



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

IMPERMEABILIZANTES PREFABRICADOS :  
SU COMERCIALIZACION EN EL TERRITORIO  
NACIONAL

TRABAJO ESCRITO  
VIA EDUCACION CONTINUA  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO QUIMICO  
P R E S E N T A :  
DAVID MUÑIZ LOPEZ



MEXICO, D. F.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

1994



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# JURADO ASIGNADO



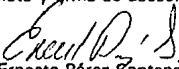
EXÁMENES PROFESIONALES  
FAC. DE QUÍMICA

- Presidente:** Prof. Helio Flores Ramírez
- Vocal:** Prof. Carlos Guzmán de las Casas
- Secretario:** Prof. Ernesto Pérez Santana
- 1er. Suplente:** Prof. Ramiro Eugenio Domínguez Donaché
- 2do. Suplente:** Prof. Emilio Arturo Zumaya Pérez

Sitio donde se desarrolló el tema:

Edificio "D" Facultad de Química, Circuito Institutos.  
Ciudad Universitaria, Distrito Federal.

Nombre completo y firma de asesor del tema

  
Ing. Ernesto Pérez Santana

Nombre Completo y firma del sustentante

  
Sr. David Muñiz López

A mis padres, Celia y David, quienes con su sacrificio y esfuerzo lograron darme la mayor herencia: amor y una carrera.

A mis hermanos, Celia, Sergio y Gema, por su infinita comprensión y paciencia en mi forma de ser.

A mi esposa, María Elena,  
por su amor y comprensión,  
por lo que este logro es también de ella.

A mi hija, Gizeh,  
quién es la razón de mi existir.

A la Universidad La Salle, por prepararme profesionalmente para la vida.

Al Departamento de Educación Continua de la Facultad de Química por permitirme concretar un esfuerzo de muchos años.

# CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	V
I. ANTECEDENTES .....	1
A. Humedad .....	1
B. Asfalto .....	4
II. SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES .....	7
A. Definición .....	7
1. Primarios .....	8
2. Selladores .....	9
3. Impermeabilizantes .....	9
4. Membranas de refuerzo .....	9
5. Acabados .....	10
B. IMPERMEABILIZANTES .....	12
1. Aplicación en caliente .....	15
2. Aplicación en frío .....	18
3. Elastoméricos .....	19
4. Prefabricados .....	20
5. Otros tipos de impermeabilizantes .....	20
III. IMPERMEABILIZANTES PREFABRICADOS .....	21
A. Historia .....	21
B. Asfaltos modificados .....	24
C. Especificación para un impermeabilizante prefabricado .....	26
IV. COMERCIALIZACIÓN DE LOS IMPERMEABILIZANTES PREFABRICADOS EN EL MERCADO NACIONAL .....	31
A. Situación actual del mercado y del producto .....	31
B. Competitividad del producto .....	33
C. Estrategias .....	34
1. ¿Qué se va a comercializar ? .....	35
2. ¿Cómo ? .....	35
3. ¿Dónde? .....	36
4. ¿Cuándo? .....	37
5. ¿Quién? .....	37
D. Análisis de costo del sistema prefabricado vs. tradicional .....	38
1. Aspectos generales por considerar .....	39
2. Propuestas .....	39
3. Resultados .....	41
CONCLUSIONES .....	43
APÉNDICE .....	45
Polímeros sintéticos .....	45
BIBLIOGRAFÍA .....	51

# INTRODUCCIÓN

Actualmente, los impermeabilizantes prefabricados enfrentan problemas que impiden la propagación de su uso, como son: aplicación especializada, precio elevado, manejo y almacenaje apropiado, etc. No obstante, se debe considerar que muchos de éstos se originan por un desconocimiento por parte del consumidor, ya que éste continúa empleando los impermeabilizantes tradicionales tales como: emulsionados, de aplicación en caliente, elastoméricos y, algunas veces, hasta jabón y alumbre.

Esta es una razón para enfrentar el reto de incrementar el uso de los impermeabilizantes prefabricados y, en consecuencia, aumentar sus ventas. Por tal motivo, la finalidad de este trabajo será demostrar los beneficios que se logran con una adecuada comercialización de este tipo de impermeabilizantes.

De cumplirse con las propuestas que aquí se hacen, se obtendrán resultados favorables tanto para los fabricantes, distribuidores, así como para el consumidor.

A pesar de existir la impermeabilización integral, la cual consiste en incorporar al concreto el impermeabilizante, a fin de rellenar los posibles conductos capilares que se forman en el fraguado de éste y evitar así el paso de la humedad a través de los mencionados conductos, en este trabajo se describirán los impermeabilizantes para superficies, debido a que los del tipo prefabricado se encuentran dentro de esta clasificación.

## ANTECEDENTES

Una vivienda debe satisfacer las necesidades de belleza, comodidad y protección contra elementos externos y clima.

El hombre primitivo, huyendo de la lluvia, granizo, frío y nieve, se refugió en las cavernas. Pero, las humedades que penetraban por las paredes y suelo le expulsaron de este primer refugio, por lo que construyó una choza con maderas que en abundancia le ofrecían los bosques. Pero nuevamente, debido a la humedad que producía la rápida putrefacción de la madera, se vio obligado a buscar otros materiales que le ofrecieran mayor resistencia a la acción de la humedad.

De esta forma, el hombre se encuentra en constante lucha contra el "agua enemiga", que lo forzó a desarrollar nuevos y mejores métodos para impedir el paso de ésta hacia su vivienda, así como impedir la formación de humedad dentro de la vivienda.

### A. Humedad

Se entiende por humedad el agua de que está impregnado un cuerpo. Una de las maneras más lógicas de evitar las humedades en la vivienda, es eludir el empleo

de agua en la construcción de las mismas; sin embargo, ello es casi imposible de evitar a menos que se utilicen elementos prefabricados que se montan en seco, y que eliminan uno de los orígenes de las humedades. Pero necesariamente, tanto en las grandes construcciones como en muchas viviendas de tipo social, en las azoteas y en los muros, se continúa con el empleo de agua para dar el acabado final a la construcción, por lo que no hay más remedio que dejar que la obra seque bien antes de proceder con los acabados. Con el fin de favorecer al secado y acortar la duración de la obra, se debe procurar terminar la estructura antes del verano y dejarla secar durante los meses más cálidos para, posteriormente, proceder con la terminación; pero la evaporación puede durar mucho tiempo, cuando se utilizan materiales como el concreto compacto, o muros porosos revestidos de mortero de cal, yeso o cemento impermeable.

El secado de un material depende en alto grado de las condiciones climáticas del lugar (temperatura, humedad, velocidad del viento, etc.) y al mismo tiempo de la contextura del material y, particularmente, de la porosidad de éste; por lo que los materiales con poros de mayor diámetro (ladrillo, cal) secan rápidamente, en tanto que los de estructura fina (morteros de cemento, maderas) tardan mucho en perder el agua, debido a que las cavidades o fisuras aceleran el secado.

Las causas de humedad que con mayor frecuencia se presentan son: por nivel freático, por lluvia, por absorción y condensación y por aguas accidentales; entre otras<sup>9</sup>.

La humedad por nivel freático se debe principalmente a la falta de prevención en la cimentación, puesto que al terminar ésta y antes de iniciar la colocación del



muro, se debe impermeabilizar la parte superior de la mencionada cimentación, ya que si el suelo se encuentra saturado de agua hasta un nivel superior de agua freático, debido a las fuerzas capilares, éstas elevan el agua sobre el nivel de agua subterráneo.

La humedad por lluvia se origina debido a las grietas capilares causadas por la falta de adherencia entre los diversos elementos de la obra o por la contracción del mortero después de su fraguado, al secarse.

La humedad por absorción y condensación se presenta por cambios de temperatura en el exterior y en el interior de la vivienda.

Y por último, la humedad causada por aguas accidentales son provocadas por escapes o roturas en las conducciones del agua dentro de la vivienda, y no obstante que son generalmente determinables y perfectamente reparables, a veces dan lugar a confusión de la causa que las provocó<sup>9</sup>.

