

**GUÍA Práctica de Interpretación
y aplicación del**



CÓDIGO ESTRUCTURAL

DAPP
Publicaciones
Jurídicas

CÓDIGO ESTRUCTURAL

3ª EDICIÓN AMPLIADA con Comentarios, Casos Prácticos y Formularios

Según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio,
por el que se aprueba el Código Estructural

DAPP
Publicaciones
Jurídicas



DAPPEDITORIALES

CÓDIGO ESTRUCTURAL

3ª EDICIÓN AMPLIADA

con Comentarios, Casos Prácticos y Formularios

Según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural

- **Presentación de contenidos**
- **Comentarios sobre la aplicación práctica del Código Estructural**
- **Normativa relacionada con el Código Estructural**
- **Documentos relacionados con el Código Estructural**
- **12 situaciones de aplicación correcta y eficaz de los puntos más conflictivos de del nuevo Código Estructural**
- **Historial de incidencias desde la entrada en vigor del nuevo Código Estructural**
- **Formularios relacionados con el Código Estructural**
- **Casos prácticos de aplicación del Código Estructural**



DAPP

Publicaciones
Jurídicas

Todos los derechos han sido reservados. No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, por ningún medio, ya sea informático, electrónico, mecánico, fotocopia, grabación o cualquier otro, así como su préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso, sin previa autorización por escrito de los titulares de los derechos de propiedad.

Edita: DAPP Publicaciones Jurídicas, S.L.
Avda. Sancho el Fuerte, 33-bajo
31007 Pamplona

Internet: www.dappeditorial.es

E-mail: dapp@dappeditorial.es

I.S.B.N.: 978-84-09-78795-1

Depósito Legal.: DL NA 2328-2025

ÍNDICE GENERAL

GUÍA práctica de interpretación y aplicación del CÓDIGO ESTRUCTURAL

Presentación de contenidos 9

COMENTARIOS sobre la aplicación práctica del Código Estructural 13

¿Qué necesita saber el profesional de la Arquitectura y la Ingeniería sobre el nuevo CÓDIGO ESTRUCTURAL?	13
Cuáles son los cambios más significativos que introduce con respecto a la normativa anterior a la que este Real Decreto deroga y sustituye.....	18
Cuáles son los apartados más difíciles de interpretar y de aplicar con el nuevo Código. Como resolver los problemas que se presentan en su aplicación práctica ...	20

Normativa relacionada con el Código Estructural 27

Normativa de carácter general relacionada	27
Texto del CODIGO ESTRUCTURAL.....	29
Texto del ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN.....	111
Texto del ESTRUCTURAS DE ACERO	301
Texto del ESTRUCTURAS MIXTAS DE HORMIGON Y ACERO	397

Documentos relacionados con el Código Estructural 595

Documento Básico DB SE SEGURIDAD ESTRUCTURAL	595
Documento Básico DB SE-A ACERO.....	595
Documento Básico DB SE-AE ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN	595
Documento Básico DB SE-C CIMIENTOS	595
Documento Básico DB SE-F FÁBRICA.....	595
Documento Básico DB SE-M MADERA	595
Guía de Aplicación del Código Estructural del Ministerio.....	597
Los Eurocódigos y el Nuevo Código Estructural en España: Novedades y reflexiones ...	628

12 SITUACIONES de aplicación correcta y eficaz de los puntos más conflictivos de del nuevo Código Estructural..... 629

Matriz de exposición y recubrimientos por elemento
Plan de mantenimiento entregable y accionable

Trazabilidad cerrada por lotes y coladas
 EXC, EN 1090 y soldadura (WPS/WPQR, NDT)
 Forjado mixto: vibraciones y deslizamiento
 Punzonamiento en losa con excentricidad y postesado
 Estados provisionales y estabilidad temporal
 Existentes: diagnóstico "as-is" y refuerzo compatible
 Prefabricados: juntas, tolerancias y secuencia
 Hormigón con fibras (HEF) en solera industrial
 Sostenibilidad verificable y no cosmética
 Coherencia CTE (acciones) + CE (materiales/ELS/ejecución) + sismo

HISTORIAL de incidencias desde la entrada en vigor del nuevo Código Estructural 639

Erratas de redacción, fórmulas y referencias normativas
 Convivencia CE - Eurocódigos: "desencajes" puntuales
 Recubrimiento nominal (c_{nom}) y Δc_{dev}
 Transición desde EHE-08/EAE en anexos nacionales y pliegos heredados
 Especificaciones del acero estructural y EN 1090 (EXC, WPS/WPQR)
 "Plan de mantenimiento" exigible y operativo
 Claridad documental "mínima CE" en obra y trazabilidad
 Prefabricado, juntas y tolerancias

