EL CEMENTO PORTLAND EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

# PINTURAS PARA HORMIGÓN

- **Recomendaciones para su aplicación**
- **Pinturas de Cemento Portland**

## TRADUCCIÓN AUTORIZADA DE

**"Guide for Painting Concrete" y "Recommended Practice for the Application of Portland Cement Paint to Concrete Surfaces"(ACI Standard), Preparados por el Comité 616 del "American Concrete Institute"**

## PREFACIO

El Instituto del Cemento Portland Argentino, al publicar la traducción autorizada del informe *"Guide for Painting Concrete"* y de la Norma ACI *"Recomended Practice for the Application of Portland Cement Paint to Concrete Surfaces"*, ambos preparados pro el Comité 616 del "American Concrete Institute", lo hace con el objeto de poner a disposición de ingenieros, arquitectos, y técnicos en construcciones civiles, una valiosa información técnica en materia de pinturas para superficies de hormigón.

Esta información técnica, fruto de la experiencia recogida en muchos años de aplicaciones prácticas y estudios experimentales, resulta avalada por la indiscutible autoridad del "American Concrete Institute", prestigiosa entidad fundada en el año 1906 que, como lo expresa el acta de su fundación, tiene por objetivos organizar los esfuerzos de sus miembros en actividad de servicio público, sin fines de lucro, destinada a reunir, correlacionar y difundir información relativa a la mejora del proyecto, la construcción, la manufactura, el uso y la conservación de las estructuras de los productos de hormigón. En cumplimiento de esas nobles finalidades ha organizado numerosos comités técnicos, los que están integrados por representantes de las más calificadas asociaciones, sociedades, reparticiones públicas, etc., que desarrollan actividades afines, así como también por miembros personales. En la preparación de los trabajos que contiene este folleto han colaborado representantes de Instituciones tan desatacadas como el Bureau of Reclamation, el U.S. Army Corps of Engineers, el National Bureau of Standards y la Portland Cement Association.

El hormigón posee su expresión estética propia. Por su plasticidad inicial puede ser moldeado con facilidad en diferentes formas y texturas, lo que permite elaborar estructuras que no requieran la aplicación de pinturas o tratamientos similares. Sin embargo, cuando se ha omitido la coloración integral, y el color es exigido por razones arquitectónicas o decorativas, se hace necesario pintar los paramentos y superficies vistas. Pueden emplearse para ello las pinturas corrientes o bien pinturas de cemento, las que también sirven como impermeabilizantes. En este último aspecto son particularmente indicadas para las paredes de bloques de hormigón, cuyos paramentos lisos y uniformes pueden quedar con su superficie expuesta: pero que requieren este tratamiento cuando no se usa la clase de bloques especiales, coloreados o no, que pueden exponerse sin ningún tratamiento.

Cabe agregar que las pinturas de cemento son sumamente adecuadas también para aplicar sobre paredes de mampostería de mampuestos cerámicos, con o sin revoques, lográndose a la par que una impermeabilización integral y larga duración, notables efectos decorativos.

Los trabajos incluidos en el presente folleto contienen las indicaciones necesarias para lograr los mejores resultados en la aplicación de pinturas a superficies de hormigón, las que, cualquiera sea el tipo utilizado, deben ser

preparadas adecuadamente y observar ciertas normas que la investigación y la experiencia han señalado.

La "Guía para Pintar Hormigón, trata de aquellas pinturas que no sean a base de cemento En este estudio se analizan los distintos tipos y se refiere a los tratamientos para acondicionar las superficies que han de pintarse, especificando cómo deben prepararse las pinturas y loa métodos para aplicarlas.

En las " Recomendaciones Prácticas para la Aplicación de Pinturas de Cemento a Superficies de Hormigón", se dan en primer término normas para la preparación de la superficie, y luego recomendaciones sobre la forma de aplicación y cuidados posteriores, y en tres apéndices se estudian la composición de los distintos tipos de pinturas a base de cemento, las pinturas comerciales y finalmente las características y factores que afectan la duración de las mismas.

# GUIA PARA PINTAR HORMIGÓN

## RESUMEN:

El presente informe describe los tipos de pintura, que no sean a base de cemento, que generalmente se aplican al hormigón. Analiza los procedimientos de preparación de superficies, de elección y aplicación de la pintura y de repintado. Discute en forma sucinta su impermeabilidad al agua y si son a prueba de condensación.

## INTRODUCCIÓN

El presente informe considera en primer término el pintado del hormigón de cemento, en edificios, con fines decorativos.

La información puede aplicarse, en general, tanto a hormigón como a otras estructuras de condiciones similares. El hormigón puede ser moldeado in situ o prefabricado, incluyendo morteros de cemento, alisados de cemento, estucados. Se incluye también el uso de películas transparentes que repelen el agua.

Se discute brevemente la resistencia a la impermeabilidad, al referirse a recubrimientos bituminosos aplicados a paramentos exteriores de muros de sótano.

Escapan a los alcances del presente informe la aplicación, desde un punto de vista industrial, de películas protectoras del hormigón contra ataques químicos.

Existen en el comercio centenares de pinturas para aplicar sobre hormigón. Siendo obvia la imposibilidad de considerar todas y cada una de ellas en el presente informe, la discusión se efectúa sobre la base de tipos generales.

Para pinturas de buena calidad, pertenecientes a un mismo tipo general, no existirán diferencias fundamentales de comportamiento, resultantes de pequeñas variaciones en su composición. Es de incumbencia del usuario seleccionar una pintura de buena calidad y de tipo adecuado a condiciones preestablecidas y luego aplicarla de tal modo que se obtengan los mejores resultados.

El presente informe tiene por objeto servir de guía para dichos objetivos.

Las prácticas recomendadas para la aplicación de pinturas a base de cemento al hormigón, se tratan separadamente en el informe ACI 616-49. En consecuencia, no se incluyen en el presente informe.

## TIPOS DE PINTURA Y USO ADECUADO

A menudo se piensa que las superficies de hormigón requieren pinturas especiales para obtener resultados satisfactorios. Actualmente es posible aplicar eficientemente la mayoría de las pinturas sobre hormigón si se cuida de acondicionarlo y preparar su superficie en forma adecuada.

### TABLA I: USOS CORRIENTES DE PINTURA SOBRE HORMIGÓN

| TIPO GENERAL DE PINTURA | Paredes Exteriores | | | | Paredes Interiores Tabiques | Pisos | | Superficies expuestas al agua |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Elevadas | | Subterráneas | | | Contra el terreno | Sin contacto con el Terreno | |
| | Sup Ext | Sup Int. | Sup Int. | Sup. contra Tierra | | | | |
| Al aceite..... | X | | | | | | | |
| Barnices..... | | X | | | X | | X | |
| Lacas..... | X | | | | | X | | X |
| Al agua..... | X | X | X | | X | | | |
| Transparentes..... | X | | | | | | | |
| Bituminosas..... | | | | X | | | | X |

A los efectos del presente informe, las pinturas se han clasificado en seis tipos generales: al aceite, barnices, lacas, al agua, transparentes y bituminosas.

Como podrá observarse, existen diferencias dentro de los tipos generales. Además, existen superposiciones entre ciertos tipos. En la Tabla I se indican los usos corrientes de los tipos generales de pinturas. Los párrafos siguientes sirven de ayuda en la selección de determinados tipos de pintura para casos particulares.

La mayoría de las pinturas comerciales para hormigón no requieren la aplicación de pinturas de imprimación especiales. Esto es válido, en particular para las lacas y las pinturas al agua.

Algunos fabricantes suministran por separado pinturas de imprimación de gran resistencia a los álcalis, para usar con pinturas al aceite. Tales películas de imprimación adquieren importancia cuando el hormigón debe pintarse antes de estar completamente estacionado (ver el capítulo sobre acondicionado del hormigón). También se proveen imprimaciones especiales o películas bases para ser empleadas con barnices. Generalmente, la etiqueta del envase

contiene instrucciones relativas a la necesidad de emplear una mano de imprimación especial o de modificar la pintura diluyéndola o agregándole productos especiales para su aplicación como mano primaria.

**Pinturas al aceite.**

Las pinturas al aceite están constituidas fundamentalmente por un aceite secante, habitualmente aceite de linaza y pigmentos. Tales son las pinturas comerciales caseras, usadas generalmente sobre maderas expuestas a la intemperie. Algunas veces y con el objeto de reforzar la pintura, se le agrega una pequeña proporción de resina, aceite tratado especialmente o un barniz. Las pinturas para estuques o revoques, que se venden especialmente para superficies exteriores de hormigón, son pinturas al aceite que habitualmente contienen un componente de refuerzo para incrementar su resistencia a los álcalis del hormigón.

Las pinturas al aceite son aptas para aplicar a paredes de hormigón sujetas a acciones climáticas. En un principio son brillantes, pero están preparadas en forma tal que gradualmente se transforman en mate y con ello mantienen la superficie relativamente limpia y en buenas condiciones para un repintado, cuando ello sea necesario. Las pinturas al aceite coloreadas se preparan de modo que no resulten tan mates, con el objeto de conservar mejor el color original.

Las pinturas simples al aceite se comportan mejor cuando el hormigón es de cierta edad y se encuentra seco.

Las variedades reforzadas son preferibles si el hormigón está sujeto a la humedad.

Ninguna de ellas conducirá a buenos resultados si se encuentran expuestas al agua por períodos prolongados o si la humedad tiene acceso a la pintura desde el interior del hormigón.

Ambas, sin embargo, constituyen una barrera efectiva contra la penetración de la lluvia. Las pinturas al aceite  no son lo suficiente resistentes a la abrasión como para ser utilizadas en pisos. Pueden emplearse en paredes interiores secas, pero generalmente se prefieren pinturas de secado más rápido y firme y más fáciles de extender.

**Barnices**

Estas pinturas están constituidas principalmente por barniz, que es una mezcla de aceite secante y resina diluida con un solvente orgánico, tratada al calor, y pigmentos. Incluyen, por poseer propiedades similares, pinturas preparadas con aceites secantes tratados especialmente y un solvente en reemplazo del barniz.

Estas pinturas son especialmente aptas para paredes interiores secas. Forman una película más lisa y secan más rápidamente que las pinturas al aceite para exteriores y comercialmente se obtienen con texturas comprendidas entre mate y semimate y brillante. Las pinturas mate se emplean generalmente en oficinas y también en ambientes habitables o de trabajo. Las semimate y brillantes, denominadas también esmaltes, se utilizan en aquellos lugares que puedan requerir un lavado frecuente.

Los barnices se preparan también como esmalte para pisos y son apropiados para pisos secos de hormigón. Si los pisos deben ser humedecidos frecuentemente o si puede acumularse humedad en el seno del hormigón, como ser por contacto con una subrasante húmeda, son preferibles las lacas.

