

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

Andrés Felipe Girón Rodríguez

Fabián Leonardo Ramírez Fandiño

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica, Ingeniería Civil
Bogotá, Colombia
2016

IMPERMEABILIZACIÓN DE SUPERFICIES EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

Andrés Felipe Girón Rodríguez

Fabián Leonardo Ramírez Fandiño

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Civil

Director (a):
Ing. Héctor Alfonso Pinzón

Línea de Investigación:
Construcción

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad Tecnológica, Ingeniería Civil
Bogotá, Colombia
2016

Nota de aceptación:

_____
_____
_____

_____
Presidente de jurado

_____
Jurado 1

_____
Jurado 2

Agradecimientos

El presente proyecto representa el esfuerzo conjunto de trabajo y responsabilidad, desarrollado con personas que nos acompañaron en el proceso de ejecución, y quienes nos colaboraron con su experiencia y conocimientos sobre el tema, especialmente el profesor Héctor Alfonso Pinzón que con su apoyo realizó un acompañamiento constante durante el desarrollo del proyecto. A él le presentamos nuestros sentidos agradecimientos.

Del mismo modo agradecemos a nuestros padres y familiares, quienes han puesto a completa disposición su apoyo moral y los recursos necesarios para estudiar esta carrera y poder presentar hoy este proyecto, para la satisfactoria culminación de la carrera de ingeniería civíl.

Resumen

En la actualidad existen numerosos problemas en la rama de la construcción y más propiamente en torno a la impermeabilización de superficies y/o edificios; lo anterior no se debe a la falta de productos efectivos sino a la complejidad que se desarrolla en la construcción y a una incapacidad de coordinar los diferentes procesos de instalación y de aplicación de productos impermeabilizantes de manera acertada.

Dentro de una rigurosa supervisión de obras, se debe garantizar un adecuado control al agua subterránea, aguas lluvias y superficiales con el fin de prevenir múltiples reparaciones y/o postventas producidas por la filtración de agua; de hecho el agua, es uno de los elementos del clima que más afectación puede ocasionar al concreto y a la mampostería. Los sistemas de impermeabilización tienen como objeto cuidar, preservar y prolongar la vida útil de las edificaciones iniciando con un acertado diseño, elección correcta de materiales e instalación y aplicación efectiva de los impermeabilizantes.

El agua, es sin duda alguna, el elemento más utilizado por el hombre, sin esta riqueza la supervivencia se vería afectada; pero también es unas de las causas que de acuerdo a los registros estadísticos se presenta en muchos casos como una problemática para la construcción ya que tiene facultades para deteriorar la calidad y funcionalidad de una edificación.

Palabras clave: impermeabilización, filtración, postventa, control de agua.

Abstract

Nowadays there are many problems in the field of construction and more properly around the sealing surface and buildings; the above is not due to the lack of effective products but the complexity that develops in the construction and an inability to coordinate the different installation procedures and application of waterproofing products accurately.

Within a rigorous supervision, should ensure adequate control to groundwater, rainfall and surface water in order to prevent multiple repairs or after sales caused by water seepage; in fact water is one of the elements of weather that can cause the most affected concrete and masonry. Waterproofing systems are intended to care, preserve and prolong the life of the buildings starting with a successful design, accurate choice of materials and installation and effective implementation of the waterproofing.

Water is without doubt, the element most used by human been without this wealth survival would be affected; but it is also one of the causes that according to statistical records presented in many cases as a problem for the construction because it has the power to impair the quality and functionality of a building.

Keywords: sealing, filtration, aftersales, water control.

Contenido

Pág.

Resumen ..... **V**

Glosario **9**

Introducción **10**

1. Identificación del problema **11**

2. Justificación **12**

3. Objetivos **13**
3.1 Objetivo general 13
3.2 Objetivos específicos 13

4. Marco Conceptual **14**
4.1 Sistemas de Impermeabilización. 14
4.1.1 Membranas líquidas con base poliuretano 14
4.1.2 Láminas bituminosas 15
4.1.3 Láminas EPDM 16
4.2 Duración de la impermeabilización 18

5. Metodología **20**
5.1 Tipos de postventas más comunes en obra 20
5.2 Efectos ocasionados a la edificación causados por la mala impermeabilización 23
5.2.1 Filtraciones 23
5.2.2 Aparición de humedades a causa de las filtraciones 23
5.2.2.1 Filtraciones provenientes de los techos. (Cubiertas): 23
5.2.2.2 Filtraciones provenientes de las paredes. (Muros de fachadas): 25
5.2.3 Consecuencias de las humedades causadas por filtraciones 26
5.2.4 Otros daños más severos 26
5.2.4.1 Corrosión al acero 26
5.2.4.2 Eflorescencias en el concreto 28
5.2.4.3 Eflorescencias en la mampostería 30
5.3 Impermeabilización de superficies horizontales 36
5.3.1 Procedimiento adecuado para impermeabilización de superficies horizontales con manto asfáltico 36
5.3.1.1 Preparación de la superficie 36
5.3.1.2 Instalación de manto asfáltico 43
5.4 Impermeabilización de superficies verticales 54

5.4.1 Procedimiento adecuado para impermeabilización de superficies verticales 54
5.4.1.1 Preparación de la superficie 54
5.4.1.2 Lavado de la superficie en mampostería 58
5.4.1.3 Lavado de ladrillo rojo 59
5.4.1.4 Lavado de ladrillo claro 62
5.4.1.5 Indicaciones para el lavado y aplicación de hidrófugo en las fachadas 64
5.4.1.6 Aplicación de hidrófugo 65
5.4.1.7 Actividades adicionales para garantizar la funcionalidad de la impermeabilización 66
5.5 Detalles de impermeabilización en superficies horizontales 66
5.5.1 Detalle de la superficie a impermeabilizar 66
5.5.2 Detalle de impermeabilización entre muro y placa 68
5.5.3 Detalle de tubería de desagüe y sifón 69
5.5.4 Detalle de juntas constructivas 69
5.5.5 Detalle de tubería saliente de la placa 70
5.5.6 Detalle de arranque de instalación y modulación del sistema impermeable 71
5.5.7 Detalle de vigacanal contra muro 72
5.5.8 Detalle de vigacanal entre placas 73
5.5.9 Detalle de control de calidad e instalación 73
5.6 Ensayos de compatibilidad entre diferentes productos impermeabilizantes 74
5.7 Impermeabilización de una misma zona con diferentes productos impermeabilizantes 76
5.8 Riesgos económicos generados por una inadecuada impermeabilización 77
5.8.1 Presupuestos para reparaciones 82

6. Conclusiones y recomendaciones 88

Bibliografía 90

Glosario

Desagüe - drenaje o sumidero que tiene como fin recibir y conducir las aguas provenientes por las lluvias y aguas superficiales.

Filtración - se denomina filtración, al proceso mediante el cual, el agua atraviesa algún material sólido y poroso.

Impermeabilizantes - son sustancias o compuestos químicos que tienen con objetivo detener el agua, impidiendo su paso, y son muy utilizados en el revestimiento de piezas y objetos que deben ser mantenidos secos. Funcionan eliminando o reduciendo la porosidad del material, llenando filtraciones y aislando la humedad del medio. Pueden tener origen natural o sintético, orgánico o inorgánico.

Reparación - Se define como la acción o efecto de restituir a su condición normal y de buen funcionamiento, a cosas materiales mal hechas, deterioradas, o rotas.

Reproceso - acción tomada sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos; es el sobrecosto oculto a la falta de calidad.

Sobrecosto - también conocido como un incremento de costo o sobrepasar el presupuesto, es un costo inesperado que se incurre por sobre una cantidad presupuestada debido a una subestimación del costo real durante el proceso de cálculo del presupuesto o por causa de un reproceso.

Introducción

Todos los capítulos de la construcción de edificios deben tener una adecuada supervisión que asegure que la edificación no va a tener problemas antes, durante o después de la construcción.

En algunos casos se considera que la impermeabilización no tiene tanta importancia como otras etapas de la construcción ya que no representa un gran porcentaje de la obra aunque no debería ser así, ya que cualquier inconveniente presentado por la falta de impermeabilización, mal procedimiento o algún error en esta etapa puede desencadenar una serie de postventas que van desde la reparación de la zona impermeabilizada, hasta arreglo de pintura, daños eléctricos, daños de superficies, etc.

Por medio de este trabajo queremos dar a conocer la importancia de la impermeabilización mostrando los inconvenientes y postventas generadas por filtraciones, además de una guía de procedimientos para la correcta instalación de diferentes materiales.

1. Identificación del problema

La construcción en sitio, requiere combinar diferentes sistemas y procesos constructivos con el fin de evitar filtraciones de agua; el desconocimiento e incompetencia se vuelve el opositor para reunir efectivamente cada componente y proceso, conllevando a la falla más frecuente de la construcción de edificios: **la filtración de agua.** La experiencia ha demostrado, que hasta el 90% de las filtraciones de agua, provienen del 1% del agua superficial de la construcción; la falta de control y supervisión en la instalación, detalles constructivos, aplicación de químicos, conocimiento de las posibles causas de una errada acción, procedimientos y combinaciones entre diferentes sistemas, se convierten en la creación de problemas para la impermeabilización, sobrecostos en la operación, reprocesos que afectan los cronogramas de obra, entre otros.

Con el objeto de evitar cualquier causa posible de filtración de agua, se requiere que la construcción se comporte de manera integral, utilizando materiales y elementos a prueba de agua. Para tal efecto, es indispensable que todos los sistemas de impermeabilización utilizados en la construcción se instalen y funcionen a cabalidad y como una unidad, ya que la falla de alguno de estos se convertirá en un posible problema.

2. Justificación

Todo proyecto en Colombia debe ser realizado con un objetivo bien planteado, una ejecución óptima y con calidad para conseguir el producto esperado. El objetivo normalmente se refleja en los campos del alcance, plazo, costo, rentabilidad, gerencia y satisfacción al cliente.

Para cumplir con lo anterior, desde el comienzo se deben fijar las responsabilidades de cada actor, los respectivos controles que debe tener con cada etapa de ejecución, los riesgos y falencias de cada proceso y solucionar cualquier interferencia que afecte al objetivo general; sin embargo, dentro de la construcción se viene evidenciando la falta de competencia y capacitación del profesional a cargo respecto a la etapa de impermeabilizaciones. La supervisión se torna deficiente, los procedimientos se ven alterados a causa de malas decisiones, tiempos por cumplirse con actividades sin el avance esperado, modificaciones arquitectónicas, estructurales, eléctricas, hidráulicas, entre otras, el intemperismo y otras situaciones que irrumpen en la ejecución de las actividades; son las causas principales de la generación de postventas y reproceso.

Con la identificación de esta problemática, se pretende generar un documento que sirva de guía y base para evitar las malas consecuencias, indicando los riesgos, sobrecostos e inconvenientes que se pueden generar cuando no se tiene el control y manejo de la obra.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Mediante el uso de ensayos, estadísticas, guías e instructivos, estandarizar y caracterizar los procedimientos requeridos para realizar una óptima impermeabilización.

3.2 Objetivos específicos

- Recopilar la información suministrada por grandes ejecutores de proyectos constructivos de vivienda, para identificar sus principales postventas teniendo como objeto de estudio a la impermeabilización.
- Analizar e interpretar los riesgos químicos, físicos y mecánicos que se producen cuando se ejecutan las impermeabilizaciones de manera errada.
- Establecer los procedimientos necesarios para que la impermeabilización sea una etapa constructiva con prudencia y calidad.
- Realizar ensayos de laboratorio que demuestren la compatibilidad entre diferentes productos y que arrojen los resultados reales en cada caso.
- Evaluar los riesgos económicos que se producen cuando resultan postventas por una impermeabilización inadecuada.

4. Marco Conceptual

4.1 Sistemas de Impermeabilización.

4.1.1 Membranas líquidas con base poliuretano

Esta es una solución que se aplica in situ, “pintando” o cubriendo la superficie de la cubierta con un material líquido que al secar forma una membrana de cierto espesor que es la capa de impermeabilización.

Las membranas con base poliuretano adquieren un espesor y elasticidad que aporta una mayor garantía de funcionamiento, ya que tienen mayor capacidad de absorción de movimientos sin depender tanto de armados (refuerzos de fibras que complementan al sistema) y además, al ser resistentes a la acción de los rayos ultravioleta su duración es mucho mayor.

Éste material se aplica sobre la superficie existente en la terraza (tras un tratamiento de limpieza y preparación adecuado) utilizando rodillos de pintor, o bien aplicado con espátula para dar mayor espesor o también aplicado con pistola.

El problema de éste sistema es su supuesta “facilidad” de aplicación que hace que algunos atrevidos se animen a colocarlo ellos mismos sin prestar atención a las especificaciones del fabricante para su utilización o bien no tratan adecuadamente los puntos singulares de las cubiertas, como los sumideros, esquinas o encuentros, que son el principal foco de fallos en la colocación de impermeabilizaciones en cubiertas.

Puede ser una solución interesante para cubiertas con muchas esquinas y detalles, pues al formar una membrana continua, si estos puntos están bien resueltos se puede ahorrar gran cantidad de material por desperdicios, cortes y sobrantes para adaptar a esas formas.

Ventajas:

- Resistencia a rayos UV y al tiempo.
- Elasticidad elevada.
- Continuidad de la superficie. No juntas.
- Fácil de aplicar.

Desventajas:

- Garantizar espesor mínimo de la membrana.
- Solución puntos singulares.
- Fácil de aplicar (se pone poco cuidad, provocando mal uso)

4.1.2 Láminas bituminosas

Uno de los mayores inconvenientes que tienen es que se encarece su colocación**,** ya que precisa de una protección contra la intemperie, pues la acción de los rayos ultravioleta pueden rigidizar el material perdiendo sus propiedades de elasticidad e impermeabilización. Esto obliga a que se coloque algún elemento sobre la misma para evitar la insolación directa, que puede ser un suelo tradicional, suelo flotante o bien otro tipo como suelos ligeros de caucho reciclado.

Tienen una menor capacidad de soportar deformaciones del soporte, por lo que es más importante si cabe el tratamiento correcto de puntos singulares como juntas de dilatación, encuentros con esquinas, sumideros, etc.

Hay algunas de éstas láminas ya tienen una capa de protección (las llamadas autoprotegidas), aunque esa protección es únicamente para evitar daños por exposición a la intemperie ya que no evita los daños mecánicos que pueda ocasionar un uso continuado sobre la impermeabilización. Si la cubierta no va a ser muy transitada puede ser una muy buena solución colocar una lámina autoprotegida.

Lo más habitual es colocar una lámina de betún modificado tipo LBM, con 4 $^{kg}/_{m^2}$ y armado simple con fibra de vidrio o de poliéster, colocada adheridas en una capa (siempre dará más garantía colocar en dos capas).

Con una configuración de este tipo, una adecuada colocación y la protección de la lámina no debería haber problemas en esa cubierta, pero como sucede en todos los sistemas, no depende tanto del material que se utilice sino de la colocación que se haga del mismo y el cuidado que se tenga en no dañar la impermeabilización durante el resto de trabajos de la obra.

Si no fuera por estas situaciones una impermeabilización con lámina bituminosa tiene una muy buena duración, por lo que su coste más elevado suele verse compensado por una amortización a mayor plazo, lo que acaba siendo más barato.

Ventajas:

- Sistema tradicional de probada eficacia.
- Muchas variantes para adaptarse a necesidades.
- Puntos singulares asumidos por colocadores.
- Mayor garantía si está bien colocado.
- Colocador especializado.

Desventajas:

- Tiempo de colocación.
- Uso de soplete (riesgo de quemaduras).
- Necesita protección.
- Mayor trasiego de materiales.
- Muchas juntas (aumenta probabilidad de fallo).
- Mayor volumen de obra.
- Muy dependiente de la colocación.

