



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE QUÍMICA**

**PINTURAS ANTIGRAFITI: PANORAMA ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**

**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA**

**SERGIO ROSALES RODRÍGUEZ**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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 esta 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:**

**PRESIDENTE:**                   **Profesor: OLVERA TREVIÑO MARIA DE LOS ANGELES PATRICIA**

**VOCAL:**                           **Profesor: RODRIGUEZ GOMEZ FRANCISCO JAVIER**

**SECRETARIO:**                   **Profesor: DURAN MORENO ALFONSO**

**1er SUPLENTE:**                   **Profesor: GÁLVEZ CALDERÓN CUAUHTÉMOC**

**2° SUPLENTE:**                   **Profesor: HERNÁNDEZ CARBAJAR EDGAR IVÁN**

**SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA: FACULTAD DE QUÍMICA**

**ASESOR DEL TEMA:**

**Dr. Francisco Javier Rodríguez Gómez**

**SUSTENTANTE:**

**Sergio Rosales Rodríguez**

## **Dedicatoria**

**Dedico este trabajo a mi familia, mi principal motor que día a día me han ayudado a seguir adelante y que mi inspira en cada momento.**

**A mis sobrinos que quiero ser un gran ejemplo para ellos y enseñarles que todo esfuerzo siempre será recompensado.**

**A mis amigos que han estado en cada momento en mi vida, cada 14 de febrero que recordaremos de por vida, que ese es el mejor ejemplo de los verdaderos amigos Miguel (Bur), Magda (Mac), Guadalupe (Lupis). Muchas gracias por tan incontables experiencias vividas.**

**Aunque ya la mencioné antes. Mi madre, quien a pesar de los años sigo aprendiendo mucho de ella, es quien a cada momento que tiene me enseña lo que es sentirse querido, amado y valorado. Ella me inspira a seguir siempre adelante.**

**A mi otra familia Beatriz y Amadeo. Que a pesar de este confinamiento hemos estado unidos y los llevo siempre en mi corazón.**

**Madre a ti dedico este esfuerzo, porque sin tus risas, regaños y ocurrencias quizás no lo habría logrado.**

**Gracias por todo.**

## Índice

Resumen y abstract	i
Objetivo	ii
Justificación	iii
Capítulo 1 Antecedentes generales	1
1.1 ¿Qué es un recubrimiento?	2
1.2 ¿Qué es una pintura?	4
1.3 Pinturas de Poliuretano	13
1.4 Recubrimientos superhidrofóbicos, superomnifóbicos y protectores	15
1.5 Pinturas anti rayado	17
1.6 Pinturas anti grafiti	18
1.7 Preparación del sustrato para la aplicación de un recubrimiento anti grafiti	20
Capítulo 2 Aplicación de las pinturas anti grafiti	22
2.1 Aplicación de pinturas en polvo	22
2.2 Aplicación de pinturas en aerosol	27
2.3 Aplicación de ceras	29
2.4 Aplicación en distintos sustratos de un recubrimiento anti-grafiti	35
2.4.1 Losa	37
2.4.2 Concreto	41
2.4.3 Metal	43
2.4.4 Cerámica	45
2.4.5 Piedra	46
Capítulo 3 Características de una pintura anti grafiti	48
3.1 Durabilidad	49
3.2 Aspecto visual	50
3.3 Transparencia vs rugosidad	51
Conclusiones	53
Bibliografía	54

Resumen:

En este trabajo se define e introduce al lector al uso, aplicación y mejoras que ha habido en torno al mundo de los recubrimientos, en particular a las pinturas anti grafiti y anti rayado. El grafiti es una manifestación moderna que daña y deteriora a los monumentos de interés histórico, artístico y cultural. Esta tesina no se enfocará en la validez de esta manifestación si no en los medios de los cuales se dispone actualmente para preservar las manifestaciones artísticas del pasado.

El objetivo de este trabajo es definir y delimitar los cambios, mejoras, propiedades y aplicaciones que tienen este tipo de recubrimientos como sistemas de protección y sistemas de sacrificio. Se realiza un análisis bibliográfico crítico de diversas fuentes en las que se encontraron estudios en torno a sistemas anti grafiti y sistemas de protección con fines de preservación de áreas arqueológicas. Para el análisis crítico se hizo una revisión en normas literatura industrial y de conservación y preservación de monumentos.

La selección de un recubrimiento antigrafiti está ligada al tipo de preservación que se desea tener: prolongada o esporádica, ya sea permanente o de sacrificio. Sobre la limpieza, se debe tener en consideración el área que se desea preservar, ya que esta decisión tendrá un fuerte impacto al seleccionar un material de protección ya sea un monumento histórico o quizás la fachada de un hogar. Debido a esto podremos concluir si el material de uso es permanente o de sacrificio.

Abstract.

This work defines and introduces the reader to the use, application and improvements that have occurred around the world of coatings, particularly anti-graffiti and anti-scratch paints. Graffiti is a modern manifestation that damages and deteriorates monuments of historical, artistic and cultural interest. This thesis will not focus on the validity of this manifestation but on the means currently available to preserve the artistic manifestations of the past.

The objective of this work is to define and delimit the changes, improvements, properties and applications that this type of coatings have as protection systems and sacrifice systems. A critical bibliographic analysis of various sources is carried out in which studies on anti-graffiti systems and protection systems for the preservation of archaeological areas were found. For the critical analysis, a review was made of the industrial literature standards and the conservation and preservation of monuments.

The selection of an anti-graffiti coating is linked to the type of preservation you want to have: prolonged or sporadic, whether permanent or sacrificial. Regarding cleaning, the area to be preserved must be taken into consideration, since this decision will have a strong impact when selecting a protective material, be it a historical monument or perhaps the facade of a home. Due to this we can conclude if the material to be used is permanent or sacrificial.

## **Objetivo.**

El principal objetivo de esta Tesina es proveer al lector de un panorama actual del sistema protector antigrafiti, así como sus usos, aplicaciones y avances que se han tenido hasta la fecha. Para que con esto puedan tomar una decisión favorable al uso de los recubrimientos antigrafiti.

## **Justificación.**

Debido a que actualmente no se tiene un gran desarrollo en torno a la protección de los recubrimientos, así como también el pensamiento que nada es para siempre y la constante renovación de los exteriores e interiores surge este trabajo con el afán de invitar al lector a conocer el enfoque que hoy en día se tiene hacia los recubrimientos antigrafiti.

Adicionalmente brindar un enfoque de su correcta disposición, uso y aplicación. Conforme las condiciones de uso y sus principales formas y el enfoque al cual principalmente fueron diseñados, no obstante poder ver las limitantes del material y del porque es importante reconocer la gran versatilidad de este tipo de recubrimientos.

## **Capítulo 1 Antecedentes Generales**

La pintura, desde un enfoque tecnológico y económico, es el método más adecuado para preservar construcciones y equipo industrial, con la finalidad de minimizar los daños provocados por agentes externos, ambiente y población.

A través de los años se intenta proteger ciertos materiales. El enfoque de esta recopilación de información es hacia métodos anti rayado, anti grafiti y protectores.

Los materiales poliméricos o resinas empleados por el Ser humano con la finalidad de mejorar su entorno, se han sofisticado, así como han ido mejorando técnicas y herramientas para una mejor aplicación, manejo y limpieza. En las manos de personal calificado, debido a la infinidad de combinaciones que se pueden hacer para obtener ciertos sistemas protectores, se puede tener grandes prestaciones.

Por otro lado, coexisten agentes que hacen variar la selección de estos sistemas como son la economía y condiciones ambientales las cuales dictan que se debe hacer, de acuerdo a las normas ecológicas.

El presente trabajo es una recopilación de diversos estudios enfocados al anti rayado y anti grafiti.

## 1.1 ¿Qué es un recubrimiento?

Todos los objetos son vulnerables en sus superficies ya que pueden encontrarse en contacto continuo con el aire que es un elemento que produce oxidación y deterioro en combinación con:

- Lluvia
- Hielo
- Brisa
- Luz solar
- Nieve
- Entre otros.

Bajo estas condiciones las superficies se corroen, se estresan, se fracturan y se llegan a desintegrar o deteriora completamente ya sea por el uso continuo o por factores ambientales. De igual manera, la degradación puede ocurrir por medio de la fricción, raspadura o abrasión.

Para prevenir o inhibir el daño, el Ser Humano aplica a dichas superficies varias mezclas con la finalidad de eliminar irregularidades, decorar el artículo, agregar color, agregar brillo, mejor apariencia, dar un efecto suave o rugoso y aumentar el costo del artículo. En resumen, los recubrimientos modifican la superficie.

Para todos estos objetivos, no existe nada más eficaz que un recubrimiento.

Pero ¿Qué es un recubrimiento?

Los productos de la industria de recubrimientos de superficies son indispensables para la preservación de todo tipo de estructuras arquitectónica de los ataques comunes por clima. La madera y los metales no recubierto son susceptibles al deterioro, especialmente en ciudades donde el hollín y dióxido de azufre aceleran dicha acción; la pintura, barnices y lacas, además de una función meramente protectora, aumentan el atractivo de los bienes manufacturados, así como la apariencia estética de un conjunto de hogares y sus interiores. Los recubrimientos que se utilizan para cubrir edificios, mobiliarios y materiales semejantes se conocen como recubrimientos arquitectónicos, en contraste con los recubrimientos industriales, que se utilizan en los productos que se fabrican. Los recubrimientos arquitectónicos por lo común se emplean en maderas, muros de tablarroca y paredes enyesadas.<sup>1,14</sup>

Remontándonos a la historia, el uso de los recubrimientos de superficies es muy antiguo; de hecho, en la Biblia se menciona que Noé tenía instrucciones de utilizar alquitrán dentro y fuera del arca, con el propósito de preservar la superficie.

A finales de 1995, la manufactura de recubrimientos de superficies es un gran negocio y tiene ventas de aproximadamente 10,000 millones de dólares anuales. En aquel momento

existían entre 1,000 y 1,200 compañías las cuales ninguna poseía más del 10% del mercado. Datos extraídos de Manual de Procesos Químicos en la industria.

En la tabla 1.1 se muestra el tamaño y la proyección del mercado, más del 70% de las pinturas comerciales eran pinturas de agua.

Tabla 1.1 Producción de recubrimientos en Estados Unidos (en millones de litros y millones de dólares) incluye recubrimientos de polvo. Fuente Chem. Bus., October 19,1981 p 11.<sup>1</sup>

	1979		1995	
	Volumen (Millones de litros)	Valor (Millones de dólares)	Volumen (Millones de litros)	Valor (Millones de dólares)
Ventas comerciales (arquitectónicas)	1695	3202	2440	9325
Industriales	1375	2545	2070	9055
Propósitos específicos	510	1303	1040	6440
Total	3580	7050	5550	24820

Por lo tanto, un recubrimiento es un sistema que tiene como objetivo proteger, perdurar y aumentar el valor de un material o superficie.

Dentro de los principales recubrimientos y el enfoque central de este trabajo está LA PINTURA.

## 1.2 ¿Qué es una pintura?

Antes de definir qué es una pintura debemos sumergirnos en la historia que data aproximadamente hace 30,000 años. Se tiene el conocimiento de vestigios culturales los cuales evidenciaban el uso de recubrimientos coloridos (pintura) pues algunos objetos decorados se encontraron en cuevas y cavernas, casas y lugares sagrados. El ejemplo más usual en el cual se denota el uso de una pintura es en las cavernas descubiertas en el sur de Francia y norte de España.

También hay vestigios en Egipto, Grecia y Roma hace aproximadamente 4,000 años a.C, en donde se encontró que usaban técnicas sofisticadas de pintura incluyendo pegamentos vegetales, almidones, ceras de abeja, carbón y minerales. También se encontraban en obras de arte. En el año de 2000 a.C se comenzó a utilizar el término de laquear que no es más que verter un barniz sobre una superficie con la finalidad de producir una superficie lisa y brillante.

La historia de la pintura es realmente extensa tanto que solo nos concentraremos en el uso arquitectónico en este trabajo.

Pero ¿Qué es la pintura?

Una pintura es un material que se aplica a una superficie como un fluido y se transforma en estado sólido, posee pigmento el cual imparte color y se puede aplicar por cepillo, brochas, rodillo, inmersión o atomizador.

A mediados del año 1800, la pintura se fabricaba en el lugar en que iba a ser aplicada ya que pocas personas dominaban este arte, por ello se dividió en 2 tipos:

- Interior
- Exterior

La pintura interior era un producto de color blanco sin ligante o con caseína, pero lamentablemente su adherencia era muy poca y después de un tiempo se desmoronaba.

Las pinturas exteriores eran una combinación con materiales peligrosos como son el plomo, el cual era utilizado como pigmento para dar el color blanco en combinación con aceite de linaza, esto en las obras de arte daba buenas propiedades en torno a la durabilidad, pero poseía un proceso lento de caleo.

Históricamente, los recubrimientos de superficies se han dividido en pinturas (recubrimiento sólido relativamente opaco, que se aplican como capas delgadas, cuyas películas normalmente se formaban por la polimerización de un aceite poliinsaturado), barnices (recubrimientos transparentes), esmaltes (barnices pigmentados), lacas (películas formadas solo por evaporación), tintas de impresión, abrillantadores, etc. Estas clasificaciones fueron muy útiles en el pasado, pero la introducción de las resinas plásticas en la industria propicia que tales clasificaciones carezcan de sentido.

La tabla 1.2 presenta los tipos de ingredientes más importantes que se emplean en la actualidad en el recubrimiento de superficies.

Tabla 1.2 Componentes de pinturas

Vehículo No volátil	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De aceite: aceites o resinas más secadores y aditivos.</li> <li>2. Lacas: de celulosa, resinas, plastificantes, aditivos.</li> <li>3. De agua: estireno-butadieno, acetato de polivinilo, acrílico, otros polímeros y emulsiones, copolímeros más aditivos.</li> </ol>
Volátiles	Cetonas, ésteres, acetatos, aromáticos, alifáticos
Pigmentos	Opacos, transparentes, propósitos especiales

La pintura líquida es una dispersión de pigmentos finalmente divididos y dispersos en un líquido compuesto de una resina o aglutinante y un disolvente volátil. La parte líquida de la pintura se conoce como vehículo.

Los componentes de la pintura se describen en la tabla 1.2 y 1.2.1. Aunque el pigmento normalmente es una sustancia inorgánica, también puede ser un pigmento orgánico insoluble, puro, o un colorante orgánico, precipitado en un portador inorgánico como hidróxido de aluminio, sulfato de bario o arcilla. Los diluyentes de pigmentos o aditivos reducen el costo de la pintura y con frecuencia aumentan su durabilidad. La función de los pigmentos y aditivos no es solo la de proporcionar una superficie colorida que satisfaga por su apariencia estética, aunque es uno de sus cometidos principales. Las partículas sólidas de la pintura reflejan gran parte de los destructivos rayos luminosos, lo que ayuda a prologar la vida de la pintura. En general, los pigmentos deben ser opacos para asegurar el cubrimiento, y químicamente inertes para lograr una buena estabilidad, que es sinónimo de la larga vida. Los pigmentos no deben ser tóxicos, o por lo menos de baja toxicidad para los habitantes del lugar y para las personas que los apliquen. Por último, los pigmentos deben humectarse por los elementos formadores de película y ser de bajo costo. Diferentes pigmentos tienen diferente poder de cubrimiento por unidad de peso.