Los barnices, convenientemente preparados, se han empleado con éxito en superficies exteriores. Sin embargo, para este objeto se emplean generalmente pinturas al aceite.

**Lacas**

Las lacas consisten principalmente en una resina sintética disuelta en un solvente orgánico excepto trementina o aguarrás mineral, y pigmentos.

Algunas pueden ser modificadas por el agregado de un aceite secante; frecuentemente se unas agentes plastificantes especiales. Estas pinturas secan y endurecen rápida y completamente, o lo esencial, por evaporación del solvente. Esta forma de secado es característica de las lacas. Aunque generalmente se considera que las lacas son productos a base de nitrocelulosa o acetato de celulosa, los productos de base resinosa que se describen, son también lacas.

Las lacas de los tipos que se han fabricado para aplicar sobre hormigón, tienen una elevada resistencia a los componentes alcalinos de este último. Como consecuencia, y en contraposición a las pinturas al aceite y la mayor parte de los barnices, es posible usarlas sobre hormigones que puedan estar sujetos a la humedad.

Por lo tanto, las pinturas preparadas con caucho clorinado o con resinas de estireno – butadieno, con elevado contenido de estireno, son aptas para ser aplicadas sobre pisos que apoyen en el terreno. Las pinturas a base de resinas vinílicas se usan principalmente en paredes.

Todas ellas pueden emplearse eficientemente donde el hormigón pueda humedecerse, como ser: casillas para ducha, lavaderos, baños o cuando esté expuesto a la intemperie.

Las pinturas a base de resina epoxi son relativamente nuevas, pero parecen muy apropiadas para pintar hormigón.

Las lacas que únicamente contienen epoxi requieren el agregado de un catalizador inmediatamente antes de su aplicación, con el fin de obtener un endurecimiento adecuado de la película. Las pinturas "modificadas" de epoxi, es decir, que contienen algún aceite secante, no requieren catalizador y secan más lentamente que las que sólo contienen lacas.

Las pinturas de resina epoxi son resistentes a los álcalis y se dice que poseen excelente durabilidad, expuestas tanto en interiores como al exterior. Ambos tipos se venden en el comercio para usar en pisos de hormigón. En especial, las pinturas de epoxi sin modificar poseen excelente resistencia a la abrasión.

Las lacas, en general, contienen disolventes más fuertes y no son ni tan agradables ni es tan fácil trabajar con ellas como con las pinturas al aceite o los barnices. En consecuencia, no es habitual utilizarlas cuando resultan suficientes las pinturas al aceite o barnices.

**Pinturas al agua**

Las pinturas al agua se caracterizan porque para disolverlas se emplea agua en lugar de disolventes. Por lo demás, la mayor parte de las pinturas al agua son similares a los otros tipos de pinturas, conteniendo resinas o aceites, o ambos, en calidad de aglomerantes, y pigmentos.

Una ventaja directa de la pintura al agua es la ausencia de vapores procedentes de los disolventes, lo que es de valor especial cuando se trabaja en recintos cerrados. Otra ventaja es que el equipo utilizado para su aplicación se limpia fácilmente con agua. En ciertas circunstancias, constituye una desventaja el posible daño de la pintura en el envase por efecto de las heladas.

Hasta hace relativamente poco tiempo, estas pinturas, como carecían en particular de resistencia al restregado, eran considerablemente menos durables, que las pinturas cuyos vehículos son disolventes. Hoy día, sin embargo, existen algunas pinturas al agua durables, aplicables al hormigón bajo ciertas condiciones de exposición.

Una de las pinturas al agua más antiguas es la Calcimine. Carece de la durabilidad que poseen la mayoría de las otras pinturas, y su uso se sugiere únicamente sobre paredes secas, a las que se desea aplicar una pintura económica o provisoria.

Las pinturas al agua sobre la base de caseína u otras proteínas, o bien de base oleorresinosa, son aptas para hormigones interiores secos, habiéndose empleado con éxito sobre hormigones al exterior algunas fórmulas conteniendo resinas alquídicas y aceite secante.

Estos tipos primitivos fueron reemplazados en gran medida por las hoy populares pinturas al látex, a menudo denominadas con base de caucho **([1])**. La primera de las pinturas al látex, y aún la más común, se preparó con látex de estireno – butadieno, similar, pero no idéntico al caucho sintético GR–S. Más recientemente, se han comercializado pinturas sobre la base de acetato de polivinilo, acrílicos y otros látex resinosos.

Las pinturas de látex son especialmente aptas para la decoración de paredes interiores de hormigón, y muy probablemente sean las mejores para pintar las superficies interiores de los muros de sótano, debajo del nivel de la calle, debido a que pueden prepararse en forma que resulten resistentes a los álcalis y que permitan cierta exudación, reduciendo a un mínimo la presión hidrostática que pueda originarse detrás de la película([2])

El uso de pinturas de látex en hormigón exterior se ha desarrollado más lentamente que en interiores.

Sin embargo, hoy día la mejor evidencia indica que las pinturas de látex adecuadamente proporcionadas, deben tener buena durabilidad al exterior. El usuario debe asegurarse que la pintura haya sido preparada expresamente para interiores.

Las pinturas de látex, una vez secas completamente, pueden lavarse perfectamente. No deben aplicarse a pisos, debido a la insuficiente resistencia a la abrasión.

**Películas transparentes**

Se incluyen las películas transparentes, si bien no son pinturas en el sentido corriente del término, por cuanto algunas veces se las emplea en paredes exteriores de hormigón como impermeabilizante, en aquellos casos en que no se desee un cambio de apariencia. Con este objeto se suelen usar ceras, resinas y jabones (estearatos), y los aceites secantes, a menudo aceite de tung, disueltos en un disolvente de petróleo. También es posible obtener variedades en que se usa agua como disolvente.

Ultimamente se han agregado resinas de silicones, o bien estos últimos solos, con el objeto de aumentar el poder de repulsión al agua de tales productos.

---

([1]) Las pinturas al agua con base de caucho, denominadas más correctamente pinturas de látex, no deben confundirse con las lacas con disolvente, que algunas veces se suelen denominar pinturas con base de caucho.

([2]) Es objetable el empleo de cualquier pintura que permita el desarrollo de una presión hidráulica considerable, detrás de la película. Aún cuando sea químicamente resistente a aguas alcalinas, la pintura se ampollará y consecuentemente se descascarará. Ver también ACI 616-49. " Rec., Prac., etc., etc. "

Las películas transparentes en general son efectivas para reducir a un mínimo la penetración de humedad al hormigón, como ser la proveniente de la lluvia. No se recomiendan para los casos en que puedan desarrollarse presiones hidrostáticas considerables, como ser en muros de hormigón subterráneos, tanto en el paramento exterior como en el interior. No resultan tampoco tan durables como la mayoría de las pinturas, debido a la falta de pigmentos que tienden a protegerlas contra la acción destructiva de la luz.

Las películas transparentes se emplean también para prevenir la pulverización en los pisos. Pare este objeto se emplean corrientemente compuestos inorgánicos, tales como silicatos y fluorsilicatos disueltos en agua.

**Películas bituminosas**

Se incluyen las películas bituminosas debido a su extenso uso para la impermeabilización del hormigón, como en el caso de muros de sótano, donde la apariencia no constituye un factor determinante. Se trata de productos asfálticos de alquitrán de hulla, que se suministran al estado sólido, debiendo ser fundidos para su aplicación en caliente, o bien líquidos, es decir, diluidos en un disolvente o con agua, para aplicarlos a temperatura ambiente.

Los productos líquidos, aplicados en películas relativamente delgadas, son satisfactorios para impedir la humedad, pero es preferible la aplicación en caliente y en particular de mayor espesor cuando se desee impermeabilizar, es decir, cuando actúe sobre la película una presión hidrostática considerable. Alternando sobre la superficie del hormigón capas de material bituminoso caliente con fieltros o techados armados, se obtiene una impermeabilización mayor. Los revestimientos de tipo membrana tienen ventajas definidas cuando puedan producirse fisuras en el hormigón, dado que son más aptas para mantener la continuidad sobre las grietas que un recubrimiento relativamente delgado y sin refuerzo.

En el presente análisis sólo se ha considerado la aplicación de materiales impermeabilizantes a superficies de hormigón en contacto con agua o suelos. No pueden esperarse resultados duraderos si el recubrimiento se aplica en forma que la presión hidrostática pueda desarrollarse por detrás de la misma, como ocurre en los paramentos interiores de los muros de sótano.

## SELECCIÓN DE LA PINTURA

Luego de establecer el tipo de pintura que empleará, el usuario debe aún seleccionar un producto determinado. Algunas grandes organizaciones, incluidas las dependencias oficiales, adquieren la pintura por licitación, con especificaciones de control.

Este procedimiento es efectivo siempre que las especificaciones sean adecuadas y el comprador pueda estar seguro que la pintura responda a las mismas.

Cuando no se utilicen especificaciones, el usuario deberá tratar de encontrar un producto de manera comercial que haya respondido satisfactoriamente para condiciones semejantes.

Debe asegurarse especialmente que la información que obtenga sea imparcial y precisa.

Puede confiarse para la información, en los corredores experimentados de fabricantes de pinturas acreditadas en plaza o en el país, pues tienen mucho interés en un buen comportamiento de su producto.

Los otros no poseen suficientes conocimientos como para informar correctamente o prefieren correr el riesgo de un mal resultado, por el interés inmediato de obtener el pedido.

Entre los fabricantes serios es costumbre informar en el rótulo del envase sobre el uso adecuado y la composición general del producto.

Los datos de la composición contenidos en el rótulo indican el tipo general, pero no el detalle, de la resina u otros aglomerantes utilizados. Algunas veces, el vendedor puede completar la información u obtenerla de la casa matriz. De todos modos, la etiqueta suministra casi siempre una orientación de valor para la elección de un producto adecuado.

El costo de la pintura es secundario en lo relativo a la seguridad de obtener un producto de tipo adecuado y de buena calidad. Representa solamente del 15 al 25% del costo total del trabajo de pintura, y unos pesos de economía por litro de pintura significan un ahorro equivocado si se presentan fallas prematuras por mala calidad de los materiales.

Por otra parte, un elevado costo de la pintura no asegura necesariamente la calidad. En general, las pinturas de un mismo tipo vendidas por fabricantes acreditados, tienen precios razonablemente similares.