4.1.3 Láminas EPDM

Se trata de un material de caucho, tremendamente elástico y resistente a la intemperie, tanto que se coloca en balsas de grandes superficies y queda totalmente expuesto sin ningún problema.

Una de las grandes ventajas es que se pueden hacer láminas a medida, de manera que se pueden minimizar las juntas y por lo tanto reducir los puntos de fallo de colocación.

La colocación no es complicada, pero requiere del uso herramientas específicas y de adhesivos químicos que hay que saber utilizar, además de conocer el tratamiento que hay que darle a los puntos singulares (como ocurre con el resto de materiales). La mejor opción es colocarlo con profesionales especializados, lo que permite que se puedan firmar garantías de más de 15 años de colocación e incluso de 30 años sobre el material.

Otra gran ventaja es la tremenda elasticidad de este material, pudiendo deformarse hasta en un 300% y recuperar su forma inicial, además de no sufrir prácticamente deformaciones por variaciones de calor que puedan modificar las condiciones de colocación. Esto es importante ya que aunque hay que tener especial cuidado con los puntos singulares, es un material que puede absorber las deformaciones del soporte sin romper, evitando así filtraciones puntuales.

A pesar de la elevada elasticidad y resistencia, los fabricantes recomiendan la protección de la lámina en caso de colocarse en cubiertas que vayan a ser transitables, por lo que se tendría que complementar la instalación de la impermeabilización con la ejecución de un suelo o bien con la colocación de un pavimento ligero como puede ser de caucho reciclado.

En caso de colocarse en una cubierta que no vaya a sufrir mucho tránsito puede perfectamente dejarse sin proteger, en cuyo caso puede ser interesante pintar la superficie negra de la lámina de un color blanco para evitar el recalentamiento que produciría sobre la vivienda inferior.

Este tipo de lámina es de fácil reparación, por lo que sí está colocada sin protección y se detecta una gotera puntual solo habría que localizar el punto de fallo y reparar parcheando la zona, al fin y al cabo no deja de ser el mismo material que las ruedas de bicicleta.

Ventajas:

- Resistencia a la intemperie sin necesidad de protección.
- Puntos singulares asumidos por colocadores.
- Mayor garantía si está bien colocado.
- Colocadores muy especializados.
- Posibilidad de tamaño a medido. Menos juntas.
- Garantías a largo plazo sobre material y colocación (si homologado).

Inconvenientes:

- Tiempo de colocación.
- Coste de material.
- Trasiego de material.
- Muy dependiente de la colocación.

4.2 Duración de la impermeabilización

La impermeabilización de cubiertas, es algo muy habitual en casi todos los edificios y en función del sistema de impermeabilización aplicado, se empezará a deteriorar a partir de los 10 años (a veces incluso antes), 20 años o incluso más.

La duración de la impermeabilización y la eficacia de la misma, dependerá de varios factores, como los siguientes:

- ✓ La calidad y tipo de sistema de impermeabilización aplicado.
- ✓ La correcta aplicación del sistema de impermeabilización.
- ✓ El uso correcto de la zona impermeabilizada, en función de sus características.
- ✓ El mantenimiento de la zona impermeabilizada.

Estos factores, determinarán la duración de la impermeabilización sin que haya humedades bajo la cubierta.

Dependiendo del sistema elegido, el fabricante garantizará la calidad de sus productos desde 2 años en adelante.

La correcta aplicación del sistema, es uno de los factores más importantes, que determinará la duración de la impermeabilización. Si se elige el mejor sistema o el más caro y falla la aplicación, no servirá de nada y aparecerán los problemas en un periodo muy breve. Es importante elegir una buena empresa aplicadora y no siempre la más barata, ya que a la larga acabará saliendo más caro.

El uso correcto de la zona impermeabilizada, es otro factor muy importante, ya que no se puede elegir un sistema para impermeabilizar una cubierta que no sea transitable (porque sea más barato) y luego usarlo como si lo fuera. Esto hará que la impermeabilización se rompa, por no ser lo suficientemente resistente para el uso que se le está dando y empezarán los problemas de humedades, porque empezará a filtrarse el agua por la cubierta.

El mantenimiento de la cubierta, es algo que hay que tener en cuenta antes de elegir un sistema de impermeabilización u otro. Ya que hay sistemas que no necesitan casi mantenimiento (poliuretano, caucho, etc.), y otros que necesitan mucho mantenimiento (sistemas acabados con grava). El mantenimiento habitual, que hay que tener en cuenta

para casi todos los sistemas, es la revisión de los sumideros (desagües), para comprobar que no estén taponados y puedan tragar bien.

En la mayoría de los casos, elegir la empresa más barata, conlleva los siguientes problemas:

- ✓ Utilización de sistemas más baratos (de menor calidad), para no perder dinero.
- ✓ Aplicación de los sistemas muy rápido, sin respetar tiempos de secado, sin preparar bien el soporte, sin rematar bien los encuentros, etc.
- ✓ Aparecerán problemas de humedad antes de finalizar el periodo de garantía

5. Metodología

ÁREA DE ESTUDIO

Etapa constructiva denominada como impermeabilización de superficies en la construcción de edificios.

PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Para el desarrollo del proyecto, es necesario conocer los diferentes sistemas y productos que hay en el mercado para hacer impermeabilizaciones, adicionalmente se debe reunir información sobre las postventas y reprocesos más comunes en las obras, lo cual se facilita al estar involucrados en este campo laboral.

Se realizaron visitas a las obras antes, durante y después de impermeabilizar las áreas correspondientes para verificar los procedimientos de instalación de los materiales y poder especificar las razones reales de las postventas que más surgen en campo.

Se estudiaron con detalle los productos a instalar y se buscó soporte técnico con los proveedores de los mismos con el fin de instalarlos y aplicarlos de acuerdo a la normativa y procedimientos señalados por cada uno.

Durante el proceso de instalación se pidió a los trabajadores la realización de ensayos de productos impermeabilizantes (compatibilidad, punzonamientos, escenarios adversos) para determinar las propiedades de los materiales y cómo se comportan ante los diferentes agentes mecánicos y físicos.

5.1 Tipos de postventas más comunes en obra

Todas las empresas consultadas poseen un área encargada de recibir las solicitudes de las postventas. Allí se encargan de evaluar la petición y determinar las causas que generaron la postventa. En caso de que la solicitud proceda a favor del cliente, se pasa al equipo encargado de solucionar la postventa y finalmente se hace la entrega al cliente.

Todas estas constructoras llevan un registro de los costos que tiene dar solución a estas postventas y eso permite evaluar la incidencia sobre los costos que genera una mala intervención que generalmente ocasiona una postventa.

A continuación se ven las postventas más comunes que aparecen en las obras y el porcentaje de veces que aparecen según 5 constructoras consultadas:

TIPO DE POSTVENTA	CANTIDAD DE CASOS				
	Constructora 1	Constructora 2	Constructora 3	Constructora 4	Constructora 5
Pintura (parches, tonos diferentes)	8%	5%	3%	3%	7%
Grietas en muros	3%	5%	5%	4%	4%
Instalación de pisos (desniveles, roturas)	2%	3%	3%	2%	5%
Fallas en aparatos eléctricos (interruptores, tomas)	2%	1%	2%	2%	3%
Filtraciones/humedades	6%	4%	8%	4%	3%
Fallas en griferías	1%	0%	2%	1%	0%

Tabla 1. Tipos de postventa y cantidad de casos

Se resaltan las postventas de filtraciones y humedades generadas por algún problema en la impermeabilización.

Se grafican los tipos de postventas versus la cantidad de casos que ocurrieron en cada constructora:

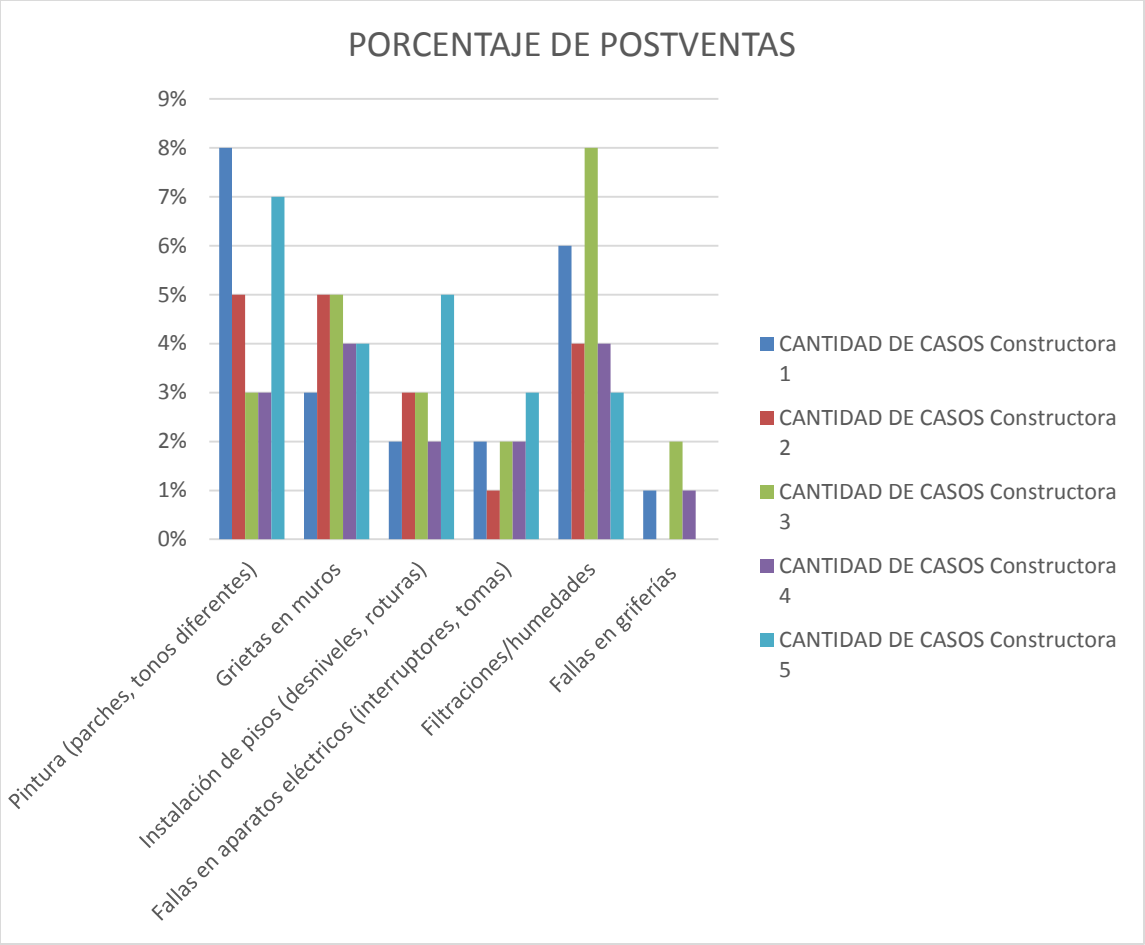


Gráfico 1. Tipos de postventas versus porcentaje de casos. (Información consultada en apartamentos del primer y último nivel)

En el gráfico anterior se observa que las filtraciones representan un alto porcentaje entre las postventas más comunes, por lo cual la impermeabilización se debe tener como uno de los capítulos de construcción que más se deben supervisar para minimizar este porcentaje que siempre ocasiona costos adicionales. Además teniendo en cuenta que las filtraciones y humedades pueden generar más problemas a su alrededor al existir aparatos eléctricos, superficies de madera, tuberías, etc., generando a su vez que los costos de dicha postventa aumenten.

También se observa que las filtraciones se presentan en todos los casos, mientras que postventas como fallas en griferías no están presentes en algunas constructoras, por lo cual se vuelve a observar la importancia del manejo de las filtraciones con una muy buena impermeabilización.

5.2 Efectos ocasionados a la edificación causados por la mala impermeabilización

5.2.1 Filtraciones

Las filtraciones de agua son efectos causados por el paso de la misma, entre las estructuras o elementos que han sido impermeabilizados. El paso de las filtraciones ocasiona además de daños a la salud, daños arquitectónicos o a los acabados e incluso daños a la estructura.

5.2.2 Aparición de humedades a causa de las filtraciones

Comúnmente las filtraciones aparecen a causa de alguna deficiencia o daño causado a la impermeabilización, es decir, el sistema impermeabilizante ha dejado de funcionar correctamente. Si algún componente falla en los techos, muros, jardineras, estructuras que limitan con el suelo; el agua encontrará el camino para llegar hasta el interior de la edificación.

5.2.2.1 Filtraciones provenientes de los techos. (Cubiertas):

Las filtraciones en los techos aparecen inicialmente como una mancha que se propaga por toda la superficie. Además de percibirse visualmente, el ambiente es alterado, ya que se empieza a sentir un cambio en el olor del inmueble; este olor a humedad causa daños a los sistemas respiratorios e inmunológicos de los residentes del lugar.



Imagen 1: humedades en el techo

Si las filtraciones continúan, los daños al inmueble se acrecentarán haciendo que los acabados arquitectónicos se degraden o fallen de manera inminente.



Imagen 2: humedades en el techo

5.2.2.2 Filtraciones provenientes de las paredes. (Muros de fachadas):

Al igual que las filtraciones provenientes de las cubiertas, en las paredes también se pueden evidenciar las características encontradas en las imágenes anteriores; estas fallas suceden usualmente por la humedad proveniente desde el suelo, fallas que nacen en la funcionalidad de las fachadas impermeabilizadas y en algunas ocasiones por las tuberías que conducen diferentes líquidos.

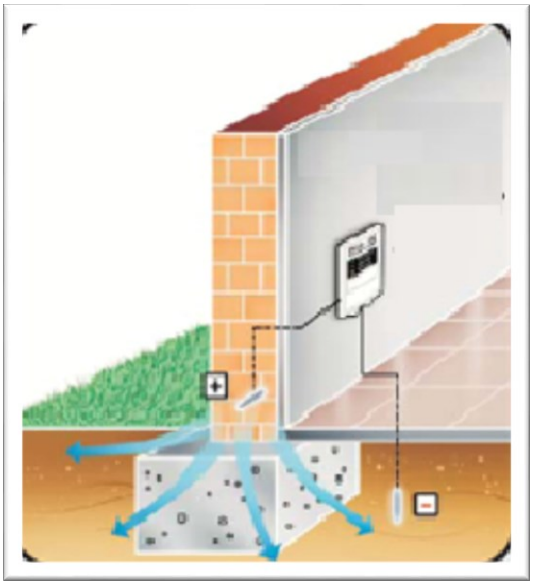


Imagen 3: humedades provenientes del suelo y del ambiente



Imagen 4: humedades en paredes

Para reparar estas humedades eficazmente, se debe solucionar desde la parte exterior, ya que la sola intervención desde el interior, hará que la filtración se desplace unos metros hacia los lados.

5.2.3 Consecuencias de las humedades causadas por filtraciones

- Daños ocasionados por el agua a los aparatos eléctricos, electrónicos, o cualquiera que falle al contacto con la humedad.
- Descomposición a elementos de madera.
- Daños ocasionados a elementos metálicos. (oxidación)
- Deterioro causado a la pintura o acabado de las paredes y techos en el interior de los inmuebles y/o los daños causados a las pinturas de los vehículos en su respectivo estacionamiento.
- Oxidación causada a los elementos estructurales como lo son los que se ocasionan a los aceros de refuerzo de cada unidad estructural.
- Desprendimiento de morteros, techos falsos, o algún otro elemento de esta índole que pueda afectar a los residentes del lugar, causando lesiones.
- Todos los efectos legales a los que conlleva el ítem anterior.
- Daños causados al sistema respiratorio o cualquier otro, ocasionado por la alteración en el ambiente del lugar.

