



Escola Politécnica Superior
d'Edificació de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ARQUITECTURA TÉCNICA
PROYECTO FINAL DE CARRERA

REHABILITACIÓN DE FACHADA Y CAMBIO DE USO DE UN EDIFICIO UNIFAMILIAR A COMERCIAL Y OFICINAS

Projectista: Javier Lorenzo Pérez
Director: Agustí Portales Pons
Convocatoria: Febrero 2014

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es realizar un estudio de rehabilitación de un edificio entre medianeras, que se encuentra situado en el núcleo histórico de la población de Sitges. Sobre dicho edificio se acometerán simultáneamente dos actuaciones bien diferenciadas.

1. El estudio y rehabilitación de la fachada principal del edificio, manteniendo su estado actual, reparando los deterioros debidos a la proximidad del mar y al mal mantenimiento ejecutado sobre el edificio, a lo largo del tiempo. Teniendo en cuenta su grado de protección, ya que está incluido en el catálogo de protección de edificios municipal.
2. Se va a realizar un cambio de uso del edificio, pasando de ser una vivienda unifamiliar a local comercial en planta baja y 5 oficinas. Esto provocara una actuación en las comunicaciones verticales, tanto de escalera como la implantación de un ascensor inexistente en la actualidad, además de una actuación de la fachada posterior.

Este estudio está condicionado, por el grado de protección del edificio y la antigüedad del mismo, ya que lo que se pretende es su puesta en valor. A tal fin se realiza una intervención que incorpora nuevas tecnologías y respeta estilo arquitectónico.

ÍNDICE

- 1 ANTECEDENTES
- 2 OBJETIVOS
- 3 MEMORIA
 - 3.1 CONSTRUCTIVA
 - 3.1.1 CAMBIOS ESTRUCTURALES
 - 3.1.2 ORDEN EJECUCIÓN DE LAS OBRAS
 - 3.1.2.1 DERRIBOS Y APUNTALAMIENTOS
 - 3.1.2.2 CONSTRUCCIÓN ESCALERA Y ASCENSOR
 - 3.1.2.3 CERRAMIENTOS
 - 3.1.2.4 INSTALACIONES
 - 3.1.2.5 ENLUCIDOS DE YESO Y PLACAS DE CARTON-YESO
 - 3.1.2.6 FALSO TECHO
 - 3.1.2.7 ALICATADOS
 - 3.1.2.8 PAVIMENTOS
 - 3.1.2.9 PINTURAS
 - 3.1.2.10 CARPINTERIAS
 - 3.1.2.11 ASCENSOR
 - 3.1.2.12 FACHADAS
- 4 CALIDADES Y ACABADOS
 - 4.1 CERRAMIENTOS, FACHADA Y CUBIERTA
 - 4.2 REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS
 - 4.3 CARPINTERÍA INTERIOR
 - 4.4 CARPINTERÍA EXTERIOR

5 INSTALACIONES

5.1 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

5.2 CALEFACCIÓN

5.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELECOMUNICACIONES.

5.4 OTRAS INSTALACIONES

6 ADECUACION DEL EDIFICIO AL CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACIÓN

6.1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL. ACCIONES EN LA EDIFICACION (DB SE-AE)

6.2 SEGURIDAD ESTRUCTURAL. CIMIENTOS (DB SE-C)

6.3 SEGURIDAD ESTRUCTURAL. ACERO (DB SE-A)

6.4 SEGURIDAD ESTRUCTURAL. FABRICA (DB SE-F)

6.5 DOCUMENTO BASICO AHORRO ENERGIA (DB HE)

6.6 DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD DE UTILIZACION Y ACCESIBILIDAD
(DB SUA)

6.7 DOCUMENTO BASICO SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB SI)

6.8 DOCUMENTO BASICO SALUBRIDAD (DB HS)

7 CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES

8 BIBLIOGRAFIA

GLOSARIO

CTE = Código Técnico de la Construcción.

POUM = Plan de Ordenación Urbanística Municipal

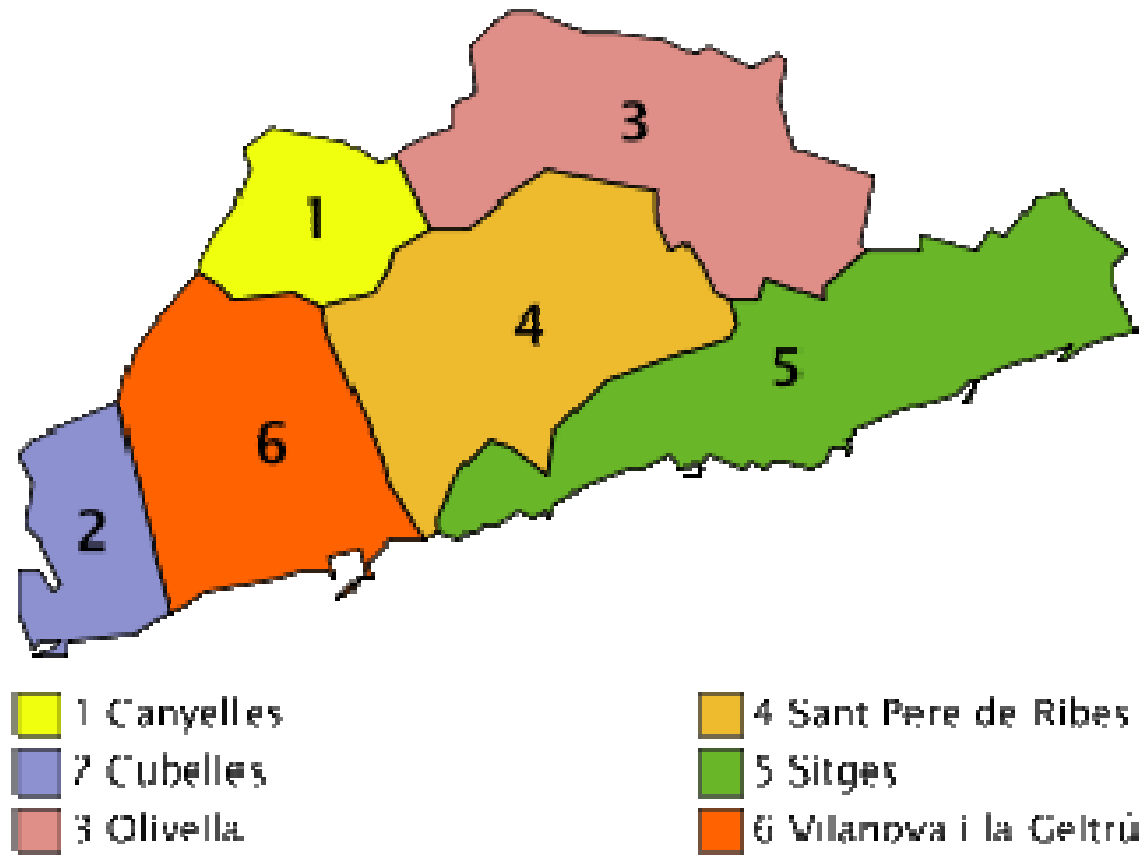
1 ANTECEDENTES

Edificio situado en la calle Sant Bartomeu , 24 de la población de Sitges, según consta en el PLAN ESPECIAL DE PROTECCION DEL PATRIMONIO ARQUITECTONICO Y CATALOGO DEL MUNICIPIO DE SITGES, tiene el nº de identificación 229, data del año 1913 y es del arquitecto: Marcel.li Coquillat i Llofriu.

Situación y catalogación del edificio:



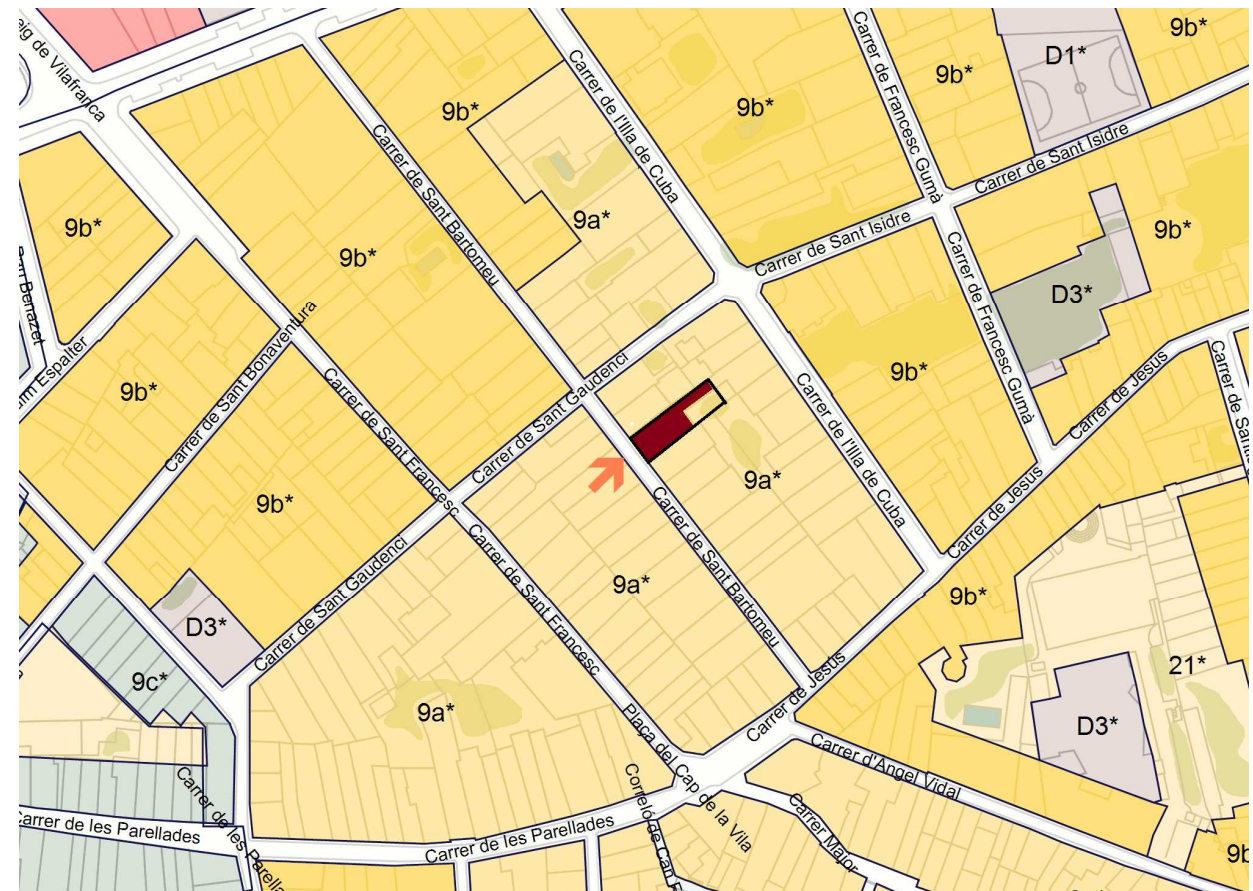
Situación de la Comarca del Garraf dentro de la CCAA de Catalunya.



Situación de municipio dentro de la comarca del Garraf (CCAA Catalunya).



Situación dentro del núcleo urbano de Sitges.



Situación del edificio y tipo de suelo según POUM de Sitges

POUM de SITGES (catalogación tipo 9)

AJUNTAMENT DE SITGES - PLA D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA MUNICIPAL - NORMATIVA URBANÍSTICA

119

Art. 155 - Zona del nucli antic (clau 9)**1. DEFINICIÓ**

Aquesta zona ordena l'edificació del nucli antic del municipi, corresponent als desenvolupaments històrics de carrers estrets i irregulars amb cases de façana estreta i poca altura. Es tracta de mantenir el caràcter i la imatge mediterrània d'aquest teixit urbà i permetre, alhora, el procés de renovació i de substitució de l'edificació, excepció feta dels edificis protegits pel Catàleg, sense assolir per això condicions de congestió urbana o d'edificació abusiva.

2. CONDICIONS DE L'EDIFICACIÓ

Tipus d'ordenació:	Segons alineació a vial
Fondària edificable:	La fondària màxima edificable s'assenyala en els plànols d'ordenació a escala 1:2.000. En cap cas serà major a 20 m
Fondària edificable en planta baixa:	La fondària màxima edificable en planta baixa serà de 25 metres, mantenint en tot cas la previsió d'un pati de ventilació del 10% de la superfície del solar i les determinacions sobre "Edificació en pati d'illa"
Altura reguladora:	L'altura reguladora màxima serà de 9,50 metres corresponents a planta baixa més 2 plantes pis i 3 metres més per al cos àtic enrederit.
Nombre màxim de plantes:	Planta Baixa més 2 Plantes pis més àtic
Entresolat en planta baixa:	No s'admet la construcció d'entresolat en la planta baixa
Cos àtic:	Correspon a un cos d'edificació que es regularà 3 metres de l'alineació a carrer. L'altura màxima del cos àtic és de 3 m. Per sobre de l'àtic no s'autoritzarà cap mena d'altre cos d'edificació excepte l'escala amb ocupació màxima de 12 m ² .
Coberta:	La coberta de l'àtic dels edificis serà obligatòriament plana.
Protecció de la parcel·lació	Es prohibeix la modificació de les unitats parcel·làries existents en el moment de l'aprovació inicial d'aquest POUM, sense perjudici que el Pla Especial de Protecció del Patrimoni pugui preveure criteris altres, de protecció de la parcel·lació.

3. CONDICIONS DE DENSITAT

Densitat d'habitatges:	El nombre màxim d'habitatges o d'apartaments no serà superior a 300 habitatges/Ha comptats respecte de la superfície ocupable per l'edificació en planta pis. En el cas d'edificis de planta baixa més tres plantes pis i àtic s'aplicarà una densitat màxima de 350 habitatges/Ha. En el front marítim, per als edificis de planta baixa més quatre plantes pis, la densitat màxima serà de 375 habitatges/Ha, comptats també respecte de la superfície ocupada per l'edificació en planta pis. La superfície útil mínima de l'habitatge serà de 45 m ² .
Densitat de locals:	S'admeten fins a 125 locals/Ha comptats respecte de la superfície ocupable per l'edificació en planta pis.

Aquelles illes edificables on la clau d'identificació de la zona 9 ve seguida d'un asterisc, és a dir les subzones 9a*, 9b* i 9c* significa que estan regulades als articles 28, 29, 30 i 31 del pla especial del patrimoni arquitectònic.

AJUNTAMENT DE SITGES - PLA D'ORDENACIÓ URBANÍSTICA MUNICIPAL - NORMATIVA URBANÍSTICA

120

El pla especial de protecció del patrimoni arquitectònic ha determinat els edificis o solars on per raó de l'altura dominant de l'edificació en el tram del carrer és edificable el front del carrer a planta baixa i tres plantes pis amb una altura reguladora màxima de 12,50 metres més cos àtic, així com dels fronts del passeig de mar on l'altura reguladora correspon a planta baixa i quatre plantes pis sense en aquest cas del front de mar, la possibilitat de construir el cos àtic. L'altura reguladora màxima serà en aquest cas de 15,50 metres.

A la finca situada al nº 43 de l'Illa de Cuba, entre aquest carrer i el de Sant Bartomeu, amb la finalitat de recuperar el pati interior, es permet la construcció de la totalitat del solar de l'edificació que es correspon a soterrani enfront del carrer de l'Illa de Cuba i a planta baixa del carrer de Sant Bartomeu, amb la condició que s'enderroqui prèviament tota la construcció existent a l'interior de l'illa.

A la finca nº 15 del carrer Pau Barrabeig caldrà modificar el P.E.P.A.C. per tal d'adaptar-se a l'ordenació i condicions d'edificabilitat recollides en el plànols normatius a escala 1/2.000 de la sèrie II.2 del POUM, així com recollir la desafectació de la perllongació del carrer mossèn Fèlix Clarà.

A la finca nº 10 del carrer Hort Gran, on hi ha l'Escola Pia, el P.E.P.A.C. podrà preveure, alineat al carrer Sant Gaudenci, un edifici amb la clau 9b en el supòsit de que es produeixi el trasllat de l'escola a un altre indret del municipi.

Pel que fa a la finca situada al núm. 9 de la plaça Cap de la Vila, als efectes de l'aprofitament privat del subsòl, s'estarà a les determinacions de l'Estudi de Detall de "reforma d'alineacions a la finca situada al Cap de la Vila-carrer Major", aprovat definitivament en sessió del Ple de l'Ajuntament en data 25 de febrer de 1.985. Així mateix, s'incorpora al Domini Públic Municipal el dret de superfície que resulta de la projecció del soterrani qualificat de Sistema Viari pel P.O.U.M.

4. CONDICIONS D'ÚS

Usos admesos:

Habitatge: Es permet.

Hoteler: S'admet ajustant-se als paràmetres i condicions de l'edificació d'aquesta zona i sempre que es disposi dels espais comuns reglamentats per la llei i de la previsió d'aparcament establerta per aquesta normativa.

Comerç: S'admet en planta baixa i en edificis exclusius d'acord amb la normativa sectorial i amb l'obligatorietat d'insonoritzar-se per tal d'evitar perjudicis i molèsties sobre els edificis veïns.

Sanitari-Assistencial: S'admet amb un nombre màxim de 20 llits.

Recreatiu: Només es permeten els establiments musicals regulats en l'ordenança vigent.

Esportiu:	S'admet
Oficines i Administratiu:	S'admet
Indústria:	S'admet la indústria en 1ª Categoria i limitada en planta baixa i amb estricte aïllament acústic (amb transmissió de menys de 30 db a l'exterior) i aparells de potència inferior a 1 KW.
Aparcament:	Solament en soterrani.

També s'admeten els usos associatiu, de residència, religiós, cultural, educatiu i restauració.

5. CONDICIONS ESPECÍFIQUES PER A LES OBRES DE RESTAURACIÓ I DE TRANSFORMACIÓ D'ÚS

S'establirà un control de seguretat especial per a les obres de les plantes baixes. Al llarg de les obres que afecten l'estructura de l'edificació que està ocupada per gent que hi viu, s'exigirà una especial permanència d'un tècnic qualificat en la direcció de l'obra. El projecte inclourà el disseny precís de la façana amb representació de l'ornamentació proposada i dels elements que assegurin la coherència i entroncament de l'obra de reforma amb l'edifici i amb l'entorn urbà.

Els usos comercials i de restauració a fi d'admetre'ls junt a edificis dedicats a l'ús residencial, bé de manera adjacent o contigua, bé sota l'ús residencial, hauran d'endegar-se de manera que assegurin condicions d'insonorització adequades o instal·lacions de ventilació que no produeixin nivells d'immissió sonora superiors als recollits a l'annex 4 de la llei 12/2002 de protecció contra la contaminació acústica. En cap moment el soroll de les instal·lacions podrà ultrapassar en més del 10% el soroll de fons de l'entorn amidat amb les màquines aturades i pres des dels habitatges amb les finestres tancades.

6. PLA ESPECIAL DE PROTECCIÓ DEL PATRIMONI.

Les llicències d'obres dels solars i edificis en l'àmbit del Pla especial de protecció del patrimoni arquitectònic, senyalat als plànols d'ordenació, s'ajustaran a les determinacions específiques del Pla Especial aprovat en data 22 de maig de 1991 i incorporat per aquest POUM com annex.