Hoy continúa implacable la guerra contra las humedades en las viviendas y construcciones. Ayudar a eliminarlas, señalando cómo reparar los daños que produjeron y cómo cerrar el paso a nuevas penetraciones, es el objetivo de nuevas técnicas de impermeabilización, y de quienes dedican su esfuerzo al bienestar de las personas<sup>9</sup>.

## B. Asfalto

Debido a que el asfalto es la base más importante para la fabricación o elaboración de impermeabilizantes, es necesario hacer un planteamiento teórico accesible de este producto.

El asfalto fue el primer producto del petróleo que usó el hombre. En Gran Bretaña y Europa continental se usan para designar lo que en Estados Unidos y América se conoce como asfaltos, los términos geológicos *bitumen* y *asfalto bituminoso*, respectivamente, para referirse a sustancias de color negruzco<sup>1</sup>. Los arqueólogos han determinado que el asfalto se usó como material aglutinante y como impermeabilizante por las civilizaciones que vivieron a lo largo del río Eufrates en tiempos tan lejanos como 3,800 A.C. Los asfaltos empleados por esos pueblos se obtenían de depósitos del Asia menor, localizados en la región en la que en general, se encuentran los campos petroleros que constituyen, en la actualidad, una de las zonas más productoras del mundo<sup>8</sup>.

Los gobernantes de los imperios Sumerios, Asirios y Caldeos, usaron asfaltos que encontraron en fuentes naturales, para impermeabilizar las paredes de sus palacios. En Nínive se encontró una capa impermeabilizante debajo de un piso de piedra, un conducto para el agua y un dren, construidos valiéndose del asfalto, éste servía como cemento y como impermeabilizante<sup>9</sup>.

Ya en época más cercana a nuestros tiempos vemos como Sir Waiter Raleigh y Cristóbal Colón hacen el descubrimiento de un lago de asfalto en la isla de Trinidad con una extensión de 47 has. y 41 mts. de profundidad en el centro.

Este asfalto después de un proceso de refinación contiene 38% de materia mineral, y consiste en 80-82% de carbono, 10-11% de hidrógeno, 6-8% de azufre, y menos de 1% de nitrógeno, todos sobre una base de cenizas<sup>4</sup>.

También, se descubre el lago Bermudez en Venezuela el cual cubre una extensión de 400 has. y 1.5 mts. de profundidad. Del mismo modo, este asfalto después de tratarlo para remover componentes volátiles y agua, contiene 83% de carbón, 11% de hidrógeno, 6% de azufre y 1% de nitrógeno<sup>4</sup>.

En México, se conoce también el asfalto con el nombre de chapopote, el cual cita Bernardino de Sahagún en su libro *Historia General de la Nueva España*, quien dice que los totonacas, habitantes de la Costa del Golfo de México, llamaban al asfalto *Tzacutilli*, el cual recogían de la región del Pánuco y lo vendían a los aztecas para que éstos lo mezclaran con el chicle (*Txixtli*), elaborando una mezcla para masticar denominada *Chapopotli*, palabra de la cual se deriva chapopote<sup>5</sup>.

Asfalto, betún y chapopote son palabras sinónimas. Hoy este producto se obtiene de los depósitos naturales como brea y como residuo de la destilación del petróleo. Este proceso se ilustra en la figura 1.

El asfalto es un líquido viscoso o plástico constituido esencialmente por hidrocarburos o sus derivados y casi totalmente soluble en sulfuro de carbono, de color negro o castaño, es impermeable, adhesivo y no volátil, se reblandece progresivamente con el calor. Al referirse al cemento asfáltico o asfalto, se piensa que es puro, sin minerales<sup>2</sup>.

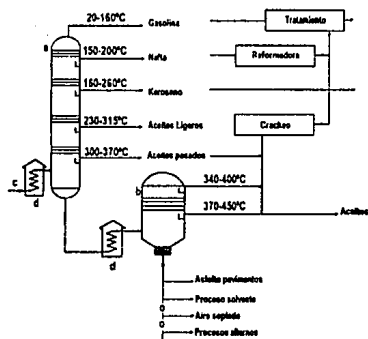


Fig. 1. Destilación del petróleo crudo como primer paso de refinación del betumen.  
a) Fraccionadora atmosférica; b) Fraccionadora al vacío; c) Alimentación; d) Calentador<sup>2</sup>.

El asfalto es fácilmente maleable para todos los usos y puede ser transformado a formas sólidas y líquidas, lo que permite ser moldeado para dar cualquier forma y uso en revestimientos relativamente delgados.

En forma sólida, el asfalto es un medio cementante (aglutinante, duro y de gran duración). Es éste uno de los conservadores mejor conocidos por el hombre y el material impermeabilizante más útil que existe.

Por medio de disolventes se le puede dar cualquier consistencia, lo mismo que por calentamiento. No está sujeto a alteraciones por vibración y no refleja ondas de sonido. El asfalto no causa daños a personas que lo manejen emulsionado en forma líquida, pero a altas temperaturas, puede producir quemaduras y no se recomienda inhalar los vapores que desprende.

## SISTEMAS IMPERMEABILIZANTES

### A. Definición

Debido a que un impermeabilizante tiende a degradarse por los cambios de temperatura, efectos de los rayos solares, el aire y los agentes atmosféricos es necesario utilizar sistemas impermeabilizantes para prolongar su vida útil<sup>5</sup>.

Un sistema impermeable se define como: una carpeta compuesta de varias capas de diversos materiales que, en conjunto, aumentan sus propiedades de protección.

Todo sistema impermeable debe constar al menos de una capa de los siguientes materiales:

1. Primarios o *Primer*
2. Selladores
3. Impermeabilizantes
4. Membranas de refuerzo
5. Acabados

Los sistemas pueden estar formados por capas alternadas de impermeabilizantes y membranas de refuerzo, ya que se acepta que un mayor número de estas capas ofrecen más seguridad y duración. Sin embargo, debe considerarse que un impermeabilizante más elástico, dúctil y resistente al envejecimiento, dará un funcionamiento equivalente con menor espesor.

## 1. Primarios

Generalmente es un impermeabilizante diluido, cuyo objetivo es sellar la porosidad de la superficie a tratar, además de ser un elemento promotor de adherencia entre el sustrato y el impermeabilizante.

Existen en el mercado dos tipos de primarios: base agua y base solvente. Los primeros se aplican sobre todo tipo de superficies (concreto, tabique, metal, etc.) secas o ligeramente húmedas, previa limpieza de la misma, debiendo estar éstas libres de polvo, grasas o partículas sueltas que provoquen una falsa adherencia. Los segundos se emplean principalmente en superficies húmedas, debido a su mínimo tiempo de secado; además, son ampliamente recomendados para lograr una óptima adhesión en elementos verticales o en reimpermeabilizaciones de sustratos que contengan impermeabilizaciones asfálticas deterioradas y se recomiendan que se usen en lugares ventilados.

Ambos productos se aplican en una sola capa, por medio de cepillo de cerda o raíz, brocha o equipo neumático. Se deben aplicar en cantidad suficiente sólo para tapar el poro y nunca formar costra.

## **2. Selladores**

Este es un material que se utiliza principalmente para sellar grietas, resanar y calafatear superficies de concreto, asbesto-cemento, lámina metálica y domos o tragaluces, así como sellador de juntas, fisuras y puntos críticos; su base es asfalto con resinas y otros materiales que le proporcionan una gran plasticidad y resistencia al intemperismo, debido a su lento envejecimiento<sup>5</sup>.

La aplicación de los selladores se hace con espátula, llana o cuchara de albañil, y se extienden hasta 5 centímetros alrededor del área por sellar. Para aumentar su adherencia, se recomienda que antes y después de su aplicación, se imprima la superficie con una mano de primario.

## **3. Impermeabilizantes**

La carpeta impermeabilizante, por ser la verdadera responsable de toda impermeabilización, será tratada por separado en un apartado **B** de este capítulo.

