir como mínimo 7cm de base y 7cm de alto. Antes de impermeabilizar se debe observar la existencia de chaflanes en caso de no ser así se tendrán que construir.

Las ranuras de remate son necesarias cuando se requiere impermeabilizar con un sistema prefabricado, los muros y los pretilos de más de 40cm se tienen que ranurar para rematar o empotrar los bordes de las membranas. Las ranuras de remate son aberturas en forma de cajón de 1cm de ancho por 2cm de profundidad, que se corren 20cm arriba del borde superior del chaflán.

4.- Refuerzo de puntos críticos.

Los puntos críticos son las esquinas, los ángulos y los pretilos, el paso de traveses invertidas, el arranque de tragaluces y domos, bajadas pluviales, bases de antenas, etc. Por experiencia se sabe que en estos puntos críticos es donde ocurre la mayor parte de las fallas de los impermeabilizantes.



Fig. 28 y 29.- Debido al descuido que se tiene en las azoteas se generan diversos puntos críticos que se deben reforzar.

Los refuerzos consisten en aplicar una imprimación, después impermeabilizante y luego un trozo de membrana de refuerzo, seguido de otra capa de impermeabilizante y de una segunda membrana de refuerzo ligeramente más grande que la primera, que enseguida se cubre con más impermeabilizante.

IV.2.II.- Impermeabilización.

Antes de aplicar algún tipo de impermeabilizante, se tiene que colocar un producto primario o primer, el objetivo de la imprimación es penetrar y tapar los poros y fisuras, los productos con los que se haga la imprimación deben ser compatibles con los que se haga el sellado, el refuerzo de puntos críticos y la impermeabilización. Se recomienda que sean todos del mismo fabricante y que formen parte del sistema que él recomienda.

Aplicación de impermeabilizante asfáltico en caliente.

El asfalto oxidado debe fragmentarse y colocarse en un recipiente donde será calentado de forma indirecta, es decir, sobre una lamina ya que de lo contrario se corre el riesgo que el asfalto se incendie. El asfalto debe fundirse a una temperatura entre 180 y 200°C pero nunca a más de 240°C para evitar su envejecimiento prematuro.

El asfalto ya derretido se aplica con un mechudo de hilaza o con un cepillo, sobre la superficie previamente imprimada. En caso de que no lleve membrana se deja secar completamente y se aplica una segunda capa. Si el sistema es con membrana de refuerzo, este debe ser de fieltro asfáltico, y debe ser colocado cuando el asfalto aun este caliente, hasta lograr una adherencia perfecta, sin arrugas ni aire atrapado en su interior.

Cada lienzo debe traslaparse 10cm entre si, ya colocada la membrana nuevamente se aplica una capa de asfalto caliente y mientras la ultima capa de impermeabilizante este todavía fresca, se debe cubrir con un manto de arena se va a ser un acabado pesado (enladrillado), o gravilla, si solamente va a ser aparente, aplicando posteriormente pintura bituminosa o reflejante.



Fig. 30 y 31.-Aplicación del impermeabilizante asfáltico en caliente.

Aplicación de impermeabilizante asfáltico en frío.

Encima de la superficie ya imprimada se aplica la emulsión asfáltica, siempre y cuando no haya peligro de lluvia en las siguientes cinco horas, pues de lo contrario el producto se disolvería; sin embargo las emulsiones se pueden colocar sobre una superficie húmeda, que no este encharcada.

La emulsión asfáltica se aplica con brocha de pelo corto, cepillo o escoba. Si es muy compacta, se esparce por medio de una llana o un jalador de hule. Aproximadamente un litro de emulsión cubre un metro cuadrado de techo por capa. Las emulsiones se deben aplicar, invariablemente, con una membrana de refuerzo, ya sea de fibra de vidrio o de poliéster. Conforme se va poniendo la primera capa de impermeabilizante, se va colocando la membrana de refuerzo, cuidando de no dejar abolsamientos ni arrugas. Los traslapes de los lienzos deberán ser de 10cm.



Fig. 32.- Aplicación de emulsión asfáltica con membrana de refuerzo.