FORMULARIOS relacionados el con Código Estructural 643

FORMULARIOS relacionados con el Código Estructural

CASOS prácticos de aplicación del Código Estructural 645

Caso CE Hormigón 646
 Caso CE Hormigón prefabricado 657
 Caso CE Acero 670
 Caso CE Acero mixto 683
 Caso CE Mixtas CFS 69
 Caso CE Mixtas Aberturas en el alma de vigas 70
 Caso CE Sostenibilidad 72
 Caso CE Sostenibilidad práctica 73
 Caso CE Lista control Proyecto 74

PRESENTACIÓN DE CONTENIDOS

La presente publicación nace con una vocación inequívoca: ser el instrumento de referencia para arquitectos e ingenieros que proyectan, dirigen y explotan estructuras bajo el **CÓDIGO ESTRUCTURAL**. No es un compendio teórico al uso, sino un manual de trabajo orientado a la decisión, que acompaña al técnico desde la definición de la vida útil y las clases de exposición hasta el cierre as-built y el plan de mantenimiento de la propiedad. Su enfoque combina el rigor normativo con una mirada de ciclo de vida: seguridad, servicio, durabilidad, trazabilidad y mantenibilidad se tratan como un continuo que atraviesa proyecto, obra y explotación. El resultado es una obra organizada para resolver problemas reales —los que generan no conformidades, costes imprevistos o patologías evitables— y para alinear, sin fricciones, el marco CE con CTE, Eurocódigos y la práctica de obra.

El primer capítulo reúne **COMENTARIOS** sobre la aplicación del Código Estructural con el fin de despejar los puntos donde más dudas se producen y donde un buen criterio inicial transforma el resultado. El lector encontrará una lectura guiada y contextualizada de los aspectos realmente determinantes: la declaración de vida útil como decisión troncal; la asignación pormenorizada de clases de exposición por elemento y su traducción al recubrimiento nominal, con el tratamiento explícito de la tolerancia de ejecución; la coherencia entre combinaciones de acciones y verificación de estados límite de servicio para controlar fisuración, flechas y vibraciones; y la articulación del plan de control y la trazabilidad documental, de forma que lotes, coladas, ensayos y criterios de aceptación/rechazo dejen de ser una colección de papeles y se conviertan en un sistema verificable. También se abordan, con especial detalle, la ejecución y soldadura en acero conforme a clases de ejecución, la coordinación de estructuras mixtas, el diseño frente al punzonamiento en losas con excentricidades y postesado, la seguridad en estados provisionales y montaje, y el tratamiento de estructuras existentes con metodologías de diagnóstico y refuerzo compatibles con la durabilidad, así como la integración de exigencias de sostenibilidad en pliegos sin caer en declaraciones genéricas.

A continuación, se ordena **la normativa** en vigor que se relaciona con el Código Estructural y la presenta con utilidad práctica. Se explican la relación y jerarquía entre el CE y el CTE —muy especialmente en lo relativo a acciones y combinaciones—, la convivencia con Eurocódigos y sus anejos nacionales, y la normalización UNE/EN imprescindible en hormigón, acero, mixtas, prefabricado, conectores y control. Lejos de una mera lista de referencias, el capítulo ofrece rutas de citación concretas para la memoria, el pliego y el plan de control, de modo que el técnico pueda fundamentar especificaciones y ensayos con economía de redacción y sin lagunas. El objetivo es que el lector disponga de un mapa claro: qué citar, dónde y para qué, evitando contradicciones entre documentos y facilitando la supervisión interna y externa.

El tercer bloque recopila **DOCUMENTOS TECNICOS** clave y los conecta con artículos del CE y con los formularios de la guía. Se incluyen criterios de recubrimientos y durabilidad por exposición y vida útil, pautas de especificación y control en acero (incluida la do-

cumentación de soldadura y los ensayos no destructivos), directrices para prefabricado y uniones seco/húmedo, así como formatos para planes de mantenimiento. La selección no es enciclopédica, sino deliberadamente operativa: cada documento aporta una decisión, un umbral o un procedimiento que evita ambigüedades y homogeneiza el trabajo entre proyecto y obra.

El cuarto capítulo constituye el corazón práctico de la publicación: **doce situaciones de aplicación correcta y eficaz** que atacan los puntos más conflictivos del Código. Cada situación se presenta con la lógica de la obra: contexto y condicionantes, el reto técnico-normativo, las decisiones de proyecto o dirección que lo resuelven, la verificación esencial que las sustenta y los documentos que lo prueban. Se aborda desde la matriz de exposición y los recubrimientos por elemento hasta la coherencia normativa CE/CTE en zona sísmica, pasando por planes de mantenimiento accionables por la propiedad, trazabilidad cerrada por lotes y coladas, control de vibraciones y deslizamiento en forjados mixtos, punzonamiento en losas con excentricidades y coordinación con postesado, seguridad en estados provisionales y montaje, evaluación y refuerzo de estructuras existentes, prefabricado y tolerancias en juntas, uso del hormigón con fibras con parámetros residuales verificables y sostenibilidad medible incorporada al contrato. Son casos pensados para replicarse y, sobre todo, para prevenir las incidencias que cuestan tiempo y dinero.