## **4. Membranas de refuerzo**

Éstas están constituidas por un producto o material que ayuda a conservar los recubrimientos bituminosos por más tiempo, el cual imprime gran estabilidad química, resistencia a la tensión, flexibilidad y resistencia al intemperismo.

Existen dos clases de membranas: las orgánicas (cartón asfaltado, yute) y las inorgánicas (fibra de vidrio y poliéster).

**Características que debe tener una membrana:**

- a. Porosidad para que se embeba en los materiales bituminosos o resinas.
- b. Flexibilidad para poder moldearse sin quebrarse.
- c. Tensión para resistir estiramientos en cualquier dirección.
- d. Durabilidad.
- f. Capacidad para evitar escurrimientos de los materiales bituminosos.

La aplicación debe realizarse con la primera capa aún fresca del impermeabilizante, para que se embeba, traslapándose 10 cms. con el lienzo anterior; a las 24 horas se recubre con la segunda capa del impermeabilizante<sup>5</sup>.

## **5. Acabados**

Son un elemento fundamental en la impermeabilización y, con mucho acierto, se menciona que la vida útil del acabado es la vida del sistema impermeabilizante.

Lo anterior se explica si se considera que los techos de una construcción, son la parte que más severamente es atacada por el intemperismo y los dañinos rayos ultravioleta de la luz solar. Por lo que es importante mantener es buen estado el acabado de cualquier impermeabilización.



Entre los acabados de mayor uso se encuentran: las pinturas elastómericas, las pinturas bituminosas en color aluminio, las gravillas pigmentadas, el papel aluminio y el enladrillado u otro acabado cerámico.

Las pinturas elastoméricas son de larga duración, de gran elasticidad y decorativas; a fin de favorecer el anclaje al impermeabilizante, se deben colocar sobre una base de fibra de poliéster o riego de arena. Para su aplicación se emplean cepillos, brochas o equipos neumáticos.

Las pinturas bituminosas en color aluminio se emplean, principalmente, cuando se desea un objetivo térmico, ya que reflejan los rayos solares hasta en un 80%; y su aplicación es por medio de brocha, cepillo de cerda fina o equipo neumático.

Las gravillas pigmentadas son, básicamente, el acabado de los impermeabilizantes prefabricados, ya que al efectuar un acabado de este tipo en forma manual puede dar lugar a espacios entre las partículas, quedando expuesto el asfalto al ataque de los rayos solares.

El papel aluminio también debe ser colocado sobre el asfalto en forma mecanizada, ya que de no realizarse de esta forma, se presentan desprendimientos y roturas que dejan al descubierto el impermeabilizante.

El enladrillado u otro acabado cerámico son magníficos elementos protectores de las impermeabilizaciones, ya que son decorativos, aislantes, resistentes a la intemperie y al tránsito frecuente. Cuando este acabado se coloca

cuidadosamente sobre una buena impermeabilización , sin dañar ésta, se puede asegurar que el sistema de impermeabilización tendrá una prolongada vida útil (12-15 años). Por lo que es necesario tener una adecuada supervisión de los enladrilladores al llevar a cabo su trabajo<sup>5,7</sup>.

## **B. Impermeabilizantes**

Se entiende como impermeabilizantes a todos aquellos materiales que impiden el paso del agua a través de determinados elementos constructivos.

Como se mencionó, el asfalto es el principal constituyente de los impermeabilizantes de base asfáltica por lo que se han elaborado varias pruebas para el control de los asfaltos, entre ellas la del *grado de penetración* y la de medición del *punto de ablandamiento*.

El *grado de penetración* permite medir la consistencia de un asfalto. Se apoya una aguja lastrada (con 100 g.) en la superficie de una bandeja de asfalto a temperatura normal de la prueba (77° F.) durante 5 seg. (ver figura 2). La profundidad a la que penetra la aguja permite observar que se introduce más en los asfaltos blandos que en los duros y, por lo tanto, cuanto menor es la penetración, más duro es el asfalto. Esta prueba es la base con la que se clasifica la mayor parte de los asfaltos, según variaciones de penetración establecidas, y sin condiciones normalizadas, lo que se describe por completo en la especificación American Society for Testing and Materials (ASTM D-5).

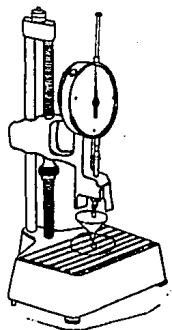


Fig. 2. Medición del grado de penetración.

La consistencia del asfalto puede medirse determinando su punto de ablandamiento. Una muestra de asfalto cargada con una bola de acero se confina en un anillo de latón suspendido en un vaso con glicerina. Al calentarse la glicerina a una rapidez establecida, el asfalto se ablanda y eventualmente cae, junto con la bola, a través del anillo (ver figura 3). En el momento en que el asfalto y la bola tocan el fondo del vaso, se registra la temperatura de la glicerina; esta temperatura se designa con el nombre de *punto de ablandamiento* del asfalto. Todas las condiciones de esta prueba se han normalizado y se perciben por completo en la especificación ASTM- D-36.

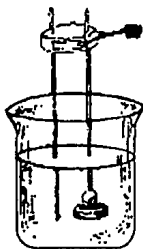


Fig. 3. Medición del punto de ablandamiento.

La prueba del punto de ablandamiento puede usarse en combinación con la prueba de penetración para obtener una indicación general de la susceptibilidad relativa a la temperatura de dos o más asfaltos de la misma penetración. Esto es, si dos asfaltos tienen el mismo grado de penetración, el que tenga el punto de ablandamiento más elevado es el menos susceptible a la temperatura; es decir, se ablanda más lentamente al elevarse su temperatura<sup>5</sup>.

Ahora bien, el asfalto como subproducto de la refinación del petróleo no sería posible utilizarlo tal cual, como material impermeabilizante, ya que adolece de algunas de las características que debe reunir un asfalto para poder ser empleado como tal; debe tener cierta elasticidad o ductilidad, resistente al envejecimiento, a la intemperie y al tránsito; no debe escurrir a las temperaturas máximas de ambiente; debe ser de fácil instalación y tener excelente adherencia, etcétera.

Todas estas características pueden proporcionársele al asfalto, mediante procesos adecuados y específicos que los separan en grupos bien definidos

dentro de los impermeabilizantes, con base en el tipo de proceso a que han sido sometidos , y las condiciones adecuadas para su aplicación. Se toma en consideración todas estas características, los materiales asfálticos para impermeabilizar se pueden clasificar de la siguiente manera<sup>5</sup>:

## 1. Aplicación en caliente

Los impermeabilizantes de este tipo tienen la característica de que deben ser calentados a temperaturas establecidas para poder ser aplicados. Y se subdividen en oxidados y catalizados.

Los primeros tuvieron gran popularidad desde mediados del siglo pasado, ya que para un mismo *punto de ablandamiento*, se obtiene mayor ductilidad en los impermeabilizantes oxidados que en endurecidos exclusivamente por destilación de arrastre de vapor, lo cual se traduce en mayor resistencia al agrietamiento motivado por los cambios de temperatura y los movimientos estructurales propios de las construcciones. En la siguiente figura, se observa el proceso de oxidación del asfalto.

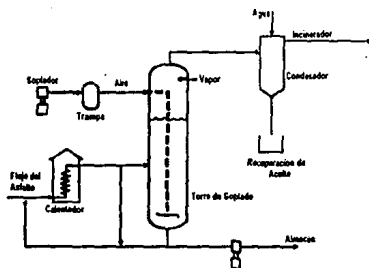


Fig. 4. Proceso de oxidación del asfalto<sup>2</sup>.

El precalentamiento tiene lugar en un calentador generalmente colocado entre el tanque de almacenamiento y el recipiente de soplado. El aire alimentado puede ser proveído de sopladores o compresores, el más común es el soplador rotativo capaz de operar a una presión de salida de 10 psig. Una torre vertical es preferible para el aire soplado. El vapor es usado por seguridad y para asegurar el flujo positivo hacia el incinerador<sup>2</sup>.

