

EUROCÓDIGOS

NORMA EUROPEA
EXPERIMENTAL

UNE-ENV 1991-2-6
Noviembre 1998



EUROCÓDIGO 1

BASES DE PROYECTO Y ACCIONES EN ESTRUCTURAS

**PARTE 2-6: ACCIONES EN ESTRUCTURAS
ACCIONES DURANTE LA EJECUCIÓN**

AENOR

Asociación Española de
Normalización y Certificación

1

Parte 2-6

PREÁMBULO

La presente publicación de la Norma UNE-ENV 1991-2-6:1998 es la versión española de la norma europea experimental de iguales siglas. Lleva por título: Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en las estructuras. Parte 2-6: Acciones en estructuras. Acciones durante la ejecución.

Los Eurocódigos estructurales constituyen un conjunto de normas técnicas armonizadas de aplicación en las estructuras de edificación y de ingeniería civil. Son fruto del esfuerzo conjunto para la convergencia en materia normativa que favorezca el libre intercambio de productos y servicios entre los países de la CE. Inicialmente se aprueban con carácter experimental.

En España la regulación técnica en materia de edificación se desarrolla a través de las Normas Básicas de la Edificación, NBE, que pretenden garantizar la necesaria fiabilidad de las estructuras, atendiendo al mismo tiempo a criterios de economía, y son de obligado cumplimiento.

La Norma Básica NBE-AE 88: Acciones en la Edificación especifica las acciones que se han de adoptar en el cálculo de los elementos resistentes y de su cimentación, que deben aplicarse, como establece el apartado 1.1, "en el proyecto y en la obra de toda edificación, cualquiera que sea su clase y destino". Aunque los apartados 1.2 y 1.3 permiten al técnico autor del proyecto la adopción de valores de acciones y reacciones diferentes a los marcados, con la conformidad del director de obra, se exige el requisito de conocer y tener en cuenta la Norma Básica y justificar la adopción de valores distintos. No se han considerado en esta norma básica las acciones previsibles durante la ejecución, objeto de esta parte del Eurocódigo 1, por lo que su adopción y publicación sirve para poder tener criterios para estimar esta circunstancia en los casos que se requiera.

La justificación de los valores resultantes de la aplicación de la presente norma sería plena en el caso de estar disponible el Documento Nacional de Aplicación que compatibilice dicha norma con la citada Norma Básica. La necesaria actualización de la NBE-AE 88, actualmente en proceso de revisión, tratará de integrar las especificaciones de la norma europea para ir avanzando en la deseable armonización de las normativas española y europea. Esta armonización es una de las prioridades que dentro del campo normativo tiene la Subdirección General de Arquitectura del Ministerio de Fomento.

En todo caso la presente publicación servirá para familiarizar a los técnicos españoles con los nuevos criterios acordados internacionalmente para el cálculo de estructuras. La fase experimental de la presente norma constituye una invitación a los técnicos usuarios de sus especificaciones para analizar su contenido y valorar la facilidad de aplicación del documento. Los comentarios y observaciones al respecto pueden remitirse a AENOR.

La traducción de esta norma ha sido realizada en el Laboratorio de Estructuras de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid, bajo la supervisión del Subcomité 1 del Comité Técnico de Normalización 140 de AENOR "Eurocódigos Estructurales".

Madrid, septiembre de 1998

Gerardo Mingo Pinacho

Subdirector General de Arquitectura
Dirección General de la Vivienda,
la Arquitectura y el Urbanismo

MINISTERIO DE FOMENTO

norma española experimental

UNE-ENV 1991-2-6

Noviembre 1998

TÍTULO

EUROCÓDIGO 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras

Parte 2-6: Acciones en estructuras

Acciones durante la ejecución

Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-6: Actions on structures. Actions during execution.

Eurocode 1: Bases de calcul et actions sur les structures. Partie 2-6: Actions sur les structures. Actions en cours d'exécution.

CORRESPONDENCIA

Esta norma experimental es la versión oficial, en español, de la Norma Europea Experimental ENV 1991-2-6 de marzo 1997.

OBSERVACIONES

En esta norma UNE se han incorporado las modificaciones a la Norma ENV 1991-2-6 recibidas mediante escrito de CEN de fecha 23 de abril de 1998.

ANTECEDENTES

Esta norma experimental ha sido elaborada por el comité técnico AEN/CTN 140 *Eurocódigos Estructurales* cuya Secretaría desempeña SEOPAN.

ICS 91.010.30

Descriptores: Ingeniería civil, construcción, puente, reglas de construcción, cálculo, condiciones de ejecución.

Versión en español

EUROCÓDIGO 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras
Parte 2-6: Acciones en estructuras
Acciones durante la ejecución

Eurocode 1: Basis of design and actions on structures. Part 2-6: Actions on structures. Actions during execution.

Eurocode 1: Bases de calcul et actions sur les structures. Partie 2-6: Actions sur les structures. Actions en cours d'exécution.

Eurocode 1: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke. Teil 2-6: Einwirkungen auf Tragwerke. Einwirkungen während Ausführung.

Esta norma europea experimental (ENV) ha sido aprobada por CEN el 1996-11-29 como una norma experimental para su aplicación provisional. El período de validez de esta norma ENV está limitado inicialmente a tres años. Pasados dos años, los miembros de CEN enviarán sus comentarios, en particular sobre la posible conversión de la norma ENV en norma europea (EN).

Los miembros de CEN deberán anunciar la existencia de esta norma ENV utilizando el mismo procedimiento que para una norma EN y hacer que esta norma ENV esté disponible rápidamente y en la forma apropiada a nivel nacional. Se permite mantener (en paralelo con la norma ENV) las normas nacionales que estén en contradicción con la norma ENV hasta que se adopte la decisión final sobre la posible conversión de la norma ENV en norma EN.

Los miembros de CEN son los organismos nacionales de normalización de los países siguientes: Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, Suecia y Suiza.

CEN
COMITÉ EUROPEO DE NORMALIZACIÓN
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation
Europäisches Komitee für Normung
SECRETARÍA CENTRAL: Rue de Stassart, 36 B-1050 Bruxelles

ÍNDICE

	Página
PREÁMBULO	8
Objetivos de los Eurocódigos	8
Antecedentes del programa de Eurocódigos	8
Programa de Eurocódigos	8
Documentos Nacionales de Aplicación (DNA)	9
Materias específicas de esta norma experimental	9
1 GENERALIDADES	11
1.1 Campo de aplicación	11
1.2 Normas para consulta	12
1.3 Distinción entre principios y reglas de aplicación.....	13
1.4 Definiciones.....	13
1.5 Símbolos.....	13
2 CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES	14
3 SITUACIONES DE PROYECTO Y ESTADOS LÍMITE	15
3.1 Generalidades. Identificación de situaciones de proyecto	15
3.2 Estados Límite de Servicio.....	16
3.3 Estados Límite Últimos	17
3.4 Determinación de los datos para situaciones de proyecto	17
4 REPRESENTACIÓN DE LAS ACCIONES	18
4.1 Peso propio de elementos estructurales y no estructurales, y acciones permanentes causadas por el terreno	18
4.2 Pretensado, deformaciones impuestas intencionadas y asientos.....	19
4.3 Acciones de temperatura y retracción	21
4.4 Acciones del viento (Q_w).....	21
4.5 Cargas debidas a la nieve (Q_{sn}).....	22
4.6 Acción del agua (Q_{wa})	22
4.7 Cargas ocasionadas por el hielo	23
4.8 Cargas de construcción (Q_c)	24
4.9 Acciones sísmicas	25
4.10 Acciones accidentales	25
ANEXO A (Normativo) BASES DE PROYECTO. APARTADOS SUPLEMENTARIOS A ENV 1991-1 PARA EDIFICIOS	26
ANEXO B (Normativo) BASES DE PROYECTO. APARTADOS SUPLEMENTARIOS A ENV 1991-1 PARA PUENTES	29
ANEXO C (Informativo) CARGAS DE CONSTRUCCIÓN DURANTE LA PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN	32

PREÁMBULO

Objetivos de los Eurocódigos

- (1) Los Eurocódigos Estructurales comprenden un grupo de normas para el proyecto de edificaciones y obras de ingeniería civil desde los puntos de vista estructural y geotécnico.
- (2) Abarcan la ejecución y el control, sólo hasta el punto que es necesario para indicar la calidad de los productos de construcción y el nivel de ejecución necesario para cumplir con las prescripciones de las reglas de proyecto.
- (3) Hasta que el conjunto necesario de especificaciones técnicas armonizadas para los productos y los métodos de ensayo de los mismos esté disponible, algunos de los Eurocódigos Estructurales cubren estos aspectos en anexos informativos.

Antecedentes del programa de Eurocódigos

- (4) La Comisión de las Comunidades Europeas (CCE) inició el trabajo de establecer un conjunto de normas técnicas armonizadas para el proyecto de edificaciones y obras de ingeniería civil, que sirviese, inicialmente, como una alternativa a las diferentes normas vigentes en los distintos Estados Miembros y que, finalmente, las sustituyese. Estas reglas técnicas son las denominadas "Eurocódigos Estructurales".
- (5) En el año 1990, después de consultar a sus respectivos Estados Miembros, la CCE transfirió el trabajo del futuro desarrollo de los Eurocódigos al CEN al mismo tiempo que la secretaría de la EFTA estuvo de acuerdo en apoyar el trabajo del CEN.
- (6) El Comité Técnico del CEN, CEN/TC 250, es el responsable de todos los Eurocódigos Estructurales.

Programa de Eurocódigos

- (7) El trabajo está desarrollado en los siguientes Eurocódigos Estructurales, los cuales se subdividen en Partes:
 - EN 1991 Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras.
 - EN 1992 Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.
 - EN 1993 Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.
 - EN 1994 Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.
 - EN 1995 Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera.
 - EN 1996 Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica de ladrillo.
 - EN 1997 Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico.
 - EN 1998 Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras resistentes al sismo.
 - EN 1999 Eurocódigo 9: Proyecto de estructuras de aluminio.
- (8) CEN/TC250 ha formado subcomités independientes para cada uno de los Eurocódigos mencionados.
- (9) Esta parte del Eurocódigo 1 está publicada como norma europea experimental (ENV) con una vida inicial de tres años.
- (10) Esta parte del Eurocódigo 1 está pensada para su aplicación experimental.

