

Flexible waterproofing in flat slabs in Ecuador **Impermeabilización de tipo flexible en losas planas en Ecuador**

Autores:

Calderón-Ordóñez, Jeremy Jair
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Egresado de Ingeniería Civil
Santo Domingo – Ecuador



jcalderon6954@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0009-0002-7504-6559>

Ruiz-Párraga, Wilter Enrique
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MANABÍ
Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas
Departamento de Construcciones Cíviles y Arquitectura
Portoviejo – Ecuador



wilter.ruiz@utm.edu.ec



<https://orcid.org/0000-0002-0045-9781>

Fechas de recepción: 25-OCT-2024 aceptación: 08-NOV-2024 publicación: 15-DIC-2024



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

La investigación realizada tiene como objetivo aplicar fichas técnicas de observación y diagnóstico del estado de losas de cubiertas impermeabilizadas con un sistema de impermeabilización de tipo flexible evaluado para uno, tres y cinco años en las ciudades de Santo Domingo y Quito, fichas que registraron las características, patologías, deterioro y porcentajes de niveles de daños que han sufrido las distintas losas planas, con la finalidad de mediante un juicio técnico del estado de la edificación, determinar la eficiencia del impermeabilizante de tipo flexible con el paso de los años. La metodología empleada fue de análisis mixto y se realizó en cuatro fases; iniciando por la identificación de las zonas y viviendas, donde se describe las características climatológicas del lugar, seguido de un prediagnóstico y diagnóstico, para la identificación de las patologías y lesiones que pueden presenciarse en las cubiertas, luego la aplicación de las fichas técnicas para CUBIERTAS, y por último, la recopilación de la información obtenida de las diferentes fichas de diagnóstico ejecutadas y clasificadas en base al tiempo que llevan con el sistema de impermeabilización. Al finalizar la investigación, se determinó que los impermeabilizantes de tipo flexible presentan un daño del 15% a partir del tercer año de haberse aplicado el impermeabilizante y un 30% de daño a partir del quinto año, en donde la falta de pendientes, taponamientos y ausencia de mantenimiento generaron patologías como grietas y fisuras por filtraciones de agua, que de no ser intervenidas pueden llevar al deterioro del 45% de la cubierta.

Palabras clave: Patologías; elastoméricos; impermeabilización; impermeabilizante



Abstract

The purpose of the research carried out is to apply technical sheets for observation and diagnosis of the state of slabs of roofs waterproofed with a flexible waterproofing system evaluated for one, three and five years in the cities of Santo Domingo and Quito, files that recorded the characteristics, pathologies, deterioration and percentages of damage levels that the different flat slabs have suffered, to determine the efficiency of the flexible waterproofing over the years through a technical judgment of the state of the building. The methodology used was a mixed analysis and was carried out in four phases; starting with the identification of the areas and homes, where the climatological characteristics of the place are described, followed by a pre-diagnosis and diagnosis, for the identification of the pathologies and injuries that can be witnessed on the roofs, then the application of the technical sheets for ROOFS, and finally, the compilation of the information obtained from the different diagnostic sheets executed and classified based on the time they have been with the Waterproofing. At the end of the research, it was determined that flexible waterproofing systems have damage of 15% from the third year after the application of the waterproofing agent and 30% damage from the fifth year, where the lack of slopes, blockages and lack of maintenance generated pathologies such as cracks and fissures due to water leaks. which if not intervened can lead to the deterioration of 45% of the roof.

Keywords: Pathologies, elastomerics, waterproofing, waterproofing membrane



Introducción

Dentro del proceso constructivo de una edificación o vivienda existe un sinnúmero de problemas que pueden presentarse, los cuales, mediante un análisis y planificación pueden evitarse o ser solucionados de manera inmediata, de acuerdo al estudio y seguimiento que se le dé al proyecto en cuestión, sin embargo, uno de los aspectos que no se da la suficiente importancia es la impermeabilización de la losa de cubierta, que, si bien dentro del mercado existen una gran cantidad de impermeabilizantes, así como diferentes técnicas de aplicación y refuerzo del impermeabilizante, que han ido mejorando con el tiempo, se estima que existe un mínimo porcentaje de losas de cubierta protegidas con impermeabilizantes dentro del Ecuador, las cuales, al no estar protegida con impermeabilizante, en época de lluvias tienden a sufrir serias consecuencias debido principalmente a filtraciones de agua y por ende la aparición de humedad.

Es importante entender que las cubiertas de hormigón reforzado son un hito para el proyecto de construcción, que en la práctica se suele subestimar y se ejecuta sin revisar el proceso constructivo en sus diferentes etapas; por ejemplo, una mala práctica en el proceso de impermeabilización en la cubierta traerá como consecuencia lesiones físicas, la aparición de filtraciones y el acortamiento de la vida útil. (Chinome Giraldo, 2022, pág. 28)

Es por ello la importancia y necesidad de proteger una cubierta con un sistema de impermeabilizante, para el estudio se utilizaron impermeabilizantes de tipo flexible, el cual tiene como función la de impedir filtraciones de aguas lluvias y superficiales, ya que cuentan con la capacidad de doblarse, deflactarse o pandearse sin sufrir fracturas, mediante la reducción de la porosidad de la superficie y aislando la humedad, con la finalidad de prevenir la aparición de patologías que afecten a la parte estructural y visual de una obra, así como problemas para la salud humana como consecuencia de la aparición de humedad.