Aunque los aceites con frecuencia funcionan como parte del vehículo que contiene a los pigmentos, su principal función es la de formar o ayudar a formar la película protectora y plastificarla. Sin materiales formadores de película los pigmentos no se adherirían a la superficie. Las pinturas de aceite se forman por el secado de diferentes aceites insaturados. El secado es un cambio químico que implica oxidación y polimerización; este se acelera por un tratamiento previo del aceite y por la adición de secadores o catalizadores, principalmente jabones metálicos (sal de los ácidos esteáricos, oleico, plamítico, laúrico o erúxico con un metal pesado como cobalto o cobre) que son portadores de oxígeno, normalmente solubles en aceite. Estos agentes secantes solo se emplean en pequeñas cantidades (1% a 2% en peso). Se utilizan aceites reactivos como aceite de linaza, de soya, de castor o de ricino, de girasol y de tung.

La parte formadora de película no volátil de vehículo puede ser una resina sintética en vez de un aceite de secado. Estos aceites sintéticos de secado se conocen como alquídicos y pueden formarse de ácidos grasos o aceites, ácidos polibásicos y resinas polihídricas. Gran cantidad de pinturas contienen aceites de secado naturales o sintéticos, el secado o endurecimiento de estos aceites implica algunas reacciones químicas un tanto complejas pero que presentan una oxidación como paso inicial. También existe alguna polimerización y gran parte de entrecruzamiento. Los aceites que se oxidan para formar una película poseen insaturación olefinica.

Por ejemplo, los ácidos del aceite de linaza contienen alrededor de 9% de ácidos saturados (palmítico y esteárico), 19% de ácido oléico, 24% de ácido linoléico y 48% de ácido linolénico. Al secarse, los aceites primero absorben oxígeno del aire y forman peróxidos o hidroperóxidos en los enlaces olefinicos. Estos productos de reacción aun permanecen liquido y se descomponen parcialmente para dar productos de oxidación volátiles, y cambian principalmente en la siguiente etapa de la reacción al producirse entrecruzamiento y formar películas solidas, aunque elásticas, por medio de agregación coloidal. En el caso de aceite de linaza, la película solida, elástica e insoluble se denomina linoxina. Las películas de este tipo no son permanentes debido a que las reacciones químicas continúan hasta que por el curso de los años la película se destruye totalmente, aunque a menos velocidad. La luz, en particular la luz ultravioleta, cataliza estas reacciones, y una de las funciones que tiene el pigmento en los recubrimientos de superficies es reflejar la luz para ayudar a conservar la película.

Los aceites de secado pocas veces se utilizan sin modificar. Pueden ser mejorados en varias formas por:

- La acción de secantes (catalizadores de secado o promotores)
- Dar consistencia a los aceites
- Fraccionamiento y segregación
- Isomerización o conjugación
- Deshidratación
- Otras reacciones de carbonos de doble enlace

En las pinturas formadas por medio de una emulsión, los materiales formadores de película son varios tipos de látex con o sin otro tipo de aditivos. La formación de la película se lleva a cabo por medio de la coalescencia de partículas de resina dispersas para formar una película continua resistente. El vehículo que se emplea para esta clase de pinturas es una emulsión de un aglutinante en agua; el aglutinante puede ser un aceite, una resina acrílica o de acetato de polivinilo o algún otro tipo de aglutinante emulsificable. Aunque las pinturas base agua se remontan a la antigüedad, no tuvieron importancia comercial sino hasta que se inventaron las pinturas hechas a base de caseína, por el año de 1925, y su gran crecimiento se indicó por un aumento considerable en la producción de Estados Unidos. Las pinturas formadas por una emulsión de resinas se han utilizado bastante desde la Primera Guerra Mundial, pero la pintura de látex,

introducida en forma comercial en 1948, ha tenido un crecimiento espectacular; mas del 70% de las ventas estadounidenses son de este tipo. Este tipo de pintura se desarrolló para satisfacer la demanda de una mayor facilidad de aplicación, de un secado rápido, poco olor, fácil limpieza, gran duración e impermeabilidad a la suciedad y actualmente con efectos anti rayado y anti grafiti. Las pinturas de látex tienen un látex de resina sintética como su principal agente formador de película, con o sin la adición de otros componentes formadores de película, en un sistema de emulsión tipo aceite-agua. La fase continua consiste en un coloide hidrofílico disperso en una base acuosa y contiene dos o más tipos diferentes de partículas en suspensión.

El copolímero de hule de estireno-butadieno (SBR, por sus siglas en inglés) fue el primer formador de película de calidad en pinturas de látex. Los copolímeros de acetato de polivinilo (PVA), acrílicos y acrílicos de PVA han sustituido en gran medida al SBR como formadores de película en el comercio actual. La calidad se ha mejorado sustancialmente.

También puede haber fallas en las pinturas durante su empleo, lo cual puede relacionarse con varias causas y en cada caso existe un término especial para describirla.

El enyesamiento es una pulverización progresiva de la película de la pintura en su superficie y es causada por la oxidación continua y destructiva del aceite después del secado original de la pintura. Un enyesamiento muy rápido se denomina erosión.

La hojelación, algunas veces llamada despellejamiento, se debe a una unión pobre de la pintura a la superficie cubierta y esto se atribuye normalmente al polvo o a la grasa de la superficie o al agua que se introduce por debajo de la pintura. La acumulación de humedad por debajo de la pintura es, en particular, muy destructiva.

La escamación es una forma de despellejamiento en la cual la porción central de la sección que se comienza a despellejar permanece unida a la superficie. El agrietamiento describe un tipo muy fino de rompimiento de la superficie. Al contrario de estos tipos de fallas en la pintura, el uso normal produce una eliminación gradual de la pintura de la superficie por los elementos naturales, quedando una superficie suave.

Para que una superficie sea pintada, barnizada o laqueada eficientemente, con frecuencia requiere la aplicación de varias capas de recubrimiento para lograr un buen acabado. La mayor parte de las superficies requiere el uso de un primer o una cubierta de relleno, para suavizar las irregularidades y asegurar una mejor adherencia. Esto se puede lograr con la propia pintura por medio de una o más aplicaciones.

Aún se realiza en gran medida la aplicación de pintura con brocha de mano y rodillos, pero las pinturas por inmersión y aspersion han ganado popularidad por la facilidad y rapidez de aplicación, ahorrando horas-hombre con desperdicio mínimo de material. El uso de cargas eléctricas reduce en gran cantidad la pérdida de pintura por aspersion. Una amplia variedad de atomizadores para aspersion se encuentra en el mercado, algunos incluyen un mezclado interno y los más comunes, un mezclado externo. Las pistolas de

aspersión se operan con frecuencia a una presión de 275 a 414 KPa. Los materiales de recubrimiento empacados en contenedores para aerosol, que se venden en millones, son muy populares por su facilidad de aplicación.

Los pigmentos (tabla 1.2.1) son sustancias insolubles de color, que pueden ser orgánicas e inorgánicas y son ampliamente utilizadas para el recubrimiento de superficies, pero también se han empleado en las industrias de la tinta, plásticos, hule, cerámica, papel y linóleo para impartir color, una gran cantidad de colorantes y pigmentos se consumen porque ciertos productos requieren una elección particular de materiales que den una máxima cobertura, económica, opacidad, color, durabilidad y capacidad de reflejo deseada. Alguna vez los pigmentos blancos más utilizados fueron el plomo blanco, el óxido de zinc y el litopón; los pigmentos colorantes eran el azul de Prusia, los cromatos de plomo, varios óxidos de hierro y algunos colores de laca. Hoy en día, el óxido de titanio en varias presentaciones es casi el único pigmento blanco que se emplea. Los pigmentos de plomo, utilizados inicialmente en gran escala, ahora están prohibidos por la ley para muchos usos.

#### Pigmento blanco

El más antiguo de los pigmentos blancos y el más importante inicialmente es el plomo blanco, que actualmente se prohíbe como componente de la mayoría de las pinturas. El óxido de zinc, otro pigmento blanco muy utilizado al inicio, es ahora solo de menor importancia. En la tabla 1.2.2 se muestra un resumen de las características de los pigmentos blancos.

El litopón es una mezcla de un pigmento que contiene alrededor de 30% de sulfuro de zinc y además sulfato de bario. Su sensibilidad natural a la luz se ha solucionado por la purificación de las materias primas y por la adición de agentes como politionatos y sulfato de cobalto. El litopón es un pigmento blanco, barato, extremadamente fino y muy brillante. En particular se adapta muy bien a los recubrimientos interiores.

Tabla 1.2.1 Pigmentos y aditivos para el recubrimiento de superficies.

Pigmentos		Ingredientes	Función
	Pigmentos encubridores blanco	Dióxido de titanio Óxido de zinc Litopón Sulfuro de zinc Óxido de antimonio	Proteger la película de los rayos ultravioleta, dar resistencia a la película y proporcionar una apariencia estética. Los pigmentos
	Pigmento negro	Negro de carbón Negro de humo Grafito	

		Negro y hierro	deben poseer las siguientes propiedades opacidad y buen poder cubriente, humectabilidad por aceite, ser químicamente inertes, ser de baja o nula toxicidad, costo razonable.
	Pigmentos azules	Ultramarino Cobre ftalocianina Azules de hierro	
	Pigmentos rojos	Rojo plomo Óxidos de hierro Rojos de cadmio Pigmentos orgánicos y lacas	
	Pigmento amarillo	Litargirio Ocre Cromato de cobre o de zinc Amarillos hansa Amarillos ferrita Litopón de cadmio	
	Pigmentos naranjas	Cromato básico de plomo Naranja cadmio Naranja molibdeno	
	Pigmentos verdes	Óxido de cromo Verde de cromo Óxido de cromo hidratado Verde ftalocianina Verdes permanentes(azul ftalocianina más cromato de zinc)	
	Pigmentos cafés	Siena Pardo oscuro Café Vandyke	
	Pigmentos protectores de metales	Rojo plomo Azul plomo Cromato de potasio, zinc, de plomo básico y de bario	
Aditivos o elementos inertes		Arcilla China Talco Asbesto (fibras cortas) Sílice y silicatos Blanco de España Estearatos metálicos Yeso Mica Barita, sulfato de bario Blanco fijo	Disminuir el costo del pigmento y en muchos casos aumentar su poder de cubrimiento y protección contra el clima al reducir el tamaño de partícula, mejora su consistencia, nivelación y cómo se depositan.

Tabla 1.2.2 Comparación de pigmentos blancos

	Dióxido de titanio			
	Anatasa	Rutilo	Óxido de Zinc	Carbonato

				básico de plomo
Índice de refracción	2.55	2.70	2.08	2.0
Tamaño de partícula promedio	0.2	0.2-0.3	0.2-0.35	1.0
Densidad	3.8-4.1	3.9-4.2	5.6	7.8-6.9
Absorción de aceite, gramos de aceite/100g de pigmento	18-30	16-48	10-25	11-25
Poder cubriente relativo	100	125-135	20	15
Costo (1981) dólares por kilogramo	1.51	1.65	1.03	1.54

Para poder entender mejor qué es la pintura debemos saber cómo se forma.

Componentes de una pintura (figura 1.1)

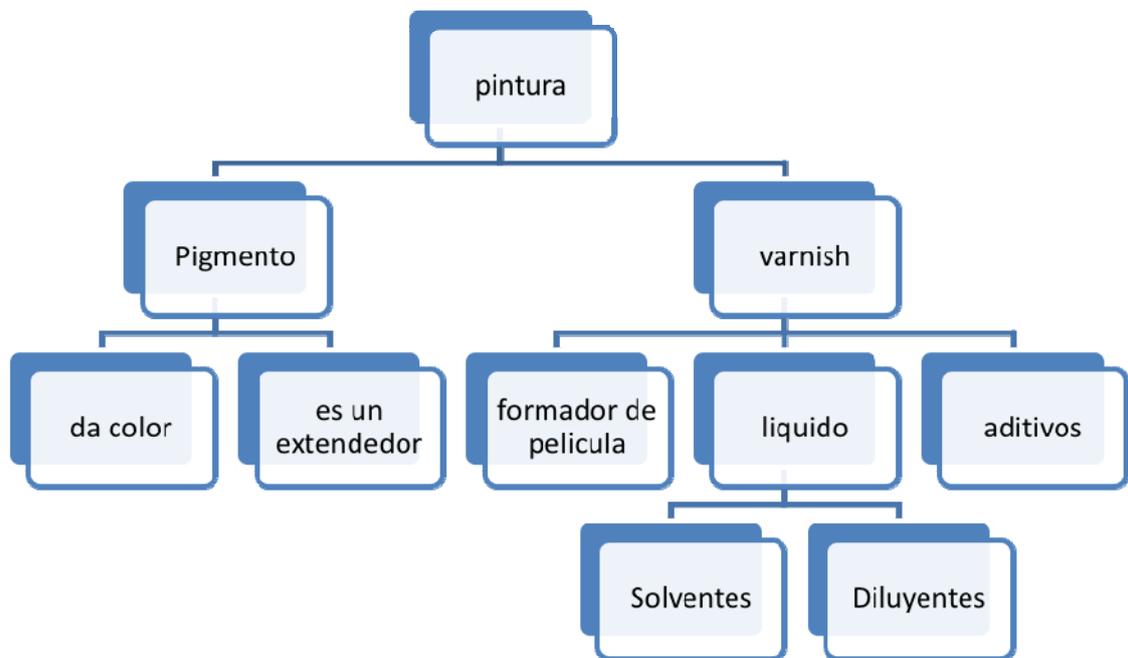


Figura 1.1. Esquema de composición de una pintura

Pigmento:

Es cualquier partícula fina y sólida que no se disuelve en un barniz, si no que proporciona color al dispersarse. Un pigmento va acompañado de cargas las cuales son un material que da volumen a la pintura, por lo cual las cargas se incluyen dentro del pigmento. El objetivo del pigmento es dar:

- Color y opacidad
- Fuerza a la pintura
- Mejorar adherencia
- Durabilidad
- Brillo
- Flujo y buena aplicación
- Resistencia a la corrosión

Dentro de las propiedades de los pigmentos existen

- Poder tintóreo
- Resistencia a la luz
- Características de sangrado
- Poder cubriente
- Índice de refracción
- Tamaño de partícula
- Formación de película
- Gravedad específica
- Reactividad química
- Estabilidad térmica

Pigmento extendedor:

Es mucho más barato que un pigmento, proporciona cualidades como adhesión, mejor lijado y da fuerza en la película, pero no proporciona color.

Formador de película:

Es la sustancia no volátil de una pintura excluyendo a los pigmentos y a las cargas, pero incluyendo los aditivos no volátiles como los plastificantes y secantes. Es frecuentemente utilizado este término para referirse al formador de película. Por definición un ligante es "Porción no-volátil (vehículo sólido) de la pintura que liga los pigmentos entre sí, y los mantiene adheridos como un todo al material sobre el cual se aplica"

Aditivos:

Sustancias que son generalmente agregadas en pequeñas cantidades y que tienen o imparten efectos químicos o reológicos en la pintura. Mejoran la apariencia de la superficie a partir de sus efectos en la tensión superficial de la pintura.

Los aditivos pueden ser de efecto

- Humectante
- Espesantes
- Buffers pH
- Secantes
- Desespumantes
- Dispersantes
- Biocidas

Solventes:

Es un líquido o mezcla de líquidos capaces de disolver o coalescer el formador de película

Algunos son:

- Texanol
- Etilenglicol
- Propilenglicol
- Toluol
- Agua
- Acetona

Debido a que son sustancias tóxicas, deben seguir ciertas normas las cuales se encargan de ayudar a preservar el medio ambiente, tales como por ejemplo: NOM-232-SSA1-2009 la cual establece los requisitos que deben tener los envases, embalaje y etiquetado de productos de grado técnico y para uso agrícola, forestal, pecuario, jardinería, urbano, industrial y doméstico.