## PREPARACIÓN DEL HORMIGÓN PARA PINTAR

Salvo contadas excepciones, la pintura, incluidas las películas trasparentes, se comportará mejor si al momento de ser pintado, el hormigón se encuentra estacionado y seco. Cuando es nuevo, el hormigón se encuentra húmedo en su interior, aunque aparezca seca su superficie, y esta humedad encerrada puede posteriormente ampollar y descarnar la película de pintura.

Por otra parte, el hormigón nuevo posee un elevado grado de alcalinidad, lo que es particularmente nocivo para pinturas que contienen aceites secantes, debido a que son muy susceptibles de saponificar. Aunque las lacas y pinturas

de látex son en general resistentes a los álcalis, la humedad puede ampollarlas.

Los tratamientos superficiales con ácidos o sales ácidas, tales como sulfato de cinc, con el objeto de reducir la alcalinidad del hormigón nuevo, han sido experimentados con resultados diversos.

Estos tratamientos neutralizan la superficie; a lo sumo temporalmente, no afectan la reserva alcalina existente en el interior del hormigón y cualquier progresión posterior de la humedad interna hará que los álcalis entren en contacto con la película de pintura. En laboratorio se han obtenido buenos resultados con un tratamiento neutralizante consistente en 3% de ácido fosfórico y 2% de cloruro de cinc, recomendándoselo cuando el hormigón deba pintarse siendo aún nuevo. La solución se cepilla o pulveriza sobre la superficie y se deja secar 24 h, pasando el cepillo antes de pintar para eliminar los residuos formados en la reacción.

Se considera que el estacionamiento es más efectivo que los tratamientos superficiales, como medio de acondicionar la superficie para recibir la pintura.

Con el transcurso del tiempo la alcalinidad superficial del hormigón se reduce por carbonatación. Además, decrece la humedad libre excepto naturalmente cuando el hormigón está expuesto al agua. Como norma, se recomienda que el hormigón tenga por lo menos 6 meses antes de aplicarle pinturas que contengan aceites secantes, y por lo menos 2 meses cuando se trata de pinturas resistentes a los álcalis.

Generalmente no es necesario ni estacionar al hormigón ni tratarlo cuando se apliquen películas bituminosas a superficies de hormigón contra las que luego se efectúe un relleno.

Dichas películas son resistentes a los álcalis y dado que tanto el agua como el relleno ejercerán presión contra la superficie recubierta, existe muy poco peligro de ampollarlo. Esto puede ocurrir, sin embargo, si la película se aplica mientras el hormigón aún se encuentra húmedo y si luego la superficie tratada se expone a la luz directa del sol. Si esta exposición es inevitable, la aplicación de una lechada de cal reduce a un mínimo el ampollado, hasta tanto se ejecute el relleno o se proteja la superficie pintada de otra manera.

En cualquier caso, para obtener una buena adherencia de las películas bituminosas aplicadas en caliente o diluidas con disolvente, es necesario que la superficie del hormigón se encuentre seca; siendo admisible una superficie húmeda sólo cuando se trate de una pintura diluida en agua.

## PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

No puede esperarse una buena adherencia de la pintura con el hormigón, si existen en la superficie sustancias que interfieran. Por ello, cualquier suciedad – polvo, grasa, aceite o eflorescencia – debe removerse antes de pintar. La suciedad y el polvo pueden quitarse por medio de un chorro de aire, cepillando, rociando o rasqueteando, según sea el carácter y grado de suciedad. Para superficies extremadamente sucias puede resultar conveniente la limpieza por enarenado. La grasa y el aceite pueden limpiarse con solvente o soluciones alcalinas, fuertes, como ser lejías. Las eflorescencias pueden eliminarse lavando con ácido clorhídrico diluido (1:4) o mediante chorro de arena. Los tratamientos con ácidos o lejías deben ser seguidos por un enjuague total de la superficie.

Las eflorescencias son el resultado de la acumulación de sales por el agua que fluye del interior del hormigón y evapora en la superficie. Si el agua continúa penetrando en el hormigón, probablemente se formarán nuevas eflorescencias, rompiendo la película de pintura. Por ello, al quitar las eflorescencias debe considerarse esta posibilidad, eliminando la causa de la humedad, de ser posible.

Las superficies extremadamente densas y glaseadas deben erosionarse levemente mediante un ligero enarenado, restregándolas con abrasivo o atacándolas con un ácido.

Es común el ataque de los pisos terminados a llana metálica, con una solución de ácido clorhídrico 1:4, seguido de un enjuague. Cuando del hormigón es nuevo, es preferible un tratamiento previo con la solución de ácido fosfórico y cloruro de cinc..

En algunos casos, cuando se trata de bloques de hormigón u otras superficies rugosas, se prefiere alisar la superficie o rellenar las pequeñas oquedades y fisuras del hormigón antes de pintarlo. Para tal objeto, se recomienda efectuar un sellado con una lechada de cemento y arena fina, en proporción 1:1. Primeramente deberá humedecerse la superficie, aplicando la lechada mediante un cepillo de cerdas duras. Para obturar grietas y agujeros mayores, debe usarse mortero de cemento y arena de proporciones 1:2 ó 1:3.

Deben eliminarse las partes sueltas o defectuosas del hormigón y la suciedad, humedeciendo la zona antes de aplicar el mortero. Ese deberá ser plástico, pero no más fluido de lo necesario, y compactarse firmemente. Una vez endurecida la lechada o mortero, deberá curarse durante 2 d ó 3 d regando frecuentemente con agua o cubriendo con una arpillera mojada. A igual que para el hormigón nuevo, deberá posponerse la aplicación de la pintura, hasta que el remiendo haya secado, salvo para tratamientos bituminosos.

Cuando no pueda demorarse la aplicación de la pintura, se recomienda efectuar un tratamiento con solución de ácido fosfórico y cloruro de cinc.

## PREPARACIÓN DE LA PINTURA

Inmediatamente antes de su aplicación, las pinturas deben mezclarse y agitarse a fondo, con el objeto de proveer una distribución uniforme del pigmento en el vehículo. El mezclado a mano debe realizarse mediante una espátula ancha. Es posible obtener en el comercio agitadores y mezcladores mecánicos, los que reducen considerablemente el trabajo y acortan el tiempo necesario para un mezclado completo.

La mayoría de los envases de pintura están llenos casi hasta arriba y es difícil mezclar la pintura sin salpicar. Por esta razón conviene verter parte de la pintura en un recipiente aparte, limpio, remover enérgicamente el resto mezclando luego ambas partes y agitar suavemente. Algunos pintores prefieren terminar el mezclado, transvasando la pintura entre los dos recipientes. Usando un agitador la pintura se mezcla completamente en su envase original.

Las películas transparentes y las bituminosas líquidas, aunque no contienen pigmentos, deben removerse y agitarse para homogeneizarlas.

Toda dilución de la pintura debe realizarse únicamente siguiendo las instrucciones del fabricante y empleando el disolvente recomendado. Generalmente, las instrucciones para ello figuran en la etiqueta del envase. La dilución indiscriminada constituye un riesgo permanente para el éxito de la pintura. Entre los errores que comúnmente se cometen al diluir pinturas, se incluye el uso de trementina y aguarrás mineral con pinturas a base de lacas y disolventes orgánicos de cualquier tipo con pinturas al agua. Las lacas generalmente requieren diluyentes especiales y las pinturas al agua, solamente deben diluirse con ésta.

El coloreado también debe efectuarse con discreción. Los colores al óleo usuales se preparan para ser empleados con pinturas al aceite y barnices, y pueden no ser adecuados para las lacas. Las pinturas al agua requieren generalmente pastas colorantes especiales. Algunos fabricantes proveen pastas colorantes universales que pueden usarse con dos o más tipos de pintura. Deben seguirse las instrucciones del fabricante en lo que se refiere al coloreado.

Algunas pinturas exigen una preparación especial. Las pinturas en base a resinas epoxi catalizadas, por ejemplo, requieren la adición del catalizador inmediatamente antes de ser usadas, teniendo después de ello una limitada duración en tarro. Las pinturas de aluminio deben proveerse con el pigmento y el vehículo en envases separados, debiendo mezclarse inmediatamente antes de su empleo. Para la aplicación de materiales bituminosos sólidos, es natura que deban fundirse y calentarse previamente. Los fabricantes suministran información completa para tales preparaciones.

## APLICACIÓN DE LA PINTURA

La aplicación de pintura, a igual que la mayor parte de los trabajos de construcción, se efectúa mejor bajo condiciones climáticas favorables. Con el frío, la pintura aumenta su viscosidad, resulta más difícil de aplicar y no moja tan bien la superficie como cuando hace calor. Aún cuando se caliente la pintura, si el hormigón está frío, se obtendrá un trabajo de pintura pobre. Es mejor pintar cuando la temperatura del aire y la del hormigón sea superior a + 10 ºC. Algunos consideran que la temperatura mínima para obtener un trabajo satisfactorio es de 7,5 ºC.

La importancia de que el hormigón esté seco al ser pintado, se analiza en la sección relativa al acondicionamiento del hormigón. De acuerdo con lo expresado allí, debe evitarse el pintar cuando la lluvia pueda golpear la superficie o cuando exista sobre ésta condensación de humedad. La excepción la constituyen las pinturas al agua, las que pueden aplicarse sin inconveniente a superficies húmedas, pero no mojadas.

### Forma de aplicación

La forma en que se aplique la pintura usualmente no es de importancia, siempre que el trabajo esté bien ejecutado. La aplicación a pincel, con rodillo o por aspersión es satisfactoria. Sin embargo, si el fabricante recomienda un procedimiento determinado, conviene seguirlo. Algunas lacas, por ejemplo las vinílicas, secan muy rápidamente y en consecuencia se adaptan mejor a la aplicación por aspersión que con pincel.

Si se aplican a pincel, salvo la primera mano, su enérgica acción disolvente destruye la mano anterior. Algunos prefieren aplicar la primera mano a pincel, sin considerar la forma en que se aplicarán las manos sucesivas. Suponen que las pinceladas adaptan mejor la pintura a las irregularidades de la superficie, y que el polvo que pueda existir en ella tendrá menor posibilidad de interferir en la adherencia de la pintura. Sin duda alguna, este procedimiento es altamente satisfactorio, pero la aplicación por aspersión de todas las manos puede también tener éxito.

La aplicación por rodillo alcanzó preeminencia con el desarrollo de las pinturas de látex, y actualmente es de uso común con éste y otros tipos de pintura, especialmente cuando se aplican a paredes interiores.

Para que la película de pintura tenga buena apariencia y sea durable, es importante contar con buena mano de obra. Cualquiera sea el procedimiento empleado, la pintura debe aplicarse como una película húmeda continua, pero, naturalmente, no tan espesa que se corra o deforme. Debe cuidarse que la pintura penetre las depresiones superficiales; que la cobertura sea uniforme; y que en los solapes exista una buena unión de la película. Al pulverizar, la presión de aire debe ser la suficiente como para obtener una atomización

perfecta de la pintura. Un exceso de presión conduce a pérdidas innecesarias de pintura y puede producir inconvenientes en la película.