En el 2009, la Organización Mundial de la Salud (OMS) publicó la Guía sobre calidad de aire interior: humedad y moho, en la cual concluyó que, “Existe evidencia epidemiológica para afirmar que las personas que viven en ambientes con un nivel alto de humedad tienen un mayor riesgo de desarrollar patologías respiratorias” (Organización Mundial de la Salud, 2009)

De manera similar, un informe publicado en “Environmental Health Perspectives”, llevado a cabo en la Universidad de Birmingham (Reino Unido), concluyó que, “la humedad acumulada en paredes, sótanos y alfombras del hogar, así como el olor a moho, duplican el riesgo de desarrollar asma en niños de entre 1 a 7 años” (EusKalsec, 2018)



Las cubiertas de hormigón armado juegan un papel esencial para la construcción, debido a que estos elementos estructurales son, desde el punto de vista ingenieril, encargados de transmitir fuerza a los elementos verticales del sistema estructural. Su diseño debe soportar su propio peso, cargas por elementos no estructurales de acabados, cargas vivas, cargas por empozamiento de agua, cargas por granizo, vibraciones de equipos y las acciones dinámicas derivadas por un sismo. (AIS 100, 2010).

Para conocer las lesiones o patologías que pueden presentar las cubiertas, por consecuencia de las filtraciones de agua, se presenta a continuación:

Figura 1
 Clasificación de posibles lesiones en estructuras de hormigón reforzado que se derivan del fenómeno de filtración

Familia de lesiones	Codificación	Lesión	Descripción
MECÁNICAS	LM1	Grietas y fisuras	Son roturas que aparecen en el concreto como consecuencia de tensiones superiores a su capacidad resistente.
	LM2	Deformaciones	Alteración mecánica del elemento debido a solicitaciones externas. Esto implica pérdida de linealidad y verticalidad de la forma regular del elemento.
	LM3	Desprendimientos	Separación parcial o total del material que constituye el elemento ocasionado por pérdida de adherencia.
	LM4	Craquelado	Fragmentación de capa de recubrimiento.
FÍSICAS	LF1	Filtración localizada	Penetración de agua a través de puntos débiles de un elemento constructivo, de forma aislada (situada en puntos específicos).
	LF2	Humedad por filtración	Entrada o presencia de agua por puntos débiles de una construcción elemento, de forma generalizada (situado en superficies más extensas).
	LF3	Suciedades	Se observa rastros de escurrimiento por la superficie de concreto
	LF4	Meteorización	Desintegración y descomposición del concreto producto del contacto con el agua, ciclos de deshielo y cambios de temperatura que afectan su composición física, sin afectar su composición química y mineralógica.
ANTROPOGÉNICAS	LA1	Carencia de mantenimiento	Se produce envejecimiento de la cubierta y obsolescencia de sus elementos, producto de no tener programa de mantenimiento.
	LA2	Errores de diseño	No se revisa el comportamiento funcional y materialidad del elemento que debe tener ante la solicitud de servicio.
	LA3	Errores de proceso constructivo	No se siguen especificaciones técnicas y se construye el elemento de tal forma que su morfología y funcionalidad no es la adecuada.

Fuente: Chinome Giraldo, 2023.

“Los problemas patológicos más frecuentes de las cubiertas planas aparecen asociados al nivel del sistema, y más concretamente a su ejecución, aunque tampoco es raro encontrarlo en los niveles del material”. (Lasheras Merino & García Casas, 2009, pág. 618).



Por otro lado, el estudio ‘Análisis estadístico nacional sobre patologías en la edificación’, por parte de la Fundación Musaat, concluye que las humedades y/o filtraciones de las cubiertas planas suponen el 52,2% del total de patologías de las cubiertas, mientras que los encharcamientos suponen el 6,4% del total de patologías. Y las causas más significativas de las patologías, el estudio concluye que la ausencia/deficiencia de impermeabilización es el origen del 34,3% de los problemas en las cubiertas planas, representando el 27% del total de causas de patologías en cubiertas. (Carretero Ayuso & Moreno Cansado, 2019)

Una vez conocidas las patologías que puede evidenciar una cubierta impermeabilizada, la investigación se direcciona entorno a la evaluación del estado de losas planas que hayan sido intervenidas con un sistema de impermeabilizante de tipo flexible, en el cual, se describen las lesiones o patologías existentes en cada cubierta de hormigón reforzado de un grupo seleccionado.