5.2.4 Otros daños más severos

5.2.4.1 Corrosión al acero

La terminología de la ASTM, Define la corrosión como “la reacción química o electroquímica entre un material, usualmente un metal y su medio ambiente, que produce un deterioro del material y de sus propiedades”. Para el acero embebido en el concreto, la corrosión da como resultado la formación de óxido que tiene entre 2 y 4 veces el volumen del acero original y la pérdida de sus óptimas propiedades mecánicas.

La corrosión además produce descascaramiento y vacíos en la superficie del refuerzo, reduciendo la capacidad resistente resultado de la reducción de la sección transversal.[1]

El concreto reforzado utiliza acero para aportarle las propiedades de resistencia a la tracción que son necesarias en el concreto estructural. Esto evita la falla de las estructuras que están expuestas a fallas por tensión y flexión debido al tráfico, los vientos, las cargas muertas y los ciclos térmicos. Sin embargo cuando el acero se corroe, la formación de óxido conduce a la perdida de adherencia entre el acero y el concreto y la subsecuente delaminacion y exfoliación; si esto se ha dejado sin revisar, la integridad de la estructura puede verse afectada

El acero en el concreto se encuentra usualmente en condición pasiva, no corroído. Sin embargo, el concreto reforzado con acero es frecuentemente utilizado en ambientes severos donde está presente el agua. Cuando los cloruros se mueven dentro del concreto, provocan la ruptura de la capa pasiva de protección al acero, causando que éste se oxide y delamine.

PREVENCION DE LA CORROSIÓN:

La primera defensa contra la corrosión del acero en el concreto es la calidad del concreto y un recubrimiento suficiente alrededor de las barras de refuerzo. El concreto de calidad tiene una relación de agua-material (A/C), que es lo suficientemente baja para disminuir la penetración de las sales de cloruro y el desarrollo de la carbonatación. La relación A/C debe ser menor de 0.5 para reducir el ritmo de la carbonatación y menor de 0.4 para reducir la penetración de los cloruros.[2]

Un adecuado recubrimiento del acero de refuerzo es también un factor importante, y además de lo anterior debe asegurar un adecuado curado.

[1] http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/cip25es.pdf
[2] http://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/cip25es.pdf

5.2.4.2 Eflorescencias en el concreto

En química, la eflorescencia (del francés, “a florecer afuera”), es la pérdida de agua (o un disolvente) por la cristalización a la atmósfera de una sal hidratada o sulfatada en exposición al aire.

La eflorescencia en el concreto es un fenómeno muy común pero de los menos comprendidos. Es un residuo de sales con textura polvosa de color blanco tiza y se puede formar en la superficie de cualquier producto que contenga cemento, sin importar el color de éste. Este fenómeno ocurre cuando la humedad disuelve las sales de calcio en el concreto y migra a la superficie a través de la acción capilar. Cuando estas sales llegan a la superficie, reaccionan con el CO2 en el aire y al evaporarse dejan un depósito mineral que es de carbonato de calcio. Este residuo de sal blanca puede aparecer en pocas o muchas cantidades, también puede formarse tanto de manera lenta como muy rápida; depende de la cantidad de humedad a la que se somete el concreto y del calcio libre presente en éste. La eflorescencia puede ser inducida por la lluvia, agua estancada, aspersores, bajas temperaturas, condensación, rocío, el agua que se añade a la superficie del concreto fresco para facilitar el acabado con llana o palustre, en fin cualquier humedad sobre la superficie, porque el agua provoca la reacción para producir la eflorescencia.

La eflorescencia no causa problemas estructurales, pero puede ser estéticamente objetable sobre todo en los concretos decorativos. Este fenómeno no es tan evidente en los concretos ordinarios cementos blancos o grises y puede pasar sin notarse. Pero en los concretos de otros colores, una poca eflorescencia, puede ser la peor pesadilla para el contratista y propietario de la superficie. En los concretos de colores oscuros, el depósito de estas sales, puede tener el efecto de aclarar su tono o decolorarla, en los concretos de color rojo, la eflorescencia lo hace ver de color rosado, los de colores canela y negro se pueden ver como grises o incluso blancos. La buena noticia es que este fenómeno desaparece con el tiempo por su propia cuenta, cuando el calcio libre se agote dentro del concreto y la mala noticia es que esto puede llegar a tardar hasta 15 años y seguramente el propietario no querrá esperar este tiempo.[3]

[3] http://enconcretove.blogspot.com.co/2012/11/eflorescencia-del-concreto.html



Imagen 5: eflorescencias en el concreto[4]

REMOCION DE LAS EFLORESCENCIAS EN EL CONCRETO

El momento más fácil para eliminar la eflorescencia es antes de que el hidróxido de calcio se combine con el dióxido de carbono. Hasta este momento se puede disolver con agua por lo que un lavado con solamente agua la disolverá y luego se irá enjuagando bien la superficie y luego se debe secar bien porque recuerde que la humedad puede hacer que vuelva a formarse la eflorescencia.

Cuando la eflorescencia se encuentra en la fase de haber formado carbonato de calcio, se convierte en insoluble y es más difícil de eliminar, hasta imposible usando solamente agua. Para eliminarla en esta etapa lo primero que se recomienda es usar soluciones ácidas suaves o un producto comercial para eliminar la eflorescencia, también se puede usar un cepillo de cerdas entre duras y suaves (que no rayen la superficie) para ayudar a remover

[4] http://civilgeeks.com/2014/05/17/como-eliminar-la-eflorescencias-en-el-concreto/

estas sales ya solidificadas. Luego es importante enjuagar bien la superficie para eliminar cualquier residuo de ácido o solución usada para la eliminación de la eflorescencia.

La forma de evitar que se produzca la eflorescencia en las superficies de concreto es protegiéndola de la humedad y para esto es necesario sellarla. Existen muchos tipos de selladores y el ideal para aplicar sobre la superficie va a depender del uso del concreto y las especificaciones de apariencia que desee el propietario.[5]

5.2.4.3 Eflorescencias en la mampostería

Se denominan Eflorescencias a los cristales de sales, generalmente de color blanco, que se depositan en la superficie de ladrillos, tejas y pisos cerámicos o de hormigón. Algunas sales solubles en agua pueden ser transportadas por capilaridad a través de los materiales porosos y ser depositadas en su superficie cuando se evapora el agua por efecto de los rayos solares y/o del aire.



Imagen 6: eflorescencias en muros

[5] http://enconcretove.blogspot.com.co/2012/11/eflorescencia-del-concreto.html

Los orígenes de las eflorescencias pueden ser probablemente los siguientes:

- Se hallaban contenidas en las materias primas antes de la fabricación de los mampuestos.
- Se desarrollan durante la fabricación del mampuesto (secado y cocción), por reacciones químicas con los gases presentes en el ambiente.

Uno de los componentes esenciales para la aparición de eflorescencias son los sulfatos solubles derivados del azufre que contienen las materias primas. Este azufre puede aparecer de forma de:

- Sulfatos solubles.
- Sulfuros insolubles.
- Sulfatos insolubles.

Los sulfatos contenidos en las materias primas no son necesariamente los que aparecen en el producto cocido, por lo que hay que procurar evitar que dichos compuestos se sulfaten durante el secado y la cocción por efecto de los gases de la combustión. Por tanto, se formarán por:

- La presencia de anhídrido sulfuroso en la atmósfera durante el secado y Los materiales que en forma natural no eflorescen, pueden hacerse eflorescentes por cocción en atmósfera sulfurosa. Si además de cocer en atmósfera sulfurosa, se seca el producto en la misma atmósfera el problema de la florescencia puede incrementarse. Si además las arcillas contienen impurezas de carbonatos de calcio o de magnesio, aun se hará mayor la presencia de contenido de sulfatos si la cocción se produce en esta atmósfera.
- La presencia de estos gases sulfurosos se debe generalmente a los combustibles utilizados, como el fuel y el carbón, en el proceso de secado y de cocción.
- la cocción de los ladrillos puede ser la causa de graves problemas de eflorescencias ya que se forman los sulfatos alcalinos que dar lugar a estas.

Sales eflorescibles

Las sales eflorescibles que actúan dentro de la construcción es un número elevado, sin embargo hay algunos tipos que son más frecuentes de encontrar en la edificación como son:

- **Sulfato cálcico** (hormigones y mamposterías): Aparece gracias a la existencia de otras sales y en periodos largos de humedad.
- **Sulfato potásico** (arcillas, hormigones y morteros con agua de mar): Provocan una capa cristalina y provocan erosiones del material.
- **Sulfato magnésico** – **Sal de Epsom** (piedras sedimentarias, yeso): Producen una pequeña erosión al cristalizar. Son manchas de color blanco y no permiten un recubrimiento de pintura sobre ellas.
- **Carbonato cálcico** (materiales calizos): Producen una capa exterior blanca muy clara.

Materiales eflorescibles

Se tratan de los materiales más eflorescibles que se utilizan en construcción. Dependerá la cantidad de sales que tengan según el tipo de arcilla que los constituyan. Además, con los mismos componentes se pueden encontrar distintos niveles de eflorescencias, por lo que la UNE regula la cantidad de sales que contienen los elementos que se van a incorporar a obra. Los tipos de eflorescencia se clasificarán según el tiempo de acción en el que se desarrollen. Siendo las eflorescencias temporales todas aquellas que sean fáciles de disolver nuevamente y que puedan limpiarse con facilidad. Sin embargo, las definidas como permanentes son las que presentan una gran adherencia y por tanto, una enorme dificultad para su eliminación.

TIPOS DE EFLORESCENCIAS QUE APARECEN:

Ladrillos y bloques cerámicos:

El contenido de sales solubles en el ladrillo puede ser del 2% a más o menos, sales que son susceptibles de provocar eflorescencia. Sin embargo, las sales que aparecen como eflorescencias en el exterior del ladrillo tienen, una composición diferente de la que poseen las sales solubles contenidas en el interior del mismo:

- Al colocar el ladrillo en obra los elementos tienden a sacar las sales que se encuentran en su interior, dependerá de la humedad que haya en obra tanto del propio ladrillo como del mortero. Florescencia inevitable.

- En los materiales muy eflorescibles debido a las infiltraciones de agua recristalizarán en superficie cuando deje de llover. Con el siguiente día de lluvia las manchas producidas se limpiarán y el proceso comienza de nuevo. Se tratan de eflorescencias cíclicas.
- El uso de remates horizontales con ladrillo a sardinel permite una filtración del agua, por tanto se producirá el mismo proceso descrito en el punto anterior. Se tratan de eflorescencias cíclicas.
- Los propios elementos constructivos pueden producir eflorescencias sobre el otro material:

  - Mortero material que produce las sales: Aparece en perímetro del ladrillo.

  - Ladrillo material que produce las sales:

  - En el perímetro del propio ladrillo. ERROR EJECUCIÓN

  - En parte central del ladrillo: Es claramente del propio material.
- Humedades producidas por culpa de terreno u hormigón de cimentación.
- Bovedillas utilizadas en los forjados crean eflorescencias en los techos de las mismas por culpa de humedades.



Imagen 7: manchas provocadas por aguas contenidas o estancadas

Ladrillos y bloques de morteros:

Las eflorescencias que provoquen serán debidas al tipo de árido que se utilice y a los producidos por el cemento.

- **Áridos**: Aparecen en el centro del bloque. Eflorescencia frecuentes.
- **Mortero**: Dependerá de la composición y la porosidad de materiales que agarre (según la facilidad que tengan a dejar paso al agua). Aparecen en el perímetro del bloque. Eflorescencias frecuentes.

DIAGNOSTICO:

La eflorescencia se trata de una consecuencia de la lesión de existencia de humedad y de las características fisicoquímicas de los materiales que componen la fachada, como son el contenido de sales, la porosidad… Para evaluar las eflorescencias hay que estudiar su proceso:

- **Humedad previa**: Detectar el tipo de humedad que ha producido la lesión, analizando el recorrido del agua.
- **Materiales afectados**: Establecer cuales son y en que superficies se ha encontrado la agresión de las sales.
- **Determinar qué origen y tipo de sal que actúa**: Se realiza mediante análisis químicos. Este análisis permite conocer las características de la sal por lo que permitirá utilizar un sistema específico de limpieza.
- **Condiciones ambientales**: Habrá de tener en cuenta las condiciones ambientales del lugar donde se ejecuta la obra, ya que habrá una mayor o menor exposición a humedades. Esto, habrá que tenerlo muy en cuenta a la hora de elegir el tipo de ladrillo y el tratamiento de éste.
- **Periodicidad**: Se analiza la frecuencia con la que aparecen las lesiones para poder saber qué tipo de daños puede llegar a causar.

Una vez realizados estos estudios hay que determinar debido a que causas están originadas las lesiones y realizando un diagnóstico de cada una:

- **Causas directas**: Que tipo de humedad la ha provocado, qué tipo de eflorescencias aparecen y la periodicidad con la que aparecen.

- **Causas indirectas**: Descripción de las sales recristalizadas y los materiales que las contienen, dejando en un segundo plano el tipo de humedad que las ha hecho aflorar.
- **Síntomas**: Descripción de la composición de las sales y las formas de cristalización para definir el tipo de consecuencias que aparecen.

Una vez realizado el diagnóstico habrá que plantear una propuesta de forma de reparación de las eflorescencias.

REPARACION DE LAS EFLORESCENCIAS:

Se pueden realizar dos tipos de limpieza dependiendo de la eflorescencia:

- Limpieza con agua: se debe realizar un lavado con agua a presión, el éxito de este ejercicio depende de la dureza de la herramienta (tapete, cepillo) y de la homogeneidad del lavado en la totalidad de la superficie. Se debe evitar hace ralladuras o afectaciones a la superficie.
- Limpieza con productos químicos: cuando la sal no disuelve con facilidad en el agua empleada, se hace necesario utilizar un producto que sea capaz de hacerlo; entre estos se encuentran las soluciones de Ácido Clorhídrico.

Una vez realizado el proceso de limpieza, se debe enjuagar con bastante agua para retirar cualquier residuo químico que pueda quedar en el mampuesto.



Imagen 8: retiro de eflorescencias con agua a presión

PREVENCION:

La prevención para el efecto anterior, es realizar un adecuado lavado, utilizando las soluciones de agua-acido sugeridas por el fabricante, y aplicar una óptima impermeabilización (aplicación de Hidrófugo).

5.3 Impermeabilización de superficies horizontales

La impermeabilización de las superficies horizontales, sin lugar a dudas debe ser considerada como uno de los grandes capítulos de construcción. En la actualidad, son utilizados una gran variedad de sistemas respaldados y soportados por sus marcas y respectiva experiencia.

Dentro de las superficies horizontales se pueden encontrar las siguientes áreas:

- Cubiertas
- Terrazas
- Balcones
- Plataformas y/o plazoletas
- Claustros y/o patios
- Superficies especiales (baños, espejos de agua)

5.3.1 Procedimiento adecuado para impermeabilización de superficies horizontales con manto asfáltico

5.3.1.1 Preparación de la superficie

La preparación de la superficie es una de las actividades fundamentales de este procedimiento, y se debe realizar con calidad y esmero; dentro de la preparación de la superficie se debe incluir:

a. Antes de cualquier otro requerimiento, se debe exigir que la mampostería perimetral, fachadas en ladrillo y todo lo que necesite ser intervenido con soluciones

de ácido, se encuentre ejecutado, ya que los residuos productos de esta actividad pueden deteriorar y/o afectar al producto impermeabilizante.



Imagen 9: construcción completa de mampostería

Además de lo anterior, se debe exigir que toda la mampostería se encuentre completamente terminada y rematada. (Se sugiere rematar mampostería con cintas en mortero impermeabilizado).



