



**EUCLID CHEMICAL
TOXEMENT**



GUÍA PARA LA REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DE CONCRETO DETERIORADO EN MUELLES.

VERSION 2023

WWW.TOXEMENT.COM.CO



INTRODUCCIÓN

El objetivo de este documento es presentar una guía para la adecuada reparación y protección del concreto deteriorado por el ambiente corrosivo en muelles y puertos, utilizando el portafolio de productos **EUCLID CHEMICAL TOXEMENT**.

Las estructuras de concreto simple, reforzado o pretensado / postensado, generalmente diseñadas y construidas para satisfacer un conjunto de requisitos arquitectónicos, funcionales, estructurales, de comportamiento, de estabilidad y de seguridad, durante un cierto período de tiempo, sin que generen costos inesperados por mantenimiento o reparación. El medio ambiente, juega un papel importante, por cuanto el estado del tiempo y el clima definen la condición de agresividad del entorno que rodea la superficie de una estructura de concreto. De otra parte, la estructura y la microestructura internas del concreto definen la interacción y el comportamiento de la masa superficial e interna, frente a la agresividad del medio ambiente.

1. NORMAS DE REFERENCIA

El proceso general reparación de concreto en ambientes marinos debe ser considerado con base en la siguiente normativa internacional:

- **ACI 546R:** Guía para la reparación del concreto.
- **ACI 546.2R-20:** Guía para la reparación del concreto bajo agua.
- **ACI 201.2R:** Guía para concreto durable.
- **ACI 515.1R:** Guía para el uso de sistemas impermeabilizantes, protecciones y barreras decorativas para concreto.
- **ACI 357:** Guía para el diseño y construcción de estructuras de concreto fijas en ambientes marinos.
- **NSR-10:** Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. 2010.

2. INFORMACIÓN TÉCNICA

Además de los requisitos de resistencia y funcionalidad, un común denominador para el diseño de todos estos elementos de concreto es proveer condiciones adecuadas de durabilidad para satisfacer la vida útil esperada de la estructura inmersa en un ambiente tan agresivo como lo es el entorno marino. En estos ambientes, los elementos de concreto estructural se encuentran expuestos de diferentes maneras a la acción del agua salada o, para el caso de muelles fluviales, de agua dulce que en muchos casos arrastra contaminantes o contiene compuestos agresivos.

Los efectos de tal exposición varían con el tipo de contacto entre la estructura y el agua, bien sea continuo o cíclico, debido a la presencia de corrientes, oleaje y régimen de mareas, entre otros factores. El deterioro de estos elementos durante

la vida operativa de la estructura y su reparación para restaurar sus condiciones iniciales o para repotenciar la estructura se ha convertido hoy en un desafío exigente tanto para el diseñador como para los propietarios y operadores de las instalaciones portuarias.

En construcciones nuevas, los problemas de durabilidad suelen ocurrir cuando se aplican materiales de baja calidad o cuando se especifican mezclas de concreto inadecuadas que no previenen los problemas de durabilidad. Tanto la **NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente)**, como la **NTC 5551 (durabilidad de estructuras de concreto)**, establecen las especificaciones aplicables a concretos hidráulicos sometidos a condiciones de exposición ambiental específicas.

De acuerdo a la TABLA C.4.2.1 — CATEGORÍAS Y CLASES DE EXPOSICIÓN del reglamento NSR-10:

CATEGORÍA	SEVERIDAD	CLASE	CONDICIÓN
C Protección del refuerzo para la corrosión.	No aplicable	C0	Concreto seco o protegido contra la humedad.
	Moderada	C1	Concreto expuesto a la humedad, pero no una fuente externa de cloruros.
	Severa	C2	Concreto expuesto a la humedad y a una fuente externa de cloruros provenientes de productos químicos des-congelantes, sal, agua salobre, agua de mar o salpicaduras del mismo origen.

Nota: Se extrajo únicamente la categoría C, de dicha tabla.

En la tabla C.4.3.1 – Requisitos para el concreto según la clase de exposición, los siguientes son los requisitos para la clase C2:

- Relación a/mc (agua / material cementicio) máxima +/-: 0.40.
- $F'c$ mínima en MPa: 35.
- Contenido máximo de iones de cloruro (Cl^-) soluble en agua en el concreto, porcentaje por peso de cemento:
 - Concreto reforzado: 0.15.
 - Concreto Pre-esforzado: 0.06.

3. PATOLOGÍAS EN MUELLES Y PUERTOS

Las estructuras que se encuentran bajo agua, como: presas, canales, tanques, alcantarillado, muelles, se enfrentan a condiciones que pueden deteriorarlas más rápidamente que las estructuras no sumergidas. Estas condiciones especiales hacen que los procesos de reparación y los materiales que se usan sean igualmente ajustados a estas condiciones extremas.

Tal como se hace en otro tipo de condiciones, para generar una adecuada reparación de la estructura y prolongar su vida útil, se requiere de una adecuada evaluación, iniciando por la información del diseño, proceso de construcción, el ambiente al que está sometido, uso que se le ha dado, un historial del mantenimiento o incluso reparaciones que se hayan hecho y finalmente pruebas que ayuden a determinar el estado de la estructura. Con el análisis de esta información, se puede determinar el proceso de reparación de dicha estructura, basado en las causas de su deterioro. La prolongación de la vida útil de la estructura será la condición que indique si el proceso de reparación fue el adecuado.