1. Conservació del caràcter.

En el tràmit d'atorgament de llicències els Serveis tècnics vetllaran per a què els nous projectes mantinguin el caràcter de la vila i es constituirà una Comissió consultora i assessora que estarà formada majoritàriament per tècnics de reconegut prestigi en actuacions sobre el patrimoni cultural. L'informe d'aquesta comissió ajudarà tenir cura de la salvaguarda dels valors tradicionals i del caràcter de la vila.

Els cossos volats només s'admetran en les façanes en què ho permet el Pla especial, i en cap cas l'amplada de tots els cossos volats d'una edificació podrà ultrapassar la meitat de l'amplada de la façana on

es troben, amb una separació al mateix temps a les finques veïnes igual a la del vol màxim amb un mínim en tot cas de 0,60 metres i projecció del cos normal a façana.

2. Regulació del pati d'illa.

En els plànols normatius apareix l'espai lliure interior d'illa. Aquest espai no és edificable en planta pis. Les parcel·les de dimensió major a 20 m tindran l'edificació donant a pati d'illa.

Quan tot l'espai lliure interior d'illa es trobi en una única propietat o tots els patis interiors de parcel·la es mancomunin s'admetrà la seva edificació en planta soterrani sempre que es deixi lliure d'edificació 1 metre de terra per sota de la rasant en el punt més baix on s'aplica l'altura reguladora.

El sostre serà resistent al pas de vehicles pesants i la capa de terra s'enjardinarà i es constituirà en espai mancomunat al servei de l'edificació.

Caldrà reservar un accés des d'una qualsevol de les finques perifèriques a l'interior d'illa.

3. Catàleg

El pla incorpora el catàleg d'edificis protegits. Aquest preveu els usos compatibles amb l'edificació que assegurin nous usos als edificis de manera que atorguin a aquests nova base econòmica que assegurin el seu manteniment i una conservació activa. El pla conté les directrius sobre materials, estètica, composició i materials que assegurin la conservació de les característiques de l'edificació i en concret els elements a conservar en el seu estat original.

130

PLA ESPECIAL DE PROTECCIÓ DEL PATRIMONI ARQUITECTONIC I CATALEG
DEL MUNICIPI DE SITGES

NOM: CASA (Daniel Robert)

Nº d'identificació
als plànols: 229

ADREÇA: C/ Sant Bartomeu 24

EPOCA: 1913

AUTOR: Marcel·lí Comanjal i Llofriu, arqte.

TIPUS DE PROTECCIÓ:

FONTS D'INFORMACIÓ: Arxiu Històric Municipal

MOTIU DE LA CATALOGACIÓ: Edifici resultant de la reforma d'una edificació anterior, indicada per la data gravada en la llinda. Composit segons tres eixos, amb planta baixa fent de sòcol, en destaquen la resolució de les finestres de la planta baixa. Forma un petit conjunt amb les cases de les fitxes 230 i 231.



La catalogación del suelo es: URBANO, núcleo histórico artístico (zona 9 a).

La parcela es de planta rectangular con alineación a la calle Sant Bartomeu y tres vecinos.

La superficie de parcela es de 258 m².

La longitud de fachada en calle Sant Bartomeu es de 8,80 m.

La longitud de fachada posterior paralela a la de la calle Sant Bartomeu es de 5,75 m.

La longitud de fachada posterior perpendicular a la de la calle Sant Bartomeu es de 10,90 m.

La profundidad de parcela es de 28,80 m.

El patio posterior del edificio es de 62,68 m².

Superficie edificada de parcela: 195,32 m².

El edificio consta en la actualidad de: Planta Baja, +2 Plantas Piso, Ático y Sobreático. 17,70 metros de altura actual.

El edificio actual tiene una superficie total construida de: 806,96 m².

El edificio se encuentra fuera de ordenación. Por ello es preciso deconstruir la Planta Sobreático, con una superficie de 70 m² y un volumen de 250 m³. En la situación actual se produce un exceso de altura respecto la máxima reguladora que es de 15,50 m y también en el número máximo de plantas que es de PB +2, +Ático retrasado de línea de fachada 3 m, según la calificación actual del suelo 9 a.

La Fachada principal requiere una intervención integral para devolverla a su aspecto original, toda vez que a lo largo de la vida del edificio se han añadido diversos elementos que distorsionan su aspecto original.

La Fachada posterior, está deteriorada por falta de mantenimiento.

Efectuada la correspondiente inspección de la estructura, conformada por muros cerámicos de carga y viguetas de acero con revoltón cerámico, se llega a la conclusión de que está en perfecto estado. No se han observado patologías tanto en la inspección ocular como en las catas realizadas.

2 OBJETIVOS

2.1 FACHADA

Se lleva a cabo una recuperación formal de la fachada principal del edificio, ya que desde que se realizó el edificio, ha sufrido diferentes alteraciones del proyecto original y debe ser puesta en valor de nuevo, eliminando todos los elementos superpuestos en la fachada con posterioridad.

Se reparan y corrigen los desperfectos causados por un deficiente mantenimiento de la fachada. Caso de las oxidaciones y pérdidas de material en la herrería ornamental de balcones y ventanas. Igualmente se intervendrá en la corrección de las grietas generalizadas en la carpintería de madera.

En dichas actuaciones se considera el respeto medio ambiente. Se reutiliza todo el material posible. De este modo se minimiza la producción de residuos de la construcción.

2.2 CAMBIO DE USO

Se lleva a cabo un cambio de uso del edificio de residencial a oficinas. El mismo está permitido en por el POUM del Ayuntamiento de Sitges, toda vez que el edificio está situado en el núcleo histórico de la población.

ADECUACIÓN A CTE

Para adaptar el edificio al cambio de uso se realizará una rehabilitación integral y su adecuación al Código Técnico de la Edificación, ya que el edificio desde su construcción, no ha sufrido alteraciones importantes, si no actuaciones puntuales, debido a su carácter de vivienda unifamiliar. Teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- Ahorro energético del edificio
- Uso y Accesibilidad
- Incendios
- Salubridad
- Seguridad

3 MEMORIA

3.1 CONSTRUCTIVA

3.1.1 CAMBIOS ESTRUCTURALES

Se va a realizar un aligeramiento de cargas en los forjados actuales, debido a la desaparición de todos los tabiques y tabicones, que existen en el edificio, al efectuar el cambio de uso a oficinas, es más coherente dejar las mismas diáfanos, y que sean sectorizadas por el nuevo propietario/inquilino, mediante paneles modulares, adaptándose a sus necesidades.

La comunicación vertical del edificio, se actualizará mediante la implantación de un ascensor en el edificio, esto provoca que se deba realizar una nueva cimentación, para la colocación del mismo y la nueva caja de escalera adaptándola a la normativa vigente.

La escalera se realiza mediante pared cerámica de carga y losa de hormigón armado, para esto se cortaran lo forjados en la parte necesaria, creando una pequeña cimentación de apoyo del forjado actual, hasta que vuelva a entrar en carga en su nueva ubicación, reduciendo así la longitud de las viguetas de hierro y aumentando la resistencia de carga de dichos forjados.

Se realizará una actuación sobre la fachada posterior del edificio, reduciendo sus pérdidas energéticas, ya que no tiene ningún tipo de aislamiento térmico y sus huecos están formados por ventanas de madera con luna simple, con esta actuación se conseguirá mejorar el ahorro energético de la fachada y ganar en ventilación del edificio.

En la parte posterior del edificio, existen unos miradores, con pared de carga de aproximadamente 35 cm de espesor, como no tienen ninguna finalidad debido a que dan al patio interior, las nuevas necesidades de diafanidad de las oficinas y local comercial, pasaremos a sustituirlas por una jácena IPN, ampliando así la superficie útil de la planta.

Se ajustan las nuevas construcciones, a la cimentación actual del edificio y al cumplimiento del CTE.

3.1.2 ORDEN EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

3.1.2.1 DERRIBOS Y APUNTALAMIENTOS

Las obras se inician en fachada principal, realizando la deconstrucción de la zona de ventanas de planta baja, teniendo cuidado de no dañar la piedra existente, para su posterior recolocación en la fachada, abriendo el hueco para el escaparate del local comercial, punto esencial para la obra, se utiliza para la entrada y salida de materiales y personal.

Como medida de precaución se condena la puerta principal del edificio, para evitar posibles daños.

Se realizan los cálculos de la nueva jácena que soportará y distribuirá el peso que recibe el machón entre ventanas de planta baja.

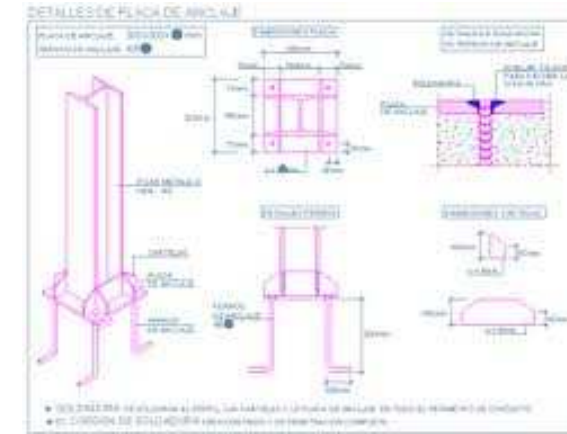
Solución de apertura del hueco sin necesidad de apeo de la pared de fachada:

1º Se abren dos huecos en el forjado sanitario, los más cercanos a las paredes que limitan el local comercial, se retrocederá aproximadamente un 1,00 m, derruyendo los senos de las bóvedas cerámicas y recuperando el mosaico hidráulico existente, se obtiene así, un hueco de trabajo de 1,70 m x 1,00m, este aprovechará para acceder al cimiento de la fachada principal.



Deconstrucción de forjado sanitario.

Se realizan mediante broca de campana 4 agujeros, en cada uno de los lugares indicados para la colocación de las placas de anclaje que recibirán a los pilares HEB. se fijan con mortero expansivo MAPEIFILL o similar, sin carga, para que su textura líquida entre en contacto perfecto entre el hierro y el cemento actual.



Cálculos de jácena fachada:

Datos previos:

Altura: 8,10 m.
Ancho pared: 0,45 m.
Peso m² fachada: 1800 Kg.
Peso m² forjado: 300 Kg.
Peso m² uso: 400 Kg.

Cálculo descenso de cargas por metro lineal de jácena.

Descenso de cargas pared:

$$8,10 \text{ m} \times 0,45 \text{ m} \times 1800 \text{ Kg/ m}^2 \times 1,00 \text{ m} = 6561,0 \text{ Kg m.}$$

Descenso de cargas de forjados:

$$3 \text{ forjados} \times 1,00 \text{ m} \times 2,20 \text{ m} \times 700 \text{ Kg/ m}^2 \times 1,00 \text{ m} = 4620,0 \text{ Kg m.}$$

Total de cargas:

$$\begin{array}{r} 6.561,0 \text{ Kg m.} \\ 4.620,0 \text{ Kg m.} \\ \hline 11.181,0 \text{ Kg m.} \end{array}$$

2º Se abren cada 60 cm, un agujero traspasando la fachada de 45 cm de lado a lado la fachada principal y a una distancia de 5 cm, del forjado de planta 1ª con un diámetro de 20 cm, con broca de campana.

Cálculo de Ix:

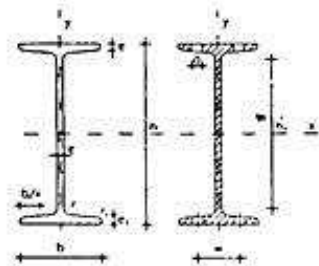
Para una luz de 5 mts.

$$1\text{cm} = \frac{11,2 \times 5^4}{I_x} \times 6,2$$

$$I_x = 11,2 \times 5^4 \times 6,2 = 43.400 \text{ cm}^4$$



Tabla de perfiles IPN:



- A = Área de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- W_x = Z_x · h. Módulo resistente de la sección, respecto a X
- r_x = √(I_x/A). Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- W_y = Z_y · b. Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- r_y = √(I_y/A). Radio de giro de la sección, respecto a Y
- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_α = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del roblón normal
- w = Grama, distancia entre ejes de agujeros
- h₀ = Altura de la parte plana del alma
- e₁ = Espesor del ala en el eje del agujero
- p = Peso por m

Perfil	Dimensiones								Términos de sección										Agujeros			Peso
	h	b	e-r	e ₁	r ₁	h ₁	u	A	S _x	I _x	W _x	r _x	I _y	W _y	r _y	I _t	I _α	w	a	e ₁	p	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁴	mm	mm	mm	kg/m	
IPN 80	80	42	3,9	5,9	2,3	5,9	304	7,58	11,4	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	0,93	87,5	22	—	4,43	5,95	C
IPN 100	100	50	4,5	6,8	2,7	7,5	370	10,60	19,9	171,0	34,2	4,01	12,20	4,88	1,07	1,72	268,0	28	—	5,05	8,32	P
IPN 120	120	58	5,1	7,7	3,1	9,2	439	14,20	31,8	328,0	54,7	4,81	21,50	7,41	1,23	2,92	685,0	32	—	5,67	11,20	P
IPN 140	140	66	5,7	8,6	3,4	10,9	502	18,30	47,7	573,0	81,9	5,61	35,20	10,70	1,40	4,66	1540,0	34	11	6,29	14,40	P
IPN 160	160	74	6,3	9,5	3,8	12,5	575	22,80	68,0	925,0	117,0	6,40	54,70	14,80	1,53	7,08	3138,0	40	11	6,91	17,90	P
IPN 180	180	82	6,9	10,4	4,1	14,2	640	27,90	93,4	1450,0	161,0	7,20	81,30	19,80	1,71	10,30	5924,0	44	13	7,53	21,90	P
IPN 200	200	90	7,5	11,3	4,5	15,9	709	33,50	125,0	2140,0	214,0	8,00	117,00	26,00	1,87	14,60	10520,0	48	13	8,15	26,30	P
IPN 220	220	98	8,1	12,2	4,9	17,5	775	39,60	162,0	3060,0	278,0	8,80	162,00	33,10	2,02	20,10	17760,0	52	13	8,77	31,10	P
IPN 240	240	106	8,7	13,1	5,2	19,2	844	46,10	206,0	4250,0	354,0	9,50	221,00	41,70	2,20	27,00	28730,0	56	17	9,39	36,20	P
IPN 260	260	113	9,4	14,1	5,6	20,8	906	53,40	257,0	5740,0	442,0	10,40	268,00	51,00	2,32	36,10	44070,0	60	17	10,15	41,90	P
IPN 280	280	119	10,1	15,2	6,1	22,5	966	61,10	316,0	7590,0	542,0	11,10	364,00	61,20	2,45	47,80	64580,0	62	17	11,04	48,00	P
IPN 300	300	125	10,8	16,2	6,5	24,1	1030	69,10	381,0	9900,0	653,0	11,90	451,00	72,20	2,56	61,20	91850,0	64	21	11,83	54,20	P
IPN 320	320	131	11,5	17,3	6,9	25,7	1090	77,80	457,0	12510,0	782,0	12,70	555,00	84,70	2,67	78,20	128900,0	70	21	12,72	61,10	P
IPN 340	340	137	12,2	18,3	7,3	27,4	1150	86,80	540,0	15700,0	923,0	13,50	674,00	98,40	2,80	97,50	176300,0	74	21	13,51	68,10	P
IPN 360	360	143	13,0	19,5	7,8	29,0	1210	97,10	638,0	19610,0	1090,0	14,20	818,00	114,00	2,90	123,00	240100,0	76	23	14,50	76,20	P
IPN 380	380	149	13,7	20,5	8,2	30,6	1270	107,00	741,0	24010,0	1260,0	15,00	975,00	131,00	3,02	150,00	318700,0	82	23	15,29	84,00	P
IPN 400	400	155	14,4	21,6	8,6	32,3	1330	118,00	857,0	29210,0	1460,0	15,70	1160,00	149,00	3,13	183,00	419600,0	86	23	16,18	92,60	P
IPN 450	450	170	16,2	24,3	9,7	36,3	1478	147,00	1200,0	45850,0	2040,0	17,70	1730,00	203,00	3,43	238,00	791100,0	94	25	18,35	115,00	P
IPN 500	500	185	18,0	27,0	10,8	40,4	1626	180,00	1620,0	68740,0	2750,0	19,60	2480,00	268,00	3,72	449,00	1403000,0	100	28	20,53	141,00	P
IPN 550	550	200	19,0	30,0	11,9	44,5	1787	213,00	2120,0	99180,0	3510,0	21,60	3490,00	349,00	4,02	618,00	2389000,0	110	28	23,00	167,00	P
IPN 600	600	215	21,5	32,4	13,0	48,5	1924	254,00	2730,0	139000,0	4630,0	23,40	4670,00	434,00	4,30	875,00	3821000,0	120	28	24,88	199,00	P

Se adopta un IPN 450, para la apertura del hueco de fachada.

Se realizan primero los agujeros nº 1, que distan entre si 1,20 m, se introduce en los agujeros un HEB-120 de 76 cm de longitud, se deja una distancia mínima de 3 cm a fachada exterior, se nivela el perfil HEB y se maciza con mortero expansivo MAPEIFILL o similar, el cual se cargará con grava de granulometría 6 a 10 mm, para una correcta fijación, se esperaran 7 días para poner en trabajo la jácena.

Se realizan primero los agujeros nº 2, que distan entre si 1,20 m, se introduce en los agujeros un HEB-120 de 76 cm de longitud, se deja una distancia mínima de 3 cm a fachada exterior, se nivela el perfil HEB y se maciza con mortero expansivo MAPEIFILL o similar, el cual se cargará con grava de granulometría 6 a 10 mm, para una correcta fijación, se esperaran 7 días para poner en trabajo la jácena.

3º Se ubica el perfil IPN-450, se abren unas troneras en el forjado de planta 1ª, se colocan un polipasto mecánico para izar la viga, se coloca en su posición y se realiza soldadura eléctrica de todos los perfiles HEB-180, conectando así la jácena a la fachada.

4º Se sitúan los dos pilares HEB-280, en los dos finales del IPN-450, se sueldan a la jácena y las placas de anclaje que se colocaron con anterioridad, se colocan los rigidizadores, se desvincula la jácena del castillete de modo que entra en carga. El procedimiento descrito no precisa apuntalamientos y reduce, prácticamente a cero las holguras entre materiales.

5º Se suprime el machón cerámico entre ventanas desmontando las piezas de las jambas de las ventanas, para su posterior utilización, según anexo *detalles constructivos* (plano nº XX).

Se procede a la instalación en fachada posterior del edificio un montacargas para la elevación de los materiales de obra. Se procede a la instalación de una escalera metálica auxiliar, para el acceso de personas a las diferentes plantas.

Se coloca en la parte posterior del edificio tubos machihembrados de plástico para la descarga de escombros, se instala cercano al tubo un grifo de agua, para minimizar la generación de polvo.

Según se deconstruyen las partes del edificio, se colocan todas las medidas pasivas de seguridad y salud laboral (cómo redes de seguridad, vallas de protección en huecos, etc.), para evitar posibles accidentes.

