



UNIVERSIDAD CENTRAL

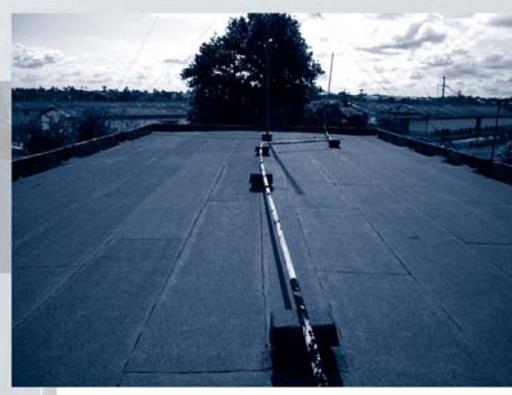
"MARTA ABREU" DE LAS VILLAS

FACULTAD DE CONSTRUCCIONES
DEPARTAMENTO DE ARQUITECTURA

TRABAJO DE DIPLOMA

TÍTULO:

COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE
IMPERMEABILIZACIÓN CON LÁMINAS BITUMINOSAS
EN LA PROVINCIA VILLA CLARA



AUTOR: RAFAEL ORDAZ TORRIJO.

TUTORES: Dr.Arg. FERNANDO SÁNCHEZ RODRÍGUEZ
Ms.C. ROSA MARÍA GARCÍA MUÑOZ

SANTA CLARA
CURSO
2008-2009

RESUMEN

En el trabajo se estudia uno de los sistemas de impermeabilización que más desarrollo ha tenido en el mundo en los últimos 30 años, y que también ha sido utilizado profusamente en el país, se trata de los sistemas mediante láminas bituminosas asfálticas.

Dentro de las múltiples facetas que de ellos se pueden estudiar, se decidió, a partir de sugerencias de especialistas del Grupo Provincial de Impermeabilización del Micons, analizar el comportamiento que han tenido en la provincia de Villa Clara, a partir de su uso en diferentes cubiertas. Para esto se propone un procedimiento de evaluación que considera cuatro variables, con sus indicadores que las definen, así como los parámetros que se pueden utilizar para la evaluación de las mismas.

Definido el procedimiento se realiza la aplicación a una muestra aleatoria de edificaciones que fueron impermeabilizadas con ese sistema y a las cuales se podía tener acceso. Esa aplicación permitió recoger los datos necesarios para evaluar las variables y el estado técnico de las cubiertas. Ambos elementos son resultados que contribuyen al estudio del sistema en las condiciones del país y a contar con información para tener en cuenta en los proyectos y ejecuciones con estos sistemas.

SUMMARY

In this work, one of the waterproof systems with most development in the world during the last 30 years has been studied which also has been used deeply in the country and it is about systems through bitumen asphaltic plates .

Among the different phases that can be studied from them, it was decided to analyze their behavior they have had at Villa Clara province, according to the opinion of the group of provincial waterproof team of MICONS, and their use in different roofs. For this, an evaluating procedure is put into practice which considers four variables, with the indicators that define them, as well as the parameters that can be used in their evaluation.

According to the procedure, an application was done to a sample of buildings that were waterproved whith these systems and which had access. This procedure permitted us to collect the needed data for the evaluation of the variables and the technical conditions of the roofs. Both elemens are results that contribute to the study of the system in the conditions of the country and to gather information for further projets and the practice with these systems.

AGRADECIMIENTOS

Toda tarea embarga sacrificio y ayuda. Muchos profesores, amigos y compañeros contribuyeron con su hacer y el don del conocimiento a enriquecer esta tesis que hoy ofrecemos.

Agradecemos en particular la colaboración de mis tutores:

Dr. Arq. Fernando Sánchez Rodríguez por su confianza en mi, por el aliento que me brindó y por su detallada colaboración en la corrección del trabajo.

Ms C. Arq. Rosa María García Muñoz por haberme encaminado en este trabajo y por sus inteligentes correcciones.

Mis amigos y compañeros por su apoyo y entusiasmo.

A mi familia que le debo haber llegado a este momento y por apoyarme siempre en cada minuto de mi vida.

A mi pareja en especial que ha sido fuente de amor, apoyo moral y por su comprensión.

A todos.

DEDICATORIA

A mi madre en especial, que con tanto esfuerzo logró mi sueño.

A mi novia por el apoyo brindado en todo momento.

Gracias.

PESAMIENTO

**“La tecnología es positiva solo si la sabemos aprovechar, utilizándola para
nuestras más profundas y valiosas intenciones”**

Zaha Hadid

INDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. GENERALIDADES	9
1.1 Términos y definiciones.....	9
1.2 Características de la impermeabilización de las cubiertas con láminas en el mundo y Cuba.....	11
1.3 Características de las láminas bituminosas.....	15
1.4 Influencia de los polímeros.....	22
1.5 Tipo de impermeabilización.....	24
1.6 Aspectos fundamentales para el diseño, ejecución, explotación y conservación.....	27
1.7 Utilización de las láminas bituminosas en cuba.....	34
Conclusiones del capítulo.....	35
CAPÍTULO II. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN	37
2.1 Aspectos a tener en cuenta para establecer el procedimiento de la evaluación.....	38
2.1.1 Revisión de métodos.....	38
2.1.2 Entrevistas a especialistas.....	43
2.1.3 Revisión de documentos normalizativos.....	43
2.1.4 Búsqueda en Internet.....	43
2.1.5 Búsqueda en libros, conferencias, tesis de pre y postgrado.....	43
2.2 Metodología para evaluar las cubiertas impermeabilizadas con láminas bituminosas asfálticas.....	44
2.2.1 Breve explicación del procedimiento.....	45
Conclusiones del capítulo.....	52
CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN	53
3.1 Caracterización del universo.....	53
3.2 Aplicación del procedimiento.....	55

3.3 Análisis de los resultados.....	56
CONCLUSIONES GENERALES.....	79
RECOMENDACIONES.....	80
BIBLIOGRAFÍA.....	81
ANEXO.....	

INTRODUCCIÓN

Desde sus inicios, el hombre ha sentido la necesidad de protegerse de los efectos del medio ambiente y las inclemencias del tiempo, ha recurrido para ello, inicialmente a formaciones naturales como cuevas, cavernas, entre otros y luego a estructuras de su propia fabricación, todo esto ha estado presente a lo largo de su evolución.

Durante un extenso período de tiempo, al hombre no le es posible separar el soporte de la impermeabilización y no es hasta siglos más tarde, donde las civilizaciones Persa, Asiría, Griega y las posteriores que le siguieron, en que surge un concepto más acabado de la cubierta separándose la protección (impermeabilización) de la estructura o armazón.

Los griegos estudiaron factores muy importantes como las pendientes y la evacuación de las aguas o drenaje, ya en el Imperio Romano se utilizan nuevos materiales como el cementum y el concretum, que dan nuevas posibilidades y permiten una mayor terminación en la cubierta al poder sellar las juntas entre las piezas que forman la misma, así logrando una mayor estanquidad.

En la primera mitad del siglo XX se comienzan a utilizar otros materiales para la impermeabilización como las multicapas de fieltros saturados inorgánicos y orgánicos con diferentes protecciones, y en los años 70 aparece en Europa un nuevo sistema de impermeabilización de láminas bituminosas las cuales pueden ser de base asfáltica o de alquitrán, monocapas o multicapas, autoprotegidas o sin protección y con gran variedad y posibilidades de uso.

En inicios La Revolución triunfante implementa medidas a favor de solucionar los grandes problemas que presentaba el tema de la construcción en el país, el Estado Cubano y sus instituciones han jugado un papel fundamental en los aspectos tecnológicos y legales con el objetivo de atenuar o dar respuesta en gran medida al

tema habitacional. Si anteriormente era el Enrajonado y Soladura la técnica más usada, a partir de este momento por requerimientos de los sistemas constructivos empleados en cuanto a tipología y rapidez de ejecución, se comienzan a utilizar las láminas de fieltro-asfalto desde la década del 60 hasta finales de los 80.

El país no escapa a la situación internacional y el problema de la falta de estanquidad en cubiertas, fundamentalmente las pesadas clasificadas como planas. Aun hoy, el hombre tiene como premisa la búsqueda de nuevas soluciones y su permanente preocupación por eliminar las filtraciones, teniendo a las humedades como principal enemigo de las construcciones, estos problemas se han agravado en los últimos cinco años, debido a la afectación sucesiva que ha sufrido el país (y su región central) por el paso de huracanes, cuyo impacto en el campo de las edificaciones ha sido muy sensible, lo que requiere cíclicamente de la movilización de cuantiosos recursos materiales que el Estado ha tenido que dedicar de sus reservas estratégicas para la recuperación y reconstrucción.

Estas cubiertas, no habían tenido un método de experimentación o evaluación de su efectividad bajo las condiciones de Cuba. Así mismo, tampoco se ha realizado un estudio, de cuales son los posibles defectos que se pueden generar durante la etapa de proyecto, ejecución y explotación, que sean a su vez las causas de deterioros durante la explotación.

El presente trabajo pretende evaluar mediante esta investigación el comportamiento de los sistemas de impermeabilización con láminas bituminosas en la provincia de Villa Clara y hacer recomendaciones para la correcta explotación y conservación del elemento, con vistas de lograr una herramienta efectiva, que asegure la durabilidad y el correcto funcionamiento de este tipo de cubiertas, y que pueda ser utilizada por los organismos del sistema.

SITUACIÓN PROBLÉMICA

Un gran surtido de sistemas de impermeabilización mediante láminas bituminosas ha sido la tecnología más empleada en los últimos 20 años para las cubiertas pesadas del país. Numerosas han sido las firmas suministradoras, las características de los productos, el tipo de cubierta sobre los que se han aplicado, así como la calidad de los proyectos, la ejecución y hasta la explotación, entre otros factores. El comportamiento que han tenido esos sistemas, a partir de los elementos mencionados, no ha sido estudiado ni a escala de país ni del territorio, por lo que no es posible hacer una evaluación de los mismos en cuanto a su adecuación a las condiciones del país, su estado técnico actual, ni tampoco hacer propuestas sobre el futuro empleo de uno u otro sistema.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

¿Es posible evaluar el comportamiento que han tenido los sistemas de impermeabilización con láminas bituminosas en Villa Clara a partir de las diferentes variables que intervienen en la misma?

OBJETO DE ESTUDIO

Los sistemas de impermeabilización de cubiertas pesadas con láminas bituminosas en Villa Clara.

HIPÓTESIS

La evaluación del comportamiento de los sistemas de impermeabilización de cubiertas pesadas con láminas bituminosas permitirá conocer cómo ha sido su adecuación a las condiciones de la provincia de Villa Clara, su estado técnico actual, así como poder tener presente los análisis y resultados obtenidos en la tesis en las nuevas inversiones y rehabilitaciones de las impermeabilizaciones que se realicen en el territorio.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar el comportamiento de los sistemas de impermeabilización de cubiertas pesadas con láminas bituminosas en Villa Clara.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar los sistemas de impermeabilización que clasifiquen dentro del objeto de estudio.
2. Establecer un procedimiento para la evaluación del comportamiento de los sistemas de impermeabilización.
3. Evaluar el comportamiento de los sistemas de impermeabilización con láminas bituminosas en Villa Clara.

TIPO DE INVESTIGACIÓN:

Exploratoria: Presenta el fenómeno de el comportamiento de los sistemas de impermeabilización de cubiertas pesadas con láminas bituminosas en Villa Clara.

Descriptiva: Sustenta sus basamentos en la descripción de un fenómeno, del cual solo se conocen sus consecuencias.

MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Histórico-Lógico: Usado para describir el desarrollo e impacto de la problemática que se pretende estudiar.

Analítico-Sintético: A través de la síntesis analítica es posible construir posiciones teóricas que se sustentan en la percepción de aquellas unidades básicas para el estudio.

Inductivo-Deductivo: Descrito para lograr mediante la inducción y el análisis la visión categórica de los hechos que sirven de sustento a la tesis.

Análisis Documental: Se centra en el análisis de los documentos y de las diversas fuentes de información que sirven de apoyo a los procesos investigativos.

Entrevista: Desarrollada para obtener criterios sobre las variables y la calidad del procedimiento de evaluación.

Muestra: Mediante muestreo intencional estratificado se decidió que fueran entrevistados aquellos especialistas más prominentes en la materia de acuerdo a su experiencia en el tema.

Métodos de Nivel Matemático

Análisis Porcentual: Usado para conocer matemáticamente el criterio de las unidades de observación.

NOVEDAD

El análisis de los antecedentes para la investigación realizada permite afirmar que es primera vez que realiza un estudio como el que se propone.

APORTES

Los aportes fundamentales del presente trabajo se pueden dividir en:

Metodológico: Propuesta de un procedimiento para la evaluación del comportamiento de los sistemas de impermeabilización con láminas bituminosas.

Técnico: Ofrece criterios sobre la forma de evaluar el estado técnico de este tipo de impermeabilización y los principales factores que intervienen en el mismo.

Económico: Colabora en eliminar defectos que limitan la vida útil de los sistemas estudiados y por consiguiente en la necesidad de reponerlos antes de alcanzar el término de su vida útil.

Introducción

- Fundamentación.
- Situación problemática.
- Problema de la investigación.
- Objeto de estudio.
- Hipótesis de la investigación.
- Objetivo general.

- Objetivo específicos.
- Metodología de la investigación.
- Novedad.
- Aportes.
- Caracterización bibliográfica.
- Anexos.

Capítulo 1

En este capítulo se realizó una caracterización del problema de estudio sobre la base del análisis de las fuentes bibliográficas, enfatizando la situación actual de impermeabilización en edificaciones en el mundo y Cuba, se dan características de las cubiertas pesadas conformadas por láminas bituminosas que más se utilizan en la actualidad en el país.

Estructura del capítulo

1.1 Términos y definiciones.

1.2 Características de la impermeabilización de las cubiertas pesadas con láminas en el mundo y en Cuba.

1.3 Características de las láminas bituminosas.

- Información brindada por fabricantes, investigaciones anteriores, entrevistas, información de proyecto, documentos técnico-normalizativos, etc.

1.4 Influencia de los polímeros en la conformación de las láminas.

1.5 Utilización de las láminas bituminosas en Cuba.

- Las firmas más utilizadas en Cuba.
- Situación actual de las láminas empleadas en Cuba.

Conclusiones del capítulo.

Capítulo 2

En este capítulo se realizó el procedimiento para la evaluación del comportamiento de las láminas bituminosas empleadas en la impermeabilización de cubiertas. Donde el

objetivo principal es el aporte de criterios metodológicos y prácticos para la evaluación de las cubiertas pesadas con este tipo de tecnología.

Lo cual la creación o diseño de un método de evaluación como vía para la obtención de mejores resultados es sin duda un paso imprescindible para el desarrollo de la impermeabilización.

Estructura del capítulo

2.1 Aspectos a tener en cuenta para establecer el procedimiento de evaluación.

2.2.1 Revisión de métodos.

2.2.2 Entrevistas a especialista.

2.2.3 Búsqueda en Internet.

2.2.4 Búsqueda en libros, conferencias, tesis de pre y postgrado.

2.3 Metodología para evaluar las cubiertas impermeabilizadas con láminas bituminosas (asfálticas)

2.3.1 Breve explicación del procedimiento.

Conclusiones del capítulo.

Capítulo 3

Este capítulo se desarrolla sobre la aplicación práctica de la metodología propuesta en el capítulo anterior para dicho trabajo diploma; con el objetivo de realizar una adecuada evaluación del comportamiento, e identificar cuales son las causas que llevan al deterioro, de las cubiertas con láminas bituminosas. Además se emiten criterios para una mejor evaluación de los daños.

Estructura del capítulo

3.1 Caracterización del universo.

3.2 Aplicación del procedimiento.

3.3 Análisis de los resultados.

Conclusiones del capítulo.

Caracterización bibliográfica

Conclusiones y recomendaciones

Referencias bibliográficas

Anexos

CAPÍTULO I. GENERALIDADES

El presente capítulo constituye un bosquejo general del marco de estudio, a través de una síntesis de la problemática de los sistemas de impermeabilización mediante láminas bituminosas en el mundo, en Cuba, y en particular, en el contexto estudiado de Villa Clara. Con el objetivo de analizar el comportamiento de las mismas, así como la calidad de los proyectos, la ejecución y hasta la explotación, que han tenido estos sistemas en la actualidad. Se incluyen además, definiciones básicas que permiten comprender los aspectos que se abordan en el trabajo.

1.1 Términos y definiciones.

Para una mejor comprensión de los temas se exponen algunos de los principales términos que se utilizan. Se expondrá a continuación la conceptualización de estos términos:

Banda y piezas de refuerzo

Banda de lámina bituminosa colocada en los puntos singulares encima o debajo de la membrana impermeabilizante, con el fin de asegurar la estanqueidad frente a los esfuerzos adicionales en dichos puntos.

Banda de terminación

Banda de lámina bituminosa colocada sobre la impermeabilización de los puntos singulares, con el fin de reforzar la estanqueidad y/o proteger la membrana de las acciones externas.

Elementos de sujeción metálica

Aditamentos resistentes a la corrosión, utilizados para la fijación puntual de elementos de la cubierta.

Imprimador

Producto bituminoso utilizado para la imprimación y la preparación de las superficies de los soportes que vayan a impermeabilizarse con el fin de mejorar la adherencia del

material impermeabilizante con el soporte.