**Número de manos y espesor**

El número de manos y espesor de la película completa constituyen aspectos importantes. Es poco probable que una única mano, cualquiera sea el tipo de pintura, provea el aspecto y la durabilidad deseadas.

Para buena durabilidad en exteriores, la película completa y seca, deberá tener un espesor de aproximadamente 1,3 mm, como mínimo. Utilizando pintura al aceite, este espesor se obtiene aplicando dos manos, cubriendo en cada una 12 $m^2$ por litro de pintura, si la superficie es relativamente lisa.

Algunos prefieren aplicar tres manos, en cuyo caso en cada una de ellas la pintura se extenderá más. Si la superficie es rugosa, la pintura se aplicará con un rendimiento menor, de 6 $m^2$ por litro, con el fin de alcanzar el espesor deseado. Las lacas generalmente contienen una proporción menos de productos sólidos no volátiles que las pinturas al aceite, requiriendo tres o cuatro manos a 12 $m^2$ por litro cada una para que la película seca alcance el espesor deseado.

Para decoración de interiores, el espesor de la película de pintura es de menor importancia. Generalmente se necesitan dos manos para obtener buena apariencia ya se trata de una laca, barniz o pintura al agua.

Si la superficie pintada puede ser objeto de repetidos lavados, es preferible aplicar tres manos. A los pisos de hormigón generalmente se les aplican dos manos, extendidas a razón de 15 $m^2$ por litro de pintura cada una.

Cuando se deba aplicar más de una mano de una misma pintura, conviene variar ligeramente la tonalidad de las capas sucesivas, para distinguir rápidamente una de otra.

Esto puede efectuarse mediante colorantes o agregando una ligera cantidad de una pintura de la misma clase y de distinto color.

**Tiempo de secado**

El tiempo de secado, a transcurrir antes de aplicar una mano adicional de pintura, varía entre límites amplios, dependiendo del tipo de pintura y de las condiciones atmosféricas. Las pinturas simples al aceite son las de secado más lento, requiriendo por lo menos 24 h, preferiblemente 48 h, aún en tiempo cálido. Las pinturas al aceite reforzadas y los barnices secan más rápidamente; para ellas basta generalmente con una noche de secado. Las lacas y pinturas al agua son de secado rápido, requiriendo de unos 30 min a pocas horas para estar listas para la aplicación de una nueva mano. En ambientes fríos y húmedos debe aumentarse el tiempo de secado. El fabricante de pinturas debe

aconsejar acerca del tiempo de secado conveniente para su producto particular.

**Películas transparentes**

Las películas transparentes se aplican comúnmente a pincel o por aspersión, en una o dos manos. Estos productos son de una consistencia bastante fluida, y la primera mano penetra generalmente bastante en la mayor parte de las superficies de hormigón.

Desde el punto de vista de la conservación de su efectividad como impermeabilizantes, ello es conveniente, por cuanto las películas superficiales se deterioran más rápidamente. La segunda mano puede convenir para compensar una excesiva penetración de la primera o para crear una película superficial de aspecto más brillante. Según sea la viscosidad del material y la porosidad y rugosidad del hormigón, la cobertura de la primera mano puede variar entre 2,5 $m^2$ y 12 $m^2$ por litro de pintura. La segunda mano debe cubrir entre 9 $m^2$ y 19 $m^2$ por litro. Como se ha expresado antes, el tiempo de secado entre dos manos consecutivas, depende de la composición básica de la pintura.

**Películas bituminosas**

Las películas bituminosas se aplican en espesores mayores que las pinturas decorativas. Los productos diluidos se aplican a pincel o por aspersión en una o más manos, según el grado de impermeabilidad deseado. Usualmente conviene aplicar dos manos, por la sola razón de que la segunda tiende a anular las imperfecciones de la primera. Si el material es demasiado viscoso, debe ser diluido para la aplicación de la primera mano, para lograr una penetración más efectiva, y una mejor adherencia. Cada mano debe aplicarse lo más espesa posible, sin llegar a producir excesivas chorreaduras. Puede preverse un poder cubriente comprendido entre 2,5 $m^2$ y 4,5 $m^2$ y 7,5 $m^2$ por litro y por mano.

Los materiales bituminosos que requieren ser fundidos para su aplicación, pueden utilizarse en capas espesas de aproximadamente 1,5 mm de espesor. Para muros de fundación resulta a menudo adecuada una única mano. Sin embargo, si la impermeabilización puede estar expuesta a condiciones severas, es preferible construir una membrana impermeabilizante, constituida por capas de material en caliente, alternadas con fieltros. Estos últimos deben solaparse y pegarse al material caliente. Algunas veces suele aplicarse una mano de imprimación, constituida por material bituminoso líquido, diluido sea en agua o en un solvente, con el objeto de mejorar la adherencia del material aplicado en caliente; si el hormigón está limpio y seco, puede aplicarse directamente el material caliente.

La aplicación de la película caliente se efectúa con brocha, estropajo o bien, por aspersión.

## REPINTADO

Cuando se desee volver a pintar, empleando el mismo tipo de pintura existente en la superficie, y ésta se encuentre en buenas condiciones, el procedimiento a emplear consiste simplemente en limpiar y aplicar una mano simple de pintura.

Los métodos de limpieza descriptos en la sección relativa a la preparación de la superficie del hormigón nuevo, son aplicables en general.

Cuando la acumulación de suciedad es excesiva y tan tenaz que resista un cepillado o rasqueteado ordinario, puede resultar necesario un lavado con detergentes antes de aplicar la pintura.

Si la capa de pintura antigua ha sido removida sólo en parte, y la remanente se encuentra en buenas condiciones, las partes desnudas deben pintarse primero, aplicando luego una mano sobre la superficie total. Puede ser necesario aplicar una mano suplementaria para mejorar la apariencia, especialmente si se trata de un pronunciado cambio de color.

Cuando la pintura antigua se encuentra en malas condiciones por estar ampollada, descascarada o reventada por efecto de eflorescencias, debe previamente analizarse la causa de los desperfectos. Puede el hormigón haber sido pintado mientras era aún demasiado nuevo, o bien puede existir una fuente de humedad. En este último caso, cualquier pintura nueva muy probablemente resulte también poco satisfactoria a menos que pueda eliminarse la causa de la humedad.

También debe contemplarse el cambio del tipo de pintura (ver la sección relativa a los tipos de pintura y su empleo adecuado).

En la mayoría de los casos, es posible aplicar en forma satisfactoria pintura de un tipo sobre otra de tipo distinto. Sin embargo, deben respetarse las indicaciones del fabricante, para cada caso particular. Las lacas pueden producir inconvenientes cuando se las aplica sobre otros tipos de pintura, debido a su enérgica acción solvente, como por ejemplo, una pintura para piso a base de caucho aplicada sobre un barniz para pisos.

En la operación de limpieza previa a la aplicación de pintura, debe removerse toda película ampollada, desprendida o arrugada. Puede ser preferible remover la totalidad de la pintura antigua. La forma más expeditiva para ello consiste en un ligero enarenado, un lijado mecánico o en el empleo de removedores de pintura y barnices. La obturación de fisuras y agujeros en el hormigón debe efectuarse en forma igual que si éste fuera reciente (ver sección correspondiente a preparación de superficies)

# RECOMENDACIONES PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE PINTURAS DE CEMENTO A SUPERFICIES DE HORMIGÓN

## RESUMEN

Esta norma del ACI establece recomendaciones prácticas para el uso apropiado de la pintura de cemento , edad del hormigón, preparación de la superficie y manipulación, aplicación y curado de la misma. Tres apéndices incluyen comentarios sobre la composición, manufactura y almacenamiento, características generales y factores que afectan la durabilidad.

## INTRODUCCIÓN

1. En los últimos años se ha extendido considerablemente la aplicación de pinturas a superficies de hormigón, sea desde un punto de vista decorativo, o bien como tratamiento impermeabilizante. Ello ha traído aparejado un mayor conocimiento del costo, tanto anual como inicial. El usuario ha observado que la duración de algunos trabajos de pintura es de unos dos años, mientras que la duración de otros es cuatro o cinco veces mayor. En consecuencia, desea saber qué tipo de pintura debe usar a fin de sacar el mayor provecho de su uso.

2. Este informe ha sido preparado como guía para la aplicación económica de pinturas de cemento sobre superficies de hormigón. El uso eficiente de pinturas al aceite sobre la base de resinas sintéticas constituye un problema aparte, excluido del alcance de estas recomendaciones prácticas.

3. El término *"PINTURA DE CEMENTO PORTLAND",* tal como se lo utiliza en este informe, define una pintura diluible en agua, en la que el cemento portland es el constituyente principal. Se denomina "pintura comercial" la que es manufacturada y vendida por una firma productora, lista para el uso, debiéndose solamente mezclarla con agua. La pintura preparada por el usuario a partir de sus constituyentes básicos se denomina "pintura mezclada en obra". Salvo especificaciones en contrario, todas las recomendaciones y discusiones de este informe se aplican a ambos tipos de pintura.

4. El capítulo "Métodos recomendados", incluye los pasos necesarios conducentes a obtener un trabajo eficiente. Los Apéndices 1, 2, y 3 contienen diversas consideraciones relativas a composición, manufactura y durabilidad de las pinturas de cemento y contribuyen a un mayor conocimiento de lo que debe emplearse, y cómo usarlo.

5. El Comité agradece especialmente las valiosas contribuciones del "National Bureau of Standards" y de la "Portland Cement Association", al facilita una numerosa serie de antecedentes básicos, que se utilizaron en la preparación de este informe.

## METODOS RECOMENDADOS

### Uso apropiado

6. Las pinturas de cemento son aptas para usar sobre superficies interiores y exteriores de hormigón de cemento o revoques, a excepción de pisos u otras superficies sujetas a abrasión mecánica. Se recomienda especialmente cuando se desea decorar o reducir la permeabilidad de paredes exteriores, construidas con hormigón poroso de textura abierta, tal como la mampostería de bloques de hormigón. También pueden aplicarse con ventaja sobre hormigón o revoque aún húmedo al pintarse, o que puede estarlo subsecuentemente.

