

Guías para el proyecto de puentes de carretera con Eurocódigos

Designers' Guides of road bridges to Eurocodes

Carlos Paradela Sánchez^a, Pilar Crespo Rodríguez^b, Álvaro Parrilla Alcaide^c

^aICCP del Estado. Jefe de Servicio de Puentes. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento

^bICCP del Estado. Jefe de Área de Estructuras. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento

^cICCP del Estado. Jefe de Área de Geotecnia. Dirección General de Carreteras. Ministerio de Fomento

RESUMEN

La Dirección General de Carreteras aprobó en marzo de 2019 la Orden Circular 1/2019 sobre aplicación de los Eurocódigos a los proyectos de carreteras, haciéndola coincidir con la publicación de la serie Guías Eurocódigos, cuyo objeto es contribuir a que la comunidad técnica española tenga un conocimiento más profundo de los distintos Eurocódigos y, en última instancia, a facilitar su aplicación en los proyectos de la Dirección General de Carreteras.

ABSTRACT

The General Directorate of Roads approved in March 2019 the Order 1/2019 on the application of Eurocodes to road projects, making it coincide with the publication of the Guides to Eurocodes series, whose purpose is to contribute to the Spanish technical community having a deeper knowledge of the different Eurocodes and, ultimately, to facilitate their application in the projects of the Roads Directorate.

PALABRAS CLAVE: Eurocódigos, puentes carretera, proyecto geotécnico, proyecto sísmico, fatiga

KEYWORDS: Eurocodes, road bridges, geotechnical design, seismic design, fatigue

1. Introducción a los Eurocódigos Estructurales

La Comisión Europea puso en marcha en 1981 la redacción de un código estructural europeo que culminó con la aparición en 1984 de los primeros Eurocódigos. En las dos décadas transcurridas entre la publicación de esos primeros textos y los actuales, se produjo una evolución muy significativa, no sólo en su contenido, sino en el grado de aceptación y reconocimiento por parte de la comunidad técnica europea y mundial.

En la década de los 90, hizo su aparición una segunda generación de Eurocódigos, elaborados en el seno del Comité Europeo de Normalización (CEN) por mandato de la Comisión Europea. Estos textos, conocidos como normas ENV, se publicaron con carácter experimental. Fue entre los años 2002 y 2007, cuando tuvo lugar la publicación de los Eurocódigos Estructurales como normas EN. Desde entonces, el organismo nacional español de normalización UNE, ha traducido

paulatinamente estos textos a nuestro idioma, publicándolos como normas UNE-EN.

Estas normas tienen carácter voluntario por su propia naturaleza, salvo que una disposición reglamentaria las declare obligatorias. Hay que destacar que sucesivas Directivas y Recomendaciones de la Unión Europea han hecho referencia expresa a los Eurocódigos y a la importancia de su adopción por los Estados miembro como forma de “facilitar la provisión de servicios en el campo de la construcción creando un sistema armonizado de reglas generales”, lo que ha dado lugar a que en los últimos años la gran mayoría de los países europeos los hayan adoptado como código estructural único.

En el caso concreto de las obras públicas, la Directiva de contratación pública, traspuesta al ordenamiento jurídico español por la Ley de contratos del sector público, establece la preeminencia de las normas nacionales que incorporen normas europeas (UNE-EN, en el caso español) sobre cualquier otra especificación nacional a la hora de fijar las condiciones técnicas en los pliegos de contratación para la redacción del proyecto de dichas obras (sin perjuicio de los reglamentos obligatorios).