El precalentamiento necesario generalmente es a los 200°-230° C. Después que el aire ha sido introducido, hay un incremento gradual de temperatura. En la figura mostrada, el agua y/o vapor esperado sobre la superficie del asfalto es usado para mantener la temperatura a 260°C. El punto final puede ser determinado por mediciones periódicas del punto de ablandamiento<sup>2</sup>.

Éste, como quedó establecido, mide la temperatura a la que el asfalto escurre, condición muy importante para definir qué tipo de asfalto se requiere para determinadas inclinaciones de techos y temperaturas ambientales. Obviamente,

para mayor inclinación o temperatura se requiere un mayor punto de ablandamiento.

La penetración es una prueba que mide la dureza del asfalto y que está directamente relacionada con la ductilidad del material, es decir, con la propiedad de estirarse sin romper la continuidad de la película, lo cual en un sistema aplicado produciría grietas en la impermeabilización, permitiendo el paso del agua<sup>5</sup>.

Cuando un impermeabilizante oxidado se calienta para efectos de aplicación a una temperatura superior a la que indica su rango o fabricante, éste pierde una gran cantidad de aceites plastificantes, que es el medio en el que se mueve, carbonizando también gran parte de las resinas que cubren el asfalto, lo que trae como consecuencia la pérdida de ductilidad; ello provoca un endurecimiento prematuro, también llamado cristalización, debido a lo cual la vida útil del sistema impermeable se ve acortada sensiblemente, apareciendo grietas y "acodrilamientos" en un plazo muy breve.

Los segundos o catalizados han sido aceptados aunque este no es verdaderamente un proceso catálico. Los agentes empleados son consumidos en la reacción. El efecto general es la reducción del tiempo de soplado así como en un cambio en la relación de penetración -punto de ablandamiento por medio de un catalizador seleccionado adecuadamente con el objeto de impartirle características especiales de flexibilidad, adherencia, etc. , lo que hace superiores a los asfaltos que han sido solamente oxidados.

Muchos agentes han sido utilizados y patentados, tales como el sulfato de cobre, cloruro de zinc, cloruro férrico, cloruro de aluminio, peróxido de fósforo y muchos otros<sup>2</sup>.

## **2. Aplicación en frío**

Este tipo de impermeabilizantes se han hecho muy populares sobre todo por su facilidad de aplicación, aun tomando en cuenta que su costo es mayor a los de aplicación en caliente.

Su característica principal es la formación de una película de impermeabilizante de gran elasticidad que resiste pequeñas contracciones y expansiones de la superficie protegida.

También en este tipo de impermeabilizantes existen dos tipos: rebajados y emulsionados.

En la elaboración de los impermeabilizantes rebajados se utilizan asfaltos refinados, fibras de asbesto de distintas longitudes e hidrocarburos alifáticos como solventes y plastificantes.

Se entiende por emulsión un líquido inmiscible disperso en otro en forma de finas gotas. En la mayoría de las emulsiones asfálticas comunes, del tipo agua-aceite, el asfalto es la fase dispersa (interna) y el agua es la fase continua (externa)<sup>2</sup>.



Los impermeabilizantes emulsionados se presentan como una suspensión acuosa de asfalto coloidal, que han sido enriquecidos con agregados minerales inertes como fibra clasificada de asbesto y hojuela de mica, a los que se agrega además, en ciertos casos, fibra de vidrio, los cuales cumplen con una función de refuerzo en el impermeabilizante, todo esto se traduce en una mayor resistencia al intemperismo lo que alarga, consecuentemente, la vida del sistema.

Este tipo de impermeabilizante ofrece una protección efectiva contra el agua; sin embargo, la película formada tiene la característica de permitir la salida de humedad atrapada bajo el impermeabilizante en forma de vapor, gracias a su estructura de "panal de abeja" que posee.

### **3. Elastoméricos**

Estos impermeabilizantes no son de base asfáltica sino de neopreno-hypalon, poliuretano o huleclorado y se emplean con éxito, principalmente, en el acabado de albercas. Tienen gran resistencia al intemperismo y elasticidad. Sin embargo, su uso es bastante limitado, debido al precio demasiado elevado del producto.

También se presentan en forma de membranas prefabricadas, tales como el p.v.c., hule butilo o similares; pero tienen el inconveniente de que son sumamente difíciles de sellar en los traslapes entre membrana y membrana. Además, las superficies no son siempre totalmente planas se forman pequeños olanes durante su colocación, que son prácticamente imposibles de pegar en forma eficiente.

#### 4. Prefabricados

Por ser éstos la base del presente trabajo serán tratados en el capítulo III.

#### 5. Otros tipos de impermeabilizantes

Dentro de esta clasificación se encuentran los de capilaridad negativa (de las porosidades), esto es, que de ser afines hacia el agua sean repelentes hacia ella, pero dependen de que la presión que empuja hacia adentro, no supere la fuerza de repelencia. Generalmente se emplean los silicones, y en superficies verticales con poros de tamaño capilar, ya que de no ser así (poros grandes) la acción de los silicones se ve bastante disminuida y el agua puede ser absorbida hacia el interior.

También dentro de éstos se encuentran los materiales cerámicos como las tejas y las láminas metálicas; pero las primeras se desacomodan fácilmente por el viento, en tanto que las segundas producen mucho ruido con las lluvias, no son térmicas, presentan elevado precio de instalación, etcétera<sup>5</sup>.

## IMPERMEABILIZANTES PREFABRICADOS

Los impermeabilizantes prefabricados consisten en rollos compuestos por una membrana central de fibra de vidrio o poliéster, cubierta en ambos lados con asfalto, terminada en su lado inferior con una película antiadherente de polietileno o arena sílica y acabado en la cara superior con gránulos minerales, aluminio o arena, formando espesores de 3 o 4 mm., elaborados mediante un proceso industrial altamente automatizado, electrónico y auxiliado por computadoras, logrando trenes de laminación con gran eficiencia y capacidad de producción.

Por otro lado, también se cuenta para su fabricación, con equipos de laboratorio sofisticados para llevar a cabo el control de calidad, como son: equipos para envejecer aceleradamente, para medir capacidad de elongación, resistencias a bajas y altas temperaturas, microscopios electrónicos para analizar las mezclas, etcétera.

### A. Historia

A raíz de la Segunda Guerra Mundial, se comienzan a desarrollar en Europa los sistemas prefabricados en la construcción, lo que provoca, en lo que se refiere a

la impermeabilización, que también se desarrollen nuevos sistemas más acordes y compatibles con las técnicas de construcción<sup>7</sup>.

Así pues, en la década de los 50's se empiezan a gestar los primeros intentos de sistemas impermeables prefabricados con calidad y ventajas mayores a los sistemas tradicionales, ya que éstos tienen una vida útil muy corta y son sistemas rígidos que se fracturan fácilmente dada la dureza del asfalto<sup>7</sup>.

Debido a las rupturas que presentaban los sistemas tradicionales ocasionadas por los movimientos del techo al que están adheridos, los fabricantes europeos de impermeabilizantes dieron a este problema un nuevo enfoque para solucionarlo. Consideraron al techo y al sistema impermeabilizante como dos elementos estructurales independientes uno del otro; en otras palabras, consiguieron separar físicamente el sistema impermeable. De acuerdo con este enfoque, se desarrolla en Alemania un fieltro asfáltico prefabricado, perforado con una membrana central de fibra de vidrio y arena sílica en una de sus caras. Este primer impermeabilizante prefabricado se debía colocar suelto, directamente sobre la losa, con la arena hacia abajo y sobre él se aplica una capa de impermeabilizante asfáltico, el cual entra solamente en contacto con el techo a través de las perforaciones, permitiendo con esto que la impermeabilización "flote"<sup>5</sup>.

Esta era realmente la innovación en el método de impermeabilizar y ya sobre este sistema se puede colocar cualquier especificación de acabado.