Imagen 10: remates pendientes

b. La tubería de recolección de aguas lluvias debe estar completamente instalada y asegurada. Lo anterior se debe a que todos los sistemas impermeabilizantes requieren fabricar un refuerzo en los sifones y por ende deben estar fijos e instalados.

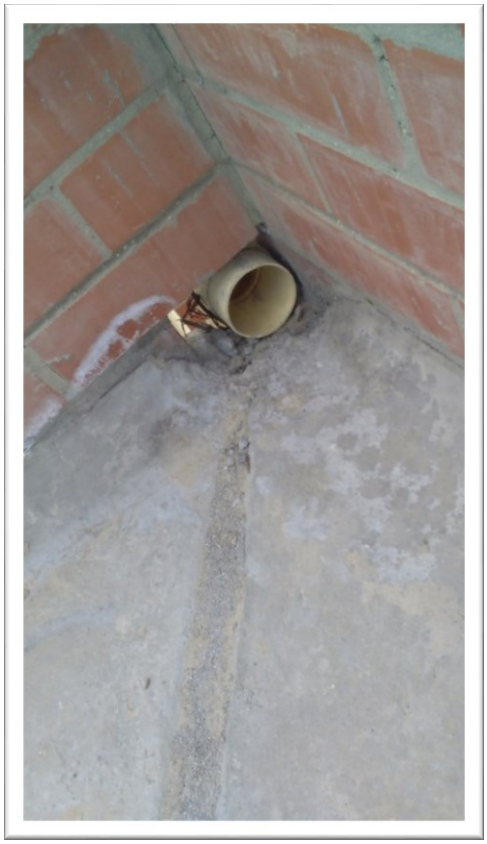


Imagen 11: asegurar y emboquillar bajantes/sifones

c. Exigir que la superficie se encuentre lisa, libre de brosa o suciedad, libre de acopios de material, herramientas o cualquier elemento que pueda interferir en el proceso de la impermeabilización.



Imagen 12: Placa aseada a intervenir

d. Se debe construir una mediacaña perimetral incluyendo los perímetros de ductos, claraboyas y cualquier límite o muro. Esta mediacaña se debe construir con tubería de 3 o 4 pulgadas y se exige con el fin de no esforzar un material a los vértices de 90°. Este elemento se debe construir con una mezcla máxima de 4 a 1(cemento-arena) con el objeto de que no se desintegre o falle.



Imagen 13: elaboración de mediacaña perimetral



Imagen 14: mediacaña en muros internos

e. Se debe construir una regata o dilatación perimetral de 1cm de altura por 1 cm de profundidad; este elemento se construye para embeber el material impermeabilizante dentro del mismo y con el fin de que el agua que desciende por la mampostería o paredes lo haga hasta el nivel cero pero siempre sobre el nivel de la impermeabilización.



Imagen 15: Dilatación perimetral

f. Construcción de platos o embudos a los sifones. Esta actividad se debe realizar para garantizar que el nivel en los sifones siempre será el más bajo de la superficie en intervención; además de lo anterior se realiza ya que al fabricar el refuerzo impermeabilizante en este punto, la altura puede subir.



Imagen 16: Construcción de platos o embudos a sifones

g. Garantizar la superficie construida con una pendiente optima y uniforme, que cumpla con dirigir las aguas oportunamente a cada desagüe. Las superficies que reciben acabados (superficies transitables), deben tener una pendiente mínima del 1,5%; mientras que las superficies que no reciben acabado (expuestas a la intemperie) deben tener una pendiente mínima del 3%



Imagen 17: Pendiente dirigida a los desagües

h. Para cada tubería saliente de la placa, como la eléctrica o de ventilación, se debe construir un dado o poyo con su respectiva mediacaña perimetral. Se sugiere construir un cubo de 10cm por cada lado.

   La actividad anterior se debe realizar para garantizar que la tubería no se afecte al momento de realizar los refuerzos con el material impermeabilizante.

5.3.1.2 Instalación de manto asfáltico

El desarrollo de la impermeabilización, debe realizarse con estricto orden y control en la ejecución; para ello se deben de tener en cuenta diferentes aspectos como los siguientes:

- Es importante leer y estudiar las fichas técnicas del producto impermeabilizante para tener claridad con su respectiva forma de acopio, rendimiento, procedimiento de instalación, sugerencias, entre otros.



Imagen 18: Acopios de material

- En este caso, se requiere realizar una imprimación al área total con el objeto de generar un puente de adherencia entre la placa y el sistema impermeabilizante (manto asfaltico).

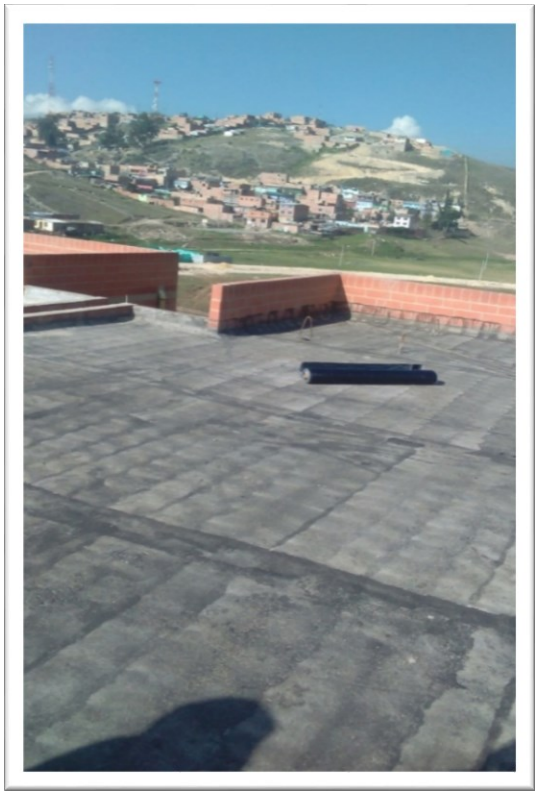


Imagen 19: Aplicación de imprimante



Imagen 20: Área imprimada

- El inicio de la impermeabilización, debe ser desde el nivel más bajo de cada superficie horizontal, es decir, se debe iniciar con el refuerzo a los sifones y a partir de ellos se debe realizar la respectiva modulación hasta cubrir el 100% de la superficie.

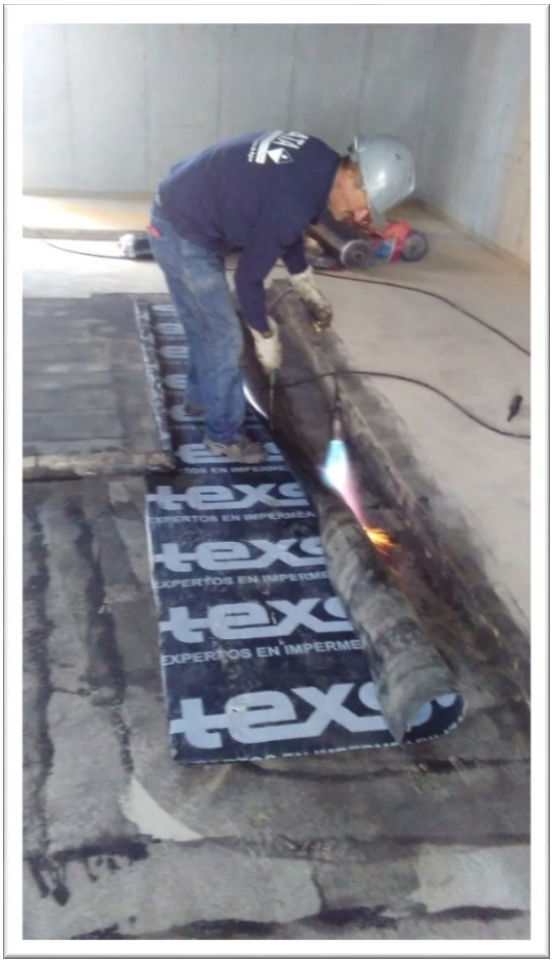


Imagen 21: instalación a partir de los niveles más bajos (sifones)



Imagen 22: Arranque y modulación del manto

- Las superficies en tratamiento (impermeabilización), se deben ejecutar incluyendo un desarrollo perimetral. Este desarrollo perimetral se realiza con el fin de simular un espejo de agua y evitar filtraciones por los muros perimetrales.



Imagen 23: Desarrollo perimetral



Imagen 24: desarrollo perimetral

- Se deben realizar pruebas de adherencia al manto, verificar traslapos de acuerdo a lo establecido por el distribuidor y/o fabricante (en este caso 10cm).



Imagen 25: verificación de instalación

- Se deben exigir refuerzos a los ganchos estructurales utilizados para realizar trabajos en alturas.



Imagen 26: Refuerzos a ganchos

- Una vez completado el ejercicio, se debe programar y ejecutar inmediata prueba de estanqueidad. La inundación debe estar contemplada en un periodo mínimo de 24 horas y máximo 72 horas.

  Si las superficies que son objeto de impermeabilización son muy grandes, se sugiere realizar pruebas parciales realizando divisiones de área separadas por diques de arena.

  Esta prueba se debe realizar, ya que es la única garantía que existe para avalar y certificar una óptima impermeabilización. Si en el ejercicio de esta se evidencian filtraciones, se debe realizar su inmediata reparación.

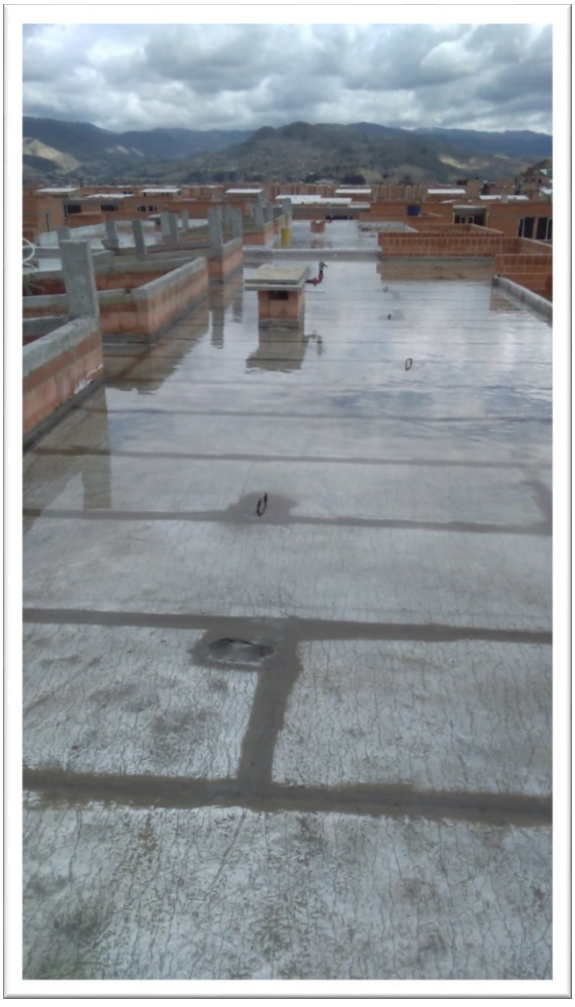


Imagen 27: Prueba de estanqueidad en cubierta no transitable

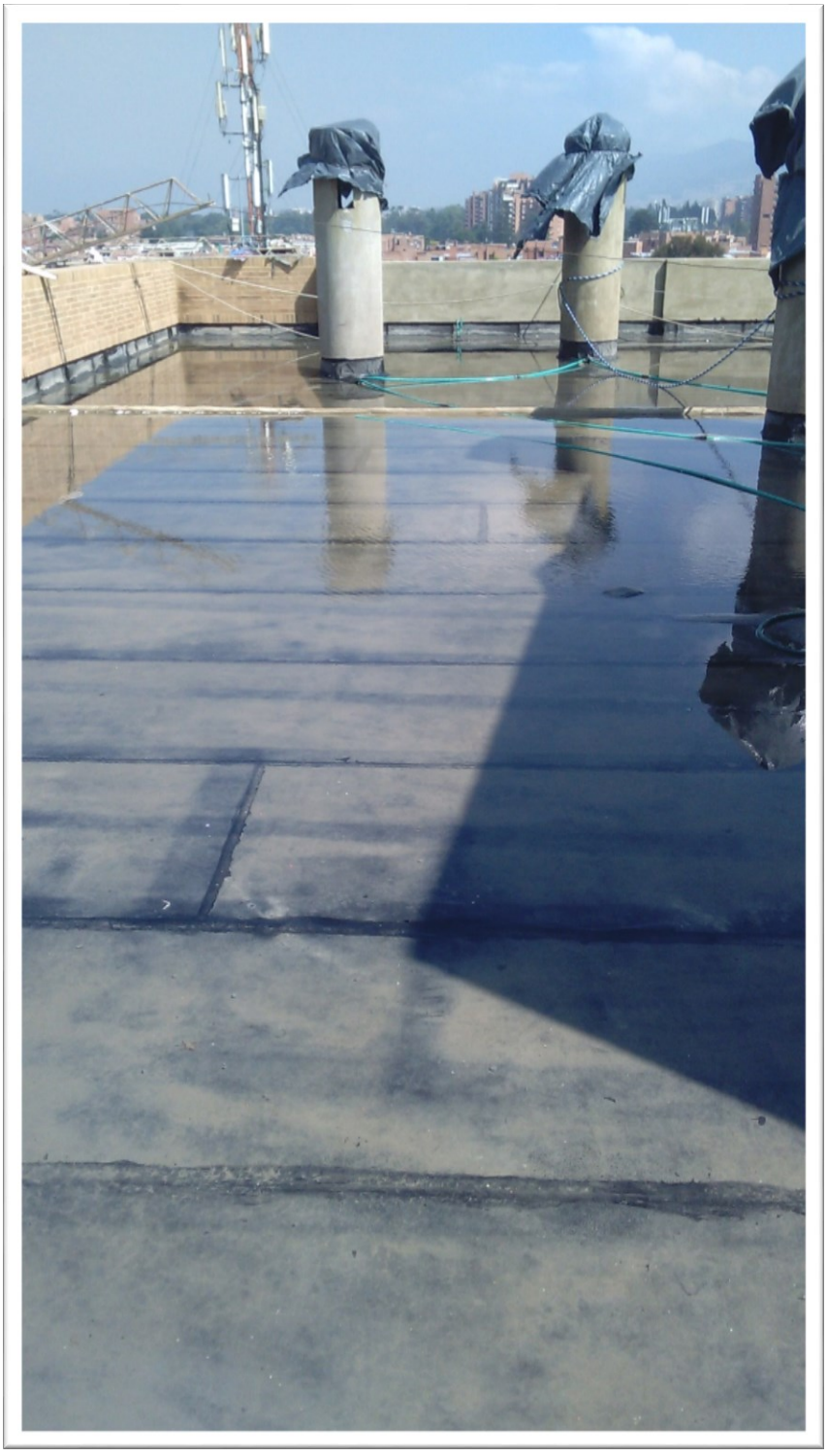


Imagen 28: Prueba de estanqueidad a cubiertas que recibirán acabado

En la eventualidad en la que se presente una gotera o filtración durante la ejecución de la prueba de estanqueidad, se debe retirar el agua estancada con rapidez y diagnosticar la posible causa.

Las causas más frecuentes al encontrar filtraciones durante una prueba de estanqueidad son las siguientes:

- Daños realizados al manto producto de caída de material.
- Punzonamientos o cortes realizados por otro tipo de trabajo de obra sobre el sistema impermeabilizante. (perforación por la instalación de tuberías y uso del espacio impermeabilizado como lugar de acopio de escombros o materiales).

