

ÍNDICE GENERAL

Presentación	17
Normativa.....	19
Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural	
Anejo 5 - Prescripciones para la utilización del cemento de aluminato de calcio.....	25
Características del cemento de aluminato de calcio.	26
Materiales.....	26
Proyecto.	27
Dosificación.	27
Equipos y útiles de trabajo.....	27
Puesta en obra del hormigón.	27
Curado.	28
Aplicaciones.	28
Anejo 6 - Recomendaciones para la selección del tipo de cemento a emplear en hormigones estructurales	29
Introducción.	30
Selección del tipo de cemento en función de la aplicación del hormigón.....	30
Selección del tipo de cemento en función de aplicaciones estructurales específicas.	31
Cementos recomendados para cimentaciones.	
Cementos recomendados para obras portuarias y marítimas.	
Cementos recomendados para presas.	
Cementos recomendados para obras hidráulicas distintas de las presas.	
Selección del tipo de cemento en función de las circunstancias de hormigonado.....	33
Selección del tipo de cemento en función de la clase de exposición.	33
Anejo 7 - Recomendaciones para la utilización de hormigón con fibras	
Alcance.	35
Bases de proyecto.....	38
Acciones.	

Valores característicos de las acciones.	
Valores característicos de las acciones permanentes.	
Materiales y geometría.	
Materiales.	
Coeficientes parciales de seguridad de los materiales.	
Análisis estructural.	38
Análisis estructural.	
Propiedades tecnológicas de los materiales.	39
Materiales.	
Hormigones.	
Composición.	
Condiciones de calidad.	
Características mecánicas.	
Valor mínimo de la resistencia.	
Docilidad del hormigón.	
Durabilidad.	44
Durabilidad.	
Durabilidad del hormigón y de las armaduras.	
Recubrimientos.	
Empleo de hormigón reforzado con fibras.	
Resistencia del hormigón frente a la erosión.	
Cálculo.	44
Datos de los materiales para el proyecto.	
Características del hormigón.	
Tipificación de los hormigones.	
Resistencia de cálculo del hormigón.	
Diagrama tensión - deformación en tracción de cálculo del hormigón con fibras.	
Factor de orientación.	
Fluencia del hormigón.	
Coeficiente de poisson.	
Cálculos relativos a los estados límite últimos.	
Estado límite de agotamiento frente a sollicitaciones normales.	
Hipótesis básicas.	
Dominios de deformación.	
Efecto de confinamiento del hormigón.	
Flexión simple o compuesta.	
Tracción simple o compuesta.	

Cuantías geométricas mínimas.	
Estado límite de agotamiento frente a cortante.	
Consideraciones generales.	
Piezas de hormigón reforzado con fibras sin y con armadura de cortante.	
Armaduras transversales.	
Armaduras longitudinales.	
Rasante entre alas y alma de una viga.	
Estado límite de agotamiento frente a punzonamiento.	
Losas de hormigón reforzado con fibras.	
Estado límite de agotamiento por esfuerzo rasante en juntas entre hormigones.	
Disposiciones relativas a las armaduras.	
Ejecución.	52
Ejecución.	
Procesos de elaboración, armado y montaje de armaduras.	
Anclaje de las armaduras pasivas.	
Elaboración y puesta en obra del hormigón.	
Fabricación del hormigón.	
Dosificación de materiales componentes.	
Agua.	
Fibras.	
Equipos de amasado.	
Amasado del hormigón.	
Suministro del hormigón.	
Puesta en obra del hormigón.	
Vertido y colocación del hormigón.	
Compactación del hormigón.	
Control.	54
Control de la conformidad de los productos.	
Criterios específicos para la comprobación de la conformidad de los materiales componentes del hormigón.	
Otros componentes del hormigón.	
Especificaciones.	
Ensayos.	
Criterios de aceptación o rechazo.	
Control del hormigón.	
Criterios generales para el control de la conformidad de un hormigón.	

- Realización de los ensayos.
 - Ensayos de resistencia del hormigón.
 - Control de la resistencia del hormigón al 100 por 100.
 - Control indirecto de la resistencia del hormigón.
- Decisiones derivadas del control.
- Ensayos de información complementaria del hormigón.
- Control de la ejecución.
 - Criterios generales para el control de la ejecución.
 - Ensayos previos y característicos del hormigón.
 - Ensayos previos.
 - Ensayos característicos de resistencia.

