

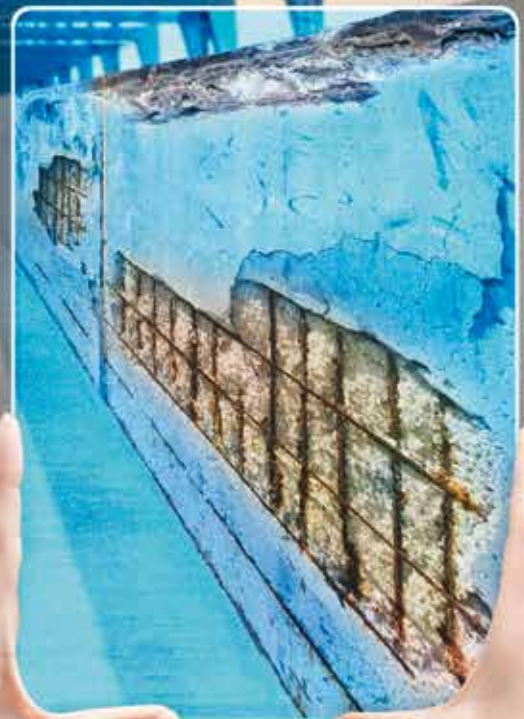
MASTER®
» BUILDERS
SOLUTIONS

■ - BASF
We create chemistry



MasterProtect 8500 CI

Manual del Prescriptor





Índice

| | | | |
|--|-----------|---|-----------|
| Introducción | 3 | | |
| A. Fase informativa | 4 | | |
| A.1. Producto | 4 | | |
| A.1.1. Usos posibles | 4 | | |
| A.1.2. Límites | 5 | | |
| A.1.3. Propiedades | 5 | | |
| A.1.4. Efectos sobre el hormigón armado | 6 | | |
| A.1.5. Funcionamiento químico | 6 | | |
| A.1.6. Garantías | 7 | | |
| A.1.7. Productos complementarios | 7 | | |
| A.2. Monitorización y mantenimiento | 7 | | |
| | | D.1.2. Toma de datos | 16 |
| | | D.1.3. Descripción de lesiones | 17 |
| | | D.1.4. Propuesta de actuación | 17 |
| | | D.2. Planos | 17 |
| | | D.2.1. Ámbito de aplicación | 17 |
| | | D.2.2. Detalles de monitorización | 17 |
| | | D.2.3. Localización toma de datos | 17 |
| | | D.2.4. Reparación de lesiones | 17 |
| | | D.3. Especificaciones técnicas | 17 |
| | | D.3.1. Especificaciones materiales | 17 |
| | | D.3.2. Instrucciones en la aplicación | 18 |
| | | D.3.3. Prescripciones sobre verificaciones en la obra terminada | 21 |
| | | D.4. Mediciones | 21 |
| | | D.4.1. Protección de las armaduras | 21 |
| | | D.4.2. Control de calidad | 21 |
| | | D.5. Estudio de seguridad y salud | 22 |
| B. Fase prospectiva | 8 | | |
| B.1. Toma de datos | 8 | | |
| B.1.1. Indicadores de corrosión | 8 | | |
| B.1.2. Límites de utilización | 9 | | |
| B.1.3. Límites de aplicación | 9 | | |
| B.2. Criterios para la toma de muestras | 10 | | |
| B.2.1. Zonificación según la humedad | 10 | | |
| B.2.2. Zonificación según el hormigón | 10 | | |
| C. Fase prescriptiva | 11 | | |
| C.1. Posibilidad de utilización | 11 | | |
| C.1.1. Indicadores de corrosión | 11 | | |
| C.1.2. Límites de utilización | 11 | | |
| C.1.3. Determinación del ámbito | 12 | | |
| C.2. Condiciones de aplicación | 12 | | |
| C.2.1. Modo de aplicación | 12 | | |
| C.2.2. Preparación de la aplicación | 13 | | |
| C.2.3. Especificaciones de la aplicación | 13 | | |
| C.3. Monitorización e Inspección | 14 | | |
| C.3.1. Fichas de control | 14 | | |
| C.3.2. Ensayos | 14 | | |
| C.4. Condiciones de aceptación y rechazo | 15 | | |
| D. Fase documental | 16 | | |
| D.1. Memoria | 16 | | |
| D.1.1. Memoria | 16 | | |
| | | ANEJO 1. Conceptos de corrosión | 22 |
| | | ANEJO 2. Descripción de ensayos | 23 |
| | | 2.1. In situ | 23 |
| | | 1. Resistividad eléctrica del hormigón | 23 |
| | | 2. Velocidad de corrosión | 23 |
| | | 3. Carbonatación | 24 |
| | | 4. Resistencia a la tracción | 24 |
| | | 5. Pérdida seccional de acero en las armaduras | 24 |
| | | 6. Temperatura | 24 |
| | | 7. Humedad en el hormigón | 25 |
| | | 8. Espesor de capa de recubrimiento de hormigón | 25 |
| | | 2.2. En laboratorio | 25 |
| | | 1. Contenido de cloruros | 25 |
| | | 2. Concentración de silanos | 25 |
| | | 3. Contenido de sulfatos | 26 |
| | | 4. Contenido de cemento | 26 |



INTRODUCCIÓN

La corrosión en hormigón armado es hoy en día una de las principales afecciones en nuestros edificios y estructuras, especialmente en zonas cercanas a la costa, con ambientes agresivos. Las lesiones de este tipo tienen difícil subsanación y prescribir un tratamiento adecuado resulta una tarea complicada.

Este documento tiene como destinatario al arquitecto o ingeniero en su calidad de prescriptor. Pretende en primera instancia, permitirnos averiguar si podemos aplicar el inhibidor de corrosión MasterProtect 8000 CI en esos elementos de hormigón que no podemos o pretendemos reparar, consiguiendo tras su aplicación, unas prestaciones y durabilidad acordes a aquellas con las que fueron previstos.

Caso de que se pueda prescribir, el manual nos indica en qué condiciones debe ser aplicado para poder garantizar las prestaciones que se especifican para el producto.

Este documento tiene como objetivo ser un manual de apoyo para prescriptores, donde se de respuesta a todas las preguntas o dudas que se puedan plantear en cuanto a la prescripción del producto en el proyecto de ejecución.

Este documento tiene como objetivo ser un manual de apoyo para prescriptores, donde se de respuesta a todas las preguntas o dudas que se puedan plantear en cuanto a la prescripción del producto en el proyecto de ejecución.

El documento recoge de manera secuencial las fases por las que todo prescriptor debe pasar para poder garantizar una propuesta de éxito. Se estructura en 5 fases que discurren a lo largo del proceso de prescripción.

Fases

A. Informativa

En esta fase se puede localizar toda la información necesaria sobre el inhibidor: ¿qué es?, ¿cómo funciona?, ¿cómo se aplica?, ¿cuándo se puede utilizar?,...

B. Prospectiva

En esta fase se trata de averiguar todos los datos necesarios sobre el edificio, relacionados con la posibilidad de aplicar el inhibidor para poderse plantear, en la siguiente fase, su posible aplicación. Se trata, por tanto, de una toma de datos con objetivo.

C. Prescriptiva

En esta fase, y en base a las fases A y B, se decide si el producto ha de especificarse o no, así como las zonas donde se aplicará, los requerimientos de aplicación, las medidas de control e inspección, y las condiciones de aceptación o rechazo.

D. Documental

En esta fase se hace un repaso a toda la información que ha de incluirse en el proyecto para definir con precisión la aplicación del inhibidor en los distintos documentos y en sus correspondientes apartados.

Por otra parte, la metodología que se plantea está constituida por un método con los siguientes instrumentos:

- Sistema de límites
- Grupo de indicadores

1. Sistema de límites

El sistema de límites nos sirve para definir de forma clara e inequívoca, las limitaciones propias del producto.

La utilización de este sistema normalmente regulado por límites numéricos, resulta de muy sencilla aplicación.

Los datos del elemento de hormigón necesarios para comparar con los límites del sistema serán, normalmente, objeto de obtención por parte de un laboratorio homologado, lo que simplifica enormemente la labor del prescriptor.

Dentro de ese sistema de límites diferenciamos 2 tipos:

- Límite de utilización
- Límite de aplicación

Límite de UTILIZACIÓN

Es aquel que en caso de sobrepasarse, no se podría prescribir la utilización del producto. Se trata de un límite excluyente.

Este límite hace referencia a las características del hormigón a inhibir. Todas las zonas del elemento constructivo que requiere ser protegido no tienen por qué haber sido construidas de manera idéntica, ni tampoco haber tenido el mismo tipo de exposición, lo que supone que dentro del mismo elemento haya zonas con límites de prescripción diferentes.

Son límites permanentes, dado que se basan en aspectos que no pueden cambiar libremente en periodos breves de tiempo y tratarlos para que cambien es caro.

Límite de APLICACIÓN

Es aquel para el cual en caso de sobrepasarse no se podrá llevar a cabo la aplicación. Este tipo de límite puede ser temporal o permanente.

Los límites temporales dependen de las circunstancias medioambientales, que suelen ser cambiantes de un día para otro: viento, temperatura, lluvia, humedad y radiación solar.

2. Indicadores de corrosión

Los indicadores de corrosión son un instrumento que nos permite averiguar el estado de corrosión del hormigón.

Son dos los indicadores que se utilizan en este manual y son los siguientes:

- Resistividad eléctrica del hormigón
- Velocidad de corrosión

Estos indicadores ofrecen una información de carácter orientativo, una idea del nivel o riesgo de corrosión de las armaduras contenidas en el hormigón.

Si se toman datos antes y después de la aplicación del inhibidor, es posible ver la sensible mejora que se opera en la estructura, sirviendo como documento fehaciente de la misma.

En caso de que la toma de datos se realice solamente después de la aplicación del inhibidor (sin toma de valores previos a la misma), dichos valores servirán para certificar el grado de eficacia.

Dado que los dos valores son medidos de la misma forma y usando el mismo equipo, el trabajo extra es mínimo, comparado con la medición de un solo valor.

Los indicadores son un excelente instrumento para centrarse en la situación en la que se encuentra el hormigón armado y son el instrumento que va a permitir comprobar la eficacia del inhibidor una vez puesto y a lo largo del tiempo.

Este manual pretende aportar al prescriptor, en lo relativo al inhibidor de corrosión MasterProtect 8500 CI, toda la información necesaria para llevar a cabo su labor, y para ello le ofrece el apoyo técnico para resolver cualquier tipo de duda que pueda surgirle sobre este tema.



A. Fase informativa

En primer lugar, en esta fase vamos a describir las características básicas del material y los usos del mismo en función de éstas. Para poder comprender con mayor facilidad los datos aportados, se incluyen explicaciones detalladas de los principios que justifican el funcionamiento del material en dichos aspectos.

A.1. PRODUCTO

A.1.1. Usos posibles

MasterProtect 8500 CI está recomendado para su aplicación en estructuras de hormigón armado, ya sea:

- Pre-tensado.
- Post-tensado/ in situ.
- Elemento prefabricado.

La protección utilizando el inhibidor de corrosión para reducir la tasa de corrosión del acero se recomienda especialmente para las estructuras enumeradas a continuación (EN 1504, Productos y sistemas para la protección y reparación de estructuras de hormigón)..

El grado de corrosión determina la acción a tomar

MasterProtect 8500 CI es un inhibidor de corrosión de aplicación superficial, de fase dual, en base silano, que se usa para la protección del hormigón frente a la corrosión. Se basa en una mezcla revolucionaria de silanos de alta calidad, e inhibidores de corrosión específicos que se activan cuando la humedad penetra en el hormigón. MasterProtect 8500 CI tiene un funcionamiento dual. La base de silano proporciona un efecto hidrofóbico repeliendo el agua. Los inhibidores de

| | | |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| En edificación | Residencial o comercial | Fachadas |
| | | Balcones y voladizos |
| | | Columnas |
| | | Vigas |
| En obra civil | Aparcamientos (de varios pisos) | Losas de forjado |
| | | Paneles de fachada |
| | | Columnas |
| | | Vigas |
| | Industrial | Torres de refrigeración |
| | | Silos |
| | | Chimeneas |
| | Puentes sobre autopistas | Pilas |
| | | Vigas |
| | | Barreras protectoras |
| | | Juntas |
| | Estructuras marinas | Impermeabilización de tableros |
| | | Muelles |
| Pantalanes | | |
| Plantas de desalación | | |
| Túneles | Embarcaderos | |
| | | |

corrosión integrados son capaces de permanecer en el hormigón en fase latente, hasta que la repelencia al agua disminuye con el tiempo, o hasta que producen fisuras en el hormigón que facilitan la entrada de agua. Una vez esto ocurre, se vuelven móviles y vuelven a penetrar junto con la humedad activándose de nuevo el proceso de inhibición.

MasterProtect 8500 CI tiene baja viscosidad y una tensión superficial de aproximadamente una tercera parte de agua, lo que le permite una alta penetración en el hormigón (incluso para un amplio rango de temperaturas).