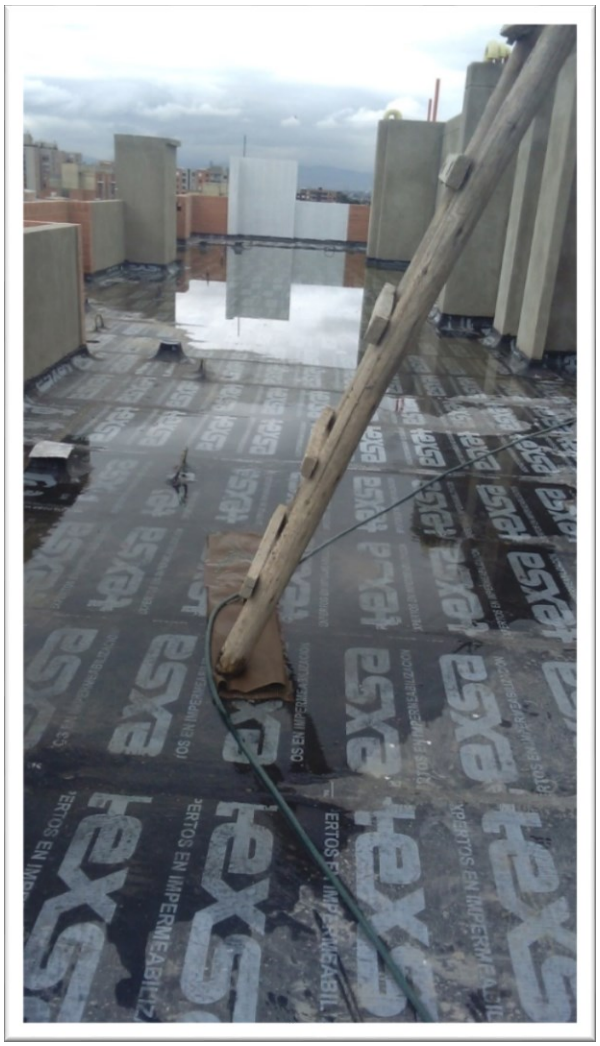


Imagen 29: Cargas puntuales que ocasionan Punzonamientos



Imagen 30: Daños al sistema de Impermeabilización

- Modificaciones Arquitectónicas realizadas sin efectuar la respectiva reparación con el producto impermeabilizante.



Imagen 31: Modificaciones arquitectónicas con afectación al manto

- Ausencia de un óptimo remate del sistema impermeabilizante
- Deficiencias en el desarrollo de la impermeabilización.



Imagen 32: Existencia de goteras

5.4 Impermeabilización de superficies verticales

El tratamiento a las fachadas surge como la necesidad desde la parte estética y arquitectónica, de ofrecer un entorno natural y agradable a la vista y desde la parte de la conservación y funcionalidad, de garantizar que se comporte como una unidad de impermeabilización sin verse afectada por el medio ambiente.

Dentro del lavado y aplicación de hidrófugo a superficies verticales se pueden destacar las siguientes extensiones de área:

- Fachadas Principales
- Fachadas interiores (vacíos y/o claustros)
- Muros colindantes y/o perimetrales
- Muros perimetrales de las cubiertas, terrazas y balcones.
- Cualquier otro muro que se encuentre expuesto al intemperismo.

5.4.1 Procedimiento adecuado para impermeabilización de superficies verticales

Una vez verificada y aprobada la ejecución del levantamiento de fachadas en mampostería se deben exigir los siguientes requerimientos antes de iniciar el lavado de muros de fachadas.

5.4.1.1 Preparación de la superficie

a. Verificar que la construcción de las fachadas se encuentre completamente terminada. De no encontrarse como se describe anteriormente, se sugiere no iniciar el proceso de lavado ya que la construcción posterior de muros, conlleva a que los elementos intervenidos se ensucien nuevamente con morteros o cualquier sustancia química.

   Dentro de este literal, también se solicita que si existen piezas de mampostería afectadas o vulneradas, sean cambiadas antes de iniciar cualquier actividad.



Imagen 33: Fachadas construidas completamente

b. Se debe confirmar el tiempo de curado de los morteros de pega y de emboquillado, se sugiere iniciar la actividad hasta tanto hayan transcurrido al menos 15 días para reducir los riesgos de aparición de eflorescencias en el ladrillo. Aun cuando ya existen productos con los que se puede lavar en diferentes circunstancias, se sugiere optar por la recomendación anterior.

c. Se debe exigir que los remates de mortero, pañete, cintas de vanos, bordillos y toda actividad que pueda manchar o ensuciar a las fachadas se encuentren totalmente terminados. Al iniciar la actividad de lavado de una superficie vertical cuando aún se presentan trabajos simultáneos de mortero, se conduce a la reejecución de la actividad de lavado. Lo anterior conlleva a los sobrecostos por volver a realizar una actividad presupuestada una única ocasión; además de ello, la reintervencion del lavado puede ocasionar vulnerabilidad al mampuesto ya que se estaría atacando repetitivamente con las soluciones de ácido.



Imagen 34: Otros remates en ejecución



Imagen 35: Remates de mortero pendiente (cintas)

d. Se sugiere iniciar lavado de fachadas antes de la instalación de bajantes o cualquier tubería que se prolongue por la misma sin protección alguna.

e. Se debe iniciar lavado de fachadas antes que se realice la instalación de barandas. La caída de las soluciones de ácido pueden afectar irremediablemente a este tipo de elementos.



Imagen 36: Presencia de carpintería metálica

f. Se debe iniciar la actividad de lavado antes de que se realice la instalación de la ventanería o cualquier elemento de carpintería metálica y/o de madera vulnerable ante la presencia del ácido.



Imagen 37: Instalación de ventanería antes de tiempo

5.4.1.2 Lavado de la superficie en mampostería

Antes de comenzar a lavar la mampostería o cualquier elemento constituido o fabricado de la misma manera (adoquines), se deben leer y tener en cuenta las recomendaciones del fabricante en su respectiva ficha técnica.

Gran parte del éxito para lograr una belleza duradera y para realzar el aspecto natural de las fachadas en ladrillo se logra con un correcto lavado. No existe un procedimiento universal para estas fachadas. El procedimiento óptimo depende principalmente del tipo de ladrillo, siendo también importantes las condiciones específicas del muro en cuanto a la humedad, días de levantado, días de colocados los enchapes o pañetes (revoques, repellos) en las caras interiores y días de vaciados los concretos de las dovelas en la mampostería estructural.

De acuerdo a la composición química de los mampuestos, los fabricantes sugieren una solución de agua/ácido de 10 partes de agua contra 1 de ácido (10/1); sin embargo hay ocasiones en las que se encuentran las fachadas con mucha suciedad, restos de cemento y concreto entre otras sustancias donde se hace necesario aumentar la proporción a (7/1). Bajo ninguna circunstancia se deben aumentar las proporciones indicadas puesto que se puede incurrir en daños irreversibles a los mampuestos como las manchas o partes quemadas.

Adicional a lo anterior se debe diferenciar que tipo de ladrillo es, ya que no es lo mismo lavar un ladrillo de arcillas claras, arcillas oscuras y de arcillas con mezclas especiales; el lavado óptimo de un tipo de ladrillo puede resultar contraproducente contra otro.

5.4.1.3 Lavado de ladrillo rojo

“Corresponde a ladrillo elaborado con arcillas de tipo montmorilonítico, eventualmente con pequeñas fracciones de arcillas caoliníticas y/o adiciones especiales. Incluye también algunos tipos de ladrillo de base caoliníticas modificada ya sea por alcalinización, adición de fundentes, cocción en atmósferas especiales u otros.

El ladrillo rojo tiene, en general, una alta capacidad de fijación catiónica, que se manifiesta con la formación de manchas blancas en base a calcio y magnesio tanto propio como procedente del mortero. La cantidad de calcio y magnesio presente en las arcillas es mínima comparada con el calcio presente en el mortero y demás elementos cementosos. Es decir, el calcio del mortero y de otros elementos cementosos es el principal causante de las manchas blancas que aparecen en este tipo de ladrillo

Especialmente cuando hay -o hubo- humedades abundantes y si éstas son tratadas con ácido, el ácido solubiliza masivamente la cal libre del mortero. Por lo tanto, toda medida que controle humedades y por consiguiente la migración de calcio del mortero, dovelas, placas o pañetes (revoques, repellos), se traducirá en el correspondiente control de sales blancas. Igualmente, el uso de un ácido en el proceso de lavado inevitablemente solubiliza masivamente el calcio del mortero y de elementos cementosos contiguos, sobre todo si se utiliza sobre muros húmedos.

El proceso de lavado del ladrillo rojo se beneficia ampliamente cuando se le agrega un rinse selectivo como aditivo al ácido de lavado. La función de este aditivo es encapsular las sales blancas presentes e inhibir la solubilización masiva de estas sales. Cuando sea necesario utilizar un ácido en el lavado, se recomienda el ácido nítrico, que es el ácido comercial que menos efectos colaterales presenta."[6]



Imagen 38: Lavado de fachada con ladrillo rojo

[6] http://www.construdata.com/BancoConocimiento/T/terracota1lavado/terracota1lavado.asp

A continuación se presenta tabla de sugerencias para un óptimo lavado de ladrillo rojo:

LAVADO DE LADRILLO ROJO - OBRA NUEVA	
ESCENARIO	SOLUCION
LAVADO DE MUROS COMPLETAMENTE CONSTRUIDOS Y SECOS CON MAS DE 15 DIAS	LAVAR CON ACIDO NITRICO CON LA SOLUCION 8/1 AGUA/ACIDO
REMOCION DE EFLORESCENCIAS BLANCAS EN MUROS DE MAS DE 15 DIAS DE SECADO	LAVAR CON ACIDO NITRICO CON LA SOLUCION 8/1 AGUA/ACIDO Y ADICIONAR 1 PARTE DE ENCAPSULANTE SALES BLANCAS
LAVADO DE MUROS CON PRESENCIA DE HUMEDAD O MENOS DE 15 DIAS DE SECADO	SE DEBE ADICIONAR UNA PARTE DE ENCAPSULANTE SALES BLANCAS, UNA DE ACIDO Y 8 DE AGUA.

Tabla 2: lavado de ladrillo rojo

5.4.1.4 Lavado de ladrillo claro

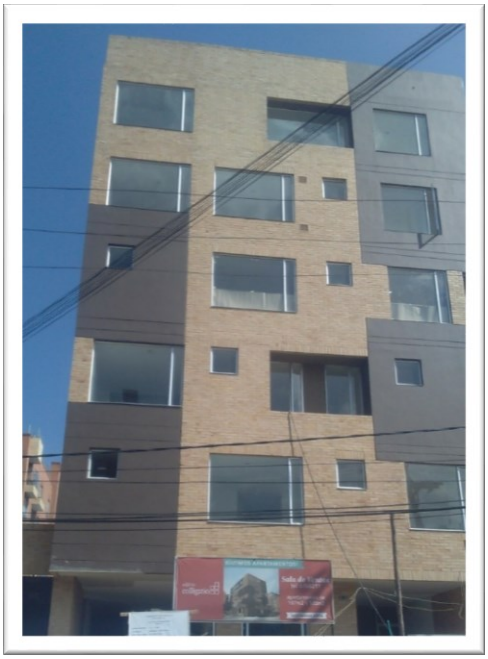


Imagen 39: Lavado de fachada con ladrillo Claro

Corresponde a ladrillo elaborado con arcillas de tipo caolinítico, con una pequeña o mediana fracción natural de otros componentes no arcillosos, tales como feldespatos y sílices principalmente. Estas arcillas están asociadas a una forma de hierro no cristalino o coloidal que tiene una alta capacidad de fijar el vanadio dentro de un gel complejo de hierro. Para la formación de estos compuestos multi-hidratados se necesita la interacción con un radical procedente del mortero de pega, la presencia simultánea de agua y medio ácido. Sin la intervención del ácido sólo se forman eflorescencias primarias por lo general de color amarillo. Estas eflorescencias primarias son totalmente solubles en agua y se retiran con un trapo húmedo.

El ácido de lavado y en menor grado las lluvias ácidas, fijan -es decir, insolubilizan- estas eflorescencias primarias y estos geles en presencia de fase acuosa, o sea, cuando hay humedades. El ácido nítrico fija las sales de vanadio. El ácido muriático (clorhídrico), fija tanto las sales de vanadio como los geles de hierro, “quemando” severamente el muro cuando se aplica sobre una humedad. Cuando el muro se ha quemado químicamente, debe tenerse paciencia y esperar a que el gel se deshidrate (se seque), para proceder a su remoción selectiva. Antes, toda medida es solamente parcial y temporal.

Para evitar quemar los muros, nunca se debe utilizar ácido muriático en este tipo de ladrillo, y nunca se debe aplicar un ácido sobre un muro húmedo. El ácido con menor efecto secundario sobre este tipo de sales de vanadio es el ácido nítrico y sus sales verdes resultantes pueden eliminarse fácilmente con un limpiador selectivo."[7]



Imagen 40: Ladrillo Claro

A continuación se presenta tabla de sugerencias para un óptimo lavado de ladrillo Claro:

LAVADO DE LADRILLO CLARO - OBRA NUEVA	
ESCENARIO	SOLUCION
Lavado de muros completamente construidos y secos con más de 15 días	Lavar con ácido nítrico con la solución 10/1 agua/acido
Remoción de eflorescencias verdes en muros de más de 15 días de secado	Lavar con ácido nítrico con la solución 8/1 agua/ácido y adicionar 2 partes de encapsulante sales verdes
Lavado de muros con presencia de humedad o menos de 15 días de secado	Se debe adicionar 2 partes de encapsulante, una de ácido y 7 de agua. (caso forzoso)

Tabla 3: Lavado de ladrillo claro

[7] http://www.construdata.com/BancoConocimiento/T/terracota1lavado/terracota1lavado.asp

5.4.1.5 Indicaciones para el lavado y aplicación de hidrófugo en las fachadas

La manera correcta y oportuna para el lavado de fachadas se puede resumir en las siguientes indicaciones, partiendo de la información anterior donde se indican las formas de intervenir cada tipo de mampuesto:

- El lavado de fachadas se debe realizar de forma uniforme dando alcance a la totalidad del área en ejecución.
- El lavado de fachadas se debe ejecutar en orden descendente con el fin de tener orden en la actividad y evitar afectaciones como cuando se realiza por tramos de manera ascendente.



Imagen 41: Lavado en orden ascendente

- Se debe prevenir cualquier accidente por la caída de las soluciones de ácido a las personas que transiten cerca del lugar además de los daños a las propiedades por el mismo efecto. La indicación anterior se puede realizar mediante la señalización, construcción de mamparas entre otros.

- Se debe realizar el lavado de acuerdo a las recomendaciones de dosificación suministradas por el fabricante.
- Al finalizar el lavado se debe realizar un enjuague contundente con el fin de retirar cualquier contenido de ácido o sustancia del lavado.

5.4.1.6 Aplicación de hidrófugo

Antes de continuar con la aplicación del hidrófugo (impermeabilizante que impide las filtraciones y permite la entrada y salida de aire), se hace necesario realizar una evaluación y diagnostico al estado de la fachada después de la intervención del lavado:

- Se debe verificar el estado del ladrillo, (si se evidencia la presencia de sales o partes alteradas).
- Se debe realizar una minuciosa inspección al estado del mortero de emboquillado. Si se presentan vacíos considerables se debe realizar re emboquillado con el fin de evitar una posible filtración por estos puntos vulnerables.
- Al aplicar el Hidrófugo, la ventaneria y carpintería metálica debe estar instalada con el objeto de que el material impermeabilizante llegue a las zonas como finalmente quedará.
- La aplicación del hidrófugo se debe realizar con un aspersor que garantice la llegada del producto impermeabilizante en el área completa. Esta actividad se debe realizar en orden descendente y de manera uniforme.