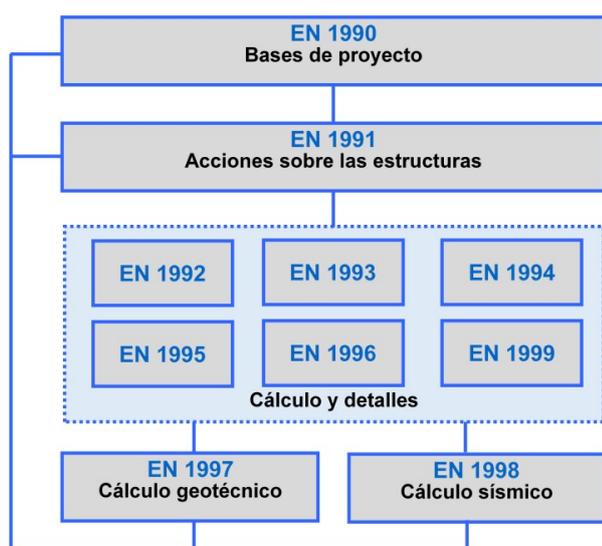


Figura 1. “Arquitectura” de los Eurocódigos

Además, existe reglamentación europea, de obligado cumplimiento de forma directa en los Estados miembro, que declara los Eurocódigos como normas de proyecto.

La “arquitectura” de los Eurocódigos se presenta en la figura 1.

2. La serie guías Eurocódigos

El uso creciente y generalizado de los Eurocódigos en los países de nuestro entorno ha dado lugar a la publicación de manuales, guías y ejemplos de aplicación de estas normas. En España, desde hace ya algunos años, los Eurocódigos se han convertido en textos de referencia en la enseñanza universitaria y han ido apareciendo publicaciones diversas relativas a los mismos, entre las que cabe citar algunos números monográficos en revistas especializadas.

La Dirección General de Carreteras aprobó en marzo de 2019 la Orden Circular 1/2019 [1] sobre aplicación de los Eurocódigos a los proyectos de carreteras, de aplicación a los puentes y estructuras asimilables así como a los terraplenes, desmontes y demás obras geotécnicas de la red de carreteras del Estado, haciéndola coincidir con la publicación de la serie Guías Eurocódigos, que puede considerarse pionera en nuestro país y más aún, en nuestra lengua, y cuyo objeto es contribuir a que la comunidad técnica española tenga un conocimiento más profundo de los distintos Eurocódigos y, en última instancia, a facilitar su aplicación en los proyectos de la Dirección General de Carreteras.

La serie está planteada como un conjunto abierto de publicaciones que irá creciendo en función de las carencias o inquietudes técnicas que puedan surgir a medida que los Eurocódigos se impongan como código estructural español y se conviertan en textos de uso general.



Figura 2. Portada de las cuatro Guías de la serie publicadas hasta la fecha

En su elaboración se ha supuesto que el lector está familiarizado con los Eurocódigos correspondientes y es conocedor de los conceptos ingenieriles en los que se sustentan. Para evitar en lo posible la repetición de cláusulas, las Guías necesitarán ser leídas junto con los propios Eurocódigos y con sus respectivos anejos nacionales españoles.

En el momento de elaboración de esta ponencia, la serie consta de cuatro títulos publicados, en formato pdf de descarga libre a través de la página web del Ministerio de Fomento [2], si bien se encuentran en preparación algunos más. Los títulos ya publicados son (Figura 2):

- Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Bases del proyecto geotécnico
- Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Cimentaciones superficiales
- Guía para el proyecto sísmico de puentes de carretera
- Guía para el proyecto frente a fatiga de puentes metálicos y mixtos de carretera

Esta ponencia plantea una visión general de estas Guías, ya que en este Congreso se presentan sendas ponencias que desarrollan

más detalladamente el contenido de cada una de ellas.

Aunque la mayor parte de los criterios y procedimientos recogidos en las Guías pueden ser aplicables cualquiera que sea el tipo de estructura analizada, su ámbito de aplicación son las obras de carretera, como se indica inequívocamente en los títulos.

2.1 La Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con EC7

La Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7 es el resultado de la estrecha colaboración de un equipo formado por especialistas en geotecnia y en estructuras. El engarce de los conceptos básicos de ambas especialidades ha sido esencial para culminar el trabajo adecuadamente.