- (11) Después de aproximadamente dos años, los miembros del CEN serán invitados a enviar comentarios formales sobre esta parte del Eurocódigo 1, que serán tenidos en cuenta en los trabajos futuros.
- (12) Mientras tanto, las observaciones y los comentarios a esta norma experimental deben enviarse a la secretaría del subcomité CEN/TC250/SC1, a la siguiente dirección:

SIS / BST
Box 49044
S – 100 28 STOCKHOLM
SWEDEN

o al Organismo Nacional de Normalización correspondiente.

NOTA NACIONAL – El Organismo Nacional de Normalización en España:

AENOR
C/ Génova, 6
28004 MADRID
Tel: 91 432 60 00
Fax: 91 310 49 76

Documentos Nacionales de Aplicación (DNA)

- (13) A la vista de las responsabilidades de las autoridades de los Estados Miembros en temas relacionados con la seguridad, salud y otras materias cubiertas por los requisitos esenciales de la Directiva Europea de Productos de Construcción (DPC), a algunos elementos que afectan a la seguridad, en esta norma experimental, se les han asignado valores indicativos que están identificados por o [] (valores en recuadro). Las autoridades de cada Estado Miembro examinarán los "valores en recuadro" y podrán sustituirlos por valores aplicables a nivel nacional.

Además, en algunos países donde la normativa considere normas adicionales o más estrictas sobre la seguridad de los trabajadores en la construcción, es recomendable que se mencionen en el DNA.

- (14) Alguna de las normas de apoyo europeas o normas internacionales no van a estar disponibles en el momento de la publicación de esta norma experimental. Por lo tanto, está prevista la publicación, por parte de cada estado miembro o por parte de sus organizaciones nacionales de normalización, de un Documento Nacional de Aplicación (DNA) que proponga valores definitivos de los elementos que afectan a la seguridad, que haga referencia a normas de apoyo compatibles y que dé una guía nacional para la aplicación de esta norma experimental.
- (15) Se pretende que esta norma experimental sea usada conjuntamente con el DNA vigente en el país donde se realice la edificación o el trabajo de ingeniería civil.

Materias específicas de esta norma experimental

- (16) Esta parte del Eurocódigo 1 ha sido realizada con dos objetivos fundamentales:
- definir los valores de algunas acciones durante la ejecución, comunes a diversos procedimientos constructivos, y los de otras acciones a considerar en la fase provisional de ejecución.
 - establecer las condiciones estructurales para ciertas acciones específicas de determinados procedimientos constructivos que deberán ser especificados en el proyecto o justificados antes de la ejecución.
- (17) En los casos donde se mencione "salvo que se especifique lo contrario", se entiende que se pueden definir especificaciones complementarias o modificaciones en algunos proyectos específicos.

- (18) El ámbito de aplicación del Eurocódigo 1 está definido en el apartado 1.1.1, y el correspondiente a esta parte de dicho Eurocódigo 1 está definido en el apartado 1.1.2. Las partes adicionales previstas, del Eurocódigo 1, están indicadas en el apartado 1.1.3.
- (19) Esta parte del Eurocódigo 1 está dividida en cuatro capítulos:
- Capítulo 1 Generalidades
 - Capítulo 2 Clasificación de las acciones
 - Capítulo 3 Situaciones de proyecto
 - Capítulo 4 Representación de las acciones

Las cuatro secciones se complementan con dos anexos (A, edificación y B, puentes) que establecen las bases para la combinación de acciones incluyendo coeficientes parciales de carga y coeficientes Ψ ; así como un tercer anexo informativo, C.

Los límites de validez de los contenidos de estas secciones están indicados en las mismas.

- (20) Esta parte del Eurocódigo 1 pretende abarcar edificaciones y obras de ingeniería civil durante la ejecución, así como algunas estructuras auxiliares asociadas con la construcción de edificios y otras obras de ingeniería civil. Se desarrollan aspectos específicos para estos dos tipos de obras.
- (21) Las normas prescritas en esta parte del Eurocódigo 1 son aplicables a edificaciones normales y puentes. Pueden ser también empleadas, cuando corresponda, al tratar de:
- ejecución de edificaciones o puentes especiales;
 - situaciones de proyecto transitorias correspondientes al mantenimiento, la reparación o la demolición de edificios y puentes (véanse anexos A y B).
- (22) Especialmente durante la ejecución, la seguridad estructural y su aptitud para el uso deben estar asegurados no sólo mediante un dimensionamiento suficiente sino también por otras medidas como, por ejemplo, el control del procedimiento constructivo y los efectos de las acciones durante las distintas fases de ejecución. Estas últimas medidas pueden ser suficientes en caso de situaciones accidentales ocasionadas durante la ejecución o por el personal de la obra (por ejemplo el fuego). La forma de tener en cuenta cada una de las posibilidades, no puede expresarse de forma sencilla, lo cual explica la flexibilidad normativa en la determinación de los valores representativos de las acciones.

NOTA 1 – Por ejemplo, durante el comienzo de la construcción de un puente metálico, las acciones del viento deben ser específicamente determinadas mediante las previsiones meteorológicas (de los institutos meteorológicos).

NOTA 2 – La posibilidad de fuego se disminuirá controlando al personal fumador y las emisiones de gases tóxicos.

- (23) Durante la preparación de esta parte del Eurocódigo 1, se han detectado limitaciones y correcciones en ENV 1991-1 y ENV 1992-1-1, especialmente en el tratamiento de las acciones durante la ejecución. Si dichas modificaciones se hacen (por ejemplo para su conversión en EN), podrían existir, en algunos casos, duplicaciones con esta parte del Eurocódigo 1 por lo que deberá comprobarse su compatibilidad total.

1 GENERALIDADES

1.1 Campo de aplicación

1.1.1 Campo de aplicación de ENV 1991 - Eurocódigo 1

- (1)P ENV 1991 proporciona principios generales y acciones para el proyecto de estructuras de edificación e ingeniería civil incluyendo algunos aspectos geotécnicos. Deberá ser usada conjuntamente con las ENV 1992 a 1999.
- (2) Puede utilizarse también para el proyecto de estructuras no recogidas en las ENV 1992 a 1999, y cuando se utilicen otros materiales u otras acciones para el proyecto estructural.
- (3) ENV 1991 también comprende el proyecto de estructuras durante su ejecución, así como el proyecto de estructuras temporales. ENV 1991 se refiere a todas las circunstancias bajo las cuales una estructura debe tener una adecuada funcionalidad.
- (4) ENV 1991 no está expresamente pensada para la valoración del estado estructural de construcciones existentes ni para el desarrollo de proyectos de reparación por daños o cambios de uso.
- (5) ENV 1991 no cubre todas las situaciones especiales de proyecto que requieran una fiabilidad excepcional, tales como estructuras nucleares, para las cuales se deben utilizar procedimientos específicos de proyecto.

1.1.2 Campo de aplicación de ENV 1991-2-6: Acciones durante la ejecución

- (1) Esta parte del Eurocódigo 1 proporciona principios y reglas generales para la determinación de las acciones y las influencias del medio ambiente que deberán ser consideradas durante la fase de ejecución de edificaciones y puentes.

NOTA – Esta parte del Eurocódigo 1 podrá ser usada como guía para la definición de especificaciones en otros tipos de construcciones.

- (2) Esta parte del Eurocódigo 1 proporciona también las reglas de combinación de las acciones durante el proceso de ejecución de edificios (anexo A) y puentes (anexo B).
- (3) Esta parte del Eurocódigo 1, también proporciona reglas para la determinación de las acciones e influencias del medio ambiente sobre las construcciones auxiliares necesarias para la ejecución de edificios y obras de ingeniería civil.

NOTA – En general, las construcciones auxiliares son competencia del contratista. En algunos casos (por ejemplo en la construcción de puentes), el proyecto de estas construcciones auxiliares puede ser una tarea esencial. El conjunto de comprobaciones necesarias debe definirse oportunamente en el proyecto.

- (4) Las acciones consideradas en esta parte del Eurocódigo 1 son:
 - peso propio de los elementos estructurales y no estructurales, y acciones permanentes causadas por el terreno;
 - pretensado, deformaciones impuestas y asientos del terreno;
 - retracción y acciones de la temperatura;
 - acción del viento;
 - cargas de nieve;
 - acciones del agua;
 - acciones del hielo;
 - cargas de construcción;
 - acciones sísmicas;
 - algunas acciones accidentales (véase ENV 1991-2-7).

- (5) Cuando es necesario considerar cargas, deformaciones o situaciones especiales de proyecto que no estén especificadas completamente (agua), o parcialmente (hielo), en esta u otras partes de este Eurocódigo 1, y no estén suficientemente tratadas en los DNA, se deben definir especificaciones complementarias en el proyecto.

NOTA – Generalmente, el proyecto y comprobación de procedimientos constructivos durante las etapas de ejecución, dependen también del tipo de construcción.

- (6) Los siguientes temas se tratan en esta parte del Eurocódigo 1:
- definiciones y notación comunes (capítulo 1);
 - clasificación de las acciones (capítulo 2);
 - situaciones de proyecto y normas para su identificación y definición en un proyecto en particular (capítulo 3);
 - reglas para la determinación de acciones aplicables a obras de ingeniería civil durante la ejecución (capítulo 4).
- (7) Las normas sobre la seguridad de las personas en la zona de construcción y sus alrededores no se tratan en esta parte.
- (8) En esta parte del Eurocódigo 1, se hace referencia al término "especificación de proyecto", el cual incluye todos los requisitos y suposiciones de proyecto.