7. Las pinturas de cemento no se adaptan bien a las superficies interiores que requieren una limpieza frecuente y minuciosa, dado que las películas de este tipo de pintura no son fácilmente lavables y tienden a erosionar al frotarlas enérgicamente. Su capacidad para detener filtraciones a través de paredes porosas expuestas a apreciable presión hidráulica es relativa, en especial si la pintura es aplicada en al cara opuesta a aquéllas en que actúa la presión. Los resultados mejoran si se pinta la cara expuesta al agua. En paredes de sótanos, para detener filtraciones ligeras o humedades, algunas veces se han obtenido resultados satisfactorios con la aplicación de dos o tres manos de pintura espesa en el paramento interior. Si las condiciones son más severas, generalmente es necesario recurrir a tratamientos impermeabilizantes más efectivos.

8. La resistencia de las pinturas de cemento al ataque de soluciones agresivas y gases, no difiere sensiblemente de la de un hormigón de buena calidad; debido a su poco espesor, darán solamente una protección temporal al estar expuestas a condiciones corrosivas severas. Ello no obstante, son útiles para proteger hormigón de mala calidad cuando la exposición no sea muy severa y resulte factible el pintarlo tan frecuentemente como sea necesario.

9. La pintura de cemento rendirá un servicio satisfactorio bajo cualquier condición climática de las experimentadas en los Estados Unidos, excepto donde la atmósfera contenga vapores agresivos.

### Edad del hormigón

10. Se obtienen mejores resultados si se difiera la aplicación de la pintura hasta que el hormigón o revoque de cemento, incluyendo la mampostería de bloques de hormigón, tenga como mínimo tres semanas de edad. La

aplicación de pinturas coloreadas a paredes de hormigón moldeadas in situ debe dilatarse un tiempo mayor, si es posible varios meses después del período de curado, de manera que el hormigón esté bien seco y la posibilidad de aparición de eflorescencias sea mínima. Otras ventajas del envejecimiento prolongado del hormigón previo a la aplicación de pinturas blancas o coloreadas son: (a) el tiempo tiende a eliminar los efectos del aceite del encofrado; b) la succión de la superficie es más uniforme; c) la película de pintura se cuartea menos y tiende a cubrir cualquier fisura o grieta que pueda desarrollarse en la superficie del hormigón antes de ser pintado.

**Limpieza de la superficie**

11. La limpieza previa de la superficie consiste en la remoción a fondo de toda suciedad, polvo, aceite, o eflorescencias. La suciedad y el polvo pueden lavarse con agua limpia, generalmente es suficiente el empleo de una manguera para riego, pero de ser necesario puede usarse un cepillo. Debe evitarse la utilización de jabones y otros detergentes orgánicos, pues si no son completamente eliminados, impiden la adecuada adhesión de la pintura. Para quitar las eflorescencias se moja primeramente el hormigón, aplicándole luego una solución de ácido clorhídrico (muriático) al 20% y transcurridos unos 5 min se restriega la eflorescencia con un cepillo de cerdas duras.
    Si es necesario, puede usarse una solución más concentrada. Lo más adecuado es trabajar en superficies pequeñas, no mayores de algunos decímetros cuadrados pro vez. La superficie debe ser cuidadosamente lavada con agua limpia después del tratamiento con el ácido.
    Para quitar trazas de aceite se acostumbra emplear cepillos de acero, piedras abrasivas o soluciones de lejías. Ello no obstante, si la superficie está totalmente cubierta con aceite será más efectivo y económico tratar el área total a pintar con un ligero chorro de arena; o, si el tiempo lo permite, diferir la aplicación de la pintura hasta que el aceite haya desaparecido por acción climática.

    La superficie de algunos hormigones es tan compacta (glaseada) que la pintura se adhiere con dificultad. El hormigón moldeado en encofrados de madera terciada o prensada, o acero, presenta con frecuencia ese problema. Antes de pintar tales superficies deben lavarse con ácidos, arenarse ligeramente o frotarse en seco mediante piedras abrasivas de arenisco silícea de grano grueso, hasta que la vitrificación superficial desaparezca, y se obtenga una rugosidad y succión efectivas a la pintura.

12. Los recubrimientos existentes de tipo orgánico, deben ser eliminados completamente antes de aplicar la pintura de cemento. La forma más efectiva y económica de realizarlo es mediante chorro de arena (arenado).

## Humedecimiento de la superficie

13. El hormigón debe ser cuidadosamente humedecido antes de aplicar la pintura para en esta forma controlar la absorción superficial y proveer una reserva de humedad que contribuya a un curado adecuado (endurecimiento) de la pintura. Para tal propósito es muy apropiada una manguera de riego para jardín regulada de manera que proporcione un rocío fino. El humedecimiento superficial con brocha sumergida en un balde de agua no suministra suficiente humedad como para ser efectiva.

14. En paredes de mampostería de bloques de hormigón u otro tipo de hormigón que absorba fácilmente humedad, generalmente es suficiente mojar la superficie una sola vez, operación que debe realizarse no más de 1 h antes de aplicar la pintura. El rociado debe aplicarse de tal manera que cada parte resulte humedecida tres o cuatro veces y unos 5 s a 10 s por vez, dependiendo de la absorción de la superficie el tiempo a transcurrir entre cada aplicación, para que la humedad embeba el hormigón; el agua excedente carece de utilidad. Si la superficie tiende a secar rápidamente, como ocurre en tiempo caluroso, debe volverse a humedecer ligeramente, inmediatamente antes de pintar; cuando se aplique la pintura, la superficie debe encontrarse húmeda, pero no en forma excesiva ni chorreando agua.

15. El hormigón compacto absorbe la humedad tan lentamente que debe mojarse por lo menos en dos operaciones, con intervalo mínimo de 30 min. Resulta más efectivo humedecer superficies más bien extensas, antes de comenzar a pintar, de modo que transcurra el tiempo necesario para que la humedad empape al hormigón. Al aplicar la pintura, la superficie del hormigón debe estar húmeda, pero sin que escurra agua; es necesario cierto grado de absorción, que no existirá si la superficie del hormigón se encuentra cubierta por una película de agua.

## Preparación de la pintura

16. Las pinturas de cemento se preparan mezclando perfectamente la pintura en polvo y el agregado grueso, si se usa con agua en la adecuada proporción.

17. La cantidad apropiada de agua varía algo con los diferentes productos, dependiendo en gran medida de la sutileza de los materiales secos. Si se trata de pinturas comerciales deben seguirse las instrucciones del fabricante. Para pinturas preparadas en obra, la proporción de agua a polvo debe determinarse experimentalmente. La pintura una vez mezclada debe tener la consistencia de una crema espesa, excepto para la primera mano a aplicar a superficies de hormigón de textura abierta, tales como mampostería de bloques de hormigón, donde se recomienda una consistencia algo más fluida.

18. Las proporciones de agua a material seco indicadas en la Tabla I se adaptan a diversos tipos de pinturas y se sugieren a título experimental, cuando no se disponga de instrucciones precisas:

**TABLA I**

| **PINTURA, MATERIAL SECO, 4,5 KG.** | **AGUA, LITROS** | |
|---|---|---|
| | **Para consistencia normal (crema espesa)** | **Para consistencia mediana (primera mano en hormigones de textura abierta)** |
| Pinturas comerciales (constituyentes mezclados y molidos finamente)..... | 3 ¼ a 3 ½ | 3 ¾ a 4 ¾ |
| Pinturas sin moler, con menos del 1% retenido en el tamiz Nº 100..... | 2 ¾ a 3 ¾ | 3 ¼ a 3 ¾ |
| Pinturas sin moler, conteniendo agregado granular, más de 25% retenido en el tamiz Nº 100..... | 2 a 2 ½ | 2 ½ a 3 |

**19.** Los procedimientos de mezclado varían, pero en general es una buena práctica reducir el material seco a una pasta consistente mediante el agregado de la mitad de la cantidad de agua estimada, luego de lo cual se agrega el agua, adicional gradualmente, removiendo la pasta hasta obtener la consistencia deseada. Es necesaria la reducción preliminar a una pasta, consistente para desintegrar los grumos de polvo. Una vez determinada la proporción adecuada, es aconsejable preparar todas las tandas por igual, excepto cuando una modificación de la textura superficial o de otras condiciones, requiera distinta consistencia.

**20.** La pintura debe agitarse enérgicamente durante algunos minutos hasta alcanzar uniformidad de color y consistencia, y que todas las partículas estén completamente embebidas. La trabajabilidad puede mejorarse permitiendo a la mezcla remojarse o prehidratarse durante 30 min a 45 min previos a su aplicación.

**21.** La pintura debe prepararse en tandas de magnitud apropiada, en forma que pueda usarse en el término de unas pocas horas. Muchas pinturas pueden permanecer en condiciones de uso durante unas 4 h luego de ser preparadas; sin embargo, en tiempo caluroso, algunas, especialmente aquellas que contienen cloruro de calcio deben usarse con mayor rapidez. Si se guarda la pintura ya preparada en un recipiente hermético, del cual se van llenando los baldes de pintura, ello ayuda a mantenerla en condiciones de utilización durante un tiempo más prolongado.

22. Mientras se la usa, la pintura tiende a espesarse lentamente debido a reacciones físico - químicas, y a evaporación del agua.

    La dilución de la mezcla mediante agua adicional para disminuir su consistencia no es quizá la mejor práctica, pero en el caso de pinturas blancas no se considera particularmente objetable si se efectúa con moderación. Debe evitarse el retemplado de pinturas de color, porque tiende a alterar el tono. Una agitación vigorosa de tiempo en tiempo, durante el período de uso, ayudará a mantener la fluidez adecuada.

**Aplicación de la pintura**

23. La pintura no debe aplicarse sobre hormigón congelado o cuando pueda resultar expuesta a temperaturas inferiores a 5 ºC dentro de las 48 h siguientes a su aplicación. Algunos fabricantes de pinturas prefieren una temperatura mínima de aplicación de 10 ºC.

24. Cuando las condiciones atmosféricas sean tales que motiven un rápido secado de la pintura, es aconsejable trabajar en lo posible "a la sombra". Ello facilita conservar uniformemente humedecida la superficie para una adecuada succión y ayuda a evitar un secado excesivamente rápido de la pintura.

25. Para impedir la segregación y mantener una mezcla uniforme, la pintura debe removerse en el balde con frecuencia.

26. La pintura debe ser aplicada en dos manos de un mismo color. Preferiblemente ambas manos deben espaciarse no menos de 24 h; en ningún caso debe aplicarse la segunda mano hasta tanto la primera haya endurecido lo suficiente como para resistir el roce del cepillo empleado. En tiempo seco y caluroso, la primera mano debe humedecerse ligeramente antes de aplicar la segunda. No debe permitirse el "reforzado" o aplicación de una mano de doble espesor, porque no conduce a buenos resultados. Pueden aplicarse tres manos si ser desea, pero la 3ª raramente justifica el costo adicional.