Dentro del proceso de reparación de estructuras bajo agua, a continuación se presentan las generalidades del análisis de causas del deterioro y los métodos y materiales de reparación.

Causas del deterioro en estructuras bajo agua:

- Prácticas deficientes y errores de construcción.
- Impactos recibidos: por embarcaciones y escombros.

- Abrasión: flujo de continuo de agua con partículas (rocas o arena) cavitación.
- Ataque químico: materiales provenientes de la industria, agua residual, agua subterránea o tratada con químicos e incluso por causa de químicos presentes en el concreto.
- Ataque microbiano: especies marinas perforadoras de roca, bacterias anaerobias sulfo reductoras.
- Corrosión del acero de refuerzo por el ingreso de iones cloruro.
- Cristales de sal que migran dentro de la estructura y luego cambian de forma, generando presión interna en el concreto.



4. PRODUCTOS

Para la apropiada selección de los productos **EUCLID CHEMICAL TOXEMENT** aplicables es necesario tener en cuenta los siguientes productos:

Adiciones:

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	DOSIFICACIÓN
EUCON MSA - MICROSILICA	<p>Es un aditivo en polvo de color gris que adicionado al concreto le otorga características de alta resistencia mecánica y química. EUCON MSA - MICROSILICA reacciona con el hidróxido de calcio en la pasta de cemento, produciendo mayor cantidad de gel de silicato de calcio, incrementando las resistencias y durabilidad. Las partículas muy finas de micro sílice llenan los pequeños espacios entre las partículas de cemento creando un concreto más denso y menos permeable.</p> <p>EUCON MSA - MICROSILICA cumple con los requerimientos de ASTM C- 1240</p>	Entre el 3% y 10% del peso del cemento y/o de acuerdo a las consideraciones técnicas de aplicación solicitadas.
EUCON MTC	<p>EUCON MTC es un material sólido finamente molido, a base de aluminio – silicatos, utilizado como material cementante. Índice Pozolánico: >75%</p>	La dosis de EUCON MTC depende de las características del concreto o diseño a producir, consulte con EUCLID CHEMICAL TOXEMENT, para determinar la dosificación óptima.

Aditivos para concreto:

LÍNEA	USOS	PRODUCTO
ADITIVO PARA COLOCACIÓN DE CONCRETO BAJO AGUA.	<p>EUCON ABS PLUS es un aditivo líquido diseñado principalmente para modificar la reología del concreto y prevenir las pérdidas de los materiales finos en la matriz del concreto, como lo son los agregados finos y el material cementante, cuando es colocado en aplicaciones bajo el agua.</p> <p>EUCON ABS PLUS también puede ser usado para reducir la exudación y segregación excesiva en concreto o mortero.</p> <p>EUCON ABS PLUS cumple con las especificaciones de la norma ASTM C-494 Tipo S y la especificación US Corps of Engineers CRD-C661.</p>	EUCON ABS PLUS
ADITIVO INHIBIDOR DE CORROSIÓN.	<p>EUCON CIA - 100 es un aditivo líquido base Nitrito de Calcio, diseñado como inhibidor de corrosión del acero de refuerzo en concreto. EUCON CIA - 100 cumple con la clasificación ASTM C-494 tipo C; AASHTO M-194 Tipo C; Corps of Engineers CRD C87 Tipo C Clasification.</p>	EUCON CIA 100
RETARDANTES Y REDUCTORES DE AGUA	<p>Son aditivos líquidos, reductores de agua y retardantes para concreto; estos aditivos han sido formulados para dar un comportamiento optimo en concretos con reducción de agua o que requieran buen tiempo de trabajabilidad. Existe un diseño de aditivo especial de acuerdo a la temperatura de la zona donde se va a colocar el concreto.</p>	LÍNEA EUCON WR Y EUCON RETARDER
ESTABILIZADORES DE HIDRATACIÓN	<p>Aditivos líquidos para concreto que inhiben temporalmente la hidratación del cemento y retardan levemente el tiempo de fraguado. De acuerdo con su aplicación, pueden utilizarse como parte de un sistema de aditivos para prolongar el tiempo de trabajabilidad de mezclas de concreto que requieran un control en la permanencia de la fluidez, teniendo retardos de fraguados controlados.</p>	LÍNEA EUCO ESTABILIZADOR

Productos para reparación:

TIPO DE SOLUCIÓN	PRODUCTOS APLICABLES	DESCRIPCIÓN
REPARACIÓN DE FISURAS ESTRUCTURALES.	EUCO INYECCIÓN 100	Inyección para grietas estructurales, material insensible a la humedad.
PROTECCIÓN Y RECUPERACIÓN DEL ACERO DE REFUERZO.	TOC ARMADURA 6037	Recubrimiento anticorrosivo para armaduras con base en polímeros acrílicos y cemento.
	DURALPREP AC	Recubrimiento anticorrosivo para refuerzo en acero, base epóxico - cemento.
	DURAL 452 GEL	Adhesivo epóxico para anclaje.
REPARACIÓN DE SECCIONES DE CONCRETO.	EPOTOC L	Puente de adherencia epóxico con prolongado tiempo abierto.
	HARDTOP No. 2 AC	Mortero acrílico bi-componente con inhibidor de corrosión para reparaciones.
	EUCOCRETE AC	Mortero de reparación de alto desempeño con inhibidor de corrosión para reparaciones. Producto mono-componente.
	VERTICOAT No. 2 AC	Mortero acrílico mono-componente con inhibidor de corrosión para reparaciones.
	EUCO CONCRELISTO AC	Concreto semi-fluido sin retracción con inhibidor de corrosión.
PROTECCIÓN DE CONCRETO.	TOC 8010	Sistema epóxico de alta resistencia química resistente a la humedad.
	EUCOFLEX CALIENTE	Es un sistema a base de poliurea pura, de dos componentes, de extra rápido curado para la aplicación de membranas elásticas, con puenteo de fisuras. Sólo se aplica por proyección mecánica en caliente.
PROTECCIÓN GALVÁNICA.	SENTINEL GL	Este Ánodo contiene suficiente Zinc (38 gramos) para garantizar su durabilidad posterior a los 10 años de aplicado por la ley de Faraday.
	SENTINEL SILVER	Para proyectos donde se requiera una mayor cantidad de zinc, ésta referencia cuenta tiene las mismas características del diseño de Sentinel GL, pero con 100 gramos de Zinc de alta pureza. El desempeño del ánodo galvánico proporciona 20% de mejor desempeño que el actual, buscando reforzar el acero fuera de la zona de reparación en comparación con el original Sentinel GL.
	SENTINEL GOLD	Es el producto "premium" de la industria de ánodos galvánicos, contiene 200 gramos de zinc de alta calidad. Este ánodo fue diseñado para ofrecer protección máxima en los entornos más severos.



Productos para reparación

PRODUCTO O PROCEDIMIENTO	USOS	PRODUCTO
AQUASEAL	<p>AQUASEAL GEL, AQUASEAL LV, AQUASEAL MV.</p> <p>Sistema epóxico para recubrimiento y reparcho de estructuras bajo agua.</p> <p>La línea AQUASEAL son productos epóxicos de dos componentes 100% sólidos diseñados para aplicaciones bajo agua en superficies de concreto o mortero. Los productos AQUASEAL son adecuados para aplicaciones tanto en agua pura como en agua salada.</p> <p>AQUASEAL GEL cumple con los requisitos de la norma ASTM C-881, Tipo IV, Grado 3, clase C.</p> <p>AQUASEAL LV cumple con los requisitos de la norma ASTM C-881, Tipo III, Grado 1, Clase C.</p> <p>AQUASEAL MV (Medium Viscosity) es un recubrimiento en película de alto espesor para protección de estructuras bajo agua. Cumple con los requisitos de la norma ASTM C-881, Tipo IV, Grado 2, Clase C.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • AQUASEAL LV es una versión de baja viscosidad que puede ser mezclada con agregado para conformar grout en reparaciones y reparchos. • AQUASEAL LV puede ser empleado puro en la reparación de grietas o fisuras mediante el empleo de técnicas de inyección. • AQUASEAL GEL puede ser usado puro o con agregado para reparchos o grout en reparación de superficies verticales bajo agua. • No mezclar o diluir los productos AQUASEAL. • No mezclar o aplicar en temperaturas menores a 13°C. • Usar solo agregados limpios y secos. • Los productos AQUASEAL no están diseñados para resistir presión hidrostática negativa. • No agitar el producto bajo agua o hacerlo al mínimo. • Debido a las variables que pueden presentarse bajo agua, se recomienda efectuar un ensayo de aplicación antes del inicio del proyecto, siguiendo las condiciones del sitio de trabajo, con el fin de evaluar tanto las técnicas de aplicación como la adherencia después del curado.
SPEED CRETE BLUE LINE	<p>Material cementoso de fraguado rápido para reparación de concreto y mampostería bajo agua. SPEED CRETE BLUE LINE es ideal para aplicaciones en superficies horizontales, verticales y sobre cabeza que se encuentren bajo agua.</p> <p>ASTM C-109 Resistencia a la compresión a 28 días: 6015 psi.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La superficie debe estar estructuralmente sana, limpia, libre de concreto suelto o deteriorado, moho, crecimiento de vida marina, materiales aceitosos u otros contaminantes. • El área a reparar debe tener profundidad mínima de ¾ pulgada (19.1 mm). • Limpiar el acero expuesto y reforzar. • Cuando el sustrato no es absorbente, se debe dar el perfil necesario para asegurar la adherencia del material. • La superficie debe estar húmeda antes de la aplicación.

5. PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Detección y demolición del concreto deteriorado

Las investigaciones estructurales de áreas bajo agua y áreas no sumergidas son usualmente realizada como parte de una rutina dentro del programa de mantenimiento de dicha estructura. Estas investigaciones incluso pueden requerir de busos para inspeccionar, por lo que llevará más planeación y en general esfuerzo para realizarlo.

El objetivo, es que el inspector detecte los daños en los elementos estructurales e identifique el tipo y la extensión de dicho defecto para determinar que tan serio puede ser el problema. Los métodos de inspección pueden incluir: visual, táctil (al palpar la superficie), pruebas no destructivas del concreto (ultrasonido, localizador magnético de refuerzo, martillo de impacto, radar, etc) o ensayos destructivos (núcleos de concreto, muestras y cortes sobre la estructura de concreto o mortero).



En las áreas que se encuentran deterioradas debido a agresiones biológicas, químicas o físicas y que deban ser removidas para luego continuar con los procesos de reparación y protección, se recomienda utilizar métodos de localización o los planos estructurales para determinar la profundidad, tamaño, cantidad y ubicación aproximada de la armadura en el concreto, esto para no ocasionar daño en el refuerzo, durante las operaciones posteriores.