1.1.3 Otras partes de ENV 1991

- (1) Otras partes de ENV 1991, las cuales actualmente están siendo preparadas o están previstas, se definen en 1.2.

1.2 Normas para consulta

Esta norma europea experimental incorpora disposiciones de otras publicaciones por su referencia con o sin fecha. Estas referencias normativas se citan en los lugares apropiados del texto de la norma y se relacionan a continuación:

ISO 3898 1987 – *Bases para el proyecto de estructuras. Notación. Símbolos generales.*

NOTA – Las siguientes normas experimentales europeas, que están publicadas o en preparación, se citan en los lugares apropiados del texto y se relacionan a continuación:

ENV 1991-1 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 1: Bases de proyecto.

ENV 1991-2-1 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 2.1: Densidades, peso propio y cargas exteriores.

ENV 1991-2-2 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 2.2: Acciones en estructuras expuestas al fuego.

ENV 1991-2-3 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 2.3: Sobrecargas de nieve.

ENV 1991-2-4 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 2.4: Acciones del viento.

ENV 1991-2-5 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 2.5: Acciones térmicas.

ENV 1991-2-7 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 2.7: Acciones accidentales producidas por impactos y explosiones.

ENV 1991-3 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 3: Cargas de tráfico sobre puentes.

ENV 1991-4 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 4: Acciones en silos y tanques.

ENV 1991-5 – Eurocódigo 1: Bases de proyecto y acciones en estructuras. Parte 5: Acciones inducidas por grúas y maquinaria.

ENV 1992 – Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón.

ENV 1993 – Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero.

ENV 1994 – Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.

ENV 1995 – Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera.

ENV 1996 – Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica de ladrillo.

ENV 1997 – Eurocódigo 7: Proyecto geotécnico.

ENV 1998 – Eurocódigo 8: Proyecto de estructuras resistentes al sismo.

ENV 1999 – Eurocódigo 9: Proyecto de estructuras de aluminio.

1.3 Distinción entre principios y reglas de aplicación

- (1)P Este Eurocódigo distingue entre principios y reglas de aplicación dependiendo del carácter de los apartados individuales.
- (2)P Los principios comprenden:
 - aspectos generales y definiciones para los que no hay alternativa;
 - requisitos y modelos analíticos para los que no se permiten alternativas salvo que esté específicamente indicado.
- (3)P Los principios se identifican con la letra P precedida del número del párrafo.
- (4)P Las reglas de aplicación son reglas generalmente reconocidas que se adecuan a los principios y satisfacen sus requisitos.
- (5)P Está permitido el uso de reglas alternativas a las reglas de aplicación propuestas en este Eurocódigo cuando está demostrado que dichas reglas alternativas son acordes con los principios y tienen, al menos, la misma fiabilidad.
- (6) Las reglas de aplicación en esta parte se identifican por un número entre paréntesis, por ejemplo, este apartado.

1.4 Definiciones

Para los propósitos de esta parte del Eurocódigo 1, las definiciones generales están indicadas en las partes relevantes de ENV 1991 y en los Eurocódigos de proyecto (ENV 1992 a 1999).

Las definiciones adicionales dadas a continuación son específicas de esta parte.

1.4.1 construcciones auxiliares: Cualquier construcción asociada al proceso de ejecución, y que es retirada después de su uso (por ejemplo andamios, cimbras, ataguías, carros de avance, etc.).

1.4.2 cargas de construcción: Cargas no producidas por el clima o por las condiciones medioambientales, que deben ser consideradas en el proyecto durante el proceso constructivo.

1.5 Símbolos

- (1) Para los propósitos de esta parte del Eurocódigo 1, se utilizan los siguientes símbolos:

NOTA – Las notaciones usadas están basadas en ISO 3898: 1987.

Mayúsculas latinas

$F_{cb,k}$ Valor característico de la carga concentrada que representa el material de construcción almacenado móvil actuando sobre el tablero del puente durante la ejecución (4.8.3).

F_h Carga horizontal transmitida por el tablero de un puente, construido con el procedimiento de voladizos sucesivos, al pilar (4.8.3).

- F_{wa} Fuerza horizontal ejercida por el agua en ataguías y pilas de puentes (4.6).
- Q_c Cargas de construcción (4.8).
- Q_{ca} Cargas debidas al personal de la obra, herramientas y visitantes, que porten equipo pequeño (4.8.1).
- Q_{cb} Cargas debidas a materiales de edificación y construcción almacenados, elementos prefabricados y equipamiento (4.8.1).
- Q_{cc} Equipo pesado para su utilización en posición fija (paneles de encofrado, andamios, cimbras, maquinaria, contenedores, etc.) o en movimiento (encofrado deslizante, vigas carril, tajamares, etc.) (4.8.1).
- Q_{cd} Cargas debidas a grúas, ascensores, vehículos, instalaciones de potencia, gatos, dispositivos pesados de control, etc.
- Q_{Sn} Sobrecargas de nieve (situación transitoria) (4.5).
- Q_{wa} Sobrecargas de agua (situación transitoria) (4.6).
- Q_w Acciones del viento (situación transitoria) (4.4).
- v_{va} Velocidad media del agua (m/s).

Minúsculas latinas

- $q_{cb,k}$ Valor característico de las cargas uniformemente distribuidas que representan el material de construcción almacenado móvil, actuando sobre el tablero del puente durante la ejecución (4.8.3).

2 CLASIFICACIÓN DE LAS ACCIONES

- (1) Para facilitar el uso de esta parte del Eurocódigo 1, algunos de los principios y reglas de aplicación definidas en ENV 1991-1 se citan a continuación.
- (2)P Las acciones durante la ejecución se clasifican de la siguiente forma:
- permanentes, variables o accidentales;
 - fijas o libres;
 - estáticas, cuasiestáticas o dinámicas;
 - directas o indirectas;
 - simples o compuestas.

Estas clasificaciones deberán hacerse por separado, cuando sea oportuno, para cualquier situación de proyecto.

NOTA – Algunas acciones, deberán ser clasificadas de forma distinta según la fase de ejecución y por tanto pueden ser diferentes para cada situación de proyecto.

- (3) Algunas clasificaciones están especificadas en los siguientes apartados y otras en los Eurocódigos de proyecto. Si es necesario, deben complementarse, para cada proyecto en particular.
- (4) Las acciones indirectas incluyen las deformaciones impuestas intencionadamente (por ejemplo desplazamientos impuestos en soportes de vigas de acero) o deformaciones debidas a la retracción, asientos diferenciales o cambios de temperatura. Las acciones directas deben tenerse en cuenta en las combinaciones. Cada acción indirecta debe tenerse en cuenta combinada o de forma individual, dependiendo de la estructura y del estado límite en consideración.

- (5)P En el caso de asientos (absolutos o diferenciales), esperados durante la ejecución, éstos deben considerarse como acciones permanentes (véase ENV 1997-1).
- (6) Salvo que se especifique lo contrario, los efectos del pretensado durante la ejecución deben clasificarse como acciones permanentes. Sin embargo, las fuerzas transmitidas por el gato durante la aplicación del pretensado deben considerarse como acciones variables en el proyecto de las zonas de anclaje.
- (7)P La retracción del hormigón durante la ejecución debe clasificarse como acción permanente.
- (8)P Cuando el sistema estructural cambie durante la ejecución, los efectos remanentes de las cargas aplicadas en un sistema estructural y trasladadas a los sucesivos sistemas, se considerarán como permanentes en los nuevos sistemas estructurales.
- (9) Cuando los elementos de la estructura están temporalmente cimbrados, los efectos del cimbrado y descimbrado deben clasificarse como permanentes. Deben considerarse los efectos de la elasticidad de los sistemas de cimbrado y las posibles deformaciones debidas a los asientos del terreno.
- (10) Salvo que se especifique lo contrario, todas las acciones debidas a las cargas de construcción deben considerarse como acciones variables.

NOTA – En el caso de equipos pesados (Q_{cc}), definidos en 4.8.1, su acción debe considerarse como variable sólo mientras se esté moviendo. Cuando el equipo pesado esté en posición de uso, es más razonable considerarlo como acción permanente (por ejemplo el peso propio del encofrado móvil utilizado para la construcción del tablero de un puente). En las situaciones en las que las cargas de construcción se consideran permanentes o variables, sus valores representativos y sus coeficientes asociados, γ , deben ser definidos, por ejemplo en las especificaciones de proyecto).

- (11) Las cargas de construcción debidas a grúas, equipamiento, andamios, etc., deben considerarse como acciones variables libres o fijas, dependiendo de su posible localización. Cuando dichas acciones puedan considerarse como fijas, debe tenerse en cuenta la incertidumbre en su posición. Del mismo modo, cuando se consideren como libres deben definirse los límites de su posible localización.

NOTA 1 – Deben llevarse a cabo medidas de control, en algunos casos, para asegurar que la posición de la carga no varía durante la ejecución.

NOTA 2 – Algunas posiciones deberán ser consideradas, en algunos casos, como accidentales.

- (12)P Cuando se consideran cargas de construcción debidas a personas, dichas cargas se toman como acciones variables libres.
- (13) Las acciones durante la elevación y el posicionamiento de elementos estructurales prefabricados, que se acoplan a otras partes de la estructura, deben considerarse como acciones variables, estáticas o dinámicas.

3 SITUACIONES DE PROYECTO Y ESTADOS LÍMITE

3.1 Generalidades. Identificación de situaciones de proyecto

- (1) Durante la ejecución, sólo será necesario considerar situaciones de proyecto transitorias o accidentales. Sólo en casos especiales deben considerarse las situaciones sísmicas.

NOTA – Las acciones aplicadas únicamente durante las fases de ejecución, que pueden tener efectos permanentes, deberán ser tenidas en cuenta para la determinación de la seguridad tanto en las fases correspondientes a la ejecución como en las situaciones de proyecto posteriores a ésta.

- (2)P Las distintas situaciones de proyecto durante la ejecución, deben elegirse de modo que tengan en cuenta todas las situaciones previstas durante la ejecución de la obra.