Imagen 42: Aplicación del Hidrófugo con aspersor

5.4.1.7 Actividades adicionales para garantizar la funcionalidad de la impermeabilización

Además del lavado, el reemboquillado si lo requiere y la aplicación del hidrófugo, se deben realizar unas actividades adicionales para garantizar que el edificio se encuentra impermeabilizado de tal manera que se comporte como un sistema de impermeabilización completo. A continuación se describen estas actividades:

- Aplicación de aditivo sellador de poliuretano (siliconas), resistentes al medio ambiente, destinado para ser utilizado en las juntas o vértices formados por las ventanas y la mampostería.
- Verificar funcionalidad de la unión de varios componentes de impermeabilización.
- Instalación correcta de canaletas y elementos de conducción de aguas.
- Instalación adecuada de flanches que protejan las partes sensibles de una edificación como lo son las juntas entre tajas y muros, y las juntas estructurales.
- Cualquier otra actividad que se conduzca a cumplir el objetivo de simular la edificación como un sistema impermeable.

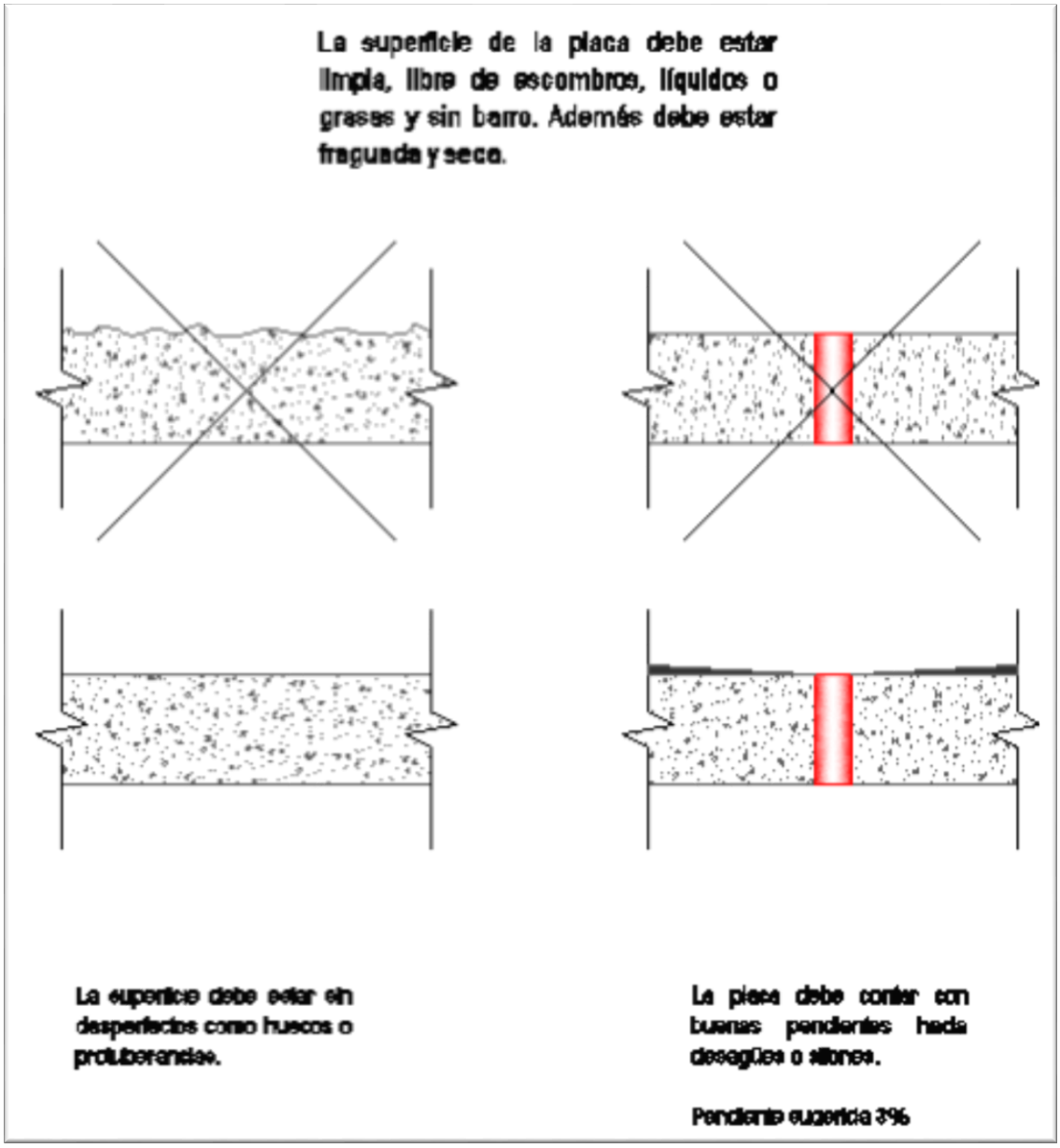
5.5 Detalles de impermeabilización en superficies horizontales

5.5.1 Detalle de la superficie a impermeabilizar

Como se muestra en el detalle, la superficie de la placa a intervenir debe tener un fraguado mínimo de 28 días para evitar que la salida del agua por calor de hidratación altere la impermeabilización.

Debe existir una pendiente mínima y con dirección hacia los sifones o cualquier tipo de drenajes.

Se debe garantizar una homogeneidad en la superficie (rematar huecos, resaltos, retirar excesos o desperdicios).



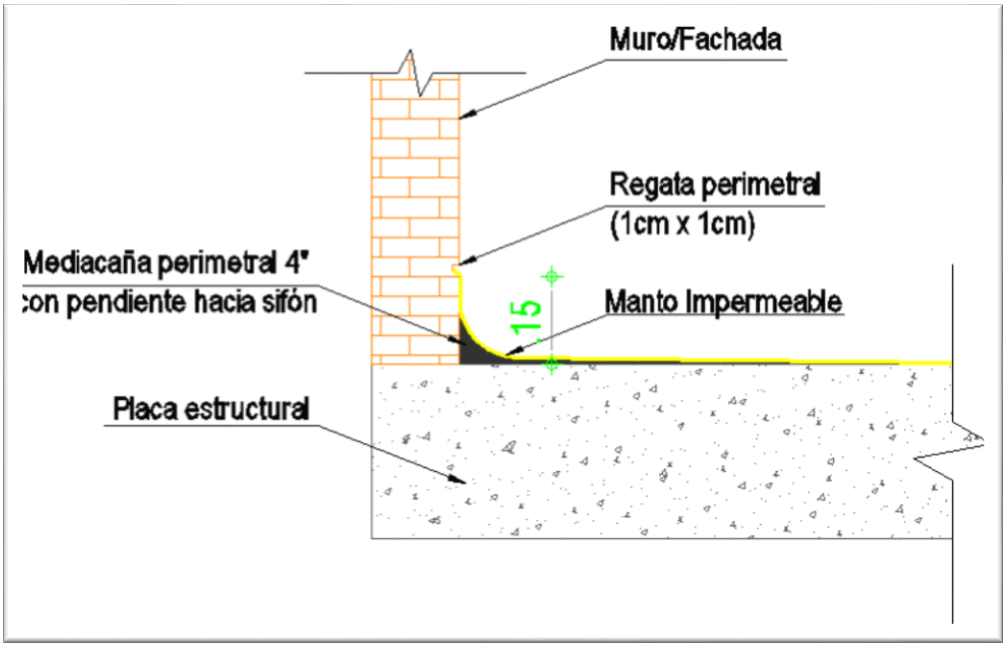
Detalle 1. Detalle de la superficie

5.5.2 Detalle de impermeabilización entre muro y placa

Tal como se muestra en el presente detalle, se debe contar con los requerimientos estipulados anteriormente. (*IMPERMEABILIZACION DE SUPERFICIES HORIZONTALES, PREPARACION DE LA SUPERFICIE*).

Resumiendo los requerimientos:

- Mediacaña perimetral construida con tubería de 4 pulgadas
- Regata perimetral de 1cm de altura por 1cm de profundidad
- Muros terminados (construidos y lavados)
- Pendiente mínima dirigida a los sifones (depende si es una superficie que recibe acabado para ser transitable o si es una superficie no transitable)

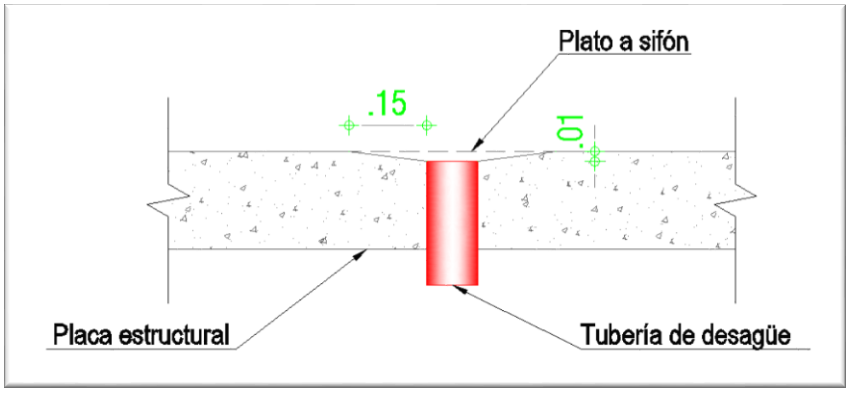


Detalle 2. Detalle de muro contra placa

5.5.3 Detalle de tubería de desagüe y sifón

Se debe exigir que antes de iniciar el proceso de instalación del producto impermeabilizante, las tuberías que recogerán el agua recogida, se encuentre completamente instaladas y aseguradas.

Además de lo expuesto anteriormente se debe solicitar la construcción de embudos a los sifones con las características técnicas encontradas en el presente detalle.



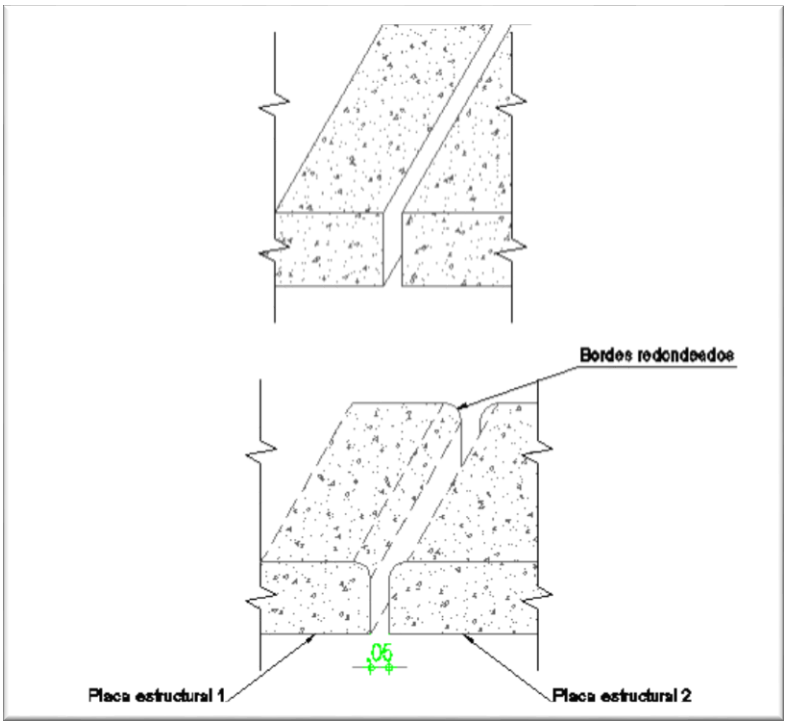
Detalle 3. Detalle de sifón

5.5.4 Detalle de juntas constructivas

Las juntas constructivas representan en los edificios el final de una estructura y el comienzo de otra. Estos elementos de construcción, son encontrados con mucha frecuencia en las superficies de gran extensión.

Para garantizar que las juntas constructivas sean impermeabilizadas con certeza, se debe solicitar la dilatación de la misma, redondear sus bordes y mantener una superficie homogénea.

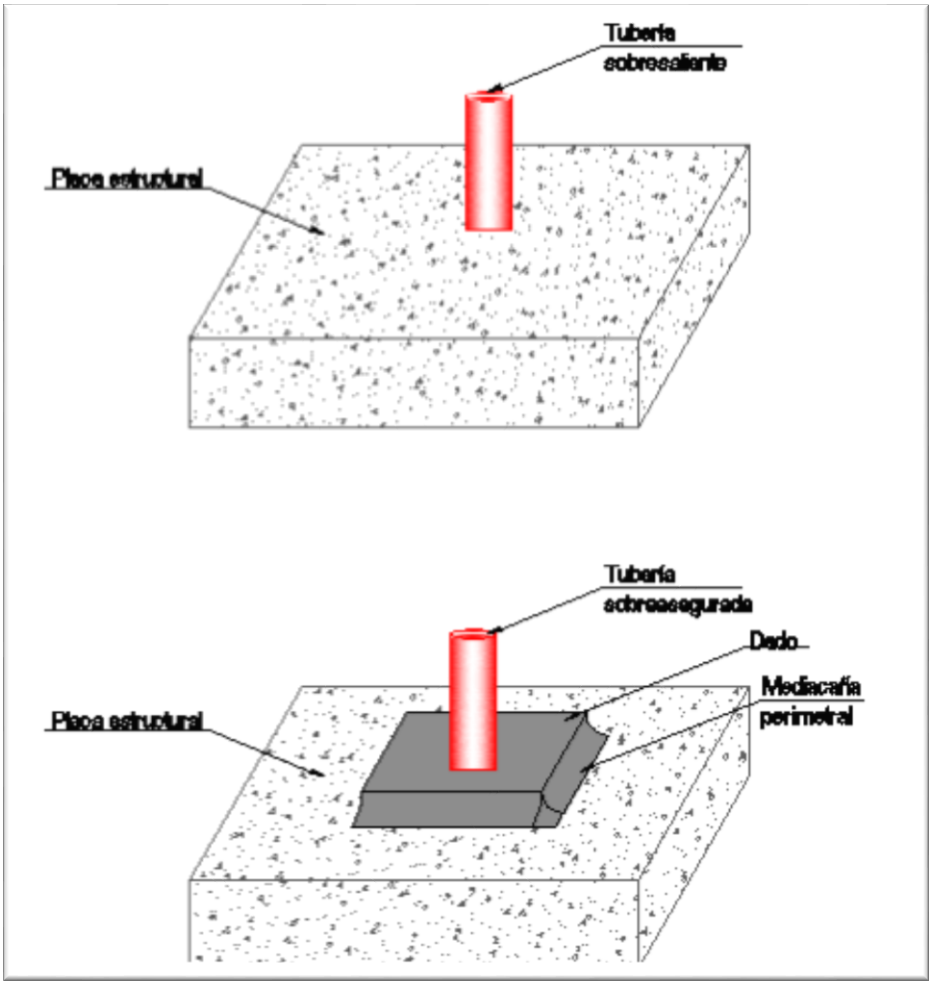
Al ser estructuras diferentes, se pueden comportar de manera diferente; es decir que una se puede asentar más que la otra. Para contrarrestar este efecto, se propone utilizar un fuelle en material impermeabilizante que se instale por todo el desarrollo de la misma, permitiendo los movimientos diferenciales sin producir una falla en el sistema impermeabilizante.