Este material está especialmente indicado para estructuras expuestas a la intemperie, pilares, aplacados de fachada, terrazas y balcones. Y, además de como inhibidor de la corrosión existente, en todos los casos puede emplearse en combinación con sistemas de reparación estructural del hormigón y como medida preventiva de la corrosión.

A.1.2. Límites

El inhibidor deja de ser efectivo si la contaminación del hormigón supera ciertos límites que deberán ser ensayados para su prescripción.

Contenido de cloruros

En condiciones normales el contenido de cloruros máximo en el hormigón no deberá superar el 2% del peso de cemento. La EHE-08 establece el límite del contenido total de cloruros en hormigón armado u obras de hormigón en masa en 0,3% del peso del cemento en el caso de armaduras activas, y en 0,6% en caso de armaduras pasivas, por lo que el límite establecido por el producto es notablemente mayor.

La situación del hormigón respecto a dicho límite se establecerá mediante el ensayo en laboratorio de "Cantidad de cloruros totales en el hormigón" (ver Anejo 2).

Deterioro del hormigón

Es necesario comprobar que el hormigón es estructuralmente resistente, y que no presenta fisuras, grietas, o fracturas, que puedan provocar su desprendimiento. A nivel superficial, el hormigón deberá presentar una textura de poro abierto que facilite la absorción y penetración. Del mismo modo, también habrá que comprobar el estado de deterioro de las armaduras, puesto que el inhibidor no recupera la sección perdida de las mismas y éstas deben cumplir con la capacidad resistente necesaria en cada caso. Para la comprobación de estos datos se podrán realizar los ensayos especificados en el Anejo 2.

En estas dos situaciones la aplicación del producto no procede hasta finalizar los correspondientes procesos de reparación o sustitución de los elementos que ya no sean capaces de cumplir su función.

A.1.3. Propiedades

Las propiedades se agrupan en función de su utilidad para el funcionamiento del producto, para la aplicación o para su control. Características condicionantes del funcionamiento

Características condicionantes del funcionamiento

- Penetración Class II > 10 mm
- Reacción al fuego Class F
- Tensión superficial 0,0237 N/m

Es menos viscoso que el agua, por ello penetra en el interior del hormigón con mayor facilidad. La viscosidad es inversamente proporcional a la fluidez, por lo que a menor viscosidad mayor fluidez, lo cual significa que el material tarda menos tiempo en fluir por los capilares. Se absorbe mejor que el agua en el hormigón.

▪ No se evapora ni se lava con agua

Una vez aplicado el producto, dado que la cadena de silano se une químicamente a la matriz cementosa, el producto no puede evaporarse ni lavarse por ciclos mojado-secado.

- Solubilidad en agua: No miscible
- Permeable al vapor de agua.

Propiedades físicas

- Densidad aproximada: 0.9 g/cm³

La cantidad a aplicar se determina en g/m², sin embargo el inhibidor se vende y almacena por litros. La densidad es necesaria para saber la cantidad de inhibidor a aplicar en cada zona.

▪ Color: Incoloro hasta amarillento

Al ser incoloro, el aspecto del hormigón no se ve alterado tras la aplicación.

Características condicionantes de la aplicación

▪ Temperatura de aplicación (soporte y material):

Entre 5°C y 40°C.

El producto no debe aplicarse cuando la temperatura de la estructura está fuera de este intervalo.

- Velocidad de desecación Clase II > 10 %

El tiempo de espera entre la aplicación de las diferentes capas es de aproximadamente 15 minutos. Si bien, este valor es orientativo pues depende de la absorción del hormigón. BASF realiza un informe técnico donde se especifica el tiempo entre capas para el proyecto que se está analizando.

▪ Bajo perfil de olor

No produce molestias a los usuarios.

▪ No ataca a las piezas de origen no mineral

No ataca a vidrio. Sin embargo, se recomienda proteger todos aquellos elementos que no pertenezcan a la superficie a tratar para evitar manchas en los mismos..

▪ Irrita los ojos y la piel

Es necesario tomar medidas de protección.

A.1.4. Efectos sobre el hormigón armado

Efectos sobre el hormigón

- **Hidrofuga el hormigón**

Se dota de carácter hidrófugo tanto a la superficie del hormigón como a la red de poros. El producto impregna los poros capilares del hormigón y se adhiere a su superficie formando un enlace químico de gran fortaleza. La red de capilares no queda saturada por completo, quedando espacio suficiente para permitirle el paso a las moléculas de vapor de agua; pero no ocurre lo mismo con las de agua en estado líquido, puesto que son de mayor tamaño.

- **Disminuye la humedad del hormigón**

Esta diferencia de tamaño entre la molécula de agua y el vapor de agua permite que el hormigón sea hidrófugo pero a la vez transpirable. Al tener carácter hidrófugo e impedir el acceso de agua desde el exterior, se reduce considerablemente la humedad del hormigón. Lo que reduce drásticamente la corrosión de las armaduras.

- **Aumenta la resistencia eléctrica**

La resistencia eléctrica del hormigón está directamente relacionada con la oposición que el hormigón ejerce ante la corrosión y a la vez es inversamente proporcional al nivel de humedad en la red capilar. Esto sucede porque el hormigón, en ausencia completa de humedad, carece de electrolito (agua), que funciona como medio conductor eléctrico y, por lo tanto, como agente oxidante. Por lo tanto, cuanto mayor es la cantidad de agua, más fácilmente se producirá corrosión. Hidrofugar el hormigón y disminuir la humedad tiene como consecuencia directa el aumento de la resistencia eléctrica frente a la corrosión.

- **Reduce el acceso de cloruros**

Los cloruros penetran en el hormigón disueltos en agua. Al impedir el acceso de agua, la entrada de cloruros se reduce significativamente.

- **Evita ánodos incipientes**

Cuando se repara el hormigón contaminado por cloruros empleando la técnica tradicional del parcheo se puede transferir el problema de la corrosión a las zonas adyacentes (mecanismo denominado “formación incipiente de ánodos”). Sería necesario eliminar todo el hormigón contaminado por cloruros y aun así podría producirse la corrosión si el hormigón no es lo suficientemente alcalino.

La aplicación del inhibidor migratorio funciona a nivel electroquímico previniendo el flujo de corriente de corrosión, reduciendo drásticamente el agua intersticial. Esto impide la formación de ánodos incipientes y es igualmente efectivo frente a la corrosión por carbonatación del hormigón.

- **No modifica el aspecto del hormigón**

Se trata de un producto transparente que conserva la

apariencia del hormigón.

Efectos sobre el acero

- **Disminuye la velocidad de corrosión**

La velocidad de corrosión depende del nivel de humedad del hormigón y del acceso de oxígeno hasta la profundidad de las armaduras. La disminución del acceso de agua implica un nivel de humedad prácticamente nulo, con lo que la velocidad de corrosión se ralentiza hasta valores inferiores a los $0,1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$, límite a partir del cual se considera que las armaduras están en condición pasiva, y por tanto protegidas frente a la corrosión.

- **Bloquea las reacciones electroquímicas entre el ánodo y el cátodo**

Las reacciones electroquímicas entre el ánodo y el cátodo se producen en medio acuoso, la reducción de la entrada de agua bloquea dichas reacciones. Además, el material tiene gran afinidad con el metal, siendo atraído por éste y uniéndose químicamente a la capa de óxido. Es por esto que, además de repeler los iones cloruro (Cl^-), causantes de la despasivación puntual del acero, e inhibir la corrosión de las zonas dañadas, protegen la capa de pasivación del acero en aquellas zonas que no estén afectadas por ninguna patología.

A.1.5. Funcionamiento químico

MasterProtect 8500 CI es un inhibidor de corrosión de aplicación superficial, de fase dual, en base silano, que se usa para la protección del hormigón frente a la corrosión. Se basa en una mezcla revolucionaria de silanos de alta calidad, e inhibidores de corrosión específicos que se activan cuando la humedad penetra en el hormigón. MasterProtect 8500 CI tiene un funcionamiento dual. La base de silano proporciona un efecto hidrofóbico repeliendo el agua. Los inhibidores de corrosión integrados son capaces de permanecer en el hormigón en fase latente, hasta que la repelencia al agua disminuye con el tiempo, o hasta que producen fisuras en el hormigón que facilitan la entrada de agua. Una vez esto ocurre, se vuelven móviles y vuelven a penetrar junto con la humedad activándose de nuevo el proceso de inhibición.

MasterProtect 8500 CI tiene baja viscosidad y una tensión superficial de aproximadamente una tercera parte de la del agua, lo que le permite una alta penetración en el hormigón (incluso para un amplio rango de temperaturas). Además, tiene un contenido en compuestos orgánicos volátiles (VOC) más bajo, un alto punto de inflamación, lo que hace que el manejo del producto y su aplicación sea mucho más fácil y seguro que el de muchos otros inhibidores del mercado. Una de las cualidades más significativas del MasterProtect 8500 CI es su excelente efecto hidrofugante sobre la superficie del hormigón. Esto le permite conseguir evitar que las armaduras entren en contacto con el agua y los cloruros, lo que unido a su capacidad como inhibidor de corrosión, hacen de MasterProtect 8500 CI una de las soluciones más efectivas como protección frente a la corrosión.

El producto penetra en el hormigón inicialmente a través de los poros, a continuación se produce la reacción química con la base cementosa y, por último, profundiza gracias a su volatilidad y a la atracción química con el acero. Es importante que la aplicación se realice en capas sucesivas pues se garantiza que cada capa empuja a la anterior hacia el interior del hormigón.

Si las barras se encuentran en la zona de influencia del producto, resultarán inhibidas, es decir, recibirán un efecto inhibidor de la corrosión directo y se romperá el enlace de las moléculas contaminantes/ oxidantes de cloruros, impidiendo que sigan atacando el acero durante el tiempo de actuación del inhibidor.

En el caso de que las armaduras se encuentren más allá de la profundidad de penetración, no estarán inhibidas. Esto no significa que no estén protegidas pues el recubrimiento no permitirá la entrada de más cloruros y mantendrá el hormigón esencialmente seco.

En conclusión, los silanos reducen la absorción de agua, dejando el hormigón seco y, por tanto, aumentando la resistencia eléctrica del mismo. Además se protege al acero deteniendo la corrosión y creando una nueva capa pasivante, reduciendo la velocidad de corrosión y alargando la vida útil del hormigón armado. (Para completar información sobre los procesos que intervienen en el deterioro del hormigón armado por corrosión de las armaduras consultar el Anejo 1)

A.1.6. Garantías

MasterProtect 8500 CI tiene dos tipos de certificados de cobertura: por un lado el certificado de cobertura del material, que emite BASF como fabricante, y por otro lado la garantía de aplicación, que emite la empresa instaladora. El certificado de cobertura del producto es por 10 años. En cualquier caso, una correcta aplicación es necesaria para que la efectividad del producto se mantenga durante los citados 10 años.

El periodo del certificado de cobertura de la aplicación, deberá ser acordado con la empresa instaladora, y dependerá entre otras cosas, de las condiciones de aplicación en obra, pudiendo ser inferior a 10 años si así se entiende. De esta forma BASF certifica que el producto ha pasado los controles de calidad en su proceso de fabricación, y que cumple con las

especificaciones que se describen en su documentación técnica, y la empresa instaladora garantiza que el producto se ha aplicado según las indicaciones que se recogen en la documentación técnica del producto

A.1.7. Productos complementarios

MasterProtect 8500 CI es un producto incoloro. La aplicación de las sucesivas capas de inhibidor se puede hacer visible mediante la utilización de un tinte fotodegradable que desaparece pasadas unas semanas de radiación solar. De este modo se facilita el control de aplicación del producto. El tinte que se utiliza es Rodamina B, producto que no interfiere de ningún modo en el comportamiento químico del inhibidor.

A.2. MONITORIZACIÓN Y MANTENIMIENTO

La evolución de la corrosión después de la aplicación del inhibidor se controla utilizando los indicadores de corrosión que previamente indicamos que se utilizarían en este manual:

- Resistividad eléctrica del hormigón.
- Velocidad de corrosión.

Ambos datos se obtienen realizando un seguimiento de la resistencia eléctrica del hormigón mediante registros. De este modo se tiene la certeza de que el producto está reaccionando según lo esperado. Además, una vez expira el plazo de la garantía, se puede seguir controlando la efectividad, determinando con certeza el momento en que las armaduras se despasivan.

Un registro para realizar un ensayo de resistencia eléctrica está formado por dos cables que conectan dos puntos de una armadura con el exterior del hormigón. El ensayo consiste en aplicar una corriente eléctrica y medir la resistencia eléctrica (Ohm) de la armadura. La acción de la corrosión en la superficie de la armadura produce un decrecimiento en el área de la sección transversal, lo cual implica un aumento de la resistencia eléctrica. Será necesario volver a proteger las armaduras cuando la resistividad alcance valores comprendidos entre 10 y 50 KΩcm. Se recomienda realizar estos controles con una frecuencia de 3 años o antes si los resultados se aproximan a los valores mencionados.



B. Fase prospectiva

La fase prospectiva tiene como finalidad el análisis de todos aquellos datos que se deben obtener para que sean estudiados por el prescriptor según las peculiaridades de su proyecto, de modo que pueda evaluar correctamente sobre la idoneidad de la aplicación del inhibidor y de las especificaciones que debe cumplir.