NOM-121-SEMARNAT-1998 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de compuestos orgánicos volátiles (COVs) provenientes de las operaciones de recubrimiento de carrocerías nuevas en planta de automóviles, unidades de uso múltiple, de pasajeros y utilitarios; carga y camiones ligeros, así como el método para calcular sus emisiones.

### 1.3 Pinturas de Poliuretano

Los poliuretanos fueron inventados en la década de 1930 por el profesor Dr. Otto Bayer (1902-1982). Existen varios tipos de poliuretanos, que se ven y se sienten muy diferentes entre sí. Se utilizan en una diversidad de productos, desde recubrimientos y adhesivos hasta suelas de zapatos, colchones y aislamiento de espuma. Sin embargo, la química básica de cada tipo es esencialmente la misma.

El uso generalizado de poliuretanos se vio por primera vez durante la Segunda Guerra Mundial, cuando se utilizaron como reemplazo del caucho, que en ese momento era costoso y difícil de obtener. Durante la guerra, se desarrollaron otras aplicaciones, en gran parte involucrando recubrimientos de diferentes tipos, desde acabados de aviones hasta ropa resistente. Durante la Segunda Guerra Mundial, los recubrimientos de poliuretano se usaron para la impregnación de papel y la fabricación de prendas resistentes a gas mostaza, acabados de alto brillo para aviones y recubrimientos resistentes a químicos corrosión para proteger el metal, la madera y la mampostería.

En la década de 1950 los poliuretanos se usaban en adhesivos, elastómeros y espumas rígidas y, en la última parte de la misma década, espumas de amortiguación flexibles similares a las utilizadas hoy en día.

Las décadas posteriores vieron muchos desarrollos adicionales y hoy estamos rodeados de aplicaciones de poliuretano en todos los aspectos de nuestra vida cotidiana. Si bien el poliuretano es un producto con el que la mayoría de las personas no está demasiado familiarizado, ya que generalmente está "oculto" detrás de cubiertas o superficies hechas de otros materiales, sería difícil imaginar la vida sin poliuretanos.

Al final de la guerra, los recubrimientos de poliuretano se fabricaban y utilizaban a escala industrial y podían formularse a medida para aplicaciones específicas. A mediados de los años 50, se podían encontrar poliuretanos en recubrimientos y adhesivos, elastómeros y espumas rígidas. No fue sino hasta finales de los años 50 que las espumas flexibles de amortiguación cómoda estaban disponibles comercialmente. Con el desarrollo de un poliéter polioli de bajo costo, las espumas flexibles abrieron la puerta a la tapicería y las aplicaciones automotrices que conocemos hoy.

Se siguen desarrollando formulaciones, aditivos y técnicas de procesamiento, tales como molduras reforzadas y estructurales para piezas exteriores de automóviles y sistemas de un componente. Hoy en día, los poliuretanos se pueden encontrar en prácticamente todo lo que tocamos: escritorios, sillas, automóviles, ropa, calzado, electrodomésticos, camas, así como el aislamiento en nuestras paredes y techo y molduras en nuestros hogares.

Las pinturas de poliuretano tienen características muy sobresalientes en muchos usos y aplicaciones por su gran versatilidad, como son su alto brillo, alta resistencia a los rayos UV, excelente resistencia química, resistencia a productos químicos, alta resistencia a la

abrasión, resistencia a los cambios bruscos de temperatura, flexibles, elásticos, probada durabilidad superior a los 10 años.

Por su gran versatilidad, las pinturas de poliuretano cubren una gran gama de necesidades específicas de los distintos sectores como: construcción, industrial, automotriz, aeronáutica, naval, ferrocarriles, petrolera, madera, deportes. Las pinturas de poliuretano, se pueden formular con sistemas de 1 o 2 componentes, en diferentes viscosidades y para diferentes tipos de aplicación para cada una de las aplicaciones de los sectores ya mencionados.

Dependiendo de la composición de la resina y del isocianato es como se dan las propiedades de recubrimientos

- Poliéster-isocianato
- Acrílica-isocianato
- Epóxica-isocianato

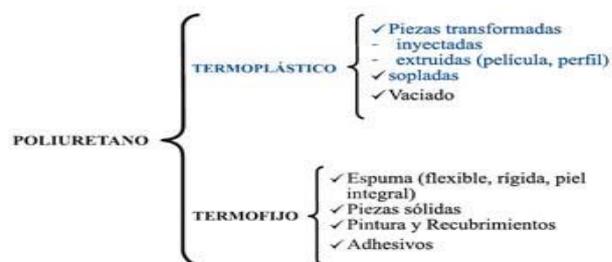
Los poliuretanos son una amplia variedad de polímeros con diferencia total en su composición y sus correspondientes propiedades. La gran variedad de composiciones está ligada directamente a las exigencias de las necesidades a cubrir y las especificaciones del fabricante lo cual garantiza la vida útil por bastante tiempo.

La versatilidad que ofrecen las pinturas de poliuretano imparte ventajas en resistencia a la abrasión y al rayado, esto permite que sean usados en pisos muy transitados sin que se deterioren por el tránsito continuo.

Cuando este tipo de recubrimiento se aplica sobre una superficie metálica, cuidan al sustrato de cambios bruscos de temperatura, esto es gracias al proceso de catálisis por reacción química. Ya que si fuera por contacto con el aire el material se volvería quebradizo o requeriría un proceso distinto para tener similares resultados.

Hoy en día las pinturas de poliuretano ofrecen una gran variedad de productos de acuerdo a las necesidades. Cada uno tiene una composición que puede mezclar hasta tres componentes y brindar distintos grados de dureza, brillo, resistencia a temperatura e intemperie, agentes químicos y rayado entre otros.

Los poliuretanos se clasifican en dos grupos, definidos por su estructura química, diferenciados por su comportamiento frente a la temperatura.



Actualmente las pinturas de poliuretano buscan la protección hacia el anti grafiti el cual durante décadas ha dañado monumentos, espacios públicos, arquitectura y otras construcciones. Este tipo de arte ha generado grandes costos en su limpieza y remoción lamentablemente este tipo de artes dañan de manera permanente el sustrato no protegido y por ende degradan la estética y armonía de las zonas conurbadas.

El término grafiti se deriva de la palabra italiana graffiare (para scratch) y puede definirse como escritura o dibujos garabateados, rayados, dibujado o pintado, sobre una amplia gama de materiales y sustratos, principalmente ubicado en lugares públicos accesibles, como resultado de un acto de vandalismo.

La ciudad de Santiago de Compostela (Galicia, noroeste de España) gasta más dinero en la limpieza de grafiti que cualquiera de las otras ciudades en esta región autónoma; Por ejemplo, en 2008, se gastaron más de 150,000 euros en eliminar grafiti de los edificios de la ciudad.

En 2006, el Departamento de Transporte de Tennessee gastó más de 240,000 dólares en quitar grafiti a lo largo de sus carreteras y puentes. Las Vegas, con una población de aproximadamente 1,7 millones de habitantes, gasta más de 3 millones de dólares cada año limpiando grafiti. En 2007, en Australia, el costo de eliminación de grafitis del material existente de grafitis dañando las estructuras arquitectónicas fue de 12 millones de dólares y 8 millones de dólares para vías férreas en infraestructuras.

En el 2014 se reportó una pérdida monetaria para Italia en la zona de Milan de casi 100 millones de Euros al año, en Australia suma casi 20 millones, en Nueva York asciende a casi 70 millones de dólares al año. Por este motivo es por el cual se busca una mejor combinación en tanto a la protección como a la perduración de dichas instalaciones.

#### 1.4 Recubrimientos superhidrofóbicos, superomnifóbicos y protectores

Uno de los mayores retos que hay entre el aspecto y las propiedades no humectantes en un recubrimiento es mantener un buen grado de transparencia y resistencia al rayado, y que se pueda limpiar. Lastimosamente la transparencia y la rugosidad son cuestiones generalmente contrarias, esto visto desde el punto de vista de la capa y la textura que debe de tener para que no sea dañado por agentes externos.

En este capítulo se nombran ciertas características que hacen que un recubrimiento sea bueno o malo con estas características y el porqué este efecto en un recubrimiento anti grafiti puede o no ayudar.

Se debe entender primero qué es un compuesto súper hidrofóbico, superomnifóbico y los protectores.

Un compuesto hidrófobo es una sustancia que en apariencia repele el agua, ya que estrictamente hablando, no hay fuerza que repela o atraiga al líquido, es decir, no hay alguna fuerza de atracción y no se puede mezclar con el agua. En términos de ángulo de

contacto, se puede decir que una sustancia es súper hidrofóbica cuando el ángulo de contacto ronda entre  $150^\circ$  a  $180^\circ$ . En este caso el agua reposa sobre la superficie, pero no la moja ni tampoco se extiende sobre el material. Algunas de las superficies más conocidas son aquellas fluoradas como el teflón que tiene una micro textura apropiada para este tipo de sustancias. A este efecto también le llaman efecto Loto, llamado así por la planta Lotus que en sus hojas posee esta característica, gracias a que en sus hojas tiene pequeñas protuberancias que hacen este efecto. El mismo efecto se tiene en la miel de abeja.

Las superficies que muestran ángulos de contacto mayores a  $150^\circ$ , junto con histéresis de ángulo de contacto bajo con esencialmente todos los líquidos de alta y baja tensión superficial, incluidos agua, aceites y alcoholes, se conocen como superficies superomnifóbicas. Dichas superficies tienen una gama de aplicaciones comerciales, que incluyen ropa autolimpiante, sin incrustaciones, sin manchas, reducción de arrastre, prevención de corrosión y separación de líquidos. Tales superficies han generado un inmenso interés académico e industrial en los últimos años.

En el Instituto Italiano de Materiales se enfocaron tanto en la transparencia de los materiales como en el comportamiento superhidrofóbicos en pinturas. Encontraron ciertas características que conforme a este estudio dictan que un recubrimiento que es superhidrofóbico tiene una energía superficial muy baja y esto es directamente proporcional a la rugosidad. Entre más rugoso es será más hidrofóbico. Pero entre más rugoso sea un recubrimiento menos transparente será. La finalidad de esos estudios se basa en encontrar ese equilibrio. Se desea que puedan tener las propiedades de un recubrimiento superhidrofóbico y así mismo tiempo la transparencia.

La transparencia de un recubrimiento radica en la propiedad de que la luz atraviese con facilidad el recubrimiento. Esta característica se ve perturbada por varias cuestiones entre las más importantes son la rugosidad y el espesor de la película. Es necesario controlar la rugosidad por debajo de los 100nm para tener baja intensidad de mie y así poseer características no humectantes. El uso de este tipo de materiales es para proteger un área y poder ser reemplazado en forma de pintura polimérica como sacrificio para evitar el grafiti utilizado. Es de ahí que nacen las pinturas anti grafiti grado sacrificio como agente protector para evitar el grafiti y al asear el área este pueda ser sustituido.

Muchas pinturas anti grafiti son a base de siloxano o látex base agua. Si el grafiti es base aceite, este material no protegerá la zona en cuestión. Por toto esto, el recubrimiento tiene que ser oleofóbico o superoleofóbico para que pueda repeler las pinturas base aceite.

Hay dos enfoques a la no humectación:

- La limitación de la remoción ante el mayor tiempo posible
- Desarrollar un material que mantenga la superhidrofobisidad a medida que se va desgastando.

Estas características buscadas dependerán del tipo de sustrato. Ya que dependen de la porosidad de este.

En esta revisión de la literatura reciente (Maurizio Masiere and Mariateresa Lettieri. 22 november 2016). Influence of the distribution of spray paint on the efficacy of Anti-Graffiti coating on a highly porous natural stone material) se indica que la mayoría de los trabajos publicados no han presentado ningún resultado de rendimiento relacionado con la resistencia contra el desgaste inducido por la abrasión. También existen informes sobre superficies de nano textura transparentes infundidas con aceite fluorado que afirman tener excelentes rendimientos en exteriores y fabricación. (Surfaces Bearing Fluorinated nucleoperfluorolipids for potential anti-Graffiti surface properties. MDPI Journal)<sup>12</sup>

También cabe señalar que los sistemas antigraffiti de sacrificio pueden presentarse en líquido y en sólido, algunos de ellos son mezclas poliméricas que pueden diluirse en agua para poder aplicarse sobre las superficies, y que una vez aplicados se aglutinan para formar una capa similar a la de un sellador. Estos productos se recomiendan para aquellos materiales medianamente porosos los cuales por su porosidad rondan entre el 30 al 40% de porosidad. Por lo cual se debe seleccionar un material más viscoso para la aplicación con forme al grado de porosidad.

### 1.5 Pinturas anti rayado

Este tipo de recubrimientos tienen como principal característica no poseer una superficie de anclaje, ya que como se mencionó una superficie rugosa ayuda al anclaje pero una superficie sumamente lisa y con propiedades hidrofóbicas evita la adherencia de cualquier material.

En relación a los recubrimientos anti rayado, se menciona que para considerar un material anti rayado se debe tener en cuenta su resistencia a 10 ciclos de lavado, exposición a una cámara de UV arriba de 500 horas y aún seguir teniendo esta cualidad con deterioros mínimos al realizar pruebas de color, ángulo de contacto y refracción<sup>4</sup>.

Las pinturas anti rayado usualmente están formuladas con poliuretanos, compuestos de flúor y en algunos casos poseen adiciones de nano partículas de silica.

En cada caso, la formulación que se haya preparado, imparte ciertas características.

## 1.6 Pinturas anti grafiti

Las pinturas anti grafiti son recubrimientos que protegen tanto del ataque químico producido por el ambiente, contaminación, así como el rayado producido por terceros o manipulación de la superficie recubierta. Los recubrimientos de poliuretano se están extendiendo debido a su desempeño estético y técnico. El comportamiento anti-grafiti a veces se obtiene utilizando grupos funcionales fluorocarbonos. El fuerte enlace químico C – F tiene una baja interacción con las moléculas de pintura de grafiti. De esta forma, es posible disminuir la energía superficial y la permeación del disolvente polar y no polar en el revestimiento. Las resinas de poliuretano muestran buenas propiedades mecánicas y resistencia química necesarias para resistir el ataque de los solventes y garantizar una alta resistencia a la corrosión. Estas propiedades están correlacionadas con la fuerte reticulación entre isocianatos y polioles.

La principal función de una pintura anti grafiti es disminuir el daño producido por el arte urbano, así como disminuir los costos producidos por la limpieza de áreas afectadas por este tipo de arte.

En las últimas décadas, la limpieza de este arte urbano ha dejado una derrama económica que asciende a millones de dólares al año. Por ello se busca la protección de áreas con materiales que puedan proteger la infraestructura y en algunos casos las zonas arqueológicas<sup>4,9</sup>.

Para este tipo de objetivos se tienen dos tipos de pinturas anti grafiti:

- Permanente
- Sacrificio

Las pinturas anti grafiti tienen ciertas características para ganar este nombre, aunque no hay mucha literatura acerca de la formulación ni cuál es su composición. La mayoría del material literario encontrado menciona que principalmente son a base de poliuretano, gracias a la reacción entre un diisocianato y un alcohol<sup>2,3,4,5,7,8</sup>.