Es importante conocer el procedimiento para la ejecución de un sistema de impermeabilizante de tipo flexible de calidad, verificando las especificaciones de las fichas técnicas, así como las recomendaciones del fabricante, desde la preparación de la superficie o estrato, hasta la aplicación de la última capa de impermeabilizante de manera eficiente, por ello, se detalla a continuación los pasos a seguir para lograr el objetivo del sistema:

1. Se debe realizar un hidro lavado de la losa, efectuando un pulido con piedra y esperar que la cubierta se seque.
2. Se limpia de manera integral la superficie a impermeabilizar de manera eficiente, quitando todo escombros que pueda existir en la losa.
3. Una vez seca la losa se procede a sellar las fisuras y microfisuras existentes, con ayuda de un sellador de gran elasticidad, de la misma marca del producto a utilizar, el cual debe contar con gran adherencia al hormigón, durabilidad y resistencia al agua, sol, intemperie y cambios de temperatura. El sellador se debe aplicar con la ayuda de una cinta, que permita enmascarar los bordes de la junta, para luego aplicar el sellador con una pistola para calafateo y se alisa con espátula, mojándola con agua jabonosa.
4. Como siguiente paso para mayor seguridad se aplica una capa de imprimación de pintura, a base del impermeabilizante, que permita sellar las porosidades y asegure la disminución de poros y microfisuras en el hormigón, para reducir la absorción de humedad en la superficie. Una vez limpia la superficie, se resana las grietas y fallas en losas con un Cemento Plástico, se aplica una capa de sellador sin diluir sobre la superficie a impermeabilizar y se deja secar mínimo 2 horas después de haberse colocado el producto.
5. Para una mayor durabilidad se coloca una malla simple en losas con tráfico eventual o una malla de super refuerzo cuando el tráfico es alto.



6. Por último, se aplica una capa final de impermeabilizante elastomérico, para posterior dejar secar de 6 a 8 horas antes de ser aplicada la segunda mano, y así otra capa hasta conseguir el espesor deseado, es importante evitar el tráfico una vez se haya colocado la última capa de por lo menos 24 horas. (Simba Cumbajín, 2007)

Por otro lado, la impermeabilización en losas y cubiertas empezaran un deterioro a partir de los 5 a 10 años, y la duración, así como su eficiencia dependerá de varios factores, como calidad y tipo de sistema impermeabilización aplicado, y el mantenimiento que se le de a la cubierta impermeabilizada. Todos los criterios mencionados están ligados a las condiciones de la cubierta, pues se prevé que la misma no presentaran humedad por debajo, y la garantía para considerar los años de eficiencia que tendrá el producto dependerá del tipo de sistema de impermeabilización adoptado, debido a que los productos ofrecen garantía a partir de los 2 años en adelante. (Girón Rodríguez & Ramírez Fandiño , 2016, pág. 18)

Material y métodos

Material

El presente estudio se llevó a cabo en losas impermeabilizadas con un sistema de tipo flexible en las ciudades de Santo Domingo y Quito, mediante fichas técnicas de diagnóstico, de autoría del Dr. Arq. Tejera, G. P. Fichas Técnicas para el diagnóstico de Edificaciones de Vivienda. C.1 IMPERMEABILIZACIÓN Y ACABADOS. En el año 2014. (Tejera Garófalo, 2014). La cual se adjunta en los anexos del artículo.

Métodos

La presente investigación se realizó mediante metodología mixta, combinando métodos cualitativos para describir el estado de las cubiertas planas de hormigón armado y método cuantitativo para determinar el porcentaje de daño y lesiones que se visualiza en cada cubierta impermeabilizada con el sistema de impermeabilizante de tipo flexible, para su análisis se desarrolló en 4 fases.

FASE I. Identificación de la zona y de las viviendas.

La ubicación de las edificaciones es de gran importancia para el estudio, debido a que la cubierta tiende a soportar condiciones meteorológicas rigurosas, como lluvia, viento, granizo y radiación solar, que inciden en las condiciones de aislamiento acústico y térmico, deformabilidad, estabilidad, estanquidad, y movilidad de la cubierta. (Lasheras Merino & García Casas, 2009, pág. 617)



Así mismo las condiciones climatológicas son causantes directos de patologías en la estructura como humedad, filtraciones y encharcamientos, las cuales pueden influir en la funcionabilidad del impermeabilizante, el cual, puede variar según la región a la que pertenezca.

La ubicación de Ecuador, sobre la línea ecuatorial, produce poca estacionalidad a lo largo del año. Solo hay dos estaciones definidas; húmeda o invierno y seca o verano. La duración de las estaciones varia regionalmente. En la región Costa, la época lluviosa inicia en diciembre y dura hasta mayo, por otro lado, la época seca tiene lugar entre junio y noviembre. En los Andes, la estación lluviosa dura de octubre a mayo y la seca de junio a septiembre. (Varela L. & Ron R., 2022)

La presente investigación se enfocará en las ciudades de Santo Domingo, con un clima con temperatura promedio de 24.5 °C, con un porcentaje de humedad de entre el 88 y 92%, y Quito con un clima con temperatura promedio de 15.2 °C, con un porcentaje de humedad de entre el 70 y 86%. (INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, 2023)

Figura 2
Características climatológicas de Santo Domingo

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	20.6	20.9	21.2	21.3	21.3	20.8	20.5	20.6	20.7	20.6	20.6	20.6
Temperatura mín. (°C)	18.8	19.1	19.1	19.1	19.1	18.6	18.2	18.2	18.4	18.4	18.4	18.7
Temperatura máx. (°C)	23.1	23.4	23.8	23.9	23.8	23.2	22.9	23.1	23.3	23.3	23.3	23.2
Precipitación (mm)	472	433	464	492	360	208	171	141	189	233	246	380
Humedad(%)	92%	91%	90%	90%	90%	90%	89%	88%	89%	90%	90%	91%
Días lluviosos (días)	22	20	22	21	22	21	21	21	21	21	20	22
Horas de sol (horas)	2.8	3.4	4.1	4.1	4.0	3.8	3.7	3.7	3.1	2.8	2.8	2.7