B.1. TOMA DE DATOS

El objetivo de este apartado es averiguar los datos necesarios para poder tomar las decisiones oportunas en cuanto a la idoneidad y condiciones de aplicación del inhibidor. La toma de datos a realizar se estructura en los tres bloques siguientes:

- Indicadores de corrosión.
- Límites de utilización.
- Límites de aplicación.

Indicadores de corrosión

Antes de la aplicación del inhibidor nos permite tener un registro de datos con los que comprobar la eficacia del inhibidor una vez aplicado.

Límites de utilización

Son aquellos valores por encima de los cuales no se podrá aplicar el inhibidor en la zona donde se han obtenido dichos resultados.

Límites de aplicación

Son aquellos límites por encima de los cuales no se podrá realizar la aplicación del inhibidor temporalmente. En determinados casos, pueden llegar a ser condicionantes del proyecto por darse con tal frecuencia que impidan la aplicación o la condicionen en gran medida. Por ese motivo deben tenerse en cuenta desde la fase prospectiva.

B.1.1. Indicadores de corrosión

El estado de corrosión se determina mediante el registro de dos indicadores:

- Resistividad eléctrica del hormigón.
- Velocidad de corrosión.

La obtención de estos indicadores se realiza de forma conjunta utilizando un aparato tipo GeCor. La información detallada de estos ensayos se encuentra en el ANEJO 2.

1. Resistividad eléctrica del hormigón

La resistividad eléctrica del hormigón es una propiedad del material que indica su resistencia al paso de cargas eléctricas. Es un parámetro muy influyente en la velocidad de corrosión de las armaduras. La resistividad depende fundamentalmente de la humedad contenida en los poros del hormigón, cuanto mayor sea la humedad, menor la resistividad.

| Resistividad | |
|--------------|---------------------|
| [kΩ·cm] | Riesgo de corrosión |
| 100–200 | Muy bajo |
| 50–100 | Bajo |
| 10–50 | Moderado o alto |
| < 10 | Muy alto |

Dado que el inhibidor MasterProtect 8500 CI hidrofuga el hormigón, reduce considerablemente la humedad contenida en los poros y, por tanto, el valor de resistividad eléctrica del hormigón se verá aumentado una vez se aplique el inhibidor, pudiendo comprobar su efectividad.

2. Velocidad de corrosión

La velocidad de corrosión es el factor más influyente de cara a la vida útil del material. Este factor es muy complejo puesto que depende de muchos de los factores como la humedad del hormigón o la temperatura.

Se considera que una armadura se encuentra en condición pasiva cuando la velocidad de corrosión es inferior a $0,1 \mu A/cm^2$. En caso de no ser posible el análisis del estado de corrosión en la fase prospectiva, la determinación de la velocidad de corrosión tras la aplicación del producto puede ser suficiente para garantizar la efectividad del producto. No obstante, es recomendable contar con ellos para cuantificar la mejora producida.

La velocidad de corrosión es útil también de cara a estimar la pérdida de sección anual y, en consecuencia, el tiempo restante hasta que la corrosión sea visible. Esta información se refleja en la tabla que se muestra a continuación:

| Velocidad de corrosión [$\mu\text{A}/\text{cm}^2$] | Nivel de corrosión | Pérdida de sección en las armaduras [$\mu\text{m}/\text{año}$] | Tiempo para que la corrosión sea visible |
|--|--------------------|--|--|
| < 0.1 | Pasivo | < 5.8 | – |
| 0.1–0.5 | Corrosión baja | 5.8–58 | > 10 años |
| 0.5–1.0 | Moderada | 58–174 | 3–10 años |
| > 1.0 | Elevada | > 174 | < 2 años |

B.1.2. Límites de utilización

Los límites son aquellos valores que determinan la idoneidad del producto, y por tanto, la posibilidad de aplicación. La obtención de estos datos es imprescindible puesto que de ellos depende disponer de la información mínima necesaria para prescribir el producto.

1. Contenido de cloruros

El contenido de cloruros es uno de los límites de aplicación del inhibidor. Superado el límite, no se tiene la certeza de que el producto funcione, tal y como se menciona en el apartado A.1.2.

Los cloruros se pueden encontrar dentro del hormigón de dos formas: como cloruros libres, es decir en forma de iones en el agua contenida en los poros, y como cloruros combinados, formando parte de las fases hidratadas del cemento.

Los cloruros libres son los que pueden ser agresivos para las armaduras. No obstante, es conveniente tener en cuenta los cloruros combinados porque pueden volver a la disolución y tornarse agresivos por fenómenos de carbonatación del hormigón o por elevación de la temperatura. Por este motivo, el ensayo a realizar es la cantidad de cloruros totales en el hormigón, ya sean libres o combinados (ver Anejo 2).

El límite se establece en 2% de contenido de cloruros en base al 100% de la cantidad de cemento sobre el peso de muestra, de superar este límite se debe descartar la utilización del inhibidor, o se debe incrementar el consumo en 150 ml por cada 0,5% extra de contenido en cloruros. Como alternativa se podrá proceder a la eliminación completa del hormigón contaminado, especialmente en las inmediaciones de las armaduras o aplicar alguna técnica para rebajar su cantidad en el hormigón, técnicas sin suficiente implantación.

Dado que el límite se calcula en función del peso de cemento, será imprescindible conocer el contenido de cemento del hormigón en cuestión.

2. Concentración de silanos

La concentración de silanos a la profundidad de las armaduras es otro de los límites. El ensayo consiste en cuantificar la cantidad de producto que ha penetrado a distintas profundidades hasta sobrepasar la posición de las armaduras.

La concentración mínima de silanos sobre el peso de muestra que se considera efectiva como protección es de 0,15% a la profundidad de las armaduras. Caso de que la cantidad mínima de inhibidor no consiguiera penetrar en el hormigón hasta superar las armaduras a proteger no se considera efectiva su aplicación.

3. Deterioro de los materiales

Cuando la armadura está exfoliada en un cierto grado, si la pérdida de sección es considerable, las armaduras habrán de reponerse, o sustituirse los elementos de hormigón, cuando puedan serlo. Un ejemplo de sustitución del elemento de hormigón es en aplacados de fachada, donde la sustitución de la armadura supone mayor complicación que su reposición total.

Como ya se ha comentado en el apartado A.1.2., también habrá que comprobar que el hormigón a inhibir no se encuentra tan deteriorado como para desprenderse.

B.1.3. Límites de aplicación

En términos generales, las condiciones medioambientales sólo son circunstancias a controlar durante la aplicación del producto. No obstante, se puede dar la situación de que alguna de las condiciones persista en el tiempo, condicionando los horarios de aplicación o, incluso, el calendario de obra.

1. Viento

Cuando el sistema de aplicación del inhibidor sea con pistola de baja presión, debería evitarse la aplicación con vientos superiores a 15 km/h. Esto es debido a que se podrían sufrir pérdidas importantes de material durante la aplicación, con lo que no se cumpliría con la cantidad mínima prevista para garantizar el adecuado funcionamiento del producto.

En caso de no poder evitar la aplicación en condiciones de viento desfavorables, se deben tomar medidas especiales. Existen dos opciones:

1. Aumentar la cantidad mínima de inhibidor a aplicar. Esto se hará teniendo en cuenta las posibles pérdidas, si bien será especialmente importante de cara al visto bueno de la obra, realizar un número considerable de ensayos que garanticen que se ha aplicado la cantidad mínima exigida.

2. Colocar elementos de protección frente al viento. En cualquier caso, hay que tener en cuenta las repercusiones económicas que podrían tener estas soluciones.

2. Temperatura

La aplicación se debe realizar a temperaturas del soporte no inferiores a +5°C y no superiores a +38°C. Según el clima en que se ubique la obra, la temperatura puede limitar los horarios de aplicación, o incluso, puede determinar el periodo del año en que no se puede aplicar.

3. Humedad del hormigón

La reacción química que realiza MasterProtect 8500 CI no se ve afectada por la humedad del hormigón endurecido. En cualquier caso, para alcanzar mayores niveles de penetración, se recomienda que el hormigón esté seco (humedad < 4%).

3.1. Lluvia

Por otra parte, el clima puede ser otro de los factores puntualmente influyentes en la aplicación del inhibidor. Si se prevé lluvia durante las 4 horas posteriores a la aplicación, no se debe realizar el tratamiento.

En caso de lluvia inesperada en las 4 horas posteriores a la aplicación del producto habrá que proteger la superficie inhibida, dado que ello afectaría la composición química del inhibidor.

Ha de tenerse en cuenta el clima en el que se ubica la obra para ser conscientes de si hay meses en los que la frecuencia de la lluvia impide la aplicación del inhibidor.

4. Incidencia solar

No se debe inhibir bajo fuerte incidencia solar para evitar la evaporación del producto fresco o recién aplicado y poder garantizar la cantidad mínima de aplicación. Se debe tener en cuenta especialmente en casos de aplicación sobre fachadas o cubiertas.

Por esta razón se evitarán las horas centrales de días calurosos con el fin de cumplir esta condición de aplicación.

B.2. CRITERIOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS

Son frecuentes los casos en los que se pueden establecer zonas de prescripción diferentes en base a la situación diferencial de los elementos a inhibir. Esta situación diferencial se puede producir por unas condiciones de humedad heterogéneas en el hormigón a inhibir o por la existencia de distintos tipos de hormigón. Los ensayos a realizar se determinan en función de estas circunstancias.

Cuando nos encontramos con humedades y tipos de hormigón diferentes en la obra a inhibir, deben grafarse las distintas zonas que se establezcan en base a esas diferencias, siempre y cuando éstas obliguen a tratamientos distintos.

B.2.1. Zonificación según humedad

La zonificación en función del grado de humedad de la estructura sirve para establecer las distintas zonas donde analizar el contenido de cloruros y el contenido de sulfatos.

La humedad es un factor decisivo de cara a la contaminación del hormigón por cloruros. Las zonas que pasan más tiempo húmedas suelen contar con una mayor cantidad de cloruros. Por este motivo, la zonificación en función de los grados de humedad es necesaria para detectar las zonas diferenciales en el análisis de contenido de cloruros totales.

La humedad del hormigón puede generar diferentes zonas según la orientación, la ventilación y la humedad relativa. En relación con la orientación, se pueden distinguir tres zonas:

- Con soleamiento directo durante todo el día.
- A sol y sombra en función de la franja horaria.
- Sin radiación directa.

En relación con la ventilación se puede diferenciar entre:

- Zonas bien ventiladas.
- Zonas con ventilación insuficiente.

La humedad relativa genera situaciones diferentes entre el hormigón en contacto con aire (humedad del ambiente) y el hormigón enterrado, que puede:

- Adquirir la humedad propia del terreno.
- Estar en presencia de agua freática próxima.
- Sumergido en aguas freáticas.

Esta diferenciación en el grado de humedad y la procedencia de la misma (ambiental o por aguas subterráneas), puede generar situaciones de contaminación por cloruros y sulfatos diferentes entre sí.

B.2.2. Zonificación según hormigón

Estos datos determinarán, en su caso, la cantidad de inhibidor a aplicar y el número de capas.

La distribución de poros en el hormigón afecta a la concentración de silanos. Por ello, se recomienda detectar si la calidad del hormigón es sensiblemente homogénea o si, por el contrario, existen hormigones de diferente calidad. En el segundo caso, conviene realizar ensayos en cada tipo de hormigón para determinar la idoneidad de la aplicación en cada uno de ellos.

En cualquiera de los casos, es el prescriptor quién decide el nivel de exhaustividad y seguridad que considera oportuno al realizar la zonificación, y en consecuencia, la precisión de los análisis.



C. Fase prescriptiva

En la fase anterior, B. Fase prospectiva, se ha recabado toda la información que resulta necesaria para poder decidir si se puede o no prescribir el inhibidor en el edificio en estudio, en que zonas sí se puede y en que otras no.

En definitiva, en este bloque primero averiguamos si se puede utilizar en el edificio que estudiamos o si por el contrario no es posible. Para posteriormente averiguar qué partes del edificio necesitamos y podemos proteger con el inhibidor y qué partes no es necesario tratar.

El segundo paso, para decidir que podemos aplicarlo, plantear en qué zonas, con qué intensidad y en qué condiciones debe hacerse.

El tercer y cuarto paso serían las medidas de control e inspección que vamos a utilizar y los criterios que vamos a emplear para aceptar o rechazar la aplicación realizada.

En resumen:

1. Posibilidad de utilización.
2. Condiciones de aplicación.
3. Monitorización y medidas de inspección.
4. Criterios de aceptación y rechazo.

C.1. POSIBILIDAD DE UTILIZACIÓN

Como primer paso y mediante el sistema de límites comprobamos si los datos obtenidos sobre el edificio en la fase anterior B. Fase prospectiva, nos avalan la utilización del inhibidor MasterProtect 8500 CI o por el contrario desaconsejan su utilización.

Los ensayos para la toma de datos pueden realizarse en una o varias zonas, a elección del técnico prescriptor. El número de ensayos realizados determinará la precisión de los datos obtenidos y, por lo tanto, en la seguridad con la que se prescribe.