Junta de dilatación

Corte o separación que se establece entre dos partes contiguas de una estructura destinada a permitir la libre dilatación de la edificación.

Lima tesa

Intersección de dos vertientes en saliente, hacia donde las aguas escurren.

Lima hoya

Intersección de dos vertientes en entrante hacia donde las aguas escurren.

Membrana adherida

Membrana totalmente adherida al sustrato.

Membrana impermeabilizante

Es el elemento del sistema de impermeabilización constituido por láminas u otros materiales que tiene como función proporcionar la estanqueidad de la cubierta.

Protección

Elemento estable o conjunto de ellos destinado a proteger a la membrana de los efectos de la circulación, así como de la acción de los agentes atmosféricos.

Protección ligera

Material o conjunto de materiales que constituyen el acabado del sistema adherido o no a la membrana. Estas protecciones pueden estar constituidas por láminas metálicas, pinturas, emulsiones o gránulos minerales.

Punto singular

Todo accidente en la superficie de la cubierta (tragante, pretil, encuentro con muro vertical, bases de equipos, etc.)

Sistema de impermeabilización

Conjunto de capas de una cubierta y está formado por la membrana impermeabilizante y otros elementos, los que estarán caracterizados por su naturaleza, número, orden, forma de colocación y dimensión.

Sustrato

Elemento o capa situada por encima del soporte horizontal sobre el cual se coloca la membrana impermeabilizante que tiene como función conformar pendientes para la evacuación de las aguas pluviales.

Solape

Zona formada por la superposición de elementos homogéneos.

Tragante

Boca de desagüe generalmente protegida por una rejilla.

1.2 Características de la impermeabilización de las cubiertas pesadas con láminas en el mundo y en Cuba.

La situación de la impermeabilización en las cubiertas es un problema que golpea grandemente a escala mundial, en Brasil país latinoamericano que tiene su historia muy parecida a la de Cuba con respecto a las cubiertas, y en específico la impermeabilización con mantas de betún modificados según la revista *téchne* de diciembre del 2008 (Teche, 2008) describe que, desde la década de 1920 en el país carioca la impermeabilización de los primeros edificios era de asfalto, importado

principalmente de Alemania y Suiza. Estas tendencias de aplicación de estos productos se extendieron hasta la década de 1940.

Ya en la década de 1930 el ingeniero Otto Baumgart trae de Europa un producto compuesto de sustancias como sales metálicas y silicatos, estos aplicables a sistemas rígidos, estos materiales son usados hasta hoy.

En 1950 fue una década de crecimiento de Petrobrás, del Consejo Nacional de Petróleo y de la Refinería Presidente Bernardes en Cubatao. La Industria Brasileña de Impermeabilización (IBI) se desenvuelve lanzando nuevos productos al mercado, surgen las emulsiones y soluciones asfálticas, también de fieltro asfáltico y asfalto oxidado todos estos de producción nacional.

En la década de 1960 crece la penetración del mercado con la realización de dos elastómeros sintéticos estos fueron el neopreno y el hipalov, como también en esa época se fabrica las primeras mantas elastoméricas butílicas este resistente a variaciones térmicas a la intemperie, las mantas butílicas son adecuadas para el uso en estructuras sujetas a grandes movimientos.

En los años 70 la (ABNT) Asociación Brasileña de Normas Técnicas crea la primera comisión de estudio de impermeabilización las primeras normas técnicas surgen a mediados de la década es fundado la IBI (Industria Brasileña de Impermeabilización) para difundir informaciones técnicas a fabricantes, aplicadores, constructores y profesionales de órganos públicos y otras entidades.

En los 80 el mercado comienza a utilizar mantas de EPDM producto elastomérico de características semejantes a las mantas butílicas. Surgen también las mantas asfálticas con armaduras de poliéster que se adhiere a base de asfalto oxidado.

Ya a partir de 1990 sigue el desarrollo de las láminas con acabados diversos como aluminio, ardosia y poliéster donde también las nuevas materias primas le confieren mejor resistencia mecánica y química a las láminas.

Según la revista (Teche, 2008) brasileña en entrevista al gerente de marketing e Emil Fehr plantea que "el mercado brasileño tiene visto el surgimiento de diversos productos de base bituminosa con características interesantísima. No en tanto, alerta muchos productos importados fueron desempeñados para realidades diferentes a Brasil tales como el clima, sistemas constructivos, es necesario que las soluciones se ajusten a la realidad del país lo ideal es la utilización de productos que ya estén previsto en una norma técnica brasileña" afirma Emil Fehr.

La problemática de Cuba hoy no esta ausente a la situación internacional y a los problemas que presentan las cubiertas con la falta de estanquidad, fundamentalmente en las pesadas clasificadas también como planas.

Desde 1920 se emplean en edificaciones del país las láminas de fieltro-asfalto "Built-up roofing" tanto en obras de carácter social como de vivienda. En los inicios de 1959 se viene realizando un enorme programa de construcciones en el país y con ello un grupo de medidas a resolver el problema de las filtraciones en cubiertas.

La técnica más usada hasta el momento del triunfo de la revolución era los empleados en cuanto a tipología y rapidez de ejecución. La producción y utilización de las losas de barro disminuye considerablemente y con ello, la mano de obra especializada en colocar las mismas se fue extinguiendo, imponiéndose en los 80 la incrementación de las láminas de fieltro-asfalto, esta técnica constituyó un 90 % de la impermeabilización de cubiertas, al ser más rápida su colocación, para dar respuesta al acelerado ritmo constructivo y no contarse con otras opciones.

Comenzada la década de los años 80 la situación respecto a la impermeabilización de las cubiertas se torna en extremo crítica, autores como Sánchez y García (1989)

consideran que entre las principales causas de la impermeabilización hay que destacar las siguientes causas de degradación:

- Utilización de fieltros orgánicos por inorgánicos
- Carencia de un programa y política de conservación de cubiertas y otras áreas
- Proyectos deficientes y en la mayoría de los casos la no existencia de los mismos
- Débil control del proceso inversionista
- Carencia de información científico-técnica
- Utilización de materiales no idóneos y de mala calidad en general
- Aplicación de la impermeabilización por personal no especializado
- Ausencia de un sistema o control de la calidad por parte del constructor
- Otros

Estos problemas y el régimen inadecuado de explotación a que son sometidas las cubiertas, hizo que las construcciones comenzaran su vida útil con defectos que aceleran su deterioro y por tanto las filtraciones.

En la década de 1980 según los autores Sánchez y García (1989) se crea en el país el Grupo Nacional de Impermeabilización con una representación en cada provincia para supervisar, asesorar y controlar la actividad. Se desarrolla la información Técnico-Normalizativa (Normas y Regulaciones de la Construcción, etc.), se introduce la temática de la impermeabilización como asignatura en los programas de las carreras de Arquitectura e Ingeniería Civil y se importan aunque a pequeña escala, nuevas tecnologías como mantas (Morter Plas, Sopralene, etc.).

En la década de los 90, el país pasa por una fuerte recesión económica luego del derrumbe del campo socialista y sufre actualmente del bloqueo económico impuesto por Estados Unidos, que ha hecho vulnerable la asignación de materiales y productos de la construcción, donde el país se ve en la necesidad de emplear técnicas alternativas de

escasa vida útil y pequeño espectro de aplicación, para darle solución a estos problemas.

A partir de la paulatina recuperación económica y el mejoramiento de las posibilidades financieras del país, se aprecia un incremento de la actividad de conservación fundamentalmente de la impermeabilización de cubiertas con técnicas y materiales de alta tecnología, pero contrariamente a ello, se incrementan las filtraciones por lo que el Estado y Gobierno vuelve a tomar una serie de medidas encaminadas a revertir esta situación dentro de las que se encuentra la revitalización del Comité Nacional de Normalización No.7. Impermeabilización, la creación de los Grupos Provinciales, la actualización de la Documentación Científico-Técnica, la exigencia de proyectos para toda área a impermeabilizar, la selección de los productos y materiales adecuados a utilizar y la capacitación y certificación de las brigadas aplicadoras entre otros.

1.3 Características de las láminas bituminosas.

Se consideran materiales bituminosos los que contienen en su composición asfaltos naturales, betunes asfálticos de penetración, betunes asfálticos de oxidación, alquitranes o breas.

Estos pueden ser imprimadores que se utilizan para la preparación de la superficie, pegamentos bituminosos y adhesivos para la unión de productos y elementos empleados en la impermeabilización, mastiques y armaduras bituminosas para la impermeabilización "in situ", materiales para sellado de juntas y productos prefabricados como láminas y placas.

Las láminas bituminosas según define la NC 55:2000 (Oficina de Normalización, 2000) son productos prefabricados laminares, cuya base impermeabilizante es de tipo bituminoso, destinados a formar parte fundamental de la impermeabilización, como sistema monocapa (compuesto por una sola lámina, por materiales de unión y, en

algunos casos, por imprimaciones) o multicapa (compuesto por varias láminas que pueden ser del mismo o de distinto tipo, por materiales de unión y, generalmente, por imprimaciones).

Existen distintos tipos de láminas bituminosas siendo las más conocidas las de oxiasfalto (por ejemplo Lamisfal) y las de betún modificado del tipo APP (Polipropileno Atático o Armofo) o SBS (Stireno Butadieno Stireno). Las mismas son sensibles a la acción de los rayos ultravioletas del sol, por lo que no deben permanecer expuestas. Pueden ser con o sin autoprotección y ésta a su vez puede ser mineral (con gránulos minerales) o metálica. Cuando en la manta a conformar la capa superior es no protegida, se colocará una capa separadora y sobre ésta se aplicará la protección pesada con losas de barro, baldosas, grava cemento, mortero, etc., según las condiciones de accesibilidad.

El espesor de las láminas está en dependencia de sus características, variando de 1,5 mm a 5 mm. Pueden estar reforzadas por una o más armaduras de velo de fibra de vidrio, tejido de fibra de vidrio, lámina de polietileno, lámina de poliéster y fieltro de poliéster, con una o más armadura.

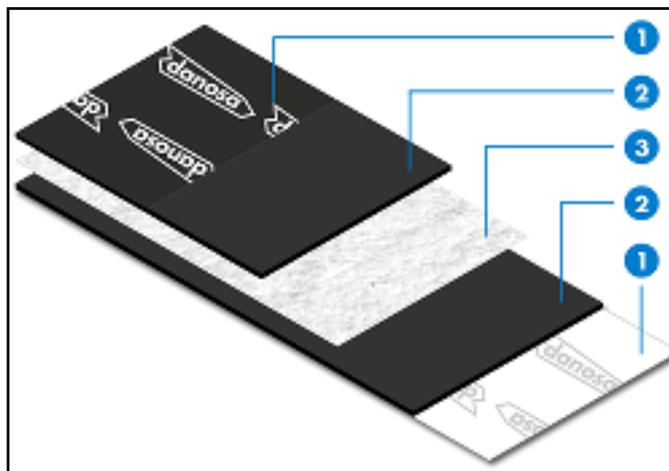


Figura 1.1 composición de la lámina

1. film plástico
2. betún modificado con elastómeros (SBS)
3. fieltro de fibra de vidrio

La impermeabilización mediante láminas bituminosas ya sean de oxiasfalto o betún modificado, es la técnica más usada actualmente para la impermeabilización de cubiertas. Según se define en la NC 55:2000 (Oficina de Normalización, 2000) la impermeabilización de cubiertas con láminas asfálticas, consiste en la conformación de una membrana colocada sobre el área a impermeabilizar aplicada flotante, semi-adherida o adherida según diseño, su membrana puede ser monocapa o multicapa, sin protección o con autoprotección de gránulos minerales o metálicas

Designación

Las láminas de betún modificado se designan con las siglas LBM seguidas de un guión y la masa nominal expresada en g/dm^2 , de otro guión, de las siglas correspondientes al tipo de armadura principal. Cuando la superficie de la lámina es autoprottegida entre la masa nominal y el segundo guión se intercala una barra oblicua seguida de la sigla G (protección mineral) o de la M (mineral). Así se tiene una membrana identificada como: LBM-50/G-FP se lee: lámina de betún modificado de $5 \text{ kg}/\text{m}^2$, con autoprotección mineral y refuerzo de poliéster.

Durabilidad

La durabilidad de estas láminas y de la impermeabilización que con ella se pueda lograr, depende en gran medida del espesor de la manta que se obtenga en su conformación. Ya que el deterioro comienza de la cara superior a la inferior, a medida que sea más gruesa será más duradera. Cuando la manta no posee protección incorporada (autoprottegida), es necesario protegerla con losas de azotea, baldosas, cerámica, grava-cemento, etc., ya que el daño fundamental lo recibe de los rayos ultravioletas del sol, más que de las altas temperaturas. Según fichas técnicas (16) consultadas de distintos fabricantes europeos, plantean que el tiempo de durabilidad es de 10 años.

Aplicación

Existe gran variedad de láminas y de combinación de éstas para dar respuesta a los requerimientos de las diferentes cubiertas o áreas a impermeabilizar. Se aplica sobre diferentes sustratos requiriendo siempre una superficie lisa, uniforme, firme, sin rugosidades ni oquedades que la dañen que se logra con un mortero de terminación. Las láminas de betún modificado del tipo SBS (modificada con elastómeros) su aplicación es mediante adhesivos y oxiasfalto en caliente, las del tipo APP (modificada con plastómeros) su aplicación es mediante fuego. A la hora de elegir cual se utilizará se debe tener en cuenta estas características, las condiciones de colocación (adherida o flotante), así como la membrana de refuerzo, (ya que la fibra de vidrio aporta mayor estabilidad dimensional pero la fibra de poliéster es más resistente al punzonamiento)

Comportamiento a las temperaturas

Las láminas de betún modificado pueden ser del tipo SBS (modificada con elastómeros) o APP (modificada con plastómeros). Las primeras (SBS) presentan mayor resistencia, se comportan mejor a bajas temperaturas y en soportes con movimiento, su flexibilidad y adherencia al sustrato es mayor, la resistencia es limitada al fuego (se degrada), su punto de fusión es a 20°C por lo que se reblandece algo, a temperaturas altas, en tanto las segundas (APP), tienen mejor comportamiento a altas temperaturas (32) además alto punto de fusión (140-150°C) este tipo de lámina se mantiene dura a temperaturas altas. También presenta alta resistencia al fuego.

Comportamiento ante los agentes atmosféricos

Varios especialistas tales como la Arq. Rosa Maria Garcia Muñoz, el Ing. Domingo Ravelo Rodríguez, el Ing. José Oriol Pérez Marichal, el Ing. Leonardo Cabrera Farias y el Arq. Oscar Luján Molina coinciden en plantear que las láminas de betún modificado con elastómeros (SBS) presentan menor resistencia a los agentes atmosféricos mientras que las del tipo (APP) tiene como característica gran resistencia ante los agentes atmosféricos (ver anexo 2).

Características de los rollos

Las laminas se producen y se envasan mediante rollos, según los fabricantes sus dimensiones son de 1 m de ancho x 10 m de largo para un rendimiento nominal de 8,9 m² aunque puede variar su longitud de 8m hasta 12m según algunos fabricantes, (se deduce los 100 mm de solape transversal y longitudinal).

Características de las armaduras

Las armaduras constituyen un matiz importante en la selección de las láminas bituminosas ya que aportan una serie de características que se ofrecen a continuación:

Tabla 1.1 Características de las armaduras

CARACTERÍSTICAS	FP	FV	TV	MV	FM	PE	PR
Resistencia a tracción	■		■	■	■		
Resistencia al punzonamiento	■				■		
Estabilidad dimensional		■		■	■		
Absorción de movimientos	■					■	■
Resistencia al desgarro	■		■	■	■		

FP : Filtro de poliéster

MV: Malla con filtro de fibra de

PR: vidrio

Film de poliéster

FV: Filtro de fibra de

FM: vidrio

Complejo filtro -
malla

TV: Tejido de fibra de

PE: vidrio

Film de polietileno

Cualidades que deben reunir las láminas

- Cumplir con los requisitos especificados por el fabricante (masa nominal, espesor, tipo de refuerzo, etc.)
- Ser resistentes al punzonamiento
- Presentar un aspecto uniforme y carecer de defectos tales como agujeros (excepto las perforadas), bordes desgarrados o no bien definidos, roturas, grietas, protuberancias, hendiduras, etc. Deben llevar al menos en una de sus caras, un material antiadherente mineral o plástico para evitar su adherencia cuando las láminas estén enrolladas. En cada partida el número de rollos que

contengan dos piezas debe ser menor que el 3% que el número total de rollos de la partida.

A continuación se verán algunas características de las láminas como manipulación, almacenamiento, forma de colocación de las láminas, embalaje de presentación, ventajas y desventajas tomadas de las diferentes normas (Oficina de Normalización, 55, 2000) (España. Ministerio de Obras Públicas, 1990) consultadas al respecto

Manipulación de las láminas

- Cada rollo se manipulará de forma tal que se eviten golpes y caídas del producto.

Almacenamiento

- Será en local techado aislado de la humedad y el sol
- Vertical las de betún modificado y horizontal las de oxiasfalto
- Separadas del suelo a través de madera o material equivalente
- Se evitará que sufran aplastamientos por cargas

Colocación de las láminas

Las láminas se podrán colocar sobre el sustrato de tres maneras estas pueden ser:

Flotante

Cuando sólo se adhiere al sustrato en el perímetro y puntos singulares la impermeabilización se adhiere salvo en puntos singulares tales como juntas, desagües, petos, bordes periféricos, etc. y en el perímetro de elementos sobresalientes de la cubierta, tales como chimeneas, claraboyas, mástiles, etcétera. En impermeabilizaciones no adheridas o flotantes, la necesidad de la protección debe determinarse por la acción del viento, de acuerdo con la NBE-AE Acciones en la Edificación. Vigente para evitar que dicha acción la levante.

