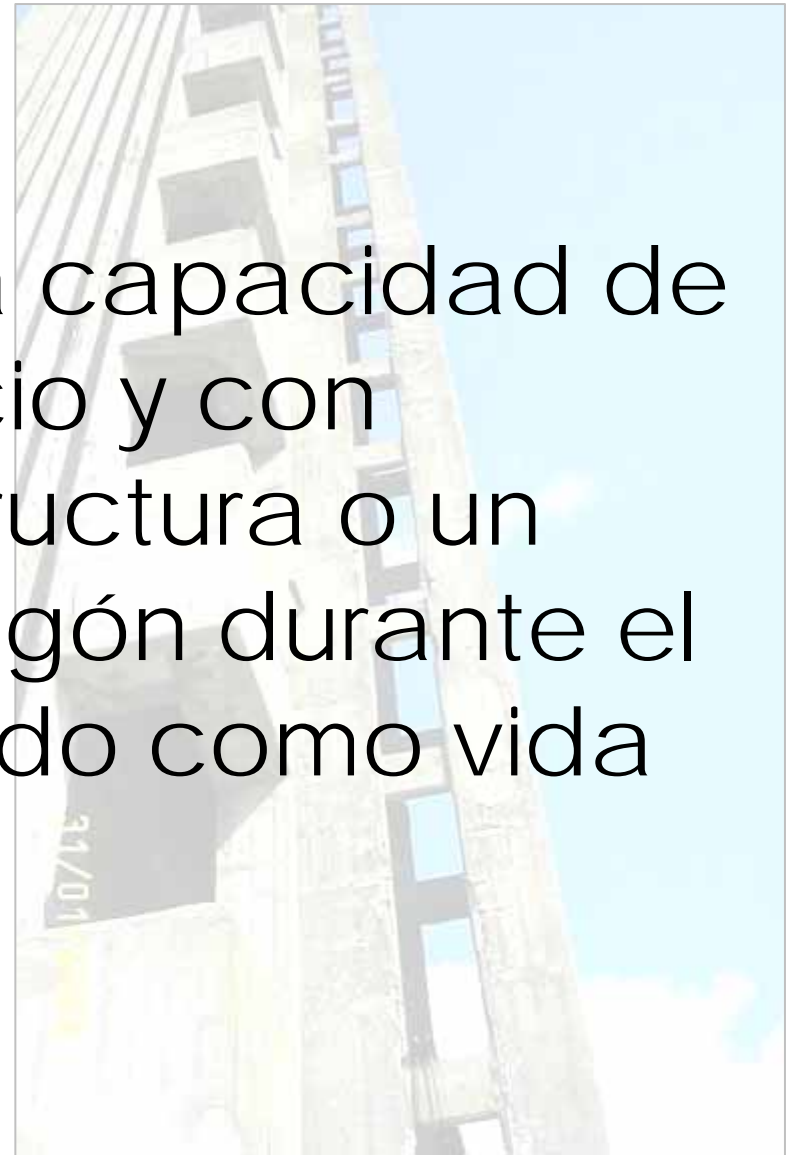





DURABILIDAD

“Se define como la capacidad de mantener en servicio y con seguridad, una estructura o un elemento de hormigón durante el período determinado como vida útil”.



SITUACIÓN ACTUAL

- Aumento del número de reportes de estructuras afectadas.
 - Riesgo de estabilidad en algunos edificios y construcciones propias de la infraestructura vial y urbana.
 - Disminución de las condiciones de habitabilidad.
 - Aumento de las exigencias de reparación con sus correspondientes perjuicios económicos e implicancias ambientales.
 - Falta de consideración profunda en la normativa vigente de Proyecto y Ejecución de Estructuras, UNIT 1050:2001, de las exigencias de durabilidad.
 - Escasa investigación en el Ámbito Académico.
 - Carencias formativas en los Arquitectos e Ingenieros estructuralistas.
- 

CAUSAS MAS FRECUENTES DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO



CAUSAS MAS FRECUENTES DE PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

- **Errores de Proyecto**

- **Errores de concepción.** (ausencia de estudio de las condiciones ambientales de la estructura)
- **Errores de evaluación de las cargas.**
- **Errores de cálculo.**
- **Errores en el diseño de detalles.** (recubrimientos, anclajes, empalmes, juntas de dilatación, etc.)
- **Errores en la presentación de los recaudos.** (gráficos, escritos y pliego de condiciones)



- **Errores de los Materiales**

- **Disponibilidad de los cementos.** (fraguado, expansión, finura, resistencia, adiciones)
- **Características del agua.** (PH mayor de 5, limpia, sin sulfatos ni cloruros, sin materia sólida en suspensión)
- **Áridos.** (limpios, sin sustancias agresivas, estudio granulométrico, tamaño máximo, compacidad, contenido granos finos)
- **Armaduras.** (heterogeneidades, contacto con otros metales)
- **Aditivos.** (acciones colaterales)



- **Errores de ejecución**

- **Encofrados.** (deformación, desplazamiento, suciedad)
- **Hormigonado.** (incorrecta dosificación y relación a/c, ausencia de ensayos, control del vertido por la disgregación, incorrecta compactación, no se atendieron las condiciones atmosféricas)
- **Protección inicial.** (considerar hormigonado tiempo frío o caluroso)
- **Curado.** (escaso tiempo de curado, agua incorrecta)
- **Cargas.** (sobrecargas y vibraciones excesivas durante el proceso de curado y endurecimiento)