Seleccionar un método de demolición que no vaya a causar una afectación en la capacidad estructural, se recomienda usar: water jet de alta presión, sierras neumáticas o hidráulicas o un martillo neumático.

Guía para el uso de agua a alta presión como método para la preparación de superficies.

(ACI RAP Bulletin 14: Concrete Removal Using Hydrodemolition.)

Todos los defectos y daños deben retirarse hasta descubrir el concreto sano, para esto se recomienda:

- 1 Retirar el concreto dañado generando una caja de forma regular.
- 2 Asegurarse de eliminar todo el material suelto, carbonatado, contaminado o afectado por la corrosión del acero de refuerzo. En este último caso se debe demoler hasta rodear completamente la armadura con corrosión, dejando mínimo 2 cm de espacio entre el acero y el concreto más cercano.
- 3 Tratamiento del acero de refuerzo: determinar que grado de corrosión tiene el acero de refuerzo, si es posible tratarlo o si es necesario remplazarlo. Si el acero de refuerzo se encuentra con un grado de corrosión aceptable que no comprometa su capacidad estructural se debe limpiar con tratamientos mecánicos tipo wetblasting hasta un perfil de rugosidad mínimo grado comercial o SSPC-SP6.
- 4 Aplicar sobre el refuerzo el tratamiento anticorrosivo para armaduras base polímeros modificados tipo TOC ARMADURA 6037 o DURALPREP AC, mínimo en dos capas utilizando una brocha o cepillo de cerdas suaves. Si el refuerzo debe ser remplazado, según la valoración realizada por especialistas estructurales, realizar la instalación y anclaje con un adhesivo para anclaje, se debe asegurar que el concreto se encuentre seco, se recomienda utilizar el producto DURAL 452 GEL con el fin de garantizar que el acero de refuerzo quede adecuadamente adherido a la estructura de concreto.

Preparación perfil de adherencia:

1

Preparar la superficie de concreto mecánicamente para garantizar un perfil de adherencia de 1 mm a 3 mm (CSP 5 – CSP 8 según guía ICRI 310.1R “Selección y especificación de preparación de superficies de concreto para sellos, recubrimientos y sobre capas”) dependiendo del espesor de la reparación. Limpiar la superficie dejándola libre de polvo, grasa, curadores, material suelto, etc.

Aplicación del adhesivo de concreto nuevo a concreto endurecido:

1

Con el fin de garantizar la adherencia del mortero de reparación, se debe imprimir con el adhesivo epóxico EPOTOC L “puente de adherencia epóxico de prolongado tiempo abierto de aplicación”. Se debe tener cuidado cuando este material es usado en clima cálido, altas temperaturas pueden causar una reacción prematura del producto creando una superficie antiadherente.

2

Homogenizar la parte A y la parte B independientemente y luego utilizar un mezclador mecánico de bajas revoluciones hasta obtener un color completamente uniforme. Aplique con brocha o rodillo y coloque el mortero que se haya elegido, según las opciones propuestas en este documento, en la sección de productos, esto, antes que el EPOTOC L se haya secado, preferiblemente antes de 4 horas posterior a su colocación, a una temperatura promedio de 20°C.

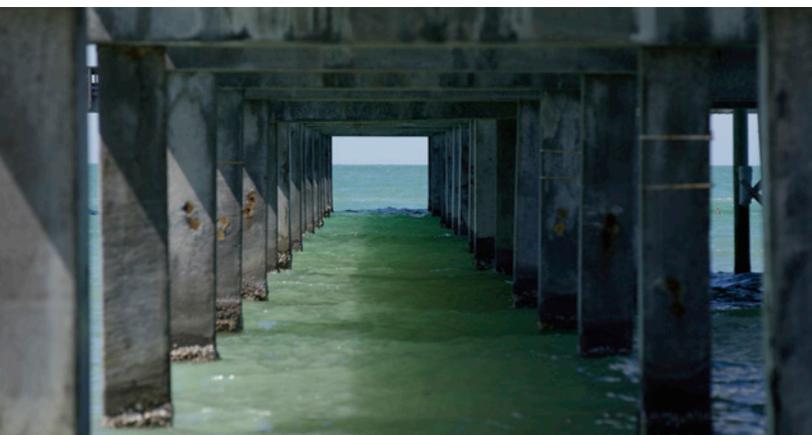
6. CONCRETO BAJO AGUA



Bombeo de concreto para reparación.

“Las colocaciones típicas de concreto bajo el agua incluyen elementos estructurales y no estructurales, no estructurales tales como ataguías o sellos de cimentación y elementos estructurales tales como pilares de puentes, muros de diques y tomas de agua. El concreto colocado bajo agua se ha usado también para agregar peso a las secciones de sumideros en túneles prefabricados, unir secciones de túnel in situ y para reparar daños por erosión o cavitación en importantes estructuras hidráulicas”. Tomado de ACI 304R – bombeo de concreto.

Un concreto bajo agua tiene 4 aspectos a tener en cuenta:



Manejable

Altamente cohesivo

Materiales bien gradados

Una tecnología especial de aditivos

Se pueden utilizar este tipo de concreto en las siguientes aplicaciones:

- Reparación bajo agua de puentes.
- Construcción de presas y reparación bajo nivel de agua.
- Concreto para cimentación.
- Aplicaciones bajo agua de morteros y grouts.

Características de las tecnologías de aditivos para este tipo de concreto:

A Aditivos Reductores de agua de alto rango, que puedan dar viscosidad a la mezcla.