Semi-adherido

El sistema semiadherido consiste en adherir la manta al sustrato entre el 15 y el 50% del total del área, incluyendo en ella el perímetro y puntos singulares.

Adherido

El sistema adherido consiste como su nombre lo indica, en adherir la impermeabilización a toda la superficie del sustrato o base. Lo anterior puede lograrse con la aplicación conjunta de una capa de asfalto fundido o con calor de llama de soplete, que es la forma utilizada en nuestro país.

Ventajas de las láminas bituminosas

- Poseen espesor uniforme
- Su producción es industrializada
- Con su aplicación se humaniza el trabajo
- Buen comportamiento ante los diferentes tipos de estructuras
- Buena durabilidad (10 años o más)
- Pueden ser transitables o no
- Permiten acabados de diferentes colores
- Pueden utilizarse tanto en cubiertas de nueva construcción como en reconstrucciones
- Adaptabilidad a las diferentes formas de cubiertas, etc.

Desventajas de las láminas bituminosas

- Requieren de mucho cuidado en su transportación, manipulación, almacenaje, colocación y explotación (protección ligera)
- Son susceptibles a daños mecánicos
- Deben estar protegidas contra el intemperismo (autoprotegidas o con protección pesada)
- Deben ser aplicadas por personal especializado

Embalaje y presentación

La lámina debe presentarse en rollos protegidos para evitar que se produzcan deterioros durante su transporte y su almacenamiento. Cada rollo debe llevar una etiqueta en la que figure como mínimo.

- a) el nombre y la dirección del fabricante del producto, y los del marquista o el distribuidor.
- b) la designación del producto de acuerdo con los apartados correspondientes a cada tipo de lámina.
- c) el nombre comercial del producto.
- d) la longitud y la anchura nominales del producto, en m.
- e) la masa nominal del producto por m.
- f) el espesor nominal del producto, en mm., excepto en las láminas Bituminosas de oxiasfalto y en las de oxiasfalto modificado.
- g) la fecha de fabricación del producto.
- h) las condiciones de almacenamiento del producto.
- i) en el caso de láminas con armadura; las siglas de la armadura principal y si tiene armadura complementaria, además, las de éstas. Las láminas deben suministrarse en rollos de una anchura nominal de 1 m como mínimo; no se admiten diferencias entre la anchura efectiva y la nominal, por defecto ni por exceso, mayores que el 1 %, salvo para las láminas con armadura de película de polietileno o de poliéster, en las que se admite una diferencia máxima de 1,5%. La longitud nominal debe ser igual a 5 m. como mínimo, la longitud efectiva no debe ser menor que la nominal.

1.4 Influencia de los polímeros en la conformación de las láminas.

En la presentación ofrecida en XII Conferencia Internacional del Techado y la Impermeabilización, Orlando – USA (2002), se ofrece una visión general de las características y propiedades de los productos que son importantes para las láminas asfálticas modificadas por polímeros, Poul Henning Jensen (2002) en dicha conferencia realiza la siguiente pregunta: “¿Cómo se puede mejorar y desarrollar un producto como

las láminas asfálticas?” Las láminas asfálticas de hoy son productos complejos que mezclan un gran número de componentes diferentes y vienen montados en compuestos laminados. Esto quiere decir que hay varios parámetros que juegan un papel importante en la lámina asfáltica modificada con polímero.

Durante los últimos años, varios informes y estudios han tratado de comprender el impacto de los componentes bituminosos en la conformación de las propiedades finales de la lámina.

Es un hecho generalmente aceptado que la composición genérica del betún es un parámetro importante y, por ello, se han venido aplicando unas pruebas, que proporcionan información sobre dicha composición, por parte de los numerosos investigadores que buscan unas propiedades de ligante basadas en el rendimiento, que permiten la predicción de la idoneidad de un ligante bituminoso para con los tipos de polímeros SBS o APP. Se debe tener en cuenta que algunas conclusiones no siempre se ven apoyadas por una suficiente experimentación, lo que las hace más bien especulativas.

Dependiendo del polímero escogido (SBS y APP son todavía los tipos de polímero más aplicados en la industria de la impermeabilización asfáltica), la composición genérica óptima del betún será diferente para obtener las características requeridas de la lámina. Generalmente se acepta que para la modificación con el polímero SBS, las fracciones de aromáticos y resinas contribuyen principalmente a la interacción betún polímero, mientras que para los polímeros APP, las fracciones de saturados y aromáticos son las más importantes.

Para los polímeros SBS, se ha dicho con frecuencia que la capacidad de expansión del polímero se incrementa a medida que se pasa de saturados a resinas y aromáticos. En cuanto a la estabilidad, el porcentaje de asfaltenos tiene un importante efecto en la estabilidad de las mezclas de betún elastómero. Para minimizar la viscosidad de la mezcla, el betún debe tener la adecuada composición de fase de maltenos según el

contenido de asfaltenos. Además, el betún con un contenido más alto de asfaltenos requiere una fase de maltenos relativamente rica en resinas para mantener la viscosidad de la mezcla dentro de unos ciertos límites. Un contenido en resina más alto ayuda a incrementar la flexibilidad final de la mezcla.

En caso de modificación del betún con APP, se supone que la expansión del polímero es una extracción de hidrocarburos saturados y aromáticos de peso molecular relativamente bajo, más una fracción de las resinas más polares, del betún para con el polímero. Una propuesta para conectar la composición del ligante del betún con la compatibilidad del polímero APP se basa en un diagrama en el que las proporciones asfaltenos-resina y saturados-aromáticos se usan como parámetros de los ejes.

Otros autores concluyen que la composición genérica es un parámetro clave para identificar el equilibrio coloidal del betún y que este equilibrio (representado por el índice coloidal) define la compatibilidad de este ligante con los polímeros APP y SBS. Advierten que un contenido más alto de asfaltenos + saturados es, por lo general, una buena señal de la mejora en la compatibilidad APP. Se debe observar, sin embargo, que para este parámetro, la cantidad de saturados parece jugar un papel más importante que la cantidad de asfaltenos.

La elección óptima del betún depende de la selección del polímero, la aplicación de la lámina, la técnica de fabricación, el clima, etc., que además exige una buena comunicación entre el productor del ligante y el fabricante de la lámina asfáltica para encontrar el ligante más apropiado para esta aplicación específica.

1.5 Tipo de impermeabilización

Existen varios tipos de impermeabilización y forma de emplear ya sea mediante sistema monocapa o bicapa, estos modos de colocación de la membrana están asociados a las condiciones y características de la cubierta a continuación se muestra la forma de colocación de colocación y su estructura:

Monocapa

Los tipos de impermeabilizaciones monocapa son los siguientes:

-PA-1, constituida por una lámina extrudida de betún modificado con polímeros(LBME) del tipo LBME-20-NA colocada sobre una capa de oxiasfalto (OA),de 1,5 kg/m² de masa como mínimo.

-PA-6, constituida por una lámina de betún modificado del tipo LBM-40 aplicada mediante calentamiento sobre la imprimación.

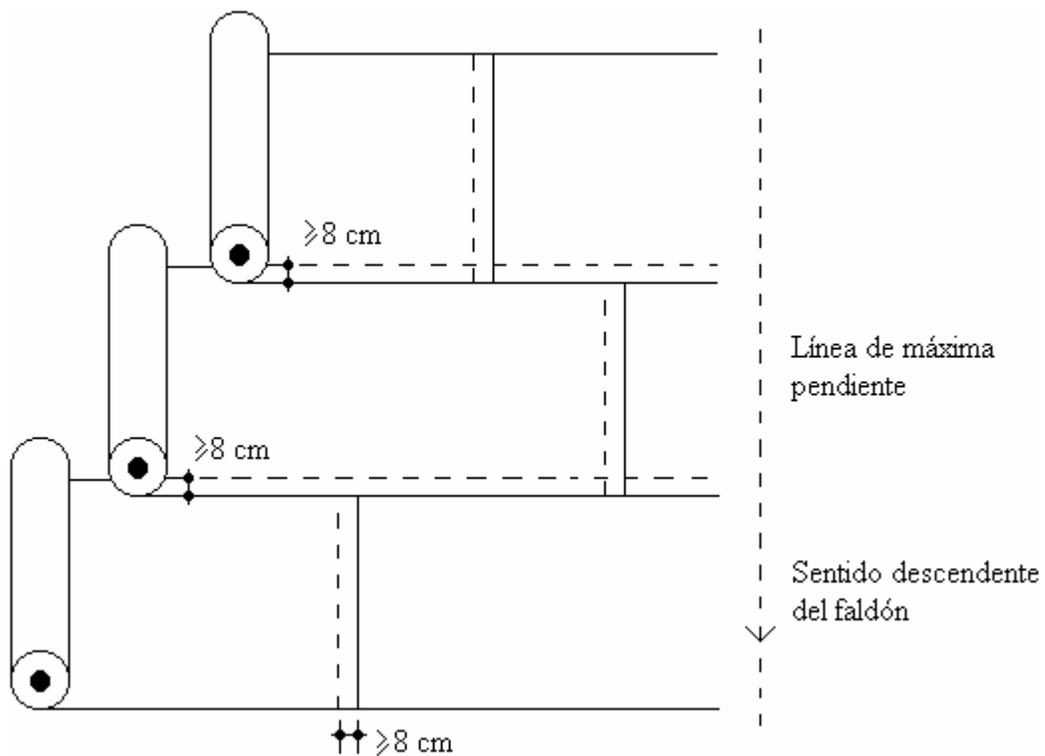


Figura 1.2 Colocación de las láminas de una impermeabilización monocapa

La estructura de las monocapas es la siguiente:

No protegida

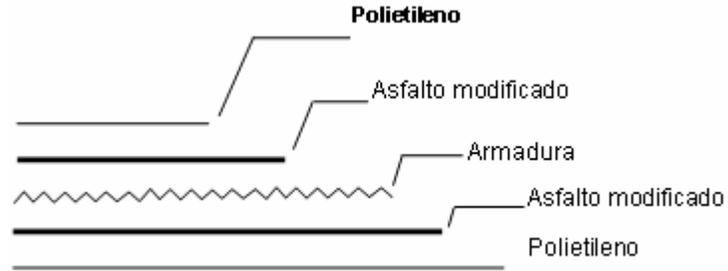


Figura 1.3 Estructura de la lámina monocapa sin autoprotección

Autoprotegida

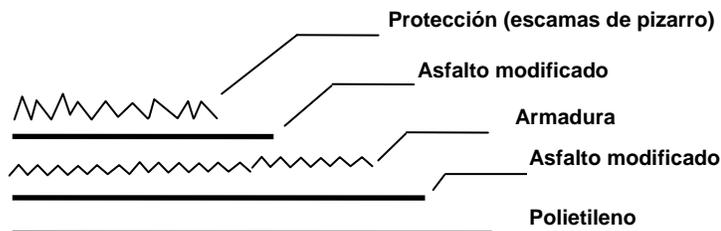


Figura 1.4 Estructura de la lámina monocapa autoprotegida

Bicapa

Los tipos de impermeabilizaciones multicapa con láminas bituminosa según plantea la norma (España. Ministerio de Obras Públicas, 1990) son los siguientes:

-PA-2, constituida por tres capas de oxiasfalto (OA), cada una de ellas de 1,5 kg/m² de masa como mínimo, entre las que se intercalan dos láminas bituminosas, del tipo LO-30 o por dos capas de oxiasfalto (OA) y dos láminas de betún asfáltico modificado del tipo LBM-24 colocadas alternativamente, empezando por una capa de oxiasfalto (OA).

-PA-3, constituida por cuatro capas de oxiasfalto (OA), cada una de ellas de 1,5 kg/m² de masa como mínimo, entre las que se intercalan tres láminas bituminosas del tipo LO-20.

-PA-7, constituida por dos láminas bituminosas del tipo LO-40 ó por dos láminas bituminosas con armadura de película de polietileno o de fieltro de poliéster.

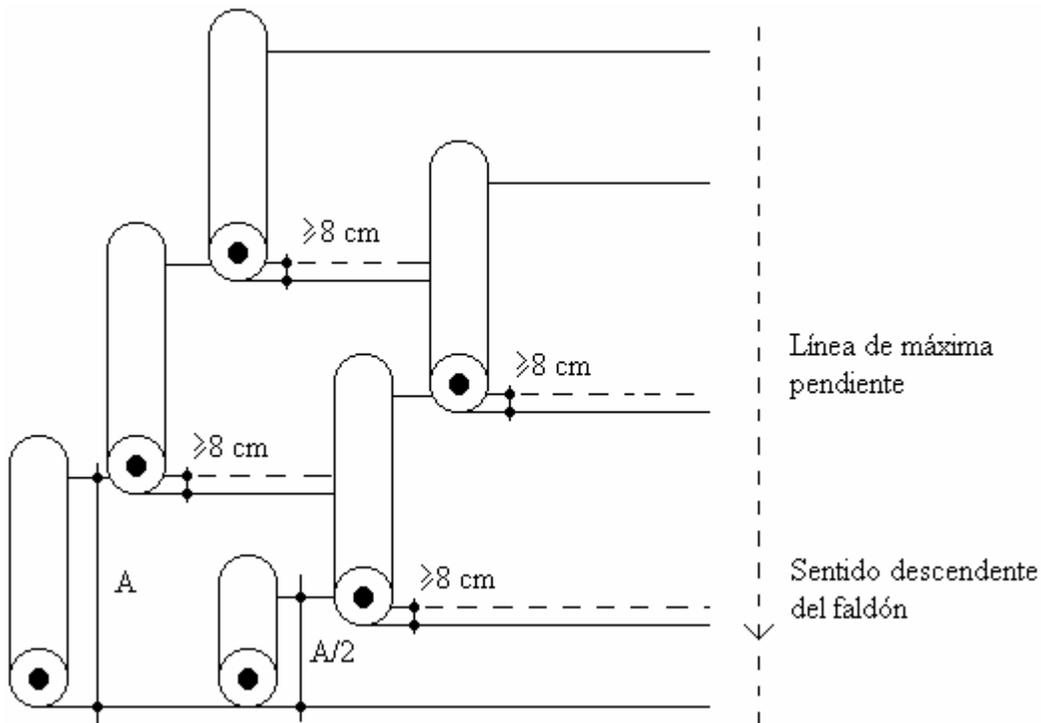


Figura 1.5 Colocación de las láminas de una impermeabilización bicapa

1.6 Aspectos fundamentales para el diseño, ejecución, explotación y conservación

A continuación se estudiará más detenidamente los aspectos fundamentales a tener en cuenta a la hora de diseñar (proyectar), ejecutar, explotar y conservar una impermeabilización con láminas bituminosas en cubiertas pesadas.

Diseño

Independientemente de que en cada país existen normas y regulaciones que tratan sobre este aspecto y en el caso específico de Cuba existe una Regulación de la Construcción para este fin, es posible delinear una estrategia metodológica para su estudio y elaboración.

La información mínima imprescindible a elaborar es la siguiente:

Planta de cubierta. Con información relativa a: ejes, juntas, cotas, elementos y construcciones sobre ellas, áreas de drenaje, posición de los sistemas de drenaje, pendientes, niveles y referencias a los detalles constructivos.

Se diseñarán los detalles necesarios para poder ejecutar el sistema propuesto. Particular importancia tienen los puntos críticos o singulares como son: uniones de los planos horizontales o inclinados con los verticales, sistemas de drenaje o desagüe, construcciones sobre la cubierta, pases de instalaciones, accesos y bases de instalaciones fundamentalmente.

Otros aspectos a evaluar son las condiciones externas (fundamentalmente ambientales): temperaturas y sus variaciones, contaminación, orientación respecto a vientos predominantes, humedad relativa intensidad de la lluvia, etc.

En la etapa de diseño intervienen varios factores que son determinantes para la impermeabilización de las cubiertas estos son los siguientes:

- a) Determinación de las pendientes
- b) Definición de las áreas de drenaje
- c) Selección de los sistemas de desagüe
- d) Selección del sistema de impermeabilización
- e) Solución de los puntos singulares

a) Las pendientes ocupan un lugar determinante para el correcto funcionamiento de cualquier sistema de impermeabilización. La rapidez y eficiencia en la evacuación del agua permite un mejor trabajo de los materiales impermeabilizantes y sistema en general. Pero también la pendiente influirá en la mayor o menor succión que pueda ocasionar el viento en la superficie de las cubiertas inclinadas.

La pendiente que debe tener una cubierta depende de:

- Características del soporte resistente
- La explotación

La pendiente a lograr está estrechamente relacionada con el sistema estructural y las cargas que soporta éste, siendo en la mayoría de los casos muy difícil de superar el 3% de pendiente con el relleno o enrajonado tradicional. La utilización de rellenos aligerados no siempre es factible por resultar difícil la apropiación de nuevas tecnologías y por lo costosas que resultan.