Detalle 4. Detalle de juntas estructurales

5.5.5 Detalle de tubería saliente de la placa

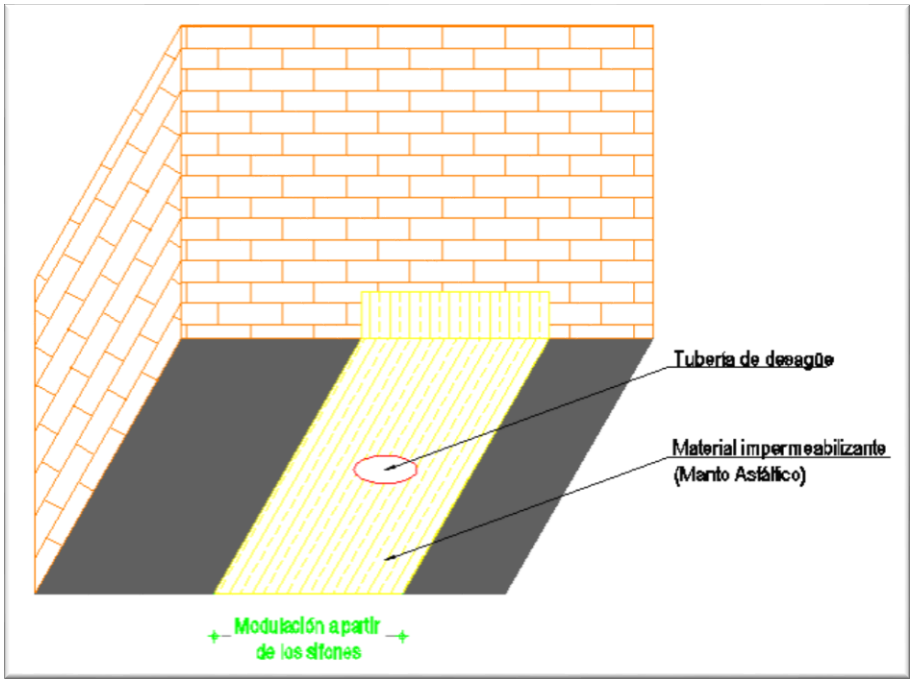
Dada la necesidad de prolongar salidas de tubería de las placas como lo son las tuberías eléctricas y de ventilación (las más usuales), se sugiere construir un dado con el fin de proteger y conservar la raíz del mismo; adicionalmente, con el mismo ejercicio de da una valor de mayor seguridad, ya que el refuerzo a la tubería se realiza en un nivel más alto. Al igual que en el caso anterior, todas la tuberías deben estar conectadas y aseguradas.



Detalle 5. Detalle de instalaciones salientes

5.5.6 Detalle de arranque de instalación y modulación del sistema impermeable

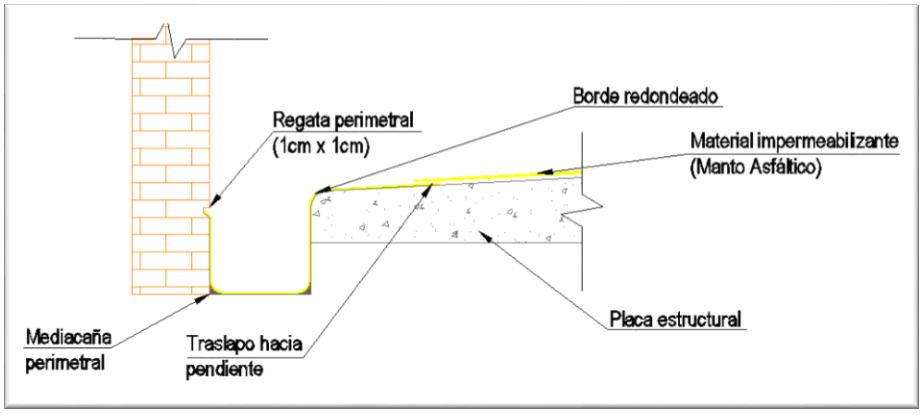
Al iniciar con el proceso de instalación, siempre se debe realizar el arranque por el nivel más bajo, es decir, se debe iniciar realizando el refuerzo a los sifones para prevenir posibles pasos entre la tubería y la placa. Una vez ejecutado el refuerzo “ruana”, se debe extender el material impermeabilizante a partir de este punto y hacia los niveles más altos. El procedimiento anterior se realiza para garantizar un producto instalado con el sentido de la pendiente.



Detalle 6. Detalle de arranque de modulación

5.5.7 Detalle de vigacanal contra muro

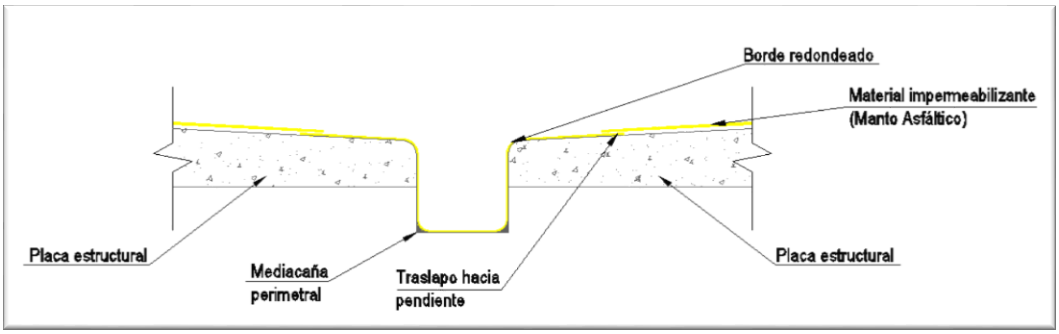
Se debe contar con los bordes de la vigacanal en un estado redondeado para evitar posibles cortes al material impermeabilizante. El arranque de la instalación se debe realizar teniendo en cuenta los criterios del detalle anterior.



Detalle 7. Detalle de vigacanal contra muro

5.5.8 Detalle de vigacanal entre placas

La superficie debe rematarse como se muestra en la figura, y la instalación del sistema impermeabilizante debe realizar de acuerdo al DETALLE 7 y DETALLE 6.

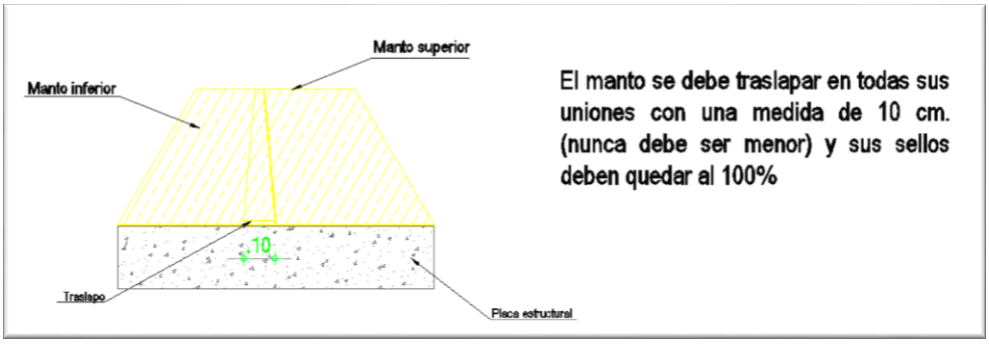


Detalle 8. Detalle de vigacanal entre placas

5.5.9 Detalle de control de calidad e instalación

Una de las maneras para evidenciar el buen proceso de impermeabilización, es verificando que sus traslapos se cumplan en la totalidad del área intervenida.

El control y la supervisión de esta actividad conllevan al éxito en el resultado, y a la funcionalidad del sistema.



Detalle 9. Detalle de traslapo

5.6 Ensayos de compatibilidad entre diferentes productos impermeabilizantes

La impermeabilización en un edificio debe brindar y ofrecer soluciones oportunas, eficientes y eficaces para el manejo y control del agua; es por ello que desde el diseño del proyecto, se debe tener en cuenta el desarrollo de la impermeabilización del edificio.



Imagen 43: Impermeabilización de un edificio[8]

[8] Folleto de Imperdeck

De acuerdo a la imagen 43, donde se observan los diferentes campos que deben ser tenidos en cuenta para la impermeabilización eficiente, se sugiere utilizar productos de alta calidad para garantizar el buen comportamiento de cada área impermeabilizada.

Dentro del ejercicio de la impermeabilización de cada zona, se pueden utilizar gran variedad de productos como se muestra en la siguiente tabla con diferentes alternativas:

IMPERMEABILIZACION DE SUPERFICIES		
ZONA	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2
TERRAZAS	Mantos asfálticos	Membrana sintética
SAUNAS, TURCOS	Productos cementicios (actúan por cristalización)	Membrana sintética
PLATAFORMAS VEHICULARES Y PEATONALES	Mantos asfálticos	Membrana sintética
BALCONES	Productos cementicios (actúan por cristalización)	Pinturas impermeables
CUBIERTAS	Mantos asfálticos	Membrana sintética / elastomercia
JARDINERAS	Mantos asfalticos con refuerzo antiraíz	Membrana sintética
VIGAS CANALES	Mantos asfalticos autoprotegidos	Pinturas impermeables
FOSOS DE ASCENSOR	Productos cementicios (actúan por cristalización)	
TANQUES	Membrana sintética	Productos cementicios (actúan por cristalización)

Tabla 4: Alternativas de impermeabilización

De acuerdo a la tabla anterior, se debe optar por un producto impermeabilizante para cada área; este debe ser el que más se acomode a los requisitos y características técnicas del proyecto. Un mismo producto se puede acomodar a la necesidad de diferentes áreas.

5.7 Impermeabilización de una misma zona con diferentes productos impermeabilizantes

Bajo ninguna circunstancia se debe impermeabilizar una misma zona con dos sistemas impermeabilizantes diferentes ya que cada uno presenta diferencias en sus composiciones químicas y comportamientos ante diferentes efectos como el ambiente.

Siempre que se intervengan dos zonas paralelas o límites entre sí, se debe tener en cuenta la construcción de bordillos o cualquier elemento que separe una superficie de la otra.

ENSAYOS	MANTO ASFALTICO	MEMBRANA SITETICA
DATOS TECNICOS		
ESPESOR	3 y 4 mm aprox	1,2 mm aprox
PESO	4,2 Kg/m2	113g/m2
COLOR	negro	blanco
PRESENTACION	rollo de 10m x 1,1m	rollos de 1,55m x 20m
ALMACENAMIENTO	horizontal, h< 5 hiladas	horizontal
ENSAYOS FISICOS Y QUIMICOS		
PUNTO ABLANDAMIENTO	105°C	100°C
ALARGAMIENTO A ROTURA	500%	
PROPAGACION A LA LLAMA	nula	
ABSORCION DE AGUA	nula	30.000 µ
ELONGACION	400%	100%
ELASTICIDAD (TENS-DEFOR)	200%	50%
PUNZONAMIENTO	DEJANDO CAER MASA DE 500 gr a 50 cm, presenta daño visible	DEJANDO CAER MASA DE 500 gr a 50 cm, no presenta daño visible

Tabla 5: Paralelo de ensayos entre dos productos impermeabilizantes

Dados los datos y características técnicas anteriores, no se recomienda bajo ninguna circunstancia utilizar dos o más sistemas impermeabilizantes dentro de la misma zona ya que cada producto presenta unas composiciones técnicas, químicas y físicas diferentes

frente a las otras. Los materiales pueden reaccionar de manera diferente ante la acción del ambiente presentando los siguientes comportamientos:

- Mayor o menor elongación
- Mayor o menor dilatación
- Mayores o menores contracciones
- Mayor capacidad de resistencia al punzonamiento
- Mayor o menor índice de absorción
- Diferencias significativas en la instalación
- Diferencias significativas en sus mantenimientos y reparaciones
- Baja adherencia o compatibilidad entre los sistemas.

5.8 Riesgos económicos generados por una inadecuada impermeabilización

Al encontrar en los proyectos cualquier humedad, gotera o filtración de agua proveniente de alguna superficie con deficiencias en la impermeabilización, se debe iniciar realizando un diagnóstico que contemple variadas posibilidades para intentar definir la causa del incidente. Dentro del examen realizado a la falla se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

1. Tiempo de instalación o aplicación del producto impermeabilizante sobre la superficie en estudio.
2. Material utilizado sobre la superficie en estudio.
3. Verificar registro fotográfico donde se evidencie el procedimiento de la instalación; en caso de que sea un proyecto sin memorias debe saltarse al numeral 5.
4. Se deben verificar y exponer los formatos de entrega y/o recibo de la actividad ejecutada donde se encuentre registrada la prueba de estanqueidad. En caso de que no exista formato, registro o evidencia alguna, debe saltarse al numeral 5.
5. Se debe realizar una prueba de estanqueidad con el fin de ubicar la filtración y determinar su gravedad. Respecto a lo anterior, se puede afirmar que una filtración pocas veces aparece inmediatamente bajo el daño en el sistema de impermeabilización. El agua filtrada busca las partes más porosas del concreto y

realiza recorridos considerables hasta que encuentra la facilidad de atravesar al elemento de concreto.



Imagen 44: filtración de plataforma vehicular

En la imagen 44, se evidencia que la estructura presenta manchas de humedad provenientes desde la plataforma vehicular. Esta falla se presenta en el primer sótano del edificio y puede ocasionar daños a la pintura de los diferentes vehículos que se estacionan y transitan por el lugar.

6. Una vez localizada la falla, se debe revisar el estado del material impermeabilizante. Cuando el material impermeabilizante se encuentra sometido a la intemperie (autoprotegido), resulta más fácil evidenciar la posible falla; pero cuando el material impermeabilizante se encuentra bajo el acabado de una zona transitable, resulta más complejo encontrar la causa de la falla, se tarda más tiempo y conlleva a los sobrecostos.

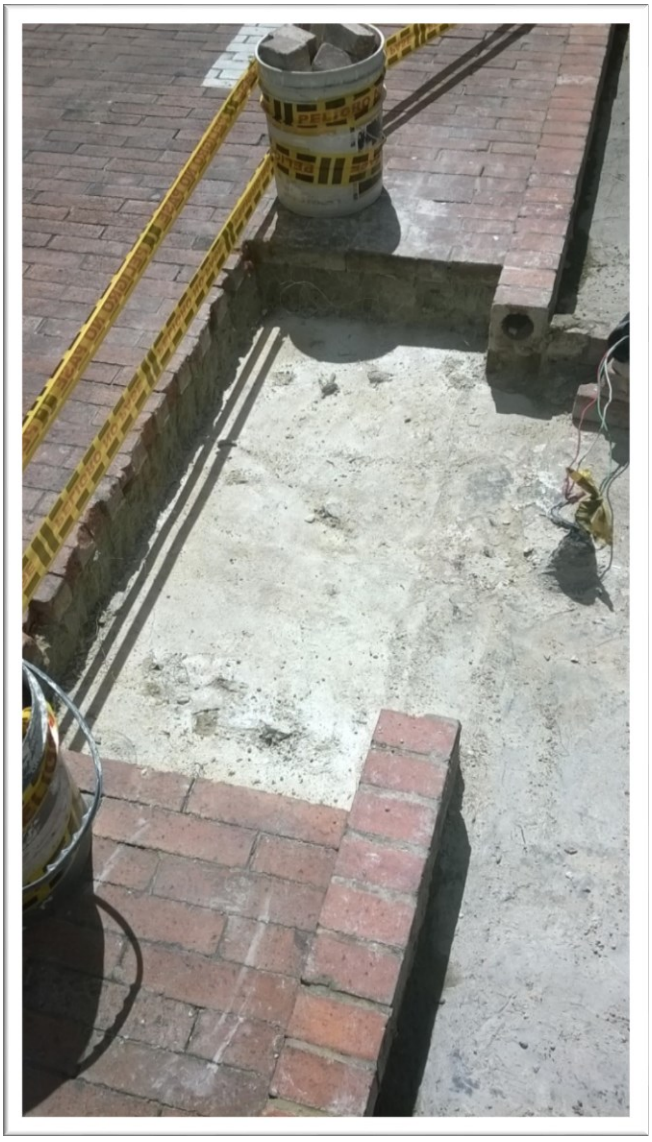


Imagen 45: Retiro de acabado

Tal como se evidencia en la imagen 45, cuando el impermeabilizante se encuentra bajo el acabado de una zona transitable, se debe retirar este acabado con sumo cuidado procurando no generar daños adicionales.