Los **FORMULARIOS**, que constituyen el capítulo quinto, son la traducción directa del Código a procedimientos y evidencias. No son anexos ornamentales: están diseñados para integrarse en plantillas corporativas, BIM y sistemas de calidad. La ficha de durabilidad fija, por elemento, la vida útil, las clases de exposición y el recubrimiento nominal con su tolerancia; el plan de control vincula producto, lote, ensayo, frecuencia y criterio de aceptación con responsables y evidencia documental; el mapa de coladas y soldaduras permite cerrar la trazabilidad con una simple lectura cruzada; el plan de montaje obliga a tratar estados provisionales con resistencias a descimbrado y viento de obra; el plan de mantenimiento convierte la explotabilidad en una obligación verificable; y las actas de no conformidad agilizan su apertura, corrección y cierre. Con estos formatos, el cumplimiento deja de ser declarativo y pasa a ser demostrable.

El sexto capítulo recoge el **historial de incidencias desde la entrada en vigor** del Código Estructural, con una orientación de lecciones aprendidas. Se sistematizan las erratas y ajustes oficiales, las dudas recurrentes sobre recubrimientos y tolerancias de ejecución, la convivencia con Eurocódigos cuando se emplean, las exigencias documentales en acero y mixtas y la puesta en práctica del plan de mantenimiento. Cada incidencia se acompaña de la pauta de solución adoptada por el sector y de su traslación a memoria, pliego, contr o as-built, de manera que el lector pueda actualizar sus plantillas y evitar reincidencias.

Finalmente, el capítulo de **CASOS PRACTICOS** ofrece desarrollos completos y reproducibles, con hipótesis claras, cálculos guía, detalles constructivos críticos, planes de control y mantenimiento asociados, y un cierre documental apto para supervisión y certificación. Su valor reside en demostrar el "cómo se hace" con coherencia normativa y eficiencia técnica, y en servir como referencia para situaciones análogas con cambios mínimos.

En conjunto, esta guía aporta tres ventajas diferenciales:

- Primero, ordena la decisión técnica allí donde el Código ofrece margen, explicitando criterios, umbrales y responsabilidades.
- Segundo, convierte el cumplimiento en un flujo contractual verificable, reduciendo no conformidades y ahorrando tiempos de certificación.
- Tercero, integra la durabilidad y el mantenimiento desde el diseño, de modo que la estructura sea más robusta y su coste del ciclo de vida menor.

El lector termina estas dos páginas iniciales sabiendo que ofrece cada capítulo, cómo se enlazan entre sí y, sobre todo, cómo convertir el Código Estructural en una práctica profesional sólida, trazable y alineada con las exigencias actuales de proyecto, obra y explotación.

COMENTARIOS sobre la aplicación práctica del CÓDIGO ESTRUCTURAL

ÍNDICE:

- **¿Qué necesita saber el profesional de la Arquitectura y la Ingeniería sobre el nuevo CODIGO ESTRUCTURAL?**
- **Cuáles son los cambios más significativos que introduce con respecto a la normativa anterior a la que este Real Decreto deroga y sustituye**
- **Cuáles son los apartados más difíciles de interpretar y de aplicar con el nuevo Código. Como resolver los problemas que se presentan en su aplicación práctica**

¿Qué necesita saber el profesional de la Arquitectura y la Ingeniería sobre el nuevo CODIGO ESTRUCTURAL?

1) Marco normativo y alcance

- El CE es la norma marco española para **proyecto, ejecución, control y mantenimiento** de estructuras de **hormigón, acero y mixtas acero-hormigón**
- **Sustituye** a EHE-08 (hormigón) y a EAE (acero)
- Es **de obligado cumplimiento** en obras públicas y privadas cuando haya estructura portante (nueva planta, ampliaciones, intervenciones y refuerzos)
- Cubre: requisitos de seguridad y servicio (estados límite), **durabilidad**, control de materiales y ejecución, **vida útil** y plan de mantenimiento, gestión y trazabilidad documental

2) Relación con el CTE y Eurocódigos

- El **CTE DB-SE y DB-SE-AE** siguen fijando **acciones** y coherencia global del edificio; el CE fija **cómo** se proyecta, ejecuta y controla la estructura
- Eurocódigos: referencia técnica complementaria (para criterios, métodos avanzados, comprobaciones especiales) siempre manteniendo coherencia con el CE y el CTE

3) Estructura interna del CE (para orientarse)

- Parte general: bases de proyecto, seguridad, estados límite, fiabilidad, **clases de exposición** y recubrimientos
- Partes específicas: **hormigón estructural, acero estructural y estructuras mixtas**
- Bloques transversales: **control de calidad, suministro y conformidad de productos, ejecución, inspección y evaluación de existentes, mantenimiento y sostenibilidad**
- Anexos: procedimientos de control, criterios de aceptación/rechazo, formatos documentales, etc.

