

RECOMENDACIONES

# METODOLOGÍA ACI PARA LA REPARACIÓN DE DAÑOS Y DETERIOROS EN EL CONCRETO

Por: Ing. Luis Flores Tantaleán (\*)

**T**odos los profesionales que estamos ligados al campo de la ingeniería y la construcción, en algún momento debemos enfrentar daños y deterioros en las estructuras de concreto, producidos por diferentes factores como el medio ambiente, ataques físicos, químicos, térmicos, biológicos, etc., que dañan la estructura externa e interna del concreto, ello sumado al proceso de envejecimiento propio del mismo. Y en este punto es bueno saber que el Instituto Americano del Concreto (ACI, por sus siglas en inglés) proporciona literatura técnica que nos puede ayudar a seguir correctos procedimientos y recomendaciones para su reparación. Uno de ellos es el Comité ACI 546R, conocido también como la "Guía para Reparaciones del Concreto". En las siguientes líneas trataremos de resumirla para brindarles las principales recomendaciones.

## Metodología de reparación

Para las inspecciones y evaluaciones significativas que permitan lograr una reparación exitosa, es esencial la comprensión básica de las causas de las deficiencias del concreto. Si llegamos a determinar la verdadera causa del deterioro será más fácil escoger un sistema apropiado de reparación y con ello, estaremos asegurando prolongar la vida útil de la estructura.

Debemos saber diferenciar las causas de los "síntomas", observaciones o consecuencias de las mismas y es necesario establecer el tratamiento más adecuado para eliminar las causas y no las consecuencias. Por



ejemplo, el agrietamiento del concreto puede tener una variedad de causas como retracción por fragua, por contracción y/o dilatación térmica, por sobrecarga accidental, por corrosión del refuerzo o un diseño inadecuado. Conocer la causa real de la

fisuración nos ayudará a tomar decisiones racionales sobre la elección del sistema y proceso de reparación.

Es por ello que presentamos una metodología de evaluación que considera siete pasos que veremos a continuación.

## Paso 1: Evaluación de la condición y estado del concreto

El primer paso de la reparación del concreto es conocer el estado actual del mismo. Esta evaluación debe incluir la revisión de documentación relacionada al diseño y a la construcción, el análisis estructural y las condiciones de su deterioro, la revisión de pruebas existentes y mantenimientos practicados, revisión de cualquier trabajo previo de reparación, una inspección visual exhaustiva de la estructura, una evaluación de posibles problemas de corrosión y el desarrollo de pruebas destructivas y no destructivas en el elemento. Este paso debe ser practicado por personal técnico entrenado, que sepa levantar apropiadamente la información para el análisis posterior.



1. Una de las pruebas para estimar rápidamente la calidad del concreto es mediante el uso del Martillo de Rebote o Esclerómetro.

## Paso 2: Determinación de las causas del deterioro

Luego de completar la evaluación de las condiciones de la estructura se puede determinar el mecanismo de deterioro que causa el daño, siendo muy importante el criterio profesional para tomar las mejores decisiones.

## Paso 3: Selección de los métodos y materiales de reparación

Con los resultados de la evaluación recién se puede desarrollar el plan de reparación, seleccionar los materiales adecuados y preparar la ingeniería y especificaciones de restauración según las siguientes recomendaciones:

- El profesional o consultor puede incorporar los ajustes o modificaciones convenientes para remediar la causa del deterioro como cambiar las redes de drenaje de agua para evitar las fuentes del daño por cavitación, eliminar la exposición a determinadas sustancias que afectan al concreto, etc. Es importante conocer y entender los diferentes factores que pueden afectar al concreto y evitar su agrietamiento. Muchas veces no es posible eliminar las fuentes que causan su deterioro, pero se debe hacer lo posible para mitigar los daños.
- El consultor debe conocer las diferentes restricciones para efectuar las reparaciones, como accesos limitados,



2. El agrietamiento del concreto puede ser producido por diferentes causas. Es importante conocer bien los diferentes mecanismos de deterioro.

cronogramas de operaciones y las limitaciones impuestas por el propietario -incluido el costo- para determinar un procedimiento adecuado.