- (3) Para las distintas fases de la ejecución, las situaciones de proyecto deben estudiarse teniendo en cuenta que éstas pueden cambiar de una fase a otra, de acuerdo con el proceso de ejecución definido en el proyecto y el procedimiento constructivo:
- condiciones de apoyo;
 - sistema estructural;
 - forma de la estructura;
 - grado de acabado, incluyendo los elementos no estructurales.

Para una determinada situación de proyecto, la distribución o magnitud de las acciones variables y permanentes puede variar.

- (4) La exhaustiva comprobación de cualquier estado límite durante la situación transitoria de proyecto puede omitirse si se puede demostrar que dicho estado límite u otro se cumple para la situación permanente de proyecto, o durante cualquiera de las fases de la ejecución.

NOTA – Para edificios normales, generalmente sólo se necesitan comprobar los sistemas de apoyo y los elementos que reciben cargas de los mismos.

- (5) A la hora de considerar elementos estructurales que forman parte de sistemas continuos donde las acciones debidas al peso propio aumentan paso a paso, las comprobaciones de los estados límite últimos y de servicio deberán tener en cuenta el cambio del sistema estructural así como la posible no uniformidad de las cargas repartidas.
- (6) Las situaciones de proyecto transitorias o accidentales deben definirse no sólo para el conjunto de la obra en consideración sino, en su caso, también para los elementos estructurales individuales durante las distintas fases de la ejecución y para las estructuras auxiliares.

NOTA – La fase de construcción durante la cual una viga prefabricada se eleva, es un ejemplo de situación transitoria de proyecto para un elemento estructural concreto.

- (7) Para la identificación de las situaciones de proyecto durante la ejecución, el tiempo es generalmente el mejor parámetro: las diferentes fases de ejecución para un proyecto en particular, tienen previsto comenzar en fechas concretas y tener una duración determinada. Los posibles cambios en dichas fechas, que normalmente pueden ser previstos, deberán ser consecuentemente tenidos en cuenta.
- (8) En general, la fatiga no necesita tenerse en cuenta durante la ejecución. No obstante, se deberá prestar atención, cuando sea necesario, a los efectos de posibles vibraciones originadas por el viento, que podrían causar fatiga u otros estados límites más generales como inestabilidad aerostática.

NOTA – Algunos ejemplos son la separación de vórtices que hace oscilar los elementos delgados de acero, transporte de larga distancia de dichos elementos de acero, etc.

3.2 Estados Límite de Servicio

- (1)P Los criterios referentes a los Estados Límite de Servicio deben definirse en las especificaciones de proyecto.

NOTA – Los Eurocódigos de proyecto ofrecen criterios a este respecto.

- (2) Salvo que se especifique lo contrario, los requisitos del Estado Límite para la fase final se deben adoptar para la fase de ejecución.
- (3) Los requisitos en servicio para estructuras auxiliares deben definirse de modo que se evite cualquier deformación y desplazamiento que afecte al uso aparente o efectivo de la estructura o cause daños en el acabado de elementos no estructurales.
- (4) Deben evitarse las operaciones que puedan causar fisuración excesiva o deformaciones durante la ejecución, y que puedan afectar a la durabilidad o a la apariencia estética de la estructura en la fase final.

- (5) En lugar de considerar los efectos producidos por la retracción y los cambios de temperatura mediante su inclusión en el proyecto, se puede llevar a cabo una apropiada y detallada previsión para minimizar los efectos de estas acciones.
- (6) Salvo que se especifique lo contrario, no se considerarán las acciones frecuentes para la comprobación de los Estados Límite de Servicio durante la ejecución.

NOTA – Por esta razón no se dan valores del coeficiente Ψ_1 en los anexos A y B. Cuando los valores frecuentes de algunas acciones variables especiales necesiten considerarse, éstos deberán definirse en las especificaciones de proyecto.

- (7) Salvo que se especifique lo contrario, para puentes de hormigón, no se considerarán las combinaciones poco frecuentes para la comprobación de los Estados Límite de Servicio durante la ejecución.

NOTA – Por esta razón no se dan valores del coeficiente Ψ'_1 en el anexo B.

3.3 Estados Límite Últimos

- (1)P Los Estados Límite Últimos deben considerarse tanto para las situaciones de proyecto transitorias como para las accidentales.
- (2)P Para las situaciones accidentales de proyecto deben tenerse en cuenta los requisitos de ENV 1991-1 que trata de la prevención de daños desproporcionados.

NOTA – En general, las situaciones accidentales de proyecto se refieren a: condiciones o exposiciones excepcionales aplicadas sobre la estructura, como por ejemplo los impactos; fallo local y consiguiente colapso de la estructura; fallo de partes estructurales o no estructurales; y en caso de edificaciones, concentraciones anormales de equipamiento de construcción o materiales de construcción; acumulación de agua en tejados metálicos; fuego, etc.

- (3) Cuando las situaciones sísmicas necesiten ser consideradas durante la fase de la ejecución, las situaciones críticas de proyecto deben seleccionarse y, en su caso, acordarse con las autoridades competentes.
- (4) En cada situación crítica de proyecto, debe considerarse la regularidad de una construcción estructural incompleta, la posible concentración de material de construcción almacenado, etc. Así mismo debe prestarse atención a las posibles interacciones con grúas, etc.

3.4 Determinación de los datos para situaciones de proyecto

- (1) De un modo general, las imperfecciones en la geometría de la estructura y en los elementos estructurales deben considerarse en la situación más crítica de proyecto durante la ejecución. Estas imperfecciones deberán definirse en las especificaciones de proyecto.

NOTA 1 – Los Eurocódigos de proyecto muestran criterios al respecto.

NOTA 2 – Para estructuras de hormigón, véanse las normas europeas establecidas por el CEN/TC/229 "Productos prefabricados de hormigón".

- (2) Cualquier situación transitoria de proyecto deberá asociarse a una duración nominal que debe ser elegida, generalmente, entre las que se indican a continuación, siendo esta duración nominal igual o mayor que la duración probable de la fase de ejecución correspondiente a la situación de proyecto en consideración:
 - tres días;
 - tres meses;
 - un año.

NOTA – Una duración nominal de tres días, elegida para fases de ejecución muy cortas, como la elevación de una estructura mediante grúa, corresponde a un período de tiempo donde las predicciones meteorológicas son seguras. Esta elección puede mantenerse en fases de ejecución más largas siempre que se tomen las medidas apropiadas. Para una duración nominal de tres meses, los efectos de las distintas estaciones pueden, para determinadas situaciones, identificarse con dicha duración. Por ejemplo la magnitud de la avenida de un río depende de la época del año en consideración.

- (3) Para algunas acciones climáticas, donde los valores característicos de las situaciones permanentes están definidos utilizando períodos de retorno, los valores característicos durante la ejecución podrán ser elegidos menores que aquellos, para situaciones permanentes, si se cumple por lo menos una de las siguientes condiciones:
- la duración nominal de la situación transitoria es menor o igual a un año, y puede ser controlada;
 - en el caso de acontecimientos imprevistos, se puedan conseguir las medidas necesarias para la seguridad de la estructura.
- (4) Cuando una situación transitoria de proyecto está asociada a una duración nominal de un año, el principal periodo de retorno de los valores característicos de las acciones climáticas, no deberá ser menor de 5 años.

NOTA 1 – Para duraciones nominales de tres días o tres meses, el concepto de período de retorno principal no es generalmente apropiado, y la reducción dependerá del tipo de información estacional y meteorológica de que se disponga.

NOTA 2 – Algunos fenómenos como los efectos de la fluencia y la retracción en construcciones de hormigón deben calcularse, generalmente, basándose en los datos esperados y en la duración asociada con las situaciones de proyecto.

- (5) En las situaciones de proyecto correspondientes a las fases de ejecución, donde la estructura (o partes de ella) está sometida a aceleraciones que pudieran incrementar los efectos de la masa de un modo apreciable, dichos efectos deberán tenerse en cuenta para la comprobación de los diversos estados límite.

NOTA – Las aceleraciones apreciables podrán excluirse cuando los posibles movimientos estén estrictamente controlados. En ese caso, las medidas de control deberán ser proyectadas de acuerdo con las combinaciones de las acciones correspondientes a las situaciones de proyecto relevantes, que pueden ser transitorias o accidentales.

- (6) En su caso, la acción del agua deberá ser calculada conjuntamente con los niveles de agua correspondientes a situaciones de proyecto especificadas o identificadas.

NOTA – Estas acciones podrán calcularse del mismo modo que se especificó en (2) y (3).

- (7) En su caso, las situaciones de proyecto deben definirse teniendo en cuenta los efectos de socavación de las corrientes del agua.

NOTA – Para fases de construcción de mayor duración, las situaciones de socavación accidentales, pueden tener que considerarse en el proyecto de estructuras permanentes o auxiliares inmersas en corrientes de agua.

4 REPRESENTACIÓN DE LAS ACCIONES

- (1) En los apartados siguientes, se describen métodos para el cálculo de:
- las acciones más comunes en todo tipo de obras constructivas,
 - algunas acciones específicas para edificación y puentes.

4.1 Peso propio de elementos estructurales y no estructurales, y acciones permanentes causadas por el terreno

4.1.1 Generalidades

- (1) El peso propio de elementos estructurales y no estructurales, debe determinarse de acuerdo con ENV 1991-2-1, a menos que se disponga de datos más específicos.

- (2)P Para la comprobación de elementos de la estructura durante el transporte o elevación, se considerarán las condiciones de apoyo en ese momento y se tendrán en cuenta los efectos de la masa ocasionados por aceleraciones verticales y horizontales, cuando sea preciso.

NOTA 1 – Se da un índice en ENV 1991-5 para el cálculo de aceleraciones verticales y horizontales debidas al transporte y la elevación.

NOTA 2 – Los anclajes usados para elevar materiales, deberán ser proyectados para las acciones de acuerdo con ENV 1991-5.