C.1.1. Indicadores de corrosión

Las siguientes tablas permiten interpretar los valores de resistividad y de rango de corrosión del hormigón armado, a fin de poder hacer un análisis de los riesgos de lesiones en el hormigón derivados de dicha corrosión.

| Datos según zonas | | | | | |
|-------------------------|------------------------|---|---|---|-------|
| Resistividad [kΩ·cm] | Riesgo de Corrosión | 1 | 2 | 3 | ... x |
| 100–200 | Muy baja | | | | |
| 50–100 | Baja | | | | |
| 10–50 | Moderada a alta | | | | |
| < 10 | Muy alta | | | | |

También comprobamos, con los resultados de la velocidad de corrosión, el nivel de corrosión en el que se encuentra.

En el caso de que las lecturas de la velocidad sean inferiores a 0,2 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$ se entiende que el elemento metálico se encuentra pasivo (sin proceso de corrosión en marcha). Por el contrario los valores de velocidad superiores indicarán distintos grados de nivel de corrosión.

| Datos según | | | | | |
|--|-----------------------|--|---|---|-----------|
| Velocidad de de corrosión [$\mu\text{A}/\text{cm}^2$] | Nivel de corrosion | Pérdida de sección en las armaduras [$\mu\text{m}/\text{año}$] | Tiempo hasta corrosión visible | 1 | 2 3 ... x |
| < 0.2 | Pasivo | < 5.8 | – | | |
| 0.2–0.5 | Bajo | 5.8–58 | > 10 años | | |
| 0.5–1.0 | Moderado | 58–174 | 3–10 años | | |
| > 1.0 | Alto | > 174 | < 2 años | | |

Vistos estos datos, si hemos pensado que había necesidad de proteger de la oxidación las armaduras, tanto el riesgo de corrosión como el nivel de corrosión no serán bajos.

C.1.2. Límites de utilización

A continuación comprobaremos los límites de utilización con el fin de comprobar que no hay ninguno que nos impida su utilización.

Recopilamos a continuación los límites y su cuantificación.

| Datos según zonas | | | | | | | |
|----------------------|---------------------------|--------|------|----|------|----|------|
| Referencia Ensayo | Ensayo | Límite | 1 | | 2 | | ... |
| | | | Dato | OK | Dato | OK | Dato |
| xx | Contenido de cloruros | 2.5 % | | | | | |
| xx | Penetración silanos | C | | | | | |
| xx | Pérdida de sección | B | | | | | |
| xx | Contenido de sulfatos | C | | | | | |
| xx | Carbonatación | C | | | | | |
| xx | Resistencia a la tracción | | | | | | |
| xx | Vida útil | | | | | | |

A: Dato obtenido de catas in situ, espesor de recubrimiento máximo

B: En base al diámetro, debemos tener este dato documentado y justificado

C: No tenemos este límite

La conclusión en base a los datos obtenidos es si podemos usar el inhibidor o no.

La siguiente etapa es determinar si se usa o no el inhibidor sobre la base de los datos obtenidos.

Se identificaron diferentes zonas de en la etapa B (Fase de prospección). Los datos de cada una de estas zonas debe compararse con los datos de la tabla.

Esta comparación puede indicar áreas donde no se recomienda la inhibición por haber superado algún límite de utilización.

C.1.3. Determinación del ámbito

Una vez conocidas las zonas aptas para ser inhibidas según cada límite, y en consecuencia las que no son aptas, grafiamos sobre un esquema unas y otras.

Cuando se han hecho bocetos en base a cada uno de los ensayos o tests, con las áreas que no deben ser tratadas con inhibidor de corrosión, éstos pueden superponerse, obteniéndose un diagrama que muestre las áreas totales que no se deben de tratar.

De forma inmediata tendremos marcada el resto de las zonas, que se corresponderán con zonas donde el inhibidor puede aplicarse dado que no se exceden ninguno de los valores límites para su uso.

C.2. CONDICIONES ESPECÍFICAS DE APLICACIÓN

Teniendo claro, como consecuencia del apartado anterior que la aplicación del inhibidor es posible, ahora se trata de establecer en el estudio cuáles serían las especificaciones de la aplicación, tanto para el soporte, como para el inhibidor, teniendo en cuenta las condiciones medioambientales del entorno y físicas del proyecto.

Toda la información detallada de este apartado se desarrolla en el MANUAL DEL INSPECTOR.

C.2.1. Modo de aplicación

Tipo de aplicación

A priori se decide el tipo de aplicación según la superficie a proteger. Siendo éstos los tipos según el tamaño de la superficie a tratar:

| | |
|--|-------------------------|
| 1. Brocha o rodillo | Extensiones PEQUEÑAS |
| 2. Pistola a baja presión (no pulverización) | Extensiones GRANDES |
| 3. Proyección de alto rendimiento u otros sistemas | Extensiones MUY GRANDES |

Aplicación con brocha o rodillo

La impregnación se realiza del mismo modo que se aplica una pintura. No conviene tener expuesto el producto al aire durante largos periodos de tiempo por ser altamente volátil (Presión de vapor o temperatura de evaporación). Se recomienda verter al cubo la cantidad de inhibidor que se vaya a aplicar inmediatamente.

Aplicación con pistola de baja presión

En este caso, en inhibidor se aplica con una pistola de baja presión (como una sulfatadora de jardín), distribuyéndolo homogéneamente en el soporte. Para realizar esta tarea es necesario un operario. El rendimiento de este modo de aplicación y el tiempo que se tarda por metro cuadrado es algo mayor al anterior.

Aplicación mediante proyección de alto rendimiento

En situaciones especiales, cuando el soporte a proteger tenga una extensión muy grande, se pueden plantear variantes de los otros sistemas, como por ejemplo, mediante un sistema de proyección de alto rendimiento. Estas variantes se verán dadas las características específicas del proyecto y se consultarán las posibles soluciones a emplear con el fabricante.

C.2.2. Preparación de la aplicación

1. Condiciones del soporte

El soporte debe estar limpio y libre de contaminación para permitir el fácil acceso del inhibidor a los capilares. Cualquier sustancia sobre el soporte que pueda impedir o dificultar la penetración del producto debe ser totalmente eliminada mediante medios preferentemente mecánicos. Las sustancias a retirar son: grasas, aceites, pinturas antiguas, hollín, polvo, musgo, salitre, eflorescencias, etc. Es preferible que el soporte esté seco. Del mismo modo se debe eliminar el hormigón deteriorado y repararlo mediante el uso de morteros de reparación, si fuera necesario.

En la fase D de este manual se recoge con detalle las especificaciones que deben incluirse en el pliego de condiciones del proyecto.

2. Protección de elementos colindantes

- Todas las piezas que no sean de tipo mineral, por ejemplo canalones, madera, juntas de dilatación, ventanas, será necesario protegerlas completamente antes de la utilización del inhibidor. En caso contrario, podrían producirse manchas en estas superficies.
- Para evaluar el efecto final o para comprobar la adherencia de otros productos sobre los inhibidores, es imprescindible realizar una prueba consistente en aplicar el inhibidor en una superficie igual a la obra y posteriormente el tratamiento de acabado.
- Las zonas ajardinadas deben ser protegidas.
- Impedir la generación de polvo durante la impregnación del material para evitar que la superficie vuelva a

ensuciarse, dificultando el acceso del inhibidor.

- No añadir agua, disolventes o cualquier otra sustancia que pueda alterar las características del producto. La concentración de silano es determinante para su capacidad de penetración en el hormigón.

3. Comprobaciones diarias de aplicación

- El producto puede aplicarse sobre hormigón húmedo, si bien para conseguir mayores valores de penetración, se recomienda que el hormigón esté seco (humedad < 4%).
 - Se aplica a temperaturas comprendidas entre 5° y 40°C.
 - Transcurridas 4 horas desde la aplicación se considera que el producto está seco y por tanto ya no le afectan el agua u otros productos. No se aplica si se prevé lluvia durante esas 4 horas posteriores a la aplicación, dado que ello afectaría la composición química del inhibidor.
 - No se aplica bajo la acción fuerte de rayos solares. El motivo es que el tiempo el cual el inhibidor es absorbido por el soporte, es clave para la profundidad de penetración. La incidencia solar directa puede evaporar el producto e impedir la correcta aplicación.
 - En aquellos casos cuya aplicación sea con pistola de baja presión no se aplica si la velocidad del viento supera 15 km/hora, dado que no se garantiza el consumo mínimo.
 - Se recomienda evitar el mojado de la superficie (lluvia, mareas, lavados, etc.), durante al menos 4h desde la aplicación del producto, para evitar el lavado del mismo que aun no haya penetrado.
- ### 4. Consideraciones tras aplicación
- Es necesario esperar 4 horas para garantizar el secado antes de aplicar cualquier otro producto como revestimientos a base de epoxi, poliuretano u otros.
 - En caso de lluvia inesperada en las 4 horas posteriores a la aplicación del producto habrá que proteger la superficie inhibida. Esto se podrá realizar mediante plásticos protectores.

C.2.3. Especificaciones de la aplicación

En este apartado se recogen los detalles de la aplicación tanto del material como de los límites de aplicación. Para más detalles sobre este punto ver el Manual del Aplicador.

Cantidad de inhibidor a aplicar

Se debe garantizar un consumo mínimo de 600 g/m². Con carácter general para favorecer la absorción se distribuye en capas de la siguiente manera: en superficies verticales y techos, 3 capas de 200 g/m²; y en suelos, 2 capas de 300 g/m².

Como el producto se vende y almacena por litros, la cantidad de inhibidor a aplicar se calculará en función de la densidad: 0,9 g/cm³

La equivalencia entre estas unidades puede consultarse en la siguiente tabla.

| | g/m ² | l/m ² |
|------------------|------------------|------------------|
| g/m ² | 1 | 1.11 |
| l/m ² | 0.9 | 1 |

Tiempo de espera

El tiempo de espera entre capas es de 15 minutos con carácter general o hasta secado superficial visible. Es conveniente realizar un ensayo de puesta en obra para determinar este dato con rigurosidad.

Ensayo de puesta en obra

Es recomendable realizar un ensayo de puesta en obra sobre el soporte a proteger. Con él, se determina la cantidad de inhibidor por capa que admite el material y el número de capas necesario para garantizar el contenido mínimo. Las condiciones del entorno pueden generar pérdidas de material y, por tanto, deberán ser tenidas en cuenta al determinar la cantidad de inhibidor a aplicar. Con este ensayo se obtiene, además, información sobre los tiempos de espera entre capas, que pueden diferir de un soporte a otro.

Profundidad de penetración prevista

El inhibidor debe penetrar como mínimo hasta cubrir el espesor de recubrimiento de las armaduras. El fabricante establece que el contenido en profundidad de silanos sea 0,015% en relación al peso de cemento

C.3. MONITORIZACIÓN E INSPECCIÓN

Debe concretarse en la fase prescriptiva cómo se va a controlar el proceso de aplicación del inhibidor y sus resultados. Es necesario saber cómo se va a controlar al contratista de manera que pueda contar con esas inspecciones, tanto para su programación de la obra, así como para contar con los costes que debe considerar en el presupuesto a la hora de ofertar.

La monitorización se plantea en dos líneas de acción. Por un lado, se controla la ejecución a través del registro de todo el proceso con la utilización de fichas de control. Este registro será llevado a cabo por el contratista. Por otro lado, se inspecciona la efectividad del producto mediante un plan de ensayos.

Toda la información detallada de este apartado se desarrolla en el MANUAL DEL INSPECTOR.

C.3.1. Fichas de control

El control de obra en tiempo real se lleva gracias al registro de toda la información relativa a la aplicación. Por un lado, se realiza un etiquetado de las garrafas que permite visualizar el recorrido del producto desde el taller hasta su colocación en

su zona correspondiente de aplicación. Del mismo modo, se comprueban las condiciones de aplicación plasmándolas en un calendario y explicitando si se inhibe o no. Por último, el operario que realiza la aplicación rellena unas fichas de control de aplicación con información sobre el número de capas y los tiempos que emplea. Con todo ello se reúne información sobre las condiciones de aplicación, cantidades de producto por capa, número de capas, rendimientos y personal implicado en el proceso. Datos suficientes para el control de obra.

En resumen, el registro del control se llevará a cabo con las tres herramientas explicadas a continuación:

1. Etiquetado de las garrafas

Una vez realizada la mezcla se verterá en garrafas etiquetadas con, al menos, la siguiente información:

- Identificación del proyecto.
- Lote de suministro.
- Fecha de suministro.
- Fecha de disolución.
- Código de garrafa.
- Responsable de disolución.
- Contenido de inhibidor en litros.
- Zona de aplicación.

Se incluirá, además, toda la información que sea necesaria a juicio de la Dirección Facultativa para el correcto control y seguimiento de la aplicación en obra.

2. Calendario de aplicación

Según las condiciones medioambientales previstas.

3. Fichas de aplicación

La aplicación se registrará por medio de fichas con la siguiente información:

- Zona de aplicación.
- Código de garrafa.
- Litros.
- N° de capa.
- Fecha de aplicación.
- Hora inicio aplicación.
- Hora final aplicación.
- Operario aplicador.