Retardantes o Estabilizadores, para garantizar los tiempos de colocación.

B

C Modificadores de viscosidad especiales, que garanticen la no segregación y pérdida de finos del concreto.

Nota: para esta tecnología de concreto colocado bajo agua, **EUCLID CHEMICAL TOXEMENT** tiene el aditivo **EUCON ABS PLUS**.

Técnicas de colocación que se deben tener en cuenta para estos concretos.

Para aplicaciones exitosas de concreto bajo agua se requiere prevenir flujo de agua a través o por el sitio de colocación, una vez el flujo es controlado ambos sistemas de colocación tremie o por bombeo directo constará de tres pasos:

1 La primera parte del concreto colocado será físicamente separado del agua mediante el uso de un tapón en la tubería o teniendo la boca de la tubería sellada y su interior drenado.

2 Una vez se llena con el concreto la tubería se levanta suavemente para permitir al tapón escapar o en su defecto romper el sello. El concreto fluirá y desarrollará un montículo alrededor de la boca de la tubería, esto se denomina establecer un sello.

3 Una vez que se establece el sello, se inyecta concreto fresco en la masa de concreto existente. El mecanismo de flujo exacto que tiene lugar no se conoce con precisión, pero la mayoría del concreto aparentemente no está expuesto al contacto directo con el agua.

Las químicas utilizadas en los concretos con menor pérdida por lavado, también se encuentran normalizadas: Los aditivos químicos para uso en concreto bajo agua han sido desarrollados para hacer el concreto más cohesivo y por lo tanto menos propenso al lavado de cemento o finos del concreto durante la colocación. El cuerpo de Ingenieros (USA) ha desarrollado el método de ensayo: **CRD-C 61** para evaluar la efectividad de estos aditivos, debido a la natural tixotropía del concreto tratado con estos aditivos debe usarse con cuidado en colocaciones masivas en las cuales el concreto se espera fluya largas distancias una vez sale de la tubería tremie. Ensayos de colocación deben ser efectuados para verificar que el proporcionamiento del concreto con el aditivo anti – lavado pueda mantener adecuado asentamiento en el tiempo y pueda fluir la distancia que se requiere.

7. MORTEROS CEMENTICIOS

Este tipo de materiales son elaborados a base de cementos de alta especificación, agregados finamente procesados y seleccionados y aditivos químicos específicos diseñados para proporcionar un rápido fraguado, para uso particularmente bajo el agua. Este mortero, produce una reacción química de "hiper hidratación" la cual produce una matriz cementicia muy estable y de baja permeabilidad.

Los morteros se usan para penetrar fisuras y pequeños defectos como hormigueros en las estructuras bajo agua. Al igual que el concreto bajo agua, la guía ACI 304.2R genera las indicaciones para la colocación adecuada de estos materiales.

Los materiales deben permanecer estables y adheridos al sustrato en ambientes secos y

húmedos para evitar el desarrollo de problemas de stress en la unión de la estructura a reparar y el mortero de reparación. Hay varias ventajas al usar estos materiales:

- Tienen un fraguado acelerado.
- Se les puede dar la forma que se requiera, para adaptarlo a la estructura a reparar.
- Los materiales cementicios sin curar son menos peligrosos que los epóxicos sin curar.
- Son fáciles de manejar, ya que son menos sensibles a las variaciones de temperatura durante su mezcla y colocación y es más fácil su proporcionamiento y mezclado.

Nota: para este tipo de usos, el **SPEED CRETE BLUE LINE** de **EUCLID CHEMICAL TOXEMENT**, material cementoso de fraguado rápido para reparación de concreto y mampostería bajo agua.

Colocación de mortero o grout cementicio

Los documentos **NSR 10** y **ACI 318**, especifican un recubrimiento mínimo dependiendo de la exposición ambiental, los niveles máximos de cloruros, la relación agua cemento y otras directrices para mejorar el comportamiento de la estructura, todo esto contribuye a reducir al mínimo el potencial de corrosión de los materiales convencionales de refuerzo.

A

Para el ambiente del muelle se debe mantener un recubrimiento de 75 mm de un producto cementicio tipo con inhibidor de corrosión, para mejorar su desempeño ante las agresiones del medio ambiente.

C

Aplicar un desmoldante sobre las formaletas y superficies en general que estarán en contacto directo con los morteros. En superficies de concreto que no estarán sumergidas y se tiene especificado la aplicación posterior de un recubrimiento, acabado u otro material, se recomienda utilizar un desmoldante que no deje residuos sobre el concreto que puedan afectar la adherencia de estos materiales.

B

En los casos que no se requiera puente de adherencia se recomienda lavar con agua a baja presión (1000 - 1400 psi), para retirar sal remanente sobre las superficies a recubrir antes de la colocación del mortero de reparación o concreto, el sustrato debe estar húmedo, pero no con exceso de agua.

D

Es importante realizar un curado adecuado con agua por mínimo 7 días, si esto no es posible, utilizar un compuesto curador que cumpla con la norma ASTM C 309, en áreas donde se necesite instalar un acabado posterior, se recomienda un compuesto curador de fácil remoción tipo EUCO CURADOR ER.

8. SISTEMA DE RESINAS EPÓXICAS

Las resinas epóxicas con aminas hidrofóbicas han mejorado el desempeño de las reparaciones bajo agua. La naturaleza hidrofóbica de los sistemas de resina epóxicas, desplaza el agua en la superficie de concreto, para mejorar la adherencia y la resistencia mecánica del sistema de resina curada.