- (3) Los valores característicos de la presión del terreno (por ejemplo en forjados o muros de sótano de edificios, pilas o estribos de puentes) deben calcularse según ENV 1997.

4.1.2 Edificios

- (1) Las acciones debidas al peso propio de los elementos no estructurales, pueden no considerarse durante la ejecución cuando es obvio que los efectos de estas acciones están completamente cubiertos por los requisitos de la estructura completa.

NOTA – Algunos ejemplos de elementos no estructurales son los tabiques de separación, techados, cubiertas, etc.

- (2)P En la construcción de edificios de hormigón *in situ* de varias plantas, donde cada planta recién homigonada se apoya en un sistema de sustentación que a su vez apoya sobre las plantas inferiores, se realizará un análisis de las cargas para determinadas fases críticas durante la construcción.

NOTA – Dependiendo del procedimiento constructivo empleado, los forjados pueden estar sometidas a cargas mayores que para las que estaba proyectada. Además de dichas cargas, las losas de cimentación no deben haber desarrollado toda su capacidad resistente.

- (3) Salvo que existan datos específicos disponibles, el valor característico del peso propio del encofrado se tomará igual a $0,5 \text{ kN/m}^2$.

NOTA – El proyecto de los encofrado no está cubierto por esta parte del Eurocódigo 1.

4.1.3 Puentes

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, cuando las partes favorables y desfavorables de las acciones, debidas al peso propio de los elementos estructurales, necesiten considerarse como cargas individuales para la comprobación del estado límite de equilibrio, deberán ir afectadas por los coeficientes $\gamma_{G,inf} = 0,95$ y $\gamma_{G,sup} = 1,05$, respectivamente.

Estos coeficientes podrán ajustarse en casos específicos dependiendo del nivel de seguridad durante la ejecución (véase 2.2 (5)-b) de ENV 1991-1).

- (2) Los valores $\gamma_{G,inf}$ y $\gamma_{G,sup}$ dados en 4.1.3 (1), podrán utilizarse también para la comprobación de sistemas provistos de acciones estabilizantes.

4.2 Pretensado, deformaciones impuestas intencionadas y asientos

- (1) Las deformaciones impuestas intencionadas pueden, por ejemplo, ser debidas a:
- elementos de pretensado (por ejemplo mediante cables o tendones);
 - predeformaciones en la estructura (por ejemplo desplazamientos impuestos en los soportes).
- (2) Las deformaciones no intencionadas pueden, por ejemplo, ser debidas a:
- asientos del terreno;
 - rozamiento de apoyos temporales.

NOTA – Actualmente, la distinción entre pretensado y predeformación no está exactamente definida y necesita mayor coordinación entre los Eurocódigos.

4.2.1 Pretensado

- (1)P Durante las fases de la ejecución, las fuerzas de pretensado deben tenerse en cuenta con sus valores principales o característicos, de acuerdo con lo indicado en los Eurocódigos correspondientes, dependiendo de las normas de comprobación definidas en este Eurocódigo para el mismo tipo de pretensado, o en las especificaciones del proyecto.

NOTA – Actualmente dichas reglas para la fase de ejecución no están completamente definidas en los Eurocódigos de proyecto.

4.2.2 Predeformaciones

- (1) En general, las predeformaciones se aplican en una estructura para mejorar su comportamiento, de modo que se cumplan los requisitos de seguridad y servicio de la estructura.

NOTA – Las predeformaciones pueden no tener ningún efecto en la resistencia última si existe suficiente capacidad de rotación y son posibles las redistribuciones del momento plástico.

- (2)P La aplicación de las predeformaciones durante la ejecución, se llevará a cabo de manera controlada como, por ejemplo, siguiendo los pasos indicados en los cálculos de proyecto o en las especificaciones de proyecto.

- (3)P El control de las predeformaciones deberá realizarse comprobando tanto las deformaciones como las fuerzas.

NOTA – La fuerza puede ser comprobada tanto por medición directa de la misma o medidas indirectas de la rigidez, como por medidas basadas en la vibración.

- (4) Los coeficientes parciales para los efectos de las predeformaciones deben obtenerse de los apartados correspondientes de ENV 1992 a 1999, dependiendo del tipo de análisis estructural y del Estado Límite que se considere.

4.2.3 Asientos del terreno

- (1)P Los valores de los asientos del terreno para las cimentaciones de la estructura y los apoyos temporales durante la construcción, se basarán en las investigaciones geotécnicas y, en su caso, en el análisis de interacción entre terreno y estructura.

NOTA – Los estudios geotécnicos se realizarán para obtener información tanto de los valores absolutos de los asientos como de los diferenciales, de su dependencia del tiempo y de su posible variación.

- (2) Salvo que se especifique lo contrario, y si se ha llevado a cabo un análisis de interacción terreno-estructura, los valores esperados para los asientos del terreno deberán ser tomados como los valores nominales de las deformaciones impuestas.

4.2.4 Movimiento de apoyos temporales

- (1) Para puentes pretensados construidos por empuje de tableros, a menos que se den otros valores en la especificación del proyecto, se tomarán los siguientes valores de las flechas verticales para los apoyos temporales:

- ± 10 mm en sentido longitudinal para un apoyo, suponiendo los demás inmóviles (fig. 4.1-a);
- $\pm 2,5$ mm en sentido transversal para un apoyo, suponiendo los demás inmóviles (fig. 4.1-b);

Estos valores deben ajustarse para casos específicos dependiendo de la calidad del acabado (véase 2.2 (5)-b) de la ENV 1991-1).

- (2) Estas dos deformaciones son independientes y los correspondientes valores se deberán tomar como valores característicos.

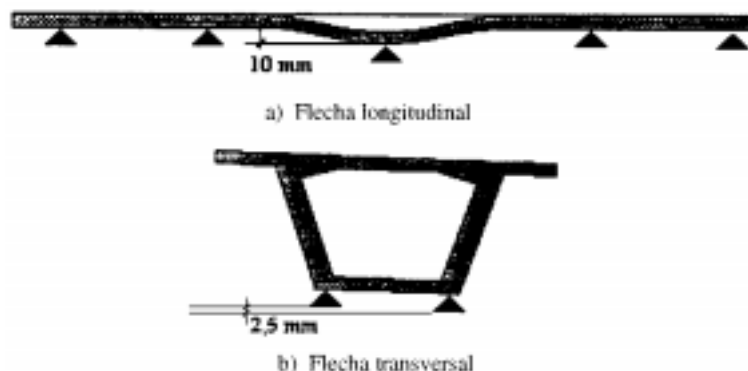


Fig. 4.1 – Flechas longitudinal y transversal de apoyos temporales para puentes construidos mediante empuje de tableros

4.3 Acciones de temperatura y retracción

- (1) Las acciones debidas a temperatura y retracción del hormigón son, en general, deformaciones coartadas. En esta sección se consideran conjuntamente por simplicidad aunque corresponden a diferentes fenómenos físicos.

NOTA – Las acciones de la temperatura, por ejemplo, se deben a:

- cambios de la temperatura ambiente; variaciones diarias o estacionales en el período de construcción previsto;
- enfriamiento de las partes delgadas de elementos de hormigón después de la hidratación; teniendo en cuenta el tipo de encofrado y la edad de desencofrado.

- (2) Si es necesario, las acciones debidas a la temperatura y retracción deben tenerse en cuenta durante cada fase de la ejecución.

NOTA 1 – En algunos casos, sólo las fases más desfavorables de la ejecución necesitan considerarse, y los efectos debidos a la temperatura y retracción se pueden calcular utilizando métodos simplificados.

NOTA 2 – En edificación, las acciones debidas a la temperatura y retracción no son generalmente importantes si se ha realizado un apropiado y detallado estudio para las situaciones permanentes de proyecto.

- (3) Las acciones de la temperatura debidas a los cambios climáticos deben calcularse de acuerdo con ENV 1991-2-5. Para algunas fases especiales de la ejecución (por ejemplo el cierre de distintos tipos de tableros de puente), deben tener en cuenta los efectos de la temperatura prevista durante el día de la ejecución.

- (4) La retracción debe calcularse de acuerdo con los Eurocódigos de proyecto correspondientes.

- (5)P En el caso de puentes, para la determinación de coacciones debidas a la temperatura, los efectos del rozamiento en los apoyos que supuestamente permiten el movimiento libre, se tendrán en cuenta a la hora de evaluar los valores representativos apropiados.

- (6) Cuando sea necesario, respecto a los efectos de segundo orden, los efectos de las deformaciones por temperatura y retracción deben combinarse con las imperfecciones iniciales.

4.4 Acciones del viento (Q_w)

- (1) Los valores característicos de las acciones del viento deben calcularse de acuerdo con los procedimientos definidos en ENV 1991-2-4 y con los períodos de retorno considerados.

NOTA 1 – Se debe prestar especial atención al hecho de que en muros interiores, que formen parte de la estructura una vez terminada ésta, durante la ejecución tendrán que ser aplicados los coeficientes relativos a la presión exterior, c_{pe} , para muros exentos.

NOTA 2 – En algunos casos, las cargas debidas al viento pueden considerarse como acciones accidentales en las combinaciones durante la ejecución, como por ejemplo en zonas de viento ciclónico.

- (2) Cuando sea relevante, el área cargada deberá incluir las áreas de grúas, etc., que contribuyan a los efectos de la acción en consideración.
- (3) Para las operaciones de elevación, avance en voladizo u otras fases de la construcción que duran apenas unas horas, la especificación de proyecto deberá definir la máxima velocidad del viento que será considerada en el proyecto. Salvo especificación en contrario, esta velocidad no será inferior a 20 m/s para cualquier altura.
- (4) Cuando sea necesario, la velocidad crítica del viento deberá ser determinada para las vibraciones transversales debidas al viento, *galloping* y *flutter*, para asegurar que estos fenómenos no intervienen de forma determinante en el proyecto durante las fases de la ejecución.

NOTA – Las vibraciones inducidas por temporales de viento y lluvia en elementos esbeltos de sección circular deben tenerse en cuenta.