El Eurocódigo 7 trata sobre los aspectos geotécnicos del proyecto estructural. Si la redacción de un código común para toda Europa suponía hace cuarenta años un reto de considerable dificultad para la ingeniería estructural, la adopción por parte de los expertos geotécnicos de la teoría de los estados límite con el uso de coeficientes parciales, habitual en el campo de las estructuras, suponía una dificultad adicional que se percibía casi como un obstáculo insalvable.

Sin embargo, transcurridos más de diez años desde la publicación de la versión vigente del Eurocódigo 7, ya se puede decir que el obstáculo ha sido salvado con éxito. El uso generalizado en Europa de los conceptos establecidos en el Eurocódigo 7 está permitiendo incluso seguir avanzando en la armonización del proyecto geotécnico, lo que quedará reflejado en la nueva generación de Eurocódigos que está actualmente en preparación.

Esta Guía tiene como objetivo servir de ayuda en el uso e interpretación del Eurocódigo 7 para el proyecto geotécnico de obras de carretera y contribuir a la difusión en nuestro país de los conceptos recogidos en dicha norma.

La Guía dedicada al Eurocódigo 7 consta de diversas partes que irán siendo publicadas sucesivamente. Las dos primeras partes publicadas hasta la fecha son la dedicada a Bases del proyecto geotécnico, que explica la filosofía del proyecto geotécnico con Eurocódigo 7, y que constituye un punto de partida común a toda la serie, cuya lectura debe ser previa a la de cualquiera de las otras partes, y la dedicada a Cimentaciones superficiales.

La Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7 ha sido redactada con las dos premisas básicas siguientes:

- Asumir íntegramente la filosofía del EC7 y las bases para el proyecto geotécnico establecidas en dicha norma.
- Incluir procedimientos y formulaciones allí donde el EC7 plantea únicamente principios, para disponer así de un documento autosuficiente en la medida de lo posible, manteniendo siempre una estricta coherencia con el EC7.

En el texto de la Guía se especifica qué formulaciones están de alguna manera recogidas en el EC7 y cuáles son propuestas de este documento. Es posible encontrar otros procedimientos, no contemplados por el EC7

ni por la Guía que serán perfectamente válidos como alternativa, siempre que estén suficientemente avalados por la práctica y que se asegure que el tratamiento de la seguridad es coherente con los principios del EC7.

Inicialmente, la Guía se planteó con un índice parecido al del propio EC7, es decir, la intención primera fue la preparación de un documento en el que se desarrollaran todos los aspectos tratados por el EC7. Sin embargo, a medida que se fue avanzando en el trabajo, se comprobó que no todos los temas tenían en el EC7 el mismo grado de desarrollo y que las diferencias con la práctica tradicional española eran mayores o menores según el capítulo de que se tratara, lo que requería un tratamiento diferente para cada uno. Por este motivo, para conseguir mayor flexibilidad, se decidió hacer una publicación estructurada en diferentes partes, de aparición temporal sucesiva, de las que, como ya se ha indicado, se han publicado hasta la fecha las dos primeras.

Hay que señalar que existen dos documentos que explican las bases del EC7, redactados por algunos de los ponentes de dicha norma, que han sido una referencia básica en la preparación de esta Guía: *Designers' Guide to EN 1997-1* [3] y *Decoding Eurocode 7* [4].

2.2 La Guía para el proyecto sísmico de puentes de carretera

Los puentes constituyen elementos esenciales de la infraestructura del transporte terrestre y, especialmente, si forman parte de itinerarios indispensables para la protección civil, su operatividad debe estar asegurada en caso de que se produzca un evento sísmico.