Siempre que la estructura y las condicionales de explotación lo permitan se logrará una pendiente mínima del 3% en los paños y del 2,5% en las limas Hoya.

b) La correcta definición de los sistemas de desagüe, resulta imprescindible en el buen encauzamiento de las aguas y que no existan obstáculos en su camino. Este aspecto está íntimamente relacionado con el sistema estructural de la edificación y por tanto con los niveles de relleno que se pueden alcanzar, las dimensiones de la cubierta en cuanto a su relación ancho-longitud, la altura, características arquitectónicas, etc.

c) Es muy importante la selección del sistema de desagüe tenemos que pueden ser mediante caída libre, gárgolas, bajantes pluviales aun más este último puede ser muy crítico porque cualquier obstrucción puede traer defectos.

Se preverá que existan las condiciones óptimas para la ejecución de los remates iniciales y el refuerzo en estos puntos elaborando detalles que eviten contrapendientes que dificulten la evacuación de las aguas.

La caída libre es la forma más simple de drenar la cubierta y los requisitos principales a lograr evaluar son las siguientes:

- Los aleros poseerán gotero y deberán tener un vuelo no menor de 30 cm. Esta especificación no la impone el sistema, sino que se recomienda en función de la protección de la fachada de la edificación.
- El área donde caigan las aguas debe tratarse para evitar las salpicaduras a la pared y garantizar un drenaje superficial u oculto. Según las normas, suelen recomendar que no se emplee para alturas mayores de 6 m y no utilizar sobre otras impermeabilizaciones cuya protección pueda ser afectada.

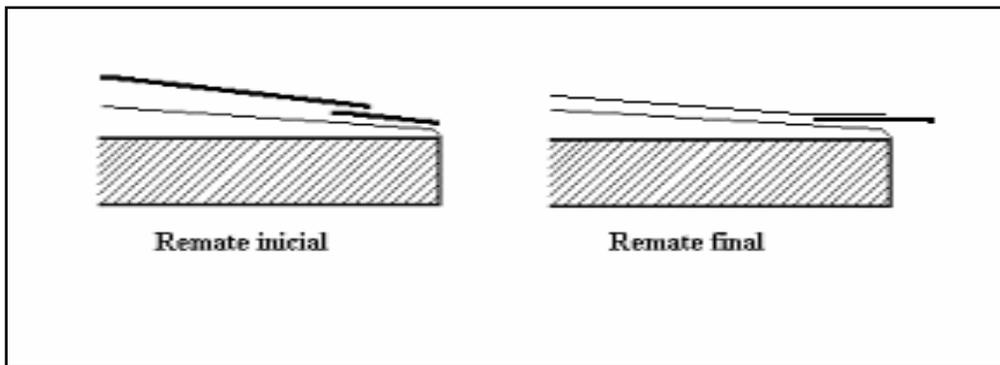


Figura 1.7 Solución mediante caída libre

El bajante pluvial es otro de los sistemas de evacuación de las aguas pero este puede presentar problemas de obstrucción

- La bocina del tubo deberá estar de 10 a 20 mm por debajo del plano de la impermeabilización para posibilitar los remates sin que se produzcan encharcamientos que puedan ocasionar deterioro de la lámina de forma que se filtre y provoque bolsas de agua debajo de la lámina.
- Podrán estar o no empotrados en los elementos constructivos, esto elimina la posibilidad de su mantenimiento y por lo general, ante obstrucciones y otros desperfectos, produce grandes daños al elemento que los contiene
- La entrada de todo bajante debe estar protegida con una rejilla o globo protector removible (cubiertas) para retener los residuos que puedan obstruirlos.

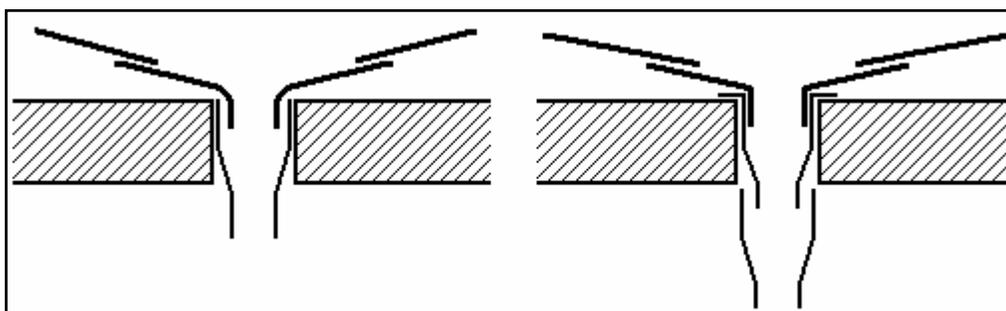


Figura 1.6 Bajante pluvial con remate inicial sin cazoleta y con cazoleta

La gárgola al igual que la caída libre, puede estar limitado por la altura de la edificación o por el tipo de protección que esta empleada sobre la cual descargará las aguas.

- Su sección será rectangular para facilitar la ejecución de los remates y su perímetro interior será similar al diámetro que le correspondería a un bajante pluvial según el área tributaria
- Su sección interior deberá estar de 10 a 20 mm por debajo del plano de la impermeabilización para posibilitar los remates sin que se produzcan encharcamientos
- No drenar sobre otras impermeabilizaciones cuya protección pueda ser afectada.

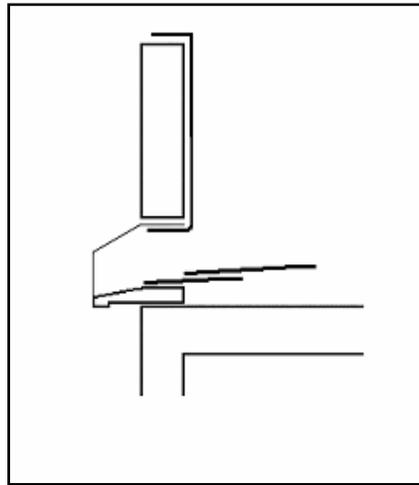


Figura 1.7 Solución mediante gárgola

d) En la evaluación del sistema de impermeabilización es necesario garantizar la compatibilidad entre el soporte resistente y la impermeabilización, así como elección del sistema más apropiado a partir de consideraciones técnicas, estético-funcionales, económicas, de explotación y conservación.

Según plantean los autores Sánchez y García (1989) existen normas y regulaciones que permiten contar con información suficiente para hacer la selección más adecuada.

Se pueden establecer métodos de evaluación cuantitativas de diferentes sistemas que garantizan una información válida para la selección. En este sentido podrían adoptarse parámetros de referencia a considerar para la evaluación y selección del tipo de impermeabilización tales como:

- El tipo de lámina y su refuerzo.
- La resistencia al punzonamiento estático de la lámina se obtiene por medio de la armadura y la resistencia al punzonamiento dinámico mediante la masa. Para su selección se tendrá en cuenta las condiciones de trabajo a que estarán sometidas en cuanto a temperatura, deformaciones estructurales y otros. La resistencia al punzonamiento de las láminas se obtiene con armaduras de tejido no tejido de poliéster y la estabilidad dimensional mediante armaduras de fibra de vidrio.
- Las condiciones de explotación ya sea transitable o no transitable.
- Forma de colocar la manta: adherida, semiadherida o flotante.
- Tipo de protección ya sea ligera o pesada.

Ejecución

Para la evaluación de la ejecución de la impermeabilización según lo consultado en normas (España. Ministerio de Obras Públicas, 1990) (Oficina de Normalización, 2000) plantean que:

- La superficie será resistente no sólo al tránsito sino que permitirá la adherencia de la lámina. Su terminación será uniforme, sin protuberancias ni oquedades y con la pendiente especificada en el proyecto.
- La superficie estará seca. En caso de lluvias se esperará como mínimo 48 horas antes de iniciar los trabajos y la humedad retenida en el soporte no sobrepasará el 8%.
- La cubierta estará limpia, sin materiales contaminantes como aceites, grasas, yeso, cal, etc.
- Las construcciones y trabajos de albañilería estarán terminados, así como las redes técnicas que además estarán probadas.
- Todos los encuentros entre la superficie horizontal y los paramentos verticales estarán suavizados con “ochavas” o medias cañas y las aristas vivas boleadas o achaflanadas.

- Estarán conformados los deprimidos o regolas en los paramentos verticales si así lo indica el proyecto.
- De existir bajantes pluviales o gárgolas, estarán acondicionadas según sea el caso.

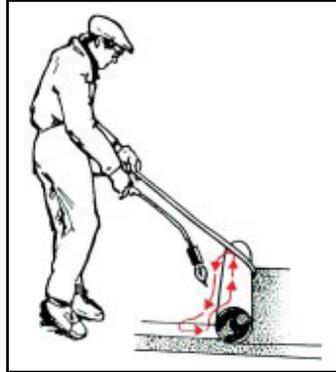


Figura 1.8 Correcta aplicación del soplete

Como se muestra en la figura 1.8 el obrero queda totalmente de frente por lo que observa y controla el calor aplicado a la membrana y a la superficie

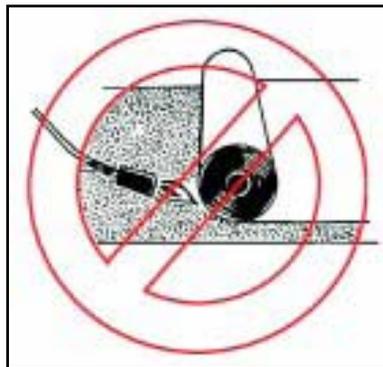


Figura 1.9 Incorrecto flameado

El flameado es incorrecto por lo que se observa el soplete prácticamente debajo de la membrana por lo que puede atrapar aire.

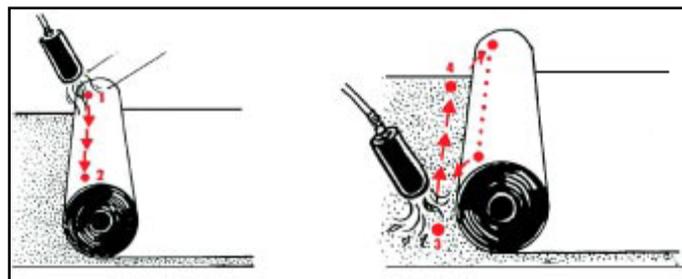


Figura 1.10 Movimiento continuo del soplete

El movimiento del soplete debe ser continuo permitiendo que la llama cubra el ancho completo de la membrana.

Explotación y conservación

Según lo que plantean las normas las cubiertas deben utilizarse solamente para el uso para el cual se hayan previsto.

En general, no deben almacenarse materiales en la cubierta. En el caso de que sea necesario dicho almacenamiento, debe comprobarse que éste no sobrepase la carga máxima que la cubierta puede soportar y, además, debe realizarse una protección adecuada de la impermeabilización.

No deben recibirse sobre la cubierta elementos tales como antenas, mástiles, etc., que perforen la impermeabilización o el aislamiento o que dificulten el desagüe de la cubierta.

Un mantenimiento adecuado comporta, en primer lugar, visitas periódicas de inspección y mantenimiento de la cubierta al menos una vez al año, realizando las operaciones siguientes:

- a) eliminación de cualquier tipo de vegetación y de los materiales acumulados por el viento.
- b) retirada periódica de los sedimentos que puedan formarse en la cubierta por retenciones ocasionales de agua.
- d) conservación en buen estado de los elementos de albañilería relacionados con el sistema de estanquidad, tales como aleros, petos, etc.

1.7 Utilización de las láminas bituminosas en Cuba.

En el país se viene impermeabilizando con un gran número de firmas y tipos de láminas bituminosas según información brindada por la especialista (García, 2009) las más conocidas y utilizadas en el país son la Morter Plas Standard ó AL y el Lamifal ó Lamisfal Alú. La primera producida por la firma Española TEXSA que fabrica los tipos

siguientes Morter Plas (normal ó standar) Morter Plas (con terminación de aluminio), esta firma en la provincia tuvo empleo a finales de la década de los 80 en obras sociales como en vivienda aunque no presentó una gran trascendencia, ya que su empleo fue poco.

En el país, luego se produce el Lamisfal que es una lámina de oxiasfalto constituida por una armadura continua de poliéster de 70 micras de alta densidad, recubierta por ambos lados con oxiasfalto y acabado antiadherente por ambas caras. En su versión autoprottegida presenta por la cara inferior un acabado antiadherente y por la superior una lámina de aluminio gofrado. Siempre se utiliza como membrana bicapa de Lamisfal cuando lleva protección pesada y terminada en Lamisfal Alu, en cubiertas con protección ligera y pendientes iguales o superiores al 5%.

Luego debido al detrimento que tuvo que enfrentar la economía cubana en la década de los 90, el país se ve en la necesidad de emplear técnicas alternativas de escasa vida útil y pequeño espectro de aplicación. En el año 1996 se introduce nuevas firmas extranjeras como la española Composan y la italiana Nord Bitumi S.P.A.

Masivamente a los finales de los 90 se emplean las láminas de la marca AISLA de SANCHEZ PANDO S.A., (n.d.) de España, también la marca IMPERASFAL, de producción nacional, estas bajo el concepto llave en mano mediante la COMERCIAL ESCAMBRAY S.A. con la aplicación de personal calificado. Luego el Ministerio de la Construcción generaliza este tipo de impermeabilización con láminas para las obras Batalla de Ideas extendiéndola ya fuese a obras sociales como viviendas dando un aporte significativo en la economía. Esto trajo como consecuencia que se realizara una revisión de las normas europeas y se adecuaran a nuestro país por las características de el clima y de las construcciones existentes estos son los DITEC.

En el año 2001 se emplea la lámina impermeabilizante marca ASSA (n d.) de fabricación española principalmente su empleo fue en obras sociales como escuelas.

Según la revista cubana de la construcción (OBRAS) publicada en el tercer trimestre del año 2000 escribe como título "El agua no pasa" hace referencia a la introducción de los productos suministrados por la firma I.B.C Internacional, que comercializa en Cuba bajo la marca Resigum, donde se vendió más de un millón de m² en el país, luego de un análisis y estudio de las condiciones climáticas, de la tipología constructiva y las posibilidades de ejecución del país.

Conclusiones del capítulo

Generalmente las firmas más utilizadas son la Bituplas de origen venezolano y la Resigum, Pluvite de Italia, Composan de España, estas últimas con autoprotección mineral y empleo en diferentes programas arquitectónicos ya sea escuelas, tiendas, viviendas entre otros. Generalmente en el país se utiliza la impermeabilización bicapa conformada por una capa de Lamisfal más una antipunzonante.

CAPÍTULO II. PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN.

El desarrollo de la sociedad en general trae aparejado la evolución en diferentes sectores, dentro de ellos el constructivo. Los materiales y las técnicas empleadas en la impermeabilización han sido disímiles, así como su utilización en diferentes partes del país, sin conocer su comportamiento a través del tiempo y hasta qué punto es sostenible su empleo por la falta de un instrumento evaluador conocido por proyectistas o inversionistas para seleccionar la tecnología apropiada en cada región y después determinar desde el análisis de los resultados, qué parámetros de proyecto, ejecución, explotación y otros, influyen positiva o negativamente, y valorar su posible cambio o adecuación al territorio.

En este capítulo se presenta el procedimiento que se ha establecido para la evaluación del comportamiento de las láminas bituminosas empleadas en la impermeabilización de cubiertas. Tiene como objetivo principal aportar criterios metodológicos y prácticos para la evaluación de las cubiertas pesadas con este tipo de tecnología. Para ello la creación o diseño de un método de evaluación como vía para la obtención de mejores resultados es sin duda un paso imprescindible para el desarrollo de la impermeabilización y por tanto de la construcción.

2.1 Aspectos a tener en cuenta para establecer el procedimiento de evaluación

Es necesaria la revisión de fuentes bibliográficas, ya que hay poca información al respecto por lo que sería de mucha ayuda poder establecer criterios para poder evaluar el comportamiento de las membranas impermeabilizantes. En este acápite la preparación que ha tenido el autor del presente trabajo, ha sido sobre la base de métodos aplicados anteriormente, entrevistas a especialistas, revisión de documentos técnicos normalizativos, búsqueda en Internet, investigación en libros, conferencias, revistas y otros.

2.1.1 Revisión de métodos

Para el análisis se consultaron ocho métodos, algunos de ellos relacionados directamente con el objetivo del presente trabajo y otros menos relacionados, pero de alguna manera aportan conceptos e ideas generales para la conformación de un procedimiento para la evaluación del comportamiento de los sistemas bituminosos.

A continuación se presenta una síntesis de ellos.

La Dra. Marietta Llanes (2006) desarrolló en su tesis doctoral un método de evaluación integral de soluciones constructivas para viviendas, a partir del análisis del ciclo de vida de la misma, donde incluye aspectos técnicos-constructivos y de diseño a partir, de los requerimientos urbano-arquitectónicos del escenario en que se aplique dicho método. Además pone a disposición de instituciones, organismos, empresas y otros centros del sector de la construcción una base de datos digital con toda la información relacionada con las soluciones constructivas seleccionadas.

El método propuesto está estructurado en cuatro etapas: diseño; ejecución; explotación y mantenimiento; e incluye la etapa de desuso y un sistema de parámetros, atributos e indicadores evaluadores. No obstante aporta un grupo de indicadores técnico-económicos que incluyen, durabilidad y mantenimiento, comportamiento de los elementos ante la agresividad del medio, costos, consumos de materiales, mano de obra, peso, tiempo de ejecución.

Por tanto el trabajo aporta muy pocos elementos para la conformación de un método de evaluación y sería posible tomar en consideración, algunos de los atributos que plantea tales como: facilidad para el mantenimiento y reparación de las instalaciones.