También hay pinturas permanentes a base de polvo el cual es cargado electrostáticamente y adherido a una superficie que se ha cargado de igual manera para que puedan unirse de manera uniforme. Posteriormente es llevado a un horno para fundir el polvo y producir un recubrimiento homogéneo.

En ambos casos, deben tener ciertas características para llamarse permanentes. La principal de ellas es soportar al menos diez ciclos de lavado, aunque en otros escritos se hace mención a más de 10 ciclos de lavado. Pero donde todos coinciden en la especificación de que debe soportar el ataque químico producido por el solvente utilizado en el grafiti, ya que puede ser la pintura aplicada con fines urbanos tanto base agua, como base aceite, y entonces el recubrimiento anti grafiti debe de evitar la interacción con el "recubrimiento invasor", por así llamarlo.

Así mismo, debe soportar en cámara de UV más de 1800 horas de exposición aunque aquí también hay una controversia ya que en un estudio se hace mención de que la prueba de desgaste por exposición en cámara de UV no es 100% creíble ya que no reproduce las condiciones reales del ambiente como son temperatura, humedad, degradación por la contaminación, entre otras. Esto deteriora de distinta manera a la película protectora. Se realizaron algunas pruebas que en su mayoría siempre mostraban que dentro de la cámara de UV se cuarteaba la película, pero en un estudio después de una exposición al ambiente por cierto tiempo la película solo cambió de color.

Los recubrimientos de sacrificio poseen otras características. Como su nombre lo dice, estos recubrimientos son materiales de sacrificio los cuales después de ser aplicados como sistema protector pueden pasar cierto tiempo sin mostrar cambios. Pero una vez limpiada la zona se van junto con el grafiti aplicado<sup>8</sup>.

Lamentablemente al igual que con el otro sistema no hay mucha literatura acerca de este tipo de recubrimiento. Pero el sistema de protección antigrafiti de sacrificio está basado principalmente en ceras, las cuales son aplicadas de manera manual sobre la superficie formando una capa transparente o amarillenta en función del grosor de la capa aplicada.

Para clasificarse como recubrimiento de sacrificio, deben ser:

- Ceras
- Removerse en el primer o segundo ciclo de lavado
- Impedir el flujo del material ajeno a través de esta capa
- Una vez aplicada sobre la superficie no crear fracturas.

Una vez aplicado este tipo de materiales debe poder ser removido. El proceso de remoción es muy simple ya que solo basta con agua caliente a presión, y la temperatura ideal para remover este tipo de recubrimiento es 80°C.

Para ayudar a la remoción si es un área arqueológica se sugiere remover con agua a mayor temperatura, pero evitando el uso de un compresor y solo con la ayuda de un cepillo para removerla. Sin embargo, se hace mención de que abunda este material dentro de las piezas protegidas por este sistema debido a la porosidad, lo cual no es deseable.

Por lo cual se llega a una encrucijada: ¿Qué método de protección debe utilizarse? La respuesta es simple. Depende de qué superficie se desee proteger de futuros grafiti.

Dentro de la literatura se hacen varias menciones acerca de este tipo de conflicto que puede llegar a tener un pintor. Pero todos llegan al mismo punto: el sistema de protección a elegir está en función de la porosidad del material en el cual se aplicará.

Si es un material muy poroso se debe optar por un sistema de sacrificio debido a que de acuerdo a la geometría amorfa del material puede fácilmente aplicarse sobre la superficie sin alterar el sustrato, ya que el material no fluirá al interior del sustrato. Pero como se

mencionó anteriormente, al momento de ser removido hace que haya presencia del sistema protector al interior del mismo por lo cual se recomienda bañar las piezas en agua caliente para tratar de eliminar en su mayoría este sistema y posteriormente volver a aplicar el mismo sistema.

Pero si se tienen piezas metálicas o con poca porosidad se debe optar por un sistema permanente, aunque esta elección dependerá de que material se proteja. Si se trata de una superficie metálica y esta pueda ser aplicada y posteriormente introducida a un horno (piezas pequeñas), se debe optar por una pintura anti grafiti en polvo.

Pero si la protección será una edificación, es mejor emplear la aplicación con espray.

Cuando se tiene ladrillo, tabique y otro material parecido se puede optar por ambos tipos. Solo que si se opta por un sistema permanente se debe preparar el sustrato para posteriormente aplicar el sistema protector sobre ella.

#### 1.7 Preparación del sustrato para la aplicación de un recubrimiento anti grafiti

Para recapitular la manera de selección del tipo de material de protección ya sea de sacrificio o permanente, dependerá del tipo de sustrato ya que, la elección va ligada a la porosidad del sustrato:

Si se opta por la aplicación de una pintura anti grafiti permanente, la preparación del sustrato se divide en dos tipos.

- Sobre pintura
- Sobre sustrato virgen

Se dice que un sustrato es virgen cuando no ha tenido ningún tipo de recubrimiento sobre de él, llámese pintura, cera y otro tipo. Cuando se tiene este tipo de situación la manera para preparar la superficie es muy simple: limpiar el área a trabajar de polvo y humedad; suavizar la superficie, si fuera irregular, lo recomendable es utilizar lijas para este fin, pero a la vez evitar el "efecto espejo" en las piezas; si hay presencia de óxido, hay que removerlo ya que esto afecta al anclaje del sistema de protección<sup>7,8,10</sup>.

Si hay presencia de humedad en el sustrato, se debe calentar la zona o dejar evaporar el agua.

Si la zona geográfica es fría se debe optar por calentar la superficie e ir avanzando poco a poco para evitar deterioros en la aplicación. Si son piezas pequeñas esto puede realizarse introduciéndolas en un horno a 160°C por al menos 24 horas para eliminar restos de agua.

Una vez hecho esto es el momento de aplicar la pintura anti grafiti.

Si se optó por un sistema de sacrificio, el procedimiento es más sencillo, con un cepillo de cerdas suaves se debe tratar de remover el polvo o residuos que estén presentes en la

pieza. En algunos casos con piezas pequeñas se recomienda sumergirlas en agua para realizar el lavado y posteriormente introducirlas a un horno a 160°C durante 24 horas. Una vez pasado este tiempo colocar el sistema protector (cera) de manera manual, frotando sobre el sustrato hasta tener el grosor deseado (cubrir todos los poros) cuando la superficie es uniforme y no se perciben gránulos o partes ásperas.

Pero cuando el sistema se aplicará sobre una superficie previamente pintada el procedimiento es distinto. Ya que se debe limpiar la zona con agua y jabón. Una vez hecho esto, dejar secar procurando que no haya presencia de agua y posteriormente aplicar el sistema de la elección sugerida. La literatura recomienda que, es mucho mejor realizar este proceso de inmediato. Una vez terminado de aplicar la pintura que uno desea se debe colocar de inmediato el sistema de protección ya sea de sacrificio o permanente.

Cuando el área a proteger es ladrillo, tabique, adoquín o similar. El procedimiento idóneo será aplicar un sellador para cubrir los poros y evitar que el sustrato absorba la pintura o el sistema protector. Se deja reposar el sellador de acuerdo al fabricante.

Aplicar la pintura deseada siguiendo las sugerencias del fabricante una vez pasado el tiempo sugerido es momento de aplicar el sistema de protección seleccionado. La mejor manera depende del aplicador, ya que la superficie es buena para ambos tipos de pintura anti grafiti<sup>13</sup>.

## Capítulo 2 Aplicación de las pinturas anti grafiti

La aplicación de pintura anti grafiti tiene mucho que ver con el resultado final. Ya que si no se realiza de una manera adecuada el funcionamiento de esta pintura se verá afectado, modificando la calidad y protección que brinda.

Por ello se menciona en qué consisten los procedimientos, para dar las mejores técnicas de aplicación correcta de este recubrimiento<sup>9,10,11,12</sup>.

### 2.1 Aplicación de pintura en polvo

La manera de describir este procedimiento es muy simple. Se necesitan, una pistola de polvo, el polvo (pintura antigrafiti), un compresor, un regulador, filtro de aire y un horno.

Se requiere colocar el vaso de polvo conectado tanto a la pistola de aire y al compresor. La pieza a recubrir debe estar conectada a la tierra para poder cerrar el circuito. La pistola tiene un sistema que carga las partículas de polvo para que éstas puedan adherirse de buena manera en la pieza a cubrir. Este procedimiento funciona en piezas metálicas.

Una manera más simple de poder entender este aspecto sería la siguiente. (Figura 2.1).

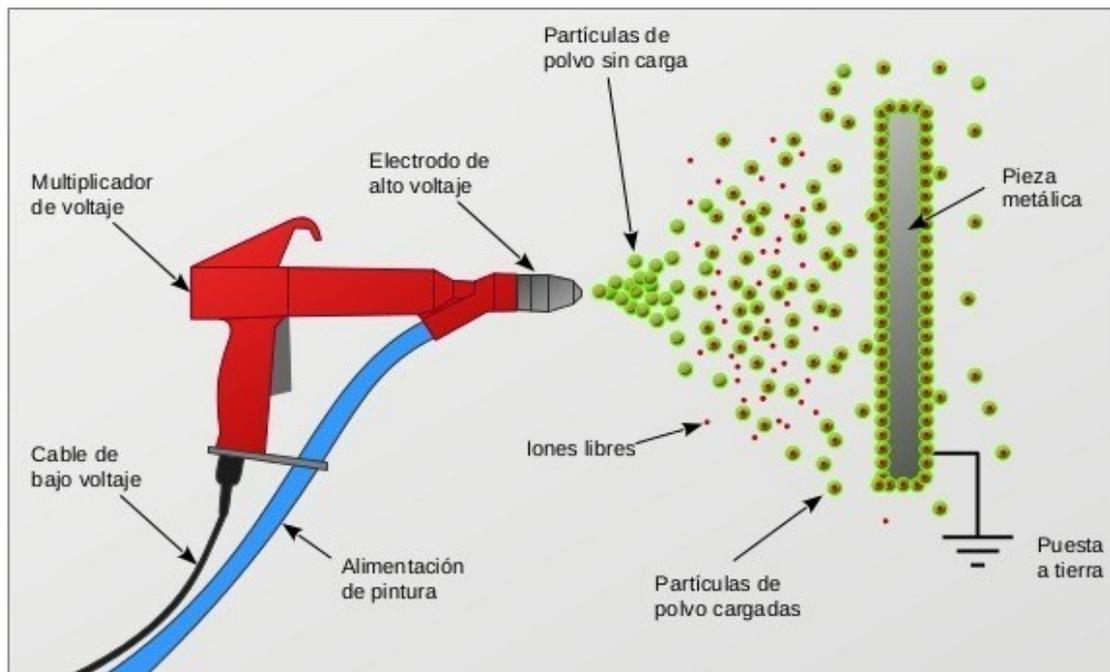
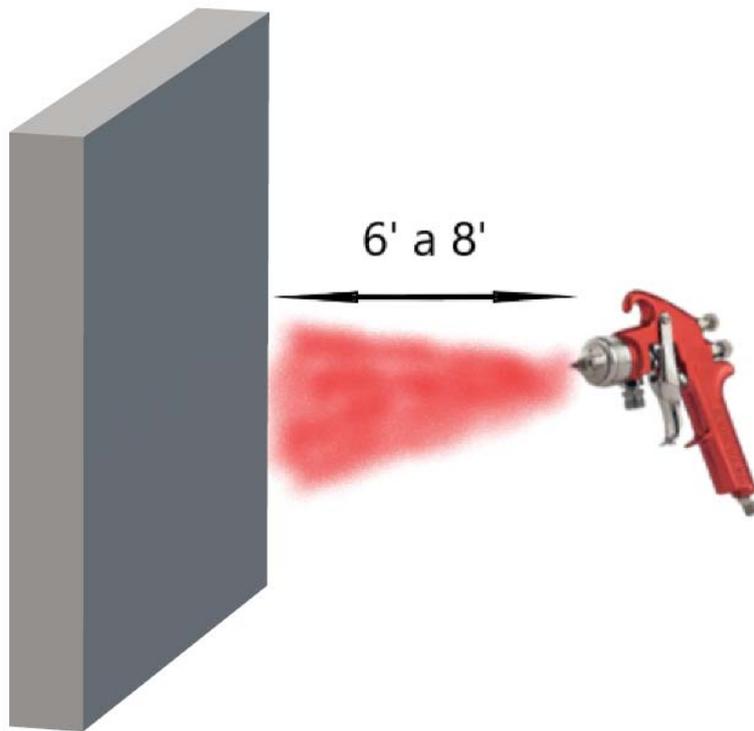


Figura 2.1 Esquema de aplicación electrostática de pintura anti grafiti en polvo extraído de <https://ventanasaluminio.com.uy/blog/pintar-ventanas-de-aluminio/>

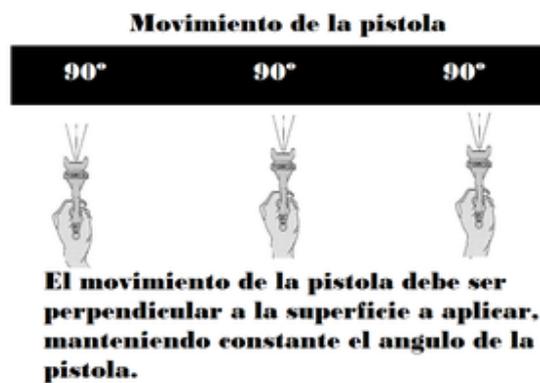
El principal beneficio al utilizar este procedimiento es que es reversible antes del horneado. Cuando el acabado de la pieza con el polvo anti graffiti no es el esperado, solo se tiene que quitar con brocha o algún aspirador para utilizarse de nuevo si es que está en las condiciones que se requieren.

El proceso adecuado para realizar este procedimiento es el siguiente.

- Se debe tener una cámara de pintado ya que el polvo ocasional puede dar origen a imperfecciones en el acabado.
- Para dar el mejor proceso de pintado se debe limpiar minuciosamente la pieza para que no haya restos de material extraño, si la pieza tiene pintura anterior se recomienda utilizar el proceso de remoción por arena ("Sand blasting") que ayuda a quitar recubrimientos viejos y crea un área de anclaje para el siguiente recubrimiento.
- Una vez limpiada la pieza a recubrir se sujeta a la línea de tierra (se recomienda que esté suspendida la pieza para evitar que algún área quede sin recubrir). El aplicador debe colocarse en un punto perpendicular a la superficie a aplicar, colocarse de 6 a 8 pulgadas de distancia y con movimiento de arco desplazar como máximo 110°. Una vez realizado esto seguir con la siguiente área a aplicar (Figura2.2).



(a) Imagen realizada por Sergio Rosales Rodriguez



(b) Imagen realizada por Sergio Rosales Rodriguez

Figura 2.2 (a) Distancia del área de aplicación, y (b) movimiento de la pistola.

Si en algún caso se excede el ángulo de movimiento se obtiene áreas desiguales lo que produce que algunas zonas no puedan recubrirse o algunas zonas queden sobre aplicadas (Figura 2.3).