La ingeniería sísmica ha experimentado una evolución importante en las últimas décadas como consecuencia de los daños sufridos en diversos terremotos ocurridos en distintos lugares del mundo. El Eurocódigo 8, cuyo ámbito de aplicación se restringe a aspectos de dimensionamiento y cálculo, constituye una clara mejora respecto a las normativas

nacionales previas, al recoger los últimos avances en la ingeniería sísmica, a la vez que asegura la consistencia de los métodos de proyecto sísmico con los métodos de verificación estructural específicos de cada material, recogidos en otros Eurocódigos, asegurando unas bases de cálculo comunes.

La Guía para el proyecto sísmico de puentes de carretera tiene como objetivo facilitar la comprensión de los conceptos básicos relacionados con la acción sísmica y sus efectos en los puentes, así como desgranar el contenido técnico que subyace a las prescripciones del Eurocódigo 8 y la forma en que esta norma trata esos mismos conceptos. En última instancia, el objetivo de este texto es contribuir a mejorar la calidad de los proyectos de puentes carretera en lo relativo a su concepción sísmica. Este documento se estructura en seis capítulos. Una vez planteado el objeto y contenido de la Guía, junto con unos apartados previos, el capítulo 2 se inicia con la descripción de la acción sísmica: la naturaleza de la acción y los distintos tipos de onda que se generan, y trata acerca de la medición del daño (intensidad) y de la medición, más objetiva, de la energía liberada por el sismo (magnitud) en sus distintas versiones (Figura 3).

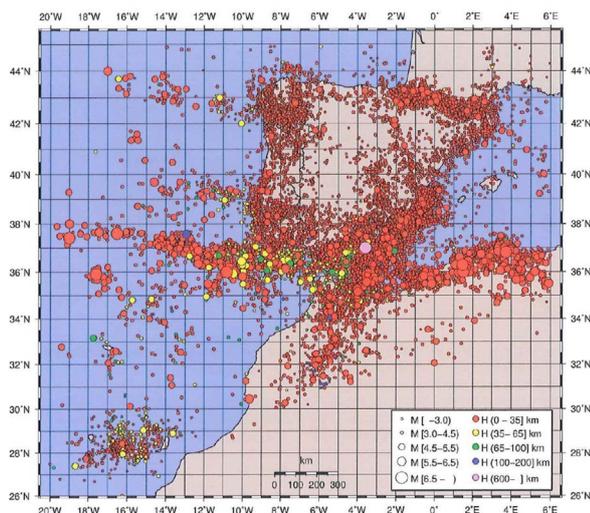


Figura 3. Epicentros, magnitud y profundidad de todos los sismos del catálogo sísmico del IGN (IGN, 2013) hasta 2011 [5]

Se describen, en particular, los efectos que el sismo tiene en los puentes y los modos de fallo observados en eventos sísmicos pasados. Se explican dos formas de caracterizar el sismo: los espectros y los acelerogramas, incidiendo particularmente en la relación entre ambas visiones del fenómeno.

A continuación, se centra en el comportamiento sísmico de los puentes y en las diversas formas de abordar su proyecto para favorecer los distintos tipos de comportamiento. Se trata el comportamiento esencialmente elástico y el comportamiento con ductilidad limitada -en los cuales el daño es mínimo-, el comportamiento dúctil -que supone un daño importante, pero permite reducir la magnitud de cálculo de la acción sísmica- y otras soluciones que permiten reducir tanto la acción como el daño (ductilidad geométrica y aislamiento sísmico).

También se explican los distintos métodos de cálculo, incluyendo el análisis de un sistema de un grado de libertad, el análisis modal, el cálculo en el tiempo (lineal y no lineal), el método del empuje incremental y el análisis de estructuras enterradas.