Fig. 33.- Aplicación de la emulsión asfáltica

Ya colocada la membrana se deja secar 24 hrs. y se aplica la segunda capa de emulsión, la cual secara completamente en 7 días. Un sistema multicapa, con dos o tres membranas de refuerzo, con capas de emulsión entre una y otra, prolonga la duración de este sistema. Las emulsiones invariablemente deben ir aparentes protegidas de la insolación con algún acabado.

Los asfaltos cortados o de base solvente, se aplican siempre sobre una superficie seca de manera semejante a las emulsiones, con la ventaja de que se pueden colocar con membrana de refuerzo o sin ella.

Cuando se aplican sin membrana se aplican dos capas uniformes, generalmente a razón de un litro por metro cuadrado de techo, dejando pasar 24 hrs. entre la aplicación de la primera y la segunda capa. Le segunda capa se seca entre 7 y 15 días. Otra ventaja de los asfaltos cortados, es que se les puede dar un acabado aparente o pesado.

Colocación de mantos prefabricado (termofusión).

Antes de impermeabilizar, se debe determinar el tipo de prefabricado que se usara ya sea los de asfalto modificado APP o SBS, las características de cada uno se mencionan en el apartado III.7.

La imprimación se realiza con el primario que recomiende el fabricante de las membranas prefabricadas. En tanto que la protección de los puntos críticos se hace con fragmentos de la misma película prefabricada. Para iniciar la instalación se desenrollan las membranas y se presentan, empezando por la parte baja y continuando hacia arriba, en sentido perpendicular a la pendiente (en muchas ocasiones los traslapes se hacen en contrapendiente ocasionando que el agua de lluvia socave las juntas o uniones de los mantos prefabricados).

Los lienzos se extienden paralelos, con un traslape de 10cm a los lados y los extremos. Al presentar el material, con una navaja se efectúan los cortes necesarios para adaptar la membrana a la superficie, enseguida, el material se vuelve a enrollar.

Cuando existe un pretil o muro, el borde de la membrana se introduce en el interior de la ranura de remate, ajustándola bien contra el fondo y las paredes de la hendidura, para que se adhiera completamente. Después, con una espátula se cubre la ranura con un sellador, presionándolo con firmeza para que entre en contacto con las paredes de la cavidad.

Con el soplete se calienta a todo lo ancho la cara interior del rollo, aquella que se va a adherir a la superficie, hasta fundir la película que trae integrada. En ese momento el operario, con el pie,

debe ir desenrollando el rollo para que la parte reblandecida asiente y pegue de inmediato sobre la superficie del techo. Al tiempo que se calienta otra sección del rollo, se sigue avanzando y pegando el lienzo.



Fig. 34 y 35.- En ocasiones la llama del soplete se pasa por encima del acabado aparente, esto es una mala practica ya que se puede quemar la gravilla que viene adherida ocasionando que se desprenda y así quede expuesta la capa de asfalto..

Conviene que la parte adherida se presione con un rodillo, de tal manera que por los bordes del lienzo salga, aproximadamente, 1cm de material.

Los lienzos subsecuentes se adhieren de la misma forma, traslapándolos 10cm sobre el lienzo anterior. La unión del traslape se hace calentando con el soplete ambos lados, que se mantienen abiertos por medio de una cuchara de albañil. Una evidencia de que ambos lados han formado una soldadura continua, se tiene cuando en la unión de ambos lienzos aparece un ligero escurrimiento.

Los traslapes transversales se empalman 25cm de manera que todos los lienzos queden unidos formando una película impermeable continua.

Aplicación de impermeabilizante acrílico.

El primario de los impermeabilizantes acrílicos es el mismo material diluido en agua a razón de 10 partes de agua por una de acrílico y en ocasiones 5.

Los sistemas acrílicos se pueden colocar con éxito sin membrana de refuerzo, extendiendo dos capas, a razón de un litro por metro cuadrado. La primera capa se deja secar 24 hrs. y luego se sobrepone una segunda capa que seca en tres días. Se puede aplicar con brocha, cepillo, escoba o equipo de aspersión.



Fig. 36.- Sistema de impermeabilización elastomérico con membrana de refuerzo.