Otra de las ventajas que se obtuvieron mediante este impermeabilizante prefabricado, fue la eliminación del crónico problema de los abolsamientos ocasionados por vapor atrapado. Los granos de arena del prefabricado constituyen una separación física entre la losa y la impermeabilización, a la vez que un camino para que los vapores atrapados encuentren salida por los pretiles o remates, permitiendo así que la impermeabilización "respire".

Con el anterior prefabricado, la elasticidad mejoró notablemente, pero se presentaron otros problemas como el sellado de los traslapes, capacitación al aplicador en la forma de colocar los mantos o lienzos del impermeabilizante prefabricado, la desconfianza del consumidor a una buena impermeabilización ya que al "flotar" se pensaba que se podía despendar, entre otros problemas. Pero debido a que el asfalto que se empleaba para pegar el prefabricado a la losa era del tipo oxidado, se continuaban presentados las dificultades que implican el manejo de este asfalto como son: riesgo para el personal de aplicación, si al calentar se exceden de las temperaturas permisibles, se degrada, etcétera<sup>5</sup>.

Posteriormente, se desarrolla un nuevo impermeabilizante prefabricado el cual no presenta las perforaciones de su antecesor, ya que al estar fabricado con asfalto del tipo catalítico se pensaba que podía absorber los movimientos estructurales de la losa y cuya innovación era la de poder aplicarse por medio de soplete de gas butano, además de adhesivo asfáltico, lo que eliminaba el problema del sellado de los traslapes. Además, al no calentar el asfalto en las calderas, se reducía el tiempo de su aplicación.

Este nuevo impermeabilizante prefabricado presentaba varias alternativas de acabado en la cara superior, dependiendo del tipo de terminado que se deseara, así, el terminado de enladrillado, teja, firmes de concreto, cisternas, cimentaciones, etc. se empleaba el prefabricado con acabado de arena sílica; el terminado con propiedades térmicas, se manejaba el de aluminio para terminado con pintura, se utilizaba el de tela poliéster no tejida, que favorecía el anclaje de ésta en el prefabricado.

Debido a que este último tipo, presentaba la inconveniencia del mantenimiento en la pintura de terminado, los fabricantes crean una nueva presentación, la cual permite tener los colores terracota, blanco y verde en las impermeabilizaciones, dando paso al acabado con gravilla u hojuela esmaltada<sup>7</sup>.

## **B. Asfaltos modificados**

A principios de los 60's, nace la llamada "tecnología de los asfaltos modificados", reciben este nombre, precisamente porque al asfalto se le agregan productos que modifican las características de éste, como son:

- resistencia a bajas temperaturas;
- resistencia a altas temperaturas sin necesidad de oxidar;
- aumentar la capacidad de elongación; y
- aumento de la vida útil del impermeabilizante.

Esta modificación se lleva a cabo a través de la mezcla de asfalto con polímeros. Inicialmente se intentó con hule natural y varios tipos de polímeros; sin embargo,

la mayoría de los hules evaluados requerían de un proceso determinado, que no siempre fue compatible con la tecnología del asfalto. En tanto que, de los diferentes polímeros probados, sólo se seleccionaron dos: **APP** - Polipropileno Atáctico y **SBS** - Estireno- Butadieno- Estireno (ver apéndice).

Dado que el **SBS** es un producto más caro que el **APP**, los impermeabilizantes prefabricados con **SBS** serán también de mayor precio.

Diferencias básicas:

Producto	Resistencia bajas temperaturas	Temperatura ablandamiento	% Elongación nuevo	Resistencia a rayos U.V.
<b>APP</b>	-6 a -12 ° C	145-150° C	50	excelente
<b>SBS</b>	-25 a -30° C	100-110° C	120	mala

La aplicación de estos impermeabilizantes prefabricados es por medio de soplete de gas butano, lo que permite lograr grandes avances para la conclusión de los trabajos. Sin embargo, los fabricados con **SBS** también se pueden aplicar con adhesivos asfálticos e, incluso, con asfalto en caliente, donde por seguridad no es posible utilizar el soplete, pero se tiene la desventaja de que se incrementa el precio y disminuye el rendimiento de colocación.

Comportamiento de traslapes:

- **APP** : Se requiere revisión periódica (cada 6 meses) y eventualmente mantenimiento, ya que la unión entre los mantos puede perderse con el tiempo.
- **SBS** : No se requiere mantenimiento ni revisiones periódicas, ya que por ser un elastómero conlleva a una autovulcanización del mismo.

De lo anterior podemos resumir que:

- En estados con temperaturas muy bajas el **SBS** es ideal.
- En lugares con alto riesgo de explosión se debe emplear el **SBS**, ya que permite su aplicación sin empleo de soplete.
- En estados con temperaturas altas el **APP** es más conveniente de utilizar, ya que no se reblandece fácilmente.
- Cabe señalar que en el uso de ambos se recomienda evitar dañar la gravilla u hojuela, ya que esto dejaría expuesto el **SBS** a los rayos solares, provocando su degradación<sup>7</sup>.

### C. Especificación para un impermeabilizante prefabricado

Ahora enunciaremos los pasos por seguir para la apropiada aplicación de un impermeabilizante prefabricado. Es importante hacer una breve presentación de este tipo de impermeabilizante, así como una descripción de los productos por emplear para que el cliente conozca éstos, así como el procedimiento de colocación.



*Trabajos previos:*

Inspección completa previa a la iniciación de los trabajos de aplicación para determinar las condiciones generales del sustrato, y definir los trabajos preliminares necesarios (trabajos de albañilería, corrección de pendientes, bajas de agua, etc.). No se deberán iniciar los trabajos de impermeabilización hasta tener áreas totalmente definidas y terminadas, tanto por preparación de la superficie como por trabajos de cualquier otro tipo. Lo anterior con el objeto de evitar mal trato y perforaciones del impermeabilizante.

*Pendientes:* Las azoteas deberán ser de un 3% como mínimo y no tener encharcamientos.

*Muros y pretilos:* Las esquinas formadas por los muros y los pretilos con respecto al sustrato deberán llevar un chafalón de 10 X 10 cms. a base mortero.

El acabado de la superficie por impermeabilizar será del tipo fino, libre de materiales de construcción, etc. presentando una superficie uniforme.

La limpieza de la superficie eliminará grasa, tierra y todo material que impida la adecuada adherencia del prefabricado al sustrato.

Se aplicará un primario (base agua o solvente) en una sola mano, por medio de cepillo de cerda o equipo neumático a razón de 4 a 5 m<sup>2</sup>/litro, la aplicación será solo la suficiente para tapar el poro y nunca deberá formar costra.

Las bajadas pluviales serán tratadas a continuación de acuerdo con el siguiente criterio: se forma un tubo con un tramo del prefabricado cuyo perímetro sea igual al de la bajada, más 10 cms. de empalme x 30 cms. de largo; en el interior de la bajada, se introduce unos 20 cms.; se adhiere perimetralmente por fusión y se corta en gajos el tramo de 10 cms. que sobresale de la bajada para adherirlo al sustrato (ver figura 5).

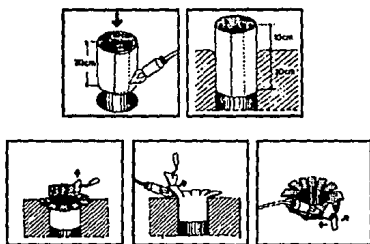


Fig. 5. Tratamiento de bajadas pluviales<sup>6</sup>.

Hecho lo anterior, se corta un cuadro de 50 x 50 cms. para adherirlo por medio de soplete a la bajada, la cual queda cubierta totalmente, a fin de realizar cortes en forma de cruz, formando gajos que serán adheridos de igual forma hacia el interior de la bajada, con lo que queda ésta perfectamente sellada, para evitar filtraciones a través de la unión con el sustrato (ver figura 6).

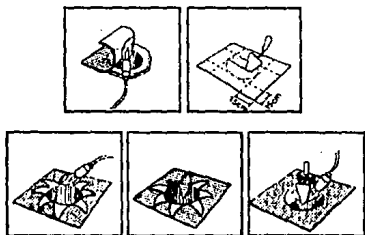


Fig. 6. Protección de la bajada pluvial<sup>6</sup>.