El capítulo 3 se centra en el contenido de los Eurocódigos y empieza con una introducción que sirve como guía para el uso de UNE-EN 1998-2 (y también de UNE-EN 1998-1 cuando es de aplicación). En ella se relaciona el comportamiento buscado con el tipo de análisis a efectuar, las verificaciones a realizar, los materiales a considerar, las condiciones de detalles de armado y la necesidad o no de verificar explícitamente la capacidad de rotación en los puntos de posible formación de rótulas plásticas. El resto del capítulo se dedica a comentar en detalle las prescripciones de UNE-EN 1998-2, relacionándolas con los conceptos descritos en el capítulo 2, siguiendo aproximadamente el esquema de UNE-EN 1998-2, de forma flexible y trasladando la explicación de determinados conceptos a otros apartados cuando se ha estimado procedente. En particular, los temas dedicados al análisis,

que a veces se tratan fuera de sitio, se remiten al apartado correspondiente, con objeto de dar mayor consistencia al texto.

El capítulo 4 está dedicado a la concepción estructural de puentes en zona sísmica. En él se plantea la filosofía general relativa a la concepción de puentes y se entra después con mayor detalle en cómo afecta la acción sísmica a este proceso y en las decisiones que tiene que tomar el proyectista en cuanto al material a utilizar, la continuidad estructural, el tipo de vínculo entre pilas y tablero y el tipo de comportamiento deseado, entre otros aspectos. Finalmente, el capítulo 5 plantea una serie de ejemplos de aplicación en los que se analizan las estructuras con el grado de complejidad que supone el proyecto de un puente en zona sísmica. Estos ejemplos tienen gran valor didáctico y práctico y permiten ilustrar de forma clara cómo se debe aplicar el Eurocódigo 8 al proyecto de puentes.

2.3 La Guía para el proyecto a fatiga de puentes metálicos y mixtos de carretera

El fenómeno de la fatiga es una de las principales causas de patologías en puentes metálicos y mixtos, que puede llegar a producir la rotura de elementos y dar lugar al colapso de la estructura en un periodo inferior a su vida útil. Aunque el fallo por fatiga se produzca en elementos estructurales no críticos para la estabilidad, su presencia puede requerir el cierre de la infraestructura para acometer su reparación, con la consiguiente repercusión económica y social.

Una concepción estructural adecuada y una ejecución cuidadosa de los detalles, junto con la elección acertada del material y sus espesores, son los aspectos esenciales para asegurar que a lo largo de la vida útil no se produzcan fallos por fatiga y fractura frágil.

Aunque las bases teóricas del estudio de la fatiga tienen sus raíces en el siglo XIX, no es hasta la segunda mitad del siglo XX cuando ese conocimiento empieza a tener un reflejo

normativo; y no es hasta los años 80 cuando queda establecido el enfoque que sigue siendo aceptado en la actualidad y que está recogido en los Eurocódigos.

El objeto de esta Guía es servir de ayuda a la comprensión del fenómeno de la fatiga, facilitar el uso e interpretación del tratamiento que hacen los Eurocódigos del estado límite último de fatiga y, en última instancia, contribuir a mejorar la calidad de los proyectos de puentes metálicos y mixtos de carretera en lo que a este fenómeno se refiere. Además de exponer las bases teóricas generales y analizar los procedimientos de cálculo establecidos por los Eurocódigos, la Guía aporta un conjunto de criterios y recomendaciones de gran valor para la concepción, ejecución y control de los detalles más habituales en las tipologías más frecuentes de puentes metálicos y mixtos de carretera, que pueden ser susceptibles de verse condicionados por la fatiga.

Su ámbito de aplicación se circunscribe al proyecto de obra nueva de puentes metálicos y mixtos de carretera dimensionados con los Eurocódigos Estructurales y que se han ejecutado y controlado según la norma UNE-EN 1090-2. En todo caso, la base teórica, la metodología y las recomendaciones con criterios para la concepción, ejecución y el control de ejecución, son extensibles a cualquier proyecto de estructura metálica y mixta susceptible de fatiga, independientemente de la normativa vigente o del uso de la estructura (puente de carretera, de ferrocarril o pasarela, estructura de edificación, estructura industrial, naval, etc.).

