

Contenido

PRIMERA PARTE			
EVALUACIÓN DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO			
Introducción	1		
Objetivo	1		
Generalidades	1		
Detección de fallas	2		
Durabilidad y vida útil	2		
Patología de las estructuras	3		
Durabilidad de las estructuras	3		
Microestructura del concreto	3		
Propiedades básicas generadas en el concreto por disminución del agua de mezclado	4		
Factores básicos que influyen en la durabilidad de las estructuras	4		
Factores que aumentan la vida útil de las estructuras	4		
Origen de las enfermedades	4		
Causas o acciones de daño de enfermedades congénitas	4		
Factores que afectan la durabilidad y resistencia del concreto	5		
Agresiones al concreto	7		
Agresiones físicas	8		
Factores que influyen en la solidez de la cimentación	8		
Influencia de la temperatura temprana sobre la resistencia del concreto	8		
Propiedades térmicas del concreto	11		
Conductividad térmica	11		
Calor específico	12		
Coeficiente de expansión térmica	12		
		Resistencia del concreto a temperaturas muy bajas	12
		Contracción autógena	13
		Contracción plástica	14
		Factores que influyen con posterioridad al endurecimiento del concreto	14
		Cambios de volumen	17
		Expansión	17
		Contracción por secado	17
		Mecanismo de contracción	17
		Factores que influyen en la contracción	18
		Agrietamiento inducido por contracción	20
		Movimiento de humedad	21
		Otros daños en el concreto	23
		Acción de congelación	23
		Inclusión de aire	24
		Acciones químicas	27
		La baja permeabilidad es clave	28
		Eflorescencia	28
		Lixiviación	28
		Ataques de los sulfatos	29
		Origen de los sulfatos	29
		Formación de sulfatos en la naturaleza	29
		Formación de los sulfatos debido a la acción biológica	30
		Formación de sulfatos por la contaminación industrial	31
		Mecanismos del ataque	31
		Factores que mitigan el ataque	32
		Acción de los cloruros en el concreto	33
		Cloruros en la mezcla	34
		Ingreso de cloruros	35

Principio de despasivación	36	del pH del concreto	
La influencia de la naturaleza del cemento y las adiciones minerales	37	Descripción del proceso de carbonatación	63
La reacción álcali-agregado en el concreto	39	Corrosión electroquímica de las armaduras	63
Preliminares	39	Condiciones para la existencia de una pila electroquímica	64
Principios de la reacción álcali-agregado	40	Descripción del proceso de corrosión electroquímica	64
Necesidad de álcalis en la reacción álcali-sílice	41	Corrosión electroquímica generalizada	65
Componente sílice-reactivo en el concreto	42	Corrosión electroquímica localizada	65
Relación "pésima"	43	Corrosión bajo tensión	65
Efectos de la reacción álcali-agregado	43	Factores acelerantes de la corrosión electroquímica	65
Conclusiones	44	Consecuencias de la corrosión electroquímica de las armaduras	65
Acciones mecánicas	45	Calidad del concreto	68
Causa de la durabilidad inadecuada	45	Espesor del recubrimiento	68
Transporte de fluidos en el concreto	46	Medios para detectar la corrosión de las estructuras	68
Influencia del sistema de poros	46		
Flujo, difusión y absorción	47	Diagnósis	71
Coeficiente de permeabilidad	47	Estado actual y dimensiones de la «estructura»	71
Difusión	47	Informe fotográfico	71
Abrasión del concreto	48	Condiciones técnico-económico	72
Pruebas para resistencia a la abrasión	48	Daños observados esquemáticamente	72
Factores que influyen en la resistencia a la abrasión	49	Procedimiento para la diagnósis	73
Resistencia a la erosión	49	Inspección de la estructura	73
Resistencia a la cavitación	49	Inspección preliminar visual	73
		Inspección detallada	73
Valoración del estado actual	51		
Apreciación de los daños en el concreto	51	SEGUNDA PARTE	
Análisis de los daños	51	TÉCNICAS Y MATERIALES PARA SU REPARACIÓN	
Control de la profundidad de carbonatación del concreto	52		
Control de la presencia de productos nocivos	52	Introducción	77
Determinación del recubrimiento del concreto	53	Objetivo	77
Superficies de concreto dañadas	53		
Defectos visibles	55	Daños en el concreto armado	79
Fisuras y grietas	55	Identificación del daño	79
La fisuración como síntoma	56	Consecuencias o formas de los daños en las estructuras	79
Clasificación de las fisuras	56	Consecuencias de las enfermedades congénitas	79
Tipificación de fisuras	56	Consecuencias de las enfermedades adquiridas con el tiempo	80
Causas de fisuración	57		
Tipos de fisuras	57	Apreciación de los daños del concreto	83
Carbonatación y corrosión del acero de refuerzo	61	Análisis de los daños	83
Importancia del estudio de la corrosión	61	Corrosión del acero de refuerzo	84
¿Qué es la carbonatación?	61	Control de la profundidad	84
Detección de la carbonatación	62		
Proceso de carbonatación o baja	63		