- Existen problemas inherentes que no podrán ser corregidos como la continua exposición a cloruros, sales, agua de mar o exposición a elementos químicos corrosivos. En estos casos, el sistema de reparación y protección solo buscará alargar la vida útil de la estructura.
- El profesional evaluará las ventajas y desventajas de efectuar reparaciones temporales y permanentes, así como la selección de materiales y procedimientos de reparación. Ocasionalmente se pueden presentar situaciones donde tratar los efectos y no las causas sea más rentable.
- Se deben tener en cuenta todos los materiales y procedimientos de reparación disponibles en el mercado local. Los proveedores

**SOLUCIONES A PROBLEMAS ESTRUCTURALES**

**INNOVACIÓN • INGENIERÍA • CONSTRUCCIÓN**

**ESPECIALISTAS EN:**

- Patología Estructural
- Consultoría y Reforzamiento Estructural
- Diseño y aplicación de fibra de carbono
- Inyección de fisuras y reparaciones

Representantes exclusivos en el Perú de:

ANTES      DESPUES

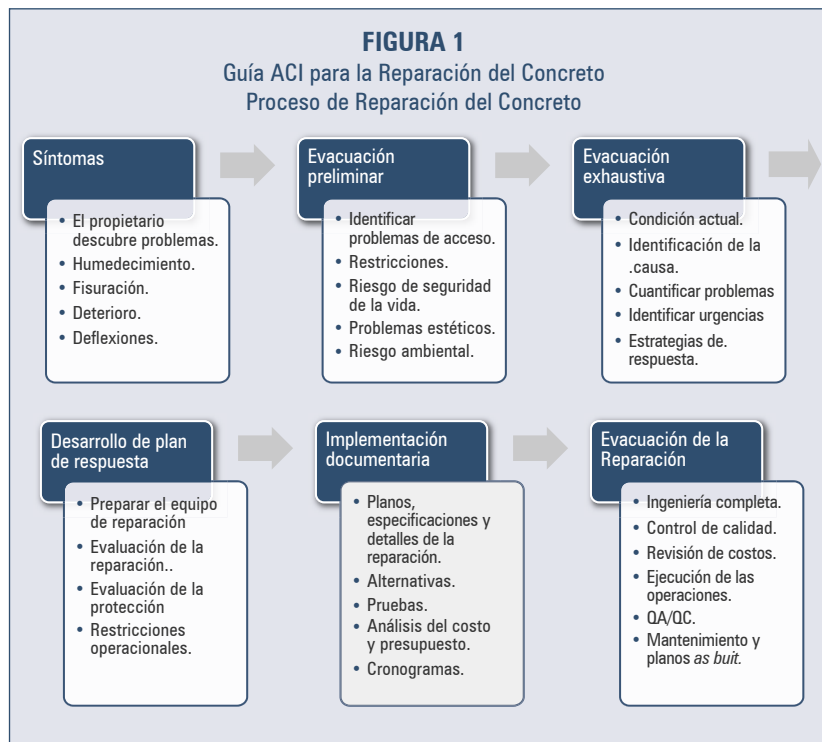
Av. Benavides 4129 - Surco T: 271-7095 / 448-2603 / 832\*1264 informes@topconsult.com.pe www.topconsult.com.pe

siempre están atentos a proporcionar ayuda técnica de sus productos. Al escoger un determinado producto o sistema debemos tener en cuenta las hojas técnicas del mismo y los procedimientos recomendados por los fabricantes.

- El profesional deberá determinar la magnitud del deterioro del refuerzo y la necesidad de un apuntalamiento temporal. Si el acero de refuerzo ha dejado de trabajar parcial o totalmente, se ha corroído y/o se ha cortado accidentalmente por algún proceso de obra o mantenimiento, puede haber lugar a una redistribución de esfuerzos por cargas en la estructura. Si antes de la reparación del elemento no se han retirado o descargado las cargas muertas y vivas que actúan sobre el elemento, la parte reparada no estará contribuyendo a tomar las cargas actuantes y, por lo tanto, se tratará de una reparación no estructural. En estos casos, donde la restauración de las capacidades de carga del elemento es importante, las cargas actuantes existentes deben ser removidas y los miembros, a veces deflectados, deberán ser gateados y apuntalados para soportar las cargas muertas durante el proceso de reparación.
- Finalmente, la experiencia en este tipo de trabajos del contratista que va a efectuar las reparaciones es tan importante como la



3. Cada reparación debe hacerse con los materiales y procedimientos adecuados para el tipo de daño, debiendo revisar siempre las Hojas Técnicas y Especificaciones de los fabricantes, además de seguir el procedimiento señalado en el proyecto.



selección adecuada del procedimiento.

**Paso 4: Elaboración de procedimientos, planos y especificaciones**

El siguiente paso es la preparación de procedimientos, especificaciones y planos de la reparación del concreto. En estos se debe detallar de una manera clara y concisa todo lo que hay que hacer como la remoción del concreto dañado, la preparación de la superficie, el reemplazo del refuerzo corroído, etc., estableciendo claramente el ámbito de los trabajos.