Se comienza la deconstrucción de la planta Sobreático, dicha operación se efectúa de forma selectiva, recuperando todo el solado hidráulico original, los herrajes y carpinterías, que puedan ser reutilizadas posteriormente en el edificio.

El resto se derriba con medios manuales, se descarga a planta baja realizando un acopio selectivo de materiales, una vez al día se vacían los acopios sobre contenedores, que se llevan inmediatamente a causa de la anchura del vial.

Se procede a la protección del edificio frente a las inclemencias atmosféricas, mediante lonas de plástico, que desalojan en el agua en la cubierta de la azotea del edificio, en el caso de la planta Sobreático y en los paramentos verticales de la fachada posterior evacuan las aguas al patio interior.

Una vez acabada la deconstrucción de paredes existentes sin transmisión de carga, se realiza la sustitución de las paredes de carga, para conseguir las máximas luces posibles en todas las plantas.

Solución de pared posterior interior (mirador):

Cálculos de jácena posterior:

Datos previos:

Largo del forjado: 1,00 m.
Ancho del forjado: 2,80 m. izquierdo
Ancho del forjado: 1,00 m. derecho
Peso m² forjado: 300 Kg.
Peso m² uso: 400 Kg.
Pp + Sobrecarga: 700kg/m²

Cálculo descenso de cargas por metro lineal de jácena.

Cálculo de cargas de forjado:

$$3,80 \text{ m} \times 700 \text{ Kg/ m}^2 = 2.660,0 \text{ Kg/ m}^2.$$

Total de cargas:

$$\begin{array}{r} 2.660,0 \text{ Kg/m.} \\ \hline 2.660,0 \text{ Kg/m.} \end{array}$$

Por tanto tenemos una carga repartida a lo largo de jácena de 2,7 Tn/m.

$$R_a = R_b = 3,50 \text{ m} \times 2,70 \text{ Tn/m} = 9,45 \text{ Tn}$$

Se colocan 2 perfiles IPN, uno a cada banda de la pared a eliminar.

La vigas se calculan por separado ya que cada una aguanta un forjado de dimensiones diferentes, por tanto cada viga recibe diferente carga.

Viga 1:

Cálculo de carga:

$$2,80 \text{ m} \times 700 \text{ kg/m}^2 = 1.960 \text{ kg/m.}$$

Tenemos una carga repartida a lo largo de viga 1 de 2,0 Tn/m.

$$R_a = R_b = 3,50 \text{ m} \times 2,00 \text{ Tn/m} = 7,00 \text{ Tn}$$

Cálculo de I_x:

$$\frac{L}{100} = 1 \text{ cm.}$$

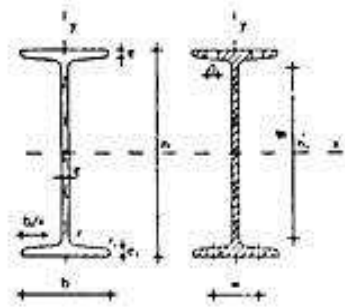
Para una luz de 7,00 mts.

$$1 \text{ cm} = \frac{2 \times 7^4}{I_x} \times 6,2$$

$$I_x = 2 \times 7^4 \times 6,2 = 29.772 \text{ cm}^4$$

$I_x = 29.772 \text{ cm}^4$

Tabla de perfiles IPN:



- A = Area de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- $W_x = 2I_x / h$ Módulo resistente de la sección, respecto a X
- $r_x = \sqrt{I_x / A}$ Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- $W_y = 2I_y / b$ Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- $r_y = \sqrt{I_y / A}$ Radio de giro de la sección, respecto a Y
- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_p = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del roblón normal
- w = Grama, distancia entre ojos de agujeros
- h_1 = Altura de la parte plana del alma
- e_1 = Espesor del ala en el eje del agujero
- p = Peso por m.

Perfil	Dimensiones							Términos de sección										Agujeros			Peso p kg/m	
	h	b	e	r	e ₁	h ₁	u	A	S _x	I _x	W _x	r _x	I _y	W _y	r _y	I _t	I _p	w	a	e ₁		
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁴	mm	mm	mm		
IPN 80	80	42	3.9	5.9	2.3	59	304	7.58	11.4	77.8	19.5	3.20	6.29	3.00	0.91	0.93	87.5	22	—	4.43	5.95	C
IPN 100	100	50	4.5	6.8	2.7	75	370	10.60	19.9	171.0	34.2	4.01	12.20	4.88	1.07	1.72	268.0	28	—	5.05	8.32	P
IPN 120	120	58	5.1	7.7	3.1	92	439	14.20	31.8	328.0	54.7	4.81	21.50	7.41	1.23	2.92	685.0	32	—	5.67	11.20	P
IPN 140	140	66	5.7	8.6	3.4	109	502	18.30	47.7	573.0	81.9	5.61	35.20	10.70	1.40	4.66	1540.0	34	11	6.29	14.40	P
IPN 160	160	74	6.3	9.5	3.8	125	575	22.80	68.0	935.0	117.0	6.40	54.70	14.80	1.55	7.08	3136.0	40	11	6.91	17.90	P
IPN 180	180	82	6.9	10.4	4.1	142	640	27.90	93.4	1450.0	161.0	7.20	81.30	19.80	1.71	10.30	5924.0	44	13	7.53	21.90	P
IPN 200	200	90	7.5	11.3	4.5	159	709	33.50	125.0	2140.0	214.0	8.00	117.00	26.00	1.87	14.60	10520.0	48	13	8.15	26.30	P
IPN 220	220	98	8.1	12.2	4.9	175	775	39.60	162.0	3060.0	278.0	8.80	162.00	33.10	2.02	20.10	17760.0	52	13	8.77	31.10	P
IPN 240	240	106	8.7	13.1	5.2	192	844	46.10	206.0	4250.0	354.0	9.59	221.00	41.70	2.20	27.00	26730.0	56	17	9.39	36.20	P
IPN 260	260	113	9.4	14.1	5.6	208	906	53.40	257.0	5740.0	442.0	10.40	268.00	51.00	2.32	36.10	44070.0	60	17	10.15	41.90	P
IPN 280	280	119	10.1	15.2	6.1	225	966	61.10	316.0	7590.0	542.0	11.10	364.00	61.20	2.45	47.80	64580.0	62	17	11.04	48.00	P
IPN 300	300	125	10.8	16.2	6.5	241	1030	69.10	381.0	9800.0	653.0	11.90	451.00	72.20	2.56	61.20	91850.0	64	21	11.83	54.20	P
IPN 320	320	131	11.5	17.3	6.9	257	1090	77.80	457.0	12510.0	782.0	12.70	555.00	84.70	2.67	78.20	128800.0	70	21	12.72	61.10	P
IPN 340	340	137	12.2	18.3	7.3	274	1150	86.80	540.0	15700.0	923.0	13.50	674.00	98.40	2.80	97.50	176300.0	74	21	13.51	68.10	P
IPN 360	360	143	13.0	19.5	7.8	290	1210	97.10	638.0	19610.0	1090.0	14.20	818.00	114.00	2.90	123.00	240100.0	76	23	14.50	76.20	P
IPN 380	380	149	13.7	20.5	8.2	306	1270	107.00	741.0	24010.0	1260.0	15.00	975.00	131.00	3.02	150.00	318700.0	82	23	15.29	84.00	P
IPN 400	400	155	14.4	21.6	8.6	323	1330	118.00	857.0	29210.0	1460.0	15.70	1160.00	149.00	3.13	183.00	419600.0	86	23	16.18	92.60	P
IPN 450	450	170	16.2	24.3	9.7	363	1478	147.00	1200.0	45850.0	2040.0	17.70	1730.00	203.00	3.43	238.00	791100.0	94	25	18.25	115.00	P
IPN 500	500	165	18.0	27.0	10.8	404	1626	180.00	1620.0	68740.0	2750.0	19.60	2480.00	268.00	3.72	449.00	1403000.0	100	28	20.53	141.00	P
IPN 550	550	200	19.0	30.0	11.9	445	1787	213.00	2120.0	99180.0	3510.0	21.60	3490.00	349.00	4.02	618.00	2389000.0	110	28	23.00	167.00	P
IPN 600	600	215	21.5	32.4	13.0	485	1924	254.00	2730.0	139000.0	4630.0	23.40	4670.00	434.00	4.30	875.00	3821000.0	120	28	24.88	199.00	P

Se adopta para la viga 1, un IPN 400 para la sustitución de la pared posterior interior, en su parte interior.

Viga 2:

Cálculo de carga:

$1.00 \text{ m} \times 700 \text{ kg/m}^2 = 700 \text{ kg/m}$

Tenemos una carga repartida a lo largo de viga 1 de 0,7 Tn/m.

$R_a = R_b = 3,50 \text{ m} \times 0,7 \text{ Tn/m} = 2,45 \text{ Tn}$

Cálculo de I_x :

$$\frac{L}{100} = 1 \text{ cm.}$$

Para una luz de 7,00 mts.

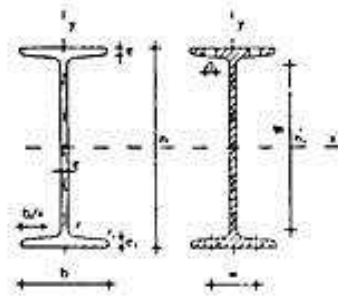
$$1 \text{ cm} = \frac{0,7 \times 7^4}{I_x} \times 6,2$$

$I_x = 0,7 \times 7^4 \times 6,2 = 10.420 \text{ cm}^4$

$I_x = 10.420 \text{ cm}^4$

Tenemos una carga repartida a lo largo de viga 1 de 2,0 Tn/m.

$R_a = R_b = 3,50 \text{ m} \times 2,00 \text{ Tn/m} = 7,00 \text{ Tn}$



- A = Área de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- $W_x = 2I_x / h$ Módulo resistente de la sección, respecto a X
- $i_x = \sqrt{I_x / A}$ Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- $W_y = 2I_y / b$ Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- $i_y = \sqrt{I_y / A}$ Radio de giro de la sección, respecto a Y
- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_p = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del roblón normal
- w = Gramal, distancia entre ejes de agujeros
- h_s = Altura de la parte plana del alma
- e_j = Espesor del ala en el eje del agujero
- p = Peso por m

Perfil	Dimensiones							Términos de sección								Agujeros			Peso			
	h	b	e-r	e ₁	e ₂	h ₁	h ₂	u	A	S _x	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y	I _t	I _p	w	a	e _j	p
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁴	mm	mm	mm	kg/m
IPN 80	80	42	3.9	5.9	2.3	58	304	7.58	11.4	77.8	19.5	3.20	6.29	3.00	0.91	0.93	87.5	22	—	4.43	5.95	C
IPN 100	100	50	4.5	6.8	2.7	75	370	10.60	19.9	171.0	34.2	4.01	12.20	4.88	1.07	1.72	268.0	28	—	5.05	8.32	P
IPN 120	120	58	5.1	7.7	3.1	92	439	14.20	31.8	328.0	54.7	4.81	21.50	7.41	1.23	2.92	685.0	32	—	5.67	11.20	P
IPN 140	140	66	5.7	8.6	3.4	109	502	18.30	47.7	573.0	81.9	5.61	35.20	10.70	1.40	4.66	1540.0	34	11	6.29	14.40	P
IPN 160	160	74	6.3	9.5	3.8	125	575	22.80	68.0	925.0	117.0	6.40	54.70	14.80	1.55	7.08	3138.0	40	11	6.91	17.90	P
IPN 180	180	82	6.9	10.4	4.1	142	640	27.90	93.4	1456.0	161.0	7.20	81.30	19.80	1.71	10.30	5624.0	44	13	7.53	21.90	P
IPN 200	200	90	7.5	11.3	4.5	158	709	33.50	125.0	2140.0	214.0	8.00	117.00	26.00	1.87	14.60	10520.0	48	13	8.15	26.30	P
IPN 220	220	98	8.1	12.2	4.9	175	775	39.60	162.0	3063.0	278.0	8.80	162.00	33.10	2.02	20.10	17760.0	52	13	8.77	31.10	P
IPN 240	240	106	8.7	13.1	5.2	192	844	46.10	206.0	4250.0	354.0	9.59	221.00	41.70	2.20	27.00	28730.0	56	17	9.39	36.20	P
IPN 260	260	113	9.4	14.1	5.6	208	906	53.40	257.0	5740.0	442.0	10.40	288.00	51.00	2.32	36.10	44070.0	60	17	10.15	41.90	P
IPN 280	280	119	10.1	15.2	6.1	225	966	61.10	316.0	7590.0	542.0	11.10	364.00	61.20	2.45	47.80	64580.0	62	17	11.04	48.00	P
IPN 300	300	125	10.8	16.2	6.5	241	1030	69.10	381.0	9900.0	653.0	11.90	451.00	72.20	2.56	61.20	91650.0	64	21	11.83	54.20	P
IPN 320	320	131	11.5	17.3	6.9	257	1090	77.80	457.0	12510.0	782.0	12.70	555.00	84.70	2.67	78.20	128900.0	70	21	12.72	61.10	P
IPN 340	340	137	12.2	18.3	7.3	274	1150	86.80	540.0	15700.0	923.0	13.50	674.00	98.40	2.80	97.50	176300.0	74	21	13.51	68.10	P
IPN 360	360	143	13.0	19.5	7.8	290	1210	97.10	638.0	19610.0	1090.0	14.20	818.00	114.00	2.90	123.00	240100.0	76	23	14.50	76.20	P
IPN 380	380	149	13.7	20.5	8.2	306	1270	107.00	741.0	24010.0	1260.0	15.00	975.00	131.00	3.02	150.00	318700.0	82	23	15.29	84.00	P
IPN 400	400	155	14.4	21.6	8.6	323	1330	118.00	857.0	29210.0	1460.0	15.70	1160.00	149.00	3.13	183.00	419600.0	86	23	16.18	92.60	P
IPN 450	450	170	16.2	24.3	9.7	363	1478	147.00	1200.0	45850.0	2040.0	17.70	1730.00	203.00	3.43	258.00	791100.0	94	25	18.35	115.00	P
IPN 500	500	185	18.0	27.0	10.8	404	1626	180.00	1620.0	68740.0	2750.0	19.60	2480.00	268.00	3.72	449.00	1403000.0	100	28	20.53	141.00	P
IPN 550	550	200	19.0	30.0	11.9	445	1787	213.00	2120.0	99180.0	3510.0	21.60	3490.00	349.00	4.02	618.00	2389000.0	110	28	23.00	167.00	P
IPN 600	600	215	21.5	32.4	13.0	485	1924	254.00	2730.0	139000.0	4630.0	23.40	4670.00	434.00	4.30	875.00	3821000.0	120	28	24.88	199.00	P

Se adopta para la viga 2, un IPN 320 para la sustitución de la pared posterior interior, en su parte exterior.

Realización de la colocación y deconstrucción de la pared:

1º Se abren cada 60 cm, un agujero trasapando la pared de 35 cm de lado a lado, con centro a una distancia de 44 cm, del forjado superior con un diámetro de 20 cm, con broca de campana.



2º Se corta la pared, mediante hilo diamantado, a una distancia de 50 cm del forjado superior y se colocan cuñas metálicas en ambos lados de la pared cada 25-30 cm. Para mantener la estabilidad de la pared de carga.



3º Se coloca las vigas IPN-400 e IPN-320, en ambos lados de la pared a sustituir, esto se realiza mediante ternal manual desde el forjado superior, a través de troneras

realizadas para esta finalidad, se introducen en 3 trozos, que se soldaran en su punto de colocación, esto es debido a la estrechez del vial y la imposibilidad de introducirlos mediante grúa dentro del edificio, un vez soldada la viga se iza hasta colocarlo contra las viguetas IPN-140 del forjado actual y la pared a deconstruir.

Se realizan dos puntos de soldadura en el punto de contacto entre las vigas IPN 400 y IPN-320, todas las vigas IPN-140 del forjado actual, para conseguir la estabilidad del sistema, por seguridad se mantienen los ternaes que sujetan las IPN.

4º Se colocan en todas las troneras un HEB-120, de 80 cm, según se colocan se sueldan por un lado al IPN-400, por otro al IPN-320, en este lado suplementan los 8 cm que faltan para realizar el contacto, esto se realiza mediante cordón de soldadura y se macizan las troneras con mortero expansivo MAPEIFILL o similar, el cual se cargará con grava de granulometría 6 a 10 mm, para una correcta fijación

5º Se protege el solado de la pared a deconstruir mediante tablonos de madera para amortiguar el impacto de los cascotes producidos en el proceso.

6º Se desmonta la pared y se produce la descarga del material resultante al patio posterior, lugar de acopio de materiales para su posterior envío a vertedero autorizado.

7º Según se desmonta la pared se colocan unas presillas cada 20cm, con pletinas de 50 mm de ancho, 10 mm, de grosor y longitud necesaria para unir las dos vigas IPN 380, esto garantiza el soporte del material cerámico que queda entre las vigas.

8º Se liberan las vigas de los ternaes y el sistema entra en carga.

Según el anexo *detalles constructivos* (plano XXX).

Solución de pared interior:

Cálculos de jácena interior todas las Plantas:

Datos previos:

Largo del forjado: 1,00 m.
 Ancho del forjado: 2,40 m. izquierdo
 Ancho del forjado: 2,30 m. derecho
 Peso m² forjado: 300 Kg.
 Peso m² uso: 400 Kg.
 Pp + Sobrecarga: 700kg/m²

Cálculo descenso de cargas por metro lineal de jácena.