Otro autor, Antonio Jiménez (2002) realizó una evaluación de tecnologías constructivas “de avanzada”, con el objetivo de permitir a los profesionales tomar decisiones acerca de la idoneidad técnica, económica y ambiental de su empleo. Se trata más bien de una caracterización, no proponiendo ningún método de evaluación específico. Establece como variables los sistemas constructivos seleccionados para realizar el estudio y como indicadores aquellos que le permite caracterizarlos. A diferencia de otras metodologías, ésta presenta indicadores pero no atributos. Los indicadores que presenta resultan

apreciablemente limitados. Por estas razones los resultados pre sentados por el Arq. Jiménez en su esencia no podrá constituir una referencia que apoye la presente tarea de investigación.

La autora argentina Silvia Schiller (2006) encabeza un grupo de investigadores que asumen un método de evaluación conocido como método GBC, (Green Building Challenge) Desafío del Edificación Verde, él cual desarrollan y adaptan, identificando los temas y seleccionando los criterios a ajustar al contexto de Argentina.

El objetivo central de la investigación es desarrollar sistemas de evaluación de impactos ambientales que permitan identificar y valorar decisiones de diseño arquitectónico y urbano, con énfasis en los aspectos energéticos e impacto ambiental, a fin de plantear pautas de diseño y construcción que, introducidas en el proceso proyectual, tiendan a minimizar los impactos negativos en sus distintas dimensiones: ambiental, social y económica.

Se consideraron variables tales como forma, ubicación, orientación, relación con el medio circundante, entre otras. Las variables más relevantes, y sus respectivos indicadores, se clasifican en función de los principales factores generadores y receptores de impacto, tales como los climáticos – temperatura, humedad, asoleamiento, viento-, el entorno urbano –morfología, relación ancho/alto, vegetación, uso-, el edificio –sitio, morfología, componentes, materiales, tecnologías y por último actividades y usos –actuales y potenciales-. Los autores plantean que una de las deficiencias para la aplicación del método ha sido en su caso la falta de datos regionales, tales como el contenido energético de los materiales, emisiones de energías convencionales disponibles, etc.

La aplicación de este método es válido para la evaluación de proyectos con criterio sustentables, no obstante aportó de su sistema de variables, indicadores y procedimiento de medición algunos aspectos al método que se propone en la tarea de investigación del presente trabajo.

Benigno Abascal (1997) desarrolla un método que contempla aspectos presentes en el ciclo de vida de la edificación, pues presenta características técnicas de la etapa de diseño, de la producción y de la explotación y mantenimiento. Por otra parte el enfoque de este método evaluativo está dado por indicadores de consumo pero a partir de las partes componentes de la estructura, es decir la cubierta, el entrepiso, los muros de carga, divisorios y de cierre evaluando de manera independiente cada parte por lo que pierde integralidad.

El objetivo de este método es valorar cuales tecnologías constructivas deben comenzar a recuperar sus instalaciones productivas que en los últimos tiempos han dejado de explotarse. No obstante se consideran algunos aspectos de diseño, otros que están presentes en la ejecución y otros durante la explotación, estos fueron considerados para la elaboración del método en el presente trabajo de investigación, sin embargo los criterios de medida para evaluar los aspectos presentes en las diferentes etapas son en general superficiales y por tanto no pudieron ser tomados de referencia.

Carlos Gutiérrez (1988) desarrolla en su tesis doctoral un método para la evaluación integral de los sistemas constructivos, con el objetivo de evaluar los existentes en el país y que sirva para evaluar otros sistemas fuera del ámbito nacional. Aunque el método pretende una evaluación integral por atender problemas económicos, técnicos y sociales, que no sólo incluye indicadores técnico-económicos, sino aspectos de diseño y de satisfacción de necesidades sociales, como funcionalidad, calidad, confort; por lo que el método resulta insuficiente para la propuesta actual y finalmente no se realizó la evaluación con un carácter integral, por otra parte el sistema de indicadores y sus valores se determinaron en correspondencia con los tipos de sistemas constructivos a evaluar que incluían todos prefabricados, aunque finalmente el método fue aplicado solo para evaluar el conjunto de sistemas de grandes paneles. No obstante aporta un grupo de indicadores técnico-económicos que incluyen costos, consumos de materiales, mano de obra, peso, tiempo de ejecución y otros aspectos de diseño.

Maximino Bocalandro (1998), más que una evaluación de sistemas constructivos, lo que desarrolla es una clasificación de los sistemas en prefabricados y semiprefabricados. Muestra una tabla analítica de los sistemas valorando: programa arquitectónico, tipo estructural, material de la estructura, entre otros es decir el autor caracteriza las soluciones constructivas analizadas y mediante esta tabla el autor procesa los atributos a evaluar.

Por tanto el trabajo aporta muy pocos elementos para la conformación de un método de evaluación de soluciones constructivas para los objetivos propuestos en el presente trabajo y sería posible tomar en consideración, algunos de los atributos que plantea tales como: tipología estructural.

A manera de resumen aparecen en la tabla 1 los métodos de evaluación estudiados, donde se refleja: nombre del método, autor y año, temática que evalúa y los principales elementos que aporta a la conformación del procedimiento para la evaluación del comportamiento con láminas bituminosas en cubiertas pesadas.

Tabla 1 Resumen de métodos de evaluación estudiados.

Resumen de métodos de evaluación estudiados			
No	Nombre	Tema evaluado	Principales elementos que aporta a la conformación del procedimiento
1	Evaluación de Tecnologías Constructivas. Etapa de caracterización Jiménez (2002)	Evaluación de Tecnologías Constructivas. Etapa de caracterización	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de parámetros e indicadores
2	Vocación de las tecnologías constructivas de viviendas. Abascal (1997)	Evaluación de soluciones constructivas de vivienda	<p>Establecimiento de etapas (diseño, ejecución y explotación) para la posterior evaluación.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de un sistema de puntuación cualitativa y cuantitativa establecida en rangos de valores de bueno, malo o de alto medio, bajo expresado numéricamente
3	Método para la evaluación técnico económica de Sistemas Constructivos Gutiérrez (1988)	Evaluación integral de sistemas constructivos de grandes paneles	<p>Establecimiento de índices técnico-económicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Análisis comparativo de los sistemas constructivos. • Esquema de caracterización de los sistemas constructivos <p>Recomendación de utilizar criterios de expertos para establecer la importancia relativa de los elementos componentes del método de evaluación</p>
4	Aspectos Teóricos de la Industrialización de la Construcción. Bocalandro (1988)	Caracterización de sistemas constructivos prefabricados	<p>Aspectos a considerar en la caracterización de soluciones constructivas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de una clasificación de soluciones constructivas prefabricadas y semiprefabricadas
5	Método GBC, (Green Building Challenge) Desafío del Edificación Verde Schiller (2000)	Caracterización de sistemas constructivos prefabricados	<p>Aspectos a considerar en la caracterización de soluciones constructivas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de una clasificación de soluciones constructivas prefabricadas y semiprefabricadas
6	Método cualitativo de evaluación bioclimática, acústica y energética para el diseño y construcción sustentable de viviendas. [Martínez, 1995],	Evaluación de proyectos con criterios sustentables	Aspectos reflejados en parámetros que son principales factores generadores y receptores de impacto
7	Método de los indicadores evaluativos de diseño. [Pérez, 1994].	Evaluación cualitativa de los diseños y construcciones de viviendas sustentables	<p>Su enfoque en sistema para la evaluación de los aspectos bioclimáticos, acústicos y energética para el diseño y construcción sustentable de viviendas.</p> <p>Establece indicadores, atributos, así como criterios de medida y</p>
8	Método de evaluación de soluciones constructiva para viviendas en zonas compactas urbanas (Marietta Llanes, 2006)	Evaluación de proyectos de viviendas	<p>La importancia de considerar en la etapa de diseño aspectos como: la participación de la población, necesidad del desarrollo progresivo, confort ambiental y la influencia de los elementos urbanísticos en el diseño de la vivienda</p> <p>El uso de las normas y regulaciones para la proyección de viviendas, las que se toman como criterio para la evaluación</p>

Fuentes: tesis de la Dra. Marietta LLanes y Dr. Armando Velásquez.

2.1.2 Entrevista a especialistas

Aunque no constituyó una consulta a expertos como tal, se hicieron varias entrevistas a especialistas como la Arq. Rosa Maria Garcia Muñoz, el Ing. Domingo Ravelo Rodríguez, el Ing. José Oriol Pérez Marichal, el Ing. Leonardo Cabrera Farias y el Arq. Oscar Luján Molina (ver anexo 3). A estos compañeros se le distribuyó un documento para que reflejaran sus criterios de cuales podrían ser las variables o elementos, que a consideración de ellos se deben tener en cuenta para evaluar el comportamiento y se ofrecen resultados cuya respuesta esta en el (anexo 3).

2.1.3 Revisión de documentos normalizativos

Se han consultado muchos documentos en este sentido como normas, documentos de idoneidad técnica (DITEC), así como catálogos y fichas técnicas (ASSA, n.d.) de suministradores. Estos documentos se consultan con el objetivo de conocer los requisitos y especificaciones de diseño, ejecución, explotación y otros que posibilitaran los análisis posteriores para establecer los parámetros de evaluación.

2.1.4 Búsqueda en Internet

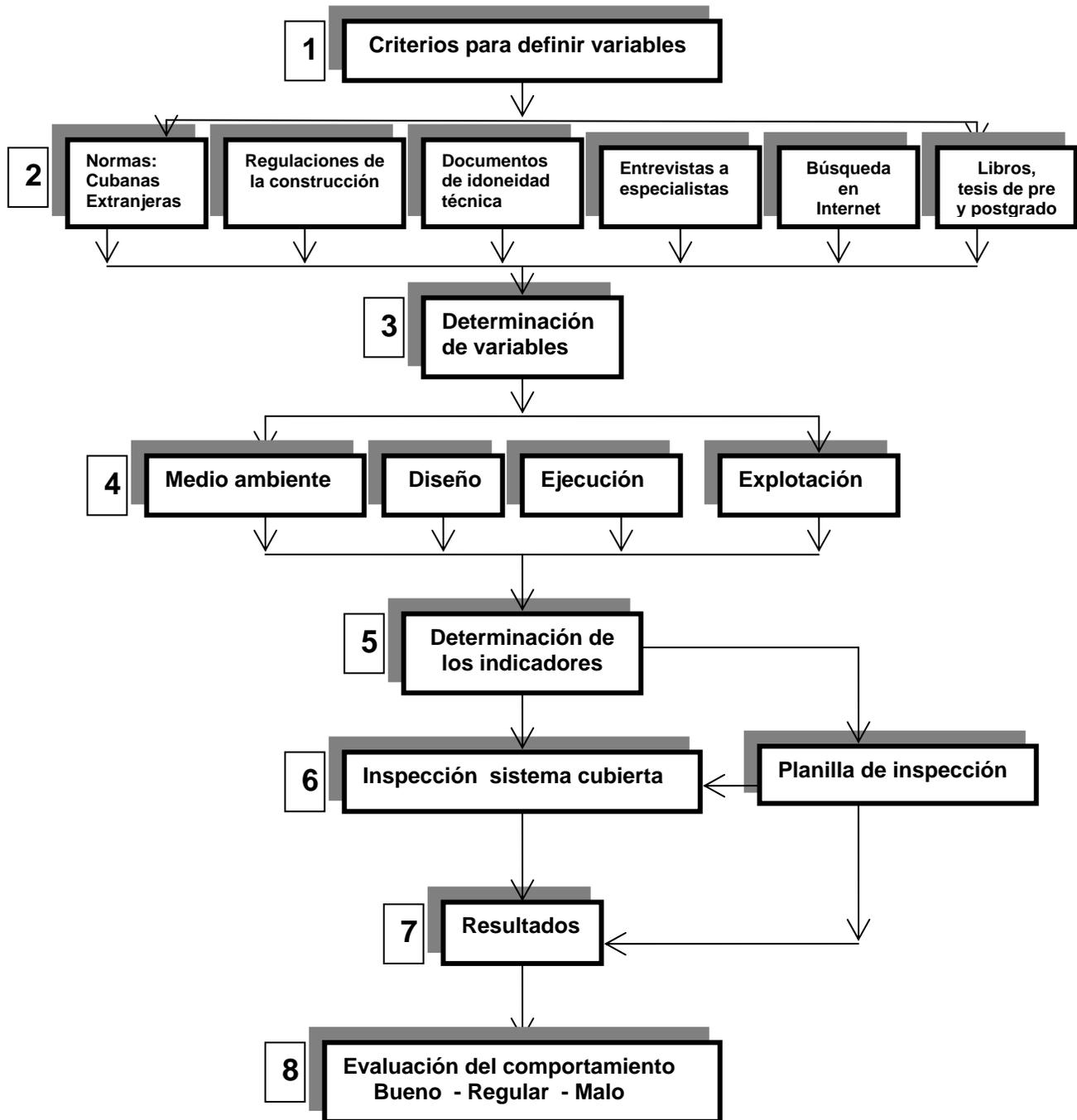
Los objetivos principales se basaron en la búsqueda de métodos similares, definiciones, criterios de expertos, normas extranjeras y fichas técnicas de fabricantes referentes al tema abordado.

2.1.5 Búsqueda en libros, conferencias, tesis de pre y postgrado

Se consultaron estos documentos con el objetivo de averiguar información sobre el tema.

De toda esta búsqueda se ha logrado establecer una metodología para poder determinar el comportamiento, luego de haber consultado toda la documentación de haber tenido los criterios de los especialistas finalmente se consideró necesario un esquema general para la conformación del procedimiento es el que aparece a continuación:

2.2 Metodología para evaluar las cubiertas impermeabilizadas con láminas bituminosas (asfálticas)



2.2.1 Breve explicación del procedimiento

1- Criterios para definir las variables

Como ya se vio en el acápite anterior se consultaron diversas fuentes tales como:

- Normas
- Entrevistas a especialistas
- Regulaciones de la construcción
- Documentos de idoneidad técnica
- Búsqueda en Internet
- Libros, tesis de pre y postgrado

3- Determinación de las variables

Sobre la base de las consultas a especialistas, revisión de normas, documentos de idoneidad técnica, búsqueda en Internet, libros y tesis de pre y postgrado se definieron las siguientes variables que intervienen en el comportamiento de los sistemas y son:

- Medio ambiente
- Diseño
- Ejecución
- Explotación

5- Determinación de los indicadores

Luego de haber expuesto las variables pasaremos a definir los indicadores para las mismas.

Variable Medio ambiente

- Intensidad de lluvia

Respecto al indicador de la intensidad de lluvia hay que tenerlo presente para zonas con mayor frecuencia e intensidad de lluvia, como pueden ser las montañosas, por lo que el comportamiento se evaluará de forma diferente para dichos lugares. La intensidad puede estar asociada también, a la forma en que la lluvia incide sobre una determinada área de la cubierta por ejemplo caída libre de cubiertas a desniveles. Estos aspectos pueden influir en cuanto al arrastre de la protección mineral, por lo que su

análisis a la hora del diseño debe tenerse en cuenta conjuntamente con la pendiente y el sistema de drenaje.

- Rayos ultravioletas

Este indicador tiene una incidencia importante en la durabilidad de las membranas asfálticas, ya que la no existencia de la protección o deterioro de la misma ocasiona daños irreversibles en los componentes de la masa asfáltica como puede ser el caimanismo.

- Vientos

Los vientos pueden succionar y desprender la membrana, así como los remates y solapes de la misma cuando estos no se encuentran bien adheridos.

- Temperatura

Este indicador y sus variaciones inciden directamente en el tipo de lámina según su composición, ya que las elastómeras (SBS) y plastómeras (APP) no tienen igual comportamiento ante el mismo. En el caso particular de la provincia de Villa Clara se tienen datos promedios aportados por el Centro Meteorológico Provincial ver (anexo VII) donde se representan temperaturas altas que están sobre los 26.4 y 27.7°C y las bajas entre 20.7 y 22.1°C por lo que los cambios bruscos pueden inducir deterioros en el comportamiento de la membrana tales como plegaduras, grietas, despegues de las juntas, de los remates, pérdida de protección, entre otros.

Variables diseño

- Pendiente

Según plantea la norma (17) la pendiente mínima para cubiertas pesadas en proyecto de obras nuevas será del 3 % en los paños y en ningún caso será menor del 2,5 % en las limas hoyas; para cubiertas en reconstrucción se admite el 1,5 % en las limas hoyas. En áreas húmedas, terrazas, galerías y otras áreas de circulación expuestas será de 0,5 % a 1,5 %.

- Puntos singulares

También llamados críticos, constituyen los puntos donde se debe prestar una atención esmerada tanto en la etapa de diseño, de ejecución como de explotación y conservación. Dentro de estos están los drenajes, las instalaciones pasantes, las bases de instalaciones de equipos, juntas de expansión y otros.

a) Drenaje: puede ser por caída libre, por gárgola, bajantes pluviales o combinación de los mismos.

Caída libre: puede rematarse con una losa de borde o que la membrana doble cubriendo el espesor de la losa. En la caída libre influye la forma del remate para garantizar la percepción y adherencia de la membrana.

Gárgolas: serán de sección de 100mm rectangular o cuadrada u otra similar que permita el remate correcto en estos puntos.