En la ficha se incluirá toda la información necesaria a juicio de la Dirección Facultativa para documentar el proceso de aplicación.

C.3.2. Ensayos

1. Concentración de silanos

Este ensayo determina el porcentaje en peso de silano sobre el peso de cemento a todas las profundidades de la pieza. Si se garantizan unos valores mínimos a la profundidad de las armaduras, se tiene la certeza de que el producto protegerá las mismas.

La concentración mínima de silanos sobre el 100% del peso de cemento de la muestra que se considera efectiva como protección es de 0,15%.

2. Velocidad de corrosión

La velocidad de corrosión sirve para determinar el estado de pasivación de las armaduras, y por tanto conocer si están en riesgo de oxidación o, por el contrario, se encuentran protegidas.

Sabiendo la velocidad de corrosión se puede aproximar la vida útil de las armaduras y por tanto del hormigón.

| Velocidad de corrosión [$\mu\text{A}/\text{cm}^2$] | Nivel de corrosión | Pérdida de sección en las armaduras [$\mu\text{m}/\text{año}$] | Tiempo estimado hasta daño visible |
|--|--------------------|--|------------------------------------|
| < 0.1 | Pasivo | < 5.8 | – |
| 0.1–0.5 | Corrosión baja | 5.8–58 | > 10 años |
| 0.5–1.0 | Moderada | 58–174 | 3–10 años |
| > 1.0 | Corrosión elevada | > 174 | < 2 años |

Una vez aplicado el inhibidor las armaduras deben encontrarse en condición pasiva, es decir, la velocidad de corrosión debe ser inferior a $0,2 \mu\text{A}/\text{cm}^2$ para garantizar la efectividad del producto.

3. Resistividad eléctrica del hormigón

La resistividad eléctrica del hormigón es una propiedad del material que indica su resistencia al paso de cargas eléctricas. Es un parámetro muy influyente en la velocidad de corrosión de las armaduras. La resistividad depende fundamentalmente de la humedad contenida en los poros del hormigón, cuanto mayor sea la humedad, menor la resistividad.

| Resistividad | |
|--------------------------------|---------------------|
| [$\text{k}\Omega\text{-cm}$] | Riesgo de corrosión |
| 100–200 | Muy bajo |
| 50–100 | Bajo |
| 10–50 | Moderado a alto |
| < 10 | Muy alto |

Dado que el inhibidor hidrofuga el hormigón, reduce considerablemente la humedad contenida en los poros y, por tanto, el valor de resistividad eléctrica del hormigón se verá aumentado una vez se aplique el inhibidor, pudiendo comprobar su efectividad.

C.4. CONDICIONES DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

A juicio de la Dirección Facultativa se podrán rechazar estos trabajos cuando se dé alguna de las situaciones siguientes:

- Preparación del soporte insuficiente para permitir la penetración de las distintas capas de inhibidor.
- Cuando la disolución del tinte en el inhibidor se haya realizado en una zona que no garantice la no contaminación de la disolución.
- **The inhibitor is applied to concrete with a moisture content of 4 % humidity or higher in heavy rain, or to a substrate which has been cleaned with water in the last 24 to 72 hours.**
- Aplicación del inhibidor a temperaturas no comprendidas entre 5° y 38°C o bajo la acción fuerte de rayos solares.
- En aquellos casos cuya aplicación sea con pistola de baja presión no se aplica si la velocidad del viento supera 15 km/hora , dado que no se garantiza el consumo mínimo.
- Aplicación del inhibidor no se aplique según el número de capas y cantidad mínima establecidos en el proyecto.
- Que el inhibidor de corrosión no se coloque según lo especificado por el fabricante.
- Aplicación del inhibidor sin respetar los tiempos de espera entre capas definidos en las prescripciones en cuanto a la ejecución.
- Cuando el material empleado no sea el especificado en el proyecto.
- Falta de cumplimiento de las indicaciones de la Dirección Facultativa y las descritas en planos y medición.

La realización de las fichas de control y ensayos permiten detectar errores en la aplicación del producto. Sin embargo, estas condiciones de rechazo podrían ser reversibles.

En la fase D de este manual se recogen las especificaciones que deben incluirse en el pliego de condiciones del proyecto.



D. Fase documental

El objeto de este apartado es ofrecer al prescriptor la documentación necesaria para incluir en el proyecto al inhibidor de corrosión y su correcta aplicación. La información se presenta como Proyecto Parcial y se estructura siguiendo en la medida de lo posible lo establecido por el Código Técnico de la Edificación, en su Parte I, Anejo 1 “Contenido del proyecto”. No obstante, la aplicación del inhibidor queda fuera del ámbito de aplicación del mismo, por lo que es decisión del proyectista incluir la información como Proyecto parcial o incorporada en la globalidad del proyecto.

A continuación se detalla la información correspondiente a cada uno de los apartados del proyecto: memoria, planos, pliego de condiciones y medición, quedando el presupuesto al margen por no poderse concretar aquí los precios, que pueden no ser constantes. Se incluye, además la información a incorporar en el estudio de seguridad y salud.

Este documento está planteado para casos donde se considere la aplicación por existir lesiones visibles que hacen necesaria una intervención. En caso de aplicar inhibidor como solución preventiva sin existencia visible de lesiones, queda en manos del proyectista eliminar aquellos apartados que carezcan de sentido por información inexistente o innecesaria.

D.1. MEMORIA

El objetivo de la memoria es justificar la elección del material como solución constructiva. Para ello, ha de describirse el elemento de hormigón que precisa protección, la toma de datos realizada, la descripción de las lesiones localizadas y la solución adoptada.

D.1.1. Memoria descriptiva

En este apartado se aporta información sobre el contexto y sobre los elementos de hormigón armado susceptibles de ser protegidos frente a la corrosión.

Se incluirá la siguiente información:

- Datos del contexto cuando el ambiente sea agresivo por presentar agentes corrosivos como cloruros.
- Descripción constructiva, estructural y funcional de los elementos de hormigón armado objeto de estudio.

Se incorporarán en este apartado todos los datos que puedan ser de interés para la aplicación del inhibidor de corrosión. Ejemplo de esta información pueden ser consideraciones estéticas.

D.1.2. Toma de datos

Con el fin de documentar las lesiones existentes para, en base a ellas, adoptar una solución constructiva, se realiza una toma de datos durante la fase de proyecto que se describe brevemente en este apartado.

1. Visitas para la toma de datos

Según la ubicación de los elementos de hormigón que sean objeto de estudio, la aproximación a ellos puede ser muy diferente. Así, para estudiar forjados es suficiente con personarse para realizar la inspección, mientras que en el caso de aplacados de fachada pueden ser necesarios medios auxiliares que faciliten una correcta visión de los mismos.

En este apartado se describirán brevemente los mecanismos de aproximación que se han utilizado para examinar los elementos de hormigón armado.

2. Catas realizadas

Se entiende por cata aquella inspección que implica rotura del elemento que se inspecciona. Se documentará la intención que se persigue al realizar las catas:

- Determinar diámetro de la armadura, pérdida de sección y profundidad a la que se encuentran.
- Medir velocidad de corrosión y resistencia eléctrica.
- Extraer probetas para su análisis en laboratorio.

3. Probetas extraídas

Se entiende por probeta aquel pedazo que se extrae del elemento de estudio con el fin de realizar ensayos.

Se identificará si se ha utilizado detector de metales para las extracciones y si las probetas contienen armadura seccionada.

4. Muestras in situ

Con el fin de comprobar la adecuación de las soluciones constructivas propuestas se recomienda realizar muestras in situ de la preparación del soporte y de la aplicación del inhibidor de corrosión. En este apartado se indicarán las muestras que se hayan realizado, los objetivos con que se proponían, los resultados obtenidos y las conclusiones extraídas.

5. Ensayos de laboratorio

En este apartado se expondrán los ensayos realizados por laboratorio competente con el fin de diagnosticar la situación de corrosión. Estos ensayos son:

- Contenido de cloruros en superficie y a la profundidad de las armaduras.
- Velocidad de corrosión y resistencia eléctrica del hormigón antes y después de la aplicación del inhibidor.
- Profundidad de carbonatación del hormigón.

D.1.3. Descripción de lesiones

Con el fin de realizar una propuesta de actuación que resuelva las lesiones existentes, es necesario detallar las lesiones que se observan en el elemento de hormigón armado.

Se realizará una clasificación de las lesiones según su gravedad. A continuación se muestra un posible ejemplo de esta clasificación: mancha, fisura, grieta, desprendimiento.

Del mismo modo se describirán las lesiones no visibles y que sólo son detectables con ensayos químicos: contenido de cloruros, carbonatación del hormigón, contenido de otras sustancias corrosivas.

D.1.4. Propuesta de actuación

Se describirá que la solución propuesta pasa por aplicar un inhibidor de corrosión migratorio con la intención de frenar la corrosión y sus efectos. Se definen los criterios con los que se determina el ámbito de aplicación del inhibidor, exponiendo los motivos por los que se hace así, puesto que cada proyecto requiere de sus criterios propios en función de características como las lesiones, el contenido de cloruro, la humedad de las fachadas o el viento. Se establecen los criterios de ubicación de los registros de control de corrosión.

En este apartado cabe describir también los procesos de reparación de lesiones en caso de ser necesario.

D.2. PLANOS

Los planos necesarios para documentar la aplicación del inhibidor de corrosión son aquellos que definen el ámbito de aplicación y los detalles constructivos de los registros de monitorización, caso de estar previstos en proyecto. Adicionalmente, se puede incorporar información sobre la localización de las catas y testigos realizadas durante la fase prospectiva. Estos datos tienen carácter justificativo de la solución adoptada. En aquellos casos en que la aplicación del inhibidor tenga una fase previa de reparación de lesiones provocadas por la corrosión, cabe documentar también los detalles constructivos de dicha reparación.

D.2.1. Ámbito de aplicación

Se determinan a groso modo las zonas a inhibir, detallando, si procede, en qué punto se produce la transición y donde se deja de aplicar el producto.

D.2.2. Detalles de monitorización

Se plasma el modo en que se deberán realizar los registros de monitorización de la corrosión.

D.2.3. Localización de toma de datos

Como se ha mencionado anteriormente, este plano no es estrictamente necesario y queda a consideración del

proyectista tomar la decisión de incorporarlo al proyecto.

Este plano se indica la localización de las catas y los testigos realizados, así como de los medios auxiliares empleados para tal fin. Se incluirá cualquier dato adicional que pueda resultar de interés a juicio del prescriptor.

D.2.4. Reparación de lesiones

Con el fin de que la reparación de lesiones se realice según lo descrito en el Pliego de condiciones, se detalla gráficamente el proceso a seguir.

D.3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

El objetivo del pliego de condiciones técnicas particulares es definir la ejecución de la solución adoptada, identificando las condiciones de aceptación y rechazo. Para ello, se documenta la siguiente información:

- Prescripciones sobre los materiales, donde se definen los datos del inhibidor y del tinte que permite el control de aplicación.
- Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra, apartado que determina los procesos constructivos relativos a la aplicación.
- Prescripciones sobre verificaciones en la obra terminada, que garantizan el funcionamiento y la correcta aplicación del inhibidor en la obra.

D.3.1. Prescripciones sobre los materiales

A continuación se define la información a prescribir sobre el inhibidor de corrosión y sobre el tinte indicado para visibilizar temporalmente el inhibidor, permitiendo controlar la aplicación.

1. Inhibidor de corrosión migratorio

Definición

Como inhibidor de corrosión migratorio se utilizará MasterProtect 8500 CI de BASF, líquido incoloro de baja viscosidad a base de silano e inhibidores de la corrosión organofuncionales. Es un material indicado para la protección frente a la corrosión ya iniciada en el hormigón armado de estructuras marinas, fachadas y balcones, así como para la prevención de la corrosión del mismo tipo de estructuras.

Se empleará inhibidor de corrosión MasterProtect 8500 CI para la protección de armaduras de los elementos de hormigón armado definidos en el plano ámbito de aplicación.

Características

Las características exigibles a este material serán:

- Reducción de la velocidad de corrosión.
- Densidad 0,9 g/cm³ ó 0,9 kg/l.
- Permeable al vapor de agua.
- No se lava por agua una vez aplicado.
- Repele la entrada de agua y cloruros.
- No cambia el aspecto del hormigón.
- Reducción de la corrosión por carbonatación.
- Cumplir con los requerimientos de la UNE EN 1504 – 2.

Suministro y almacenamiento

El inhibidor se presentará en envases herméticamente cerrados en los que figurarán las características del producto, denominación del material e identificación del fabricante.

Se almacenará en lugar fresco (temperaturas entre -15°C y 50°C), seco, bien aireado, protegiéndolo de la intemperie, rayos solares y posibles impactos. Así mismo, se mantendrá alejado de ácidos fuertes, bases fuertes, fuertes agentes oxidantes y metales, así como alimentos, bebidas y alimentos para animales. En estas condiciones puede permanecer el periodo de tiempo recomendado por el fabricante.

Dispondrá de los preceptivos sellos de calidad. Se suministrará a obra tintado con tinte Rodamina B o se realizará la disolución en obra en un espacio que garantice la no contaminación del producto final.