- **Causas posteriores a la ejecución**

- **Fisuración por consolidación plástica.** (deformación provocada por la sedimentación de los sólidos e insuficiente retención del agua de la mezcla)
- **Fisuración por contracción plástica.** (no considerar diferencia de velocidad de evaporación y exudación)
- **Fisuración por tensiones de origen térmico.** (dilatación, retracción y congelación)
- **Armaduras.** (Corrosión de armaduras debida a agentes químicos)
- **Fuego. Impactos. Erosión. Abrasión.**
- **Asientos del terreno.**



BIBLIOGRAFÍA SUGERIDA

Nombre de la Obra	Autor
Hormigón Armado.	Jiménez Montoya – García Meseguer – Morán Cabré.
Norma 1050 : 2001.	UNIT
Durabilidad del Hormigón Estructural.	Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón.
Propiedades del Concreto.	A. M. Neville.
Proyecto, cálculo y ejecución de estructuras de Hormigón Armado y Pretensado para Obras Privadas Municipales.	Reglamento CIRSOC.
Manual de Inspección, evaluación y diagnóstico de corrosión en estructuras de Hormigón Armado	Red Durar - CYTED
Reparación de estructuras de concreto	Dr. Ing. Paulo Helene

CORROSIÓN EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

PATOLOGÍA

- INSPECCIÓN
- EVALUACIÓN
- DIAGNÓSTICO

TERAPIA

- REPARACIÓN
- REFUERZO
- PROTECCIÓN



CORROSIÓN DE LOS METALES

- Proceso de deterioro y destrucción del metal debido a su reacción con el medio ambiente.
- En la naturaleza se encuentra combinado con otros elementos, para separarlos se invierte gran cantidad de energía. **(Reducción)**
- El metal tiende a regresar a su estado original estable. **(Oxidación)**





CORROSIÓN DE LA ARMADURA

- El hormigón le brinda al hierro protección: *física* (lo separa del medio ambiente) y *química* (medio alcalino, formando un óxido protector – pasivación)
 - Estructuras aéreas – elevada alcalinidad, contenido de oxígeno normal, la película pasivante preserva indefinidamente a la armadura.
 - Estructuras sumergidas - sin el hormigón agrietado, ausencia de oxígeno, la oxidación es muy lenta
-
- **Cuando las condiciones de servicio cambian y el hormigón se altera, o penetran en su masa sustancias agresivas, se destruye la película protectora:**
 - El acero disminuye su sección o se convierte completamente en óxido.
 - El hormigón se fisura y delamina por la presión del óxido expansivo.
 - La adherencia armadura – hormigón desaparece.

Para que la corrosión del hierro pueda iniciarse y mantenerse:

- Reducción de la alcalinidad – lixiviación de las sustancias alcalinas con agua, dióxido de carbono u otro material ácido
- Por la acción electroquímica que involucra a los cloruros en presencia de oxígeno.

Sin presencia simultánea en el hormigón de oxígeno y humedad no es posible la corrosión

Existe corrosión → PH < 8 (oxígeno + agua)
→ PH > 8 (oxígeno + agua + cloruros)

TIPOS DE CORROSIÓN (Según la apariencia física del ataque)

Corrosión localizada

- Corrosión por picaduras – destrucción localizada de la película pasiva, resultado del ingreso de cloruros del medio exterior o incorporados en la masa del hormigón
- Corrosión en espacios confinados – sobre la superficie del metal existe un espacio resguardado que evita el acceso continuo del oxígeno
- Corrosión bajo tensión – esfuerzos de tracción sobre el acero y un medio agresivo
- Corrosión por corrientes de interferencia – corrientes de fuga, corrientes que fluyen en una estructura y que no forman parte del circuito eléctrico

Corrosión uniforme – generalizada

Pérdida generalizada de la película pasiva como consecuencia de la carbonatación del hormigón o la presencia excesiva de cloruros.

Corrosión galvánica

El acero se encuentre en contacto con otros conductores, otros metales, uno se comportará como ánodo y el otro como cátodo.

Factores que desencadenan la corrosión de las armaduras

- **Dosificación del hormigón** – el hormigón debe ser sólido, compacto, homogéneo, resistente y poco poroso.
- **Espesor del recubrimiento** – espesor depende del ambiente, desde el punto de vista mecánico mínimo indispensable.
- **Humedad ambiental** – controlar capilaridad, en presencia de cloruros el proceso es mas complejo por el carácter higroscópico de los mismos.
- **La temperatura** – su incremento promociona la movilidad de las moléculas facilitando el transporte de sustancias, su disminución puede dar lugar a condensaciones.
- **Estado superficial del acero** – corrosión

- **Corrientes erráticas** – corrientes que abandonan sus circuitos naturales y circulan por la estructura.
- **Contacto galvánico entre dos metales** – contacto entre metales diferentes
- **Sustancias despasivantes** – cloruros, sulfatos.
- **Carbonatación** – el dióxido de carbono de la atmósfera reacciona con los componentes alcalinos de la fase acuosa del hormigón y da lugar a la neutralización del material. Cambio abrupto del PH en el interior del hormigón.
- **Lixiviación por aguas puras** – las aguas disuelven el hidróxido de calcio del hormigón y se destruyen los restantes componentes del hormigón.
- **Coqueras y fisuras** – camino rápido de llegada de los agresivos.









29/07/2003



29/07/2003



29/07/2003









22/04/2003