Generalmente, resinas epóxicas o de poliéster normales, son inadecuadas para uso bajo agua, ya que generalmente fallan en adherencia al concreto dañado y pueden verse afectadas por la reacción entre el endurecedor y el agua. El uso de resinas epóxicas puede resultar en cohesividad, resistencias mecánicas más altas, mejor trabajabilidad, resistencia al deslave del cemento y la reducción en la generación de contracción.

Para este tipo de usos, tenemos la línea **AQUASEAL** de **EUCLID CHEMICAL TOXEMENT**.



Los usos de este tipo de materiales son:

- Recubrimiento para concreto, pilares y pilotes de acero.
- Grout para sistema de camisas para protección de pilotes.
- Inyección a presión bajo agua.
- Lechada en pernos de anclaje

Grout para sistema de camisas para protección de pilotes.

Dentro de los usos anteriores, el sistema de camisas para protección de pilotes genera una protección prolongada de la erosión de la arena, las olas, los ciclos de húmeda-secado, escombros flotantes, especies marinas, daño por ciclos de hielo-deshielo y penetración de sales y químicos agresivos a la estructura.

Este sistema, incluye mortero epóxico para aplicaciones marinas. El trabajo consiste en preparar la superficie de los pilotes a encamisar, instalar una camisa alrededor del pilote, e inyectar mortero epóxico en el espacio entre el pilote y la camisa.

La guía ACI 546.2R (underwater repair), sugiere utilizar materiales probados bajo ASTM C881, esto debido a que la reparación bajo agua crea retos de desempeño para estos materiales. La camisa plástica debe ser adecuada para la geometría y tamaño del elemento a reparar, con las adecuaciones necesarias, para mantener su forma durante y después del vertido del mortero epóxico.

Materiales:

El mortero epóxico mezclado (resina y agente de curado) con las siguientes características en el estado no endurecido:

1. Consistencia o viscosidad que permita las siguientes acciones:
 - Puede ser bombeado o vertido sin segregación.
 - Que pueda rellenar completamente el espacio anular entre la camisa y el pilote, sin vacíos.
2. El Tiempo de reacción de la mezcla debe ser el adecuado para una colocación apropiada sin vacíos, y que permita un tiempo adecuado para el llenado dentro de la camisa.
3. Que este recomendado por el fabricante para reparaciones bajo agua.

Preparación de la superficie:

1

Se debe limpiar a fondo la superficie del pilote, dado que se puede tener adherido estos crecimientos propios del ambiente marino, aceite, grasa, lodo, óxido, concreto suelto y deteriorado, microorganismos y cualquier otro material que pueda impedir la adhesión adecuada entre el mortero epóxico y el pilote, utilizando herramientas manuales hidráulicas o neumáticas. Este proceso es más complicado que en las estructuras no inmersas o que no están cerca al agua, por ello, debe realizarse con profesionales experimentados, ya que, de la adecuada preparación de la superficie, depende en gran parte la efectividad de la reparación.

2

En este tipo de trabajos, se sugiere tomar precauciones para no dañar el concreto no descascarado o agrietado en el lugar de las reparaciones programadas.

3

Se debe revisar el acero de refuerzo de la estructura y realizar el reemplazo de aquel que ya no esté en buen estado y protegerlos mediante recubrimientos especializados para este uso, entre los que generalmente se encuentran de dos tipos: recubrimiento acrílico - cementicio o cementicio epóxico.

4

Luego de la adecuada preparación de la superficie se coloca la chaqueta.

Proceso de llenado:

1

Se coloca la chaqueta alrededor la estructura, de manera que no se abra por cuenta de la corriente o las olas, ni tampoco por el vertido del mortero de reparación.

2

Se coloca un sistema que asegure la chaqueta a la pila.

3

Luego de mezclar el mortero epóxico en la superficie, este se coloca en el espacio anular entre la chaqueta y la pila, con el fin de desplazar toda el agua presente.

Nota: Es posible que el mortero requiera ser vibrado durante la colocación para remover bolsillos de aire.

Colocación de resinas epóxicas en la zona de splash o bajo agua:

En este caso la línea **AQUASEAL**, será la sugerencia de producto a usar:

- AQUASEAL es un recubrimiento protector de alto desempeño para estructuras bajo agua.

- AQUASEAL GEL puede ser usado puro o con agregado para reparcheos o grout en reparación de superficies verticales bajo agua.

- AQUASEAL LV es una versión de baja viscosidad que puede ser mezclada con agregado para conformar grout en reparaciones y reparcheos. AQUASEAL LV puede ser empleado puro en la reparación de grietas o fisuras mediante el empleo de técnicas de inyección.

Inyección de resinas epóxicas:

En este caso se sugiere revisar el documento **GUÍA DE ESPECIFICACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE FISURAS EN EL CONCRETO** que se encuentra en nuestro sitio web: www.toxement.com.co, así como el **ACI RAP Bulletin 1: Structural Crack Repair by Epoxy Injection**.