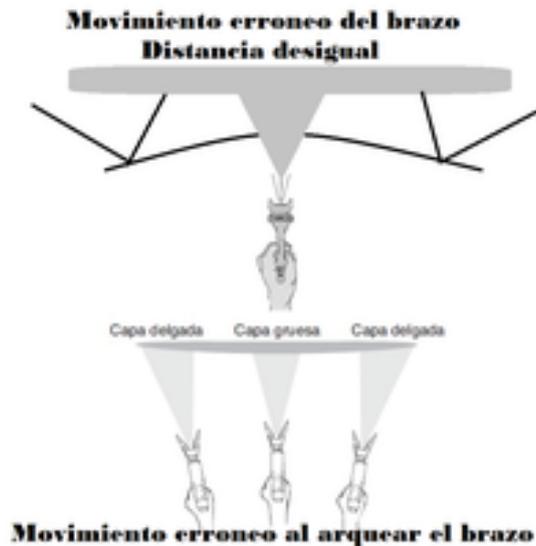


Imagen realizada por Sergio Rosales Rodriguez

Figura 2.3 Aplicación incorrecta de recubrimientos.

Ya que se tiene esta aplicación, y la pieza tenga aprobación, el siguiente paso es introducir las piezas en un horno a 400°F por al menos 1 hora pero esto dependerá del fabricante. Los expertos recomiendan ver cómo se funde y una vez fundido el polvo y que comience a brillar, darle un tiempo aproximado de 30 minutos extra, se recomienda dejarlas reposar en el horno por 20 minutos extra para curar la pieza y obtener mejores resultados. Así la pieza desciende su temperatura gradualmente.

Lo recomendable es seguir las indicaciones de la ASTM D-6944-03

Especificaciones para un mejor empleo del material:

- Use polvo virgen (este polvo es el salido del empaque, no reutilice)
- Evite el contacto con las terminales (cátodo y ánodo)
- Utilice guantes y mascarilla en todo momento
- Evite fumar durante el proceso
- Al aplicar la pintura coloque la pistola entre 8 a 16 pulgadas de distancia de la pieza
- El aplicador debe moverse alrededor de la pieza (no tocar la pieza en ningún momento)
- Revise la pieza moviéndose alrededor
- Al pasar al horno, no realice movimientos bruscos

- El compresor requiere como especificacion de 5 a 10 psi a solo 2 CFM(Cubic feet minut)
- La pistola debe ser una pistola de doble voltaje
- Colocar la pieza a recubrir en una jaula de Faraday

#### Beneficios de aplicar la pintura en polvo

- El acabado es elástico
- Si se comete un error solo basta con retirar el polvo y volver a empezar
- Los terminados son similares
- Resistente al choque.
- Económica



Figura 2.4 Comparación de una lámina baja un impacto.

<https://www.eastwood.com/hotcoat-powder-coating/powder-coating-video-articles.html>

## 2.2 Aplicación de pintura en aerosol.

En las pruebas realizadas para comprobar la eficiencia de las pinturas antigrafiti, se midió conforme a la penetración que hay de la pintura en aerosol y el recubrimiento antigrafiti.

Estas pruebas se realizaron en láminas de concreto, las cuales se cortaron en forma cuadrada de 5 centímetro de lado y 1 centímetro de grosor. Se limpiaron con brocha y agua ionizada hasta eliminar los restos de polvo al pasar por el flujo de agua ionizada. Posteriormente del lavado se dejaron secar en un horno a 60°C. Después de un periodo de 3 días dentro del horno se sacaron y pesaron.

Las láminas de concreto consistían en una combinación de de materiales que representan a las construcciones y monumentos que hay en Italia. La porosidad de este material ronda entre el 30% a 45% lo cual brinda cierta representatividad de dichos monumentos.

En las pruebas de aerosol debido a la porosidad del material se utilizaron dos recubrimientos antigrafiti de sacrificio en con dos versiones uno de ellos proporcionado por Mapei S.P.A el cual consta de mezclas de polímeros y el otro suministrado por GEAL-Bel Chimica Srl Agliana que es una mezcla de polímeros y resinas fluoradas acrílicas.

El estudio consistió en tener 4 muestras las cuales se dividieron en 2 grupos, utilizando antigrafiti y no utilizándolo para ambos sistemas de protección antigrafiti.

Teniendo las muestras de concreto seleccionadas se pesó cada una y aplicó una capa con brocha que consistía en 100 gramos por metro cuadrado de concreto. Pasado este proceso se les dejó reposar por 24 horas para aplicar la segunda capa de recubrimiento antigrafiti con la finalidad de sellar bien los poros que pudieran quedar sin cubrir. Acabado este proceso se dejaron reposar las muestras por 8 meses, terminado este periodo de tiempo se les aplicó el aerosol.

Debido a que la finalidad de los recubrimiento antigrafiti tiene la función de evitar la transmisión de marcadores, espray, bolígrafos, crayones, labiales entre otros, se optó por un aerosol el cual al tener un solvente puede atacar al recubrimiento anti grafiti. Ya que por su composición es más severo y puede dañar la capa, se sugirió que fuera uno acrílico de color naranja para poder notar con mayor facilidad si hubo o no alguna penetración en el material. Ya seleccionado el agente, se procedió a aplicarlo.

En la prueba se trató la aplicación basándose en el ASTM-D6578-13 el cual se enfoca en la limpieza de un recubrimiento anti grafiti, pero se enfocaron en la manera de aplicación de un espray. Lo cual sugiere que la aplicación correcta es a 45° con respecto al sustrato y con una distancia del sustrato aproximadamente de 15 cm. Se siguió este procedimiento solo que aplicaron a 45° por ambos lados para rellenar la superficie.

Terminada la aplicación del aerosol se procedió a removerlos con líquido removedor y se midió el color siguiendo el protocolo de ISO 11664-4 colorimetry- Part 4.

ISO 11664-4 “Este documento especifica un método para calcular las coordenadas del espacio de color CIE 1976  $L^* a^* b^*$ , incluidas las correlaciones de luminosidad, croma y tono. Incluye dos métodos para calcular distancias euclidianas en este espacio para representar la magnitud percibida de las diferencias de color.

Es aplicable a los valores triestímulos calculados utilizando funciones de concordancia de colores del sistema colorimétrico estándar CIE 1931 o del sistema colorimétrico estándar CIE 1964. Este documento se puede utilizar para la especificación de estímulos de color percibidos como pertenecientes a un objeto reflectante o transmisor, donde se requiere un espacio tridimensional más uniforme que el espacio triestímulo.

Este documento no se aplica a los estímulos de color que se perciben como pertenecientes a un área que parece estar emitiendo luz como fuente de luz primaria, o que parece reflejar esa luz de forma especular.

Es aplicable a las pantallas autoluminosas, como los tubos de rayos catódicos, si se utilizan para simular objetos reflectantes o transmisores y si los estímulos se normalizan adecuadamente.”

Después de remover el recubrimiento de sacrificio y medir la colorimetría siguiendo los pasos de la ISO 11664-4 parte 4. Se llegó a la conclusión de que la remoción solo alcanzó al 70%, debido a que la porosidad del material es sumamente alta lo cual provocó que el material anti grafiti transitara al interior del material (concreto) por lo cual el aerosol se adhiriera al interior del concreto.

Lamentablemente como ambos sistemas anti grafiti son bastante líquidos, su empleo debe ser para materiales que tenga poca porosidad. Como máximo un 10% para poder tener aún rangos aceptables.

Se hace mención de la importancia de cómo se aplique el aerosol debido a que entre más cerca esté la válvula al sustrato, la pintura llegará más al fondo debido a la presión con la cual es impulsado puede llegar más profundo dentro del sustrato; así mismo del ángulo de aplicación. Obviamente esto está ligado directamente al entorno. Pero para este estudio solo se tomaron en cuenta ángulos de 45° dejando en fuera el ángulo perpendicular<sup>3</sup>.

### 2.3 Aplicación de ceras

Como se ha estado viendo la buena selección de un sistema antigrafiti va directamente ligado a qué tipo de material (sustrato) se utilizará, así como qué tan poroso es.

Gracias a esto llegamos a la aplicación de una cera, las ceras usualmente son ceras de parafina (emulsión de agua), las cuales por su naturaleza se aplican con la mano o directamente sobre la superficie sin algún tratamiento o herramienta para aplicarlas.

Para ello se realizó una comparación entre pinturas anti grafiti tanto de sacrificio como permanente. Pero para fines de esta sección se hará hincapié solo en los productos de sacrificio los cuales constaron de una cera contra una dispersión copolimérica en agua (producto comercial)<sup>2</sup>

En la tabla 2.3.1 se muestra los sistemas anti grafiti utilizados:

La clasificación utilizada es AGS que significa sistema anti grafiti por sus siglas en inglés

Tabla (2.3.1) Agentes anti grafiti utilizados

Clasificación	Formulación	Tipo	Marca
AGS1	Copolimero dispersado en agua	Sistema de sacrificio (liquido)	Producto comercial
AGS2	Ceras de parafina	Sistema de sacrificio (cera)	No especificado

Estos sistemas antigrafiti se aplicaron en distintos sustratos con la finalidad de tener un panorama más abierto acerca de los distintos tipos que hay. La siguiente tabla (2.3.2) muestra los tipos de sustratos así como su porosidad, absorción de agua, la media del radio del poro y de donde se obtuvo cada sustrato.

Tabla 2.3.2 Sustratos utilizados para el estudio C = coeficiente de absorción de agua capilar; P=Porosidad total; R= media de radio de poro<sup>10</sup>

Nombre comercial	Clasificación petrográfica	País de origen	C [ $\frac{g}{m^2 s^{0.5}}$ ]	P[%]	R[ $\mu m$ ]
Villamayorsandstone	Arkose rico en cuarzo	España	72	15.1	2.4
Brick	Ladrillo hecho a mano	Dinamarca	27	21.1	0.5
Stritenica sandstone	Bioclastita de arenisca calcárea cuarcítica	Eslovenia	23	15.8	1.7

Balegem limestone	Biomicrocrista con glauconita	Belgica	4	6.2	0.004
Belgian blue limestone	Bioclastita granulada	Belgica	0.1	1.4	0.004

Las muestras tomadas de cada sustrato fueron cubos de 40 mm de longitud tomados por triplicado, a cada muestra de sustrato se les aplicó el sistema antigrafiti y como agente sustituto de grafiti se utilizaron pinturas en spray en diferentes colores, en la tabla 2.3.3 se muestran los tipos de pintura utilizada para el experimento.

Tabla 2.3.3 Tipos de pintura usado para los experimentos<sup>10</sup>

Clasificado	Tipo de pintura	Color	Nombre	Tipo
F1	Pintura en spray	Amarillo	Dupli color Aerosol ART	Acrilica con pigmentos
F3	Pintura en spray	Gris metalico	Classic alueffectlack	Alkilica con pigmento de aluminio
F4	Pintura en spray	Rojo	Multona car paint Henna red 1977	Nitro celulosa con pigmento
F8	Marcador	Negro	Edding 850 permanent marker	Tinta orgánica
F10	Pintura en spray	Azul	Renovo Silk matt spray paint	Acrilica con pigmento

Al ser sistemas antigrafiti de sacrificio el procedimiento de remoción constó de agua caliente a 80°C y un cepillo para ayudar a la remoción<sup>2</sup>.

Existe una clasificación de limpieza de acuerdo a los ciclos de limpieza que dado BAST-Tp-AGS (2009) para concreto, la cual especifica cuan buena o eficiente en la limpieza es un material. Los rangos van de 0 a 5, siendo cero el que al solo rociar agua caliente el grafiti se elimina hasta 5 ciclos iguales empleando agua caliente y cepillo. Al final de la clasificación puede existir un material que no puede ser limpiado, esto es, que no es un sistema anti grafiti. En la tabla 2.3.4 se muestra esta clasificación.

Tabla 2.3.4 Valores para la eficiencia de limpieza según BAST TP-AGS (2009)<sup>10</sup>

Valor de Fi	Eficiencia de limpieza
0	100%
1	Solo quedan pequeñas partículas de pintura
2	90%-75% de limpieza

3	75%-30% de limpieza
4	Menos del 30% de limpieza
5	No se limpió, no se considera como un sistema anti grafiti.

Se le realizaron distintas pruebas a cada muestra. Se obtuvieron los siguientes resultados (Figuras 2.5 a 2.10).

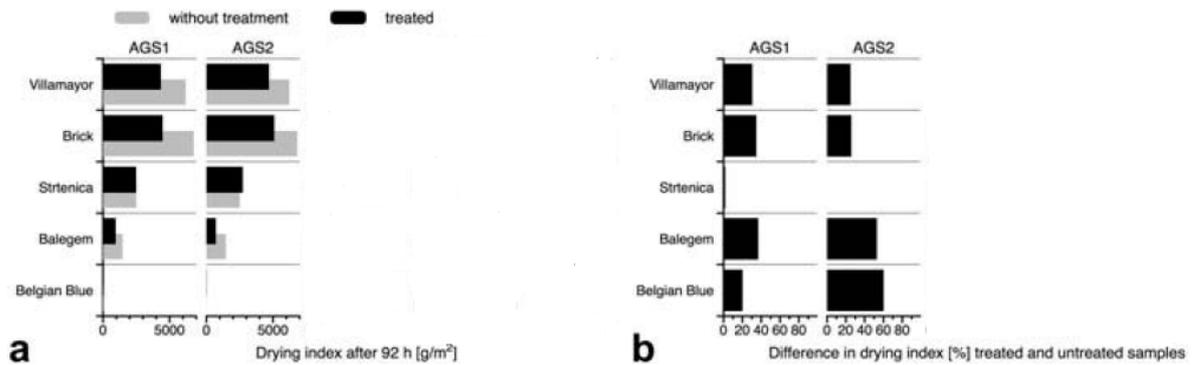


Figura 2.5 resultados gráficos de: (a) valores absolutos para el índice de secado de los sustratos antes (barras grises) y después del tratamiento con los agentes (barras negras); (b) valores diferenciales antes y después del tratamiento.<sup>10</sup>

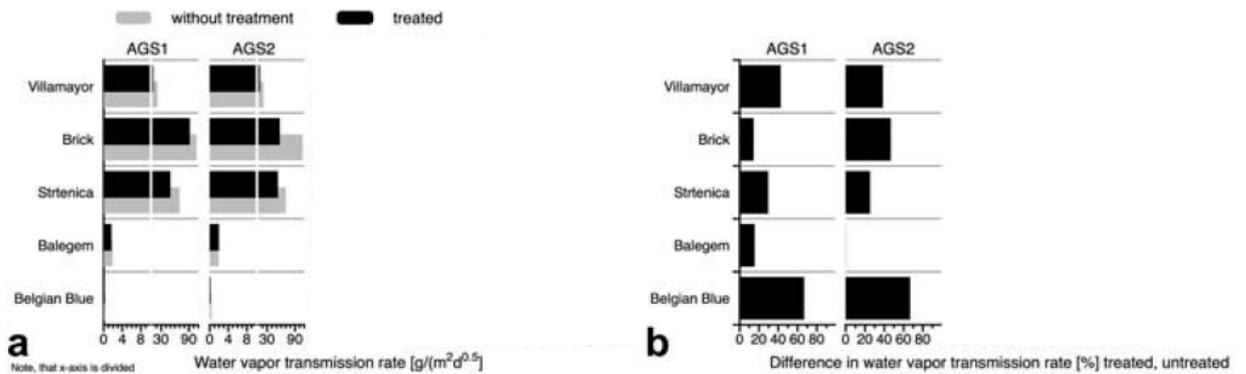


Figura 2.6 Gráficos de: (a) valores absolutos para la tasa de transmisión de vapor de agua (WVT) de los sustratos antes (barras grises) y después del tratamiento con los agentes (barras negras); (b) valores diferenciales antes y después del tratamiento. Nota el eje x dividido en el gráfico de la izquierda.<sup>10</sup>