- (5) Salvo que se especifique lo contrario, los valores característicos de las fuerzas del viento a considerar en el proyecto de puentes durante la ejecución, deben calcularse basándose en un período de retorno nominal igual a:
 - 10 años para una duración nominal de la situación transitoria de un año;
 - 50 años, como para las situaciones de proyecto permanentes, para una duración superior a un año.
- (6) Cuando se necesite tener en cuenta el equilibrio estático durante la fase de ejecución de un puente, los valores de las presiones características debidas al viento en las partes favorables, deberán reducirse un 50 % (véase 10.11 de ENV 1991-2-4).

NOTA – Se debe tener en cuenta el hecho de que un análisis estático puede ser insuficiente en algunos casos, y deberán adoptarse métodos más refinados.

4.5 Cargas debidas a la nieve (Q_{sn})

- (1) Las cargas de nieve deben calcularse de acuerdo con ENV 1991-2-3, dependiendo de la situación local en la que se encuentre y del período de retorno seleccionado. Sin embargo, salvo que se especifique lo contrario, la carga a considerar como valor característico durante las fases de ejecución, no deberá ser menor que el 50 % del valor característico considerado para las situaciones de proyecto permanentes.
- (2)P En el caso de puentes, si es seguro que la nieve se retirará diariamente (incluyendo fines de semana y períodos vacacionales) y que las disposiciones compatibles con las exigencias de seguridad durante su retirada están definidas en las especificaciones del proyecto, la carga de nieve en las zonas donde será retirada, puede reducirse al 30 % del valor representativo especificado en ENV 1991-2-3.
- (3) En puentes, cuando lo requieran las condiciones climáticas y teniendo en cuenta la duración del proceso de ejecución, la carga característica de nieve para la comprobación del equilibrio estático durante la ejecución, representada por una carga uniformemente repartida, debe considerarse como combinación de una distribución no simétrica de nieve localizada en la posición más desfavorable. Para esta comprobación, debe suponerse que las cargas de nieve son iguales al 25 % de la carga característica de nieve en el terreno, determinada para la situación persistente.

4.6 Acción del agua (Q_{wa})

- (1) En general, las acciones debidas al agua (en superficie o subterránea) pueden representarse como:
 - presiones estáticas;
 - en su caso, efectos hidrodinámicos.

NOTA – En general, los fenómenos cubiertos por los efectos hidrodinámicos son:

- la fuerza hidrodinámica debida a corrientes sobre obstáculos enterrados;
- fuerzas debidas a la acción del oleaje;
- efectos del agua causados por un terremoto (tsunamis).

- (2) Para simplificar, las acciones debidas al agua generalmente se tienen en cuenta en combinación con las acciones permanentes: la variación de la presión del agua o del nivel de agua deberán tenerse en cuenta según los principios de las situaciones de proyecto definidas en las especificaciones del proyecto. Cuando las acciones debidas al agua tengan que ser consideradas como variables, los valores de proyecto deberán ser especificados directamente.
- (3) Las acciones del agua provocadas por corrientes o estructuras enterradas, son perpendiculares a las superficies de contacto y pueden inducir efectos dinámicos. Éstas deberán ser determinadas para la velocidad significativa de la corriente, profundidad del agua y forma de la estructura, definidas en la especificación del proyecto y dependiendo de la situación de proyecto para el período de construcción en consideración.
- (4) La magnitud de la fuerza horizontal ejercida por las corrientes en la superficie vertical de un objeto sumergido (fig. 4.2) podrá determinarse mediante la siguiente expresión:

$$F_{wa} = k \rho_{wa} h b v_{wa}^2 \quad (\text{N}) \tag{4.1}$$

donde

- v_{wa} es la velocidad media del agua, promediada sobre el fondo, en m/s;
- ρ_{wa} es la densidad del agua en kg/m^3 ;
- h es la profundidad del agua, sin incluir, cuando sea el caso, la profundidad local registrada en metros;
- b es el ancho del objeto en metros;
- k es el factor de forma:
 - $k = 0,72$ para un objeto de sección horizontal rectangular o cuadrada,
 - $k = 0,35$ para un objeto de sección horizontal circular.

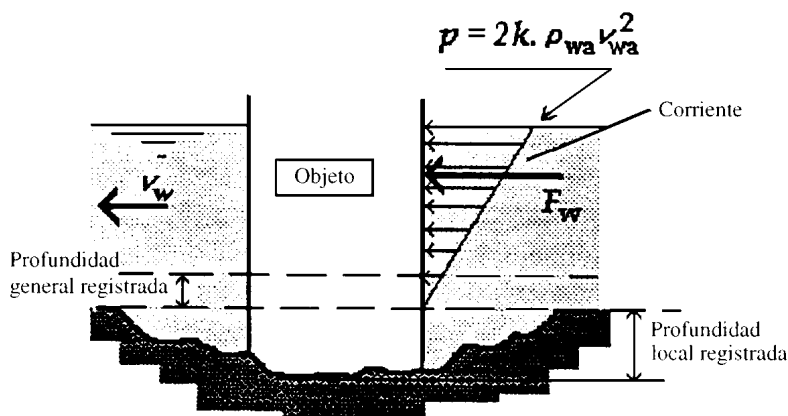


Fig. 4.2 – Presión y fuerza debida a corrientes en estribos y pilas de puentes

NOTA – El efecto total del agua incluye presiones estáticas y dinámicas en cada superficie.

- (5) Las acciones de la lluvia deben considerarse cuando pueda existir un fallo en su evacuación o cuando los efectos de su estancamiento puedan ser debidos a imperfecciones de la superficie o flechas en la estructura.

4.7 Cargas ocasionadas por el hielo

- (1) Las cargas debidas al hielo, deben especificarse en cada proyecto en particular.

NOTA 1 – ENV 1993-3 proporciona más información al respecto.

NOTA 2 – Actualmente, ISO/TC98/WG3 está creando una norma ISO sobre las cargas ocasionadas por el hielo en las estructuras.

4.8 Cargas de construcción (Q_c)

4.8.1 Generalidades

- (1) En general las cargas de construcción incluyen:
 - personal de la obra, herramientas y visitantes, con equipos de pequeño tamaño (Q_{ca});
 - materiales de construcción y edificación almacenados móviles, elementos prefabricados, y equipo (Q_{cb});
 - equipo pesado en posición de uso (por ejemplo paneles de encofrados, andamios, cimbras, maquinaria, contenedores) o en movimiento (por ejemplo encofrados deslizantes, vigas de lanzamiento, contrapesos) (Q_{cc});
 - grúas, ascensores, vehículos, instalaciones de potencia, gatos, elementos de control pesado, etc. (Q_{cd}).
- (2) Cuando sea necesario, estas acciones deben calcularse de acuerdo con la especificación del proyecto.

NOTA 1 – Cuando los vehículos (por ejemplo hormigoneras en sótanos de edificios) pueden usarse, y no están definidos en las especificaciones de proyecto, las acciones correspondientes pueden calcularse basándose en los vehículos o modelos de carga definidos en ENV 1991-3 (Modelo de Carga de Fatiga 2).

NOTA 2 – La información para el cálculo de las acciones debidas a grúas se define en ENV 1991-5.

4.8.2 Cargas de construcción específicas para edificios

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, las cargas de construcción debidas al personal de la obra, herramientas y visitantes, con equipo pequeño (Q_{ca}) deben representarse mediante cargas uniformemente repartidas.
- (2)P Donde el equipo de construcción (Q_{cb}) actúe como una carga concentrada, se deben tener en cuenta sus efectos.
- (3)P La estabilidad horizontal de la construcción durante todas sus fases de ejecución, se asegura mediante mediciones detalladas o realizando el proyecto considerando la carga horizontal representativa.

NOTA – El tesado es un ejemplo de medición detallada.
- (4)P Para el cálculo de la carga horizontal se toma el resultado de la acción del viento y los efectos resultantes de imperfecciones y deformaciones en el cimbrado.
- (5) La estabilidad horizontal de la estructura puede comprobarse con un método simplificado que consiste en la aplicación de fuerzas horizontales nominales. Salvo que se especifique lo contrario, el valor característico de estas fuerzas debe tomarse igual al 1,5% del valor de las cargas verticales que resultan de la combinación de las acciones en consideración. Éstas deben aplicarse en los mismos puntos donde lo están sus correspondientes cargas verticales.

4.8.3 Cargas de construcción específicas de puentes

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, las cargas de construcción debidas al personal de la obra, herramientas y visitantes, con equipo pequeño (Q_{ca}) situadas sobre los tableros de los puentes durante la ejecución, deben representarse mediante cargas uniformemente repartidas. Esta carga se debe aplicar en las zonas más desfavorables y su valor característico se tomará igual a 1 kN/m^2 .
- (2) La carga debida a materiales de construcción almacenados móviles (Q_{cb}) aplicada sobre los tableros de los puentes durante la ejecución, debe representarse mediante un sistema de cargas que incluya:
 - una carga uniformemente repartida q_{cb} ;
 - una carga concentrada F_{cb} .

Dichas cargas deberán ser consideradas simultáneamente en cada caso, de modo que se obtenga el efecto más desfavorable.

Salvo que se especifique lo contrario, sus valores característicos se tomarán igual a:

$$q_{cb,k} = 0,2 \text{ kN/m}^2;$$

$$F_{cb,k} = 100 \text{ kN}.$$

- (3) Para puentes, construidos mediante el procedimiento de empuje de tableros, las fuerzas horizontales F_h son transmitidas por el tablero a los soportes (estribos y pilas) durante el empuje. Salvo que se especifique lo contrario, el valor característico de la fuerza horizontal aplicada en la parte superior de cada pila se tomará igual al 10% de la fuerza vertical concomitante.

NOTA – En general, el coeficiente de rozamiento decrece con el movimiento del tablero del puente; dicho 10% representa el valor *estático* del coeficiente de rozamiento, cuando el tablero comienza a moverse.