27. La pintura de cemento no puede ser aplicada de manera satisfactoria mediante la brocha usual de cerdas duras. La forma de aplicación, adecuada a la textura rugosa del hormigón, requiere un cepillo con cerdas rígidas, relativamente cortas, tales como los utilizados para limpiar la cara interna de los guardabarros de automóviles, o los cepillos comunes de fregar. Esto es aplicable aún para ciertas pinturas comerciales de cemento que poseen buenas condiciones de trabajabilidad, similares a las de las pinturas al aceite. Cuando el hormigón tenga una terminación lisa o pulida, se aconseja emplear brochas de blanqueo o de tipo holandés. La pintura debe aplicarse con un espesor uniforme y libre de "acanaladuras" o excesivas marcas de cepillado. Debe evitarse el traslapado.

28. Cuando se pinte mampostería de bloques de hormigón u otro tipo de hormigón poroso con el doble propósito de su impermeabilización y decoración, ambas capas deben aplicarse vigorosamente, de tal manera que la pintura rellene los poros y forme una fina película continua libre de picaduras u otras oquedades, a través de los cuales pueda penetrar el agua.

29. Los ensayos de impermeabilidad a la lluvia efectuados en paredes de mampostería de bloques de hormigón pintadas ([3]) indican que las manos aplicadas a soplete proporcionan menor protección que las aplicadas con cepillo. La aplicación a soplete se recomienda, por lo tanto, solamente sobre hormigón denso o superficies interiores, o donde no se exija a la pintura fines de impermeabilización.

30. Si bien deben evitarse películas excesivamente espesas, existe en la práctica una tendencia a agregar a la pintura un exceso de agua y extenderla en capas muy finas. Tales capas pueden tener buena apariencia en un principio, pero pierden generalmente su opacidad y valor protector, mucho antes que las películas más espesas. Es difícil de estimar el espesor apropiado de la película y el poder cubriente de las pinturas de cemento debido a la influencia de diferencias de textura del hormigón a cubrir. Sin embargo, para superficies de hormigón lisas, una película constituida por dos manos debería tener un espesor de aproximadamente 0,4 mm; esto puede obtenerse con una proporción de más o menos 2,5 $m^2$ de superficie cubierta por litro de pintura mezclada para las dos manos. Si el hormigón es de textura rugosa o la pintura contiene filler grueso (tamices Nº 50 a N° 100), debe procurarse un espesor de película de 0,6 mm a 0,9 mm y un rendimiento de 1 $m^2$ a 1,3 $m^2$ por litro. En bloques de textura muy rugosa las dos manos requerirán aproximadamente 1,2 l por $m^2$ de superficie. Es de dudosa economía el extender la pintura mucho más de lo indicado por estas cifras. Cuando se repinta pueden usarse, sin embargo, películas más delgadas, siempre que la pintura existente y la nueva sean del mismo color y la capa primitiva se encuentre en condiciones físicas aceptables.

**Curado**

31. El adecuado endurecimiento de la película de este tipo de pintura depende de la disponibilidad de humedad para la reacción química con el cemento portland. La humedad del hormigón, la propia de la pintura y la del aire se utilizan con este objeto, pero, excepto en atmósferas muy húmedas, no es suficiente. En consecuencia, la pintura debe ser curada por medio de riego o en otra forma igualmente efectiva para alcanzar resultados óptimos con pinturas de cemento. En la mayoría de las obras es factible regar las

---

[3] Copeland, R.E. – Carlson, CC – "Test of the Resistance to Rain Penetration of Walls Built of Masonry and Concrete:
Jal, of the American Concrete Institute, Nov. 1939, pp. 169-192 (Proceedings ACI, 36 (1940) 169-192)

superficies pintadas dos o tres veces al día con el mismo soplete usado para mojar el hormigón. Se recomienda efectuar la aspersión entre manos y por lo menos durante los dos días subsiguientes a la aplicación de la mano final. El curado debe comenzarse tan pronto la pintura haya endurecido lo suficiente como para no ser dañada por el riego, lo que generalmente ocurre alrededor de 12 h después de aplicada. El curado húmedo contribuye siempre a aumentar la dureza y durabilidad de la pintura y en algunos casos puede significar la diferencia entre un trabajo de pintura satisfactorio y uno deficiente.

## APÉNDICE 1

## COMENTARIOS SOBRE LA COMPOSICIÓN

1. Excluyendo el efecto de la técnica de preparación, la resistencia, dureza y densidad de la película de pintura son función en primer término del contenido de cemento y secundariamente de las condiciones de durabilidad intrínseca de los restantes constituyentes y de su influencia en el endurecimiento de la mezcla agua – cemento. Además la composición influye en el aspecto y propiedades decorativas de la pintura y en sus condiciones de aplicación.

2. Debido a la importancia de la composición como factor del comportamiento de la pintura, se incluyen algunos conceptos fundamentales relativos a las funciones y valores de los distintos constituyentes comúnmente usados en pinturas de cemento.
   Los resultados experimentales disponibles y las informaciones relativas al comportamiento de las pinturas, permiten establecer porcentajes límites recomendables para la mayoría de los componentes, los que también han sido incluidos.

### Composiciones comerciales

3. Sobre la base de análisis químicos completos, se ha confeccionado la clasificación de pinturas comerciales de cemento según su composición, que se indica en la Tabla II.

4. Existen uno o dos tipos de pinturas comerciales que contienen filler grueso consistente en arena silícea blanca (fracción comprendida entre los tamices Nº 100 y N° 50). Estas pinturas, en virtud de las partículas más gruesas, producen películas relativamente más espesas y son de una textura "arenosa" característica.

**TABLA II**

| C O M P O N E N T E | Porcentaje en peso | | |
|---|---|---|---|
| | **Min.** | **Máx.** | **Pintura blanca típica** |
| Cemento portland blanco..... | 20 | 91 | 61 |
| Cal hidratada..... | 0 | 60 | 30 |
| Agregados inertes (sílice fina, caliza, etc.).. | 0 | 40 | |
| Sales higroscópicas (cloruro de sodio o de calcio)..... | 0 | 7 | 3 |
| Hidrófugos (estearatos)..... | 0 | 1,5 | 0,3 (o menos) |
| Pigmentos opacos (sulfuro de cinc o bióxido de titanio)..... | 0 | 10 | 3 |
| Agua y materia orgánica (caseína principalmente..... | 0 | 14 | 2,5 (o menos) |
| Pigmentos colorantes..... | 0 | 8 | 0 |

**Prescripciones de las Especificaciones Federales**

5. Las Especificaciones Federales para pinturas: Agua – cemento, Polvo, Blanco y Coloreado (para su uso interior y exterior), Designación TT – P 21 contiene prescripciones para dos tipos y dos clases de pinturas de cemento con las composiciones límites indicadas en la Tabla III y en los párrafos 6 y 7 siguientes

**TABLA III**

| C O M P O N E N T E | Porcentaje en peso | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Tipo I Clase A | | Tipo II Clase A | |
| | Máx. | Min. | Máx. | Min. |
| Cemento portland..... | -- | 65 | -- | 80 |
| Cal hidratada..... | 25 | -- | 10 | -- |
| Carbonatos (calculados como bióxido de carbono $CO_2$)..... | 3 | -- | 3 | -- |
| Hidrófugos (estearato de aluminio o calcio)..... | 1 | 0,5 | 1 | 0,5 |
| Sales higroscópicas (cloruro de calcio o de sodio)..... | 5 | 3 | 5 | 3 |
| Dióxido de titanio ($TiO_2$), sulfuro de cinc (ZnS) o mezcla..... | 5 | 3 | 5 | 3 |

6. La clase B corresponde, con un 20 % a 40% de agregado silíceo blanco (tamiz Nº 100 a N°20), a la composición media de la pintura que satisface los requisitos de la Clase A. La Clase B es adecuada para mampostería de textura abierta.

7. Otras estipulaciones y exigencias de la especificación relacionadas al tema son:

   a) La pintura no debe contener aglomerantes orgánicos
   b) Los pigmentos coloreados deben ser resistentes a la cal y ser incorporados por molienda
   c) El total libre (no hidratado) de óxido de calcio (CaO) y óxido de magnesio (MgO) en la cal hidratada no debe exceder del 8 % en peso de esta última.
   d) Para tonos obscuros (menos de 55 % de reflexión) el material coloreado reemplazará los pigmentos blancos opacos, bióxido de titanio y sulfuro de cinc.

8. Es de hacer notar que la composición de los productos comerciales típicos responde a las exigencias impuestas a las pinturas del tipo 1, Clase A. La especificación no señala preferencias entre los Tipos 1 y 2, excepto la

indicación de que este último debe usarse donde haya un exceso de humedad, como en depósitos de agua y piletas de natación.

**Cemento**

9. La experiencia y los ensayos indican que las pinturas de mayor durabilidad son aquéllas en que el cemento utilizado contiene un elevado porcentaje de material que pasa por el tamiz de malla Nº 100.

   En los ensayos efectuados por la Portland Cement Association, las películas de pintura preparadas únicamente con cemento blanco, quedaron expuestas 5 años a la acción de la intemperie en excelentes condiciones, mostrando sólo una ligera erosión. La dureza y la resistencia a las acciones climáticas de las películas obtenidas reemplazando el 50 % del cemento en peso por cal hidratada u otros agregados inertes finos, resultaron afectadas desfavorablemente. Las películas que no contenían cemento y en las que se empleó cal como aglomerante, resultaron más blandas y se erosionaron con mayor rapidez que las que contenían cemento.

   Estas indicaciones de la importancia del contenido de cemento con respecto a la durabilidad de las pinturas concuerdan con la experiencia práctica y el consenso de opiniones autorizadas que se han hecho llegar a la comisión. Según estas consideraciones se recomienda que, cuando una pintura deba durar 5 ó más años, el cemento debe constituir como mínimo el 65 %, de la porción de polvo de pintura que pasa el tamiz Nº 100. Para máxima durabilidad o donde la pintura esté expuesta a excesiva humedad, como ser en natatorios, parecería que este valor debiera incrementarse al 85 % ó 90 %.