Control y criterios de aceptación y rechazo

Son criterios de rechazo a juicio de la Dirección Facultativa las siguientes circunstancias:

- La no posesión del Sello de Calidad o marca AENOR.
- La no correspondencia entre los albaranes y el producto.
- Que el material en obra no sea del tipo y con las características definidas en este proyecto.
- Que los envases se presenten abiertos y aquellos que, a juicio de la Dirección Facultativa, hayan podido ser manipulados en su contenido.
- Que no se cumplan los límites de aplicación indicados en el manual del fabricante.
- La Dirección Facultativa se reserva la posibilidad de exigir la realización de ensayos para comprobar la pureza del material.
- Se tendrán en cuenta todas las consideraciones necesarias para la obtención de la garantía de aplicación conjunta con la garantía del fabricante.

En cualquier caso se tendrán en consideración los límites de utilización descritos en la ficha técnica del fabricante.

Unidad y criterios de medición y abono

Inhibidor. Se medirá en m² aplicado en plano de proyección del elemento de hormigón armado.

2. Tinte

Definición

Se utilizará como tinte para la impregnación inhibidora de corrosión Rodamina B, que es un indicador fotodegradable de la familia de los colorantes que habitualmente se usa como reactivo de laboratorio.

Este material se empleará disuelto en inhibidor de corrosión MasterProtect 8500 CI para hacerlo visible temporalmente permitiendo controlar su aplicación.

La proporción de la disolución es de 0,1 gramos de Rodamina B por cada litro de inhibidor a aplicar.

Características

MasterProtect 8500 CI es un material que se puede encontrar en forma de polvo violeta a rojizo. Su masa molecular está entorno a 479 g/mol, y su punto de fusión 483K (210°C). La solubilidad en agua está entorno a 50 g/l. El polvo fino dispersado en aire en concentraciones suficientes y en presencia de una fuente de ignición es un potencial de peligrosa explosión de polvo.

Suministro y almacenamiento

Se debe suministrar y almacenar en un envase cerrado herméticamente, protegido contra daños físicos. Almacenar en un área fresca, seca y bien ventilada, lejos de fuentes de calor, de la humedad y de productos incompatibles. Los recipientes de este material pueden ser peligrosos al vaciarse puesto que retienen residuos del producto (polvo, sólidos). Lo que no pueda salvarse para recuperar o reciclar debe manejarse en una instalación de eliminación de residuos apropiada.

Monitorización y criterios de aceptación y rechazo

Son criterios de rechazo a juicio de la Dirección Facultativa las siguientes circunstancias:

- La Dirección Facultativa se reserva la posibilidad de exigir la realización de ensayos para controlar la calidad y composición química de la mezcla.
- La no fotodegradabilidad del material.
- Que el material manche el hormigón armado.

Unidad y criterios de medición y abono

Se medirá m² aplicado en plano de proyección. Este material se utiliza en forma de disolución con el inhibidor en una proporción de 0,1g/l, y se incluye en la partida de aplicación de inhibidor.

D.3.2. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra

La aplicación del inhibidor de corrosión y todos los procesos que ésta desencadena, se describen en una única unidad de obra denominada protección frente a la corrosión del hormigón armado y que se detalla a continuación. Los textos que aparecen en cursiva indican datos que se determinan en la fase de prescripción y que dependen de cada proyecto en concreto.

Protección frente a la corrosión del hormigón armado

Definición

En este apartado se engloban aquellos trabajos destinados a la protección frente a la oxidación de las armaduras de hormigón armado, que incluyen la organización de la aplicación en lotes, la disolución de un tinte en el inhibidor de corrosión, la preparación de la superficie, la aplicación del inhibidor de corrosión migratorio MasterProtect 8500 CI y la ejecución de registros de medición de corrosión.

Materiales a emplear

Para la realización de estos trabajos se emplearán los siguientes materiales:

- Inhibidor de la corrosión migratorio MasterProtect 8500 CI.
- Tinte.
- Materiales que permitan preparar la superficie de hormigón a proteger.
- Materiales necesarios para la ejecución de los registros de mantenimiento.

1. Descripción del proceso de ejecución

Actuaciones previas

En primer lugar se limpiará por medios mecánicos la superficie del hormigón a tratar, eliminando totalmente cualquier tipo de revestimiento existente. Este proceso se hará por medios mecánicos y siguiendo en cada caso las instrucciones de la Dirección Facultativa. Esta actuación se realiza con el objetivo de eliminar toda sustancia que pueda dificultar la penetración del inhibidor en las piezas de aplacado.

Durante la realización de estos trabajos se deberán proteger aquellos elementos que sean susceptibles de sufrir algún tipo de daño. Para ello se emplearán plásticos o cartones resistentes a los golpes que se retirarán una vez hayan concluido todos los trabajos. En caso de que existan elementos que impidan o entorpezcan el correcto desarrollo de las labores que se describen, se deberán retirar y almacenar adecuadamente hasta la finalización de la totalidad de los trabajos, momento en el cual se repondrán conservando sus características iniciales.

Durante la labor de aplicación del inhibidor, también se protegerán aquellos elementos susceptibles de ser dañados, ampliando si fuese necesario, las medidas protectoras aplicadas durante las labores de limpieza. Se tendrá especial cuidado en proteger elementos que no sean de tipo mineral (canalones, madera, juntas de dilatación,...) y zonas ajardinadas.

A continuación se describen los procesos que se llevarán a cabo previa aplicación y cuya finalidad es el correcto control de la aplicación del inhibidor en obra.

Inicialmente, el ámbito de aplicación del inhibidor se zonificará en partes susceptibles de ser aplicadas en una jornada laboral. La zonificación se pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con el fin de realizar ensayos estadísticos que garanticen la correcta aplicación del inhibidor. Todo el proceso de aplicación se organizará en función de dicha zonificación.

Posteriormente, se disolverá en el inhibidor de corrosión, el tinte (Rodamina B) según la dosificación descrita en las prescripciones del tinte. Esta operación se realizará en lugar limpio, donde no pueda producirse contaminación del inhibidor con sustancias distintas del tinte. Una vez realizada la mezcla se verterá en garrafas etiquetadas con, al menos, la siguiente información:

- Identificación del proyecto.
- Lote de suministro.

- Fecha de suministro.
- Fecha de disolución.
- Código de garrafa.
- Responsable de disolución.
- Contenido de inhibidor en litros.
- Zona de aplicación.

Se incluirá, además, toda la información que sea necesaria a juicio de la Dirección Facultativa para el correcto control y seguimiento de la aplicación en obra.

Aplicación del inhibidor

Con la pieza totalmente limpia y su superficie seca y libre de cualquier resto de revestimiento, se procederá a la aplicación del inhibidor de corrosión tintado.

Mediante el uso de brocha, para superficies pequeñas, o medios mecánicos de proyección a baja presión (no pulverizado), para grandes superficies, se aplicará el inhibidor MasterProtect 8500 CI de BASF.

Se aplicará una cantidad mínima de 600 g/m², distribuida en 3 capas de 200 g/m² en superficies verticales y techos y en 2 capas de 300 g/m² en suelos. Entre cada capa, se dejará como mínimo un intervalo de 15 minutos o hasta secado superficial del aplacado. Es importante la aplicación consecutiva de las capas, no pudiéndose distanciar en el tiempo la aplicación de todas las capas más de una jornada laboral.

Con el fin de no afectar a la profundidad de penetración del inhibidor, no se añadirá agua, disolventes o cualquier sustancia distinta del tinte ni se permitirá la generación de polvo durante la impregnación del material.

Se prestará especial atención a que la superficie se encuentre totalmente seca, por lo que no se aplicará si se prevé lluvia en las siguientes 4 h. En caso de producirse lluvia inesperada en ese periodo de tiempo, será necesario proteger los aplacados con plásticos. Si la superficie se encontrase mojada por cualquier circunstancia, se dejará secar. La Dirección Facultativa podrá solicitar un calendario que incluya los días de lluvia y si se ha inhibido o no.

En la aplicación se contemplarán tanto las medidas de protección frente al viento, como las medidas de protección frente a la acción fuerte de rayos solares, que sean necesarias para reducir las pérdidas de material. Se aplicará a temperaturas comprendidas entre 5° y 40°.

La aplicación se registrará por medio de fichas con la siguiente información:

- Zona de aplicación.
- Código de garrafa.
- Litros.
- N° de capa.
- Fecha de aplicación.
- Hora inicio aplicación.
- Hora final aplicación.
- Operario aplicador.

En la ficha se incluirá toda la información necesaria a juicio de la Dirección Facultativa para documentar el proceso de aplicación.

Durante el proceso de aplicación se realizarán ensayos para controlar que la cantidad de inhibidor que se está aplicando es la adecuada. Estos controles se describen con más detalle posteriormente, en el punto 3. Ensayos. página 20.

Por último, se ejecutarán los registros de medición de la corrosión en los puntos indicados por la Dirección Facultativa.

Unidad y criterios de medición y abono

Inhibidor de corrosión migratorio. Se medirá en m² de hormigón armado. Además será necesario para su correcta certificación posterior, la presentación de los albaranes de compra correspondientes que justifiquen las cantidades aplicadas.

Tinte. Se medirá en m² de hormigón armado.

Materiales de preparación del soporte. Se medirá en m² de hormigón armado.

Materiales para la ejecución de registros. Se medirá en número de registros a realizar.

Monitorización y criterios de aceptación y rechazo

A juicio de la Dirección Facultativa se podrán rechazar estos trabajos cuando se dé alguna de las situaciones siguientes:

- Preparación del soporte insuficiente para permitir la penetración de las distintas capas del inhibidor.
- Cuando la disolución del tinte en el inhibidor se haya realizado en una zona que no garantice la no contaminación de la disolución.
- Soporte mojado (con agua líquida en superficie).
- Aplicación del inhibidor a temperaturas no comprendidas entre 5° y 40°C o bajo la acción fuerte de rayos solares.
- En aquellos casos cuya aplicación sea con pistola de baja presión no se aplica si la velocidad del viento supera 15 km/hora, dado que no se garantiza el consumo mínimo.
- Aplicación del inhibidor no se aplique según el número de capas y cantidad mínima establecidos en el proyecto.
- Que el inhibidor de corrosión no se coloque según lo especificado por el fabricante.
- Aplicación del inhibidor sin respetar los tiempos de espera entre capas definidos en las prescripciones en cuanto a la ejecución.
- Cuando el material empleado no sea el especificado en el proyecto.
- Falta de cumplimiento de las indicaciones de la Dirección Facultativa y las descritas en planos y medición.

2. Muestras

Las muestras de soluciones constructivas, tienen por objeto establecer con toda claridad las características de la solución que se solicita, al igual que resolver los posibles inconvenientes no contemplados, lo que se estudiaría para

su mayor ajuste a la calidad solicitada. Una vez que proceda y según calendario de muestras, la metodología a seguir será la siguiente: Como primer paso se planteará por parte de la Dirección Facultativa las soluciones y acabados que se pretende lograr con la muestra que se propone. El constructor por su parte realizará las indicaciones que considere necesarias.

Con todo ello la Dirección Facultativa establecerá el proceso a seguir detallando los puntos de inspección y estudio, de manera que la ejecución de la muestra cuente con las paradas precisas para dicha inspección. Cuando la Dirección Facultativa lo crea oportuno solicitará soluciones alternativas que permitan valorar adecuadamente la línea a seguir.

A continuación se listan las soluciones constructivas de las que se requiere muestra indicando condiciones.

▪ Limpieza y preparación del soporte

La muestra consistirá en obtener el grado en el que deberá quedar el aplacado tras su limpieza. Se determinará la adecuación de los materiales empleados para la limpieza que permiten eliminar cualquier resto de recubrimiento sin dañar el hormigón.

El emplazamiento de las muestras se determinará por la Dirección Facultativa y se harán siguiendo las indicaciones del proyecto y de la Dirección Facultativa.

▪ Suministro, disolución y aplicación del inhibidor de corrosión

Se aplicará inhibidor de corrosión sobre una selección de aplacados a indicar por la Dirección Facultativa.

Con esta muestra se pretende conocer información relativa al control de la cantidad de aplicación, a la efectividad del material y a la fotodegradabilidad del tinte disuelto en el inhibidor. Con el fin de controlar la cantidad de aplicación del inhibidor, y con la intención de evitar pérdidas de material debidas a la acción del viento o a la fuerte radiación solar, se aplicará el inhibidor en las capas y cantidades indicadas en proyecto. Posteriormente se realizarán ensayos para comprobar que el contenido de silanos a la profundidad de las armaduras es el adecuado según las indicaciones del fabricante. Se tomarán medidas de velocidad de corrosión antes y después de la aplicación para corroborar la efectividad del producto.

Así mismo, se comprobará que el tinte se degrada completamente bajo la radiación solar en un periodo de tiempo aceptable.

▪ Registros de medición de corrosión

Se seleccionarán una serie de puntos en donde realizar muestras de los registros que se emplearán para medir (in-situ) los parámetros de caracterización del estado y actividad de corrosión de las armaduras.

Se persigue que este control prolongado en el tiempo (mantenimiento), pueda realizarse de una manera cómoda

siempre que se precise. Los lugares concretos para la realización de estas muestras serán seleccionados por la Dirección Facultativa e indicados a la constructora.