Cálculo de cargas de forjado:

$$4,80 \text{ m} \times 700 \text{ Kg/ m}^2 = 3.360,0 \text{ Kg/m.}$$

Total de cargas:

$$\begin{array}{r} 3.360,0 \text{ Kg/m.} \\ \hline 3.360,0 \text{ Kg/m.} \end{array}$$

Tenemos una carga repartida a lo largo de viga de 3,4 Tn/m.

$$R_a = R_b = 2,0 \text{ m} \times 3,4 \text{ Tn/m} = 6,8 \text{ Tn}$$

Debido a que la distancia de forjados es casi idéntica 2,40 m en un lado y 2,30 en el otro, se opta por colocar 2 IPN iguales cogiendo para los cálculos el mayor.

$$\frac{L}{100} = 1 \text{ cm.}$$

Para una luz de 4,00 mts.

$$1 \text{ cm} = \frac{3,4 \times 4^4}{I_x} \times 6,2$$

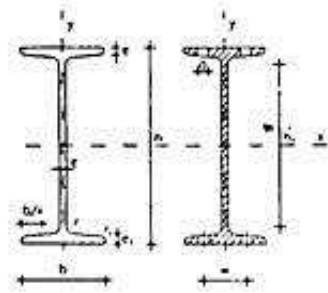
$$I_x = 3,4 \times 4^4 \times 6,2 = 5.397 \text{ cm}^4$$

$$I_x = 5.397 \text{ cm}^4$$

Para cada IPN

$$I_x = \frac{5.397 \text{ cm}^4}{2} = 2.699 \text{ cm}^4$$

Tabla de perfiles IPN:



- A = Área de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- $W_x = 2I_x / h$ = Módulo resistente de la sección, respecto a X
- $r_x = \sqrt{I_x / A}$ = Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- $W_y = 2I_y / b$ = Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- $r_y = \sqrt{I_y / A}$ = Radio de giro de la sección, respecto a Y
- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_p = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del roblón normal
- w = Grama, distancia entre ejes de agujeros
- h_1 = Altura de la parte plana del alma
- e_1 = Espesor del ala en el eje del agujero
- p = Peso por m

Perfil	Dimensiones							Términos de sección										Agujeros			Peso	
	h	b	e	r	h ₁	u		A	S _x	I _x	W _x	r _x	I _y	W _y	r _y	I _t	I _p	w	a	e ₁	p	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁴	mm	mm	mm	kg/m	
IPN 80	80	42	3.9	5.9	2.3	59	304	7.58	11.4	77.8	19.5	3.20	6.29	3.00	0.91	0.93	87.5	22	—	4.43	5.95	C
IPN 100	100	50	4.5	6.8	2.7	75	370	10.60	19.9	171.0	34.2	4.01	12.20	4.88	1.07	1.72	268.0	28	—	5.05	8.32	P
IPN 120	120	58	5.1	7.7	3.1	92	439	14.20	31.8	328.0	54.7	4.81	21.50	7.41	1.23	2.92	685.0	32	—	5.67	11.20	P
IPN 140	140	66	5.7	8.6	3.4	109	502	18.30	47.7	573.0	81.9	5.61	35.20	10.70	1.40	4.66	1540.0	34	11	6.29	14.40	P
IPN 160	160	74	6.3	9.5	3.8	125	575	22.80	68.0	925.0	117.0	6.40	54.70	14.80	1.55	7.08	3138.0	40	11	6.91	17.90	P
IPN 180	180	82	6.9	10.4	4.1	142	648	27.90	93.4	1450.0	161.0	7.20	81.30	19.80	1.71	10.30	5924.0	44	13	7.53	21.90	P
IPN 200	200	90	7.5	11.3	4.5	159	709	33.50	125.0	2140.0	214.0	8.00	117.00	26.00	1.87	14.60	10520.0	48	13	8.15	26.30	P
IPN 220	220	98	8.1	12.2	4.9	175	775	39.60	162.0	3063.0	278.0	8.80	162.00	33.10	2.02	20.10	17760.0	52	13	8.77	31.10	P
IPN 240	240	106	8.7	13.1	5.2	192	844	46.10	206.0	4250.0	354.0	9.59	221.00	41.70	2.20	27.00	28730.0	56	17	9.39	36.20	P
IPN 260	260	113	9.4	14.1	5.6	208	906	53.40	257.0	5740.0	442.0	10.40	268.00	51.00	2.32	36.10	44070.0	60	17	10.15	41.90	P
IPN 280	280	119	10.1	15.2	6.1	225	966	61.10	316.0	7590.0	542.0	11.10	364.00	61.20	2.45	47.80	64580.0	62	17	11.04	48.00	P
IPN 300	300	125	10.8	16.2	6.5	241	1030	69.10	381.0	9800.0	653.0	11.90	451.00	72.20	2.56	61.20	91850.0	64	21	11.83	54.20	P
IPN 320	320	131	11.5	17.3	6.9	257	1090	77.80	457.0	12510.0	782.0	12.70	555.00	84.70	2.67	78.20	128800.0	70	21	12.72	61.10	P
IPN 340	340	137	12.2	18.3	7.3	274	1150	86.80	540.0	15700.0	923.0	13.50	674.00	98.40	2.80	97.50	176300.0	74	21	13.51	68.10	P
IPN 360	360	143	13.0	19.5	7.8	290	1210	97.10	638.0	19610.0	1090.0	14.20	818.00	114.00	2.90	123.00	240100.0	76	23	14.50	76.20	P
IPN 380	380	149	13.7	20.5	8.2	306	1270	107.00	741.0	24010.0	1260.0	15.00	975.00	131.00	3.02	150.00	318700.0	82	23	15.29	84.00	P
IPN 400	400	155	14.4	21.6	8.6	323	1330	118.00	857.0	29210.0	1460.0	15.70	1160.00	149.00	3.13	183.00	419600.0	86	23	16.18	92.60	P
IPN 450	450	170	16.2	24.3	9.7	363	1478	147.00	1200.0	45850.0	2040.0	17.70	1730.00	203.00	3.43	238.00	791100.0	94	25	18.35	115.00	P
IPN 500	500	185	18.0	27.0	10.8	404	1626	180.00	1620.0	68740.0	2750.0	19.60	2480.00	268.00	3.72	449.00	1403000.0	100	28	20.53	141.00	P
IPN 550	550	200	19.0	30.0	11.9	445	1787	213.00	2120.0	99180.0	3510.0	21.60	3490.00	349.00	4.02	618.00	2389000.0	110	28	23.00	167.00	P
IPN 600	600	215	21.5	32.4	13.0	485	1924	254.00	2730.0	139000.0	4630.0	23.40	4670.00	434.00	4.30	875.00	3821000.0	120	28	24.88	199.00	P

Se adoptan dos IPN-220 para la sustitución de la pared posterior interior.

Realización de la colocación y deconstrucción de la pared:

1º Se abren cada 60 cm, un agujero traspasando la pared de 35 cm de lado a lado, con centro a una distancia de 30 cm, del forjado superior con un diámetro de 20 cm, con broca de campana.



2º Se corta la pared, mediante hilo diamantado, a una distancia de 36 cm del forjado superior y se colocan cuñas metálicas en ambos lados de la pared cada 25-30 cm. Para mantener la estabilidad de la pared de carga.



3º Se coloca las vigas IPN-220, en ambos lados de la pared a sustituir, esto se realiza mediante ternal manual desde el forjado superior, a través de troneras realizadas para esta finalidad, se introducen en 3 trozos, que se soldaran en su punto de colocación, esto es debido a la estrechez del vial y la imposibilidad de introducirlos mediante grúa dentro del edificio, un vez soldada la viga, se iza hasta colocarlo contra las viguetas IPN-140 del forjado actual y la pared a deconstruir.

Se realizan dos puntos de soldadura en el punto de contacto entre la IPN-220 y todas las vigas IPN 140 del forjado actual, para conseguir la estabilidad del sistema, por seguridad se mantienen los ternaes que sujetan la IPN-220.

4º Se colocan en todas las troneras un HEB-120, de 55 m, según se colocan se sueldan a cada una de las vigas IPN-220, mediante cordón de soldadura y se macizan las troneras con mortero expansivo MAPEIFILL o similar, el cual se cargará con grava de granulometría 6 a 10 mm, para una correcta fijación

5º Se protege el solado de la pared a deconstruir mediante tablonces de madera para amortiguar el impacto de los cascotes producidos en el proceso.

6º Se desmonta la pared y se produce la descarga del material resultante al patio posterior, lugar de acopio de materiales para su posterior envío a vertedero autorizado.

7º Según se desmonta la pared se colocan unas presillas cada 20cm, con pletinas de 50 mm de ancho, 10 mm, de grosor y longitud necesaria para unir las dos vigas IPN 240, esto garantiza el soporte del material cerámico que queda entre las vigas.

8º Se liberan las vigas de los ternaes y el sistema entra en carga.

Este proceso se repite en todos los forjados techo.

Según el anexo *detalles constructivos* (plano XXX).

Solución para la sujeción de la pared interior del local comercial y oficinas:

Cálculos de jácena de apoyo de pared de cerramiento entre local comercial y hall del edificio:

Datos previos:

Ancho de pared: 0,15 m.
 Altura de pared: 3,50 m.
 Longitud de pared: 1,00 m.
 Peso m³ de pared de fábrica: 1.500 Kg.

Cálculo descenso de cargas por metro lineal de pared.

Cálculo de cargas por ml de viga:

$$0,15\text{m} \times 3,50 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 1.500 \text{ Kg/ m}^3 = 787,50 \text{ Kg/m.}$$

Total de cargas:

$$\begin{array}{r} 787,50 \text{ Kg/m.} \\ \hline 787,50 \text{ Kg/m.} \end{array}$$

Tenemos una carga repartida a lo largo de viga de 0,8 Tn/m.

$$R_a = R_b = 4,70 \text{ m} \times 0,8 \text{ Tn/m} = 3,8 \text{ Tn}$$

Debido a que la distancia de forjados es casi idéntica 2,40 m en un lado y 2,30 en el otro, se opta por colocar 2 IPN iguales cogiendo para los cálculos el mayor.

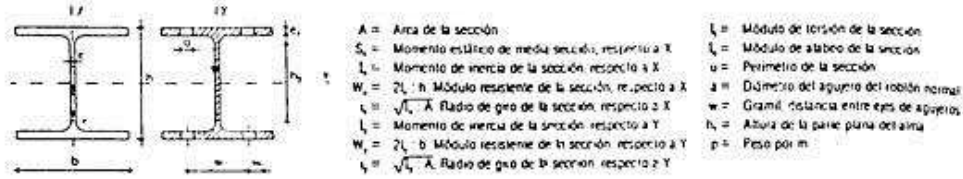
$$\frac{470}{500} = 0,9 \text{ cm.}$$

Para una luz de 4,70 mts.

$$0,9 \text{ cm} = \frac{0,8 \times 4,70^4}{I_x} \times 6,2$$

$$I_x = \frac{0,8 \times 4,70^4 \times 6,2}{0,9} = 2.689 \text{ cm}^4$$

$$I_x = 2.689 \text{ cm}^4$$



Perfil	Dimensiones								Términos de sección											Agujeros			Peso
	h	b	e	r	h ₁	u	A	S _x	I _x	W _x	i _x	I _y	W _y	i _y	I _t	I _{st}	w	a	p	kg/m			
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁴	mm	mm	mm	kg/m			
HEB 100	100	100	6,0	10,0	12	56	26,0	52,1	450	90	4,16	167	33	2,53	9,34	3375	55	—	13	20,4			
HEB 120	120	120	6,5	11,0	12	74	34,6	82,6	864	144	5,04	218	53	3,06	14,20	9410	65	—	17	26,7			
HEB 140	140	140	7,0	12,0	12	92	43,0	123,0	1509	216	5,93	350	73	3,58	22,50	22480	75	—	21	33,7			
HEB 160	160	160	8,0	13,0	15	104	54,3	177,0	2492	311	6,78	409	111	4,05	33,20	47940	85	—	23	42,6			
HEB 180	180	180	8,5	14,0	15	122	65,3	241,0	3031	426	7,66	503	151	4,57	46,50	60750	100	—	25	51,2			

- 1º Se desmonta el mosaico hidráulico existente, para poder reutilizarlo posteriormente en el solado del edificio.
- 2º Se rompen el seno entre vigas IPN-140, donde se va a colocar el HEB-180 y se extraen los cascotes al patio posterior, lugar de acopio de materiales.
- 3º Se realizan las troneras en las paredes de carga, donde apoya el HEB.180.
- 4º Se coloca la jácena y se fija mediante mortero expansivo MAPEIFILL o similar, el cual se cargará con grava de granulometría 6 a 10 mm, para una correcta fijación del HEB-180.
- 5º Se rehacen los senos del forjado, contra las alas de la HEB-180 y se macizan.
- 6º Se ejecuta la nueva pared de cerramiento.

Solución para la sujeción de la pared interior entre oficinas en P. Baja:

Cálculos de jácena de apoyo:

Datos previos:

- Ancho de pared: 0,15 m.
- Altura de pared: 3,50 m.
- Longitud de pared: 1,00 m.
- Peso m³ de pared de fábrica: 1.800 Kg.
- Largo del forjado: 1,00 m.
- Ancho del forjado: 2,50 m. izquierdo
- Ancho del forjado: 2,50 m. derecho
- Peso m² forjado: 300 Kg.
- Peso m² uso: 400 Kg.
- Pp + Sobrecarga: 700kg/m²

Cálculo descenso de cargas por metro lineal de pared.

Cálculo de cargas de pared por ml de viga:

$$0,15m \times 3,50 m \times 1,00 m \times 1.800 Kg/ m^3 = 945.00 Kg/m.$$

Total de cargas de pared:

$$3 \times 945.00 Kg/m. = 2.835.00 Kg/m.$$

Se adopta un HEB-180, para soportar la pared de cierre entre el local comercial y el hall de acceso al edificio.

Cálculo de cargas de forjado:

$$5,00 \text{ m} \times 700 \text{ Kg/ m}^2 = 3.500,0 \text{ Kg/m.}$$

Total de cargas forjados:

$$4 \text{ forjados} \times 3.500,0 \text{ Kg/m.} = 14.000,0 \text{ Kg/m.}$$

Total de cargas:

Forjados	14.000,0 Kg/m.
Paredes	2.835,0 Kg/m.

	16.835,0 Kg/m.

Tenemos una carga repartida a lo largo de viga de 16,85 Tn/m.

$$R_a = R_b = 2,0 \text{ m} \times 16,85 \text{ Tn/m} = 33,70 \text{ Tn}$$

$$\frac{400}{700} = 0,57 \text{ cm.}$$

Para una luz de 4,00 mts.

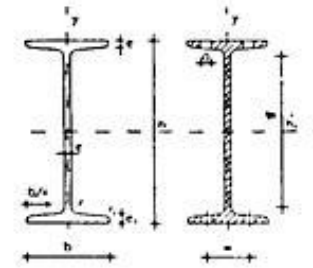
$$0,57 \text{ cm} = \frac{16,85 \times 4,00^4}{I_x} \times 6,2$$

$$I_x = \frac{16,85 \times 4,00^4 \times 6,2}{0,57} = 46.920 \text{ cm}^4$$

$$I_x = 46.920 \text{ cm}^4$$

Por tanto se busca 2 vigas IPN del prontuario con la mitad de I_x .

$$I_x = \frac{46.920 \text{ cm}^4}{2} = 23.920 \text{ cm}^4$$



- A = Área de la sección
- S_x = Momento estático de media sección, respecto a X
- I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a X
- $W_x = Z_x = \frac{I_x}{h}$ Módulo resistente de la sección, respecto a X
- $r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}}$ Radio de giro de la sección, respecto a X
- I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a Y
- $W_y = Z_y = \frac{I_y}{b}$ Módulo resistente de la sección, respecto a Y
- $r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$ Radio de giro de la sección, respecto a Y
- I_t = Módulo de torsión de la sección
- I_p = Módulo de alabeo de la sección
- u = Perímetro de la sección
- a = Diámetro del agujero del roblón normal
- w = Gramal, distancia entre ejes de agujeros
- h_s = Altura de la parte plana del alma
- e_2 = Espesor del ala en el eje del agujero
- p = Peso por m.

Perfil	Dimensiones							Términos de sección										Agujeros			Peso	
	h	b	e1	e2	r1	r2	u	A	S_x	I_x	W_x	r_x	I_y	W_y	r_y	I_t	I_p	w	a	e_2	p	
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ⁴	mm	mm	mm	kg/m	
IPN 80	80	42	3,9	5,9	2,3	5,9	304	7,58	11,4	77,8	19,5	3,20	6,29	3,00	0,91	0,93	87,5	22	—	4,43	5,95	C
IPN 100	100	50	4,5	6,8	2,7	7,5	370	10,60	19,9	171,0	34,2	4,01	12,20	4,88	1,07	1,72	268,0	28	—	5,05	8,32	P
IPN 120	120	58	5,1	7,7	3,1	9,2	439	14,20	31,8	328,0	54,7	4,81	21,50	7,41	1,23	2,92	685,0	32	—	5,67	11,20	P
IPN 140	140	66	5,7	8,6	3,4	10,9	502	18,30	47,7	573,0	81,9	5,61	35,20	10,70	1,40	4,66	1540,0	34	11	6,29	14,40	P
IPN 160	160	74	6,3	9,5	3,8	12,5	575	22,80	68,0	905,0	117,0	6,40	54,70	14,80	1,50	7,08	3138,0	40	11	6,91	17,90	P
IPN 180	180	82	6,9	10,4	4,1	14,2	640	27,90	93,4	1450,0	161,0	7,20	81,30	19,80	1,71	10,30	5924,0	44	13	7,53	21,90	P
IPN 200	200	90	7,5	11,3	4,5	15,9	709	33,50	125,0	2140,0	214,0	8,00	117,00	26,00	1,87	14,60	10520,0	48	13	8,15	26,30	P
IPN 220	220	98	8,1	12,2	4,9	17,5	775	39,60	162,0	3060,0	278,0	8,80	162,00	33,10	2,02	20,10	17760,0	52	13	8,77	31,10	P
IPN 240	240	106	8,7	13,1	5,2	19,2	844	46,10	206,0	4250,0	354,0	9,59	221,00	41,70	2,20	27,00	28730,0	56	17	9,39	36,20	P
IPN 260	260	113	9,4	14,1	5,6	20,8	906	53,40	257,0	5740,0	442,0	10,40	268,00	51,00	2,32	36,10	44070,0	60	17	10,15	41,90	P
IPN 280	280	119	10,1	15,2	6,1	22,5	966	61,10	316,0	7590,0	542,0	11,10	364,00	61,20	2,45	47,80	64580,0	62	17	11,04	48,00	P
IPN 300	300	125	10,8	16,2	6,5	24,1	1000	69,10	381,0	9800,0	653,0	11,90	451,00	72,20	2,56	61,20	91850,0	64	21	11,83	54,20	P
IPN 320	320	131	11,5	17,3	6,9	25,7	1090	77,80	457,0	12510,0	782,0	12,70	555,00	84,70	2,67	78,20	128800,0	70	21	12,72	61,10	P
IPN 340	340	137	12,2	18,3	7,3	27,4	1150	86,80	540,0	15700,0	923,0	13,50	674,00	98,40	2,80	97,50	176300,0	74	21	13,51	68,10	P
IPN 360	360	143	13,0	19,5	7,8	29,0	1210	97,10	638,0	19610,0	1090,0	14,20	818,00	114,00	2,90	123,00	240100,0	76	23	14,50	76,20	P
IPN 380	380	149	13,7	20,5	8,2	30,6	1270	107,00	741,0	24010,0	1260,0	15,00	975,00	131,00	3,02	150,00	318700,0	82	23	15,29	84,00	P
IPN 400	400	155	14,4	21,6	8,6	32,3	1330	118,00	857,0	29210,0	1460,0	15,70	1160,00	149,00	3,13	183,00	419600,0	86	23	16,18	92,60	P
IPN 450	450	170	16,2	24,3	9,7	36,3	1478	147,00	1200,0	45850,0	2040,0	17,70	1730,00	203,00	3,43	238,00	791100,0	94	25	18,35	115,00	P
IPN 500	500	185	18,0	27,0	10,8	40,4	1626	180,00	1620,0	68740,0	2750,0	19,60	2480,00	268,00	3,72	449,00	1403000,0	100	28	20,53	141,00	P
IPN 550	550	200	19,0	30,0	11,9	44,5	1787	213,00	2120,0	99180,0	3510,0	21,60	3490,00	349,00	4,02	618,00	2389000,0	110	28	23,00	167,00	P
IPN 600	600	215	21,5	32,4	13,0	48,5	1924	254,00	2730,0	139000,0	4630,0	24,40	4670,00	434,00	4,30	875,00	3821000,0	120	28	24,88	199,00	P

Se adoptan 2 IPN-380, para soportar la carga de las paredes y forjados superiores.