4.9 Acciones sísmicas

- (1) Durante la ejecución, las acciones sísmicas se tienen en cuenta sólo cuando así lo requiera la autoridad competente o las especificaciones de proyecto. Las fases durante las cuales deberán comprobarse los efectos sísmicos, tendrán que indicarse claramente en las especificaciones del proyecto.
- (2) Cuando las acciones sísmicas deban tenerse en cuenta, éstas se determinarán de acuerdo con ENV 1998, teniendo en cuenta el período de referencia de la situación transitoria en consideración.
- (3)P Las aceleraciones de proyecto del terreno a_g y el factor de importancia γ_I (véase ENV 1991-1) para la fase de la ejecución, se definirán en las especificaciones del proyecto.

4.10 Acciones accidentales

4.10.1 Acciones accidentales en edificios

- (1)P Las acciones accidentales tales como el impacto de vehículos de construcción, grúas o equipo de construcción (por ejemplo cubas de hormigón fresco), fallo local de soportes temporales o permanentes, etc., que podrían ocasionar el colapso (progresivo) de elementos estructurales resistentes, se comprobarán para los Estados Límite correspondientes.

NOTA – Se deberán tomar precauciones *in situ* para evitar:

- concentraciones anormales de equipo de construcción o material de construcción en partes de elementos estructurales resistentes;
- acumulación de agua (por ejemplo en cubiertas de acero); dicha acumulación se puede dar principalmente en el caso de edificios que estén casi terminados; consecuentemente, esta situación se considerará como permanente.

- (2) Cuando sea necesario, la exposición al fuego deberá definirse en la especificación del proyecto.

4.10.2 Acciones accidentales en puentes

- (1)P Si uno o más de los siguientes sistemas de carga son posibles durante la construcción, se comprobará el Estado Límite de colapso (progresivo).
- (2) La acción (incluyendo sus efectos dinámicos) debida a la caída de un encofrado deslizante durante su movimiento, en el caso de un puente construido con tal procedimiento, debe considerarse como accidental.
- (3) La acción debida a la caída de un elemento prefabricado se considera como accidental y debe tenerse en cuenta cuando sea preciso.
- (4) Las acciones debidas a impacto de vehículos de construcción, grúas o equipo de construcción, sobre partes estructurales resistentes, deberá definirse en las especificaciones de proyecto cuando sea necesario.
- (5) Los principios de comprobación en caso de fallo local de un soporte temporal de partes resistentes de la estructura, debe definirse en las especificaciones de proyecto.

NOTA – Este tipo de situación accidental de proyecto incluye el posible fallo de un tirante durante la fase de ejecución de un puente atirantado.

ANEXO A (Normativo)

BASES DE PROYECTO. APARTADOS SUPLEMENTARIOS A ENV 1991-1 PARA EDIFICIOS

A.1 Combinación de acciones para distintas situaciones de proyecto

A.1.1 Simultaneidad de acciones variables

A.1.1.1 Simultaneidad de diferentes cargas de construcción (Q_c)

- (1) Cuando ciertas cargas de construcción no sean físicamente compatibles con el procedimiento constructivo, no deben tomarse como simultáneas.
- (2) La simultaneidad de ciertas cargas constructivas puede no considerarse siempre y cuando esté indicado en las especificaciones del proyecto y se tomen las medidas de control apropiadas.
- (3) Se tendrán en cuenta otras posibles combinaciones de las cargas constructivas.

A.1.1.2 Simultaneidad de cargas de construcción junto con otras acciones variables

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, las cargas de nieve y las acciones del viento se consideran como no simultáneas con las cargas que provienen de la actividad constructiva (por ejemplo cargas debidas al personal de la obra). Sin embargo, la simultaneidad de las cargas de nieve o las acciones del viento con otras cargas de construcción (por ejemplo equipo pesado o grúas), debe tenerse en cuenta.
- (2) Cuando sea necesario, las acciones térmicas y del agua se considerarán como simultáneas con las cargas de construcción.

NOTA – En su caso, se pueden hacer distinciones entre las diferentes causas y componentes de las acciones térmicas.

A.1.2 Situación transitoria de proyecto

A.1.2.1 Estado Límite Último de Equilibrio

- (1) En el caso de situaciones de proyecto en las que existe el riesgo de no cumplir el equilibrio estático (por ejemplo durante la elevación de elementos resistentes prefabricados), se debe considerar la siguiente combinación de acciones desestabilizadoras:

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{dst,1k} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \gamma_{Qi} Q_{dst,ik} \quad (A.1)$$

donde

G_{kj} es el valor característico de las cargas permanentes desfavorables (por ejemplo inclinación de muros resistentes prefabricados, columnas o elementos de cubrición);

$Q_{dst,1k}$ es el valor característico de la acción variable desestabilizadora predominante;

$Q_{dst,ik}$ es el valor característico de las restantes acciones variables desestabilizadoras.

NOTA – P , es un valor característico o principal dependiendo de, actualmente, la especificación del proyecto.

- (2) Los valores de los coeficientes parciales de las acciones permanentes, γ , están indicados en la tabla 9.2 de ENV 1991-1. Salvo que se especifique lo contrario, los coeficientes γ_Q para las acciones variables, se tomarán iguales a [1,35].

- (3) Los valores de los coeficientes ψ_0 se dan en la tabla A.1 (véase A.2).
- (4) Cuando se prevenga la pérdida del equilibrio mediante sistemas estabilizadores u otros elementos (por ejemplo montantes), sus resistencias y las de sus uniones deben comprobarse de acuerdo con las normas definidas en los correspondientes Eurocódigos de proyecto.

A.1.2.2 Estado Límite Último de Agotamiento

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, para la comprobación del Estado Límite Último de agotamiento, debe considerarse la combinación fundamental de las acciones como se define en ENV 1991-1.

NOTA – Debido a que muchas acciones durante la ejecución no pueden calcularse con demasiada exactitud, para permitir una adecuada exactitud en el cálculo se debe dar preferencia a las "ecuaciones simplificadas de comprobación de estructuras en edificación" (sin los coeficientes ψ), de acuerdo con ENV 1991-1.

- (2) Los valores de los coeficientes parciales γ para acciones permanentes, se indican en la tabla 9.2 de ENV 1991-1. Salvo que se especifique lo contrario, los coeficientes γ_Q para todas las acciones variables se deberán tomar igual a [1,35].
- (3) Los valores de los coeficientes ψ se indican en la tabla A.1 (véase A.2).

A.1.2.3 Estados Límite de Servicio

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, para la comprobación de los Estados Límite de Servicio, se considerarán las combinaciones de acciones características y cuasipermanentes como se define en ENV 1991-1.

A.1.3 Situación accidental de proyecto

- (1) La comprobación de los Estados Límite Últimos de equilibrio y rotura, se realiza de acuerdo con la combinación de acciones que se indica en la expresión (A.2). Cuando en algunos casos especiales una o más acciones variables (Q_{ki}) necesiten considerarse simultáneamente con la acción accidental, deben definirse sus valores representativos en las especificaciones de proyecto.

$$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + A_d + \sum_{i \geq 1} \psi_{2i} Q_{ki} \quad (A.2)$$

Los valores de ψ_2 se indican en la tabla A.1.

NOTA – Esta combinación de acciones es diferente de la combinación general definida en ENV 1991-1. Dicha combinación se propone aquí por simplicidad, para evitar la definición de valores frecuentes de las acciones variables en las fases de la ejecución. P es un valor característico o principal dependiendo, actualmente, de la especificación del proyecto.

- (2) Las combinaciones para situaciones de proyecto accidentales, tanto las que se refieren explícitamente a una acción accidental A (por ejemplo un impacto) como las que lo hacen a la situación después del accidente (por ejemplo el fallo de un soporte temporal y consecuentemente el cambio de sistema estático o colapso progresivo; $A = 0$).

A.2 Coeficientes ψ para edificación

- (1) Los valores de los coeficientes ψ_{0i} (para las combinaciones características) y ψ_{2i} (para las combinaciones cuasipermanentes) de las acciones variables, se indican en la tabla A.1.

Tabla A.1
Coefficientes ψ para edificación durante la ejecución

Acciones variables directas	$\psi_0^{1)}$	ψ_2
Cargas de construcción (Q_c)		
Personal de obra y equipo, herramientas y visitantes (Q_{ca})	[0,5]	[0,2]
Material de construcción almacenado móvil (Q_{cb})	[0,5]	[0,2]
Equipo pesado en posición de uso o en movimiento (Q_{cc})	[0,5]	[0,2]
Grúas, vehículos, ascensores, instalaciones de potencia (Q_{cd}):		
– uso frecuente	[0,6]	[0,5]
– uso eventual	[0,6]	[0]
Acciones de la temperatura²⁾	[0,5]	[0]
Acciones del viento²⁾ (Q_w)	[0,5]	[0]
Cargas de nieve²⁾ (Q_{sn})	[0]	[0]
Acción del agua²⁾ (Q_{wa})	[0,5]	[0]
1) A considerar sólo en caso de posible simultaneidad.		
2) Para aplicar a los valores representativos definidos de acuerdo con 3.4 (2) y (3).		

ANEXO B (Normativo)

BASES DE PROYECTO. APARTADOS SUPLEMENTARIOS A ENV 1991-1 PARA PUENTES

B.1 Combinación de acciones para diferentes situaciones de proyecto

B.1.1 Simultaneidad de acciones variables

B.1.1.1 Simultaneidad de varias cargas de construcción (Q_c)

- (1) Cuando ciertas cargas de construcción no sean físicamente compatibles con el procedimiento constructivo, no deberán tomarse como simultáneas.
- (2) La simultaneidad de ciertas cargas de construcción puede no considerarse, siempre que esté indicado en las especificaciones de proyecto y se tomen las medidas de control apropiadas.
- (3) Se tendrán en cuenta otras posibles combinaciones de las cargas de construcción.