Bajante pluvial: la sección mínima es de 100mm. Cuando son plásticos se debe indicar el uso de cazoletas, calderetas pluviales, u otro elemento que posibilite el remate en estos puntos.

b) Encuentros con elementos verticales

En cuanto a los encuentros con elementos verticales es fundamental la indicación de ochavas o medias cañas que faciliten el dobléz y adherencia necesaria durante el proceso constructivo. Es importante también tener en cuenta el remate superior ya sea mediante deprimidos, rozas o ranuras, vierte aguas metálicos (flashing) u otra solución adecuada.

c) Pases de tuberías

En los pases de tuberías es importante la indicación de ochavas alrededor de la tubería y de un aro relleno con masilla asfáltica u otro aditamento que cumpla igual función.

d) Juntas de expansión

Hay que garantizar que la membrana no sea continua en estos puntos y que a su vez sean estancos. Lo anterior se puede lograr con albañilería, el uso de elementos metálicos, el empleo de piezas prefabricadas y otros.

e) Bases

Es importante prever las bases para tanques, instalaciones, equipos, antenas entre otros así como la forma de las mismas con el objetivo de garantizar el correcto remate de las membranas impermeabilizantes mediante deprimidos, rozas o ranuras y vierteaguas metálicos (flashing) entre otros.

f) Anclajes

Los anclajes y los apoyos de elementos tales como barandillas o mástiles, deben diseñarse de forma tal que no atraviesen la impermeabilización, estos deben fijarse preferentemente sobre paramentos o sobre bancadas apoyadas en el pavimento, por encima de la impermeabilización.

g) Acceso

La accesibilidad a cubierta permite el mantenimiento sistemático de la misma y siempre que sea necesario se concebirán caminos, escaleras o las soluciones que sean necesarios para garantizar lo anterior. En su diseño deben tenerse en cuenta aspectos similares a los indicados en los puntos b) y e).

- Distribución de las áreas

La distribución de las áreas influye en las pendientes a lograr y en la soluciones de drenaje a utilizar. A medida que sea mayor el área tributaria hacia los drenajes, mayor será la altura de relleno a emplear con el consiguiente análisis de carga y material a utilizar.

- Selección del material adecuado

Este indicador es importante ya que debe cumplir con las prestaciones a tener en cuenta según la importancia de la obra, el diseño arquitectónico, el valor patrimonial y el uso y explotación que tendrá la cubierta todo lo cual influirá directamente en la calidad y durabilidad a lograr.

Variable ejecución

- Calificación del personal que ejecutó la cubierta

Los operarios y brigadas estén certificados al igual que las empresas ejecutoras.

- Cumplimientos de los documentos técnicos normalizativos correspondiente a la actividad de ejecución.

Los operarios y brigadas cumplan con lo que dictan los documentos normalizativos.

- Cumplimiento de las especificaciones y detalles indicados en el proyecto.

Que se realicen los detalles tal y como viene en el proyecto.

- Que cuenten con las herramientas y útiles necesario para la actividad.

Los obreros en ocasiones no poseen las herramientas adecuadas y realizan los trabajos con medios propios por ejemplo: con cuchillas de afeitarse por lo que afectan la calidad de los cortes de la membrana.

- El cuidado de la transportación y almacenamiento de las láminas asfálticas.

Es muy importante el cuidado de la transportación y almacenamiento de las láminas asfálticas ya que puede influir en la calidad de los materiales por lo que un mal manejo y almacenamiento de los rollos asfálticos afectan posteriormente la calidad y la durabilidad de la impermeabilización.

- No violar la secuencia constructiva

Que los operarios respeten la secuencia constructiva, que no realicen trabajos de impermeabilización después de haber llovido, que no realicen trabajos de albañilería encima del impermeable entre otras.

Variable explotación y conservación

Los usuarios deben hacer un correcto uso y explotación de la cubierta. Lo correcto es que posean un manual donde se considere este aspecto y se indique el mantenimiento periódico por los usuarios.

6- Inspección de la cubierta

Teniendo en cuenta todos los elementos de los indicadores analizados anteriormente se toma un instrumento ó planilla de inspección confeccionada con anterioridad, a la cual se le incorporaron otros elementos a evaluar (ver anexo 1). Con dicha planilla se procedió a realizar la inspección, determinando los defectos y deterioros que presenta la impermeabilización. La clasificación de los defectos y deterioros se basó en la bibliografía consultada y en una base de datos que aparecen el (anexo 5). La planilla constituye un instrumento muy valioso para el evaluador, ya que además de facilitarle el trabajo constituye una referencia de las posibles patologías a determinar. Además del llenado de la planilla el evaluador realizara levantamientos, mediciones, entrevista a los usuarios, tomará fotos, apuntes y todo lo que le pueda facilitar el trabajo de gabinete.

7- Resultados de la inspección

Con la base de datos obtenida mediante la inspección, se pasa al trabajo de gabinete para la clasificación de las patologías en defectos y deterioros y a las variables a las cuales pertenecen. En este caso resultó muy importante la toma de fotos, los apuntes, la inspección visual del interior de los locales donde se producen las manifestaciones de humedad y filtraciones, la realización de entrevistas a los usuarios para entender como ha sido el comportamiento de la impermeabilización a través del tiempo, si se realizaron acciones de conservación (mantenimiento y reparación) y recopilar otros datos de interés.

8- Evaluación del comportamiento

Tras realizar el análisis completo del estado técnico de la cubierta y su impermeabilización, teniendo bien definidos y clasificadas las afectaciones en defectos y deterioros y con los datos suficientes recopilados durante todo el proceso de inspección y toma de datos, se tienen los elementos suficientes para clasificar el estado de la impermeabilización en BIEN, REGULAR y MAL.

BIEN

Cuando se cumplen con las normas y regulaciones establecidas para las etapas de proyecto, ejecución y explotación. Cuando los defectos o deterioros no son apreciables. El proceder será mantenimiento para mantener la funcionalidad de la cubierta y en la medida de las posibilidades eliminar los defectos que en algunas de las etapas se introdujeron.

REGULAR

Cuando los defectos y deterioros detectados correspondientes al proyecto, la ejecución y explotación son de menor gravedad y su erradicación no requiere considerables recursos. De existir filtraciones que las mismas sean localizadas o aisladas, por lo que se puede eliminar mediante reparación.

MAL

Cuando las filtraciones son generalizadas y la impermeabilización es irreparable y además los defectos y deterioros han ocasionado daños y afectaciones de envergadura a la estructura o parte de la misma, sometiéndola a riesgos.

Para determinar la clasificación de la lámina, se realiza la suma de los valores que se obtengan por parámetros evaluados en cada una de las variables, expresándose en valor cualitativo y cuantitativo determinando así como se comporta la membrana. A continuación se exponen los valores

Tabla 1 tabla evaluación del comportamiento

Evaluación cualitativa.	Evaluación cuantitativa.
BIEN	5
REGULAR	3
MAL	1

Conclusiones del capítulo

Los métodos de evaluación estudiados han aportado importantes elementos para la conformación del procedimiento de evaluación que se propone para este trabajo tales como: sistemas de parámetros, indicadores; recomendación de usar criterios de especialistas para establecer la importancia relativa de los elementos componentes del método de evaluación; y la aplicación de un sistema de evaluación cualitativa.

Los métodos anteriormente analizados no satisfacen los objetivos propuestos, es por esto, que se hace necesario desarrollar un procedimiento que se adecue a los objetivos del presente trabajo y permita la evaluación del comportamiento de los sistemas con láminas bituminosa.

Se puede destacar que existe la necesidad de definir algún instrumento que permita delimitar técnicamente el estado de las cubiertas los daños que puedan presentar por diversos factores. Esto pudiera adjuntarse como complemento al procedimiento para facilitar la aplicación del mismo, permitiendo disminuir considerablemente los deterioros.

CAPÍTULO III. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE IMPERMEABILIZACIÓN.

El presente capítulo se desarrolla sobre la aplicación práctica de la metodología propuesta en el capítulo anterior para este trabajo diploma; con el objetivo de realizar una adecuada evaluación del comportamiento de las membranas bituminosas asfálticas, e identificar cuales son las causas que llevan al deterioro de las cubiertas impermeabilizadas mediante este sistema.

La evaluación parte de la caracterización general del universo estudiado, determinando donde existen las mayores afectaciones y el análisis de los principales deterioros que pueden presentar estos sistemas y su comportamiento con la edad. También se emiten criterios para una mejor evaluación de los daños. Todos estos elementos mencionados constituyen fundamentos técnicos que complementan el procedimiento estudiado en el presente trabajo.

3.1 Caracterización del universo.

El estudio parte de la inspección realizada a un grupo de cubiertas que aparecen en los registros de especialistas de la actividad radicados en empresas del Micons y del grupo provincial de impermeabilización, los cuales fueron facilitados por la tutora (García, 2009). Posterior a un estudio de las edificaciones impermeabilizadas con láminas bituminosas asfálticas se procedió a una selección de aquellas edificaciones que contaran con datos confiables para el estudio como: fecha de impermeabilización, que presentaran accesibilidad, que se conociera quien las había aplicado, que tuvieran varios años de explotación, tipo de láminas utilizadas, programa arquitectónico y sistema constructivo. A continuación se presenta una tabla con el desarrollo de estos datos:

Tabla 3.1 Edificaciones seleccionadas

Edificación	Sistema constructivo	Sistema de impermeabilización empleado	Programa arquitectónico	Tipo de desagüe	Empresa ejecutora	Cuenta con proyecto	Edad	Tipo de lámina
CMHW	Mixto	bicapa	Social	bp	ECOAI 1	SI	4 años	SBS
MICONS	Prefabricado	bicapa	Social	cl - g	ECOAI 1	SI	5 años	APP
Esc. Trabajadores sociales	Prefabricado	bicapa	Social	cl - g	ECOAI 1	SI	6 años	APP
		1 monocapa	Social	g				
Tienda La Reina	Mixto	monocapa	Social	bp	Emprestur	NO	Más de 8 años	SBS
Tienda Siglo XX	Mixto	monocapa	Social	Cl	Emprestur	NO	Más de 8 años	SBS
Tienda Praga	Mixto	monocapa	Social	bp	Emprestur	NO	4 años	APP
Rpto José Martí								
No 4	Prefabricado	bicapa	Vivienda	Cl	ECOAI 1	SI	8 años	APP
No 8	Prefabricado	bicapa	Vivienda	Cl	ECOAI 1	SI	8 años	APP
No 10	Prefabricado	bicapa	Vivienda	Cl	ECOAI 1	SI	8 años	APP
No11a	Prefabricado	bicapa	Vivienda	Cl	ECOAI 1	SI	8 años	APP
No 20	Prefabricado	bicapa	Vivienda	Cl	ECOAI 1	SI	5 años	APP
No 54	Prefabricado	bicapa	Vivienda	Cl	ECOAI 1	SI	3 años	APP
Rpto Escambray								
No 5	Prefabricado	bicapa	Vivienda	Cl	ECOAI 44	NO	7 años	APP
No 129	Mixto	bicapa	Vivienda	bp	ECOAI 1	NO	7 años	APP
No 130	Mixto	bicapa	Vivienda	bp	ECOAI 1	NO	7 años	APP

Fuente: Archivo Grupo Provincial de Impermeabilización VC

Leyenda

bp- bajante pluvial

cl- caída libre

cl – g caída libre más gárgola

3.2 Aplicación del procedimiento.

El presente epígrafe corresponde a la aplicación del procedimiento para evaluar el comportamiento de las láminas empleadas en la provincia. Estos datos son recogidos mediante la planilla de inspección y el método creado en el capítulo anterior, para posteriormente procesar los resultados obtenidos de este procedimiento y a partir de ello emitir recomendaciones para mejorar las deficiencias encontradas.

Dicho procedimiento se llevó a cabo mediante visitas a cubiertas de diferentes edificaciones de Santa Clara, estas ya caracterizadas en el epígrafe 3.1; además se realizaron entrevistas directas para la indagación de datos así como la observación personal, con accesorios como tablillas, cintas métricas, nivel, calculadora, cámara fotográfica para apoyar los inspección. Los resultados de la misma quedan registrados de manera organizada por edificación (ver anexo I).

Se selecciona este tipo de instrumento evaluativo debido a que es muy eficaz para la detección de defectos y deterioros al ser comprobados de manera directa y rápida. Además otra manera de ir conociendo el comportamiento de la cubierta a evaluar es mediante entrevistas a los usuarios de la edificación, donde pueden ofrecer datos adicionales tales como: intervenciones realizadas, sistematicidad de mantenimiento por los mismos usuarios, si presentan filtraciones, desde cuando se producen las mismas, ya que éste último aspecto constituye un deterioro grave en la impermeabilización.

Es importante esclarecer que hay indicadores que no podrán ser evaluados porque requieren de información más específica y en algunos casos no aparecen los datos, aunque forman parte del procedimiento, como se consideró y lo sugirieron los especialistas entrevistados.

Para poner en práctica este instrumento de evaluación se llevaron a cabo 15 visitas a cubiertas de edificaciones de diferentes programas arquitectónicos impermeabilizadas con el sistema de membranas bituminosas asfálticas, del municipio Santa Clara. Esta técnica tuvo un tiempo de duración aproximada de 4 semanas.

3.3 Análisis de los resultados

En el estudio realizado a quince cubiertas de distintas edificaciones del municipio de Santa Clara y en específico a diferentes sistemas constructivos ya abordados en el epígrafe 3.2 se ha obtenido el siguiente resultado.

Se evalúa el comportamiento de cada cubierta por variables comparando los indicadores de cada una con los parámetros evaluadores y así obtener un resultado de cual ha sido el comportamiento.

Variable Medio Ambiente

A continuación se evalúan los indicadores que influyen en la variable Medio Ambiente para conocer los resultados en detalles (ver anexo 1).

Intensidad de lluvia

Las cubiertas visitadas en los distintos asentamientos han tenido una baja incidencia en cuanto a la intensidad de lluvia aunque se detectaron edificaciones donde se observaba que la protección había sido arrastrada por fuertes lluvias pero en poca magnitud por lo que todas las cubiertas se han comportado bien.

Rayos ultravioletas

Las cubiertas evaluadas han presentado muestras de despegue de la lámina, pérdida del espesor debido a la intensidad de los rayos ultravioletas por lo que su comportamiento ha sido regular en algunos casos.

Temperatura

En la evaluación de este indicador se comprobó que las altas temperaturas han incidido en un gran número de cubiertas donde se observaron plegaduras, despegues de remates y agrietamientos, pérdida de la protección por los efectos de contracción y dilatación de la lámina, pérdida de sección de la membrana por envejecimiento acelerado de la masa asfáltica, determinando que el comportamiento de las membranas ha sido mala para un tipo de lámina.

Incidencia de los vientos

Este indicador ha tenido un buen comportamiento aunque se apreciaron casos de cubiertas donde la membrana fue succionada en algunos puntos por el efecto fundamentalmente de ciclones, debido a la mala adherencia.

Tabla 3.2 Evaluación de los resultados en la variable Medio Ambiente

Medio Ambiente	CMHW	MICONS	Esc Trabajadores Sociales	Tienda La Reina	Tienda Siglo XX	Tienda Praga	Rpto. José Martí	Edificio 4	Edificio 8	Edificio 10	Edificio 11a	Edificio 20	Edificio 54	Rpto. Escambray	Edificio 5	Edificio 129	Edificio 130
Intensidad de lluvia	B	B	B	R	B	R		B	B	B	B	B	B		B	B	B
Rayos ultravioletas	R	B	B	M	B	B		B	B	B	B	B	B		B	R	R
Temperatura	M	B	B	M	M	R		B	B	B	R	R	B		B	R	R
Vientos	B	B	B	B	B	R		B	M	M	R	R	B		B	B	B
Estado general	R	B	B	M	B	R		B	M	M	R	R	B		B	R	R

Variable Diseño

Para realizar la evaluación, se caracteriza la solución constructiva atendiendo a los parámetros conformadores del método en la etapa de diseño.

La pendiente

En las cubiertas se observó un buen comportamiento de las pendientes a modo general aunque en algunas cubiertas se detectaron zonas cerca de los drenajes con encharcamiento por contrapendientes.

Drenajes

En la evaluación de este indicador se demostró en las planillas de inspección ver (anexo 1) que los mayores defectos se apreciaban en el sistema con bajante pluvial estos estaban obstruidos, por lo que según las normas (Oficina de Normalización, 55, 2000) deben tener protección con rejillas o globos protectores en el caso de bajantes pluviales y rejilla en gárgolas y en algunos de los casos estudiados no tenían las protecciones antes mencionadas.

Puntos singulares

En las cubiertas evaluadas se detectaron problemas en los remates de los elementos verticales, también se apreció que los pases de la tuberías como respiraderos de cocina, baños o instalaciones eléctricas no se encontraban protegidas. Los principales problemas detectados en las bases para tanques fue la de remates a 10cm, lo cual no cumple con lo establecido en las normas (Oficina de Normalización, 55, 2000) que para remates contra paramentos verticales la dimensión mínima es de 150mm y máximo de 500mm.

Bases

En cubierta la no proyección de bases son elementos que afectan posteriormente en el comportamiento de la membrana ya que al no existir, los usuarios crean sus propias bases sobre el impermeable, detectándose un gran número de cubiertas con esta

situación, lo cual provoca deterioros que acortan la vida del sistema de impermeabilización.