Cálculo de pilares HEB

Como, $R_a = R_b = 2,0 \text{ m} \times 16,85 \text{ Tn/m} = 33,70 \text{ Tn}$

Y la altura del pilar es de 3.25 m.

Entrando en tablas de asignación directa por carga se adoptan 2 HEB-160.

Realización de la colocación y deconstrucción de la pared:

1º Se abren cada 60 cm, un agujero traspasando la pared de 35 cm de lado a lado, con centro a una distancia de 30 cm, del forjado superior con un diámetro de 20 cm, con broca de campana.

2º Se coloca las vigas IPN-380, en ambos lados de la pared a sustituir, esto se realiza mediante ternal manual desde el forjado superior, a través de troneras realizadas para esta finalidad, se introducen en 3 trozos, que se soldaran en su punto de colocación, esto es debido a la estrechez del vial y la imposibilidad de introducirlos mediante grúa dentro del edificio, un vez soldada la viga, se iza hasta colocarlo contra las viguetas IPN-140 del forjado actual y la pared a deconstruir.

Se realizan dos puntos de soldadura en el punto de contacto entre la IPN-380 y todas las vigas IPN-140 del forjado actual, para conseguir la estabilidad del sistema, por seguridad se mantienen los ternaes que sujetan la IPN-380.

3º Se colocan en todas las troneras un HEB-120, de 55 m, según se colocan se sueldan a cada una de las vigas IPN-380, mediante cordón de soldadura y se macizan las troneras con mortero expansivo MAPEIFILL o similar, el cual se cargará con grava de granulometría 6 a 10 mm, para una correcta fijación

4º Se rompe el forjado sanitario en la ubicación de las placas de anclaje para recibir el pilar HEB-160, una vez ancladas a la cimentación actual, mediante cuatro agujeros por placa realizados con broca de campana y fijado con mortero expansivo MAPEIFILL o similar, sin carga de áridos,

5º Ejecutan la colocación de los pilares HEB-160, mediante soldadura.

6º Una vez acabado el pórtico se protege el solado de la pared a deconstruir mediante tablonos de madera para amortiguar el impacto de los cascotes producidos en el proceso.

7º Se desmonta la pared y se produce la descarga del material resultante al patio posterior, lugar de acopio de materiales para su posterior envío a vertedero autorizado.

8º Según se desmonta la pared se colocan unas presillas cada 20cm, con pletinas de 50 mm de ancho, 10 mm, de grosor y longitud necesaria para unir las dos vigas IPN-380, esto garantiza el soporte del material cerámico que queda entre las vigas.

9º Se liberan las vigas de los ternaes y el sistema entra en carga.

Una vez reforzado todo el edificio, se procede a la demolición de la escalera actual deconstruyéndola desde el forjado techo planta ático hasta la planta baja, extrayendo los materiales resultantes al patio posterior del edificio.

Se colocan todas las medidas pasivas de seguridad y salud laboral y se extrae el material resultante por fachada que da al patio interior.

Los materiales procedentes de la demolición de las diferentes plantas del edificio, se acopian en el patio posterior y debido a la estrechez del vial, se preparan sobre sacos de 1 m³ colocado sobre palet de madera, estos sacos se trasladaran cada día a calle, mediante transpaleta de obra, para que camión pequeño con plumín los transporte a vertedero autorizado.

CONSTRUCCIÓN ESCALERA Y ASCENSOR

Se introduce en el edificio una mini retroexcavadora, con la que se realizan los cimientos de las nuevas paredes de carga de la escalera y el foso del ascensor. Las tierras resultantes se extraen por medios manuales y se envían a vertedero autorizado.

Realizan la colocación del acero necesario en la cimentación según anexo *detalles constructivos* (plano XXX), encofrados y se hormigona mediante medios manuales.

Ejecutan las paredes de carga de escalera, encofran la escalera, colocan las armaduras, preparan las conexiones con el forjado actual en cada planta y se pasa a posterior hormigonado mediante camión bomba, por el hueco del ascensor.

Se conectan los forjados existentes a la nueva pared cerámica de carga, colocando zuncho de hormigón para unir las cabezas de las vigas metálicas en cada uno de los forjados, crean los revoltones cerámicos, como los existentes en el edificio, a base de "rasilla" doblada.

Se colocan todas las medidas pasivas de seguridad y salud laboral (cómo redes de seguridad, vallas de protección en huecos, etc.), para evitar posibles accidentes.

3.1.2.2 CERRAMIENTOS

Se realizan todos los cerramientos cerámicos en cada una de las plantas, ejecutando las particiones del edificio y los nuevos aseos. Así como la nueva distribución de huecos en fachada posterior, colocando toda la carpintería de madera (premarcos de puertas y ventanas). Según plano XXX.

3.1.2.3 INSTALACIONES

Realización de rozas en paredes para la instalación de agua, electricidad, aire acondicionado, incendios y telecomunicaciones.

Colocación de instalaciones

Electricidad:

- Cálculo de electrificación

Se realiza una instalación todo eléctrico, con un ratio de 100 W/m².

Local	128,04 m ² x 100 W/m ² = 12.804 W = 13 KW
Oficina P1.1	63.13 m ² x 100 W/m ² = 6.313 W = 6.5 KW
Oficina P2.1	86,68 m ² x 100 W/m ² = 8.668 W = 9 KW
Oficina P2.1	63.13 m ² x 100 W/m ² = 6.313 W = 6.5 KW
Oficina P2.2	86,68 m ² x 100 W/m ² = 8.668 W = 9 KW
Oficina P Ático	128,89 m ² x 100 W/m ² = 12.889 W = 13 KW

- Colocación de tubos corrugados para el paso de instalaciones eléctricas, tapado de tubos e colocación de cables, en todas las plantas.

Colocación de mecanismos eléctricos con posterioridad a los acabados de pintura en paredes.

Fontanería:

Cálculo de fontanería:

Debido a que solo existe un aseo por estancia y la distancia máxima desde el contador hasta el punto de servicio es de 43.50 m, se adoptan tubos de abastecimiento de ¾", garantizando holgadamente el servicio de Agua Fría y Agua Caliente Sanitaria

- Colocación de tubos de A.C.S. y A.F. en Aseos en oficinas y aseo del Local Comercial.
- Colocación de aparatos sanitarios y griferías con posterioridad a los acabados de alicatado.
- Colocación de los Termos eléctricos de A.C.S de 25 litros de capacidad

Aire Acondicionado:

- Colocación de tubos para preinstalación de aire acondicionado en local comercial y oficinas.

Evacuación:

- Bajantes de los lavabos y ducha se utilizan tubos de PVC de 40 mm.
- Bajantes de inodoros se utilizan tubos de PVC de 110 mm.
- Bajantes verticales se utilizan tubos de PVC de 125 mm.
- Bajantes horizontales se utilizan tubos de PVC de 250 mm.
- Bajantes de pluviales se utilizan tubos de PVC de 70 mm.
- Gases de aseos, mediante chimenea cerámica tipo "shunt"
- Gases del local comercial mediante chimenea metálica de 300 mm.

Contraincendios:

- Colocación de extintores en zonas comunes.
- Colocación de panales contraincendios en todas las paredes de con vecindad del edificio.

Telecomunicaciones:

- Colocación de telecomunicaciones en local comercial y oficinas, con anterioridad a los acabados en paramentos verticales y falsos techos.

Simultáneamente se realiza el conjunto de las instalaciones por caja de escalera de todos los servicios del edificio, realizando su reparto por planta desde los diferentes cuartos centralizados de contadores.

Se realizan las acometidas generales de los servicios, desde el exterior del edificio a los cuartos de contadores.

Se realiza la colocación de la antena comunitaria y su reparto por el edificio.

En fontanería solo se realizan los aseos de cada uno de las oficinas y el local comercial, debido a que según lo que se quiera montar en el local comercial, el nuevo poseedor del bien se hará cargo de su correcta adecuación.

En electricidad, solo se deja previsión de electrificación en las oficinas y local comercial, quedando realizada únicamente instalación en aseos y algún punto de luz de servicio.

3.1.2.4 ENLUCIDOS DE YESO Y PLACAS DE CARTON-YESO

Realización de enlucido de yeso en paramentos verticales, para posterior pintado.

Colocación de estructura de placas de cartón-yeso en paredes de medianería, con aislante para protección de incendios.

3.1.2.5 FALSO TECHO

Colocación de falso techo sobre perfiles metálicos.



3.1.2.6 ALICATADOS

Colocación de alicatados en aseos de oficinas y aseos del local comercial.

3.1.2.7 PAVIMENTOS

Colocación de solado en baños de las oficinas y baño del local comercial.

Colocación y sustitución de piezas originales de mosaico hidráulico en solados de oficinas y local comercial, reutilizando las recuperadas de la planta sobreático.

Pavimento de portal del edificio mantiene el gres hidráulico actual, sustituyendo las piezas deterioradas por el paso del tiempo, por otras recuperadas de la deconstrucción, en caja de escalera se coloca piedra natural tanto en recibidores de planta, descansos de escalera y peldaños.

3.1.2.8 PINTURAS

Pintado de paramentos verticales, con una mano de imprimación y dos de acabado, de local comercial y oficinas.

Pintado de Caja de escalera y Portal del Edificio, tanto en paramentos verticales como horizontales, con una mano de imprimación y dos de acabado.

3.1.2.9 CARPINTERIAS

Colocación de puertas de aseo en todos los servicios de cada una de las oficinas, colocación de puertas de acceso a oficinas, colocación puerta de salida a zona azotea, colocación de armarios de distribución de servicios por el edificio.

Colocación de todas las ventanas en fachada posterior y claraboya en el casetón del ascensor.

Colocación toda la cerrajería de la fachada posterior.

3.1.2.10 ASCENSOR

Colocación el nuevo ascensor de cristal. Incluyendo todos los embellecedores en acero inoxidable y los pasamanos de escalera.

3.1.2.11 FACHADAS

Primero se realiza completamente la fachada posterior, montando el andamio corrido en forma de L, y cubriendo toda la piel de la fachada. Se aplican los morteros monocapa y se colocan los vierteaguas, hasta su total terminación.

Se desmontan los andamios y se montan en la fachada principal. Se repara desde la parte superior del edificio hasta la planta baja. Comienza la limpieza de la piedra natural de toda la fachada.

Se repara toda la carpintería de madera y la forja de la misma.

Se reparan las grietas, con un repicado del mortero actual y se sustituye por mortero monocapa de color según pantone autorizado por Ayuntamiento.

Finalmente se rehace el hueco de entrada al local comercial.

4 CALIDADES Y ACABADOS

4.1 CERRAMIENTOS, FACHADA Y CUBIERTA

Cerramiento cerámico macizo de 12 cm., cámara de 10 cm., poliestireno extruido de 10 cm., y tabique de 8 cm. al interior.

Separación entre oficinas con doble tabicón de 8 cm. con lana de roca entre ellos.

Divisiones interiores de oficinas con tabicón de ladrillo doble hueco de 10 cm.

Acabados de fachada con mortero monocapa, con chapados y recercados de piedra natural.

Acabado de cubierta con lámina impermeabilizante continua de P.V.C. sobre forjados aislados.

4.2 REVESTIMIENTOS Y PAVIMENTOS

Aislamiento termoacústico en todas las paredes y techos de las oficinas y local comercial.

Mosaico hidráulico.

Suelo de baños y cocina con baldosa de gres de primera calidad.

Alicatados de baños y cocina con plaqueta cerámica primera calidad, sobre enfoscado de mortero de cemento.

Resto de paramentos pintura plástica lisa sobre enlucido de yeso.

Falso techo en todos los techos del edificio.

4.3 CARPINTERÍA INTERIOR

Puerta de entrada a vivienda maciza de roble con cerradura de seguridad de tres puntos.

Puertas interiores de paso macizas de roble.

4.4 CARPINTERÍA EXTERIOR

Ventanal de madera maciza, acabado en barniz natural, con rotura de puente térmico, doble acristalamiento tipo climalit 4-10-6 y 4-10-4.

En oficinas ventanas oscilobatientes de madera maciza, acabado en barniz natural, con rotura de puente térmico, doble acristalamiento tipo climalit 4-10-6.

Persianas de aluminio con aislamiento térmico inyectado, accionamiento por motor eléctrico en las oficinas.

5 INSTALACIONES

5.1 INSTALACIÓN DE FONTANERÍA

Aseos equipados con: Inodoro mod. NOKEN

Sanitarios y grifería monomando de primera calidad.

Red de agua caliente y fría con tubería de polietileno reticular.

5.2 CALEFACCIÓN

Mediante Bomba de calor, con conducciones, repartidas adecuadamente por la planta.

5.3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y TELECOMUNICACIONES.

Video portero.

Instalación de antenas colectivas de televisión: terrestre, parabólica vía satélite.

Tomas de Televisión, Teléfono y Telecomunicaciones en cada local.

Las conducciones se ejecutarán en conductor de cobre protegida por tubo flexible de P.V.C. y mecanismos de primera calidad.

5.4 OTRAS INSTALACIONES

Ascensor eléctrico con sala de máquinas para 6 personas marca Orona, cabina modelo Elegance de vidrio.

Entrada a portal con puertas de madera color verde, con vidrio de seguridad, cerradura eléctrica, cierrapuertas y tiradores de forja

6 ADECUACIÓN A LAS CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN (CTE)

6.1 SEGURIDAD ESTRUCTURAL. ACCIONES EN LA EDIFICACION (DB SE-AE)

Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

- 1 El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.
- 2 Están fuera del alcance de este Documento Básico las acciones y las fuerzas que actúan sobre elementos tales como aparatos elevadores o puentes grúa, o construcciones como los silos o los tanques.
- 3 En general, las fuerzas de rozamiento no se definen en este Documento Básico, ya que se consideran como efectos de las acciones.
- 4 Salvo que se indique lo contrario, todos los valores tienen el sentido de característicos.
- 5 Los tipos de acciones y su tratamiento se establecen en el DB-SE

SE-AE 1

Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación

2 Acciones permanentes

2.1 Peso propio

- 1 El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.
- 2 El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En el Anejo C se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.
- 3 En el caso de tabiques ordinarios cuyo peso por metro cuadrado no sea superior a $1,2 \text{ kN/m}^2$ y cuya distribución en planta sea sensiblemente homogénea, su peso propio podrá asimilarse a una carga equivalente uniformemente distribuida. Como valor de dicha carga equivalente se podrá adoptar el valor del peso por metro cuadrado de alzado multiplicado por la razón entre la superficie de tabiquería y la de la planta considerada. En el caso de tabiquería más pesada, ésta podrá asimilarse al mismo valor de carga equivalente uniforme citado más un incremento local, de valor igual al exceso de peso del tabique respecto a $1,2 \text{ kN}$ por m^2 de alzado.
En general, en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de $1,0 \text{ kN}$ por cada m^2 de superficie construida.
- 4 Si se procede por medición directa del peso de la tabiquería proyectada, deberán considerarse las alteraciones y modificaciones que sean razonables en la vida del edificio.
- 5 El peso de las fachadas y elementos de compartimentación pesados, tratados como acción local, se asignará como carga a aquellos elementos que inequívocamente vayan a soportarlos, teniendo en cuenta, en su caso, la posibilidad de reparto a elementos adyacentes y los efectos de arcos de descarga. En caso de continuidad con plantas inferiores, debe considerarse, del lado de la seguridad del elemento, que la totalidad de su peso gravita sobre sí mismo.
- 6 El valor característico del peso propio de los equipos e instalaciones fijas, tales como calderas colectivas, transformadores, aparatos de elevación, o torres de refrigeración, debe definirse de acuerdo con los valores aportados por los suministradores.

2.2 Pretensado

- 1 La acción del pretensado se evaluará a partir de lo establecido en la Instrucción EHE.

2.3 Acciones del terreno

- 1 Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el DB-SE-C.

SE-AE 3

2 ACCIONES PERMANENTES

2.1 PESO PROPIO

2.2 PRETENSADO

2.3 ACCIONES DEL TERRENO

CUMPLE
NO APLICABLE
CUMPLE

3 Acciones variables

3.1 Sobrecarga de uso

- 1 La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.
- 2 La sobrecarga de uso debida a equipos pesados, o a la acumulación de materiales en bibliotecas, almacenes o industrias, no está recogida en los valores contemplados en este Documento Básico, debiendo determinarse de acuerdo con los valores del suministrador o las exigencias de la propiedad.

3.1.1 Valores de la sobrecarga

- 1 Por lo general, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la Tabla 3.1. Dichos valores incluyen tanto los efectos derivados del uso normal, personas, mobiliario, enseres, mercancías habituales, contenido de los conductos, maquinaria y en su caso vehículos, así como las derivadas de la utilización poco habitual, como acumulación de personas, o de mobiliario con ocasión de un traslado.
- 2 Asimismo, para comprobaciones locales de capacidad portante, debe considerarse una carga concentrada actuando en cualquier punto de la zona. Dicha carga se considerará actuando simultáneamente con la sobrecarga uniformemente distribuida en las zonas de uso de tráfico y aparcamiento de vehículos ligeros, y de forma independiente y no simultánea con ella en el resto de los casos.

Dichas carga concentrada se considerará aplicadas sobre el pavimento acabado en una superficie cuadrada de 200 mm en zonas uso de de tráfico y aparcamiento y de 50 mm de lado en el resto de los casos.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso	Subcategorías de uso	Carga uniforme	Carga concentrada	
		[kN/m ²]	[kN]	
A	Zonas residenciales	A1 Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2 Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas	2	2	
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1 Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2 Zonas con asientos fijos	4	4
		C3 Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4 Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5 Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1 Locales comerciales	5	4
		D2 Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)	2	20 ⁽¹⁾	
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente ⁽²⁾	1	2	
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾ Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁵⁾	2
		G2 Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2 Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

- ⁽¹⁾ Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.
- ⁽²⁾ En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.
- ⁽³⁾ Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q, se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.
- ⁽⁴⁾ El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.
- ⁽⁵⁾ Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².
- ⁽⁶⁾ Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.
- ⁽⁷⁾ Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

- 3 En las zonas de acceso y evacuación de los edificios de las zonas de categorías A y B, tales como portales, mesetas y escaleras, se incrementará el valor correspondiente a la zona servida en 1 kN/m².
- 4 Para su comprobación local, los balcones volados de toda clase de edificios se calcularán con la sobrecarga de uso correspondiente a la categoría de uso con la que se comunique, más una sobrecarga lineal actuando en sus bordes de 2 kN/m.
- 5 Para las zonas de almacén o biblioteca, se consignará en la memoria del proyecto y en las instrucciones de uso y mantenimiento el valor de sobrecarga media, y en su caso, distribución de carga, para la que se ha calculado la zona, debiendo figurar en obra una placa con dicho valor.
- 6 En porches, aceras y espacios de tránsito situados sobre un elemento portante o sobre un terreno que desarrolle empujes sobre otros elementos estructurales, se considerará una sobrecarga de uso de 1 kN/m² si se trata de espacios privados y de 3 kN/m² si son de acceso público.
- 7 Los valores indicados ya incluyen el efecto de la alternancia de carga, salvo en el caso de elementos críticos, como vuelos, o en el de zonas de aglomeración.
- 8 A los efectos de combinación de acciones, las sobrecargas de cada tipo de uso tendrán la consideración de acciones diferentes. Los ítems dentro de cada subcategoría de la tabla 3.1 son tipos distintos.