Anejo 8 - Recomendaciones para la utilización de hormigón con áridos ligeros	59
Introducción.	60
Alcance.	60
Bases de proyecto.	60
Análisis estructural.	60
Análisis estructural.	
Propiedades tecnológicas de los materiales.	61
Materiales.	
Áridos.	
Generalidades.	
Designación de los áridos.	
Tamaños máximo y mínimo de un árido.	
Granulometría de los áridos.	
Forma del árido grueso.	
Requisitos físico-mecánicos.	
Hormigones.	
Composición.	
Valor mínimo de la resistencia.	
Docilidad del hormigón.	
Durabilidad.	63
Durabilidad.	
Durabilidad del hormigón y de las armaduras.	
Prescripciones respecto a la calidad del hormigón.	
Recubrimientos.	
Durabilidad del hormigón.	

Requisitos de dosificación y comportamiento del hormigón.	
Limitaciones a los contenidos de agua y cemento.	
Resistencia del hormigón frente a la erosión.	
Cálculo.	64
Datos de los materiales para el proyecto.	
Características del hormigón.	
Ejecución.	64
Procesos de elaboración, armado y montaje de las armaduras pasivas.	
Criterios generales para los procesos de ferralla.	
Doblado.	
Armado de la ferralla.	
Distancia entre barras de armaduras pasivas.	
Criterios específicos para el anclaje y empalme de las armaduras.	
Anclaje de las armaduras pasivas.	
Fabricación y suministro del hormigón.	
Fabricación del hormigón.	
Dosificación de materiales componentes.	
Amasado del hormigón.	
Transporte y suministro del hormigón.	
Transporte del hormigón.	
Puesta en obra del hormigón.	
Compactación del hormigón.	

Anejo 9 - Recomendaciones para la utilización del hormigón proyectado estructura	67
Introducción.	69
Ámbito de aplicación específico relativo a las estructuras de hormigón.	69
Propiedades tecnológicas de los materiales.	69
Cemento.	
Áridos.	
Aditivos.	
Adiciones.	
Hormigones.	
Composición.	
Docilidad del hormigón.	
Tipificación de los hormigones.	
Durabilidad de las estructuras de hormigón.	73
Recubrimiento nominal.	

Carbonatación del hormigón.	
Dimensionamiento y comprobación.....	74
Valores característicos de las acciones permanentes.	
Módulo de deformación.	
Resistencia a tracción de cálculo.	
Diagrama tensión – deformación de cálculo.	
Dominios de deformación.	
Estados límite de agotamiento frente a cortante.	
Obtención de v_{u1p} .	
Obtención de v_{u2p} .	
Estados límite de agotamiento por torsión en elementos lineales.	
Obtención de t_{u1p} .	
Estados límite de agotamiento frente a punzonamiento.	
Anclaje y empalme de las armaduras pasivas.	
Ejecución de estructuras de hormigón.....	77
Puesta en obra y curado del hormigón.	
Prescripciones generales.	
Fabricación del hormigón.	
Cemento.	
Aditivos.	
Transporte y suministro del hormigón.	
Transporte del hormigón.	
Suministro del hormigón.	
Vertido y colocación del hormigón.	
Proyección para trabajos de reparación.	
Puesta en obra del hormigón en condiciones climáticas especiales.	
Hormigonado en tiempo frío.	
Curado del hormigón.	
Procesos posteriores al hormigonado.	
Desencofrado, desmoldeo y descimbrado.	
Acabado de superficies.	
Gestión de la calidad de los productos.....	80
Criterios específicos para el control de los productos.	
Criterios específicos para la comprobación de la conformidad de los productos.	
Aditivos.	
Control del hormigón.	
Criterios generales para el control de la conformidad de un hormigón.	

Toma de muestras.
Realización de los ensayos.