4) Principales novedades (qué cambia respecto a EHE-08/EAE)

- **Enfoque de ciclo de vida**: exigencia de **vida útil de proyecto** y **Plan de Mantenimiento** (obligatorio y verificable)
- **Durabilidad reforzada**: **clases de exposición** más finas y prescriptivas, recubrimientos y medidas preventivas vinculadas a ambiente y uso real
- **Control y trazabilidad** más estrictos: lotes, documentación de suministro, marcado CE, **declaraciones de prestaciones** y **ensayos mínimos** por nivel de control
- **Estructuras existentes**: metodología para **inspección, evaluación y refuerzo**, con criterios de seguridad específicos
- **Ejecución y soldadura** en acero / mixtas ajustada a UNE-EN 1090, cualificación de fabricantes y soldadores, **procedimientos WPS/WPQR**
- **Sostenibilidad**: indicadores y buenas prácticas (uso de materiales con reciclado, optimización de durabilidad, control de residuos), integrables en pliegos
- **Digitalización documental**: énfasis en registros, trazabilidad y as-built; fácil de alinear con **BIM** y gestión de calidad

5) Régimen de aplicación práctica (qué mirar antes de empezar)

- **Tipo de intervención**: obra nueva, ampliación, cambio de uso, refuerzo o reparación
- **Clase de consecuencia/Importancia** de la estructura y **vida útil requerida**
- **Ambiente/Clases de exposición** (carbonatación, cloruros, ciclos hielo-des-hielo, química, sumersión, interior seco, etc.)
- **Compatibilidad con el CTE** (acciones y combinaciones del DB-SE-AE; coordinación arquitectónica e instalaciones)
- **Estrategia de control**: **nivel de control** (reducido/normal/intensificado),

programa de ensayos y responsabilidades

- **Medios y agentes:** fabricantes y talleres **conforme a UNE-EN 1090** (acero/mixtas), plantas de hormigón con **FPC** y documentación CE al día
- **Exigencias del promotor/propiedad:** requisitos ambientales, indicadores de sostenibilidad, mantenimiento, certificaciones

6) Roles y responsabilidades (quién hace qué)

- **Proyectista:** define bases de proyecto, modelo resistente, **exposición y durabilidad**, especificaciones de material, **plan de control**, detalles constructivos críticos y **plan de mantenimiento**
- **Dirección Facultativa (DF):** aprueba **documentación de suministro**, valida **procedimientos de ejecución**, supervisa el **plan de control**, resuelve **no conformidades**
- **Constructor/Fabricante:** aporta **planes de trabajo, procedimientos (WPS), marcado CE/DoP, FPC**, registros de trazabilidad, y ejecuta **auto-control**
- **Laboratorio/OC:** ensayos de recepción y de contraste, informes, calibraciones
- **Propiedad/Explotador:** custodia el **Plan de Mantenimiento**, ejecuta inspecciones periódicas y actuaciones preventivas/correctivas

7) Bases de proyecto: seguridad y servicio

- **Estados límite últimos (ELU):** resistencia, estabilidad global, pandeo, fatiga, punzonamiento, etc.
- **Estados límite de servicio (ELS):** fisuración, flechas, vibraciones, apertura de juntas; límites funcionales y estéticos
- **Fiabilidad:** factores parciales, **coeficientes** → y **clases de fiabilidad** coherentes con uso e impacto
- **Combinaciones:** coherentes con DB-SE-AE (permanentes, variables, accidentales, sísmicas)

8) Durabilidad y vida útil (el corazón práctico)

- **Definir explícitamente la vida útil** (p. ej., 50/100 años) y el **ambiente de exposición**
- **Recubrimientos nominales** + tolerancias; elección de **cemento, relación a/c, contenido de cemento, adiciones, áridos y curado**
- Medidas complementarias: **inhibidores, galvanizado, aceros inoxidables**

o galvanizados, protecciones superficiales, detalles de drenaje

- **Plan de Mantenimiento:** periodicidades de inspección, puntos críticos, umbrales de intervención

9) Materiales y productos (requisitos clave)

- **Hormigón:** resistencia característica, consistencia, durabilidad, FPC de planta, ensayos de recepción por **lotes**
- **Acero pasivo:** clases y ductilidad (p. ej., B500S/D), **marcado CE**, trazabilidad de coladas
- **Acero estructural:** calidades, **EN 1090**, ejecución por **clase EXC** adecuada, procedimientos de soldadura cualificados
- **Acero activo (pretensado):** requisitos de suministro, protección y anclajes
- **Elementos prefabricados:** **declaración de prestaciones**, uniones, tolerancias y control de montaje
- **Conectores mixtos:** tipificados/certificados para transferencia acero-hormigón