3.1.2 Reducción de sobrecargas

- 1 Para el dimensionado de los elementos portantes horizontales (vigas, nervios de forjados, etc.), y de sus elementos de enlace (ménsulas, ábacos, etc.), la suma de las sobrecargas de una misma categoría de uso que actúen sobre él, puede reducirse multiplicándola por el coeficiente de la Tabla 3.2, para las categorías de uso A, B, C y D.
- 2 Para el dimensionado de un elemento vertical (pilar, muro), la suma de las sobrecargas de un mismo uso que graviten sobre él, puede reducirse multiplicándola por el coeficiente de la Tabla 3.2, para las categorías de uso A, B, C y D.

Tabla 3.2. Coeficiente de reducción de sobrecargas

Elementos verticales			Elementos horizontales			
Número de plantas del mismo uso			Superficie tributaria (m ²)			
1 ó 2	3 ó 4	5 ó más	16	25	50	100
1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	0,7

- 3 Los coeficientes de reducción anteriores podrán aplicarse simultáneamente en un elemento vertical cuando las plantas situadas por encima de dicho elemento estén destinadas al mismo uso y siempre que correspondan a diferentes usuarios, lo que se hará constar en la memoria del proyecto y en las instrucciones de uso y mantenimiento. En el caso de 1 ó 2 plantas, se puede aplicar la reducción por superficie tributaria a los elementos verticales.

3.2 Acciones sobre barandillas y elementos divisorios

- 1 La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida, y cuyo valor

característico se obtendrá de la tabla 3.3. La fuerza se considerará aplicada a 1,2 m o sobre el borde superior del elemento, si éste está situado a menos altura.

Tabla 3.3 Acciones sobre las barandillas y otros elementos divisorios

Categoría de uso	Fuerza horizontal [kN/m]
C5	3,0
C3, C4, E, F	1,6
Resto de los casos	0,8

- En las zonas de tráfico y aparcamiento, los parapetos, petos o barandillas y otros elementos que delimiten áreas accesibles para los vehículos deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida sobre una longitud de 1 m, aplicada a 1,2 m de altura sobre el nivel de la superficie de rodadura o sobre el borde superior del elemento si éste está situado a menos altura, cuyo valor característico se definirá en el proyecto en función del uso específico y de las características del edificio, no siendo inferior a $q_k = 50$ kN.
- Los elementos divisorios, tales como tabiques, deben soportar una fuerza horizontal mitad a la definida en la tabla 3.3, según el uso a cada lado del mismo.

3.3 Viento

3.3.1 Generalidades

- La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre un edificio y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.
- Las disposiciones de este Documento Básico no son aplicables a los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En estos casos, las presiones del viento se deben establecer a partir de datos empíricos disponibles.
- En general, los edificios ordinarios no son sensibles a los efectos dinámicos del viento. Este Documento Básico no cubre las construcciones de esbeltez superior a 6, en las que sí deben tenerse en cuenta dichos efectos.

3.3.2 Acción del viento

- La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p \quad (3.1)$$

siendo:

- q_b la presión dinámica del viento. De forma simplificada, como valor en cualquier punto del territorio español, puede adoptarse $0,5 \text{ kN/m}^2$. Pueden obtenerse valores más precisos mediante el anejo D, en función del emplazamiento geográfico de la obra.
 - c_e el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción. Se determina de acuerdo con lo establecido en 3.3.3. En edificios urbanos de hasta 8 plantas puede tomarse un valor constante, independiente de la altura, de 2,0.
 - c_p el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión. Su valor se establece en 3.3.4 y 3.3.5.
- Los edificios se comprobarán ante la acción del viento en todas direcciones, independientemente de la existencia de construcciones contiguas medianeras, aunque generalmente bastará la consideración en dos sensiblemente ortogonales cualesquiera. Para cada dirección se debe considerar la acción en los dos sentidos. Si se procede con un coeficiente eólico global, la acción se considerará aplicada con una excentricidad en planta del 5% de la dimensión máxima del edificio en el plano perpendicular a la dirección de viento considerada y del lado desfavorable.

- La acción de viento genera además fuerzas tangenciales paralelas a la superficie. Se calculan como el producto de la presión exterior por el coeficiente de rozamiento, de valor igual a 0,01 si la superficie es muy lisa, por ejemplo de acero o aluminio, 0,02 si es rugosa como en el caso de hormigón, y 0,04 si es muy rugosa, como en el caso de existencia de ondas, nevadura o pliegues. En las superficies a barlovento y sotavento no será necesario tener en cuenta la acción del rozamiento si su valor no supera el 10% de la fuerza perpendicular debida a la acción del viento.

3.3.3 Coeficiente de exposición

- El coeficiente de exposición tiene en cuenta los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno. Su valor se puede tomar de la tabla 3.4, siendo la altura del punto considerado la medida respecto a la rasante media de la fachada a barlovento. Para alturas superiores a 30 m los valores deben obtenerse de las expresiones generales que se recogen en el Anejo D. Para paneles prefabricados de gran formato el punto a considerar es su punto medio.
- En el caso de edificios situados en las cercanías de acantilados o escarpas de pendiente mayor de 40° , la altura se medirá desde la base de dichos accidentes topográficos. Este Documento Básico sólo es de aplicación para alturas de acantilado o escarpa inferiores a 50 m.
- A efectos de grado de aspereza, el entorno del edificio se clasificará en el primero de los tipos de la tabla 3.4 al que pertenezca, para la dirección de viento analizada.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

3.3.4 Coeficiente eólico de edificios de pisos

- En edificios de pisos, con forjados que conectan todas las fachadas a intervalos regulares, con huecos o ventanas pequeños practicables o herméticos, y compartimentados interiormente, para el análisis global de la estructura, bastará considerar coeficientes eólicos globales a barlovento y sotavento, aplicando la acción de viento a la superficie proyección del volumen edificado en un plano perpendicular a la acción de viento. Como coeficientes eólicos globales, podrán adoptarse los de la tabla 3.5.

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coefficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coefficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

Para otros casos y como alternativa al coeficiente eólico global se podrá determinar la acción de viento como resultante de la que existe en cada punto, a partir de los coeficientes eólicos que se establecen en el Anejo D.2 para diversas formas canónicas, aplicando los de la que presente rasgos más coincidentes con el caso analizado, considerando en su caso la forma conjunta del edificio con los medianeros.

- En edificios con cubierta plana la acción del viento sobre la misma, generalmente de succión, opera habitualmente del lado de la seguridad, y se puede despreciar.
- Para análisis locales de elementos de fachada o cerramiento, tales como carpinterías, acristalamientos, aplacados, anclajes, o correas, la acción de viento se determinará como resultante de la que existe en cada punto, a partir de los coeficientes eólicos que se establecen en el Anejo D.3 en el sentido indicado anteriormente.

3.3.5 Coeficiente eólico de naves y construcciones diáfnas

- En naves y construcciones diáfnas, sin forjados que conecten las fachadas, la acción de viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior. Cuando en al menos dos de los lados del edificio (fachadas o cubiertas) el área total de los huecos exceda el 30% del área total del lado considerado, la acción del viento se determina considerando la estructura como una marquesina o una pared libre.
- A efectos del cálculo de la estructura, del lado de la seguridad se podrá utilizar la resultante en cada plano de fachada o cubierta de los valores del Anejo D.3, que recogen el pésimo en cada punto debido a varias direcciones de viento. A los efectos locales, tales como correas, paneles de cerramiento, o anclajes, deben utilizarse los valores correspondientes a la zona o zonas en que se encuentra ubicado dicho elemento.
- Si el edificio presenta grandes huecos la acción de viento genera, además de presiones en el exterior, presiones en el interior, que se suman a las anteriores.

El coeficiente eólico de presión interior, c_{pi} , se considera único en todos los paramentos interiores del edificio que delimitan la zona afectada por la fachada o cubierta que presenta grandes huecos. Para la determinación de la presión interior, en edificios de una sola planta, se considerará como coeficiente de exposición el correspondiente a la altura del punto medio del hueco, salvo que exista un hueco dominante, en cuyo caso el coeficiente de exposición será el correspondiente a la altura media de dicho hueco. Si el edificio tiene varias plantas se considerará la altura media de la planta analizada. Un hueco se considera dominante si su área es por lo menos diez veces superior a la suma de las áreas de los huecos restantes.

- Cuando el área de las aberturas de una fachada sea el doble de las aberturas en el resto de las fachadas del edificio, se tomará $c_{pi} = 0,75c_{pe}$; si es el triple $c_{pi} = 0,9c_{pe}$ siendo c_{pe} el coeficiente eólico de presión exterior. En casos intermedios se interpolará linealmente. En otro caso se tomarán los valores de la tabla 3.6

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

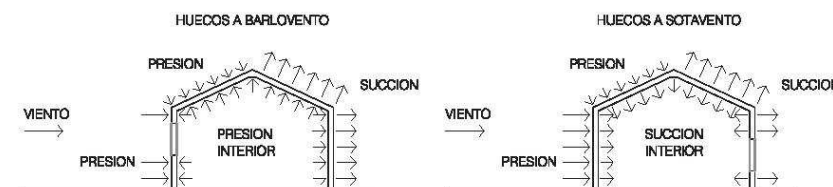


Fig. 3.1 Presiones ejercidas por el viento en una construcción diáfana

4 Acciones accidentales

4.1 Sismo

- Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

4.2 Incendio

- Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio están definidas en el DB-SI
- En las zonas de tránsito de vehículos destinados a los servicios de protección contra incendios, se considerará una acción de 20 kN/m^2 dispuestos en una superficie de 3 m de ancho por 8 m de largo, en cualquiera de las posiciones de una banda de 5 m de ancho, y las zonas de maniobra, por donde se prevea y se señalice el paso de este tipo de vehículos.
- Para la comprobación local de las zonas citadas, se supondrá, de forma independiente y no simultánea con la anterior, la actuación de una carga de 100 kN, actuando sobre una superficie circular de 20 cm de diámetro sobre el pavimento terminado, en uno cualquiera de sus puntos.

4.3 Impacto

4.3.1 Generalidades

- Las acciones sobre un edificio causadas por un impacto dependen de la masa, de la geometría y de la velocidad del cuerpo impactante, así como de la capacidad de deformación y de amortiguamiento tanto del cuerpo como del elemento contra el que impacta.
- Salvo que se adoptaren medidas de protección, cuya eficacia debe verificarse, con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de un impacto o de atenuar sus consecuencias en caso de producirse, los elementos resistentes afectados por un impacto deben dimensionarse teniendo en cuenta las acciones debidas al mismo, con el fin de alcanzar una seguridad estructural adecuada.
- El impacto de un cuerpo sobre un edificio puede representarse mediante una fuerza estática equivalente que tenga en cuenta los parámetros mencionados.
- Este Documento Básico considera sólo las acciones debidas a impactos accidentales, quedando excluidos los premeditados, tales como la del impacto de un vehículo o la caída del contrapeso de un aparato elevador.

4.3.2 Impacto de vehículos

- La acción de impacto de vehículos desde el exterior del edificio, se considerará donde y cuando lo establezca la ordenanza municipal. El impacto desde el interior debe considerarse en todas las zonas cuyo uso suponga la circulación de vehículos.
- Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes debidas al impacto de vehículos de hasta 30 kN de peso total, son de 50 kN en la dirección paralela a la vía y de 25 kN en la dirección perpendicular, no actuando simultáneamente.
- La fuerza equivalente de impacto se considerará actuando en un plano horizontal y se aplicará sobre una superficie rectangular de 0,25 m de altura y una anchura de 1,5 m, o la anchura del elemento si es menor, y a una altura de 0,6 m por encima del nivel de rodadura, en el caso de elementos verticales, o la altura del elemento, si es menor que 1,8 m en los horizontales.
- En zonas en las que se prevea la circulación de carretillas elevadoras, el valor de cálculo de la fuerza estática equivalente debida a su impacto será igual a cinco veces el peso máximo autorizado de la carretilla. Se aplicará sobre una superficie rectangular de 0,4 m de altura y una anchura de 1,5 m, o la anchura del elemento si es menor, y a una altura dependiente de la forma de la carretilla; en ausencia de información específica se supondrá una altura de 0,75 m por encima del nivel de rodadura.

- 5 Las características de la carretilla considerada deberán reflejarse en la memoria del proyecto y en las instrucciones de uso y mantenimiento.
- 6 Cuando en las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio, se mencione otro tipo de vehículos, por ejemplo helicópteros, deberá definirse en el proyecto el valor característico y el modelo empleado para la acción correspondiente.

4.4. Otras acciones accidentales

- 1 En los edificios con usos tales como fábricas químicas, laboratorios o almacenes de materiales explosivos, se hará constar en el proyecto las acciones accidentales específicas consideradas, con indicación de su valor característico y su modelo.

4 ACCIONES ACCIDENTALES
 4.1 SISMO
 4.2 INCENDIO
 4.3 IMPACTO
 4.4 OTRAS ACCIONES ACCIDENTALES

CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE
NO APLICABLE

6.2 SEGURIDAD ESTRUCTURAL. CIMIENTOS (DB SE-C)

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

- 1 El ámbito de aplicación de este DB-C es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.

1.2 Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE-C

- 1 La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen, con las condiciones particulares indicadas en el DB-SE y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.
- 2 La documentación del proyecto será la que figura en el apartado 2 Documentación del DB-SE e incluirá los datos de partida, las bases de cálculo, las especificaciones técnicas de los materiales y la descripción gráfica y dimensional de las cimentaciones y los elementos de contención de los edificios.

4 Cimentaciones directas

4.1 Definiciones y tipologías

- Una cimentación directa es aquella que reparte las cargas de la estructura en un plano de apoyo horizontal (véase Figura 4.1). Las cimentaciones directas se emplearán para transmitir al terreno las cargas de uno o varios pilares de la estructura, de los muros de carga o de contención de tierras en los sótanos, de los forjados o de toda la estructura.
- Cuando las condiciones lo permitan se emplearán cimentaciones directas, que habitualmente, pero no siempre, se construyen a poca profundidad bajo la superficie, por lo que también son llamadas cimentaciones superficiales.

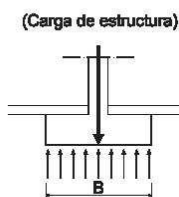


Figura 4.1. Cimiento directo

- Los tipos principales de cimientos directos y su utilización más usual se recogen en la tabla 4.1. Figura 4.2.

Tabla 4.1. Tipos de cimientos directos y su utilización más usual

Tipo de cimiento directo	Elementos estructurales más usuales a los que sirven de cimentación
Zapata aislada	Pilar aislado, interior, medianero o de esquina
Zapata combinada	2 ó más pilares contiguos
Zapata corrida	Alineaciones de 3 o más pilares o muros
Pozo de cimentación	Pilar aislado
Emparrillado	Conjunto de pilares y muros distribuidos, en general, en retícula.
Losas	Conjunto de pilares y muros

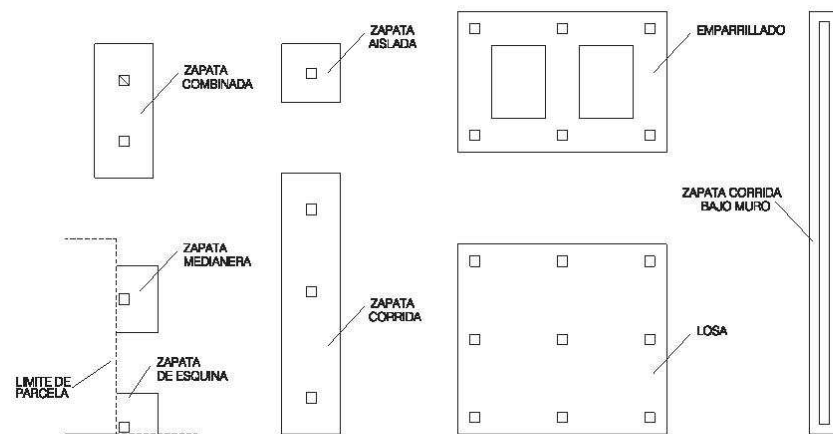


Figura 4.2. Tipos de cimentaciones directas

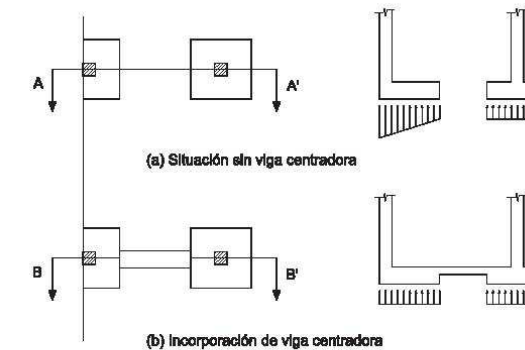


Figura 4.4. Ejemplo del empleo de vigas centradoras para redistribución de presiones sobre el terreno

4.1.2 Zapatas combinadas y corridas

- Cuando la capacidad portante del terreno sea pequeña o moderada, existan varios pilares muy próximos entre sí, o bien las cargas por pilar sean muy elevadas; el dimensionado de los cimientos puede dar lugar a zapatas aisladas muy cercanas, incluso solapadas. En ese caso se podrá recurrir a la unión de varias zapatas en una sola, llamada zapata combinada cuando recoja dos o más pilares, o zapata corrida cuando recoja tres o más alineados.
- El diseño de zapatas combinadas o corridas podrá ser recomendable para evitar movimientos o asentamientos diferenciales excesivos entre varios pilares, ya sea por una variación importante de sus cargas o por posibles heterogeneidades del terreno de cimentación.
- Asimismo, si en la base de pilar se producen momentos flectores importantes, lo que puede dar lugar a excentricidades grandes, las zapatas combinadas y corridas podrán constituir una solución apropiada, ya que podrán facilitar que, en su conjunto, la carga total se sitúe relativamente centrada con el centro de gravedad de la zapata.
- La forma habitual en planta de las zapatas combinadas será la rectangular, aunque ocasionalmente podrá resultar conveniente emplear zapatas combinadas de formas irregulares, particularmente de planta trapecial.
- Un caso particular de zapata corrida será la empleada para cimentar muros. En el caso de muros de sótano en los que los pilares forman parte del muro sobresaliendo del mismo, el cimiento del muro más el pilar puede considerarse una zapata corrida que generalmente tendrá un ensanchamiento en la zona del pilar en sentido transversal.
- El caso de muros de contención o muros de sótano que hayan de soportar empujes horizontales de suelo o agua freática se desarrolla en el capítulo 6.