Esta Guía no está pensada para la verificación frente a fatiga de un puente existente que no se haya proyectado dentro del marco de los Eurocódigos Estructurales ni siguiendo los criterios de ejecución y control establecidos en UNE-EN 1090-2, ya que en ese caso no será evidente la asignación de la categoría de fatiga a un detalle que se desconoce cómo se ha ejecutado y cómo se ha controlado. No

obstante, en este último supuesto se dan ciertas indicaciones que pueden ayudar a su evaluación. Aunque es muy frecuente calcular el Estado Límite de Fatiga y adoptar precauciones de diseño y concebir detalles adecuados a fatiga en puentes de ferrocarril, sin embargo, hasta hace poco tiempo no lo era tanto en puentes de carretera. La principal conclusión que se puede extraer de los análisis realizados, es que en determinados casos, no se puede obviar la verificación de fatiga en puentes de carretera y en ocasiones este Estado Límite puede llegar a condicionar el dimensionamiento de algún elemento, pero sobre todo y lo que es más importante, los detalles en puentes de carretera se deben cuidar desde su concepción, estableciendo los controles y condiciones a la ejecución de forma que se logre la mejor categoría de fatiga posible, sobre todo en las zonas que pueden llegar a condicionar su dimensionamiento.

El documento se estructura en seis capítulos. Una vez hecha la introducción, se presentan, en capítulo 2, las bases teóricas para la

comprensión del fenómeno de la fatiga en elementos metálicos.

El capítulo 3 describe los criterios y métodos establecidos en los Eurocódigos Estructurales para realizar la verificación frente al Estado Límite Último de Fatiga en puentes de acero y puentes mixtos, aplicando el Método Simplificado y el Método del Daño Acumulado. Tras exponer las bases generales teóricas y el tratamiento normativo en los Eurocódigos del fenómeno de fatiga, el capítulo 4 se centra en dar recomendaciones para la concepción, el dimensionamiento, la ejecución y el control de la ejecución de los detalles típicos de puentes metálicos y mixtos de carretera, con objeto de establecer criterios para conseguir detalles con la mayor categoría de fatiga posible en las tipologías más frecuentes de cajones mixtos y tableros con vigas mixtas, bijácena o multijácena (Figura 4). Adicionalmente, se incluyen al final del capítulo algunas recomendaciones relativas a tableros en celosía y losas ortótropas, que presentan detalles con particularidades específicas.