**Cal Hidratada**

10. El efecto de la cal hidratada, como constituyente de la pintura de cemento, puede resumirse como sigue:

    a) La adición de 10 % a 15% de cal, en peso, realza levemente la blancura y el poder cubriente de la película seca, pero puede reducir la opacidad de la película húmeda. El efecto no es considerable, y depende de la calidad y grado de fineza de la cal y el cemento. Para este fin resulta más efectivo que la cal, el agregado de una pequeña cantidad de pigmento blanco.
    b) La trabajabilidad y suspensión de partículas en la mezcla de pintura puede aumentarse de acuerdo con la plasticidad de la cal usada.
    c) En opinión de algunos investigadores, el uso de una pequeña cantidad de cal parece incrementar la miscibilidad de algunos hidrófugos, tales como estearato de calcio, acortando así el tiempo de mezclado.
    d) Los datos experimentales relativos al efecto del contenido de cal sobre la tendencia de las películas de pintura a cuartear, no permite llegar a

ninguna conclusión, indicando únicamente que tal efecto, en ningún caso, tiene mayor significación.

e) Existe una rápida y completa carbonatación de la cal contenida en capas delgadas, que depende en cierto modo de las condiciones atmosféricas, habiéndose fabricado algunas pinturas bastante durables que contienen hasta un 50 % de cal. Sin embargo, aún teniendo en cuenta dichos ejemplos, parece evidente a través de lo que actualmente se conoce sobre pinturas de este tipo, que la sustitución de un apreciable porcentaje del cemento por cal, tiende a perjudicar la durabilidad y vida útil de la pintura.

11. Resulta así que aunque la cal no es ingrediente esencial, puede usarse probablemente sin peligro hasta el 25% del contenido de cemento . Aunque no pueda asegurarse que no se deba sobrepasar el valor del 25 %, los posibles efectos perniciosos de un mayor contenido de la cal en la durabilidad de la película exterior, parecen predominar sobre cualquier beneficio que pueda significar.

**Filleres Finos (extendedores, plastificadores, etc.)** [4]

12. El valor de los filleres inertes finos, tales como sílice finamente pulverizada, caliza, etc., es un tanto dudoso. Se ha observado que cuando se los emplea en porcentajes apreciables, producen excesiva pulverulencia y, consiguientemente, durabilidad y apariencia no satisfactorias para exposición continua. Si bien poseen aproximadamente el mismo grado de fineza que el cemento, diluyen y debilitan la matriz cementicia. Aún en caso que tales agregados puedan reducir en algo la contracción o mejorar ligeramente algunas propiedades, tales como su aptitud de aplicación, pareciera que su efecto resultante probablemente es más bien pernicioso que favorable.

13. Suelen agregarse pequeñas cantidades de materias coloidales, tales como arcilla plástica, etc., con el objeto de mejorar la trabajabilidad y las condiciones de suspensión de la mezcla de pintura. Su efecto sobre la durabilidad de las películas delgadas de cemento no es muy bien conocida. Probablemente deba prescindirse de ellas o al menos restringirlas a pequeñas cantidades (2 % ó 3 %) hasta que hayan sido ensayadas suficientemente como integrantes de las pinturas.

14. No es recomendable el uso de componentes orgánicos para mejorar la dispersión y trabajabilidad, excepto cuando hayan sido debidamente experimentados y no demuestren ser perjudiciales para la película de pintura.

[4] Agregados Pulverizados

## Filleres Gruesos (agregados)

**15.** Se han obtenido resultados favorables con agregados relativamente gruesos, generalmente materiales silíceos, de color y resistencia climática aceptables, tal como arena silícea fina blanca. En general las arenas más blandas, como las provenientes de calizas o mármol han demostrado ser menos satisfactorias como agregados para pinturas. La arena debe pasar el tamiz N° 20 con no menos del 90 % retenido en el Nº 100, la fracción comprendida entre las mallas N° 100 a Nº 50 es quizás la más conveniente. Estos agregados, por ser mucho más gruesos que el cemento, no debilitan la matriz cementicia como ocurre con los agregados finos. La arena puede usarse en distintas proporciones, pero no debe exceder el tenor de cemento

De acuerdo con los resultados de experiencias realizadas en varias obras y en probetas pintadas de mampostería de hormigón, expuestas a la intemperie en períodos entre 2 años y 4 años, incluidos en una investigación de la Portland Cement Association, tales agregados parecen aumentar la dureza superficial y durabilidad de la pintura. La textura arenosa de la pintura se considera como atractiva por muchas personas y asegura, además, una adhesión excelente entre las manos sucesivas.

**16.** Las mezclas que contienen arena no pueden ser aplicadas con pincel, pero no presentan dificultad alguna si se lo hace con cepillo de cerdas duras, tanto en hormigón de textura lisa como rugosa. El uso de agregados exige, como inconveniente menor, una frecuente remoción de la mezcla en el balde de pintura, con el objeto de mantener en suspensión la arena.

**17.** No es recomendable exigir que los agregados sean constituyentes obligados de las pinturas a base de cemento, pero conviene hacer presente su valor en pinturas que han de aplicarse a mampostería de bloques u otro tipo de hormigón de textura gruesa.

## Sales Higroscópicas

**18.** Las sales higroscópicas se adicionan a las pinturas de cemento como elementos auxiliares para el curado. Presumiblemente ayudan a mantener húmedo al cemento durante algunos días mediante el agua que absorben de la atmósfera, pero su eficacia al respecto no se ha establecido definitivamente para todas las condiciones.

**19.** El cloruro de calcio acelera la velocidad de endurecimiento y en proporciones hasta del 4 % al 5 % no afecta en forma apreciable a la resistencia final. A esta concentración, aparentemente, no es perjudicial en cuanto a contracción, resistencia a la intemperie, opacidad u otras propiedades de la película de pintura. Puede originar eflorescencias, pero no existe evidencia alguna de que lo haga en medida apreciable. Se

recomienda utilizarlo en proporciones no superiores al 5 % hasta tanto no se posean datos adicionales.

**20.** El cloruro de sodio (sal común) es otra sal que se usa frecuentemente. Sin embargo, no resulta tan higroscópica como el cloruro de calcio y existe la evidencia de que tiende a reducir la resistencia final. El cloruro de calcio se prefiere también por su definida acción aceleradora, que es de desear, por cuanto disminuye el período de curado y el tiempo durante el cual la pintura, aún sin endurecer, puede resultar afectada por la lluvia o las heladas.

## Hidrófugos

**21.** Muchas de las pinturas comerciales, contienen hidrófugos, usualmente estearato de aluminio o calcio, molidos en polvo conjuntamente con la base. Algunas veces se bate estearato en pasta, con el agua de mezclado y se agrega en obra. Si se emplea estearato en polvo, debe mezclarse muy cuidadosamente con el cemento portland blanco y los restantes ingredientes secos, previamente al agregado del agua de mezcla; en tales casos, es preferible y más conveniente usar un cemento hidrófugo en el que el estearato haya sido íntimamente mezclado por molienda.

**22.** No se conocen bien los méritos relativos y proporciones óptimas de los diferentes hidrófugos, en relación con algunas propiedades de la pintura de cemento, particularmente durabilidad y contracción de fraguado. Se han efectuado algunos ensayos en pinturas conteniendo estearatos incorporados por molienda y por mezclado manual, disponiéndose además de algunos datos sobre el efecto de tales substancias en la resistencia y absorción de los morteros de cemento. Los mismos indican que la cantidad de estearato puro en la pintura puede oscilar entre 0,5 % y 1,0 % del contenido de cemento, siempre que la impermeabilización y baja absorción no se obtenga a costa de una reducción muy grande de resistencia. Sin embargo, algunas autoridades sostienen que un porcentaje de estearato entre 0,3 % a 0,4 % resulta suficiente cuando se lo muele conjuntamente con la pintura y por lo tanto resulta incorporado en forma más homogénea que por un mezclado manual.

Los ensayos han probado que un 2 % de estearato de calcio molido conjuntamente con la base reduce considerablemente la resistencia y dureza de la película de pintura, pero que hasta el 1 % puede usarse sin riesgo. Se ha indicado también que un 1 % de estearato de calcio reduce apreciablemente la cantidad de fisuras, pero que el 0,5 % o menos es ineficaz al respecto. Los hidrófugos tienden a mejorar algo la trabajabilidad de la pintura y la opacidad de la película húmeda. Sus efectos sobre la resistencia a las acciones climáticas, no han sido específicamente determinados hasta el presente, pero deben ser favorables. Cuando se apliquen pinturas que contengan hidrófugos, es de suma importancia

efectuar un curado húmedo y un mojado previo de la superficie receptora, ya que una vez secas es muy difícil volverlas a licuar.

**23.** Por lo tanto, pareciera que pequeñas proporciones de hidrófugos no son perjudiciales para la pintura y ofrecen ciertas ventajas que pueden muy bien justificar su uso. Se recomienda no emplear más del 1% en peso del contenido de cemento.

**Pigmentos opacos**

**24.** La pintura blanca debe contener una pequeña cantidad de pigmentos opacos blancos, tales como el bióxido de titanio o el sulfuro de cinc, con el objeto de incrementar la blancura y poder cubriente de la película. Son suficientes proporciones de 2 % a 5% de pigmento comercialmente puro, en peso del contenido de cemento, no significando su empleo riesgo alguno. Debido a su fineza, es posible que cantidades apreciablemente mayores puedan influir negativamente en la contracción, fisuramiento y resistencia. Los pigmentos opacos blancos pueden también usarse en tintas claras, como crema y marfil, pero son innecesarios en las pinturas coloreadas más obscuras.

**Pigmentos colorantes**

**25.** Los pigmentos colorantes deben ser óxidos comercialmente puros, molidos muy finamente y resistentes a la cal. Las distintas calidades comerciales difieren en cuanto a cualidades y precio. Deberán utilizarse únicamente pigmentos de la mejor calidad y de alto poder colorante. La cantidad de pigmento requerido para proporcionar el grado de coloración deseado, depende de su poder tintóreo y dispersión en la pintura. Para obtener resultados óptimos, las pinturas con colorantes deben ser fabricadas en molinos a bolas.

**Sustancias orgánicas (caseína)**

**26.** Algunas pinturas de cemento, contienen caseína u otros aglomerantes orgánicos, presumiblemente para aumentar la trabajabilidad y adherencia de la pintura a superficies no porosas. Aún pequeñas cantidades de dichos materiales pueden impedir que el endurecimiento del cemento se produzca en forma normal, disminuyendo así considerablemente la duración de la película. En consecuencia, no se recomienda su empleo en pinturas de cemento, particularmente aquellas destinadas a ser aplicadas en superficies exteriores de hormigón o revoque.

**Agua**

**27.** Puede utilizarse cualquier clase de agua, siempre que sea potable. La cantidad de agua requerida para llevar el material seco a la consistencia necesaria para pintar, inclusive, de “Métodos Recomendados”

## APÉNDICE 2

## PREPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO

**1.** Para obtener mejores resultados, la calidad y composición de la pintura en polvo usada durante todas las etapas de un mismo trabajo, debe ser uniforme. Los componentes, por lo tanto, deben dosificarse exactamente en peso y mezclarse cuidadosamente.