4.1.3 Pozos de cimentación

- Se podrán realizar pozos de cimentación cuando el terreno lo permita y la ejecución sea ventajosa con respecto a otras soluciones.
- Los pozos más habituales en edificación son de dos tipos (véase Figura 4.5). El primero consiste en un relleno de la excavación desde la cota de apoyo con hormigón pobre, situando la zapata encima de éste de forma que se transmitan las cargas a la profundidad deseada. El segundo tipo, menos habitual, consiste en bajar la cota de zapata hasta alcanzar el nivel de terreno competente de apoyo, elevando a continuación un plinto de gran rigidez con el fin de evitar problemas de pandeo.
- La comprobación de los estados límite último y de servicio se hará sobre el plano de apoyo elegido de forma análoga al de zapatas aisladas, añadiendo a las cargas transmitidas por la estructura el peso de la columna de hormigón pobre.
- En la comprobación del estado límite último frente al hundimiento debe tenerse en cuenta la profundidad del plano de apoyo y el empleo del concepto de presión neta (apartado 4.3).
- En el caso de que no se justifique la colaboración lateral del terreno siguiendo los criterios de la mecánica del suelo y existan momentos o esfuerzos horizontales apreciables se deben introducir vigas centradoras.

6.3 SEGURIDAD ESTRUCTURAL. ACERO (DB SE-A)

Documento Básico SE-A Acero

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación y consideraciones previas

- 1 Este DB se destina a verificar la seguridad estructural de los elementos metálicos realizados con acero en edificación. No se contemplan, por tanto, aspectos propios de otros campos de la construcción (puentes, silos, chimeneas, antenas, tanques, etc.). Tampoco se tratan aspectos relativos a elementos que, por su carácter específico, requieren consideraciones especiales.
- 2 Este DB se refiere únicamente a la seguridad en condiciones adecuadas de utilización, incluidos los aspectos relativos a la durabilidad, de acuerdo con el DB-SE. La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, resistencia al fuego) quedan fuera de su alcance. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan, exclusivamente, en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las hipótesis establecidas en el proyecto de edificación.

1.2 Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE-A

- 1 La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen, con las condiciones particulares indicadas en el DB-SE y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.
- 2 La documentación del proyecto será la que se figura en el apartado 2 Documentación del DB-SE incluyendo además:
 - a) las características mecánicas consideradas para los aceros en chapas y perfiles, tornillos, materiales de aportación, pinturas y materiales de protección de acuerdo con las especificaciones que figuran en el apartado 4 de este DB;
 - b) las dimensiones a ejes de referencia de las barras y la definición de perfiles, de las secciones armadas, chapas, etc.;

las uniones (medios de unión, dimensiones y disposición de los tornillos o cordones) conforme con lo prescrito en el apartado 8 de este DB.

SE-A-3

Documento Básico SE-A Acero

2 Bases de cálculo

2.1 Generalidades

- 1 Las especificaciones, criterios, procedimientos, principios y reglas que aseguran un comportamiento estructural adecuado de un edificio conforme a las exigencias del CTE, se establecen en el DB SE. En este DB se incluyen los aspectos propios de los elementos estructurales de acero.
- 3 Para el tratamiento de aspectos específicos o de detalle la información contenida en este DB se podrá ampliar con el contenido de las normas UNE ENV 1993-1-1:1996, UNE ENV 1090-1:1997, UNE ENV 1090-2:1999, UNE ENV 1090-3:1997, UNE ENV 1090-4:1998.

2.2 Verificaciones

2.2.1 Tipos de verificación

- 1 Se requieren dos tipos de verificaciones de acuerdo a DB SE 3.2, las relativas a:
 - a) La estabilidad y la resistencia (estados límite últimos).
 - b) La aptitud para el servicio (estados límite de servicio).

2.2.2 Modelado y análisis

- 1 El análisis estructural se basará en modelos adecuados del edificio de acuerdo a DB SE 3.4
- 2 Se deben considerar los incrementos producidos en los esfuerzos por causa de las deformaciones (efectos de 2º orden) allí donde no resulten despreciables.
- 3 No es necesario comprobar la seguridad frente a fatiga en estructuras normales de edificación que no estén sometidas a cargas variables repetidas de carácter dinámico.
Debe comprobarse la seguridad frente a fatiga de los elementos que soportan maquinarias de elevación o cargas móviles o que están sometidos a vibraciones producidas por sobrecargas de carácter dinámico (máquinas, viento, personas en movimiento).
- 4 En el análisis estructural se deben tener en cuenta las diferentes fases de la construcción, incluyendo el efecto del apeo provisional de los forjados si está previsto.
Deberán comprobarse las situaciones transitorias correspondientes al proceso constructivo si el modo de comportamiento de la estructura varía en dicho proceso, dando lugar a estados límite de tipos diferentes a los considerados en las situaciones persistentes (por ejemplo, por torsión en elementos concebidos para trabajar en flexión) o de magnitud claramente diferente a las consideradas, por cambios en las longitudes o secciones de las piezas.
No será necesaria dicha comprobación en estructuras porticadas con nudos rígidos o arriostramientos si el modo de comportamiento a que responden los modelos empleados se mantiene durante todo el proceso constructivo y las dimensiones a lo largo de dicha fase son las de la situación final de la estructura.

2.3 Estados límite últimos

2.3.1 Condiciones que deben verificarse

Para la verificación de la capacidad portante se consideran los estados límite últimos de estabilidad y resistencia, de acuerdo a DB SE 4.2

SE-A-5

2.3.2 Efecto de las acciones

Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas en DB SE 4.2.

2.3.3 Coeficientes parciales de seguridad para determinar la resistencia

- 1 Para los coeficientes parciales para la resistencia se adoptarán, normalmente, los siguientes valores:
 - a) $\gamma_{M0} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material
 - b) $\gamma_{M1} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
 - c) $\gamma_{M2} = 1,25$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión
 - d) $\gamma_{M3} = 1,1$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.
 $\gamma_{M3} = 1,25$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.
 $\gamma_{M3} = 1,4$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.
- 2 Los coeficientes parciales para la resistencia frente a la fatiga están definidos en el Anejo C.

2.4 Estados límite de servicio

2.4.1 Condiciones que deben verificarse

- 1 Se considera que hay un comportamiento adecuado, en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro, si se cumple, para las situaciones de dimensionado pertinentes, que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para el mismo de acuerdo a DB SE 4.3

2.4.2 Efecto de las acciones

- 1 Para cada situación de dimensionado, los valores de cálculo del efecto de las acciones se obtendrán mediante las reglas de combinación indicadas DB SE.

2.4.3 Propiedades elásticas.

- 1 Se emplearán valores medios para las propiedades elásticas de los materiales.

2.5 Geometría

2.5.1 Valor de cálculo

- 1 El valor de cálculo de una dimensión geométrica se representa normalmente por su valor nominal:

$$a_d = a_{nom} \quad (2.1)$$

a_d valor de cálculo de una dimensión geométrica,

a_{nom} valor nominal de la misma dimensión, en el proyecto.

2.5.2 Desviaciones de una dimensión geométrica

- 1 En los casos en los que las posibles desviaciones de una dimensión geométrica de su valor nominal puedan tener una influencia significativa en la seguridad estructural (como en el análisis de los efectos de segundo orden), el valor de cálculo de esta dimensión quedará definido por:

$$a_d = a_{nom} \pm \Delta a \quad (2.2)$$

Δa desviación de una dimensión geométrica de su valor nominal, o el efecto acumulado de diferentes desviaciones geométricas que se pueden producir simultáneamente y se define de acuerdo con las tolerancias admitidas.

En el caso en que pueda determinarse por medición la desviación producida, se empleará dicho valor.

3 Durabilidad

- 1 Ha de prevenirse la corrosión del acero mediante una estrategia global que considere en forma jerárquica al edificio en su conjunto (situación, uso, etc.), la estructura (exposición, ventilación, etc.), los elementos (materiales, tipos de sección, etc.) y, especialmente, los detalles, evitando:
 - a) La existencia de sistemas de evacuación de aguas no accesibles para su conservación que puedan afectar a elementos estructurales.
 - b) la formación de rincones, en nudos y en uniones a elementos no estructurales, que favorezcan el depósito de residuos o suciedad.
 - c) el contacto directo con otros metales (el aluminio de las carpinterías de cerramiento, muros cortina, etc.).
 - d) el contacto directo con yesos.
- 2 En el proyecto de edificación se indicarán las protecciones adecuadas a los materiales para evitar su corrosión, de acuerdo con las condiciones ambientales internas y externas del edificio. A tal fin se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1: 1997, tanto para la definición de ambientes, como para la definición de las especificaciones a cumplir por las pinturas y barnices de protección, así como por los correspondientes sistemas de aplicación.
- 3 Los materiales protectores deben almacenarse y utilizarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante y su aplicación se realizará dentro del periodo de vida útil del producto y en el tiempo indicado para su aplicación, de modo que la protección quede totalmente terminada en dichos plazos.
- 4 A los efectos de la preparación de las superficies a proteger y del uso de las herramientas adecuadas, se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1: 1997.
- 5 Las superficies que no se puedan limpiar por chorreado, se someterán a un cepillado metálico que elimine la cascarilla de laminación y después se deben limpiar para quitar el polvo, el aceite y la grasa.
- 6 Todos los abrasivos utilizados en la limpieza y preparación de las superficies a proteger, deben ser compatibles con los productos de protección a emplear.
- 7 Los métodos de recubrimiento: metalización, galvanización y pintura deben especificarse y ejecutarse de acuerdo con la normativa específica al respecto y las instrucciones del fabricante. Se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1: 1997.
- 8 Se definirán y cuidarán especialmente las superficies que deban resistir y transmitir esfuerzos por rozamiento, superficies de soldaduras y para el soldeo, superficies inaccesibles y expuestas exteriormente, superficies en contacto con el hormigón, la terminación de las superficies de aceros resistentes a la corrosión atmosférica, el sellado de espacios en contacto con el ambiente agresivo y el tratamiento de los elementos de fijación. Para todo ello se podrá utilizar la norma UNE-ENV 1090-1: 1997.
- 9 En aquellas estructuras que, como consecuencia de las consideraciones ambientales indicadas, sea necesario revisar la protección de las mismas, el proyecto debe prever la inspección y mantenimiento de las protecciones, asegurando, de modo permanente, los accesos y el resto de condiciones físicas necesarias para ello.

4 Materiales

4.1 Generalidades

- 1 Aunque muchos de los métodos de comprobación indicados en el DB pueden aplicarse a materiales de cualesquiera características, se considera que los elementos estructurales a que se refiere este DB están constituidos por aceros de los que se indican en este Capítulo.

4.2 Aceros en chapas y perfiles

- 1 Los aceros considerados en este DB son los establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) en cada una de las partes que la componen, cuyas características se resumen en la Tabla 4.1.
- 2 En este DB se contemplan igualmente los aceros establecidos por las normas UNE-EN 10210-1:1994 relativa a Perfiles huecos para construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grado fino y en la UNE-EN 10219-1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformados en frío.

Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025

DESIGNACIÓN	Espesor nominal t (mm)				Temperatura del ensayo Charpy °C
	Tensión de límite elástico f _y (N/mm ²)		Tensión de rotura f _u (N/mm ²)		
	t ≤ 16	16 < t ≤ 40	40 < t ≤ 63	3 ≤ t ≤ 100	
S235JR					20
S235J0	235	225	215	360	0
S235J2					-20
S275JR					20
S275J0	275	265	255	410	0
S275J2					-20
S355JR					20
S355J0	355	345	335	470	0
S355J2					-20
S355K2					-20 ⁽¹⁾
S450J0	450	430	410	550	0

⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

- 3 Las siguientes son características comunes a todos los aceros:

- módulo de Elasticidad: E 210.000 N/mm²
- módulo de Rigidez: G 81.000 N/mm²
- coeficiente de Poisson: ν 0,3
- coeficiente de dilatación térmica: α 1,2·10⁻⁵ (°C)⁻¹
- densidad: ρ 7.850 kg/m³

- 4 En caso de emplearse aceros diferentes de los señalados, para garantizar que tienen ductilidad suficiente, deberá comprobarse que:
- la relación entre la tensión de rotura y la de límite elástico no será inferior a 1,20;
 - el alargamiento en rotura de una probeta de sección inicial S_0 , medido sobre una longitud $5,65 \cdot \sqrt{S_0}$ será superior al 15%;
 - la deformación correspondiente a la tensión de rotura debe superar al menos un 20% a la correspondiente al límite elástico.
- 5 Todos los procedimientos de comprobación especificados en este DB se basan en el comportamiento dúctil del material, esto es, las comprobaciones de cálculo se refieren al límite elástico o a la tensión de rotura en condiciones de laboratorio. Es por tanto necesario comprobar que la resistencia a rotura frágil es, en todos los casos, superior a la resistencia a rotura dúctil. Esto es cierto en el caso de estructuras no sometidas a cargas de impacto, como son en general las de edificación y cuando los espesores empleados no sobrepasen los indicados en la tabla 4.2 para las temperaturas mínimas a que estarán sometidas en función de su emplazamiento y exposición, según los criterios de DB-SE-AE 3.4, realizadas con los aceros especificados en este apartado, y fabricadas conforme a los requisitos especificados en el capítulo 10 de este DB, por lo que en este caso no se requiere ninguna comprobación;

En cualquier otro caso, deberá demostrarse que el valor de la temperatura de transición, definida como la mínima a la que la resistencia a rotura dúctil supera a la frágil, es menor que la mínima de aquellas a las que va a estar sometida la estructura. La temperatura de transición se puede obtener mediante procedimientos de mecánica de la fractura. Para ello puede utilizarse la UNE EN 1993-1-10.

Tabla 4.2 Espesor máximo (mm) de chapas

Grado	Temperatura mínima								
	0 °C			-10 °C			-20 °C		
	JR	J0	J2	JR	J0	J2	JR	J0	J2
S235	50	75	105	40	60	90	35	50	75
S275	45	65	95	35	55	75	30	45	65
S355	35	50	75	25	40	60	20	35	50

- 6 Soldabilidad. Todos los aceros relacionados en este DB son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.), según se indica en el Capítulo 10 de este DB.

Para aceros distintos a los relacionados la soldabilidad se puede evaluar mediante el parámetro C_{EV} (carbono equivalente), de expresión:

$$C_{EV} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15} \quad (4.1)$$

Este valor no debe ser superior a 0,41 para los aceros S 235 y S 275 ó 0,47 para los aceros S 355.

4.3 Tornillos, tuercas y arandelas

- 1 En la tabla 4.3 se resumen las características mecánicas mínimas de los aceros de los tornillos de calidades normalizadas en la normativa ISO.

Tabla 4.3 Características mecánicas de los aceros de los tornillos, tuercas y arandelas

Clase	4.6	5.6	6.8	8.8	10.9
Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²)	240	300	480	640	900
Tensión de rotura f_u (N/mm ²)	400	500	600	800	1000

- 2 En el contexto de este DB se entenderá por tornillo el conjunto tornillo, tuerca y arandela (simple o doble).
- 3 En los tornillos de alta resistencia utilizados como pretensados, se controlará el apriete.

4.4 Materiales de aportación

- 1 Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base.
- 2 Las calidades de los materiales de aportación ajustadas a la norma UNE-EN ISO 14555:1999 se consideran aceptables.

4.5 Resistencia de cálculo

- 1 Se define resistencia de cálculo, f_{yd} , al cociente de la tensión de límite elástico y el coeficiente de seguridad del material:

$$f_{yd} = f_y / \gamma_M \quad (4.2)$$

siendo:

f_y tensión del límite elástico del material base (tabla 4.1). No se considerará el efecto de endurecimiento derivado del conformado en frío o de cualquier otra operación.

γ_M coeficiente parcial de seguridad del material, de acuerdo al apartado 2.3.3,

- 2 En las comprobaciones de resistencia última del material o la sección, se adopta como resistencia de cálculo el valor

$$f_{ud} = f_u / \gamma_{M2}$$

siendo: γ_{M2} coeficiente de seguridad para resistencia última.

4 MATERIALES

4.2 CHAPAS Y PERFILES

4.3 TORNILLOS, TUERCAS Y ARANDELAS

4.4 MATERIALES DE APORTACIÓN

4.5 RESISTENCIA DE CALCULO

CUMPLE

NO APLICABLE

CUMPLE

CUMPLE

el giro torsional esté totalmente coaccionado y a lo largo de los cuales el momento flector varia linealmente

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_w ($k_w=1$)

Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación	Diagrama de momentos flectores	C_1
	$\Psi=+1$ 	1
	$\Psi=+3/4$ 	1,14
	$\Psi=+1/2$ 	1,32
	$\Psi=+1/4$ 	1,56
	$\Psi=0$ 	1,88
	$\Psi=-1/4$ 	2,28
	$\Psi=-1/2$ 	2,7
	$\Psi=-3/4$ 	2,93
	$\Psi=-1$ 	2,75



6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \tag{6.36}$$

ni en aquellas en las que, disponiendo de rigidizadores en sus extremos (e intermedios, en su caso), se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 30 \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_t} \tag{6.37}$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

- Las exigencias relativas al comportamiento frente a las vibraciones continuas están reflejadas en el documento DB SE. En el caso de las obras destinadas a usos para los que el DB SE no defina ninguna exigencia específica, o si se requiere un análisis más detallado, se podrá adoptar como criterio de aceptación el límite superior de las vibraciones continuas en términos de la aceleración máxima admisible en función de la frecuencia de oscilación (figura 7.1)
- La circulación normal de las personas puede inducir vibraciones en un forjado en caso de que éste tenga una masa reducida y este apoyado en vigas con luces importantes y rigideces pequeñas. En este tipo de forjados, dimensionados para resistir cargas estáticas, se debería verificar el comportamiento frente a las vibraciones transitorias. En ausencia de otras exigencias, más restrictivas, que no estén basadas en la percepción humana (véase 7.2.1 (2)), la verificación se podrá efectuar de acuerdo con lo establecido en el apartado 7.2.2.

7.2.2 Vibraciones transitorias en forjados

7.2.2.1 Percepción humana

- Los forjados pueden clasificarse en diferentes categorías, según las reacciones humanas provocadas por las vibraciones:
 - imperceptibles para los usuarios
 - perceptibles, pero no molestas
 - molestas
 - muy molestas o dañinas para la salud
- El criterio de aceptación (según el presente apartado) de un forjado en relación con su comportamiento frente a las vibraciones transitorias está basado en la percepción humana, teniendo en cuenta la aceleración máxima y la frecuencia de oscilación del forjado, así como su amortiguamiento.
- La figura 7.1 representa los límites de aceptación de las vibraciones transitorias en forjados de edificios destinados a, respectivamente, vivienda, administrativo, enseñanza y comercio. Los límites se representan en términos de la aceleración máxima admisible, en función de la frecuencia propia del primer modo de vibración del forjado y del amortiguamiento.