Anejo 10 - Hormigones de limpieza	87
Alcance.	88
Materiales.....	88
Cementos utilizables.	
Áridos.	
Aditivos.	
Adiciones.	
Características de los hormigones de limpieza (hl).	89
Anejo 11 - Procedimiento de preparación por enderezado de muestras de acero procedentes de rollo, para su caracterización mecánica.....	91
Introducción.	92
Toma de muestras.....	92
Equipo para la preparación de las muestras por enderezado.....	92
Procedimiento de preparación de las muestras por enderezado.	93
Anejo 12 - Estimación de la vida útil de elementos de hormigón	95
Introducción.	96
Estimación de la vida útil de los elementos de hormigón.	96
Modelos para el período de iniciación en elementos de hormigón.	96
Carbonatación del hormigón.	
Ingreso de iones cloruro en el hormigón.	
Contenido límite de iones cloruro en el hormigón que provoca el inicio de la corrosión en la armadura.	
Modelos para el período de propagación en elementos de hormigón.	100
Tiempo de corrosión para la fisuración del recubrimiento.	
Tiempo de corrosión para una pérdida de diámetro inadmisible en la armadura.	
Anejo 13 - Ensayos previos y característicos del hormigón	103
Ensayos previos.....	104
Ensayos característicos de resistencia.....	104
Ensayos característicos de durabilidad.	105

Anejo 14 - Tolerancias en elementos de hormigón.....	107
Especificaciones del sistema de tolerancias.....	108
Terminología.....	108
Selección del sistema de tolerancias.	110
Principios generales.	110
Desviaciones admisibles.....	110
Armaduras.	
Armaduras pasivas.	
Armaduras activas.	
Cimentaciones.	
Elementos de estructuras de edificios construidas in situ.	
Elementos prefabricados de hormigón.	
Tolerancias de fabricación de elementos lineales.	
Tolerancias de fabricación de elementos superficiales.	
Desviaciones de montaje.	
Núcleos, torres, chimeneas, pilas y otros elementos hormigonados con encofrado deslizante.	
Muros de contención y muros de sótano.	
Obras hidráulicas y sanitarias.	
Canales.	
Alcantarillas, sifones, etc.	
Puentes y estructuras análogas hormigonadas in situ (para pilas deslizadas véase el apartado 5.5).	
Pavimentos y aceras (no aplicable a carreteras).	
Obras civiles de elementos de gran espesor no incluidas en otros apartados.	
Tolerancias aplicables para reducir los coeficientes parciales de seguridad de los materiales.....	126
Estructuras construidas in situ.	
Elementos prefabricados.	

Anejo 15 - Frecuencias de comprobación de las unidades de inspección en la ejecución de estructuras de hormigón	129
Introducción.	130
Frecuencias de comprobación de las unidades de inspección.....	130
Frecuencias de comprobación en función del proceso de ejecución.	
Frecuencias de comprobación en función del tipo de elemento.	

Anejo 19 - Proyecto de estructuras de hormigón.	
Reglas generales y reglas para edificación.....	135
Generalidades.....	144
Bases de cálculo.....	150
Materiales.....	156
Durabilidad y recubrimiento de armaduras.	172
Análisis estructural.	178
Estados límite último (ELU).	207
Estados límite SERVICIOS (ELS).....	241
Detalle de armado para armaduras activas y pasivas. Generalidades.	255
Detalle de armado de elementos y reglas particulares.	273
Reglas adicionales para elementos y estructuras prefabricadas de hormigón....	292
Estructuras de hormigón con áridos ligeros.	305
Estructuras de hormigón en masa y ligeramente armado.....	311
Apéndice del A al J.....	318

Anexo 20 - Proyecto de estructuras de hormigón.	
Reglas generales. Estructuras sometidas al fuego	343
Generalidades.....	346
Bases de proyecto.....	348
Propiedades de los materiales.....	353
Procedimiento de cálculo.....	362
Datos tabulados.....	369
Hormigones de alta resistencia.....	388
Apéndice del A al E.....	392

Anexo 21 - Proyecto de estructuras de hormigón.	
Reglas de proyecto en puentes de hormigón	417
Generalidades.....	421
Bases de cálculo.....	426
Materiales.....	426
Durabilidad y recubrimiento de armaduras.	428
Análisis estructural.	429
Estados límite último (ELU).	434
Estados límite SERVICIOS (ELS).....	447
Definición de los detalles de proyecto de las armaduras activas y pasivas.	
Generalidades.....	450
Definición de los detalles de proyecto de elementos y reglas particulares.....	452

Reglas adicionales para elementos estructurales y estructuras de hormigón prefabricado.....	453
Estructuras de hormigón con áridos ligeros.	454
Estructuras de hormigón en masa y ligeramente armado.....	455
Consideración en el proyecto del proceso constructivo.....	455
Apéndice del A al Q.	457