Data: 1991 - 2021 Temperatura mín. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas de sol

Fuente: Climate Data, 2019

Figura 3
Características climatológicas de Quito

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	11.1	11.2	11.2	11.3	11.5	11.4	11.5	11.7	11.5	11.3	11.1	11.1
Temperatura mín. (°C)	8.8	8.8	8.7	8.7	8.8	8.4	8.3	8.1	8.3	8.5	8.5	8.8
Temperatura máx. (°C)	14.8	14.8	15	15.1	15.3	15.7	16	16.7	16.3	15.5	15	14.8
Precipitación (mm)	280	270	315	311	254	156	116	119	207	274	287	288
Humedad(%)	85%	86%	85%	84%	82%	76%	72%	70%	75%	83%	86%	86%
Días lluviosos (días)	21	20	21	21	21	19	19	20	21	21	20	21
Horas de sol (horas)	5.8	5.6	6.0	6.4	6.7	7.4	7.9	8.3	7.9	6.8	5.9	5.9

Data: 1991 - 2021 Temperatura mín. (°C), Temperatura máx. (°C), Precipitación (mm), Humedad, Días lluviosos. Data: 1999 - 2019: Horas

Fuente: Climate Data, 2019



Dentro de dichas ciudades se escogieron viviendas que han sido impermeabilizadas con un sistema de impermeabilizante de tipo flexible, para Santo Domingo se evaluaron viviendas en urbanizaciones ubicadas en la Av. de los Colonos, Av. Chone – Santo Domingo y Av. Troncal de la Costa, mientras que, para Quito, se evaluaron viviendas en la parroquia Cumbayá, en un periodo anterior a uno, tres y cinco años, con un total de 3 a 4 viviendas por año de estudio.

FASE II. Prediagnóstico y diagnóstico visual de las losas impermeabilizadas

Es esencial realizar un prediagnóstico para determinar la necesidad de un diagnóstico, por tanto, se planificó un primer reconocimiento general en donde se determinen las características y el estado de la edificación.

Para una correcta inspección visual se debe preparar bien la visita a la obra, se debe acudir con un grupo técnico, equipado, tomando todas las medidas necesarias de seguridad, señalando las posibles áreas peligrosas y establecer caminos seguros, con la finalidad de que prevenir riesgos innecesarios.

De igual forma el conocer las características del lugar ayudan a prevenir situaciones que puedan afectar el diagnóstico, por ello, se debe conocer la tipología constructiva, el esquema estructural, su geometría y las características de los materiales, así como toda información que aporte a las características del lugar.

El objetivo del diagnóstico es tomar una decisión respecto a los niveles de daño que ha sufrido una cubierta que ha sido impermeabilizada en los últimos 5 años, asignando un juicio sobre el estado técnico de la edificación, en donde, se determina el estado de los elementos estructurales, con relación a la seguridad, vulnerabilidad a las acciones y expectativas de durabilidad.

Para ello se debe reconocer las anomalías que pueden existir en el lugar, y se deben discernir, para enfocarse en la incidencia real del edificio o parte de él, mediante un análisis de las características de los materiales que conforman los elementos de la cubierta plana.

La sintomatología de las lesiones fue redactada en la Tabla 1. Clasificación de posibles lesiones en estructuras de hormigón reforzado que se derivan del fenómeno de filtración. Sin embargo, se debe conocer las lesiones suelen agruparse de la siguiente manera:

- La humedad, erosión y suciedad son ejemplos de lesiones físicas.
- La eflorescencia, oxidación-corrosión, ejemplifican a las lesiones químicas.
- Las deformaciones, grietas, fisuras y desprendimientos a las mecánicas.
- En biológicas se agrupan la presencia de organismos animales o vegetales.



Para una mayor comprensión se recomienda realizar un reportaje fotográfico de las lesiones que se evidencia en la cubierta, las cuales se complementarán a la información del examen visual y descriptivo de la estructura. (Tejera Garófalo, 2015)

FASE III. Aplicación de las Fichas Técnicas

Una vez se conocen las lesiones que pueden presentarse en la cubierta, se procede a aplicar la ficha técnica de diagnóstico del Dr. Tejera para CUBIERTAS, (Tejera Garófalo, 2014), en donde, se determina los niveles de daños y el estado de conservación de la cubierta, los cuales se explican a continuación:

- NIVEL I. Degradación importante (Lesiones muy graves)
- NIVEL II. Degradación notable (Lesiones graves)
- NIVEL III. Conservación aceptable (Lesiones leves)
- NIVEL IV. Buen estado aparente

Se debe describir todo aspecto que resulte útil para la determinación del estado en el que se encuentra la losa impermeabilizada, así mismo se debe realizar un pronóstico de los deterioros que podría sufrir la edificación, el cual debe basarse tanto en el diagnóstico de la patología como en el conocimiento del edificio. (Tejera Garófalo, 2015)

Es importante considerar si existió mantenimiento o está próximo a realizarse un mantenimiento en las losas que han sido impermeabilizadas, con la finalidad de generar un pronóstico más realista que se asemeje a las condiciones y deterioro que presenta dicha cubierta. Generalmente los mantenimientos suelen ser llevados cada año, o uno, tres y cinco años después de haber aplicado el sistema de impermeabilización.