3. Ensayos

Los ensayos que se realizan durante el periodo de obra tienen como objetivo controlar la correcta ejecución de los procesos que se indican en el proyecto. Deben diferenciarse de las verificaciones sobre la obra terminada, dado que no tienen como finalidad aprobar la totalidad de la intervención sino únicamente una parcialidad de la misma. Con este fin, se realizarán ensayos sobre las siguientes soluciones constructivas:

▪ Suministro y disolución del inhibidor de corrosión

Se realizarán los ensayos necesarios a juicio de la Dirección Facultativa que garanticen la correcta dosificación de la disolución del tinte en el inhibidor, así como la no contaminación con otros productos.

▪ Aplicación del inhibidor de corrosión

Se extraerán probetas y se realizará un ensayo de laboratorio para controlar el contenido mínimo de silanos en la profundidad de las armaduras, no pudiendo obtenerse contenidos inferiores a 0,15% de silanos en relación a la masa de hormigón. La distribución de las probetas objeto de ensayo se hará en función de la zonificación de la aplicación y garantizando un muestreo representativo.

D.3.3. Prescripciones sobre verificaciones en la obra terminada

Con el fin de garantizar las prestaciones del edificio o de la estructura de hormigón, se tomarán mediciones de la velocidad de corrosión en todos los registros ejecutados. Como resultado deben obtenerse valores por debajo de 0.2 $\mu\text{A}/\text{cm}^2$, lo que indica que las armaduras se encuentran en estado pasivo. Para considerar válida la medición de la velocidad de corrosión será preciso medir la resistividad eléctrica del hormigón, que garantiza la existencia de electrolito y por tanto la efectividad del inhibidor.

Finalmente, será necesario realizar un Plan de Mantenimiento para controlar la evolución de la corrosión y la necesidad o no de proteger de nuevo las armaduras frente a la corrosión.

D.4. MEDICIÓN

En relación con el inhibidor se definirán las siguientes partidas: protección de las armaduras y control de calidad.

D.4.1. Protección de las armaduras

▪ Limpieza y preparación del soporte

Eliminación total de cualquier revestimiento existente en toda la superficie de hormigón armado, para proceder posteriormente a la aplicación de una impregnación (no incluida en este precio). Incluso p/p de transporte, montaje

y desmontaje de equipo, limpieza y recogida del material proyectado y de los restos generados, acopio, protección de elementos existentes, retirada y carga sobre camión o contenedor.

Medición en m^2 , según documentación gráfica de Proyecto y Pliego de Condiciones. Incluso muestras hasta aprobación de la Dirección Facultativa.

▪ Suministro, disolución y aplicación de la protección

Suministro y disolución del tinte Rodamina B en el inhibidor de corrosión migratorio MasterProtect 8500 de BASF. Aplicación de impregnación tintada, en hormigón armado, aplicada según zonificación de aplicación, en las capas y contenido definidos en Pliego de Condiciones.

Medido en m^2 . Todo según instrucciones del fabricante. Incluso medidas de protección frente al viento o radiación solar en andamio para reducir pérdidas de material en la aplicación.

Se pondrá especial atención en el consumo medio de material, no pudiendo certificar la medición de esta partida que no vaya respaldada con los correspondientes albaranes de compra del citado material. De la misma manera, se realizarán cuantas inspecciones y por los medios que la Dirección Facultativa considere necesarios para garantizar que el consumo es el requerido en el proyecto.

D.4.2. Control de calidad

▪ Medición de velocidad de corrosión y resistividad eléctrica

Medición in situ de la velocidad de corrosión de las piezas seleccionadas en la inspección visual y de la resistividad eléctrica del hormigón.

▪ Monitorización de eficacia del inhibidor

Control de la reducción de la velocidad de corrosión tras la aplicación del inhibidor de corrosión migratorio hasta la obtención de los márgenes aceptables.

▪ Ensayos de espesores de recubrimiento

Determinación del recubrimiento de las armaduras en el hormigón.

▪ Determinación de resistencia de penetración de cloruros

Determinación de la resistencia de penetración de cloruros.

▪ Ensayo de contenido de silanos a la profundidad de las armaduras

Ensayo de contenido de silanos a la profundidad de las armaduras garantizando una cantidad mínima.

▪ Medición de contenido de humedad en hormigón armado

Medición de contenido de humedad en hormigón previa aplicación del inhibidor.

D.5. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

La estructura del estudio de seguridad y salud depende de las autoridades relevantes. Por ello, se recomienda revisar los distintos apartados del estudio de seguridad y salud donde pueda aparecer información relativa al inhibidor y al tinte, así como a los procesos constructivos en los que intervengan dichos materiales. A continuación se detalla cierta información imprescindible en el estudio de seguridad y salud.

Productos Químicos

Ha de tenerse en cuenta que tanto el inhibidor como el tinte son productos químicos tóxicos. Han de considerarse las prescripciones de la ficha técnica de seguridad del fabricante en lo relativo al almacenamiento, manipulación, transporte y aplicación.

Tanto el inhibidor como el tinte se almacenarán en sus envases originales hasta el momento de realizar la mezcla, protegidos

de contactos accidentales con otros productos o el agua. Se advertirá al personal de manejar dichos materiales, la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de utilizar el producto.

Equipos de Protección Individual

A continuación se detallan los equipos de protección individual necesarios para la manipulación y aplicación del inhibidor de corrosión y del tinte en polvo. No obstante, otros medios pueden ser necesarios por el contexto de la obra tales como cascos o arneses.

- Guantes contra agresiones químicas.
- Mascarilla de protección contra agentes químicos.
- Gafas de protección contra agentes químicos.
- En defecto de las dos anteriores se puede utilizar una máscara contra agentes químicos. Protege simultáneamente las vías respiratorias y los ojos.
- Mono de trabajo.



ANEJO 1. Conceptos sobre corrosión

La durabilidad del hormigón armado es el resultado de la acción protectora del hormigón sobre las armaduras. Esta protección se puede entender como doble. Por una parte, el recubrimiento de hormigón supone una barrera física contra la corrosión. Por otro lado, la elevada alcalinidad del hormigón desarrolla sobre las armaduras una capa pasivante que las mantiene inalteradas por tiempo indefinido. La pasivación implica que el metal se recubre de una capa de óxido transparente que actúa de barrera impidiendo la posterior oxidación.

La amenaza de corrosión se inicia al desaparecer la capa pasivante, provocado por la carbonatación y el ataque por cloruros.

La carbonatación consiste en que los compuestos de carácter alcalino (o básico) del hormigón reaccionan con el dióxido de carbono (CO₂) de la atmósfera, disminuyendo la alcalinidad del hormigón armado. La disminución de la alcalinidad supone la despasivación generalizada de las armaduras.

El ataque por cloruros consiste en que los iones cloruro tienen la capacidad de destruir de forma puntual la capa de pasivación, provocando corrosión "por picaduras". Los cloruros pueden estar en el hormigón por dos motivos, bien porque se añadan

con sus componentes (aditivos, agua, etc.), bien porque penetren a través de la red de poros. Esta última situación se da en climas marinos o en zonas donde se utilizan sales de deshielo. Igualmente, las grietas propias del hormigón armado constituyen un acceso rápido para los agresivos. Al corroerse las armaduras, éstas aumentan de volumen, generando más fisuras a través de las cuales siguen penetrando los contaminantes.

Una vez desprotegidas las armaduras, los factores que provocan la corrosión son la existencia simultánea de humedad y oxígeno. La humedad proporciona el medio acuoso en el que se produce la reacción de oxidación. Cuanto mayor sea el nivel de humedad, menor será la resistividad eléctrica, es decir, la oposición al movimiento de electrones. De este modo, si los poros contienen muy poca humedad, la resistencia eléctrica es muy elevada y el proceso de corrosión se encuentra muy dificultado. Sin embargo, si los poros están totalmente saturados de agua, aunque la resistividad sea mínima, el oxígeno tiene que disolverse en el agua para acceder a las armaduras. En estas condiciones se dice que el proceso está controlado por el acceso de oxígeno. Las velocidades máximas se dan cuando el contenido de humedad es elevado pero los poros no están saturados. En este caso, la resistividad eléctrica es baja y el contenido de oxígeno suficiente para producir corrosión.



ANEJO 2. Descripción de ensayos

A continuación se detalla toda la información necesaria para la adecuada realización de los ensayos de la fase prospectiva.

2.1. In situ

1. Resistividad eléctrica del hormigón

La resistividad indica la resistencia al paso de cargas eléctricas del hormigón. Aporta información sobre el riesgo de corrosión de las armaduras. Sirve como indicador de efectividad del inhibidor de corrosión.

- **Nombre del ensayo**

Resistividad eléctrica del hormigón.

- **Unidad de medida**

$k\Omega \cdot cm$.

- **Interpretación de resultados**

En primera instancia, se puede estimar el riesgo de corrosión en función de la resistividad según la tabla siguiente.

| Resistividad [$k\Omega \cdot cm$] | Riesgo de corrosión |
|-------------------------------------|---------------------|
| 100–200 | Muy bajo |
| 50–100 | Bajo |
| 10–50 | Moderado a alto |
| < 10 | Muy alto |

Una vez se ha aplicado el producto y se realiza de nuevo el ensayo, además de la tabla, el valor se puede comparar con el estado original para evaluar la mejora producida.

- **Aparato necesario**

Se mide in situ con aparatos Gecor 6 o Gecor 10.

- **Tiempo que se tarda**

Los resultados del ensayo se obtienen de forma inmediata.

- **Precisión**

La precisión de los ensayos es aceptable.

- **Destructivo o no destructivo**

Se trata de un ensayo destructivo puesto que es necesario picar hasta descubrir las armaduras.

Una vez realizada la obra si se han previsto los registros necesarios deja de ser destructivo al tener acceso a las armaduras sin necesidad de picar.

2. Velocidad de corrosión

La velocidad de corrosión, al igual que los dos ensayos anteriormente descritos, es un indicador de efectividad del inhibidor.

- **Nombre del ensayo**

Velocidad de corrosión.

- **Unidad de medida**

$\mu A/cm^2$

- **Interpretación de resultados**

Se considera que la armadura se encuentra en condición pasiva cuando la velocidad de corrosión es inferior a $0,2 \mu A/cm^2$. Según la tabla siguiente se puede estimar, además, la pérdida de sección en las armaduras y el tiempo para que la corrosión sea visible:

| Velocidad de corrosión [$\mu A/cm^2$] | Nivel de corrosión | Pérdida de sección en las armaduras [$\mu m/año$] | Tiempo para que la corrosión sea visible |
|---|--------------------|---|--|
| < 0.1 | Pasivo | < 5.8 | – |
| 0.1–0.5 | Corrosión baja | 5.8–58 | > 10 años |
| 0.5–1.0 | Moderada | 58–174 | 3–10 años |
| > 1.0 | Elevada | > 174 | < 2 años |

Una vez se ha aplicado el producto y se realizará de nuevo el ensayo, además de las consideraciones anteriores, se puede comparar el resultado con el estado original, y así, evaluar la mejora producida.

▪ **Aparato necesario**

El ensayo se hace con técnicas de polarización lineal y se puede medir con aparatos como el Gecor 6, Gecor 10, o GalvaPulse.

▪ **Tiempo que se tarda**

El resultado se obtiene de forma inmediata.

▪ **Precisión**

La precisión de los ensayos es aceptable.

▪ **Destructivo o no destructivo**

Se trata de un ensayo destructivo puesto que es necesario picar hasta descubrir las armaduras.

- Una vez realizada la obra si se han previsto los registros necesarios deja de ser destructivo al tener acceso a las armaduras sin necesidad de picar.

3. Carbonatación

El ensayo mide la profundidad de carbonatación del hormigón. El método consiste en la extracción de un testigo de hormigón al que se le aplica fenoltaleína, quedando coloreada la parte no carbonatada del hormigón.

▪ **Nombre del ensayo**

Profundidad de carbonatación del hormigón.

▪ **Unidad de medida**

mm.

▪ **Interpretación de resultados**

Las partes que queden coloreadas de fucsia se considerarán aptas y las que no deberán considerarse carbonatadas.

▪ **Aparato necesario**

Se determina mediante el método de la fenoltaleína, un indicador líquido que modifica su color de transparente a fucsia en contacto con hormigón no carbonatado.

▪ **Tiempo que se tarda**

Los resultados del ensayo se obtienen de forma inmediata.

▪ **Precisión**

La precisión del ensayo es aceptable.

▪ **Destructivo o no destructivo**

El ensayo es destructivo, al ser necesaria la extracción de testigos.

4. Resistencia a la tracción

El inhibidor puede aplicarse cuando la resistencia a tracción del hormigón exceda un valor mínimo.

▪ **Nombre del test**

Resistencia a la tracción.

▪ **Unidad de medida**

N/mm²

▪ **Interpretación de resultados**

La resistencia a tracción será superior a 1N/mm² de media (con ningún valor ensayado por debajo de 0,5N/mm²) para que el soporte se considere apto para la aplicación del inhibidor.

▪ **Aparato necesario**

Dinamómetro digital.