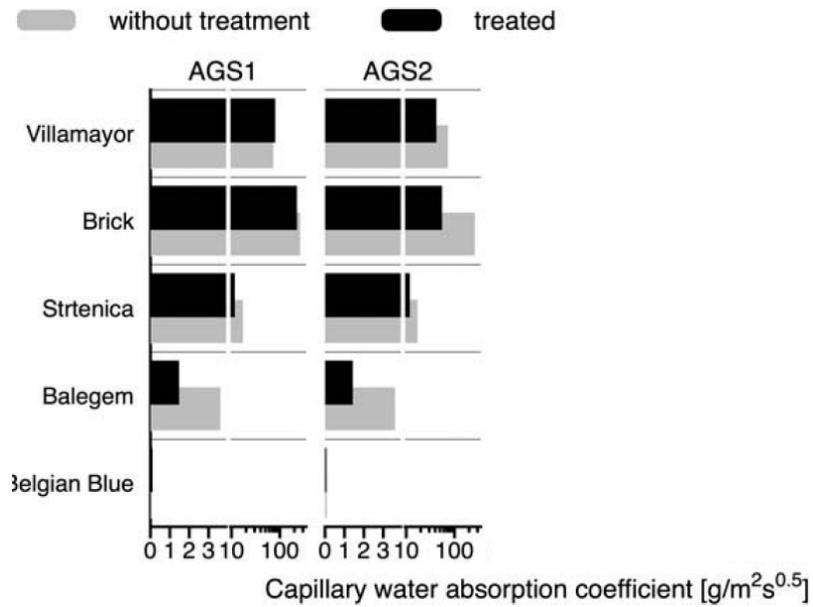


Figura 2.7 Gráfico de valores absolutos para el coeficiente de absorción de agua capilar antes (barras grises) y después tratamiento con los agentes (barras negras). Tenga en cuenta que el eje x se divide y logarítmico después.<sup>10</sup>

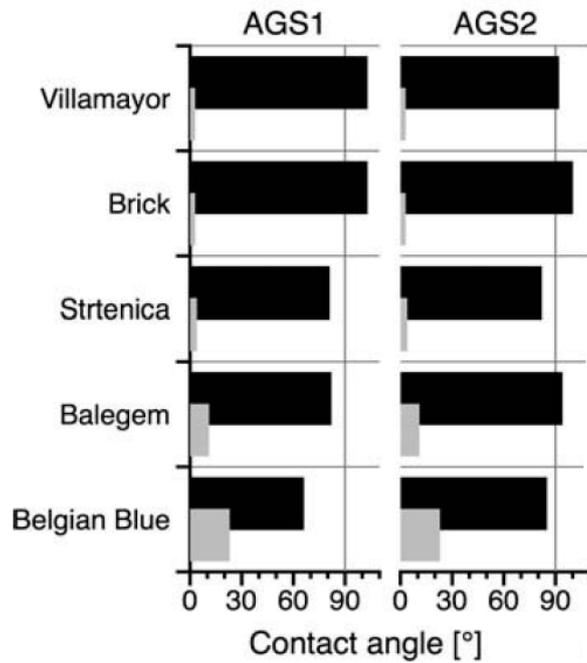


Figura 2.8 Gráfico de los resultados de la medición del ángulo de contacto con agua antes (barras grises) y después del tratamiento con los agentes (barras negras).<sup>10</sup>

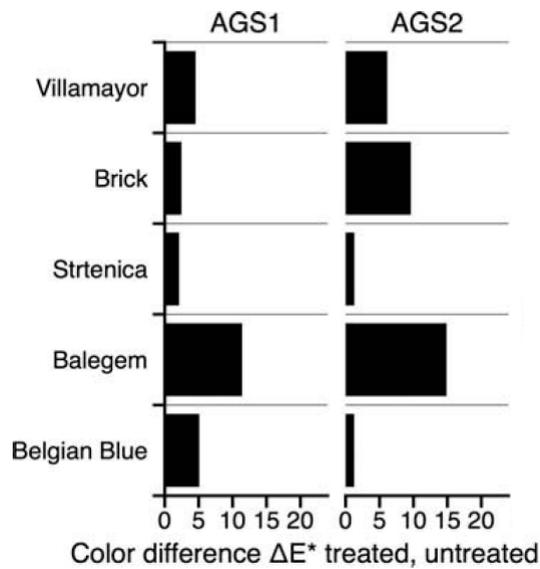


Figura 2.9 Gráfico de la diferencia de color E \* antes y después del tratamiento de los sustratos con los agentes.<sup>10</sup>

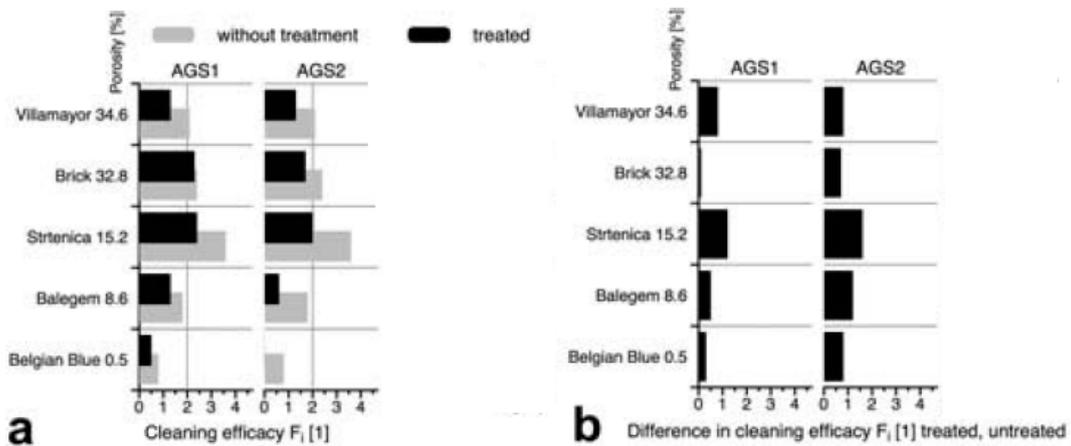


Figura 2.10 Gráficos de: (a) valores absolutos para la eficacia de limpieza FAGS de los sustratos sin (barras grises) y con tratamiento de los agentes (barras negras); (b) valores diferenciales sin y con tratamiento.<sup>10</sup>

Como se puede apreciar en los resultados obtenidos, las propiedades mecánicas de los materiales se vieron beneficiadas en tanto a la absorción de agua, la permeabilidad, el color y el ángulo de contacto, que recordando podemos definir a un material como hidrofóbico por su ángulo de contacto. Como lo muestra en la figura 2.11.

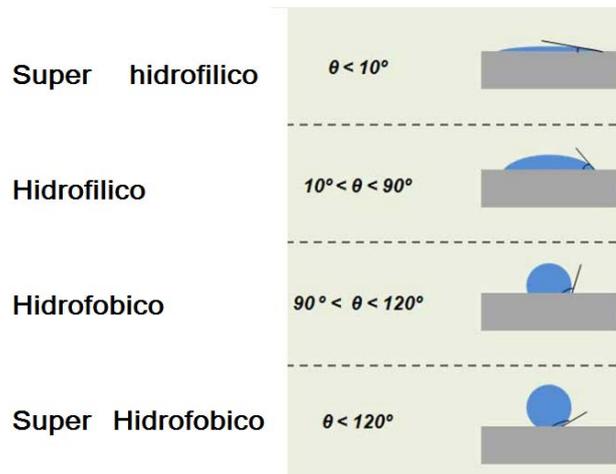


Figura 2.11 Definición por ángulo de contacto.

El sistema anti grafiti de sacrificio 1 y 2 mostraron aumentar el ángulo de contacto y formar un límite para todo lo que le hace daño a estos materiales, principalmente el agua.

Lamentablemente conforme las pruebas se fueron realizando expuestas a cámara UV comenzó a tener fracturas el material y a tornarse a un color amarillento. Lo cual muestra un deterioro a partir de la percepción visual.

Los resultados del estudio mostraron que el rendimiento de un sistema de anti grafiti particular no puede ser general, pero debe juzgarse de acuerdo con el sustrato al que se aplica (García & Málaga 2012). Se ha demostrado que la eficacia de limpieza depende del sustrato y también del tipo de agente de limpieza empleado. La Impregnación de un sistema anti grafiti, como los silanos fluorados muestran una eficacia más débil para sustratos más porosos que agentes, que forman un recubrimiento en la superficie (Müller et al. 2011a; 2011b). Se debe evitar que el sistema anti grafiti este inmerso en vapor de agua debido a que en un material poroso se puede adherir esta humedad al interior. Es por ello que en todos los estudios realizado en materiales poroso y altamente porosos se introducen las muestras en un horno por 24 horas para tratar de eliminar la presencia de humedad y con ello buscar que el sustrato no se vea afectado por esto. La experiencia muestra que este grupo de recubrimientos puede conducir a la acumulación de humedad en el sustrato o, en circunstancias desfavorables, a una delaminación completa del sistema anti grafiti después de un corto período de tiempo. Aunado a una mala aplicación o un maltrato del sustrato que desfavorezca al sistema anti grafiti.

## 2.4 Aplicación en distintos sustratos de un recubrimiento Anti-grafiti

Como se ha visto cada tipo de recubrimiento anti grafiti tiene una especial aplicación. Ya que una aplicación errónea lleva a un mal desempeño del material protector.

Pero, ¿Cuál es la manera correcta para poder realizar una correcta aplicación de un recubrimiento anti grafiti.

Antes que nada debemos evaluar el material a simple vista si el material es poroso, metálico, muestra algún defecto, posee un recubrimiento anterior, o se muestra humedecido.

Pero antes de aplicar hay que asegurarse que:

- Si hay salpicaduras de soldadura sean removidas.
- La estructura tenga soldadura continua.
- Las picaduras han sido limpiadas y rellenadas.
- Los filos en ángulos han sido redondeados.
- Las orillas de la pintura adherida han sido desvanecidas.
- Los recubrimientos viejos en buen estado se han lijado para tener una mejor adherencia.
- No han transcurrido más de 4 horas entre la preparación de la superficie y la aplicación del recubrimiento.
- La preparación de la superficie ha sido la adecuada.
- Tiene buen perfil de anclaje.<sup>14</sup>

La figura 2.12 Muestra la manera correcta de enfocar en donde se encuentra un sistema antigrafi.

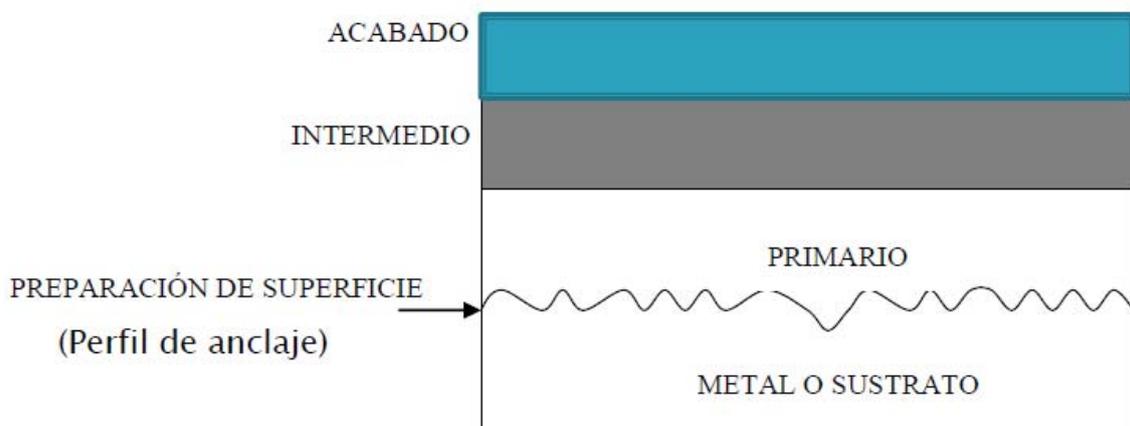


Figura 2.12 Diagrama de sistema de recubrimiento. Primario (se emplea algún material que rellene las imperfecciones), intermedio puede ser la pintura a proteger, el acabado será nuestro sistema anti grafiti. Imagen obtenida del diplomado de Tecnología de pinturas modulo 4 "Limpieza y preparacion de superficies impartida por M.C. Carlos Alberto Lara Zuñiga

Cuando la preparación de superficie sea la correcta, la aplicación del recubrimiento anti grafiti y su previa evaluación resultarán en el mejor sistema anti grafiti para el material a proteger.

Pero cómo se debe aplicar, ya que existen varios métodos de aplicación de un recubrimiento.

- Brochas
- Rodillo
- Almohadilla
- Espátula
- Aspersión (con aire, sin aire)
- Electroestática
- Electro recubrimiento
- Inmersión
- Lecho fluidizado
- Flama.

Para la mayoría de las aplicaciones de un sistema anti grafiti se emplea brocha, ya que es el método más antiguo de aplicación de un recubrimiento sin embargo sigue siendo un método eficaz y muy económico. La brocha se utiliza regularmente para trabajos de reparación únicamente.

También se utiliza la aspersión con aire para sistemas antigrafiti permanentes pero este procedimiento es costoso debido a la manera de limpieza del equipo. En todos los trabajos de investigación su manera de aplicación fue con brocha. Pero en el manual de mantenimiento industrial tomo V escrito por Robert C. Rosaler, P.E hace una pequeña mención sobre áreas grandes donde la manera correcta es aspersión con aire<sup>14</sup>.

Cada proceso de aplicación dependerá del material por ello se decidió seccionar este capítulo por manera de aplicación y el proceso de cómo aplicarlo.

Los procesos de aplicación para cada material se obtuvieron por experiencia, información dentro de los estudios, diplomado en tecnología de pinturas y del libro Organic Coatings Science and Technology escrito por Jones, Frank n. Nichols.

#### 2.4.1 Losa

Una losa es una piedra grande y plana, construida como acabado de suelos, paredes y entre muros. También conocido vulgarmente como obra negra. Este tipo de material tiene ciertas características que ayudan a poder tener una mejor decisión de que material antigrafiti.

Aunque a primera vista podríamos optar por un sistema de protección antigrafiti de sacrificio. Esto no es totalmente cierto. Debido a que el acabado puede variar de acuerdo a cada cliente.