La colocación de los rollos siempre deberá comenzarse por la parte baja de la superficie por impermeabilizar, continuando hacia arriba en sentido perpendicular a la pendiente. Los lienzos sucesivos se colocarán en la misma forma que el primero, de manera tal que los lienzos queden traslapados 10 cms., paralelos y a favor de la pendiente, siguiendo el principio de la teja<sup>7</sup>.

La adhesión se llevará a cabo por medio de termofusión con soplete de gas butano y se hará conforme se van desenrollando los rollos, sometiendo la cara inferior de los lienzos a calentamiento por medio de flama directa de soplete, quemando el polietileno y reblandeciendo el asfalto para adherirse perfectamente al sustrato. Los lienzos sucesivos se colocarán en la misma forma que el primero, traslapándose 10 cms. Dichos traslapes se irán soldando simultáneamente conforme se desenrollan y adhieren los rollos.

Para asegurar una perfecta soldadura de los traslapes, se deberá asomar a lo largo de éstos un filo de asfalto líquido, lo que indicará que la fusión de ambos lienzos se ha logrado.

En caso de emplear impemeabilizante prefabricado del tipo granular, se esparcirá gravilla u hojuela mineral del mismo color sobre el filo de asfalto, por razones estéticas.

*Pruebas:* Una vez terminada la colocación de los rollos es conveniente revisar que no existan filtraciones, lo que se puede probar arrojando agua con manguera y bloquear las bajadas, a fin de formar un espejo de agua.

*Acabados:* Una vez terminada la colocación de los rollos del impermeabilizante arenado, se procederá a la colocación del acabado considerado en el proyecto: teja, ladrillo, loseta, pintura reflectiva, etc. En tanto que para el granular no se requiere de acabado alguno<sup>7</sup>.

## IV

# COMERCIALIZACIÓN DE LOS IMPERMEABILIZANTES PREFABRICADOS EN EL MERCADO NACIONAL

Hasta ahora se han revisado las características de los diferentes tipos de impermeabilizantes que existen en el mercado nacional, por lo que una vez conocidos se procederá a definir la forma de comercializar los del tipo prefabricado, que es el principal objetivo de este trabajo, para lo cual deberán considerarse los siguientes puntos :

### A. Situación actual del mercado y del producto

En nuestro país, la cultura de la impermeabilización ha sido muy pobre, en gran medida como resultado de las políticas proteccionistas y de los programas de sustitución de importaciones, llevadas a cabo anteriormente, lo que ha dado como resultado la imposibilidad de importar materias primas necesarias para la fabricación de los impermeabilizantes prefabricados (fibra poliéster "Spundbond", APP, SBS), o bien de producto terminado. De tal manera que la participación de dichos sistemas de impermeabilización en el mercado, ha sido escasa, como se puede apreciar en la fig. 7. Sin embargo, debido principalmente a la apertura comercial en los últimos años esta participación está creciendo rápidamente,

pues en estos momentos se cuenta con nueve productos en el mercado nacional, de los cuales solo cuatro se fabrican en el país.

ESTADÍSTICAS DE VENTAS PREFABRICADO VS. TRADICIONAL

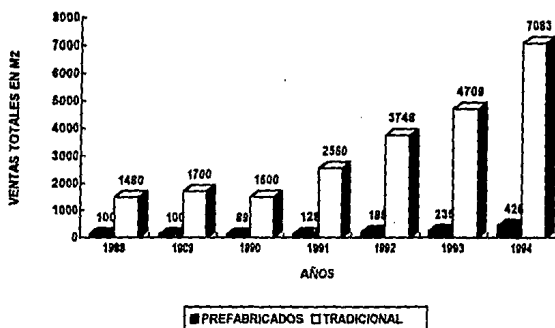


FIG. 7. Estadísticas de ventas 1988-1994. Fuentes: ANIQ.

Con la aparición de las técnicas modernas de construcción, los sistemas impermeabilizantes tradicionales presentaron notables deficiencias, debido principalmente a no ser elongables. De tal suerte que no era posible lograr su aplicación en losas prefabricadas, losas siporex o construcciones sujetas a movimientos estructurales considerables.

## **B. Competitividad del producto**

Dentro de este punto es importante analizar las fortalezas y debilidades del producto, a fin de conocerlo mejor; así, dentro de las primeras se pueden mencionar las siguientes:

### **FORTALEZAS**

- Tecnología avanzada de nivel mundial.
- Producto ecológico.
- Garantía directa del fabricante en sus productos y en la aplicación, ya que capacita a los aplicadores, otorgándoles un certificado de aptitud en esta actividad.
- Calidad uniforme que evita los errores de mano de obra en los espesores al aplicarse.
- Gran flexibilidad y capacidad de elongación de hasta un 120% lo que permite resistir severos movimientos térmicos y estructurales.
- Colocación rápida, que disminuye el tiempo de terminación de la obra.
- No requiere mantenimiento.
- No se pudre, como sucede con el cartón asfaltado.

### **DEBILIDADES**

- Precio elevado en la inversión.
- Falta de conocimiento por parte del cliente.
- Miedo al cambio (tradicional por prefabricado).
- Red de distribuidores pequeña.
- Mala calidad en algunos productos de importación de este tipo que originan la desconfianza entre el consumidor.

- Fuerte arraigo a los sistemas convencionales. Regionalismo creado hacia ciertas marcas.
- Falsa información creada por empresas fabricantes de productos tradicionales.
- Actualmente sólo existen en México tres fabricantes de prefabricados, y uno de ellos continúa comercializando también los tradicionales.
- Poca inversión para esta parte de la construcción (impermeabilización), debido a la situación económica del país.

### C. Estrategias

Las estrategias de comercialización son efectivas cuando nos permiten crear ofertas que tengan más valor, para el mercado seleccionado, que las ofertas de la competencia. Debido a ello, se deberán delinear acciones que lleven a lograr el objetivo de comercialización: una mayor penetración de los prefabricados en el mercado de los impermeabilizantes. En otras palabras, se busca definir :

1. ¿QUÉ SE VA A COMERCIALIZAR?
2. ¿CÓMO?
3. ¿DÓNDE?
4. ¿CUÁNDO?
5. ¿QUIÉN?



Antes de contestar a las preguntas anteriores es importante tener en cuenta que los impermeabilizantes prefabricados están enfocados a un mercado establecido (construcciones tradicionales) y a un nuevo mercado (losas prefabricadas).

1. ¿QUE SE VA A COMERCIALIZAR? La respuesta es un impermeabilizante prefabricado multicapa, plástico-bituminoso, con más de 35 años de éxito en Europa y ocho en los E.U.A., el cual cuenta con un alma central de tela no tejida de poliéster "Trevira Spunbond" protegida por dos capas (una por lado) de asfalto modificado (SBS o APP) que le confieren características únicas de ductilidad y elongación. A su vez, el asfalto modificado está protegido en su cara superior con arena sílica o gravilla esmaltada al fuego, en tanto que en su cara inferior con una película de polietileno. Su colocación es rápida y limpia.
2. ¿CÓMO SE VA A COMERCIALIZAR? A través de una red de Centros de Atención y Servicios formados en su gran mayoría por profesionistas de la construcción y apoyados con una infraestructura promocional y publicitaria basada en participación en exhibiciones, en publicaciones, catálogos, directorios y revistas del ramo y, sobre todo, por medio de la labor realizada por un cuerpo de promotores, los cuales mantendrán un contacto permanente con constructoras, bufetes, proyectistas, dependencias gubernamentales, universidades y el mercado en general. Este cuerpo de promotores deberá ser capacitado directamente por los fabricantes de los impermeabilizantes prefabricados, a fin de conocer a fondo los productos por comercializar.

Además, los fabricantes contarán con un departamento de apoyo a los centros de servicio, el cual estará dedicado exclusivamente a detectar obras, investigarlas, lograr la especificación de los productos y boletinarlas a los diferentes centros para que puedan realizar el contacto comercial.