Del total visitadas se comprobó que en algunas cubiertas se presentaban elementos tales como: antenas ancladas sobre el impermeable, pararrayos clavados, vigas de mudanzas, y otras acciones realizadas por los usuarios que acelerarán el deterioro de la membrana.

Accesibilidad

Del total de cubiertas evaluadas afrontaban problemas al no tener presente los caminos facilitadores de acceso para el mantenimiento sistemático. Unas estaban más dañadas que otras por este motivo.

Selección del material adecuado

Este indicador es uno de los que más influye en el comportamiento de los sistemas. En principio se considera el tipo de lámina que se ha empleado, ya sea SBS o APP, así como otros que también intervienen en la ejecución como son los de terminación, accesorios, etc.

En algunas cubiertas se observó problemas inherentes a la calidad del material. Lo anterior está dado por deficiente almacenamiento y manipulación antes de ser colocado y a deterioros que ha sufrido a través del tiempo de explotación.

Se puede afirmar que las láminas del tipo APP tuvieron un mejor comportamiento que las del tipo SBS, ya que las primeras están en cubiertas que no fueron evaluadas de Mal en su comportamiento, mientras que las del tipo SBS están en todas las que fueron evaluadas de mal. Esto se corresponde con lo que se había visto en el capítulo I y con las opiniones de algunos especialistas, que consideran que el tipo de polímero de las SBS es más apropiado para climas no tropicales.

Distribución de las áreas

En las cubiertas evaluadas con respecto a este indicador no se percibieron deterioros significativos imputables a este indicador; por lo que su comportamiento es bueno.

Tabla 3.3 Evaluación de los resultados en la variable Diseño

Diseño	CMHW	MICONS	Esc Trabajadores Sociales	Tienda La Reina	Tienda Siglo XX	Tienda Praga	Rpto. José Martí	Edificio 4	Edificio 8	Edificio 10	Edificio 11a	Edificio 20	Edificio 54	Rpto. Escambray	Edificio 5	Edificio 129	Edificio 130
Pendiente	B	B	B	R	B	R		B	B	B	R	B	B		B	M	R
Puntos Singulares	B	B	B	M	R	M		R	B	M	M	R	B		B	M	M
Distribución de las áreas	B	B	B	B	B	B		B	B	B	B	B	B		B	R	B
Selección del material adecuado	B	B	B	M	M	B		B	B	B	B	B	B		B	B	M
Estado general	B	B	B	M	R	R		B	B	B	B	B	B		B	M	M

Variable Ejecución

Se caracterizaron los aspectos referentes a la etapa de ejecución y se procedió de igual manera que la etapa anterior para realizar la evaluación.

Violación de la secuencia constructiva

En algunas de las cubiertas se violó la secuencia constructiva, ya que se observaron instalaciones eléctricas, equipos de climatización, trabajos de albañilería y otros, encima de la membrana por lo que estos defectos acortan el tiempo de vida para la cual fue concebida.

Almacenamiento, transportación y manipulación de las láminas asfálticas.

Existen casos donde se observaban plegaduras en la membrana, marcas, roturas y otros daños debidos a este indicador.

Uso de herramientas y útiles necesario para la actividad.

Se visitó una cubierta en proceso de ejecución detectándose compañeros trabajando con zapatos de suela dura no idóneos para la actividad. En otras se percibieron marcas de pisadas de botas con la consiguiente pérdida de protección.

Cumplimiento de las especificaciones y detalles indicados en el proyecto.

En ocasiones no se cumple con lo establecido ya que como se ha podido apreciar hay edificaciones en que se han ejecutado mal los puntos singulares como: la altura de los remates, la protección de los mismos, remates en desagües y otros, lo cual no es atribuible a desconocimiento, ya que la mayoría por no decir la totalidad de las brigadas aplicadoras, se encuentran certificadas o al menos los integrantes de las mismas.

Cumplimientos de los documentos técnicos normalizativos correspondientes a la actividad de ejecución.

En ocasiones se cumplen y en otras no. Se observó que existen problemas de ejecución no sólo imputables a la colocación o aplicación de las láminas, si no también a la preparación del sustrato que va a recibir la impermeabilización como es el caso de pendientes deficientes que provocan charcos y contrapendientes.

Algo similar ocurre con los puntos singulares los cuales no se adecuan correctamente. En otras ocasiones estos están bien preparados y las brigadas aplicadoras no ejecutan bien los remates correspondientes a los mismos, por lo que es aquí donde inciden los mayores defectos que se presentan en cubiertas (ver anexo 1)

Calificación técnica de los operarios

En inspecciones a cubierta se pudo apreciar que los operarios tienen conocimiento de como realizar una correcta ejecución y muchos de ellos están certificados, pero por falta de responsabilidad se cometen errores.

Tabla 3.4 Evaluación del comportamiento en la variable Ejecución.

Ejecución	CMHW	MICONS	Esc Trabajadores Sociales	Tienda La Reina	Tienda Siglo XX	Tienda Praga	Rpto. José Martí	Edificio 4	Edificio 8	Edificio 10	Edificio 11a	Edificio 20	Edificio 54	Rpto. Escambray	Edificio 5	Edificio 129	Edificio 130
Calificación del personal	B	B	B	R	R	R		B	B	B	B	B	B		B	B	B
Cumplimiento de los documentos normalizativos	R	B	B	M	M	M		B	B	R	R	R	B		B	R	R
Herramientas y útiles	R	B	R	R	R	R		B	B	R	R	B	B		B	R	R
Violación de las secuencias constructiva	M	B	R	M	M	M		B	R	R	R	R	R		B	R	R
Puntos críticos	M	B	R	M	R	M		R	B	M	M	R	B		B	M	M
Pendiente	M	R	B	M	B	R		B	B	B	B	R	B		M	M	M
Estado general	M	B	R	M	M	M		B	B	R	R	R	B		B	M	M

Variable explotación

El uso y la explotación que le dan los usuarios no es el más indicado convirtiéndose en el agente causante de los deterioros ya que no tiene conocimiento del cuidado que hay que darles a este material y en ocasiones lo explotan al máximo como realizando construcciones sobre ella perforándola con tubos para bases de antenas, tendederas, entre otros sin mencionar obras ingenieriles como ladrillos en los bordes de los aleros con caída libre.

En algunos casos si hay conocimiento respecto al mantenimiento periódico pero no se realiza.

Tabla 3.5 Evaluación de los resultados en la variable Explotación

Explotación	CMHW	MICONS	Esc Trabajadores Sociales	Tienda La Reina	Tienda Siglo XX	Tienda Praga	Rpto. José Martí	Edificio 4	Edificio 8	Edificio 10	Edificio 11a	Edificio 20	Edificio 54	Rpto. Escambray	Edificio 5	Edificio 129	Edificio 130
Uso y explotación por parte de los usuarios	R	B	R	M	M	M		B	B	R	R	B	B		R	M	M
Estado general	R	B	R	M	M	M		B	B	R	R	R	B		R	M	M

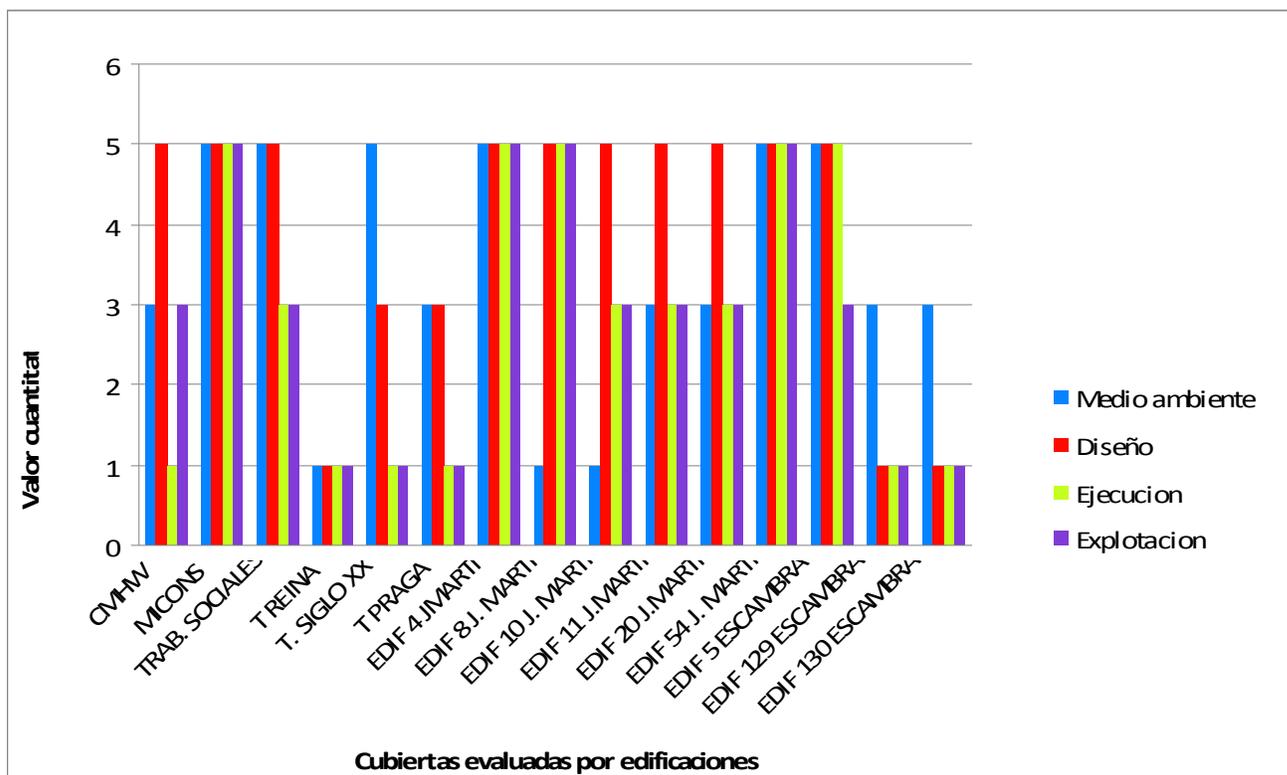


Grafico 3.1 Comportamiento general de las variables

En análisis evaluados a las edificaciones estudiadas se observaron una serie de deterioros en las cubiertas unas con menor o mayor incidencia a continuación se reflejan aspectos que influyen en el deterioro de forma general:

- Encharcamientos.
- Contrapendiente en zonas de drenaje.
- Bolsas de aire.
- Perforaciones por elementos punzantes como tubos para colocar antenas, pararrayos, tendederas entre otros.
- Instalaciones de equipos sin bases sobre el impermeable.
- Desprendimientos de los solapes por mal adherencia.
- Filtraciones.
- Vida vegetal de raíces pocas profundas.
- Tragantes no protegidos.
- Obstrucciones de los tragantes.
- Despegues de los remates.
- Materiales acumulados en cubierta.
- Trabajos de albañilería sobre el impermeable.

A continuación se exponen dos ejemplos de cubiertas evaluadas con diferentes características ya mencionadas anteriormente:

Obra: Escuela formadora de trabajadores sociales.



Figura 1(Escuela Formadora de Trabajadores Sociales).

Datos de la edificación

El edificio este ubicado en carretera Circunvalación banda Esperanza, formada por el sistema constructivo de estructura y esqueleto (Girón). Ésta se halla limitada por pretilas bajos prefabricados en el sentido transversal a las vigas e “in situ” en el sentido longitudinal a las mismas, y presenta algunos obstáculos como una junta de expansión típica del sistema “Girón”, una salida o acceso a cubierta, bases soportes de pararrayos, salidas hidrosanitarias. Esta presenta varios módulos entre los que se encuentra el docente con 4 niveles, dormitorio con 5 niveles de piso terminado, el comedor y teatro consta de 1 nivel al igual que las galerías, la edificación presenta un estado estructural bueno. La cubierta y entrepisos esta conformada por losas prefabricadas doble T, la evacuación de las aguas es mediante caída libre y gárgolas plásticas, el drenaje es por caída libre a través del espacio existente entre las vigas aleros (VL) y las losas doble T

Situación de la impermeabilización

La impermeabilización consiste en una manta asfáltica tipo LBM (APP) de la firma italiana PLUVITEC con autoprotección mineral y fue colocada de forma adherida, bicapa. Durante su explotación no ha recibido intervención.

El Estado Técnico actual de la impermeabilización se evalúa de BIEN, aunque presenta algunos desperfectos por problemas de ejecución y de explotación, los defectos se presentan a continuación:

La pérdida de los agarres de los flashing provocan el despegue, causas que lo originan su propio peso ya que son de cinc galvanizado, según por norma su esparcimiento es de 25cm y estos en un 70% se encuentran espaciado al doble, esto provoca vulnerabilidad de las láminas en los remates verticales (Figuras 2,3,4,5,6 y 7.).



Figuras 2 y 3.

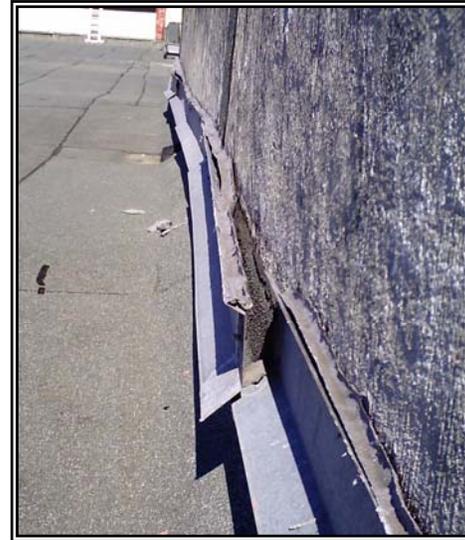


Figuras 4 y 5.





Figuras 6 y 7.



Las gárgolas no presentan las rejillas de reboso aunque están presente en la cubierta pero no cumplen su función ya que no están colocada en los orificios, estas causa trae como consecuencia obstrucciones en los mismos por presencia de restos de vegetación aledaña (Figuras 8, 9).



Figuras 8 y 9.

Despegue de la lámina en los remates contra paramentos verticales por problemas de incorrecta ejecución torna muy vulnerable los puntos más críticos de la cubierta, pues la entrada de agua por los mismos, continúa hacia el interior de la manta provocando filtraciones en zonas alejadas del punto de entrada (Figuras 11, 12, 13 y 14.).



Figuras 11 y 12.



Figuras 13 y 14.

Presencia de restos materiales almacenados en cubierta (Figuras 15 y 16.).



Figuras 15 y 16.

Presencia de vida vegetal (Figuras 17 y 18.)



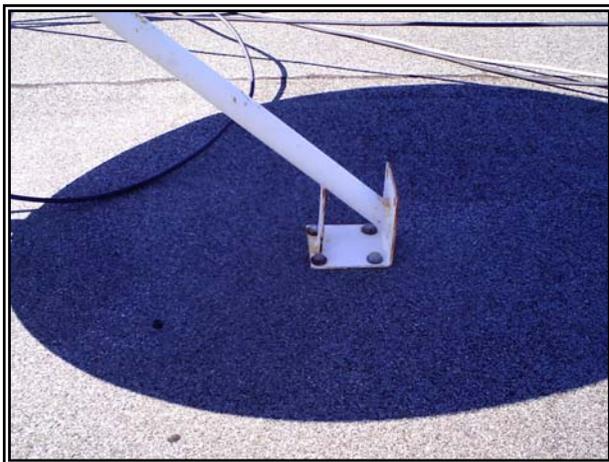
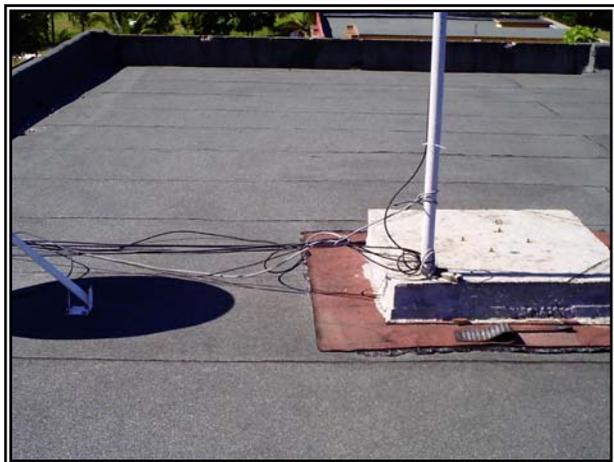
Figuras 17 y 18

En algunos lugares incorrecta adherencia de los solapes de la manta en el plano horizontal, Este deterioro permite la entrada de humedad hacia el interior (Figuras 19, 20 y 21).



Figuras 20, 21 y 22.

Incorrecto montaje de elemento como antenas y pararrayo equipos de clima colocados directamente sobre la lámina esto afecta la durabilidad de la misma (Figuras 23, 24, 25, 26, 27, 28,29 y 30.).



Figuras 23 y 24



Figuras 25 y 26.



Figuras 27 y 28.



Figuras 29 y 30.

Encharcamiento permanente de la cubierta por la presencia de equipos de clima como aire acondicionado (Figuras 31 y 32).



Figuras 31 y 32.

Maltrato de la lámina, perforada por elementos punzantes, presencia de pinturas en la superficie, por lo que afecta la calidad de la protección de la lámina (Figuras 33, 34, 35 y 36).