Si bien, la impermeabilización es un proceso constructivo que requiere de un constante seguimiento desde la etapa de diseño hasta su entrega y posterior mantenimiento. El poder realizar el control en cada una de sus etapas garantizará que la vida útil del inmueble no se disminuya. (Chinome Giraldo, 2022, pág. 306)

FASE IV. Recopilación de la información de las Fichas Técnicas

Dentro de las fichas técnicas que se han aplicado a las diferentes viviendas en las ciudades de Santo Domingo y Quito, se deben agrupar según la localización, para posterior una segunda clasificación de las fichas en base al tiempo al que han sido impermeabilizadas las cubiertas; en el caso del estudio fueron realizadas a uno, tres y cinco años.



La finalidad de la recopilación de la información de las fichas técnicas es la de constatar el nivel de daño que han experimentado las cubiertas impermeabilizadas con el paso de los años, tomando en cuenta las características de las mismas, así como también los factores climáticos del lugar, para obtener el diagnóstico de las mismas, con el objetivo de realizar comparaciones de las patologías existentes y el estado de las mismas, en donde se exponga las similitudes y las diferencias de las muestras reales involucradas, mediante un análisis de los resultados.

Resultados

Para analizar los resultados, se realizaron tablas en donde se detallan la ubicación en la cual se realizó la evaluación de la cubierta impermeabilizada, así como el tiempo que lleva de haberse aplicado el sistema de impermeabilizante, al igual que el tipo de impermeabilizante utilizado, el porcentaje del nivel de daño por estructura y, por último, el detalle o descripción de las patologías visibles en cada muestra.

Figura 4
Fichas técnicas aplicadas cubiertas impermeabilizadas hace 1 año

FICHAS TECNICAS								
UBICACIÓN	TIEMPO IMPER.	TIPO DE IMPERMEABILIZANTE	ESTADO DE CONSERVACIÓN - NIVEL DE DAÑO					DETALLES
			IV	III	II	I	TOTAL	
Quito	1	Elastomérico acrílico reforzado con fibra sintética	95%	5%			100%	No existe humedad. EXCELENTE IMPERMEABILIZACION
Santo Domingo	1	Elastomérico acrílico reforzado con fibra sintética	95%	5%			100%	No existe humedad, charcos por falta de pendiente que se evaporan con el sol. BUENA IMPERMEABILIZACION
Santo Domingo	1	Elastomérico acrílico fibrado	95%	5%			100%	No existe humedad, charcos por falta de pendiente que se evaporan con el sol. BUENA IMPERMEABILIZACION
Santo Domingo	1	Elastomérico acrílico fibrado	80%	15%	5%		100%	Existe humedad, malla de refuerzo solo en el pretil, zonas sin impermeabilizar, presencia de moho. MALA IMPERMEABILIZACION

Elaborado por: Calderón Ordóñez, J. J.

Fuente: Fichas técnicas aplicadas en la ciudad de Quito y Santo Domingo.

Los resultados de la investigación afirman que las losas con un sistema de impermeabilización de tipo flexible impermeabilizadas hace 1 año, para Quito y Santo Domingo, presentan un nivel de daño menor al 5%, demostrando un buen estado aparente, en donde existió la presencia de charcos debido a faltas de pendientes, sin embargo, son evaporados en el día por el sol, y en un caso particular presentó un nivel de daño del 20% por una mala impermeabilización, que se evidencia en la falta de impermeabilizante en toda la losa plana, a diferencia del pretil el cual estaba reforzada con una malla de tela de fibra conocida como malla de refuerzo.

Figura 5
Fichas técnicas aplicadas cubiertas impermeabilizadas hace 3 años



FICHAS TÉCNICAS									
UBICACIÓN	TIEMPO IMPER.	TIPO DE IMPERMEABILIZANTE	ESTADO DE CONSERVACIÓN - NIVEL DE DAÑO					TOTAL	DETALLES
			IV	III	II	I			
Santo Domingo	3	Elastomérico acrílico reforzado con fibra sintética	85%	10%	5%		100%	Existe poca humedad, grietas y fisuras pequeñas, presencia de moho en el pretil. BUENA IMPERMEABILIZACION	
Santo Domingo	3	Elastomérico con polímeros y fibra	70%	20%	10%		100%	Existe humedad, grietas y fisuras, taponamiento de desagües, presencia de moho en paredes y desprendimiento de impermeabilizante. MALA IMPERMEABILIZACION Y FALTA DE IMPERMEABILIZANTE	
Quito	3	Elastomérico acrílico reforzado con fibra sintética	90%	5%	5%		100%	Existe poca humedad, grietas y fisuras mínimas, sin suciedad. BUENA IMPERMEABILIZACION Y MANTENIMIENTO REGULAR	

Elaborado por: Calderón Ordóñez, J. J.