Es de suma importancia la presentación de una apropiada cotización , ya que ésta representa la imagen de cualquier compañía; por lo tanto, se debe entregar personalmente y cerciorse de que se dispone de tiempo suficiente para realizar una adecuada explicación a cualquier duda que manifieste el cliente. En ella se deberán indicar claramente los datos de la obra, características de la misma, trabajos previos (si los hay), productos por emplear, garantía que se ofrece, condiciones de pago, tiempo de entrega, precio unitario y precio que resulta por año de garantía.

Debido a que el precio es el punto más álgido en toda relación comercial, el cliente, generalmente, argumentará que éste es alto (sea cual fuere), por lo que se recomienda hacer una comparación de precio por año de garantía del producto, contra los de otros sistemas. El cliente deberá entender que pagar un precio justo por calidad y servicio no es equivocado.

3. ¿DÓNDE SE VA A COMERCIALIZAR? Los mercados para comercializar el producto son principalmente:
  - Industria, nueva o mantenimiento de ésta.

- Gobierno, dependencias oficiales y oficinas descentralizadas.
  - Constructoras.
  - Contratistas.
  - Clientes particulares.
4. ¿CUANDO SE VA A COMERCIALIZAR? Básicamente hay dos tipos de obras: impermeabilizaciones en obra nueva y reimpermeabilizaciones en obras antiguas. Para ambas, el mercado es continuo durante todo el año, pero el segundo aumenta notablemente durante la época de lluvias, por lo que cualquier campaña dirigida a la reimpermeabilización deberá hacerse antes y durante la temporada de lluvias, tomando en cuenta que el cliente de reimpermeabilizaciones requiere atención inmediata a su llamado.
5. ¿QUIÉN VA A COMERCIALIZAR? Técnicamente, en toda compañía de servicios, todos deben vender, sin embargo, en la mayoría, esta labor está concentrada propiamente en los vendedores.

Por ser el vendedor una persona con alto profesionalismo y que represente una especialización del sector de la construcción, debe brindar al cliente soluciones adecuadas dentro de un contexto de máxima eficiencia al menor costo.

Asimismo, debe cuidar las relaciones públicas que no es otra cosa que la imagen que se proyecta ante los demás. Debido a que en algunos casos es determinante otorgar crédito para lograr cerrar la negociación, es

imperativo que, en conjunto con el departamento de Crédito y Cobranzas, investigue la solvencia del cliente, antes de comprometer a la empresa que representa, ya que es muy frecuente pensar que se actúa de "buena fe" al realizar un trato, y al final resulta ser un "boomerang" que más tarde regresará contra nosotros.

Es importante que se cuente con una agenda muy minuciosa de los compromisos establecidos, así como un archivo de cada prospecto, en donde se pondrán todos los documentos relativos a esa obra para que, en caso de obtener un fallo favorable, se cerciore de que los servicios contratados resulten a entera satisfacción del cliente; en tanto que en el caso contrario, se debe hacer un análisis del porqué no se obtuvo una respuesta favorable. Independientemente de cuál fuera el caso, se deberá conservar el contacto con el cliente, prestando una esmerada atención, siempre a fin de estar presente en futuras obras.

Se cuenta con un gran producto, por lo que se deberá aprovechar esta oportunidad que se brinda a los vendedores, para que éstos ayuden a los demás, ofreciéndoles un producto de calidad superior, que sin lugar a dudas resolverá los problemas de impermeabilización en México por muchos, muchos años.

#### **D. Análisis de costo del sistema prefabricado vs. tradicional**

Con el objeto de visualizar los precios por año de garantía, se evaluarán el sistema "A" (tradicional) de acuerdo con un anuncio en el periódico, contra su similar prefabricado.

## 1. Aspectos generales por considerar

Entre los aspectos generales de la obra por impermeabilizar, se encuentran:

Obra: losa de concreto nueva.

Tipo: Dos aguas.

Pendiente: 20%.

Área: 115.00 m<sup>2</sup>.

Garantía: 5 (cinco) años.

Transito: Eventual.(cargas de gas y limpieza)

## 2. Propuestas

### SISTEMA PREFABRICADO

Materiales:

- Prefabricado de 3.00 mm de espesor, con gravilla verde, de 10 mts. de largo x 1.00 mts. de ancho, traslapado 0.10 mts. en ambos lados y adherido por medio de termofusión.
- Primario base agua.
- Cemento plástico base asfáltica para calafateo de grietas (si hay).

### PRODUCTO: IMPERMEABILIZANTE PREFABRICADO

PRECIO	PRESENTACIÓN	PRECIO UNITARIO	RENDIMIENTO	N\$/M <sup>2</sup>
N\$ 198.00	Rollo de 1x10 M.	N\$ 19.80	8.8 M <sup>2</sup> /Rollo	22.50

**PRODUCTO: PRIMARIO**

PRECIO	PRESENTACIÓN	PRECIO UNITARIO	RENDIMIENTO	N\$/M <sup>2</sup>
N\$ 68.00	Cubeta de 19 Lt.	N\$ 3.58	5 M <sup>2</sup> /Lt.	N\$0.72

NOTA: Debido a que no se puede determinar la cantidad exacta del cemento plástico por emplear, se toma como base el 50% del precio del primario para obtener su N\$/M<sup>2</sup> ; por lo que se tiene:

$$N\$ 0.72 \times 0.5 = N\$/M^2 \underline{0.36}$$

El precio de los materiales será de:

$$22.50 + 0.72 + 0.36 = N\$/M^2 \underline{23.58}$$

Mano de obra (incluye gas), N\$/M<sup>2</sup> 3.20

Costo total por M<sup>2</sup> N\$/M<sup>2</sup> 26.78

Importe total de la impermeabilización con prefabricado:

$$115.00 M^2 \times N\$/M^2 26.7 = \underline{\underline{N\$ 3,079.70}}$$

No requiere mantenimiento.

**SISTEMA TRADICIONAL**

N\$ 16.00 /M2 con seis capas.

Este sistema esta compuesto por:

- una capa de primario.
- una capa de cemento plástico(se dice).

- una capa de emulsión asfáltica.
- una capa de tela de poliéster.
- una capa de emulsión asfáltica.
- una capa de pintura de acabado.

Importe de la impermeabilización con el sistema tradicional:

$$115.00 \text{ M}^2 \times \text{N}\$/\text{M}^2 \ 16.00 = \text{N}\$ \ 1,840.00$$

con mantenimiento cada 18 mese en la pintura de acabado.

El costo de mantenimiento en la pintura de acabado es de:

PRECIO	PRESENTACIÓN	PRECIO UNITARIO	RENDIMIENTO	N\$/M <sup>2</sup>
N\$ 304.00	Cubeta de 19 Lts.	N\$ 16.00	3M <sup>2</sup> /Lt	5.33

Mano de obra por aplicación de pintura N\$/M<sup>2</sup> 1.00, entonces:

Costo de suministro y aplicación de pintura de acabado:

$$\text{N}\$ \ 5.33 + \text{N}\$ \ 1.00 = \text{N}\$ \ 6.33 \text{ por M}^2$$

Cada 18 meses se deberá de pagar: N\$/M<sup>2</sup> 6.33 x 115 M<sup>2</sup> = N\$ 727.95

Además, en cinco años deberá de hacer tres mantenimientos, entonces:

$$3 \times \text{N}\$ \ 727.95 = \text{N}\$ \ 2,183.85$$

Cantidad que deberá sumársele al importe inicial:

Inversión inicial N\$ 1,840.00

Gastos de mantenimiento 2,183.85

Importe total del sistema tradicional **N\$ 4,023.85**

### 3. Resultados

Como ya se mencionó, es importante obtener el precio por año de garantía.

**PREFABRICADO**

**TRADICIONAL**

**N\$ 3,079.70 / 5 años**

**N\$ 4,023.85 / 5 años**

**N\$ 615.94**

**N\$ 804.77**

Aquí, claramente se nota una diferencia del **33%** en favor del sistema prefabricado.