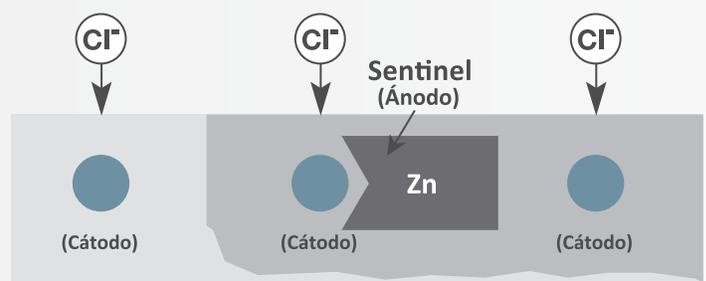
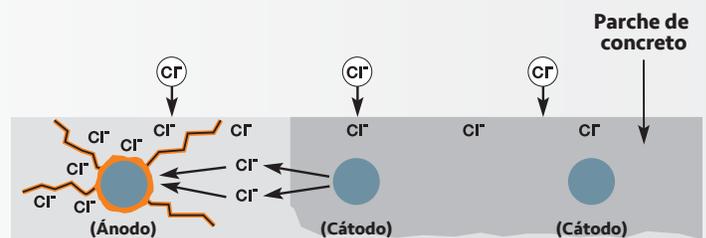
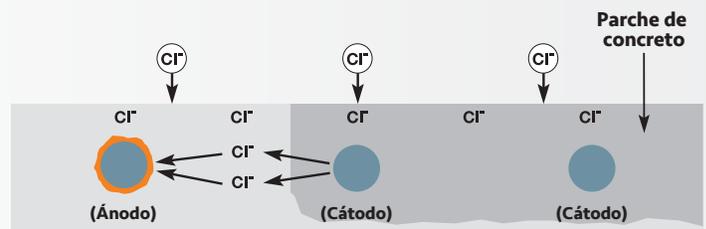
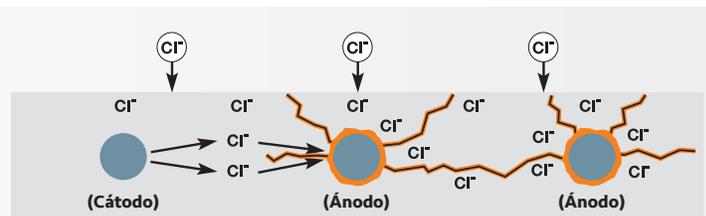
Nota: para mayor información al respecto de estos productos y procedimientos de inspección, aplicación y evaluación, se sugiere consultar la **guía ACI 546.2R**.

9. PROTECCIÓN CON ÁNODOS GALVÁNICOS

En las reparaciones convencionales, a mediano y largo plazo, las zonas no reparadas tienden a convertirse en un nuevo ánodo generando nuevos procesos de corrosión y posteriormente agrietamientos en el concreto, de esta forma la reparación se convierte en un proceso que nunca termina.

Por esta razón se recomienda realizar las reparaciones incluyendo el uso de ánodos de sacrificio tipo SENTINEL prolongando así la vida útil de la reparación.

La tecnología de protección catódica busca prevenir la corrosión del acero de refuerzo generando una corriente galvánica entre el acero y el zinc del SENTINEL, por sus diferenciales de potencial de reducción. Debido a que el zinc es un metal más activo que el acero (ver imagen), el zinc se sacrificará a si mismo convirtiéndose en el ánodo y forzando al acero a convertirse en el cátodo protegido en la celda de corrosión.



El zinc protege al acero

10. PROTECCIÓN SUPERFICIAL DEL CONCRETO

Se recomienda incluir una protección superficial epóxica en las áreas inferiores y bordes de las plataformas, se deben aplicar productos desarrollados específicamente para zonas expuestas a alta humedad con alta resistencia al ataque químico y mecánico tipo **TOC 8010**.

Para la protección de los pilotes se debe evaluar si es posible realizar la instalación del recubrimiento generando un cronograma con el cambio de las mareas para lograr la colocación del producto en la zona de splash, de lo contrario utilizar alguno de los productos del sistema epóxico para protección bajo agua **AQUASEAL**.

Procedimiento estándar para aplicación de recubrimiento **TOC 8010**:

- Tratamiento de superficie con wetblasting o hydroblasting, hasta obtener un perfil de rugosidad mínimo CSP 3.
- Dejar secar la superficie de concreto hasta obtener una humedad máxima de 6%.
- Aplicar la primera capa TOC 8010, preferiblemente en color rojo.
- Aplicar una segunda capa de TOC 8010 gris.
- Requiere ser vibrado durante la colocación para remover bolsillos de aire.

11. CONCLUSIÓN

El extender la vida útil de una estructura siempre será un reto constante para la ingeniería, pero este será aún mayor cuando se trate de la reparación de estructuras bajo agua, debido a las condiciones adversas en las que se deben realizar dichos trabajos, es por ello la importancia de seguir un proceso adecuado que incluya:

- Pruebas e inspección de la superficie.
- Información de diseño y reparaciones previas.
- Materiales por utilizar y su correcto control de calidad.
- Un diseño del proceso de reparación.

Esto va a garantizar una reparación de alto desempeño y a largo plazo la prolongación de la vida útil de la estructura.

12. CONTROL DE CALIDAD E INSPECCIÓN DE LAS REPARACIONES

Las inspecciones de construcción son hechas para verificar que las reparaciones se hayan realizado de acuerdo con lo especificado o diseñado.

El procedimiento de dicho control se realiza a discreción del dueño o acuerdo entre el dueño y el contratista de la obra. Un experto o un laboratorio de ensayos puede ser el responsable de realizar dichas pruebas o inspecciones.