Podemos tener varios tipos. La información fue suministrada por 360enconcreto. (<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/construccion-de-pisos-y-losas-de-concreto-1>)

CLASE	TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO	USO	TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO	USO	
<b>1.</b> Una capa sencilla	Superficie expuesta a tránsito peatonal.	Oficinas, iglesias, espacios comerciales, institucionales, residencial de multiunidades. Decorativos.	<b>5.</b> Una capa sencilla	Superficie expuesta tránsito industrial vehicular, es decir, ruedas neumáticas y ruedas sólidas moderadamente suaves.	Pisos industriales para fabricación, procesamiento y bodegas.
	<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>		<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>
	Acabado uniforme, agregado antideslizante en áreas específicas, curado. Agregado mineral con color, agregado con pigmento de color o expuesto, patrones estampados, disposición artística de juntas, curado.	Acabado normal alisado con llanas de acero, acabado no deslizando cuando se requiere, como se requiera.		Subrasante buena y uniforme, disposición de juntas, resistencias a la abrasión, curado.	Acabado ligero alisado con llana de acero.
<b>2.</b> Una capa sencilla	<b>TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO</b>	<b>USO</b>	<b>6.</b> Una capa sencilla	<b>TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO</b>	<b>USO</b>
	Superficie expuesta a tránsito peatonal.	Oficinas, iglesias, espacios comerciales, institucionales con cubiertas de piso, residencial de multifamiliares.		Superficie expuesta tránsito industrial vehicular de servicio pesado, es decir, ruedas duras y cargas pesadas en ruedas.	Pisos industriales sujetos a tránsito pesado; pueden estar sujetos a cargas de impacto.
	<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>		<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>
	Losas planas y a nivel adecuadas para cubiertas adaptadas, curado. Juntas coordinadas con cubiertas adaptadas.	Acabado normal alisado con llanas de acero, acabado no deslizando cuando se requiere, como se requiera.		Subrasante buena y uniforme, disposición de juntas, transferencia de carga a resistencia a la abrasión, curado.	Endurecedor de superficie especial de agregado metálico o mineral; alisado intenso con llana de acero repetido.
<b>3.</b> Dos capas	<b>TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO</b>	<b>USO</b>	<b>7.</b> Dos capas	<b>TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO</b>	<b>USO</b>
	Superficie expuesta o cubierta - tránsito peatonal.	Capa superior desligada o ligada sobre losa, base de edificaciones no industriales o comerciales donde rige tipo de construcción de programa.		Superficie expuesta tránsito industrial vehicular de servicio pesado, es decir, ruedas duras y cargas pesadas en ruedas.	Pisos ligados de dos capas sujetos a fuerte tránsito e impacto.
	<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>		<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>
	<b>Losa base:</b> buena tolerancia de superficie uniforme, a nivel, curado. <b>Capa superior desligada:</b> capa separadora sobre losa base, espesor mínimo de 75mm, refuerzo, curado.	<b>Losa base:</b> acabado alisado debajo de la capa superior desligada, superficie con textura; limpia debajo de la capa superior ligada. <b>Capa superior:</b> para superficie expuesta, acabado normal alisado con llana de acero. Para superficie cubierta, acabado ligero y alisado con llana de acero.		<b>Losa base:</b> subrasante buena y uniforme, refuerzo, disposición de juntas, superficie nivel, curado. <b>Capa superior:</b> compuesta de agregado todo mineral o todo metálico de buena granulometría, espesor mínimo de 19 mm. Endurecedor superficial de agregado metálico o mineral aplicado a capa superior simple de alta resistencia para endurecerla, curado.	Superficie de base de losa limpia con textura adecuada para la capa superior ligada. Las llanas mecánicas especiales para capa superior son opcionales, acabado alisado con llana de acero.
<b>4.</b> Una capa sencilla	<b>TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO</b>	<b>USO</b>	<b>8.</b> Dos capas	<b>TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO</b>	<b>USO</b>
	Superficie expuesta o cubierta -tránsito peatonal y vehículo ligero.	Institucionales y comerciales.		Como en clase 4, 5 o 6.	Capa superior desligada sobre pisos nuevos o antiguos o donde rige secuencia de construcción o programa.
	<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>		<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>
	Losa a nivel y plana, adecuada para cubiertas adaptadas, agregado no deslizando para áreas específicas, curado. Juntas coordinadas con cubiertas adaptadas.	Acabado ligero alisado con llana de acero.		Capa separadora sobre losa base, espesor mínimo 100 mm, resistencia a la abrasión, curado.	Como en clases 4, 5 o 6.

<b>9.</b> <b>Capa sencilla o capa superior</b>	<b>TIPO ANTICIPADO DE TRÁNSITO</b>	<b>USO</b>
	Superficie expuesta, requeridas las tolerancias de superficie superplana o crítica. Vehículos especiales para manejo de materiales o robotizados que requieren tolerancias específicas.	Bodega de naves altas, de pasillos angostos; estudios de televisión, pistas de hielo, gimnasios. Ver el <b>ACI 360R</b> para guía sobre diseño.
	<b>CONSIDERACIONES ESPECIALES</b>	<b>ACABADO FINAL</b>
	Requerimientos variables de calidad de concreto. Se recomiendan procedimientos de aplicaciones especiales y atención estricta a los detalles cuando se usan endurecedores que se aplican esparciéndolos. Ff50 a Ff125 (piso superplano) curado especial.	Seguir estrictamente las técnicas que se indican en la ACI 302

Podemos acercar estas definiciones a dos clasificaciones.

- Liso
- Corrugado

Para un acabado liso lo primero que hay que realizar es una preparación del sustrato.

Cuando se trate de un material relativamente nuevo en su montaje, se recomienda:

- Cepillar con cepillo de cerda suave para retirar restos del material que pudieran estar sobre la superficie.
- Delimitar el área de trabajo
- Aplicar un sellador como recomendación para no utilizar mucho sistema de protección antigrafiti.
- Si en dado caso se aplicará una pintura, aplicarla. Dejarlo secar.
- Limpiar la zona con cepillo de cerdas suaves.
- Aplicar el sistema antigrafiti de preferencia permanente.

Al ser una superficie previamente pintada el material es apto para una aplicación de un sistema de protección antigrafiti permanente. El material debe ser aplicado por brocha. Al menos aplicar 3 capas como mínimo.

Si el acabado es liso, pero no se realiza una aplicación de alguna pintura el procedimiento recomendado por fabricantes es el siguiente. (<https://www.comex.com.mx/pintura-antigraffiti>)

- Limpiar completamente la superficie con cepillo, trapo seco o escobeta, para retirar restos de material.

- Delimitar con plásticos protectores y cinta adhesiva las áreas que no se vaya a pintar.
- Aplicar sellador.
- Aplicar ya sea un sistema de recubrimiento antigrafiti puede ser permanente o de sacrificio.

Cuando se trate de un área lisa que aparenta un acabado menos poroso la opción es un recubrimiento antigrafiti permanente. No hay que olvidar que cuando se habla de un exterior que se estará viendo bajo el ataque continuo de este arte urbano lo recomendable es un sistema de protección antigrafiti permanente.

Para acabado corrugado o con algún tipo de textura, el procedimiento es similar al anterior.

- Limpiar completamente la superficie con cepillo, trapo seco o escobeta para retirar restos de material.
- Delimitar con plásticos protectores y cinta adhesiva las áreas que no se vaya a pintar.
- Aplicar sellador.
- Aplicar el sistema de protección anti grafiti de sacrificio.

La elección de un sistema de protección de sacrificio se basa en la porosidad del material.

La aplicación en estos materiales no es recomendable en ningún aspecto debido a que la losa es un producto que está en constante estrés debido a su posición en el suelo. En más del 70% de las construcciones mexicanas el proceso utilizado para la losa es el mismo empleado para las paredes aplanadas en los hogares mexicanos que incluso en varios casos sobre la misma construcción (ladrillo) se realiza el pintado con pintura vinilica.

Por ello los expertos comparten esta información como un proceso que se emplea tanto para losas como para paredes.

En las figuras 2.13 y 2.14 se muestra el acabado antes mencionado obtenido de la página oficial de Comex y Sherwin Williams.



Figura 2.13 acabado de un recubrimiento antigrafiti permanente.

<https://youtu.be/FbUJGOyGdro?t=137>



Figura 2.14 Acabado de un recubrimiento antigrafiti de sacrificio.

<https://images.app.goo.gl/3ToGnrMJUGVmucR8>

#### 2.4.2 Concreto.

Antes que comencemos debemos enfatizar que este tipo de material, al ser un tipo bastante variado por la cantidad de combinaciones, productos, pH entre otras cosas, se siguió la técnica utilizada en las investigaciones estudiadas.

El método de muestreo fue variado, pero todos realizaban una serie de pasos para la elección a la hora de implementar un sistema protector.

Cuando el concreto era muy poroso se le introducía en agua para retirar la mayor cantidad de material dentro de los poros, después de este procedimiento proseguían a introducirlo a una cámara de calor a 65°C por 48 horas para evaporar cualquier remanente de agua.

Como podemos suponer es imposible realizar este procedimiento para un muro de concreto, por lo cual pasaremos a los pasos siguientes que son:

#### Limpieza del material

- Cepillar el concreto con un cepillo de cerdas para la eliminación de cualquier material remanente.
- Revisar la superficie para identificar si quedan algunos remanentes móviles que se hayan aflojado o atorado, que por el cepillo no se hayan podido retirar.
- Con la ayuda de una pistola de aire, soplar para retirar la mayor parte del material.
- Aplicar un recubrimiento antigrafiti de sacrificio con brocha o de manera manual.
- Aplicarlo al menos en 3 ocasiones para un mejor acabado.

Como se entiende, el procedimiento es muy parecido a los anteriores solo que este procedimiento variará dependiendo del grano que se tenga en el concreto ya que la superficie puede ser demasiado irregular y porosa. Lo cual da un indicio de cómo aplicar y qué aplicar, porque al ser un sistema de sacrificio se encuentran dos productos usuales en el mercado uno de forma sólida y otro de forma líquida.

El fabricante hace la mención que cuando se aplica el sólido es para una superficie muy porosa y no se quiso o pudo aplicar un sellador que aminore la absorción del sistema antigrafiti.

Cuando se tiene una porosidad que no absorbe mucho el material es correcto aplicar una capa y dejarla secar por completo para aplicar la siguiente. Ya que este primario ayuda al anclaje y sello de la siguiente, repitiendo este paso hasta que el acabado sea el que uno más requiera.

Solo debe recordarse que un sistema de protección antigrafiti de sacrificio se retira junto con el grafiti plasmado en el.

Lastimosamente al utilizarse un sistema de protección antigrafiti de sacrificio, al retirarlo dañará la superficie ya que las recomendaciones del fabricante es la misma en la mayoría de los casos: utilizar una hidrolavadora de 2.5 bares de presión y agua calentada a 80°C. Este proceso de limpieza daña el sustrato. Por eso hay que tomar una buena decisión al momento de aplicar un antigrafiti ya que este dependerá totalmente del sustrato.

### 2.4.3 Metal

Cuando el sustrato se trata de un metal hay que tener mucho cuidado para tener el mejor rendimiento de un material antigrafiti. En cuanto a construcciones hechas de metal sabemos que hoy en día se encuentran en varios tipos entre aluminio, acero, cobre, latón entre otros. Un proceso de limpieza de un metal es la mejor opción para cuando se aplique un recubrimiento protector.

Hoy en día las zonas urbanas se ven más atacadas y este material es el predilecto para ser atacado por grafities y dañar la estética y estructura de este material.

En Londres el pasado 14 de julio del 2020, un artista urbano plasmó sus ideas en un vagón del metro. En la página oficial del economista mundial de Londres momentos después publicó una nota del costo que sufre una remoción de un grafiti que ronda entre los 54 a 80 Euros por cada metro cuadrado que se limpie sin la ayuda de un sistema protector. Extraído de <https://www.milenio.com/cultura/arte/banksy-metro-londres-borra-grafitis-artista-covid-19>

Los procesos de limpieza y aseguramiento son los siguientes:

El primer objetivo es remover del sustrato los contaminantes e imperfecciones superficiales que afectarán el comportamiento de un recubrimiento, algunos de éstos son:

- Aceite y grasa
- Sales
- Polvo y suciedad
- Cascarilla de laminación
- Óxido o productos de corrosión
- Recubrimientos envejecidos
- Imperfecciones de la superficie

El segundo objetivo es el de proporcionar un “patrón de anclaje” ó “un perfil de anclaje”, el cual mejora la adherencia mecánica de un recubrimiento a la superficie preparada, incrementando el área específica de la superficie. Muchas estructuras no están diseñadas considerando la aplicación de recubrimientos, por lo cual, pueden complicar el trabajo<sup>12,13,14</sup>.

Los problemas de diseño más comunes son:

- Áreas difíciles de alcanzar/inaccesibles.
- Remaches, pernos y tornillos.
- Soldaduras punteadas (no continuas),

- Cavidades y grietas.
- Superficies traslapadas.
- Materiales disimiles.
- Apoyos de construcción.

Por último aplicar el sistema de protección anti grafiti permanente.

Para este procedimiento, se recomiendan dos tipos de aplicación: (a) por brocha (no muy recomendable debido a que puede haber escurrimiento) y (b) por aspersión (este procedimiento es el más adecuado para áreas abiertas).

Desde la etapa de fabricación, las superficies metálicas adquieren sustancias contaminantes, las cuales debilitan la adherencia de los recubrimientos y reducen su vida útil, por lo que es necesario removerlas antes de aplicar los recubrimientos.

Evitar completamente que al limpiar el área de trabajo el metal quede pulido hasta espejo, ya que esto disminuirá la adherencia del material, lo cual disminuirá la vida útil del sistema anti grafiti.

Por ninguna razón dejar transcurrir más de 4 horas para comenzar la aplicación ya que el efecto de oxidación puede ser un problema.

En cuanto se trata de piezas pequeñas metálicas que necesiten ser recubiertas por un sistema antigrafiti la recomendación es utilizar un proceso electrostático, ya que con la ayuda de este procedimiento el acabado de las piezas da un toque plastificado pero a su vez resistente al rayado, uniforme y con propiedades antigrafiti.

#### 2.4.4 Cerámicas.

Cuando se habla de cerámicos se entiende que son acabados recocidos en paneles que recubren las instalaciones. Como se muestra en la figura 2.15



Figura 2.15 fachada cerámica, placas cerámicas para fachada  
(<https://www.porcelanosa.com/mx/sistemas-constructivos/fachadas-ceramicas/>)

Este tipo de materiales muestra un desafío a la hora de aplicar un recubrimiento anti grafiti ya que su última capa es una barniz que alisa la superficie para dar un acabado brillante el cual proporciona protección anti rayado. Por lo cual la empresa recomienda que al realizar una aplicación antigrafiti se remueva ligeramente la capa de barniz para producir un superficie de anclaje para el sistema de protección antigrafiti, pero no lo suficiente como para llegar al material en si.

Por ello las sugerencias de limpieza, anclaje y aplicación son:

- Lije la capa de esmalte lo suficiente para formar un área de anclaje pero sin quitar todo el esmalte.
- Con la ayuda de un cepillo de cerdas finas o medias retirar el remanente de polvo (por ningún motivo utilizar una fibra de algodón húmedo porque esto daña el material).
- Aplique el recubrimiento antigrafiti.

Para este tipo de acabados el material por elección es un material antigrafiti permanente debido a que la superficie no debe ser dañada al momento de limpiar y así mismo ayuda a colocar una capa que sustituya al barniz del cerámico.

El fabricante hace mención de que el área de anclaje es muy importante, debido a esto la preparación del sustrato resulta ser primordial. Ante un posible daño bastante costoso en el sustrato e irreversible, se recomienda que sea un experto quien realice este procedimiento.

El sistema antigrafiti que se debe de emplear es un permanente y debe colocarse por aspersión sin aire. Ya que con el catalizador en combinación con el aire puede acelerar la reacción y dañar los equipos utilizados.

#### 2.4.5 Piedra

El enfoque de este tipo de material es primordial para la preservación y restauración de monumentos, zonas arqueológicas y zonas con valor cultural, que se ven amenazadas por actos violentos que deterioran la imagen, la armonía y estructura de estos lugares.

Recientemente, en el año 2017, se realizó una investigación con fines de preservación de monumentos. El enfoque de este estudio (Influence of the Distribution of a Spray Paint on the Efficacy of Anti-Graffiti Coatings on a Highly Porous Natural Stone Material) fue ver la eficiencia de un sistema antigrafiti para ver su grado de penetración en el sustrato.

Como la mayor parte de los grafitis son hecho con aerosoles. El material de ataque fue este.