Fig. 37.- Se debe evitar aplicar productos acrílicos en presencia de agua o con riesgo de lluvia ya que como se puede apreciar en la imagen, el material impermeable puede reemulsificarse ocasionando así una pérdida total de material, tiempo y trabajo invertido.

IV.3.- Impermeabilización de Cisternas.

Las cisternas representan una parte importante de cualquier vivienda, actualmente existen empresas que se dedican a fabricar cisternas con la finalidad de facilitar el almacenamiento de agua, pero la mayor parte de las personas optan por construirlas, ya sea con muros de concreto o de mampostería, ya que así incrementan la capacidad de almacenamiento de acuerdo a sus necesidades y al mismo tiempo se previenen por la escasez de agua.

Al igual que las losas, las cisternas carecen de una adecuada calidad constructiva por lo que en ocasiones se presentan grietas ocasionando pérdidas de agua por filtración, a diferencia de otros elementos las cisternas se encuentran sometidas a factores que pueden afectar su capacidad de almacenamiento o su funcionalidad, dichos factores son los sismos, nivel freático y cargas superficiales.

Por lo anterior es de gran importancia lograr que una cisterna sea impermeable en su totalidad, para ello se recomienda realizar los siguientes trabajos previos antes de impermeabilizar.

IV.3.I.- Trabajos previos.

1.- Inspección visual.

Es importante conocer primeramente el tipo de material utilizado en la construcción de la cisterna, esto es, saber si es de concreto armado en su totalidad o si los muros son de mampostería; identificar las grietas o fallas existentes para su posterior reparación, verificar si existen chaflanes en la parte inferior de la cisterna, verificar en que tipo de suelo se encuentra construida la cisterna así como verificar la posible existencia de nivel freático.

También es importante evaluar la gravedad del daño, ya que en ocasiones es más económico demoler y volver a construir la cisterna que tratar de resanar la zona afectada. En otros casos solo basta con recubrir las paredes de la cisterna con jabón y alumbre para solucionar el problema de filtración.



Fig. 38.- En la imagen se puede observar que la cisterna presenta una filtración en la parte inferior.

2.- Preparación de la superficie.

Antes que nada se debe asegurar que la cisterna se encuentre lo mas seca posible, esto para lograr una mejor adherencia de los productos o materiales a utilizar para la impermeabilización.

Se debe tener en cuenta que las cisternas hechas con concreto armado, tienen un tratamiento diferente a las cisternas de mampostería.

Para el caso de las cisternas de concreto, se deben limpiar los muros por la parte interna utilizando un cepillo de alambre y espátula eliminando así pares sueltas o flojas, como lo son las escamas de concreto, así como cualquier punto saliente, filoso o puntiagudo. Enseguida se limpia la superficie con una brocha de pelo, para quitar el polvo, y se termina pasando un trapo húmedo, en seguida se procede a identificar las grietas las cuales se recomienda sean rellenadas con una resina epóxica 100% sólidos con fungicida para que en el agua no se formen hongos.

Si se requiere impermeabilizar la parte externa de la cisterna se procede de la misma forma solo que en la reparación de las grietas se utiliza un mortero elaborado con impermeabilizante integral.

Cuando la cisterna esta construida con piezas de mampostería, se deberá tener en cuenta que las piezas no son por si solas impermeables, sino todo lo contrario pueden ser piezas muy absorbentes y sobre todo porosas por lo que el recubrimiento de mortero debe ser de excelente fabricación y aplicación para disminuir el riesgo de filtraciones.

Es común que el recubrimiento o aplanado y el pegado de las piezas sea deficiente en algunas zonas y consecuentemente se de la aparición de fugas de agua a través de grietas, en caso de que las grietas sean pequeñas se procede a resanarlas utilizando un mortero elaborado con impermeabilizante integral.

Si la o las grietas han afectado las piezas de mampostería, se recomienda demoler la zona afectada y sustituir las piezas, para el pegado y repellido se debe utilizar un mortero elaborado con impermeabilizante integral.

Cuando se requiera impermeabilizar la parte externa de una cisterna de mampostería, se deberán recubrir los muros utilizando un mortero adicionado con algún producto impermeabilizante, si el presupuesto lo permite, es recomendable utilizar tela de gallinero para cubrir los muros, así en combinación con el mortero formaran una estructura mas flexible, resistente e impermeable.