Fuente: Fichas técnicas aplicadas en la ciudad de Quito y Santo Domingo.

Por otro lado, las losas impermeabilizadas hace 3 años presentan un nivel de daño del 10% y 15% en casos en donde se realizó un mantenimiento anual, se evidenció la presencia de patologías como grietas y fisuras superficiales, así como la aparición de moho, que no se percibía en el interior de las viviendas, por lo tanto, evidenciaba una conservación aceptable, por otro lado, un caso particular el cual no se había realizado un mantenimiento, la cubierta presentó un daño del 30% por falta de pendiente y taponamiento de los desagües, así mismo, no escurría el agua, por tanto, filtró por las juntas de unión entre la losa y el pretil, causando un desprendimiento del impermeabilizante, y filtraciones de agua, que se visualizaban por la presencia de humedad y moho en la cubierta y en las paredes internas de la vivienda.

Figura 6
Fichas técnicas aplicadas cubiertas impermeabilizadas hace 5 años

FICHAS TÉCNICAS									
UBICACIÓN	TIEMPO IMPER.	TIPO DE IMPERMEABILIZANTE	ESTADO DE CONSERVACIÓN - NIVEL DE DAÑO					TOTAL	DETALLES
			IV	III	II	I			
Quito	5	Elastomérico acrílico reforzado con fibra sintética	75%	15%	10%		100%	Existe humedad, grietas y fisuras con filtración localizada, desprendimiento de impermeabilizante en el pretil. BUENA IMPERMEABILIZACION Y MANTENIMIENTO REGULAR	
Santo Domingo	5	Elastomérico acrílico fibratado	70%	15%	15%		100%	Existe humedad, grietas y fisuras con filtración en esquinas, desprendimiento de impermeabilizante y moho en paredes. BUENA IMPERMEABILIZACION Y FALTA DE MANTENIMIENTO	
Santo Domingo	5	Elastomérico acrílico fibratado	60%	20%	15%	5%	100%	Existe humedad agresiva en todas las esquinas, taponamiento, grietas y fisuras con filtración de agua, desprendimiento de impermeabilizante y suciedad prolongada y moho, pretil sin impermeabilizar. MALA IMPERMEABILIZACION Y FALTA DE	

Elaborado por: Calderón Ordóñez, J. J.

Fuente: Fichas técnicas aplicadas en la ciudad de Quito y Santo Domingo.

Por último, las cubiertas planas impermeabilizadas hace 5 años, evidenciaron daños del 30%, debido a los mantenimientos realizados al año y a los tres años de ser impermeabilizada la losa, sin embargo, en un caso particular se evidenció un nivel de daño del 45%, una degradación notable e importante, con la necesidad de una intervención inmediata, debido al deterioro acumulado que sufrió la cubierta por la presencia de humedad, como consecuencia de la mala implementación del sistema de impermeabilización, el cual denotaba una capa muy fina de producto en la cubierta e sin existencia en el pretil, así como la falta de malla de refuerzo en puntos estratégicos como lo es la junta entre cubierta y pretil, causando fisuramientos graves tanto para la cubierta como el pretil, fracturas, taponamientos por falta de pendiente, craquelados en ciertas zonas y desprendimientos del impermeabilizante, así como humedad agresiva, suciedad y presencia de gran cantidad de moho.



Discusión

El sistema de impermeabilización a base de impermeabilizante de tipo flexible es funcional, siempre y cuando el proceso sea realizado como estipulan los manuales, con el mantenimiento apropiado y con un seguimiento del mismo, si bien, las fichas técnicas dicen que la vida útil del impermeabilizante pierde sus propiedades a partir de los 5 años y en algunos casos a partir de 10 años después de haberse aplicado el producto, dentro de ciudades húmedas como lo es Santo Domingo si no se tiene un control de los daños que pueden aparecer en las cubiertas debido a filtraciones, causará la aparición de humedad y patologías que reducirán la vida útil del impermeabilizante y generará fallas en la cubierta a partir del tercer año de haberse aplicado el producto, y en casos en donde no se realizó el sistema de impermeabilizante de manera correcta, como también, en casos en que no se le dio la suficiente importancia al diseño y preparación del sistema, el impermeabilizante perderá sus propiedades a partir del primer año de haber sido impermeabilizada la cubierta, presentado filtraciones que, si no son tomadas en cuenta, generaran humedad tanto para la cubierta como para las paredes y en caso más graves puede llegar a vigas y columnas, causando la reducción de la vida útil no solo del impermeabilizante, sino de la estructura.