Técnicas de inspección: La mayoría de las inspecciones son visuales, también se incluyen

pruebas con herramientas manuales con martillos o cadenas.

En algunas ocasiones, se realizan pruebas destructivas como pull off o núcleos de concretos, para verificar el desempeño adecuado de la reparación.

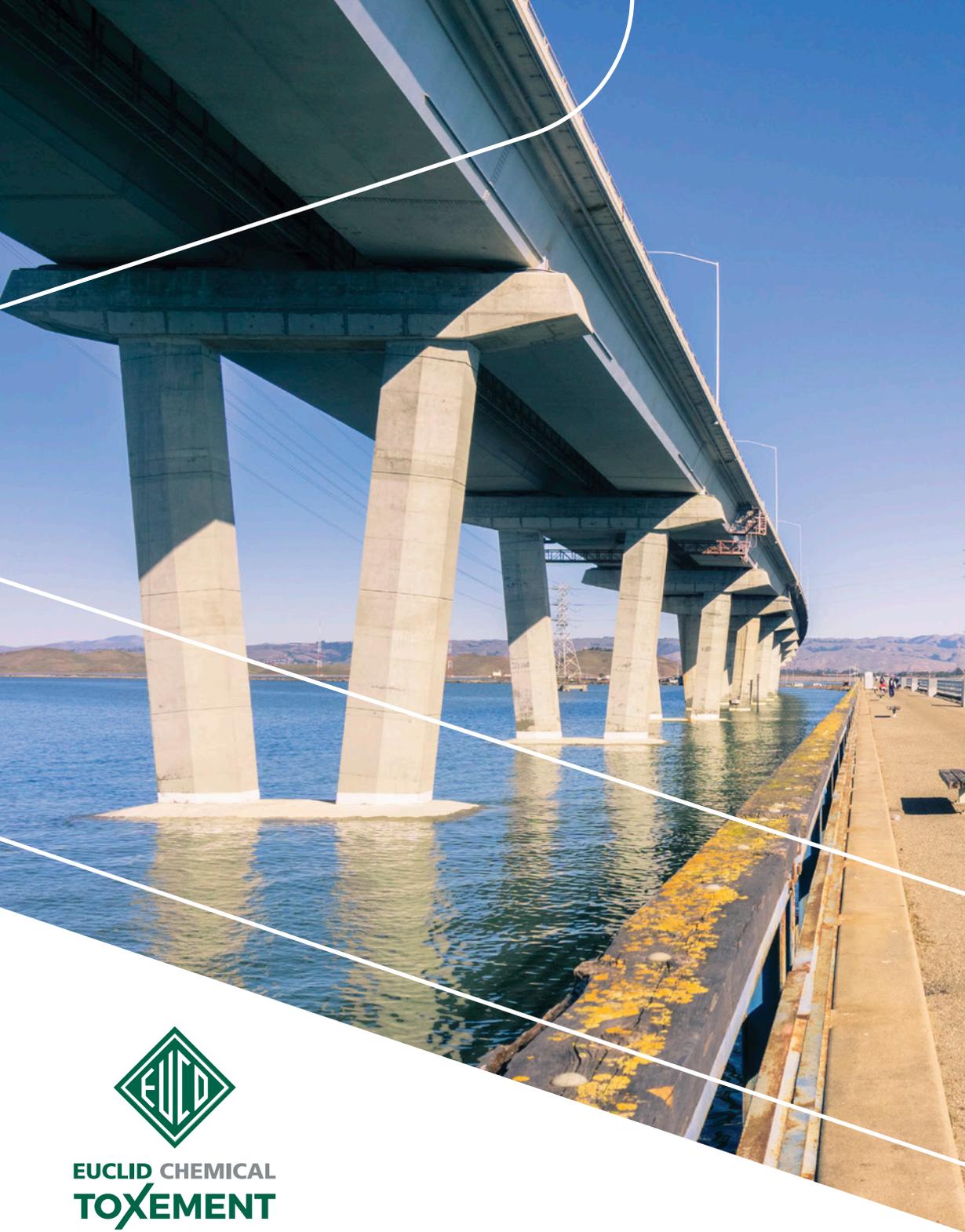
En este último caso, se sugiere realizar dichos ensayos bajo la guía ICRI 210.3R: Guide for Using In-Situ Tensile Pulloff Tests to Evaluate Bond of Concrete Surface Materials.

ARTICULOS DE REFERENCIA

- Effects of anti-washout admixtures on fresh concrete properties. ACI Materials Journal. March 1995. Kamal H Khayat.
- Influence of surface preparation on adhesion of underwater repair concretes under hydrostatic pressure Piotr Brzozowski , El zbieta Horszczaruk. Poland.
- Documentos técnicos de EUCLID CHEMICAL TOXEMENT.
<https://www.toxement.com.co/zona-%c3%a9cnica/especificaciones/aditivos/>



EUCLID CHEMICAL
TOXEMENT



EUCLID CHEMICAL TOXEMENT



OFICINA PRINCIPAL
Parque Industrial
Gran Sabana



CONTACTO
(601) 869 8787



E-MAIL
atencioncliente@euclidchemical.com.co



TOCANCIPÁ • COLOMBIA

OFICINAS NACIONALES

• Medellín: (4) 448 0121. • Cali: (2) 524 2325. • Barranquilla: (5) 380 8033.
• Bucaramanga: (7) 697 0201. • Cartagena: (5) 652 6231.



SÍGUENOS EN REDES SOCIALES