Figuras 33 y 34



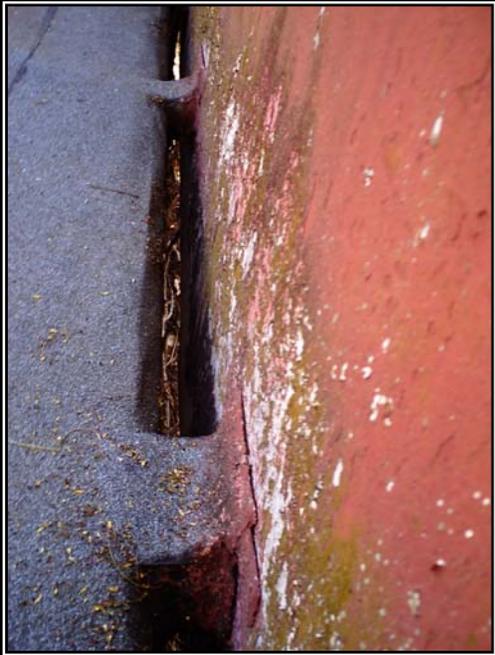
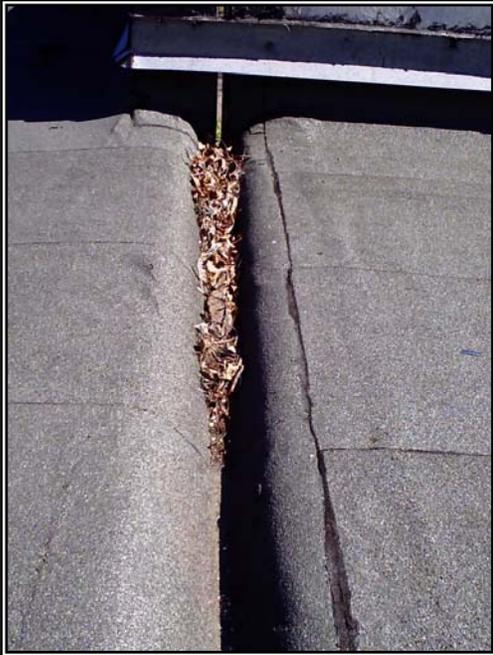
Figuras 35 y 36



Obstrucción de las gárgolas y de la caída libre (Figuras 37, 38, 39 y 40.)



Figuras 37 y 38



Figuras 39 y 40

Ejemplo 2. Obra: edificio multifamiliar No 129 -130.

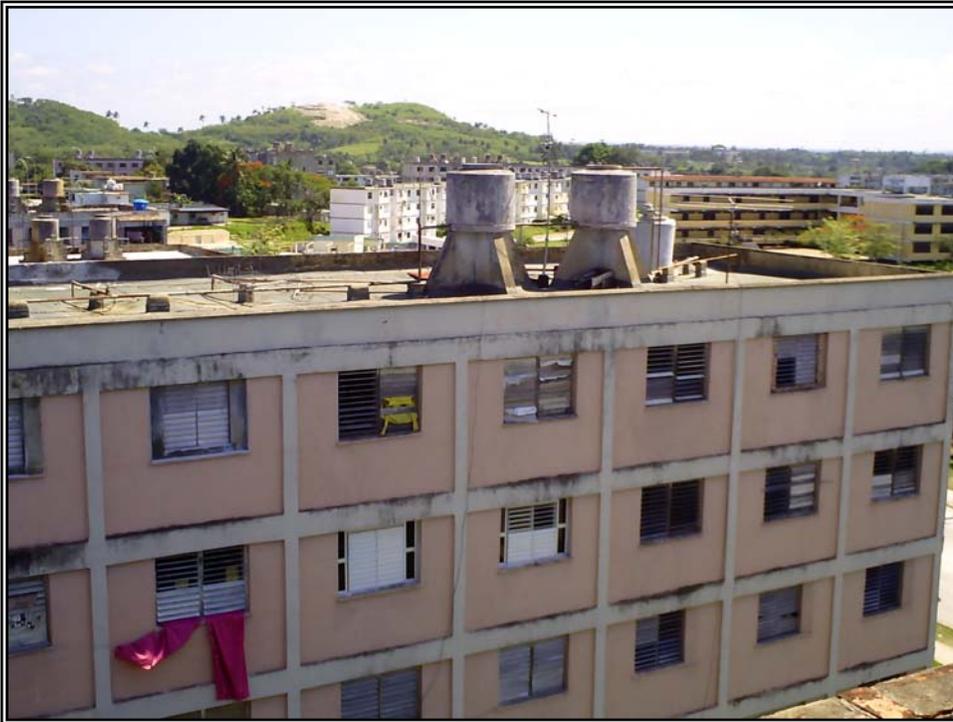


Figura 41 (edificio 129 -130).

Introducción

La edificación esta ubicada en el reparto Escambray y doble vía, su estructura es mixto muros de bloque de hormigón, vigas, columnas y losa de entrepiso y cubierta fundida in-situ, presenta 5 niveles, sistema de drenaje mediante bajante pluvial, consta de pretil en todo su perímetro de 0,40 cm. Presenta 4 bases para tanques, una salida o acceso a cubierta, salidas hidrosanitarias e hidráulicas, las pendientes oscilan desde un 1,7 a un 3 %.

La impermeabilización consiste en una manta asfáltica en forma de monocapa, tipo LBM (betún modificado), con autoprotección mineral y fue colocada de forma adherida. Durante su explotación ha recibido algunas intervenciones consistentes en la reparación de los remates contra pretil y la aplicación de membrana líquida (pintura impermeable), en el borde de los solapes para sellar los mismos estas ejecutadas por los propios vecinos de la edificación. Estas intervenciones, al igual que la ejecución, se

realizaron incorrectamente por lo que en lugar de erradicar los defectos y deterioros, ha incrementado los mismos así como las filtraciones hacia los locales interiores.

El Estado Técnico actual de la impermeabilización se evalúa de MALO, ya que el problema más grave es la filtración que presenta en un 70% de la cubierta, los defectos obtenidos se exponen a continuación:

Los bajantes no presentan protección por lo que esta causa trae como consecuencia obstrucciones en los mismos por presencia de restos de materiales almacenados en cubierta (Figuras 42 y 43).



Figuras 42y 43.

Despegue de la lámina en los remates contra paramentos verticales por problemas de incorrecta ejecución torna muy vulnerable los puntos más críticos de la cubierta, pues la entrada de agua por los mismos, continúa hacia el interior de la manta provocando filtraciones en zonas alejadas del punto de entrada (Figuras 44 y 45).



Figuras 44 y 45.



En algunos lugares incorrecta adherencia de los solapes de la manta en el plano horizontal, Este deterioro permite la entrada de humedad hacia el interior (Figuras 46 y 47).



Figuras 45 y 46.

Presencia de restos materiales almacenados en cubierta (fotos 47y 48).



Figuras 47 y 48.

Maltrato de la lámina, perforada por elementos punzantes, presencia de pinturas en la superficie, por lo que afecta la calidad de la protección de la lámina (fotos 49 y 50).



Figuras 49 y 50.

Encharcamiento en la cubierta por contrapendientes (Figuras 51 y 52).



Figuras 51 y 52.

Incorrecto montaje de elemento como antenas y vigas de mudanza colocados directamente sobre la lámina esto afecta la durabilidad de la misma (Figuras 53 y 54).



Figuras 53 y 54.

Elementos pasantes como respiraderos con deficiente remate por lo que es un punto donde penetran las aguas al interior de la cubierta (Figura 55).



Figura 55.

Perdida de la protección mineral en el lugar del cause de las aguas debido a al derroche de agua cuando se botan los tanques estos no presentan seguridad y algunos no tienen tapas (Figuras 56, 57 y 58.)



Figuras 55, 56 y 57.

CONCLUSIONES

Al término de la investigación, y de haber cumplimentado el objetivo general del trabajo, que era evaluar el comportamiento de los sistemas de impermeabilización de cubiertas pesadas con láminas bituminosas en Villa Clara, se puede arribar a las siguientes conclusiones.

- Para poder llegar a definir el comportamiento que han tenido los sistemas que se estudiaron, resultó necesario partir de los requisitos de calidad que ellos deben cumplir desde la etapa de diseño, ejecución y durante la explotación, lo que se obtuvo de la revisión bibliográfica: los documentos técnico-normalizativos, catálogos, etc; pues son los elementos que pueden uniformar los criterios y hacer extensivos los resultados a otros contextos.
- La experiencia de los especialistas que realicen la evaluación que se propone es muy importante, pero resulta decisivo contar con un instrumento que organice metodológicamente la evaluación y considere las principales variables que intervienen en el comportamiento. Esto elimina en alto grado la subjetividad y permite la retroalimentación necesaria luego de varias series de aplicación de dicho instrumento.
- Los sistemas de impermeabilización que utilizan láminas bituminosas modificadas con polímeros del tipo Polipropileno Atático (APP), son las que mejor comportamiento han tenido desde el punto de vista del material en el contexto estudiado.
- Los defectos de ejecución, sobre todo los referidos a las violaciones de lo que está normado, constituyen los principales elementos que intervienen en el comportamiento, y que contribuyen a disminuir su vida útil.
- Las variables ambientales a las que se tuvieron acceso y se consideraron en la evaluación, no marcan diferencias sustanciales en cuanto al comportamiento en la muestra estudiada, excepto para las del tipo SBS, que evidentemente no están diseñadas para los valores y cambios de temperatura que existen en Cuba. Eso no significa que no puedan influir, sino que quizás en muestras más amplias y diferentes contextos sí puedan intervenir en determinada magnitud.

RECOMENDACIONES

Tanto para la presente como para futuras investigaciones sobre el tema se realizan las siguientes recomendaciones.

- Aplicar el procedimiento a muestras más amplias del territorio en las que estratos como la edad, tipo de lámina y características del proyecto tengan mayor participación.
- Considerando la importancia que tiene el proyecto en el comportamiento de los sistemas que se estudien, se recomienda que en próximas investigaciones se incluyan obras de las que se pueda contar con ese documento, a partir de las gestiones que se realicen con el inversionista, el proyectista y especialistas del Grupo Provincial de Impermeabilización.
- Sería importante realizar evaluaciones del comportamiento de los sistemas ante la succión que puedan generar los vientos de huracanes de diferentes categorías, pues este puede que sea el factor ambiental de mayor incidencia en las condiciones del país. A falta de equipamiento y centros que cuenten con posibilidades de ensayos reales, los métodos de modelación pueden resultar muy útiles y confiables.
- Se recomienda que conjuntamente con el proyecto se elabore un manual para la correcta explotación de la cubierta, pues se comprobó que en esta etapa se producen muchos daños al elemento que se pudieran eliminar de existir el documento que se propone.
- Se recomienda a los proyectistas el análisis de otras soluciones de cubiertas que puedan resultar menos vulnerables a las condiciones climatológicas del país, como puede ser la cubierta invertida, con protecciones pesadas, etc.

Bibliografía

1. Abascal, B (1997) *Estudio y evaluación de Tecnologías constructivas para viviendas. Glosario de términos económicos internacionales SIT-CITEC.* Ciudad de la Habana.
2. Bocalandro, M. (1998). *Aspectos Teóricos de la Industrialización de la Construcción y Concepción de Sistema Constructivo con Células Tridimensionales en las Condiciones de Cuba* Tesis presentada en opción al grado Científico de Candidato a Doctor en Ciencias Técnicas: MICONS. CTDMC. La Habana
3. Conservación de impermeabilizaciones de cubiertas. (2003.) En Sánchez, F. y García, R. *Impermeabilización de cubiertas.* Universidad Central de las Villas, Facultad de Construcciones.
4. Cuba. Estado mayor nacional de la defensa civil. *Normas para la proyección y ejecución de las medidas técnico ingenieras de defensa civil.* La Habana.
5. Cuba. MICONS (2003) RC- 9003. Protección de las edificaciones contra la humedad y el agua contenida en el suelo requisitos técnicos generales. La Habana.
6. Cuba. MICONS. (n.d.) *Regulaciones de la construcción 1 – proyectos.* La Habana.
7. Cuba. MICONS. (n.d.) *Regulaciones de la construcción x – impermeabilización.* La Habana.
8. Cuba. MICONS (n.d.) *RC – 9006 alcance y contenido de la documentación de proyectos en la impermeabilización de cubiertas.* La Habana.
9. Cuba. MICONS (2003). *Reglamento técnico de la construcción no. 2: 2003. Edificaciones. Diseño y construcción de cubiertas.* La Habana.
10. Carrera, J. ; García, R. y Amado Espín.(2008). XVI forum de ciencia y técnica (segunda parte) guía práctica para el diagnóstico en la conservación de la impermeabilización de cubiertas planas. EPROV.

11. España. Ministerio de Obras Públicas. Norma Básica de la Edificación (190) "NBE-QB-90" Cubiertas con materiales Bituminosos. Real decreto 1572/1990, de 30-nov, del B.O.E.: 7-dic-90.
12. Gutiérrez, C. (1988) Método para la evaluación técnico económica de Sistemas Constructivos. Tesis en opción al título de candidato a Doctor en Ciencias Técnicas, Ciudad de La Habana.
13. Importantes aspectos futuros de las láminas bituminosas modificadas por polímeros, XII Conferencia Internacional del Techado y la Impermeabilización, Orlando – USA, 25-27 de septiembre.
14. Jiménez, A. (2002) "Evaluación de Tecnologías Constructivas. Etapa de caracterización", Trabajo de investigación del Centro de Ingeniería y Tecnologías/ MICONS, Ciudad de La Habana/ 2002.
15. Llanes, M. (2006). "Bases Teóricas para la evaluación integral de soluciones constructivas en viviendas. Disponible en: [www. Ilustrados. com](http://www.ilustrados.com) [Consultado 23.5.2009]
16. Membrana impermeabilizante de alquitrán polímero-plastoméricas armada a base, a base de alquitrán destilado y plastoméricos. ARGO.
17. Membrana buntime-polímero (BPP) armata con velo vetro reforzato. Codifica UNI 8818:BPP 01-00-32. Italia, NORD BUTIMI, S;P:A:
18. Oficina Nacional de Normalización (2000). *NC. 55: 2000. construcción. impermeabilización de cubiertas con láminas asfálticas.* La Habana.
19. Oficina Nacional de Normalización (2002) *NC XX: 2002 Ejecución de impermeabilización de cubiertas mediante sistema de enrajonado y soldadura. código de buenas prácticas.* La Habana.
20. Oficina Nacional de Normalización (2002) *NC. 148: 2002 Láminas asfálticas. dimensiones y masa por unidad de área. método de ensayo* La Habana.
21. Oficina Nacional de Normalización (2002) *NC 149: 2002. Láminas asfálticas. toma de muestra. toma y preparación de la muestra de ensayo.* La Habana.
22. Oficina Nacional de Normalización (2002) *NC 150:2002 Láminas asfálticas. absorción de agua. método de ensayo.* La Habana.
23. Oficina Nacional de Normalización (2002) *NC 151:2002 Láminas asfálticas. resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura. método de ensayo.* La Habana.

24. Oficina Nacional de Normalización (2002)NC 152:2002. *Láminas asfálticas. resistencia al calor y pérdida por calentamiento método de ensayo.* La Habana.
25. Oficina Nacional de Normalización (2002). NC:164 2002 *Láminas asfálticas. Especificaciones.*
26. Oficina Nacional de Normalización (2006) NC: 465 2006. *Conformadores de pendientes empleados en cubiertas, especificaciones.* La Habana.
27. Oficina Nacional de Normalización (2002) NC XX: 2002 *Ejecución de impermeabilización de cubiertas mediante sistema de enrajonado y soldadura. código de buenas prácticas.* La Habana.
28. Oficina Nacional de Normalización (2002). NC 140:2002 *Ejecución de impermeabilización de cubiertas mediante sistema de enrajonado y soldadura. código de buenas practicas.* La Habana.
29. Oficina Nacional de Normalización (2002) NC 141: 2002 *Diseño y construcción de impermeabilización de cubiertas mediante sistema de enrajonado y soldadura.* Especificaciones. La Habana.
30. Oficina Nacional de Normalización (2002) NC : XXX 2002. *Láminas asfálticas. Especificaciones.* La Habana.
31. Oficina Nacional de Normalización (2007). NC 78: 2007. *impermeabilización de áreas húmedas en edificaciones. especificaciones.* La Habana.
32. Revista:"techne"(2008) Edición 141 diciembre.
33. Sánchez, F. y García, R. *Impremeabilización de cubiertas.*
34. Sampieri, J. , et, al. (2009). *Metodología de la investigación*, México. Mc-Grawhill Interamericana.
35. Schiller, Silvia de. (2006) *Arquitectura sostenible: desarrollo de un sistema de evaluación. Proyecto UBAC y T TA26, 1998-2000" /2001/Argentina*, Disponible en: <http://www.webmaster>. [Consultado 23.5.2009]
36. Sistema impermeabilizante de láminas plastoméricas y materiales auxiliares. Marca ASSA, España, Sellos AENOR-IQNET, garantía de 10 años.
37. Ulsamer, F. y Minoves, J. Ma. (1997) *Las Humedades en la Construcción.* España, Ed. CEAC..

Entrevistas realizadas

1. Ms C. Arq. Rosa María García Muñoz (Grupo Provincial de Impermeabilización del Micons, Villa Clara)
2. Ing. Domingo Ravelo Rodríguez (Inmobiliaria del turismo)
3. Ing. José Oriol Pérez Marichal (Brig 8 AcabadoECOAI 1)
4. Ing. Leonardo Cabrera Farias (CIDEM)
5. Arq. Oscar Luján Molina (Empresa EAMA, SL, Madrid).