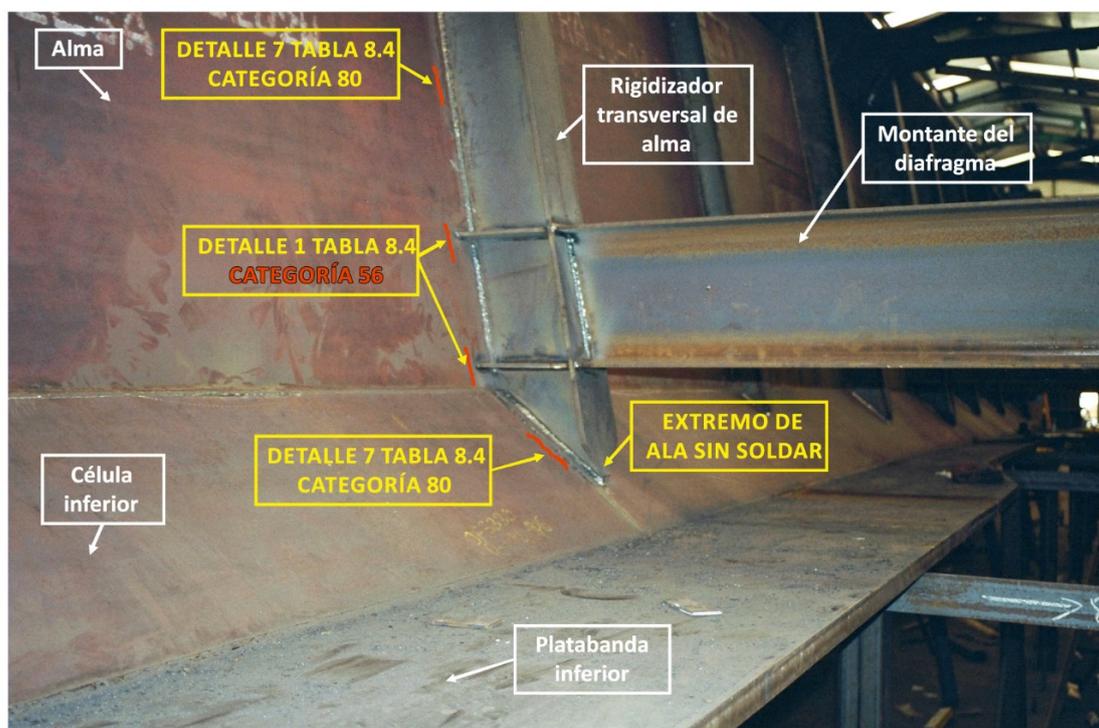


Figura 4. Detalles típicos en los diafragmas transversales en secciones bijácena

El capítulo 5 incluye un análisis paramétrico de la sensibilidad frente a fatiga de diferentes variables en puentes de carretera, exponiendo los casos más habituales en los que, en general, la fatiga no suele dimensionar frente al resto de Estados Límite y los casos de las tipologías, configuraciones estructurales y detalles más frecuentes, en los que el Estado Límite Último de Fatiga es muy probable que condicione el dimensionamiento de algún elemento. Los análisis paramétricos y las conclusiones incluidos en este capítulo deben tomarse como orientaciones y no como normas o criterios absolutamente fijos o cerrados.

Los análisis realizados, aunque abarcan un buen número de casos, no cubren cualquier posible configuración que se pueda dar en puentes de carretera, por lo que es posible que en función de las características específicas de cada caso, anchura del tablero, distribución de vigas o cajones, cantos, luces, empleo de simple o doble acción mixta, previsión de tráfico, tipos de detalle, etc., el Estado Límite de Fatiga pueda llegar a condicionar la concepción de un detalle, y sin embargo cambiando sólo alguno de los parámetros del análisis, puede que el mismo detalle no llegue a verse condicionado por la fatiga.

Finalmente, el capítulo 6 incluye el desarrollo detallado de dos ejemplos de aplicación, un cajón mixto isostático y un tablero continuo de tres vanos formado por una sección bixágena con doble acción mixta, en los que se explica pormenorizadamente la verificación a fatiga.

3. Consideraciones finales

Estas Guías se enmarcan dentro de una idea más general que persigue promover en España el uso del conjunto de normas europeas conocidas como Eurocódigos, en vigor desde 2010.

Los Eurocódigos, cuyo ámbito de aplicación se restringe a aspectos de cálculo, suponen una clara mejora de la consistencia de los métodos de proyecto al dotar al conjunto de las estructuras, construidas con distintos materiales, y con usos variados (puentes, edificios, instalaciones industriales, obras hidráulicas, obras geotécnicas, etc.), de unas bases de cálculo comunes. Esto supone un claro avance respecto de la situación previa, en la que convivían (o aún conviven) normativas nacionales desarrolladas por organismos diferentes para ámbitos de aplicación restringidos y en ocasiones con insuficiente coordinación.

Los Eurocódigos suponen por ello una ventaja competitiva para Europa en general y para los países europeos en particular, mejorando la eficacia del mercado único y eliminando la duplicidad de esfuerzos en formación y desarrollo.

Sin embargo, para conseguir que España se beneficie plenamente del marco creado por los Eurocódigos, con todas sus ventajas, es necesario su adopción por la comunidad técnica a nivel de práctica cotidiana y ello requiere un esfuerzo de adaptación. Esta Guía tiene como objetivo facilitar esta adaptación.