10) Ejecución: lo que debe quedar por escrito

- **Procedimientos de ejecución** aprobados por DF (encofrados, cimbras, secuencia de hormigonado, curado, descimbrado, soldaduras, pernos, postensado)
- **Tolerancias** geométricas y de montaje; control de **no conformidades** y acciones correctivas
- **Seguridad estructural durante obra:** estados provisionales, fases de montaje, **estabilidad temporal**
- **Registros:** asientos de hormigonado, albaranes, certificados, partes de soldadura, mapas de coladas, ensayos

11) Control de calidad (plan de control "tipo")

- **Control documental:** marcado CE, DoP, certificados de fábrica, FPC, homologaciones
- **Control de recepción:** frecuencias de ensayo por **nivel de control** (redu/normal/intensificado) y por **lotes**
- **Control de ejecución:** inspecciones in situ (armado, recubrimientos, juntas, soldaduras, pernos, pretensado)
- **Criterios de aceptación/rechazo** y gestión de **NC** (no conformidades), con su registro y trazabilidad

- **Ensayos especiales** (ultrasonidos, extracción, pull-out, ferroskan) cuando aplique

12) Estructuras existentes: inspección, evaluación y refuerzo

- **Nivel de inspección** (visual/instrumental), toma de **datos geométricos y materiales, mapas de patología**
- **Modelo resistente** “as-is”: capacidad vs demanda; **coeficientes de seguridad** específicos
- **Estrategia de refuerzo**: criterios de durabilidad y compatibilidad; seguimiento posintervención
- **Plan de mantenimiento actualizado** tras la intervención

13) Sostenibilidad (qué pide y cómo llevarlo al pliego)

- Prioriza **durabilidad y vida útil** (menos reparaciones = menor impacto)
- Fomenta materiales **con contenido reciclado, optimización de masa y detalles que eviten patologías**
- Integra **indicadores ambientales** y cláusulas de economía circular en **pliegos** (no es solo memoria, debe ser contractual)

14) Documentación mínima del proyecto CE (checklist)

- Bases de proyecto y **vida útil**
- **Clases de exposición** y recubrimientos
- **Memoria de cálculo** (ELU/ELS, hipótesis, combinaciones, materiales)
- **Especificaciones técnicas** (materiales, ejecución, control, tolerancias)
- **Plan de control** (documental, recepción, ejecución; lotes y frecuencias)
- **Plan de mantenimiento** (tablas de inspección y umbrales)
- **Plan de gestión de cambios** y NC
- **Plan de desmontaje temporal/fases** si aplica
- **Plan de montaje** (acero/mixtas) y soldadura (WPS/WPQR)

15) Errores frecuentes (y cómo evitarlos)

- Definir **clase de exposición** “por defecto” sin estudiar ambientes reales → recalcular recubrimientos y medidas
- **No** prever **inspeccionabilidad** en detalles (drenajes, juntas, anclajes) → diseñar con mantenimiento en mente

- Planes de control “de copia y pega” **no** acordes al nivel de control y tipología → adaptar lotes y frecuencias
- Olvidar **estados provisionales** de montaje → modelar fases y arriostramientos temporales
- Subestimar **deformaciones/ELS** en luces grandes y elementos mixtos → comprobar flechas y vibraciones con modelo fiel
- Trazabilidad pobre de **aceros y soldaduras** → mapa de coladas y de cordones desde el inicio

Cuáles son los cambios más significativos que introduce con respecto a la normativa anterior a la que este Real Decreto deroga y sustituye

1) Nuevo perímetro normativo (qué abarca ahora)

- Unifica hormigón, acero y **mixtas acero-hormigón** en un único texto, e incorpora **acero inoxidable** (antes sin regulación específica en EHE/EAE)
- Regula **estructuras existentes** (inspección, evaluación, refuerzo) y la **demolición/deconstrucción** con criterios técnicos y de seguridad (no estaba integrado como tal)

2) Enfoque prestacional + ciclo de vida

- Da un paso claro hacia el **enfoque prestacional** (no solo prescriptivo) y exige **definir la vida útil** de proyecto con coherencia de materiales, detalles y recubrimientos
- Introduce **plan de mantenimiento** obligatorio: periodicidades de inspección, puntos críticos y umbrales de intervención que la **propiedad debe ejecutar** tras la puesta en servicio

3) Durabilidad y clases de exposición, más finas y vinculantes

- Mayor granularidad en **clases de exposición** (carbonatación, cloruros, hielo-deshielo, químico, inmersión, interior seco, etc.) y su **traducción directa** a recubrimientos, a/c, cementos/adiciones y curado
- La durabilidad deja de ser “anexo” y pasa a condicionar **diseño, pliego, control y mantenimiento** de forma integrada