▪ **Tiempo que se tarda**

El resultado se obtiene de forma inmediata.

▪ **Precisión**

La precisión de los ensayos es aceptable.

▪ **Tipo de ensayo**

Destructivo. Al desprenderse la sufridera adherida al soporte éste se rompe.

5. Perdida seccional de acero en las armaduras

La pérdida de sección de las armaduras puede comprometer la capacidad estructural y por tanto es un límite para la aplicación del inhibidor y otros productos.

▪ **Nombre del ensayo**

Perdida seccional de acero en las armaduras.

▪ **Unidad de medida**

mm.

▪ **Interpretación de resultados**

Por encima de pérdidas del 20% se recomienda reforzar la estructura (fibra de carbono MasterBrace, acero, etc.) y recuperar el acero perdido.

▪ **Aparato necesario**

Calibre.

▪ **Tiempo que se tarda**

El necesario para picar el hormigón hasta llegar a la armadura, desoxidarla con cepillo de púas de acero, y aplicar el calibre. Se ha de realizar el test en zonas de donde se tengan datos de la sección original de las barras.

▪ **Precisión**

Media. Depende de la zona donde se puedan realizar las mediciones, que las armaduras no estén afectadas por picadura debido a cloruros, o de que tengamos datos reales o estimativos de las secciones originales.

▪ **Tipo de ensayo**

Destructivo. Es necesario llegar a las armaduras y desoxidarlas.

6. Temperatura del hormigón

La temperatura del hormigón es un condicionante de aplicación.

▪ **Nombre del ensayo**

Temperatura del hormigón.

- **Unidad de medida**

°C.

- **Interpretación de resultados**

El rango de temperaturas obtenidas se compara con el rango de temperaturas admitido para la aplicación. De este modo se comprueba si en condiciones normales se podrá realizar la aplicación sin tomar medidas especiales.

- **Aparato necesario**

Se mide con termómetro digital o con termo-higrógrafo electrónico con sonda de superficie.

- **Tiempo que se tarda**

La toma da resultados inmediatos.

- **Precisión**

La precisión de los ensayos es aceptable.

- **Destructivo o no destructivo**

El ensayo es no destructivo.

7. Humedad del hormigón

El porcentaje de humedad superficial del hormigón se mide con un equipo especializado. El ensayo es no destructivo y el resultado inmediato.

- **Nombre del ensayo**

Humedad superficial

- **Unidad de medida**

% (humedad)

- **Interpretación de resultados**

La humedad del hormigón ha de ser inferior al 8% o al 4% si se pretende una mayor capacidad de penetración.

- **Equipo necesario**

Higrómetro.

- **Tiempo necesario**

El resultado se obtiene de forma inmediata.

- **Precisión**

Aceptable.

8. Espesor de capa de recubrimiento de hormigón

La barras de acero pueden detectarse o están localizadas, por lo que se recoge una muestra del recubrimiento de hormigón que tienen.

- **Nombre del ensayo**

Espesor de recubrimiento de hormigón.

- **Unidad de medida**

mm (distancia de la superficie a la barra)

- **Interpretación de resultados**

La profundidad a la que están las barras es necesaria para

determinar la cantidad de inhibidor que debe usarse para una correcta penetración y efectividad.

- **Equipo necesario**

Detector de armaduras (Pachómetro)

- **Tiempo necesario**

Inmediato.

- **Precisión**

Depende de la uniformidad de recubrimiento que tenga el elemento de hormigón y de la muestras tomadas.

- **Tipo de ensayo**

Destructivo. Es necesario sacar muestra de hormigón para medir.

2.2. En laboratorio

1. Contenido en cloruros

Los cloruros en el hormigón pueden llegar a invalidar la utilización del inhibidor de corrosión. Es por ello que resulta muy importante saber la cantidad que tenemos de ellos en las zonas previstas a proteger. Se toman muestras de hormigón a diferente profundidad para su análisis en laboratorio y posterior confección de un perfil de contaminación por cloruros.

- **Nombre del ensayo**

Cantidad de cloruros totales en el hormigón.

- **Unidad de medida**

% en peso de cemento.

- **Interpretación de resultados**

Con la medición que nos aporte el ensayo, al compararlo con el límite máximo que nos indica BASF averiguaremos si es posible su utilización en el área donde se tomó la medición.

- **Aparato necesario**

Es un ensayo habitual por lo que resulta sencillo encontrar un laboratorio que lo realice.

- **Tiempo que se tarda**

Es un ensayo que no requiere tiempos de espera por lo que resulta viable que se pueda hacer con rapidez. De forma orientativa, se puede suponer que los resultados puedan estar en una semana, dependiendo del volumen de trabajo que tenga el laboratorio.

- **Precisión**

La precisión de los ensayos es aceptable.

- **Destructivo o no destructivo**

El ensayo es destructivo, al ser necesaria la extracción de testigos.

2. Concentración de silanos

Los silanos son el compuesto responsable de inhibir las

se puede aplicar el inhibidor, dado que no se garantiza su efectividad. Por ese motivo es imprescindible determinar el perfil de concentración de silanos, especialmente a la profundidad de las armaduras.

El ensayo consiste en buscar los productos químicos derivados de la aplicación del inhibidor en el hormigón. Para ello, se toman varias muestras de material pulverizado tomadas a diferentes profundidades desde la superficie tratada.

▪ **Nombre del ensayo**

El análisis se realiza utilizando los siguientes procesos:

- Pirolisis.
- Cromatografía de gases.
- Espectrometría de masas.

▪ **Interpretación de resultados**

La concentración mínima de silanos sobre el peso de cemento que se considera efectiva como protección es de 0,15% a la profundidad de las armaduras (espesor de recubrimiento).

Por tanto es necesario conocer:

- % de cemento del hormigón.
- Espesor de recubrimiento de las armaduras.

▪ **Aparato necesario**

Es un ensayo poco habitual por lo que resulta complejo encontrar un laboratorio que lo realice.

▪ **Tiempo que se tarda**

Es un ensayo que supone cierta complicación. De forma orientativa, se puede suponer que los resultados puedan tardar entre dos y tres veces más que el resto de ensayos solicitados al laboratorio.

▪ **Precisión**

La precisión de los ensayos es muy alta.

▪ **Destructivo o no destructivo**

El ensayo es destructivo, al ser necesaria la extracción de testigos.

▪ **Errores que se pueden llegar a cometer**

Se ha de tener en cuenta que en el análisis se detecta el producto puro solo las horas siguientes a la aplicación del mismo. Pasado cierto tiempo deja de detectarse. Es por ello, que en el análisis no se pretende determinar el contenido del producto con la composición original sino el contenido de silanos.

3. Contenido de sulfatos

El contenido de sulfatos se ensaya en laboratorio a partir de muestras de hormigón tomadas en obra. El tiempo hasta obtener los resultados depende de la celeridad del laboratorio.

▪ **Nombre del ensayo**

Contenido de sulfatos.

▪ **Unidad de medida**

% (sobre el peso de la muestra).

▪ **Interpretación de resultados**

Con la medición que nos aporte el ensayo, al compararlo con el límite máximo que nos indica BASF averiguaremos si es posible su utilización en el área donde se tomó la medición.

▪ **Aparato necesario**

Es un ensayo habitual por lo que resulta sencillo encontrar un laboratorio que lo realice.

▪ **Tiempo que se tarda**

Es un ensayo que no requiere tiempos de espera por lo que resulta viable que se pueda hacer con rapidez. De forma orientativa, se puede suponer que los resultados puedan estar en una semana, dependiendo del volumen de trabajo que tenga el laboratorio.

▪ **Precisión**

La precisión de los ensayos es aceptable.

▪ **Destructivo o no destructivo**

El ensayo es destructivo, al ser necesaria la extracción de testigos.

4. Contenido de cemento

El contenido de cemento se obtiene a partir de una muestra de hormigón y mediante un ensayo de laboratorio. El tiempo hasta obtener los resultados depende de la celeridad del laboratorio.

▪ **Nombre del ensayo**

Contenido de cemento.

▪ **Unidad de medida**

% (en peso de hormigón).

▪ **Interpretación de resultados**

El contenido de cemento es necesario para poder determinar el límite máximo de cloruros aceptables en el hormigón.

▪ **Aparato necesario**

Es un ensayo habitual por lo que resulta sencillo encontrar un laboratorio que lo realice.

▪ **Tiempo que se tarda**

Es un ensayo que no requiere tiempos de espera por lo que resulta viable que se pueda hacer con rapidez. De forma orientativa, se puede suponer que los resultados puedan estar en una semana, dependiendo del volumen de trabajo que tenga el laboratorio.

▪ **Precisión**

La precisión de los ensayos es aceptable.

▪ **Destructivo o no destructivo**

El ensayo es destructivo, al ser necesaria la extracción de testigos.



Master Builders Solutions de BASF

La marca Master Builders Solutions reúne toda la experiencia de BASF para crear soluciones químicas para obra nueva, mantenimiento, reparación y renovación de estructuras. Master Builders Solutions se basa en la experiencia atesorada durante más de un siglo en el sector de la construcción. El knowhow y la experiencia de una comunidad global de expertos en construcción de BASF forman el núcleo de Master Builders Solutions. Combinamos los elementos adecuados de nuestra cartera para resolver sus retos específicos en el ámbito de la construcción. Colaboramos a través de distintas áreas de experiencia y regiones y nos basamos en los conocimientos adquiridos en innumerables proyectos de construcción en todo el mundo. Aprovechamos las tecnologías globales de BASF y nuestros profundos conocimientos sobre las necesidades de la construcción a nivel local para desarrollar innovaciones que le ayuden a conseguir un mayor éxito e impulsar una construcción sostenible.

Nuestra cartera integral

- Aditivos para hormigón
- Aditivos para cemento
- Soluciones químicas para construcción subterránea
- Soluciones de impermeabilización
- Sellantes
- Soluciones de reparación y protección de hormigón
- Lechadas de alto rendimiento
- Soluciones de pavimentación de alto rendimiento

**No dude en contactar para
ampliar la información!**





Master Builders Solutions de BASF para la Industria de la Construcción

MasterAir

Soluciones completas para hormigón con aire incorporado.

MasterBrace

Soluciones de refuerzo del hormigón.

MasterCast

Soluciones para la industria de productos de hormigón prefabricado.

MasterCem

Soluciones para la fabricación de cemento.

MasterEase

Baja viscosidad para hormigón alto rendimiento.

MasterEmaco

Soluciones para la reparación de hormigón.

MasterFinish

Soluciones para el tratamiento de encofrados.

MasterFlow

Soluciones para grouts de precisión.

MasterFiber

Soluciones integrales para hormigón reforzado con fibra.

MasterGlenium

Soluciones para hiperfluidificantes para hormigón.

MasterInject

Soluciones para la inyección de hormigón.

MasterKure

Soluciones para el curado del hormigón.

MasterLife

Soluciones para una mayor durabilidad.

MasterMatrix

Soluciones avanzadas controladoras de la realogía del hormigón autocompactante.

MasterPel

Soluciones para hormigón impermeable.

MasterPolyheed

Soluciones para hormigón de alto rendimiento.

MasterPozzolith

Soluciones para la reducción de agua en el hormigón.

MasterProtect

Soluciones para la protección del hormigón.

MasterRheobuild

Soluciones para superfluidificantes para hormigón.

MasterRoc

Soluciones para construcción subterránea.

MasterSeal

Soluciones para impermeabilización y sellado.

MasterSet

Soluciones para el control de hidratación de cemento.

MasterSuna

Soluciones para arena y minerales en el hormigón.

MasterSure

Soluciones para el control de trabajabilidad.

MasterTop

Soluciones para pavimentos industriales y comerciales.

Master X-Seed

Soluciones avanzadas de aceleradores para hormigón prefabricado.

Ucrete

Soluciones para pavimentos en ambientes agresivos.



LA CORROSIÓN NUNCA DUERME – PROLONGUE LA VIDA ÚTIL DE SU ESTRUCTURA DE HORMIGÓN

MasterProtect 8500 CI – anticorrosivo en dos fases que ofrece una protección avanzada para el refuerzo de acero.

www.corrosion-never-sleeps.basf.com



BASF Construction Chemicals Espana S.L.

Carretera del Mig, 219

08907 L'Hospitalet del Llobregat - Barcelona

Tel. 93 261 61 00

basf-cc@basf-cc.es

www.master-builders-solutions.basf.es

Los datos contenidos en esta publicación se basan en nuestros conocimientos y experiencias actuales. No constituyen un contrato de calidad de los productos y, en vista de los muchos factores que puede afectar el procesamiento y aplicación de nuestros productos, no exime a los usuarios de la responsabilidad de llevar a cabo sus propias investigaciones y pruebas. La responsabilidad sobre la calidad de los productos se basa únicamente en los datos de la ficha técnica. Las descripciones, diagramas, fotografías, datos, proporciones, pesos, etc que figuran en esta publicación pueden cambiar sin información previa. Es responsabilidad del receptor de nuestros productos asegurar que se respetan los derechos de propiedad y las leyes y normativas en vigor (04/2017)

® = marca registrada de grupo BASF en muchos países.

EEBE1936es