Cuando el deterioro del concreto es particularmente severo o cuando supone una gran cantidad de concreto a remover, los trabajos provisionales deberán estar bien indicados en los documentos del proyecto. La protección de la zona a reparar y de los sitios anexos, así como el apuntalamiento de la estructura, ya sean vigas, losas o aún columnas, deben estar claramente especificados.

Para lograr una reparación efectiva es necesario que las especificaciones sean claras y concisas. Las especificaciones

deberán incluir cantidades y unidades por reparar, el ámbito de los trabajos, el requerimiento de materiales y la ejecución de pruebas específicas necesarias. Se deben proporcionar detalles y parámetros para la reparación, delimitando en lo posible, las zonas a trabajar.

**Paso 5: Proceso de selección y contratación del Contratista de Reparación**

Asimismo, este Comité ACI 546R recomienda que el contratista debe ser seleccionado por su probada experiencia en este campo. No todos los contratistas son adecuados para todos los tipos de reparaciones. En lo posible, evaluar sus competencias y trabajos anteriores, revisando los trabajos similares que ha realizado.

**Paso 6: Ejecución de los trabajos**

Estos deben ser ejecutados en conformidad con los planos y especificaciones. El proceso de reparación generalmente consiste en retirar el concreto dañado y deteriorado, la preparación de la superficie, la colocación de los materiales de reparación mediante técnicas adecuadas de

trabajo, con las recomendaciones siguientes:

- La experiencia nos demuestra que en este tipo de labores, la atención a los detalles es mayor que en una obra nueva de construcción.
- El proceso de reparación, incluyendo la eliminación del concreto dañado y la reparación del refuerzo, puede alterar las fuerzas y distribución de cargas en los miembros relacionados al elemento por reparar. Es esencial que el contratista, junto con el proyectista, determinen la secuencia de apuntalamiento que satisfaga la seguridad estructural.
- Durante la remoción del concreto dañado debemos prestar atención a la textura y al sonido que pueda presentar el concreto (como concreto cajoneado), asimismo del tipo de técnica para remover el concreto y los equipos a emplear.
- La efectividad de una reparación depende de la adecuada preparación de la superficie antes de instalar los materiales. Esta preparación dependerá de la técnica que se ha empleado para remover el concreto dañado y el tipo de reparación especificada.
- La selección de una apropiada

4. Todo trabajo de reparación de ser efectuado por personal técnico capacitado y experimentado en este tipo de labor.



técnica de reparación, de los materiales y su instalación es esencial para que el proyecto pueda proporcionar la servicialidad y durabilidad necesaria a la estructura.

- Para extender el tiempo de vida de la estructura y minimizar futuros deterioros se pueden incorporar sistemas de protección como pinturas, sellantes, membranas, etc.
- Todos los mejores esfuerzos puestos en el diseño de la reparación y la selección de los procedimientos y materiales adecuados pueden quedar en riesgo sin la implementación de un adecuado sistema de control de calidad. Podemos revisar los Comités ACI 311.1R y 311.5R como guías de inspección y pruebas. Asimismo, durante el proceso de reparación, se deben tomar controles de calidad y asegurar las medidas de seguridad necesarias.

**Paso 7: Inspección y mantenimiento posterior a la reparación**

La falta de una inspección rutinaria o de mantenimiento puede resultar en la falla prematura de la reparación o de las zonas aledañas. Por ello se recomienda:

- Luego de completar las labores de reparación, se deben archivar los documentos –planos, especificaciones y ocurrencias de obra- y garantías referentes al proyecto.
- El desempeño de la reparación debe ser continuamente monitoreado y supervisado. Asimismo, cualquier cambio en el mismo o en la estructura relacionado a este proceso deberá ser registrado.
- Se deberán programar inspecciones periódicas a los miembros reparados, a cargo de profesionales idóneos.

Esta es la metodología general que recomienda el ACI para la reparación del concreto; sin embargo, es solo una pequeña parte de la Guía. En ella también se detallan -en forma minuciosa- las técnicas para remover, preparar y reparar el concreto; los materiales de reparación como cementicios, polímeros, de adhesión, pinturas sobre reforzamientos, etc.; los diferentes sistemas de protección y recomendaciones para su uso, técnicas de reforzamiento, entre otros, por lo que siempre debe formar parte de nuestra literatura técnica de consulta. ■

(\*) Ingeniero Civil, MDI, Director Gerente de Top Consult Ingeniería SAC, consultora estructural y Vice-Presidente del Capítulo Peruano del ACI E-mail: Iflores@topconsult.com.pe