IV.3.II.- Impermeabilización.

Las cisternas son sitios que se encuentran en una inmersión constante por lo que para su impermeabilización suelen ser cubiertos con una película de asfalto cortado a base de solventes

de secado rápido, con fibras y rellenos minerales, acabados pesados o bien, con impermeabilizantes de poliuretano.

Cuando las cisternas son de concreto, se pueden emplear impermeabilizantes cementosos integrados al concreto al colarlo, para reducir sus poros y aumentar su impermeabilidad, en tanto no se agriete. También existen productos cementosos que se aplican como aplanados impermeables o como lechadas sobre las superficies de mampostería y concreto. También es susceptible utilizar impermeabilizantes prefabricados sin acabado aparente siempre y cuando, posterior a su colocación, se coloque un acabado pesado, ya que como es un sistema que conlleva muchas juntas estas pueden convertirse en puntos críticos que hagan fallar la impermeabilización.

En sitios bajo inmersión constante o humedad constante no se deben utilizar emulsiones asfálticas ni impermeabilizantes acrílicos.

IV.4.- Impermeabilización de Cimientos.

Los cimientos representan la parte estructural más importante de cualquier vivienda, es por esta razón que durante el diseño y construcción se busca que satisfaga con los requisitos necesarios para dar soporte y estabilidad al conjunto estructural de una casa.

Comúnmente los factores que afectan la integridad en una cimentación son: terreno inestable, tipo de suelo, existencia de sales minerales y la humedad causada por el nivel freático. Además, como se vio en el capítulo 2, el fenómeno de capilaridad es un factor que se debe controlar en su totalidad para evitar que el agua o la humedad asciendan a través de los cimientos y/o muros.

La impermeabilización de cimientos representa un trabajo relativamente sencillo y se debe realizar durante la construcción de estos, pero sobre todo es un concepto que se debe considerar durante la planeación. En este caso se habla de un elemento estructural que al terminarse de construir quedara cubierto con material de relleno por lo que cualquier reparación o impermeabilización posterior técnicamente será costoso o imposible.

IV.4.I.- Impermeabilización.

Se debe tener en cuenta que cualquier trabajo se debe realizar a conciencia y con la mayor calidad posible pues son trabajos que se realizaran solo una vez durante la vida útil de una vivienda.

En aquellos casos en que el cimiento se hace de concreto, es recomendable utilizar un impermeabilizante integral, que se adiciona a la mezcla, para reducir aun mas la porosidad del concreto y hacerlo mas impermeable. En caso de que los cimientos se encuentren en contacto con el nivel freático es aun más conveniente el utilizar productos integrales.

En prácticamente todas las edificaciones, antes de desplantar los muros se deben impermeabilizar las coronas de los cimientos. Lo más común para impermeabilizar la corona de cimentación son los asfaltos cortados de base solvente, pues soportan una inmersión constante o el estar bajo tierra y humedad continúa.



Fig. 39.- En algunas construcciones se impermeabiliza la corona de la cimentación pero además se impermeabiliza también la segunda hilada de mampostería a fin de garantizar que la humedad no suba por los muros.

Para colocarlos, la superficie de la corona debe estar seca, sin partes flojas o sueltas, ni porciones salientes, filosas o puntiagudas. Enseguida, sobre la corona se extiende una capa de impermeabilizante ligeramente más gruesa que la que se pondría para impermeabilizar un techo, a razón de un litro y medio por cada dos metros cuadrados de corona.

Al mismo tiempo que se va aplicando el impermeabilizante, se va colocando una membrana de refuerzo de polietileno, ajustándola sobre el impermeabilizante todavía fresco, para que no tenga abolsamientos ni arrugas. Los traslapes, en la unión de las membranas, deberá ser de 10cm. Arriba de la membrana de refuerzo se aplica una segunda capa de impermeabilizante, que se cubre, todavía fresca, con una capa de arena limpia cernida. Luego se deja secar por 24 hrs. No es conveniente el uso de emulsiones de base agua en las coronas de los cimientos. Otro material frecuentemente utilizado en la impermeabilización de cimientos es el asfalto oxidado el cual se derrite y se aplica en dos capas que en medio se coloca una membrana de fieltro asfáltico o cartón asfaltado, y el acabado se hace colocando gravilla o arena pesada mientras el asfalto aun sigue caliente.