Los sistemas anti-graffiti fueron probados en "piedra de Lecce", una calcarenita altamente porosa ampliamente empleado como material de construcción para monumentos y edificios en el sureste de Italia. Debido a esto la porosidad vuelve a ser una parte crucial para la correcta selección de un material de protección antigrafiti.

Los métodos de limpieza fueron sencillos.

- Con una brocha se limpió el área
- Posteriormente, se aplicaron sistemas de protección antigrafiti de sacrificio y permanentes.

Lamentablemente las pruebas revelaron que ambos materiales ayudan a evitar el grafiti pero cuando comenzaron a realizar pruebas para observar a qué profundidad había pintura se percataron de que había remanentes de pintura dentro del sustrato.

El recubrimiento antigrafiti permanente después de la exposición a la cámara UV equivalente a 6 meses de exposición comenzó a hacerse chicloso y se empezó a despegar del sustrato. Se tornó de un color amarillento.

Casi lo mismo le ocurrió al producto de sacrificio, solo que este debido a la exposición a cámara UV, comenzó a deshidratarse y por ende comenzó a presentar cuarteaduras el material. Lo cual es señal de que hay defecto y zonas vulnerables para el sustrato<sup>9,10,11</sup>.

Se llegó a las conclusiones siguientes:

- Un sistema antigrafiti permanente no es la solución para zonas arqueológicas ni monumentos debido la incrustación que tiene en el material y al tipo de limpieza del grafiti ya que este tiene que ser empleado con ciertos disolventes que dañan al sustrato.
- Un sistema antigrafiti de sacrificio podría ser la opción, pero la remoción de este material también dañaría al sustrato ya que su forma de remoción es con chorro de agua a temperatura de 80°C o mayor, lo cual afectaría al sustrato de manera irremplazable.
- La penetración del sistema antigrafiti dependerá de cuanto se aplique y qué tan denso esté el material antigrafiti.

Dentro del estudio realizado se encontró que puede ser un buen método de protección si se cuida de una manera adecuada. Pero no viable debido a la penetración que tiene tanto el aerosol como el sistema de protección.

### Capítulo 3 Características de una pintura antigrafiti.

Se puede decir que un sistema antigrafiti proporciona ciertas cualidades que benefician al sustrato tanto alargando su vida útil como disminuyendo los gastos por ataques y dando un beneficio tanto en estética como en estructura.

Aun siendo que el mundo de las pinturas antigrafiti es muy limitado y la información es muy escasa, se puede encontrar algunos lineamientos que fabricantes e investigadores siguen en torno a la durabilidad, envejecimiento, aspecto visual, propiedades antirayado y transparencia vs rugosidad.

Pero para ello debemos retomar lo dicho con anterioridad.

Un recubrimiento antigrafiti se divide en 2 tipos

- Permanentes
- Sacrificio

Para que un sistema antigrafiti sea llamado permanente, debe cumplir la regla de que no se remueva en al menos 10 ciclos de limpieza.

Los ciclos de limpieza constan de un disolvente o disolventes en combinación que al ser frotados 8 veces (esto consta como 1 ciclo de limpieza) con una franela de algodón, el sistema antigrafiti no se remueve.

Para que un sistema antigrafiti sea llamado de sacrificio, se debe de remover en un ciclo de limpieza, este varía debido a que se remueven de 2 formas:

- Agua caliente a presión
- Agua caliente y cepillo

Un sistema de sacrificio se puede definir cuando se retira junto con el grafiti.



Figura 2.16 (<https://mx.toluna.com/opinions/2623352/Pintura-anti-graffiti>)

### 3.1 Durabilidad.

La durabilidad de un material es estimable debido al tipo de situación a la cual se le exponga. Gracias a esta consideración, se llegó a la conclusión de que para acelerar este procedimiento un recubrimiento debe ser expuesto en una cámara de luz ultravioleta, la cual proporciona avance en el tiempo como se muestra en la tabla 3.1

Tabla 3.1 Comparativo de tiempo de exposición en cámara UV y el tiempo real que asemeja en exposición.

Tiempo en cámara UV (h)	Tiempo real transcurrido (meses)	Tiempo real transcurrido (años)
500	6	0.5
1000	12	1
1500	18	1.5
2000	24	2
4800	57.6	4.8

Esto variará dependiendo de las condiciones a las cuales sea programada la cámara de acuerdo a un estándar de laboratorio (Norma ASTM D4587). Las muestras se expusieron alternativamente a ciclos repetidos de irradiación UVA (340 nm, energía de 0.89Wm<sup>-2</sup>) a 60 ° C durante 8 h, seguido de 4 h en modo de condensación (100 RH%) a 50 °C. Después de 150 horas de exposición, los graffiti marcados se limpiaron con un pañuelo de papel seco.

Se ha demostrado que no simulan la misma exposición a la intemperie que en una cámara de luz ultravioleta, debido a que no asemeja las circunstancias reales como son contaminación, humedad ambiental, estrés, pH y otros aspectos que afectan al recubrimiento.

En algunos estudios se realizó una comparación entre una cámara con una exposición que asemejaba al mismo periodo de tiempo y una exposición al ambiente, llegando a notar que las muestras expuestas a condiciones ambientales no se vieron deterioradas como en la cámara UV ya que en el tiempo equivalente a 500h en la cámara UV el recubrimiento expuesto presentó cambios de aspecto y tornó a un color amarillento, y conforme transcurrió el tiempo comenzaron a aparecer fracturas en el material. Caso contrario a la exposición al ambiente, cuando en aproximadamente 1 año de exposición apenas presentaba el color amarillento que la muestra presentó a las 500h.

Por ello, una cámara UV proporciona condiciones severas similares a la exposición ambiental pero con cierta reserva en tanto a los resultados.

### 3.2 Aspecto visual

Cuando se habla de algún recubrimiento el aspecto visual es bastante importante, deseando que tenga buen aspecto o que al menos no disminuya su calidad a la hora de ser visto. Por ello, cuando se habla de aspecto visual, se realizan las inspecciones de color por distintos métodos que permiten ver las variaciones de color.

Como se ha mencionado debido a que el mundo de los sistemas antigrafiti es muy limitado, optar por un procedimiento base es muy ambiguo pero mayormente se utilizó un parámetro en común que fue la ISO 1984 ISO 7724-3. Esta norma permite calcular los datos de L, a, b. Con a se representan los tonos de color que van de verde a rojo, la matriz b varía de amarillo a azul y L es el brillo que varía de negro a blanco. Gracias a esto la variación de color se puede calcular fácilmente en el espacio de color como la distancia entre los dos puntos que representan los colores considerados. La ecuación que se sigue es la siguiente. (Ec 1)

$$\Delta E = \sqrt{L^2 + a^2 + b^2}$$

Ec1. Ecuación para cálculo de variación de colorimetría.

Para la medición del color, un CRÓMETRO MINOLTA CHROMA METER puede emplearse. Se utilizó el analizador de color triestímulo 331C (ca. 1995, Konica Minolta, Japón). Las condiciones de medición fueron 45° de ángulo de iluminación y 0° de ángulo de visión de geometría. Para los resultados de color, se eligió el siguiente criterio (Quenard 2002):

Clase A:  $\Delta E_{ab} < 4$ , la diferencia de color no puede ser claramente percibida por el ojo humano;

Clase B:  $\Delta E_{ab} > 4$ , la diferencia de color puede ser percibida por el ojo humano.

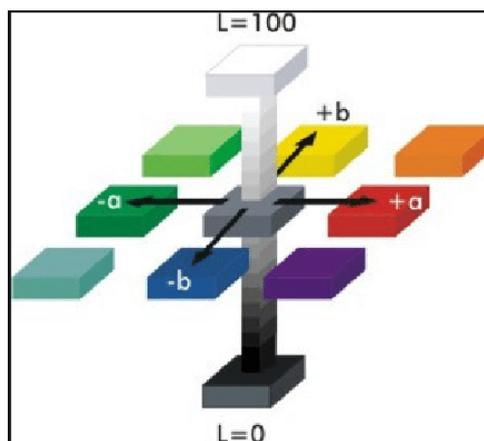


Figura 3.1 ([https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-Diagrama-de-cores-da-Comissao-Internacional-em-Iluminacao-Fonte\\_fig1\\_325943054](https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-1-Diagrama-de-cores-da-Comissao-Internacional-em-Iluminacao-Fonte_fig1_325943054))

### 3.3 Transparencia vs Rugosidad.

La transparencia es un tema crucial al momento de aplicar un sistema antigrafiti, pero la rugosidad ayuda al sistema antigrafiti a que sea impermeable e hidrofóbico. Una superficie muy rugosa ayuda al anclaje del recubrimiento.

Como tal, la compleja relación entre la rugosidad de la superficie y la superhidrofobicidad duradera se puede resumir de la siguiente manera:

- Las características de rugosidad a micro escala deben resistir el daño bajo desgaste inducido por abrasión;
- Las funciones de nano escala profundamente incrustadas (lejos de las protuberancias de micro escala expuestas) pueden garantizar mayor resistencia superhidrofóbica contra la abrasión por desgaste;
- Una textura jerárquica auto similar en toda la superficie no humectable, película o revestimiento a granel debe construirse para resistir la remoción de material debido a la abrasión por desgaste;
- Desde el punto de vista de la tribología, la energía o el estrés que disipan las nanopartículas cerámicas u orgánicas al incorporarse a los recubrimientos ayudan a modificar la elasticidad.

En pocas palabras, una película muy rugosa baja la transparencia del material, así como el grosor de la película también baja su transparencia. Pero una mayor rugosidad del material y de manera continua y uniforme permite que los agentes externos no se adhieran al recubrimiento.

Para entender esto muchos se remontan a las flores de loto ya que a micro escala la estructura de las hojas impide el paso de agua a través de ellas.

Por lo tanto encontrar este equilibrio es complicado ya que un material transparente disminuye sus propiedades anti rayado y anti grafiti, pero aumenta la estética visual ya que aporta un panorama más equilibrado.

Un recubrimiento rugoso aumenta las propiedades antigrafiti pero si se excede pierde estas propiedades. Aumenta las propiedades antirayado, pero al hablar de estética estas se pierden ya que opacan, lo cual produce que el sustrato no se aprecie adecuadamente<sup>4</sup>.

La revisión de la literatura reciente indica que la mayoría de los trabajos publicados no han presentado ningún resultado de rendimiento relacionado con la resistencia contra el desgaste inducido por la abrasión. También existen informes sobre superficies de nano textura transparentes infundidas con aceite fluorado que afirman excelente rendimiento en exteriores y fabricación universal independiente del sustrato, pero sin abrasión característica inducida por resistencia al desgaste. Sin embargo, las superficies dinámicamente oleofóbicas merecen mención aquí. Las superficies oleofóbicas dinámicas (en su mayoría transparentes) no presentan superficies texturizadas jerárquicamente, en general, pero gotas de hidrocarburos líquidos de baja tensión

superficial se adhieren en lugar de extenderse y aún puede deslizarse y despejar tales superficies. Además, algunos de estos revestimientos ecológicos se han enfocado en las cualidades de estabilidad térmica, dinámica oleofílica es decir que se cree una barrera anticontaminantes de carácter cierto carácter, termorrespuesta y estabilidad hidrolítica.

## Conclusiones

Gracias a la literatura encontrada acerca de este tema se puede decir que un sistema antigrafiti se divide en dos ramas, sacrificio y permanente. Estos sistemas antigrafiti pueden ser aplicados por medio de brocha, aspersion o pintado electromagnético, proporcionando distintas características a la hora de verse frente a un ataque (agente externo) que se le imponga, ya que además de proteger una estructura, puede dar un apoyo económico a la hora de su remoción. Debido a que en varias ciudades se gasta mucho dinero para su limpieza, pero al aplicar un recubrimiento anti grafiti podría disminuir estos costos.

El correcto uso y selección de este material dependerá de la porosidad del material, así como también del área a trabajar ya que, aunque un monumento histórico que podría llegar a ser salvaguardado por un recubrimiento antigrafiti, se pone en riesgo a la hora de realizar la limpieza de un grafiti.

La tecnología antigrafiti se puede aumentar al hablar de nano partículas las cuales convierten un material en hidrofóbico capaz de repeler líquido y algunos fluidos que no reaccionen con la superficie.

## Bibliografía

1. George T. Austin. 1989. Capítulo 24 Industria de los Recubrimientos. En Manual de los Procesos Químicos en la Industria (Tomo II, 499-522) Mexico City: Mc Graw Hill.
2. Sara Goidanich Lucia Toniolo Shadi Jafarzadeh inger Odnevall Wallinder. (2010). Effects of wax-based anti-graffiti on copper patina composition and dissolution during four years of out door urban exposure. *Journal of Cuyltural Heritage*, 11, 288-296.
3. Maurizio Masiere and Mariateresa Lettieri. (22 november 2016). Influence of the distribution of spray paint on the efficacy of Anti-Graffiti coating on a highly porous natural stone material. *MDPI Coatings*, 7, 1-14
4. Ilker S. Bayer. (18 january 2017). On the durability and wear Resistance of Transparent superhydrophobic Coatings. *MDPI Coatings*, 7-12, 1-24.
5. Guilhem Godeau, Frederic Guittard and Thierry darmanin. (4 december 2017). Surfaces Bearing Fluorinated nucleoperfluorolipids for potential anti-Graffiti surface properties. *MDPI Coatings*, 7-220, 1-12.
6. Stefano Rossi, Michele Fedel, Simone Petrolli and Flavio Deflorian. (6 may 2017). Characterization of the Anti Graffiti properties of powder organic coating applied in train field. *MDPI journal*, 7-67, 1-10.
7. S Rossi, M Fedel, S Petrolli and F Deflorian. (2016). Behaviour of different removers on permanent anti-graffiti organic coatings. *Journal of Building Engineering*, 5, 104-113.
8. Patricia Sanmartin and Francesca Cappitelli. (30 october 2017). Evaluation of Accelerated ageing tests for metllic and non-metallic graffiti paints applied to stone. *MDPI Coatings*, 7-180, 1-16.
9. Vara Gomes, Amélia Dionísio and J. Santiago Pozo-Antonio. (2017). Conservation strategies against graffiti vandalism on cultural heritage stones: Protective coating and cleaning methods. *Progress in organic coatings*, 113, 90-109.
10. Birgit Meng, Urs Mueller, Oihana Garcia and Katarina Malaga. (07 march 2014). Performance of a new Anti-graffiti Agent used for Immoveable cultural heritage objects. *International Journal of Architectural Heritage*, 8(6), 819-834.
11. Paula M. Carmona-Quiroga, Robert M. J. Jacobs and Heather A. Viles.. (22 december 2016). Weathering of two Anti-Graffiti Protective Coatings on Concrete Paving Slabs. *MDPI Coatings*, 7-1, 1-12.
12. A. Mohammad Rabea, M. Mohseni, S.M. Mirabedini, M. Hashemi Tabatabaei. (2012). Surface analysis and anti-graffiti behavior of a weathered polyurethane-based coating embedded with hydrophobic nano silica. *Applied Surface Science* , 258, 4391-4396.
13. S. Rossi, F. Deflorian and M. Fedel. (2019). Polysilazane-based Coatings: corrosion protection and anti-graffiti properties. *Surface Engineering*, 35-4, 342-350.

14. Robert C. Rosaler, P.E, James O. Rice Associates. 1989. Pinturas y revestimientos protectores. En Manual de Mantenimiento Industrial (V, 18-39 a 18-58) Mexico City: Mc Graw Hill.