Continuando con el análisis, existieron casos en donde, el sistema de impermeabilización fue el correcto, y se le dio el mantenimiento correspondiente, sin embargo, existió filtraciones por humedad, debido a fallas por diseño de la losa, y falta de pendiente necesaria para que las aguas lluvias lleguen a los desagües, generando estancamientos en esquinas, que con el paso del tiempo causaron la aparición de grietas y fisuras entre las juntas de unión del pretil y la cubierta, por tanto, llevó a que existiera humedad acumulada, la cual era mucho más evidente en las paredes internas de la vivienda, en lugares con poca humedad como lo es Quito, los cuales manejaban mantenimientos anuales en las cubiertas, sin embargo, eran considerados como daños permitidos, que no afectaban el funcionamiento del impermeabilizante, y podían ser corregidos con mantenimientos internos, por ello los niveles de daños era menores al 10% en losas impermeabilizadas hace tres años, y del 25% para cinco años, aseverado la funcionalidad del impermeabilizante de tipo flexible, con una vida útil antes de cinco años en el cual ya se evidencia fallas mayores.

Es importante considerar que los sistemas de impermeabilizantes de tipo flexible cuentan con fichas técnicas en donde se especifica el clima y la temperatura requerida para ser aplicado el impermeabilizante, por lo tanto, en teoría el impermeabilizante debería trabajar de igual forma para cualquier tipo de clima en el Ecuador, sin embargo, para las dos ciudades en donde se ejecutaron las fichas técnicas, con características y condiciones climáticas diferentes, es evidente que la funcionalidad en cada una de ellas varía, si bien las propiedades del impermeabilizante son las mismas, el nivel de propagación que tiene la humedad en el hormigón es más severo para climas mayormente húmedos y calientes, por ende generará mayor deterioro para las losas planas en Santo Domingo, debido al clima que tiene la ciudad, con



humedad ambiental de hasta 92% y temperatura promedio de 24.5 °C, a diferencia de Quito que presenta humedad ambiental de hasta 86% y temperatura promedio de 15.2 °C, en donde se registró daños menores por filtración de agua debido a su clima más favorable y menos propenso a mantener humedad en comparación a la ciudad de Santo Domingo, la cual registro niveles de humedad mayores con el paso de los años de las cubiertas impermeabilizadas.

Los resultados más desfavorables para cubiertas de hormigón armado que han sido impermeabilizadas hace un año cuentan con un porcentaje de daño del 20%, hace tres años del 30% y hace cinco años puede llegar al 45% de daño de la cubierta, por acción acumulada de la humedad causando patologías que deterioran el estado de la misma, por ello el sistema de impermeabilización debe ser aplicado correctamente cumpliendo con todas las especificaciones del fabricante del impermeabilizante, ya que si no se sigue las indicaciones puede causar tales deterioros, y por ende, si el impermeabilizante falla existe una alta probabilidad de que la humedad no solo afecte a la cubierta sino a los elementos estructurales de la edificación lo que puede llevar al deterioro total de la vivienda.

El interés del estudio fueron los impermeabilizantes flexibles, debido a la poca complejidad de su uso, además de su alta adaptabilidad a los cambios que sufre la losa, por tanto genera alta eficiencia para el proceso de impermeabilización siempre que se siga las recomendaciones sobre la aplicación y uso de los productos, los cuales garantizan mediante los conocimientos y experiencias un terminado de calidad que cumpla con la finalidad de la impermeabilización, cabe aclarar que se asume que los productos utilizados serán almacenados adecuadamente y manipulados con todas las precauciones de seguridad.

Conclusiones

- En conclusión, el sistema de impermeabilización de tipo flexible es funcional, ya que al quinto año de haberse aplicado el sistema aproximadamente tiende a fallar, mientras que algunas fichas técnicas revelan que la vida útil del impermeabilizante es de 10 años, el análisis realizado mediante las diferentes fichas técnicas aplicadas revela que las cubiertas tienen a presentar patologías y daños de hasta el 30% después de 5 años de haberse impermeabilizado la losa.
- Las fichas de diagnóstico aplicadas en las diferentes losas impermeabilizadas, permitieron registrar la información necesaria para poder emitir un juicio técnico del estado de las losas, así como los niveles de daños que han sufrido las cubiertas con el paso de los años, dicha información es de utilidad para determinar la eficiencia del impermeabilizante de tipo flexible con el paso de los años.
- Se identificó que las principales patologías que aparecen en cubiertas se deben principalmente a faltas de pendiente, provocando estancamientos de agua que con el paso del tiempo generaron grietas y fisuras en la cubierta, así como filtraciones localizadas y desprendimiento del impermeabilizante, y en casos en donde no se realizó

el mantenimiento correspondiente condujeron a la aparición de meteorización del hormigón reforzado y presencia de moho en toda la superficie.