# CONCLUSIONES

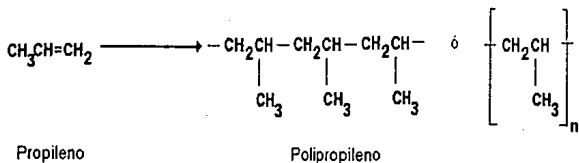
Del análisis realizado en los capítulos anteriores; se puede concluir que:

1. El conocimiento de los productos impermeabilizantes, así como de los sistemas que con ellos se forman, es de vital importancia dentro de la construcción, ya que el techo es la parte fundamental y la razón misma de toda edificación.
2. Los trabajos de impermeabilización se deben llevar a cabo dentro de los límites establecidos en las especificaciones del fabricante, con el objeto de obtener la garantía correspondiente, y siempre utilizando los productos de un mismo fabricante; esto es, primario, cemento plástico e impermeabilizante prefabricado.
3. Del análisis de las propuestas económicas, se puede aseverar que es recomendable realizar una inversión inicial mayor, que no requiera mantenimiento, a cualquiera de las tradicionales, ya que resultará ser la más económica con el tiempo. Asimismo, se debe indicar siempre en las propuestas de comercialización el precio que resulta por año de garantía.
4. La promoción y publicidad, como en todo negocio, es de vital importancia, por lo que se deberá poner mayor énfasis en este renglón, considerando en forma muy especial a las grandes constructoras, dependencias

gubernamentales y universidades, específicamente en aquellas en las que se forman profesionistas vinculados con el ramo de la construcción, ya que de estas últimas saldrán los profesionales del mañana con conocimiento de las innovaciones tecnológicas que se suceden día a día, como el caso de los impermeabilizantes prefabricados a base de asfaltos modificados.

5. Mediante el incremento de los centros de atención y servicio en las principales ciudades del país, que mantengan "stock" de materiales y personal capacitado se podrán cubrir las necesidades del mercado nacional, a partir de la idea de que "ya no se debe impermeabilizar como antes".



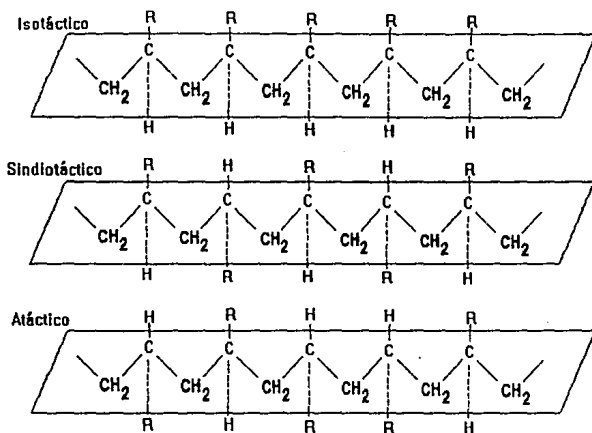


En donde, n indica que hay un gran número de unidades formando el polímero.

Los polímeros formados por un solo tipo de monómero se les conoce como homopolímeros y, los que se encuentran formados por dos o más monómeros diferentes se les conocen como copolímeros.

Los polímeros que no presentan ramificaciones se les llaman lineales y a los que sí presentan se les conocen como en red.

Cuando se polimerizan los monómeros del tipo  $\text{CH}_2=\text{CHR}$  se producen centros asimétricos en el esqueleto de la cadena. Si el polímero se forma mediante una adición cabeza con cola y se escoge aquella conformación en la que todos los carbonos del esqueleto se encuentren en un solo plano, es posible obtener tres clases de isómeros de configuración, que se indican a continuación:



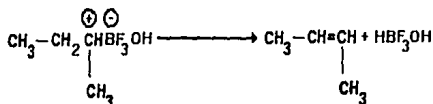
En estas tres formas isómeras los centros asimétricos son los carbonos que llevan el grupo R. Cuando todos los grupos R se encuentran arriba (o abajo) del plano del esqueleto, el compuesto tiene una estructura isotáctica. Cuando los grupos R se encuentran en forma alterna hacia arriba y hacia abajo del plano del esqueleto, el compuesto tiene una estructura sindiotáctica. Si la distribución del grupo R es al azar se dice que el compuesto es atáctico. Los isómeros atácticos se obtienen, generalmente, cuando la polimerización se inicia por medio de radicales libres, en la forma común. Por lo tanto, para la obtención del polipropileno atáctico (APP) se emplea la polimerización por adición iónica.

#### Obtención del polipropileno atáctico (APP)

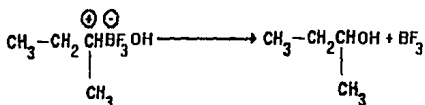
El propileno se puede polimerizar con catalizadores iónicos o con radicales libres. Debido a que el enlace etilénico es nucleofílico. Una reacción común del



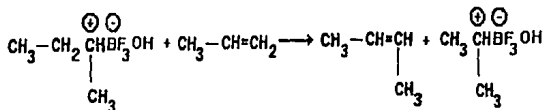
Eliminación de un hidrógeno iónico



Reacción con un agente nucleofílico (el grupo OH)



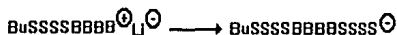
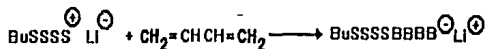
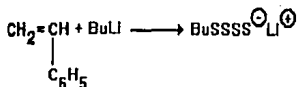
Transferencia de un ion hidrógeno a un propileno



Como es de esperarse, los sustituyentes en el monómero pueden estabilizar el ion carbonio intermediario, aumentando así la reactividad del monómero respecto a la polimerización catiónica.

## Obtención del estireno-butadieno-estireno (SBS)

Los polímeros de bloque son usualmente producidos comercialmente en sistemas de polimerización que emplean como iniciador BuLi (Butilitio) en ciclohexano como un solvente.



En la siguiente tabla se observan algunos ejemplos de los polímeros de este tipo que han sido o están siendo producidos, así como sus propiedades físicas para cada uno de ellos.

	406	414	411	416	418	1101	1102	1107
Relación diolefina/estireno	60/40	60/40	70/30	70/30	85/15	70/30	72/28	86/14
Peso molecular	Alto	Bajo	Alto	Bajo	-	-	-	-
Tipo de estructura	Radial	Radial	Radial	Radial	Radial	Lineal	Lineal	Lineal
Gravedad específica	0.95	0.95	0.94	0.94	0.92	0.94	0.94	0.92
Flujo Melt (200°C/5Kg)	0	4	0	3	3	< = 1	6	9
300% módulos, MPa	4.1	4.1	2.1	2.9	1.0	2.8	2.8	0.7
Resistencia a la tensión, MPa	26.9	27.6	19.3	20.0	16.5	31.7	31.7	21.4
Elongación, %	700	750	700	720	1050	880	880	1300
Dureza	93	90	78	68	34	71	62	37



## BIBLIOGRAFÍA

1. Gwinn P., Robert (chairman). The New Encyclopedia Britannica. Vol 1 Micropedia, 15Th edition. Chicago.
2. Kirk-Othmer. Encyclopedia of Chemical Technology. Vol. 3 Asfalto, third edition. John Willey & Sons. 1978.
3. López de la Vega, Joaquín. Licenciatura en Ingeniería Civil. Impermeabilización en la Construcción. Facultad de Ingeniería. UNAM, México, D.F. (1986).
4. Mc. Graw-Hill. Enciclopedia of Science & Technology. 7th. Edition, 1975.
5. Protexa. Manual de Productos. México, 1992.
6. Rakoff Henry, Rosa Norman C. Organic Chemistry. MacMillan Co. 1976.
7. Texsa. Manual de Productos. México. 1993.
8. Trapala López, Guillermo. Licenciatura en Ingeniería Civil "La Impermeabilización en la Construcción Urbana". Facultad de Ingeniería, UNAM. México, D.F. (1973).
9. Ulsamer, Federico. Las Humedades en la Construcción. México, CECSA, 1983.