4) Control de calidad y trazabilidad: más exigente y estructurado

- Refuerza el **plan de control** (documental, recepción y ejecución) con definiciones operativas de **remesa, lote, acopio**, frecuencias mínimas y **criterios de aceptación/rechazo**
- Exige **marcado CE y Declaración de Prestaciones (DoP)** cuando aplique; la DF debe verificar y la trazabilidad de coladas/herramental queda documentada en obra

5) Acero estructural: alineación con EN 1090 y soldadura

- Integra y **refuerza** la relación con **UNE-EN 1090** (clases de ejecución, cualificación de fabricantes y soldadores, WPS/WPQR, mayor detalle en **planos de taller** y montaje)
- Homologa la práctica EAE con requisitos más desarrollados para **preparación de material, uniones y montaje** en obra y taller

6) Mixtas y acero inoxidable: de "vacío" a capítulos propios

- **Mixtas acero-hormigón** pasan de referencias dispersas a un **cuerpo regulado** (conectores, interacción, estados límite de servicio/últimos, ejecución)
- **Acero inoxidable** deja de ser "caso especial" y gana un **marco reglado** (selección de calidad, uniones, comportamiento a largo plazo)

7) Existentes: metodología formal para diagnosticar y reforzar

- Establece **niveles de inspección**, obtención de información (geométrica y mecánica), modelo "as-is", **coeficientes de seguridad específicos** y criterios para elegir técnica de refuerzo
- Obliga a **actualizar el plan de mantenimiento** tras intervenir

8) Sostenibilidad y economía circular, con indicadores

- Introduce capítulo de **contribución a la sostenibilidad** (índice, estrategia, DSOR), y requisitos de **calidad medioambiental de la ejecución, reutilización y reciclabilidad**
- Esto se traduce en **cláusulas de pliego** y decisiones de proyecto (durabilidad, masa, contenido reciclado) con trazabilidad técnica

9) Documentación mínima "cerrada" y compatible con BIM

- Fija un **mínimo documental**: bases de proyecto y vida útil, hipótesis/combinaciones, **plan de control, plan de mantenimiento**, procedimientos de ejecución (encofrados, soldadura, postensado), **as-built**
- Facilita su **digitalización** (submittals, trazabilidad de materiales, resultados

de ensayos) y su integración en entornos BIM

10) Régimen transitorio y relación con CTE/Eurocódigos

- Deroga **EHE-08 (RD 1247/2008)** y **EAE (RD 751/2011)**; **entrada en vigor** del CE: **10/11/2021** (tres meses tras su publicación en BOE 10/08/2021)
- Para proyectos públicos admite, como alternativa reglada, soluciones con **Eurocódigos** (EN 1990-1999) cuando se cumplan sus Anejos Nacionales y las prescripciones de materiales, durabilidad, ejecución, control y mantenimiento del CE
- Sigue la **coherencia** con CTE (acciones y combinaciones del **DB-SE-AE**; el CE regula **cómo** proyectar, ejecutar, controlar y mantener)

11) Qué cambia en tu práctica diaria (impacto operativo)

- Tendrás que **declarar vida útil** y **clase de exposición** desde el arranque y **cerrar un plan de mantenimiento** verificable en la entrega del proyecto
- El **plan de control** deja menos margen a "copiar y pegar": frecuencias por lote/elemento y **trazabilidad CE/DoP** deben cuadrar con plazos y presupuesto
- En acero/mixtas, **EN 1090**, **WPS/WPQR**, **EXC** y **planos de taller** detallados serán inspeccionables por DF
- En existentes, ya no basta "criterio experto": hay **procedimiento** para diagnosticar y justificar seguridad, y **obligación** de actualizar mantenimiento

Cuáles son los apartados más difíciles de interpretar y de aplicar con el nuevo Código. Como resolver los problemas que se presentan en su aplicación práctica

1) Vida útil, clases de exposición y recubrimientos

Por qué es difícil

- La **vida útil declarada** condiciona materiales, recubrimientos y plan de mantenimiento
- Las **clases de exposición** (carbonatación, cloruros, hielo-deshielo, químicas, inmersión, interiores secos, parkings, piscinas, proximidad marina, etc.) no siempre son uniformes en todo el edificio
- El **recubrimiento nominal** exige sumar tolerancia:

Errores típicos

- Asignar una única clase de exposición “por defecto” a todo
- Olvidar el Δc_{dev} (tolerancia de ejecución) o elegirlo sin coherencia con el **nivel de control**
- No prever detalles de drenaje y juntas → patologías prematuras

Cómo aplicarlo (paso a paso)