Referencias bibliográficas

- AIS 100. (2010). TÍTULO B - Concreto estructural. NSR-10, TÍTULO B.
- Carretero Ayuso, M. J., & Moreno Cansado, A. (2019). Análisis estadístico nacional sobre patologías en la edificación. Fundación Musaat. Obtenido de https://fundacionmusaat.musaat.es/media/pdf/publicaciones/Resumen_patologias_III.pdf
- Chinome Giraldo, C. A. (2023). El agua: Un agente de lesión silencioso en las estructuras de concreto reforzado. XXXVII CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA, 2.
- Chinome Giraldo, C. A. (2022). Modelo para especificar, ejecutar y controlar la impermeabilización de cubiertas en concreto reforzado de tipo planas construidas en la ciudad de Bogotá. [Tesis de investigación para optar al título de Magister en Construcción], Universidad Nacional de Colombia.
- Climate Data. (2019). Datos climáticos mundiales. Obtenido de <https://es.climate-data.org/>
- EusKalsec. (2018). Environmental Health Perspectives.
- Girón Rodríguez, A. F., & Ramírez Fandiño, F. L. (2016). Impermeabilización de superficies en la construcción de edificios. Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Civil, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- INAMHI: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2023). Servicios INAMHI. Obtenido de <https://servicios.inamhi.gob.ec/normales-climatologicas/>
- Lasheras Merino, F., & García Casas, I. (2009). Patología y reparación de cubiertas. Obtenido de <https://oa.upm.es/53436/7/L022009TCVIIIcubiertas.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2009). WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. <https://higieneambiental.com/sites/default/files/images/pdf/who-indoor-air-mould.pdf>.
- Simba Cumbajín, E. S. (2007). La impermeabilización en construcciones nuevas y existentes. Proyecto previo a la obtención de título de tecnólogo en Administración de proyectos de la construcción, Escuela Politécnica Nacional, Quito. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1310/1/CD-0562.pdf>
- Tejera Garófalo, P. (2014). Fichas Técnicas para el diagnóstico de Edificaciones de Vivienda. C.1 IMPERMEABILIZACIÓN Y ACABADOS. Universidad de Alicante.
- Tejera Garófalo, P. (2015). La Ciencia de las Patologías Estructurales.
- Varela L., A., & Ron R., S. (04 de 10 de 2022). BIOWEB. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Obtenido de <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>

Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

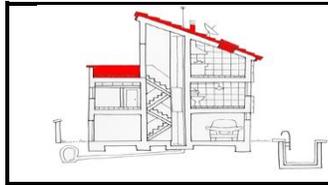
No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

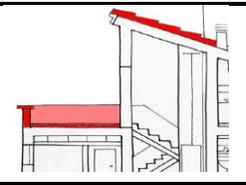
El artículo no es producto de una publicación anterior.

Anexos





C. CUBIERTA
C.1 IMPERMEABILIZACIÓN
Y ACABADOS
FICHA DE INSPECCIÓN.
RECOGIDA DE DATOS



©TEST
 MANTENIMIENTO

DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

Características		Datos complementarios	
Azotea, tipología			
Tránsito	No transitable Transitable	Existencia de aislamiento acústico	SI NO
Impermeabilización	Láminas bituminosas oxiasfalto	Existencia de aislamiento térmico	
	Láminas bituminosas, betún modificado		
	Láminas de PVC, resistentes a la intemperie		
	Elastomérico		
	Elastomérico con acrílicos		
Juntas de dilatación	Elastoméricos reforzados con fibra sintética		
	Terrazo		
	Mortero		
Acabado	Caucho sintético		
	Pavimento cerámico		
	Losas flotantes		
	Gravilla		

Modificaciones del estado original			
	SI	NO	OBSERVACIONES
Ampliación que altera el estado y composición original de la cubierta			
Aberturas en la cubierta para la colocación de lucernarios y claraboyas			
Aberturas en la cubierta inclinada para la incorporación de ventanas			
Pavimentación sobre el actual acabado			
Impermeabilización autoprottegida sobre el actual acabado			
Año modificación...			

ESTADO DE CONSERVACIÓN

Nivel de daño 4: Buen estado aparente %

Sin necesidad de intervención.
 No se detectan ni se conocen problemas por esta causa.
 No se aprecian humedades.

Nivel de daño 3: Lesiones leves %

Presenta una falta de mantenimiento que requiere pequeñas reparaciones en piezas y accesorios; tales como cumbreras, remates perimetrales, canalones, Se recomienda la sustitución del 10% de las piezas de acabado o cobertura. Humedades parciales por problemas puntuales de filtraciones.

Nivel de daño 2: Lesiones graves %

El estado de degradación es importante, se requieren reparaciones generalizadas, con sustitución de piezas o reconstrucción del acabado de cubierta hasta un 60%. Impermeabilización localizada, reparar sumideros; y agudizar alguna pendiente. Humedades notables y generalizadas por filtraciones.

Nivel de daño 1: Lesiones muy graves %

El estado de degradación es grave. Necesidad de una intervención inmediata o reparación o sustitución superior al 60% del acabado de cubierta. Graves problemas de humedades y penetración de agua, con necesidad de intervención inmediata.

SÍNTOMAS A OBSERVAR

Localización

- Uniones entre los diferentes elementos constructivos.
- Encuentros de distintos materiales y acabados.
- Juntas de dilatación.
- Paramentos en orientación norte.
- Zonas de desagüe.

En general, se comprobará

- Sistemas de anclaje y fijación.
- Correcto funcionamiento de desagües.
- Existencia de protección solar.
- Condiciones de utilización y mantenimiento.

LESIONES

- Pérdida de impermeabilidad.
- Mal estado de anclajes y fijaciones.
- Mal estado de sellados, juntas, masillados.
- Canalones y desagües taponados.
- Presencia de hongos y/o plantas.
- Presencia de manchas y humedades.
- Cubierta plana.
- Acumulación de agua en ciertas zonas, por pendientes insuficientes.
- Deformaciones en pavimentos.

Fuente: Tejera Garófalo, 2014.