Como se ha indicado, se trata de una serie o colección bibliográfica de contenido muy amplio y abierto, tanto como la propia familia de Eurocódigos, que trata de aproximar a la comunidad ingenieril de lengua española.

En la Dirección General de Carreteras se trabaja en nuevos títulos de la serie que esperamos poder presentar en un futuro no muy lejano.

Agradecimientos

- La Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Bases del proyecto geotécnico ha sido

redactada por Álvaro Parrilla Alcaide y Pilar Crespo Rodríguez (Dirección General de Carreteras) junto con Miguel Ortega Cornejo (IDEAM), con la participación de José Estaire Gepp y Áurea Perucho Martínez (CEDEX), Alberto Bernal Riosalido (ByA Ingeniería) y Alejandro Pérez Caldentey (FHECOR).

- La Guía para el proyecto de cimentaciones en obras de carretera con Eurocódigo 7: Cimentaciones superficiales ha sido redactada por Álvaro Parrilla Alcaide y Pilar Crespo Rodríguez (Dirección General de Carreteras) quienes han contado con la colaboración de José Estaire Gepp y Áurea Perucho Martínez (CEDEX), Alberto Bernal Riosalido (ByA ingeniería), Miguel Ortega Cornejo (IDEAM) y Alejandro Pérez Caldentey (FHECOR).

Es destacable, en relación con esta Guía, el asesoramiento facilitado en las etapas iniciales por Roger Frank (École Nationale des Ponts et Chaussées, Francia), quien fue presidente del CEN TC 250/SC7 durante los años en que el Eurocódigo 7 se redactó en su versión actual; así como las sugerencias efectuadas en la última etapa por Marcos Arroyo Álvarez de Toledo (Universidad Politécnica de Cataluña), Carlos Oteo Mazo † (Universidad de La Coruña) y Antonio Soriano Peña † (Universidad Politécnica de Madrid), quienes hicieron una revisión del texto elaborado por el equipo redactor citado.

- La Guía para el proyecto sísmico de puentes de carretera ha sido redactada por Hugo Corres Peiretti y Alejandro Pérez Caldentey (FHECOR). Por parte de la Dirección General de Carreteras han participado en el desarrollo de la Guía, Pilar Crespo Rodríguez y Carlos Paradela Sánchez. Es destacable la labor de revisión y las sugerencias efectuadas por Amadeo Benavent Climent (Universidad Politécnica

de Madrid), Michael Fardis (Universidad de Patras) y Carlos Gordo Monsó (IDEAM).

- La Guía para el proyecto a fatiga de puentes metálicos y mixtos de carretera con Eurocódigos ha sido redactada por Francisco Millanes Mato y Miguel Ortega Cornejo (IDEAM). Por parte de la Dirección General de Carreteras han participado en el desarrollo de la Guía, Pilar Crespo Rodríguez y Carlos Paradela Sánchez.

Referencias

[1] Enlace de descarga:

https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/comodin/recursos/2019-03-18_oc_aplicacion_eurocodigos_0.pdf

Dado que estos enlaces suelen variar con el tiempo, con carácter general se encuentra disponible en el espacio web de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

[2] Enlace de descarga:

<http://apps.fomento.gob.es/CVP/listapublicaciones.aspx?c=Carreteras>

Dado que estas direcciones/enlaces suelen variar con el tiempo, con carácter general se encuentra disponible en el espacio web del Centro de Publicaciones y en el de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento.

[3] Frank R., Bauduin C., Driscoll R., Kavvadas M., Krebs Ovesen N., Orr T. y Schuppener B: Designers' Guide to EN 1997-1. Eurocode 7: Geotechnical Design-General rules. Ed. Thomas Telford, 2005.

[4] Bond A., Harris A: Decoding Eurocode 7. Ed. Taylor and Francis, 2008.

[5] INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (IGN). Actualización de mapas de peligrosidad sísmica en España 2012. Centro Nacional de Información Geográfica. Dirección General del Instituto Geográfico Nacional. 2013.