### Pinturas comerciales

**2.** En la manufactura de pinturas comerciales la mezcla de los componentes, finamente divididos, generalmente se vuelve a moler en molinos a bolas o de trituración adecuados. Esto proporciona una mejor disposición de aquéllos y se obtiene así un producto más uniforme que el que podría obtenerse con los métodos ordinarios de mezclado en obra. La molienda más fina mejora también la suspensión y aplicabilidad de la pintura.

**3.** La manufactura en fábrica permite moler los pigmentos colorantes conjuntamente con la base, lo que es esencial para una perfecta uniformidad de color, En esto se basa la recomendación de que, cuando se deseen colores distintos al blanco, deben usarse solamente pinturas comerciales. Los hidrófugos en polvo, estearatos de aluminio o calcio, deben también molerse preferentemente junto con la base.

**4.** A pesar de los resultados satisfactorios obtenidos y que se obtienen con pinturas preparadas en obra, son obvias las conveniencias y ventajas que se alcanzan empleando pinturas comerciales adecuadamente dosificadas.

### Pinturas preparadas en obra

**5.** Cuando se especifique el uso de pintura blanca, puede resultar a menudo económico emplear pintura a preparar en obra.

**6.** El Apéndice 1 contiene datos detallados sobre proporciones de los componentes. Se recomienda estudiarlos antes de decidir la mezcla a emplear. A continuación se indica una mezcla típica adecuada a condiciones normales de uso, donde la pintura tiene por funciones primarias decorar e impermeabilizar.

Cemento portland blanco ..... 75%
Cal hidratada ..... 17%
Pigmento opaco (sulfuro de cinc o bióxido de titanio) ..... 3%
Cloruro de calcio ..... 4%

**7.** Cuando se agregue arena a la pintura, aquélla no deberá importar más del 50% del toral. La arena debe mezclarse en seco con la pintura en polvo antes de agregar el agua necesaria.

**8.** El mezclado mínimo, considerado como esencial para obtener resultados satisfactorios, consiste en remover juntos cuidadosamente los componentes secos en un recipiente adecuado y luego cernir la mezcla a través de un tamiz vibratorio Nº 14. Tandas de 45 kg o más pueden ser mezclados en una hormigonera pequeña.

**9.** Cuando se empleen hidrófugos en pasta y cloruro de calcio o sodio, éstos deben incorporarse al agua de mezclado.

**Almacenamiento**

**10.** Debido a las propiedades higroscópicas del cemento, la pintura en polvo debe ser protegida de la acción atmosférica mientras esté almacenada. Debe observarse especial cuidado en mantener herméticos los recipientes que contienen pinturas en las que se hayan incluido sales higroscópicas.

## APENDICE 3

## CARACTERÍSTICAS Y FACTORES QUE AFECTAN LA DURABILIDAD

**1.** La pintura de cemento ha sido desarrollada especialmente para ser aplicada a superficies de hormigón y mampostería. Siendo cemento y el agua sus principales componentes, la película de pintura resultante debe ser considerada con el mismo criterio que una capa delgada de cemento endurecido.

**Resistencia a la humedad y a los álcalis**

**2.** Una de las cualidades más importantes de la pintura de cemento es su tolerancia a los medios alcalinos, a los que frecuentemente se encuentran sometidas las películas aplicadas sobre hormigón. Siendo la película de pintura y el estrato adyacente fundamentalmente idénticos, los álcalis que contiene el hormigón, nocivos para muchas películas de pintura orgánica, no tienen efectos perniciosos.

**3.** La saturación prolongada, el mojado y secado alternado, la congelación y deshielo, constituyen condiciones desfavorables para las películas de pintura de cualquier tipo; y las pinturas del cemento probablemente las soportan tan bien como otros tipos.

**Apariencia**

**4.** Las películas normales poseen buenas cualidades decorativas, en lo que respecta a poder cubriente y coloración. Cuando se mojan, como en el caso de lluvias, se vuelven ligeramente traslúcidas u obscurecen el tono, mostrando un aspecto algo menos satisfactorio que al estado seco. Sin embargo, al secarse, la película vuelve a su color y opacidad originales. Las películas de pintura coloreada también adquieren un tono más obscuro al mojarse.

**5.** La escasa opacidad y coloración pueden deberse a alguna deficiencia en la composición de la pintura, al uso de agua en exceso en la mezcla, a haberse aplicado la pintura en capas muy delgadas o a la acción continua de la humedad sobre la película.

**6.** La apariencia de las pinturas coloreadas desmerece cuando se depositan sales eflorescentes en la superficie de las mismas. Muchos de los inconvenientes causados por las eflorescencias se deben a que el hormigón ha sido pintado a una edad demasiado temprana, mientras se encuentra aún eliminando un apreciable exceso de humedad.

Se recomienda especialmente posponer el mayor tiempo posible la aplicación de pinturas de color. Estas no deben aplicarse a hormigones que estén en contacto directo con agua que contenga sulfatos u otras sales que pueden penetrar la superficie pintada. Frecuentemente es posible construir la estructura en tal forma que el agua exterior no pueda entrar en contacto con las superficies a pintar.

**7.** Todas las pinturas alteran su aspecto por acumulación normal de suciedad y hollín. Las opiniones difieren acerca de si las pinturas de cemento son especialmente susceptibles a mancharse y ensuciarse a causa de su mayor porosidad en comparación con películas de vehículo aceitoso o resinoso. Este aspecto del problema ha estado en observación algún tiempo, en estudios de pinturas realizados por la Portland Cement Association. Sobre 500 probetas expuestas, entre 18 meses y 5 años, a condiciones más bien fuliginosas, las pinturas orgánicas – en promedio – se mancharon aproximadamente en igual proporción que las pinturas de.

**Vida útil**

**8.** Se entiende por vida útil el tiempo requerido para que la pintura se deprecie físicamente y llegue a un estado en el cual ya no provee protección y cubrimiento adecuados. De acuerdo con este concepto, la misma no queda determinada por una reducción del valor decorativo, siempre que se compruebe que el mal aspecto no sea el resultado de un deterioro físico, y que pueda ser remediado por limpieza sin necesidad de volver a pintar.

**9.** Según informaciones procedentes de distintas fuentes, parecería que las pinturas de cemento, correctamente dosificadas y aplicadas en forma adecuada a superficies de muros expuestos a agentes atmosféricos, puedan tener una vida útil de unos 8 años. Algunos trabajos de pintura son de mucha y otros de poca duración. Frecuentemente aquellos trabajos menos durables son los efectuados sobre superficies de hormigón densas y lisas, donde existe la tendencia a aplicar la pintura en capas muy delgadas y descuidar los requisitos necesarios para alcanzar una adherencia satisfactoria.

**10.** Es lógico que las pinturas, aplicadas sobre paramentos interiores u otras superficies protegidas de la intemperie, tengan una duración mayor que las aplicadas a superficies exteriores. De todas maneras, la limpieza frecuente puede erosionar considerablemente la película, acortando su vida útil.

**Adherencia (descascarado, ampollado)**

**11.** Las películas de pintura de cemento adhieren al hormigón y entre sí, generalmente en forma satisfactoria y rara vez fallan por descascarado o ampollamiento. Donde tales defectos ocurren, ello es debido casi invariablemente a la inadecuada preparación de la superficie. La pintura de cemento no adherirá adecuadamente a superficies glaseadas, muy sucias o cubiertas con materias extrañas. Tales superficies deben limpiarse perfectamente y, si fuera necesario, deben ser lavadas con ácido o arenadas (chorros de arena por aire comprimido) para abrir los poros y proveer succión y trabado a la pintura. Si previamente a la aplicación de la pintura no se humedece al hormigón, y si se permite secar rápidamente aquella, la adherencia resulta más influida por diferencias en la forma de aplicar la pintura que por la composición de ésta, aunque existe evidencia de que puede producirse un descamado, si la pintura contiene un exceso de cal no hidratada o de hidrófugo.

**12.** Poco se sabe sobre el origen de las fallas por ampollado en pinturas de cemento, por existir muy pocos casos registrados. Se han sugerido como causas posibles la presencia de agua libre o en exceso sobre la superficie pintada y el uso excesivo de hidrófugos en la pintura, pero ello no ha sido verificado en forma concluyente.

**Cuarteado**

**13.** La película normal de pintura de cemento es dura, resistente y relativamente frágil. Esta última propiedad, juntamente con la contracción por secado, provoca algunas veces un cuarteo o fisuramiento fino. Las películas exteriores parecen más susceptibles a este inconveniente que las protegidas contra los agentes atmosféricos.

**14.** Otras características de la pintura que influyen sobre el cuarteado son su resistencia a la tracción y su extensibilidad, las que a su vez varían con la

composición de la pintura. Sin embargo, las diferencias observadas en el cuarteado, debido a las variaciones comunes de su composición, no son grandes.

**15.** El cuarteo normal no es progresivo, completándose generalmente dentro de unas pocas semanas de comenzado, y en sí mismo no constituye un defecto serio. Observaciones hechas por la Portland Cement Association en varios cientos de probetas ensayadas durante un período de 4 años, demostraron que luego de transcurrido 1 año, la variación en la extensión del cuarteado fue mínima.

**16.** Los cuarteados de importancia, incluyendo fracturas extendidas a través de la capa de pintura y de un ancho mayor a 0,05 mm, están generalmente vinculados a fisuramientos en la superficie del hormigón, posteriores a la aplicación de la pintura. El cuarteado en las juntas de mortero es también atribuible a finas grietas de contracción en el mortero.

## Pulverulencia

**17.** La rápida pulverulencia es una cualidad característica de películas débiles y blandas, y conduce a un rápido deterioro del color, opacidad y duración de la pintura. Usualmente es debida a una deficiencia de la misma o a la falta de un curado adecuado, necesario para la correcta hidratación y endurecimiento del cemento. Las películas débiles pueden también tener origen en la presencia de adiciones, tales como caseína u otros componentes orgánicos, que impiden la reacción normal entre el cemento y el agua.

## Picaduras

**18.** La presencia de ligeras picaduras en al película no es objetable, a menos que la pintura tenga por objeto reducir en forma efectiva la permeabilidad de la superficie. Se producen cuando la pintura no penetra en los huecos superficiales, o cuando el aire incluido rompe la película fresca que cubre, sin llenar, los vacíos. Las picaduras pueden eliminarse mediante un vigoroso cepillado. La composición es un factor secundario a estos efectos y solamente por cuanto afecta la trabajabilidad y tensión superficial de la pintura. Las pinturas aplicadas a soplete contienen usualmente más picaduras que las aplicadas a cepillo, especialmente cuando la superficie receptora es de textura gruesa o contiene muchos hoyos profundos o huecos.