1. **Matriz de ambientes por elemento** (forjados, pilares, muros, cubiertas, sótanos, aparcamientos, piscinas, fachadas expuestas a spray marino, etc.)
2. Selecciona la **clase de exposición más severa** para cada elemento y define **vida útil** (50, 100 años...)
3. Deriva **recubrimientos**, tipo de **cemento/adiciones**, **a/c** máxima, **curado** y medidas complementarias (inhibidores, galvanizados, sellados)
4. Fija Δc_{dev} realista según medios de control y especifica **calzos y verificación** (ferroscan) en obra
5. Documenta una **“Ficha de durabilidad”** por elemento (para pliego y DF)

2) Plan de mantenimiento obligatorio

Por qué es difícil

- Tras la entrega, la **propiedad** debe inspeccionar y conservar; hay que definir **periodicidades, puntos críticos y umbrales**
- Tradicionalmente se omitía o se dejaba genérico

Cómo aplicarlo

- Entrega un **Plan tipo a 1 página por tipología**:
 - **Periodicidades**: anual (visual), 5 años (fisuración y recubrimiento), 10 años (carbonatación/cloruros en ambientes severos)
 - **Puntos críticos**: arranques de pilares, juntas, pasadores, cubiertas, apoyos, anclajes, zonas de spray salino
 - **Umbrales de intervención**: > límite, pérdida de recubrimiento, corrosión activa, flecha > L/ límite de servicio
 - **Registro**: plantilla de acta e inventario fotográfico
- Inclúyelo **en pliego** y en el **as-built** con responsables y calendario

3) Plan de control y trazabilidad (lotes, remesas, frecuencias)

Por qué es difícil

- Dimensión de **lotes** y **frecuencias** por nivel de control (reducido/normal/intensificado)
- Coordinación entre **DoP/CE**, **coladas**, resultados de **ensayos** y el avance de obra

Cómo aplicarlo

- Define **lote** por elemento funcional/colada (p. ej., “forjado 3ª planta” o “pilares eje C colada 18”)
- **Mapa de coladas** y **partes de hormigonado** desde el día 1, vinculados a ensayos
- Checklist documental mínimo por producto: **Marcado CE + DoP + FPC + certificados**
- Tablas en pliego: **frecuencia de ensayos** (consistencia, resistencia, durabilidad), **criterios de aceptación/rechazo** y gestión de **NC**
- Designa en DF un **“responsable de trazabilidad”** y usa códigos QR o etiquetas por lote

4) Acero estructural y mixtas: EN 1090, EXC y soldadura (WPS/WPQR)

Por qué es difícil

- Relación **clase de ejecución (EXC)** → categoría de consecuencia → exigencias de taller y obra
- Documentación de **WPS/WPQR**, cualificaciones, seguimiento de cordones y **ensayos NDT**
- En mixtas, control de **pernos de cabeza (Nelson)** y **cortante longitudinal** en conectores

Cómo aplicarlo

- En proyecto y pliego define **EXC** por tipología (edificación corriente suele EXC2; puentes/alta consecuencia EXC3/4)
- Exige **fabricador certificado EN 1090** y aporta listado de **WPS/WPQR** aprobados por DF antes de iniciar
- Plan de **NDT** por zona crítica (VT, MT/PT, UT según EXC)
- Mixtas: especifica **tipo de conector**, disposición, **ensayos de tiro**, y control de **slip**

- **Planos de taller y secuencia de montaje** aprobados por DF (estados provisionales incluidos)

5) Estados límite de servicio: flechas, fisuración y vibraciones

Por qué es difícil

- Losas y vigas esbeltas, forjados mixtos y pasarelas son sensibles a **deformación y vibración**
- Fisuración: elección de **armadura** y **ancho de fisura** según exposición

Cómo aplicarlo

- Verifica **flechas** con combinaciones cuasi-permanentes, incluyendo **fluencia** y **retrasos de descimbrado** (k_{def})
- Controla **vibraciones** con masa y amortiguamiento realistas (ocupación) y límites por uso (residencial/oficinas/pasarelas)
- Dimensiona **armadura mínima de fisuración** y verifica con la exposición (más severa → más estricta)
- En forjados mixtos: comprueba **interacción** y **deslizamiento**; considera **predeformaciones de montaje**
- Deja en planos **limitaciones de flecha** (p. ej., $L/250$, $L/500$ en tabiquería frágil) y **armaduras de reparto** claras

6) Punzonamiento en losas y postesado

Por qué es difícil

- Pilares excéntricos, cargas concentradas y **postesado** cambian el perímetro crítico y las tensiones

Cómo aplicarlo

- Define **perímetros críticos** (u_1 , u_{out}) y evalúa **excentricidad** de cargas
- Soluciones: **capiteles**, **armadura de punzonamiento** (stud rails), **aumento de canto**, redistribución de cargas o **conectores** en mixtas
- En postesado: coordina **anclajes** y **bandas** con punzonamiento; comprueba **compresión** y **fisuración radial**

7) Estados provisionales y estabilidad temporal

Por qué es difícil

- La estructura durante **montaje, desencofrado o izado** puede ser más crítica que en servicio