Fig. 40.- Antes de impermeabilizar la corona de la cimentación, se presenta la membrana de cartón asfaltado a fin colocar la cantidad requerida



Fig. 41.- Se observa la cimentación ya impermeabilizada y con un acabado de arena pesada.

Como se menciona en el apartado II.6, para resolver un problema se debe hacer uso del ingenio, llevar a cabo todas aquellas ideas que den solución de manera práctica y eficiente, por ejemplo, se puede implementar la construcción de drenes para el desalojo o dar paso al agua a fin de evitar afectaciones a la cimentación.



Fig. 42.- En ocasiones resulta conveniente la implementación de drenajes en la cimentación a fin de desalojar o dar paso al agua subterránea.

Es importante tener en cuenta que de nada sirve haber realizado un excelente trabajo de impermeabilización si el nivel de material de relleno se encuentra por encima de la corona del cimiento, pues la humedad subiría por el muro afectándolo; para evitar este tipo de situaciones es conveniente hacer una correcta planeación de los niveles de construcción considerando el material que sirva de relleno y aquel que se encuentre en las colindancias.

Capítulo V

Conclusiones y recomendaciones para lograr una buena y duradera impermeabilización.

Se debe entender que la impermeabilización forma parte del proceso constructivo de una vivienda y como tal debe programarse dentro del plan de ejecución de la obra. La necesidad de impermeabilizar surge por la implementación de malas prácticas constructivas, ya que si se tomaran las debidas precauciones durante la construcción de los elementos que constituyen una vivienda, se reduciría notablemente el uso de productos y trabajos de impermeabilización.

No todos los impermeabilizantes sirven para todo, ni con un solo producto se puede impermeabilizar correctamente. Como se vio anteriormente existe una gran variedad de productos impermeables que se pueden utilizar para resolver el problema de filtraciones y humedad, sin embargo, cabe destacar que en primera instancia se debe evaluar el trabajo realizado en la construcción del elemento que se requiere impermeabilizar ya que en ocasiones resulta antieconómico el querer corregir deficiencias constructivas con trabajos de impermeabilización.

También es importante señalar que es de suma importancia el realizar los trabajos previos necesarios antes de aplicar cualquier producto impermeable, ya que de no ser así se corre el riesgo de tener fallas en el sistema utilizado, traduciéndose en pérdidas económicas.

Se debe eliminar la costumbre de querer solucionar cualquier problema de filtración con un producto elastomérico, a si mismo también se tiene que de dejar de creer que los productos que nos ofrecen los fabricantes pueden solucionar el problema al 100%, siempre se debe consultar con alguna persona con experiencia en el tema, ya que él puede determinar que producto o productos así como técnicas se pueden emplear para solucionar un problema de filtración y humedad.

Un buen trabajo de impermeabilización requiere de tiempo, paciencia y sobre todo curiosidad para arreglar los pequeños detalles que se puedan convertir en un problema mayor. No esta por demás el informarse a cerca de los productos existentes en el mercado, a si como el saber que marcas son las que nos ofrecen garantías y certificados de calidad de los productos que ofrecen, aunque algunas veces la calidad del trabajo no depende del producto si no de la mano de obra.

Bibliografía

- Lesur Luis. “Manual de Impermeabilización”. Ed. Trillas, México 1998.
- Sánchez Mares Marco A. “Generalidades de la Impermeabilización”. Tesis. México 2010.
- Ruiz Sánchez, Domingo. ”Impermeabilización en edificación”. Tesis. México 1985.
- López de la Vega, Joaquín. “Impermeabilización en la construcción”. Tesis. México 1986;
- <http://www.oocities.org/impermeabilizantes/historia.htm>
- <http://www.obrasweb.mx/soluciones/2013/04/15/como-elegir-el-mejor-impermeabilizante-para-un-proyecto>
- <http://www.imcyc.com/ct2009/may09/tecnologia.htm>