B.1.1.2 Simultaneidad de cargas de construcción junto con otras acciones variables

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, las cargas de nieve y las acciones del viento se consideran como no simultáneas con las cargas que provienen de la actividad constructiva (por ejemplo cargas debidas al personal de la obra). Sin embargo, la simultaneidad de las cargas de nieve o las acciones del viento con otras cargas de construcción (por ejemplo equipo pesado o grúas), debe tenerse en cuenta.

NOTA – Para grúas, la velocidad del viento compatible con el uso se define bajo unas normas específicas de seguridad. La presión correspondiente es generalmente lo suficientemente pequeña como para ser despreciada en las comprobaciones estructurales.

- (2) Cuando sea necesario, las acciones térmicas y las del agua se considerarán simultáneas con las cargas de construcción.

NOTA – Cuando sea necesario, pueden hacerse distinciones entre las diferentes causas y componentes de las acciones térmicas.

B.1.2 Situación transitoria de proyecto

B.1.2.1 Estado Límite Último de Equilibrio

- (1) En el caso de situaciones de proyecto en las que tenemos el riesgo de perder el equilibrio estático, se deberá considerar la siguiente combinación de acciones desestabilizadoras:

$$\sum G_{d,sup} + \sum G_{d,inf} + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{dst,1k} + \sum_{i>1} \Psi_{0i} \gamma_{Qi} Q_{dst,ik} \quad (B.1)$$

donde

$Q_{dst,1k}$ es el valor característico de la acción variable desestabilizadora predominante;

$Q_{dst,ik}$ es el valor característico de las restantes acciones variables desestabilizadoras.

NOTA – P , es un valor característico o medio dependiendo, actualmente, de la especificación del proyecto. Se pueden considerar durante la ejecución de un puente situaciones muy variadas, para las que la fórmula (B.1) necesita posibles adiciones (por ejemplo para la comprobación de tirantes estabilizadores).

- (2) Para el peso propio de los elementos estructurales y no estructurales, véase 4.1.3.

- (3) En general, cuando se utilice un contrapeso, la variabilidad de la acción debida al peso propio deberá ser considerada. Salvo que se especifique lo contrario, esta variación debe tenerse en cuenta mediante cualquiera de las siguientes alternativas:
- aplicando un coeficiente parcial $\gamma_{G,inf} = 0,8$ si el peso propio no está bien definido (por ejemplo en contenedores);
 - considerando la variación de la posición definida en el proyecto, con un valor que se determina proporcionalmente a las dimensiones del puente, si la magnitud del contrapeso está bien definida.
- NOTA – Para puentes metálicos, durante el lanzamiento de los vanos, la variación de la posición del contrapeso se toma, usualmente, igual a ± 1 m.
- (4) Salvo que se especifique lo contrario, los coeficientes γ para todas las cargas variables deben tomarse igual a [1,35] y $\gamma_p = [1,0]$.
- (5) Los valores de los coeficientes ψ_0 se indican en la tabla B.1 (véase B.2).
- (6) Cuando la pérdida del equilibrio estático se previene mediante sistemas estabilizantes (por ejemplo cables, columnas auxiliares), su resistencia o su estabilidad debe comprobarse de acuerdo a las normas definidas en los Eurocódigos de proyecto representativos.

B.1.2.2 Estado Límite Último de Agotamiento

- (1) Las comprobaciones deben basarse en la combinación principal, con los valores de los coeficientes γ para las acciones permanentes definidos en los anexos C, D y G de ENV 1991-3. Salvo que se especifique lo contrario, los coeficientes γ_Q para todas las acciones variables se tomarán igual a [1,35].
- NOTA – En los correspondientes Eurocódigos de proyecto se da más información sobre los coeficientes γ_Q
- (2) Los valores de los coeficientes ψ_0 se indican en la tabla B.1.

B.1.2.3 Estados Límite de Servicio

- (1) Los Estados Límite de Servicio durante la ejecución, se deben definir haciendo referencia a los Eurocódigos de proyecto.
- (2) Salvo que se especifique lo contrario, puede aplicarse la forma general de combinación de las acciones, definida en ENV 1991-1.

B.1.3 Situación accidental de proyecto

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, para las situaciones de proyecto en las que existe el riesgo de no cumplir el equilibrio estático, la combinación de acciones a considerar debe basarse en una única acción accidental:

$$\sum G_{d,sup} + \sum G_{d,inf} + A_d + P + \psi_{01} Q_{c1,k} + \sum_{i>1} \psi_{2i} Q_{ci,k} \quad (B.2)$$

donde

$Q_{c1,k}$ es uno de los grupos de cargas de construcción definido en 4.8 (es decir Q_{ca} , Q_{cb} , Q_{cc} ó Q_{cd}).

NOTA – Esta combinación de acciones difiere de la combinación general definida en ENV 1991-1. Ésta está propuesta por simplicidad, para evitar la definición de los valores frecuentes de las acciones variables, en las fases de la ejecución. P , es un valor característico o principal dependiendo, actualmente, de las especificaciones del proyecto. Se pueden considerar, durante la ejecución de un puente, situaciones muy variadas, para las que la fórmula (B.1) necesita posibles adiciones (por ejemplo para la comprobación de tirantes estabilizadores).

- (2) Cuando, en casos especiales, una o varias acciones variables necesiten considerarse simultáneamente con la acción accidental, sus valores representativos deben definirse en las especificaciones del proyecto.

NOTA – Por ejemplo, en el caso de puentes construidos mediante voladizos sucesivos, algunas cargas de construcción pueden considerarse como simultáneas con la acción accidental correspondiente a la caída de un elemento prefabricado.

B.2 Coeficientes ψ para puentes

- (1) Salvo que se especifique lo contrario, los coeficientes ψ , ψ_{0i} y ψ_{2i} , para las acciones variables, se indican en la tabla B.1.

NOTA – Para las situaciones transitorias de proyecto correspondientes a las operaciones de mantenimiento o reparación, las cargas de tráfico y los coeficientes ψ a tener en cuenta, deben definirse en las especificaciones del proyecto y la tabla B.1 debe completarse.

Tabla B.1
Coeficientes ψ para puentes durante la ejecución

Acciones variables directas	$\psi_0^{1)}$	ψ_2
Cargas de construcción (Q_c)		
Personal de obra, herramientas y visitantes con equipo pequeño (Q_{ca})	[1]	[0,2]
Material de construcción almacenado, elementos prefabricados, etc. (Q_{cb})	[1]	[1]
Equipo pesado, etc. (Q_{cc})	[1]	[1]
Grúas, elevadores, vehículos, etc. (Q_{cd})	A definirse en la especificación del proyecto	
Fuerzas horizontales (F_h)	[1]	[0]
Acciones del viento²⁾ (cuando sea compatible) (Q_w)	[0,8]	[0]
Cargas de nieve²⁾ (cuando sea compatible) (Q_{sn})	[0,8]	[0]
Efectos de la temperatura y retracción²⁾	[0,6]	[0]
Acción del agua (Q_{wa})	A definirse en la especificación del proyecto	
1) A considerar en caso de simultaneidad.		
2) A aplicar a los valores representativos definidos conforme a 3.4 (2) y (3).		

ANEXO C (Informativo)

CARGAS DE CONSTRUCCIÓN DURANTE LA PUESTA EN OBRA DEL HORMIGÓN

C.1 Cargas de construcción para perfiles de acero laminado

- (1) Los valores característicos de las densidades de carga, durante la puesta en obra del hormigón, en perfiles de acero laminado utilizado como encofrado, se indican en la tabla C.1.

NOTA – Las cargas definidas en la tabla C.1, representan el peso de todos los elementos necesarios para hormigonar y tienen en cuenta cualquier impacto o vibración que pueda ocurrir durante la construcción. Dichos valores no pretenden cubrir impactos excesivos o apilamientos de hormigón durante su puesta en obra, o cargas debidas a tuberías o instalaciones de bombeo. Si es necesario, debe definirse una carga adicional en las especificaciones de proyecto.

Tabla C.1
Valores característicos de las acciones debidas a cargas de construcción durante la puesta en obra del hormigón (a sumar el peso propio del elemento resistente y el peso del hormigón fresco)

(a) Dentro de cualquier área de trabajo de 3 m x 3 m (o la longitud entre apoyos si ésta es menor)	1,5 kN/m ²
(b) Fuera del área de trabajo	0,75 kN/m ²

- (2) Las cargas (a) y (b), como se definen en la tabla C.1, deben situarse de modo que provoquen el máximo momento flector o esfuerzo cortante (véase fig. C.1).

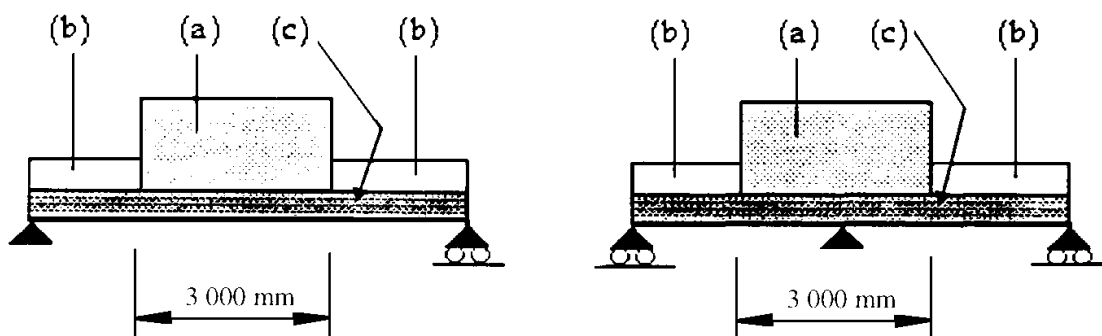


Fig. C.1 – Ejemplos de disposiciones de carga. Para las cargas (a) y (b), véase la tabla C.1; (c) es el peso propio del elemento resistente y del hormigón fresco

AENOR Asociación Española de
Normalización y Certificación

Dirección C Génova, 6
28004 MADRID-España

Teléfono 91 432 60 00

Fax 91 310 40 32