de carbonatación del concreto		Los poliuretanos	100
Mecanismos de control de la	85	Los polimetacrilatos	101
corrosión del acero de refuerzo		Las inyecciones en la práctica	101
Protección catódica	85	Concreto lanzado para reparación	102
Realcalinización / desalinización	85	Adherencia de reparaciones	102
Inhibidores químicos	85	superficiales	
Inhibidores pasivadores	85	Curado	103
Inhibidores de depósito	85	Limpieza de manchas	103
Inhibidores de película electrolítica	86	Frotación con saco	103
Inhibidores de absorción	86	Agujeros causados por varillas y	103
Los nitritos como inhibidores	86	otros agujeros pequeños y profundos	
de corrosión		Remoción de manchas	104
Control de la presencia de	86	Refuerzos de perfiles metálicos	104
productos nocivos		Encolado de bandas de acero	106
Determinación del recubrimiento	86	con resinas epoxi	
de concreto		Postensado adicional	107
Superficies de concreto dañadas	87	Impregnación con polímeros	107
Trabajos de saneamiento	89	Reperfilear o remodelar con mortero	108
Preparación del soporte del concreto	89	Mortero a base de resina epoxi	108
Métodos para el tratamiento previo	90	Daños ocasionados por el uso	108
Resumen previo	90	Daños ocasionados por	109
Posibilidades de saneamiento	90	agresiones químicas	
Análisis de los daños	90	Reforzamiento estructural	109
Toma de muestras	90	con materiales compuestos	
Resistencia a la compresión	91	Platinas de materiales compuestos	109
Porosidad	92	(fibra de carbono)	
Profundidad de carbonatación	92	Ventajas	109
Contenido de humedad	92	Condiciones bajo influencias ambientales	109
Trabajos de reparación	92	Tejidos (vidrio, carbono)	110
Proceso de reparación	92	Sistema de aplicación en seco y	110
		en húmedo (ventajas)	
		Reforzamiento de estructuras con	110
		fibras de carbono (ventajas)	
Antes de reparar, hay que preparar	93		
Exposición y socavación de varillas	93	Corrección de defectos	111
Limpieza del acero de refuerzo	93	Superficies expuestas	112
Reparación del acero de refuerzo	93	Reparación de manchas	112
a causa de pérdida de sección		Elección del material de reparación	113
Acondicionamiento de borde	94	y refuerzo	
y de superficie			
Medidas adicionales de protección	95		
Materiales y técnicas	97	Materiales de reparación	115
de reparación y refuerzo		y refuerzo	
Inyección de fisuras	97	Materiales de base inorgánica	115
Procedimientos para relleno	98	Materiales de base orgánica	115
de fisuras en las obras		Materiales de base mixta	115
Elección del procedimiento	99	Concreto y mortero lanzado	116
Refuerzos mediante recrecidos	100	Concreto inyectado	120
de concreto armado		Concreto de alta resistencia	121
Pilares	100		
Materiales de inyección	100	Concretos y morteros especiales	123
Las resinas epóxicas	100	Morteros de retracción controlada	
		y expansivos.	123

Morteros de alta velocidad de fraguado	123	Inyección de fisuras	133
Morteros de alta resistencia inicial	123	Masilla para unión de acero a concreto	133
Materiales de base orgánica	125	Materiales de base mixta	135
Resinas sintéticas	125	Emulsiones de polímeros	135
Requisitos a cumplir por las resinas termoendurecidas	125	Productos de anclaje	137
Tipos y características de las resinas termoendurecidas	127	Elección de material	139
Resinas epoxi	127	Armaduras	139
Resinas de poliuretano	128	Inyección de lechada en grietas	139
Resinas de poliéster insaturado	128	Materiales	140
Resinas acrílicas	129	Equipo	140
Aplicación de las resinas	131	Preparación	140
Unión del concreto	131	Inyección	141
Morteros de resinas	132	Conclusiones	143
		Bibliografía	145