Cómo aplicarlo

- Exige **Plan de montaje** con fases, **arriostramientos temporales**, **desapuntado** y cargas de viento propias de obra
- En acero: comprueba **pandeo lateral-torsional** en tramos sin diafragmas definitivos
- En hormigón: define **tiempos de curado y resistencias a descimbrado** por pieza (no generalices)

8) Estructuras existentes: inspección, evaluación y refuerzo

Por qué es difícil

- Incertidumbre en **materiales, armados, daños y apoyos**
- Elección de **coeficientes** y **criterios de aceptación** con información incompleta

Cómo aplicarlo

- **Nivel de inspección:** visual → instrumentada; define **campanías** (carotaje, extracción de barras, carbonatación, cloruros, esclerometría)
- Modelo **“as-is”**: geometría, armados detectados, propiedades efectivas y **reducción por daño**
- Criterios de **idoneidad** y **factores de seguridad** específicos del CE para existentes
- Estrategia de refuerzo según durabilidad: **encamisados, laminados FRP, postesado externo, aumento de sección, inyecciones**
- Actualiza el **Plan de mantenimiento** tras la intervención

9) Prefabricado y uniones (seco/húmedo)

Por qué es difícil

- Juego de **tolerancias, holguras, apoyos** y secuencia de montaje; incompatibilidades de junta seco-húmedo

Cómo aplicarlo

- Define **tolerancias de fabricación y montaje** en planos y pliego
- Detalla **apoyos** (neoprenos, morteros de nivelación), **longitudes de anclaje** en nudos húmedos y **protocolos de sellado**
- Coordina **logística** y **orden de izado** para asegurar continuidad estructural y durabilidad de las juntas

10) Hormigón reforzado con fibras (HEF)

Por qué es difícil

- Justificación de **fisuración, ductilidad post-fisura** y equivalencia de armaduras
- Dependencia de **ensayos** (p. ej., EN 14651) para parámetros residuales

Cómo aplicarlo

- Si sustituyes armadura por fibras, aporta **curvas residuales** (f_R) de ensayo y verifica **ELS** (fisuración y flecha) con el método aceptado por el CE
- Limita el uso a **casos tipo** (soleras, elementos secundarios) si no hay campaña robusta
- Especifica **dosificación, tipo/longitud de fibra y control de homogeneidad** en obra

11) Sostenibilidad y economía circular (cómo llevarlo a pliego)

Por qué es difícil

- Qué **indicadores** pedir y cómo verificarlos

Cómo aplicarlo

- Exigir **EPD** de productos clave (cemento, acero, prefabricado), **contenido reciclado mínimo** en acero, y **plan de gestión de residuos**
- Vincular sostenibilidad a **durabilidad** (recubrimientos, detalles que eviten reparaciones) y **mantenibilidad**
- Medidas en pliego con **verificables** (p. ej., “% de contenido reciclado certificado”, “ensayos de permeabilidad/absorción” en ambientes severos)

12) Compatibilidad con CTE y sismo (coherencia de combinaciones)

Por qué es difícil

- Mezclar reglas del CE (materiales, ELU/ELS, ejecución) con **acciones y combinaciones** del **DB-SE-AE** y, donde aplique, normativa sísmica (NCSE/EC8)

Cómo aplicarlo

- Fija en “**Bases de proyecto**” el **origen de acciones** (CTE) y el **método de verificación** (CE; EC si procede)
- Usa las **combinaciones CTE** (frecuente, cuasi-permanente, accidental, sísmica) y verifica con **coeficientes y modelos de material** del CE

GUÍA Práctica de interpretación y aplicación del **CÓDIGO ESTRUCTURAL**

3ª EDICIÓN AMPLIADA

con Comentarios, Casos Prácticos y Formularios

Según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio,
por el que se aprueba el Código Estructural

La presente publicación nace con una vocación inequívoca: ser el instrumento de referencia para arquitectos e ingenieros que proyectan, dirigen y explotan estructuras bajo el CÓDIGO ESTRUCTURAL. No es un compendio teórico al uso, sino un manual de trabajo orientado a la decisión, que acompaña al técnico desde la definición de la vida útil y las clases de exposición hasta el cierre as-built y el plan de mantenimiento de la propiedad.

Su enfoque combina el rigor normativo con una mirada de ciclo de vida: seguridad, servicio, durabilidad, trazabilidad y mantenibilidad se tratan como un continuo que atraviesa proyecto, obra y explotación. El resultado es una obra organizada para resolver problemas reales —los que generan no conformidades, costes imprevistos o patologías evitables— y para alinear, sin fricciones, el marco CE con CTE, Eurocódigos y la práctica de obra.

DAPP
Publicaciones
Jurídicas

Apdo. Correos 4004 del CP 31080
dapp@dappeditorial.es
dappeditorial.es