7. Una vez se encuentre el producto impermeabilizante y sea visible se debe realizar el primer examen donde se verifica:
    - Descartar posibles filtraciones por otras partes como lo son las fachadas o muros perimetrales.
    - Posibles daños al manto como punzonamientos, cortes, alteraciones, modificaciones arquitectónicas sin su respectiva modificación en la impermeabilización.
    - Salidas de tubería.
    - Refuerzo y funcionalidad de la instalación del producto impermeabilizante en los sifones.
    - Posibles anclajes que afecten la integridad del material impermeabilizante.
    - Remate del producto impermeabilizante contra los cambios de geometría.



Imagen 46: Material Impermeabilizante expuesto

Al tener el producto impermeabilizante descubierto, se debe concluir cual es la falla después de verificar cada una de las posibilidades anteriores. A continuación se debe realizar la reparación pertinente.

8. Después de realizada la reparación se debe realizar prueba de estanqueidad para verificar si se ejecutó la actividad satisfactoriamente.

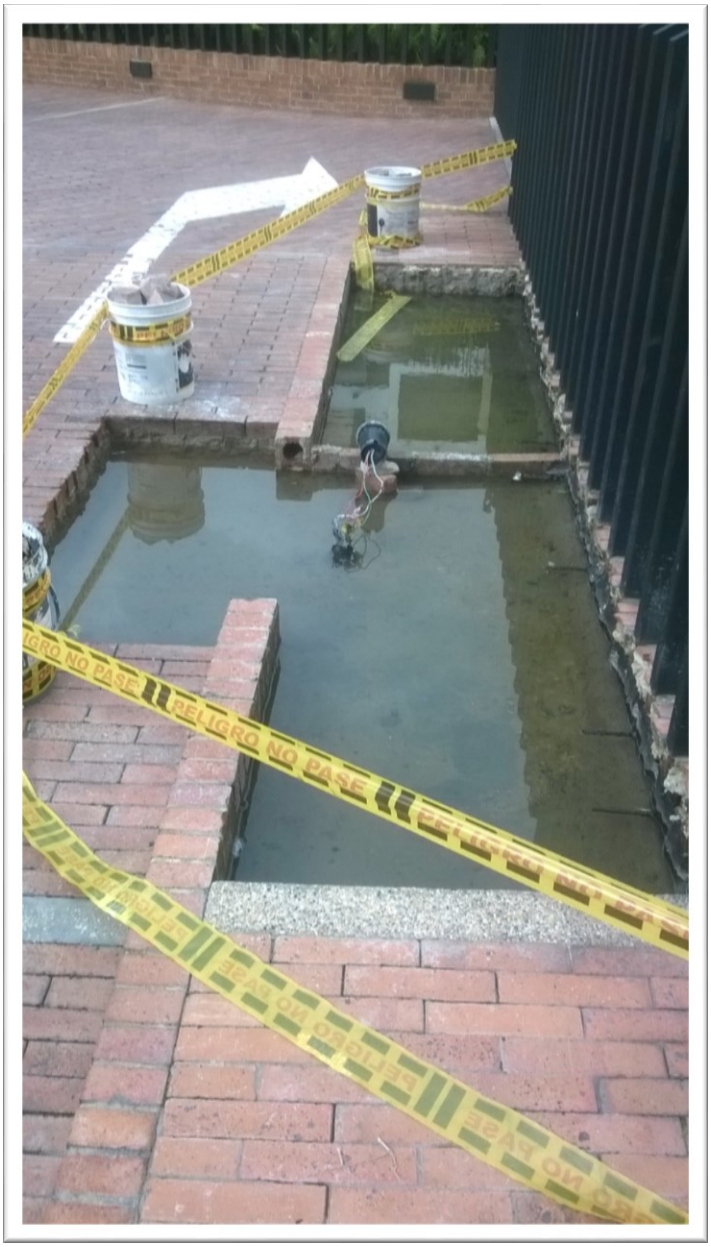


Imagen 47: Prueba de Estanqueidad a reparación.

9. De no haberse realizado la reparación que arroje como resultado una prueba de estanqueidad satisfactoria, se debe reiniciar nuevamente el procedimiento y si el caso lo exige se debe aumentar el área de trabajo retirando más acabado.
10. Al obtener una prueba de estanqueidad satisfactoria, se debe instalar nuevamente su respectivo acabado hasta dejar las superficies en condiciones finales.

5.8.1 Presupuestos para reparaciones

Las reparaciones que se deban ejecutar debido a las falencias encontradas en la impermeabilización, conllevan a un desgaste físico, económico y de tiempo. A continuación se presentan los presupuestos que cuantifican el valor de estas actividades de reparación, que deberán ser asumidos de acuerdo al daño encontrado, por el constructor o por el contratista:

CASO A: Cuando se halla filtración proveniente de un manto bajo el acabado de zonas transitables.

PRESUPUESTO PARA LA REPARACION DE FILTRACIONES CON DEMOLICION DE ACABADO					
1	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	COSTO	VALOR PARCIAL
2	Demolicion de acabado hasta llegar a la superficie del material impermeabilizante; los espesores promedios se encuentran entre los 10 y 15 cm, en el caso de que el espesor sea mayor el costo aumentará.	m2	1	$ 11.625	$ 11.625
3	Evacuacion de escombros de la propiedad desde un punto de acopio establecido para su deposicion final.	GB	1	$ 330.000	$ 330.000
4	Suministro e intalacion de Manto Morter plass N4 de 4,0 mm de espesor para la respectiva reparacion	m2	1	$ 24.993	$ 24.993
5	Suministro de tela asfaltica N15 Nacional para recibir acabado (cumple con el objeto de dilatar manto del acabado)	m2	1	$ 1.161	$ 1.161
6	Mortero de proteccion con espesro de 5cm mezcla 1:3, con malla electrosoladada en grafil de espesor 3 mm para recibir acabado final	m2	1	$ 38.038	$ 38.038
7	Suministro e instalacion de adoquin	m2	1	$ 63.582	$ 63.582
8	aseo final (Area maxima de 20m2)	GB	1	$ 280.000	$ 280.000
				VALOR PARCIAL	$ 749.398
				ADMINISTRACION	$ 37.470
				IMPREVISTOS	$ 37.470
				UTILIDAD	$ 37.470
				IVA SOBRE UTILIDAD	$ 5.995
				VALOR TOTAL	$ 867.803

Tabla 6: Presupuesto CASO A

CASO B: Cuando se halla filtración proveniente de un manto expuesto a la intemperie (autoprotegido con foil de aluminio).

PRESUPUESTO PARA LA REPARACION DE FILTRACIONES MANTO AUTOPROTEGIDO					
1	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD	COSTO	VALOR PARCIAL
2	Retiro del material impermeabilizante	m2	1	$ 7.600	$ 7.600
3	Evacuacion de escombros de la propiedad desde un punto de acopio establecido para su deposicion final.	GB	1	$ 200.000	$ 200.000
4	Suministro e intalacion de Manto Morter plass al-80 de 3,5 mm de espesor con foil de alumino para la respectiva reparacion	m2	1	$ 29.291	$ 29.291
5	Suministro y aplicación de pintura Bituminosa en los sellos de los traslapos	m2	1	$ 325	$ 325
				VALOR PARCIAL	$ 237.216
				ADMINISTRACION	$ 11.861
				IMPREVISTOS	$ 11.861
				UTILIDAD	$ 11.861
				IVA SOBRE UTILIDAD	$ 1.898
				VALOR TOTAL	$ 274.696

Tabla 7: Presupuesto caso B

CASO C: Cuando las filtraciones afectan espacios con acabados arquitectónicos (apartamentos, salones sociales, zonas comunes).

Para este caso se anexa cotización vigente con los ítems requeridos para realizar la reparación de un espacio vulnerado por la presencia de humedad.

COTIZACIÓN DE SERVICIOS

ADECOMAN

Bogota, 20 de enero de 2016

Señores: **SODEXO S.A**

Atn. Yvonne Clavijo COTIZACION N° ***303***

Ref. **REPARACIÓN DE FILTRACIÓN**

De acuerdo a su solicitud, atentamente nos permitimos cotizar los siguientes trabajos a realizar:

N° ITEM	DESCRIPCION	Und	Cant.	Valor	Vr. Total
1.2.3	Demolición muro en drywall, espesor variable. Incluye el retiro de todos los elementos que lo conforman (láminas, perfiles, tornilleria, entre otros).	m2	**1,0**	$ 9.624	$ 9.624
1.3.15	S.E.I Muro en dry wall dos caras de 0.10 m (incluye lamina de 1/2", estructura con perfileria en acero galvanizado cal. 26, refuerzos en vanos para instalación de puertas, remates en lineales, y elementos varios). Se entrega totalmente masillado y lijado, superficie lista para aplicar pintura.	m2	**1,00**	$ 53.846	$ 53.846
1.7.1	S.E.I Cielo raso en Drywall placa lisa. Incluye cinta, mastic, perfilería, perforación para lámparas, además se deberá tener en cuenta la ubicación de estas para evitar refuerzos adicionales de la estructura y cuelgas en alambre cal 14. para soporte del cielo.	m2	**1,00**	$ 34.975	$ 34.975
1.9.1	S.Y.A Estuco plástico en muros y cielos, incluye ranuras, filetes y dilataciones	m2	**1,00**	$ 6.562	$ 6.562
1.9.2	S.Y.A Pintura muros y cielos en Viniltex de pintuco tipo 1, color blanco ref.1501. Incluye los filos, dilataciones y resanes necesarios para preparar la superficie a pintar.	M2	**1,00**	$ 8.606	$ 8.606
				SUBTOTAL	**$113.613**
				IVA	**$18.178**
				TOTAL:	**$131.791**

Atentamente,

JORGE ALEXANDER BERNAL
Gerente de Proyectos
Cel: 3114929108
ADECOMAN S.A.S.

Validez de la oferta: (30) días calendario a partir de la fecha
Forma de pago: 50% anticipo y 50% terminación de obra

Tabla 8: Cotización CASO C

Cuando se presenta una humedad, se deben realizar las reparaciones pertinentes con el fin de que el sistema impermeabilizante se comporte de acuerdo a su razón; las reparaciones normalmente se deben realizar tanto en espacios abiertos como en espacios cerrados; es decir, se deben contemplar al menos dos de los presupuestos expuestos anteriormente.

De acuerdo a las estadísticas suministradas por SOCIEDAD IMPERMEABILIZADORA ATA, en una reparación de filtraciones de agua se intervienen en promedio 15m2 por cada humedad.

De acuerdo a lo anterior y combinando las reparaciones se podrían tener los siguientes sobrecostos:

EJEMPLO 1: CASO A + CASO C

PRESUPUESTO PARA LA REPARACION DE FILTRACIONES CON DEMOLICION DE ACABADO		
PROMEDIO DE 15 M2	**VALOR TOTAL**	$ 3.284.384

PRESUPUESTO PARA LA REPARACION DE ACABADOS		
PROMEDIO DE 15 M2	**VALOR TOTAL**	$ 1.976.866

JORNAL POR REALIZACION DE PRUEBA DE ESTANQUEIDAD		
INUNDACION (1UND)	**VALOR TOTAL**	$ 45.000

	VALOR TOTAL	$ 5.306.250

EJEMPLO 2: CASO B + CASO C

PRESUPUESTO PARA LA REPARACION DE FILTRACIONES CON DEMOLICION DE ACABADO		
PROMEDIO DE 15 M2	**VALOR TOTAL**	$ 878.046

PRESUPUESTO PARA LA REPARACION DE ACABADOS		
PROMEDIO DE 15 M2	**VALOR TOTAL**	$ 1.976.866

JORNAL POR REALIZACION DE PRUEBA DE ESTANQUEIDAD		
INUNDACION (1UND)	**VALOR TOTAL**	$ 45.000

	VALOR TOTAL	$ 2.899.912

Los presupuestos realizados anteriormente son considerados en condiciones óptimas, ya que se tienen en cuenta una única inundación y una sola intervención.

6. Conclusiones y recomendaciones

La impermeabilización es un capítulo de la construcción de gran importancia que propone intervenir al edificio como un sistema a prueba de agua completo. Su duración, eficacia y funcionalidad dependerá directamente de la calidad y tipo de productos utilizados, la correcta aplicación de los diferentes sistemas, el uso correcto de la zona impermeabilizada de acuerdo a sus características, el control y la supervisión dedicado a la actividad y el mantenimiento que se debe realizar para extender y garantizar una vida útil esperada.

La impermeabilización de superficies se debe considerar como un capítulo de la construcción de gran importancia ya que según la evidencia recolectada, cualquier inconveniente o deficiencia en la impermeabilización puede desencadenar bastantes daños que no solo afectan los materiales propios del sistema sino que a la larga termina afectando otras zonas y materiales de la edificación convirtiéndose en postventas y mayores costos para el proyecto. De acuerdo a la información recolectada, se pudo evidenciar que las postventas por humedades, filtraciones y/o goteras son más comunes de lo pensado y se encuentran liderando las estadísticas del estudio en buena parte de los casos. Dentro de los casos más comunes se encontró que las postventas con más reincidencia provienen de malas ejecuciones en fachadas. (Sello del vértice de la ventanearía y la mampostería).

Es de suma importancia mantenerse vigilante y suspicaz ante la eventualidad de las filtraciones. Las fallas anteriores deben ser solucionadas a la mayor brevedad y de manera efectiva; ya que los daños a nivel químico y físico provocados a la estructura y a cada elemento arquitectónico, se pueden convertir en graves inconvenientes por solucionar

(corrosión y eflorescencias). La intervención y solución tardía a los daños anteriormente descritos, pueden llegar a ocasionar debilitamiento de la estructura y generar serios problemas a la edificación.

Las buenas prácticas constructivas, acompañadas de retroalimentación y capacitación constante, hacen del profesional a cargo una entidad de seguridad, control y calidad.
Los sobrecostos ocasionados por las postventas de filtraciones representan un alto valor económico teniendo en cuenta que una humedad siempre involucrará la reparación no sólo del sistema sino de otras áreas afectadas por el mismo efecto. Además de lo anterior también quedan expuestos los sobretiempos que son utilizados en el ejercicio de la reparación y que sin duda alguna generan incrementos en el valor de estas actividades calificadas como reprocesos. Las reparaciones de postventas de esta índole no se encuentran inmersas ni contempladas dentro de los presupuestos del proyecto, razón por la cual se deben ejecutar estos procedimientos con calidad desde su arranque.

Siguiendo los procedimientos aquí expuestos de manera correcta, junto con una adecuada supervisión de todo el proceso de instalación del sistema, se puede dar plena garantía que no aparecerán postventas en la obra generadas por filtraciones. Las buenas prácticas, acompañadas de buenas y oportunas decisiones, hacen que la ejecución de estas actividades se realicen controladamente y se obtengan excelentes resultados.

Bajo ninguna circunstancia se recomienda utilizar dos o más productos impermeabilizantes diferentes en una misma zona, ya que las características técnicas, físicas y químicas varían entre los mismos, haciendo que se comporten de manera diferente bajo los efectos del ambiente y eventos mecánicos.

Bibliografía

- SIKA COLOMBIA, Guía de soluciones Sika 2014, 2a edición
- TEXSA COLOMBIA, Guías e instructivos de instalación de mantos asfalticos
- TEXSA COLOMBIA, Guías e instructivos de instalación de membranas.
- http://enconcretove.blogspot.com.co/2012/11/eflorescencia-del-concreto.html
- http://enconcretove.blogspot.com.co/2012/11/eflorescencia-del-concreto.html
- http://civilgeeks.com/2014/05/17/como-eliminar-la-eflorescencias-en-el-concreto/