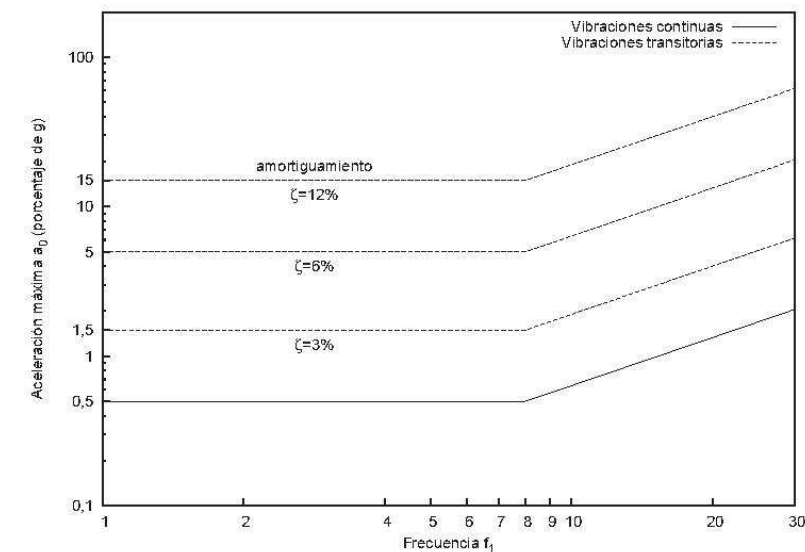


Figura 7.1. Límites de aceptación, basadas en la percepción humana de las vibraciones de los forjados de edificación.

- 4 La frecuencia propia del primer modo de vibración del forjado, su aceleración máxima así como su amortiguamiento se podrán estimar según los apartados 7.2.2.2., 7.2.2.3 y 7.2.2.4, respectivamente.

7.2.2.2 Frecuencia de oscilación

- 1 La frecuencia de oscilación de un forjado podrá ser evaluada mediante cualquier método dinámico capaz de representar adecuadamente las características elásticas e inerciales de la estructura.
- 2 A falta de un análisis más detallado, la frecuencia de oscilación de un forjado podrá estimarse a partir de la frecuencia propia de una viga hipotética cuyas características se basan en las siguientes hipótesis:
 - La viga se considera mixta, independientemente del modo de construcción del forjado (con o sin conexión entre vigas metálicas y losa)
 - El ancho eficaz de la losa equivale a la separación s de las vigas metálicas.
 - En caso de una losa aligerada (por ejemplo un forjado mixto donde las piezas proporcionan un aligeramiento), ésta se considera con un espesor equivalente al de una losa maciza de peso idéntico.
- 3 La frecuencia propia del primer modo de vibración f_1 de una viga biapoyada podrá determinarse según la relación:

$$f_1 = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{E_a I_b}{m L^4}} \quad (7.1)$$

siendo

E módulo de elasticidad del acero

I_b momento de inercia de la sección mixta definida en 7.2.2.2. (2)

\bar{m} masa por unidad de longitud de la viga en oscilación, incluyendo el peso propio de la viga de acero y la de losa, las cargas permanentes y una parte de la sobrecarga (valor casi permanente)

L luz de la viga biapoyada

Las vigas continuas se podrán tratar, en primera aproximación, como vigas biapoyadas ya que los vanos adyacentes al vano analizado oscilan en sentido opuesto.

- 4 En forjados con dos niveles de vigas (jácenas sobre las que se apoyan las correas perpendiculares, que a su vez forman los apoyos de la losa), la frecuencia propia del sistema es más pequeña que la de un forjado equivalente pero con un solo nivel de vigas, ya que la rigidez del conjunto del sistema es mayor. A falta de un análisis más detallado, la frecuencia propia de un forjado con dos niveles de vigas se podrá estimar a partir de la relación:

$$\frac{1}{f_{1, \text{sis}}^2} = \frac{1}{f_{1, \text{cor}}^2} + \frac{1}{f_{1, \text{jac}}^2} \quad (7.2)$$

siendo

$f_{1, \text{sis}}$ frecuencia propia del primer modo de vibración del sistema (forjado)

$f_{1, \text{cor}}$ frecuencia propia del primer modo de vibración de la correa considerando indeformables las jácenas perpendiculares en las que se apoya.

$f_{1, \text{jac}}$ frecuencia propia de la jácena

7.2.2.3 Aceleración máxima

- 1 La aceleración máxima inicial de la vibración de un forjado, debido a un impulso I , se podrá determinar a partir de la relación:

$$a_0 = 0,9 \frac{2\pi f_1 I}{M} \quad (7.3)$$

siendo

a_0 aceleración máxima inicial [m/s^2]

f_1 frecuencia propia del primer modo de vibración del forjado [s^{-1}]

I impulso [Ns]

M masa vibrante [kg]

- 2 En caso de que el impulso se deba al desplazamiento de una persona, se podrá admitir un valor de $I=67 \text{ Ns}$

- 3 Para una viga biapoyada la masa vibrante eficaz podrá determinarse a partir de la relación:

$$M=0,67 \cdot m \cdot bL \quad (7.4)$$

siendo

m masa por unidad de superficie del forjado en oscilación, incluyendo el peso propio, las cargas permanente y una parte de la sobrecarga (valor cuasi-permanente)

b ancho eficaz de la losa ($b=s$)

s separación de las vigas de acero

L luz de la viga biapoyada

- 4 En forjados con dos niveles de vigas (jácenas y correas), la superficie del forjado $b \cdot L$ a introducir en la relación (7.4) podrá determinarse de la siguiente manera:

$$bL = \left(\frac{f_{1, \text{sis}}}{f_{1, \text{cor}}} \right)^2 b_{\text{cor}} L_{\text{cor}} + \left(\frac{f_{1, \text{sis}}}{f_{1, \text{jac}}} \right)^2 b_{\text{jac}} L_{\text{jac}} \quad (7.5)$$

siendo:

b_{cor} ancho de la losa tributaria de la correa ($b_{\text{cor}}=S$)

S separación de las correas

L_{cor} luz de la correa

b_{jac} ancho de la losa tributaria de la jácena ($b_{\text{jac}}=L_{\text{cor}}$)

L_{jac} luz de la jácena

7.2.2.4 Amortiguamiento

- 1 El porcentaje de amortiguamiento ζ disponible en un forjado depende de un gran número de parámetros tales como las características de la construcción, el espesor y el peso de la losa, la presencia de elementos como la protección contra incendios, instalaciones, falsos techos, revestimientos del suelo, mobiliario, tabiques, etc. Por este motivo, la cuantificación del amortiguamiento disponible resulta extremadamente dificultoso.
- 2 A falta de un análisis más detallado, el porcentaje de amortiguamiento disponible en un forjado podrá estimarse de acuerdo con los siguientes criterios:
 - Forjado solo (estructura) $\zeta=3\%$
 - Forjado acabado (con instalaciones, falso, techo, revestimiento, mobiliario) $\zeta=6\%$
 - Forjado acabado con tabiques $\zeta=12\%$

7.2.2.5 Verificación

- 1 La verificación, desde el punto de vista de la percepción humana, del comportamiento frente a las vibraciones transitorias de los forjados en edificios de viviendas, oficinas, escolares o comerciales

se realizará mediante la figura 7.1. La frecuencia propia del primer modo de vibración del forjado se determinará de acuerdo con el apartado 7.2.2.2. La aceleración máxima de las vibraciones se estimará de acuerdo con los apartados 7.2.2.3 y se representará como porcentaje de la aceleración $g=9,81 \text{ m/s}^2$.

- El forjado analizado se puede representar en el diagrama de la figura 7.1 mediante un punto, definido por la frecuencia propia de su primer modo de vibración, así como la aceleración máxima inicial de la vibración, normalizada con g . En caso de que este punto esté por debajo del límite de aceptación apropiado, que depende del porcentaje de amortiguamiento disponible, el forjado se podrá considerar apto para el servicio desde el punto de vista de las vibraciones transitorias.
- A efectos de la verificación, se pueden distinguir entre los siguientes dos casos:
 - Determinación, mediante interpolación del porcentaje de amortiguamiento requerido para que la aceleración máxima de la vibración no sobrepase el límite de aceptación.
 - En caso de que se conozca el porcentaje de amortiguamiento disponible, determinación de la aceleración máxima admisible sin superar el límite de aceptación. Este deberá ser superior a la aceleración máxima de la vibración del forjado

7.3 Deslizamiento de uniones

- La aparición de deslizamiento entre las piezas que integran una unión atornillada es un estado límite de servicio que no debe alcanzarse en estructuras acogidas a este DB. A tal fin se asegurará que el esfuerzo tangencial no supere la capacidad resistente a deslizamiento establecida en el apartado 7.3.2.
- Las condiciones resistentes que deben cumplir dichas uniones frente a estados límites últimos se establecen en el apartado 8.2.1, con los valores de la resistencia de cálculo a cortante.

7.3.1 Pretensado

- El apriete controlado de los tornillos, proporcionará al tornillo una fuerza de pretensado de cálculo $F_{p,Cd}$ que se tomará como:

$$F_{p,Cd} = 0,7 f_{yb} A_s \quad (7.6)$$

siendo

$$f_{yb} = f_{ub} / \gamma_{M3} \quad \text{la resistencia de cálculo del acero del tornillo, con } \gamma_{M3} = 1,1;$$

A_s el área resistente del tornillo, definida como la correspondiente al diámetro medio entre el interior y el de los flancos de la rosca según norma DIN 13. En la tabla 7.3 se dan algunos valores.

Tabla 7.3 Área resistente del tornillo

Diámetro (mm)	16	20	22	24	27	30
Área resistente (mm ²)	157	245	303	353	459	561

7.3.2 Resistencia de cálculo a deslizamiento

- La resistencia de cálculo a deslizamiento de un tornillo pretensado, se tomará como:

$$F_{s,Rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,Cd} \quad (7.7)$$

siendo

$$\gamma_{M3} = 1,1 \quad (\text{en uniones híbridas constituidas por tornillos de alta resistencia y soldadura trabajando conjuntamente se adoptará el valor 1,25});$$

$F_{p,Cd}$ fuerza de pretensado del tornillo (véase apartado 7.3.1);

n número de superficies de rozamiento;

8 Uniones

8.1 Bases de cálculo

- Las uniones se proyectarán de forma coherente con el conjunto de la estructura, lo que supone un comportamiento acorde a las hipótesis supuestas en el análisis global.

8.2 Criterios de comprobación

- Las uniones se comprobarán a resistencia. Además se comprobará la capacidad de rotación de las uniones en las que se prevea la formación de rótulas plásticas en el análisis global.
- En toda unión debe verificarse que los valores de cálculo de los efectos de las acciones, E_d para cualquiera de las situaciones de cálculo (o combinaciones de acciones relevantes), no superan la correspondiente resistencia de cálculo, R_d , obtenida según el apartado 8.4, esto es:

$$E_d \leq R_d \quad (8.1)$$

debiéndose dimensionar con capacidad para resistir los mínimos siguientes:

- en el caso de nudos rígidos y empalmes la mitad de la resistencia última de cada una de las piezas a unir;
 - en el caso de uniones articuladas la tercera parte del axil o el cortante último (según el caso) de la pieza a unir.
- El reparto de los esfuerzos sobre la unión entre los elementos que la componen puede realizarse mediante métodos elásticos o plásticos. En cualquier caso:
 - los esfuerzos sobre los elementos de la unión equilibrarán los aplicados a la propia unión;
 - la distribución de esfuerzos será coherente con la de rigideces;
 - si se utilizan criterios de distribución en régimen plástico, se supondrán mecanismos de fallo razonables, por ejemplo los basados en la rotación como sólido rígido de una de las partes de la unión;
 - si se utilizan criterios de distribución en régimen plástico, se comprobará la capacidad de deformación de los elementos.
 - Debe tenerse en cuenta la excentricidad existente en una unión. En el caso de uniones de angulares atornilladas con al menos dos tornillos en una de las alas se podrán considerar las líneas de gramil de los tornillos como ejes de gravedad, considerando sólo la parte de sección de los angulares cuyo eje de gravedad coincide con ellos.
 - Se deben considerar las tracciones adicionales debidas al "efecto palanca" (véase figura 8.1.a) si la naturaleza de la unión hace que éstas aparezcan. En la evaluación de las tracciones debidas al efecto palanca, Q , se considerarán las rigideces relativas de las chapas de la unión y la geometría de la misma. El efecto palanca puede evitarse aumentando la rigidez de los elementos (chapa frontal) de la unión (figura 8.1.b)). Se admite convencionalmente que no hay efecto palanca si la longitud de alargamiento del tornillo o perno L_b (igual a la distancia entre la mitades de la cabeza y la tuerca, -o en caso de anclajes a cimientos, el punto a 8 diámetros desde la superficie de inserción en la zapata-) supera el valor siguiente:

$$L_b \geq \frac{6,9 d^2 m^3}{l_{ef} t^3} \quad (8.2)$$

siendo (ver figura 8.1.b):

l_{ef} la longitud eficaz en flexión de ala de la T, correspondiente al tornillo considerado.

d diámetro del tornillo o perno

8.6 Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

8.6.1 Disposiciones constructivas y clasificación

- Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.
- Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (α) comprendido entre 60° y 120° . Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6). En el caso de uniones en T:
 - si $\alpha > 120^\circ \Rightarrow$ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos;
 - si $\alpha < 60^\circ \Rightarrow$ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

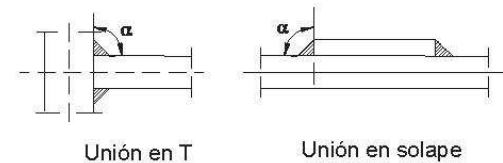
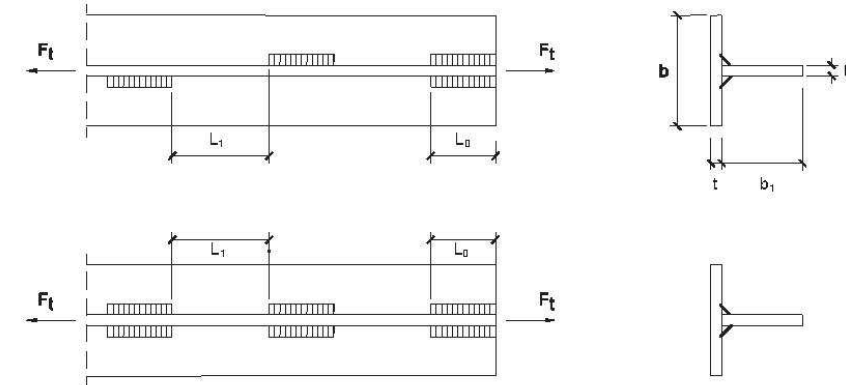


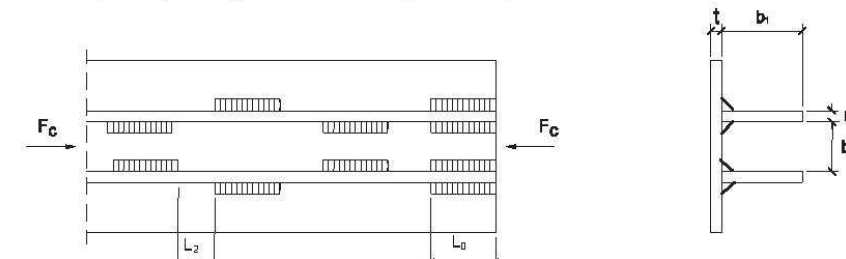
Figura 8.6 Soldadura en ángulo

Se observará lo siguiente:

- los cordones deben, si es posible, prolongarse rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y longitud dos veces dicho espesor. Esto debe indicarse en los planos;
 - la longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta;
 - los cordones de soldadura en ángulo pueden ser continuos o discontinuos (intermitentes). Estos últimos se utilizan sólo para unir entre sí elementos de secciones sencillas formando piezas de secciones de mayor complejidad, no deben utilizarse en ambientes corrosivos y siempre deben cumplir las limitaciones establecidas en la figura 8.7. Debe interpretarse en ésta que:
 - la ejecución de los cordones de longitud L_0 en los extremos de la pieza es un detalle obligatorio;
 - la limitación de valor $0,25b$, siendo b la separación entre rigidizadores, se utiliza exclusivamente en casos de unión de rigidizadores a chapas o a otros elementos solicitados a compresión o cortante;
 - no se utilizará un solo cordón de soldadura en ángulo para transmitir esfuerzos de tracción perpendiculares a su eje longitudinal.
- Soldadura a tope. Una soldadura a tope es de penetración total si la fusión entre el material base y el de aportación se produce en todo el espesor de la unión; se define como de penetración parcial, cuando la penetración sea inferior a dicho espesor. En ambos casos el tipo de unión podrá ser a tope o a tope en T (figura 8.8).
 - Se evitarán en lo posible las configuraciones que induzcan el desgarro laminar. Para ello:
 - se tratarán de evitar uniones en las que la dirección principal de las tensiones de tracción sea transversal a la dirección de laminación de las chapas que se unen (fuerzas en la dirección del espesor);
 - cuando no sea posible evitar este tipo de uniones, se tomarán medidas para minimizar la posibilidad de que se produzca desgarro laminar en las chapas (por ejemplo, en uniones con chapa frontal (8.8.4), los tornillos reducen el riesgo de dicho tipo de rotura).



a) Tracción $L_1 \leq 16t, 16t_1, 200\text{mm}$. $L_0 \geq 0,75b_1, 0,75b$



b) Compresión $L_1 \leq 12t, 12t_1, 0,25b, 200\text{mm}$. $L_0 \geq 0,75b_1, 0,75b$

Figura 8.7 Soldadura en ángulo discontinua

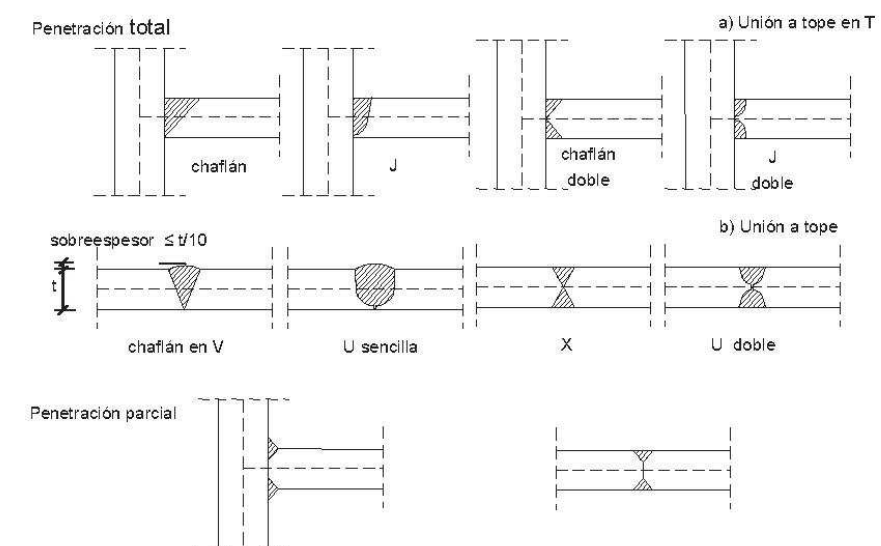


Figura 8.8 Soldadura a tope y formas de preparación

8.6.2 Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo.

- 1 La resistencia de un cordón de soldadura en ángulo es suficiente si la resultante de todas las fuerzas transmitidas por el cordón por unidad de longitud $F_{W,Ed}$, no supera el valor de su resistencia de cálculo $F_{W,Rd}$ con independencia de la orientación del cordón.
- 2 La comprobación de resistencia por unidad de longitud de un cordón en ángulo se realiza de acuerdo a la expresión:

$$F_{W,Ed} \leq F_{W,Rd} = a f_{w,d} \tag{8.21}$$

siendo

$$f_{w,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} \text{ tensión tangencial de cálculo resistida por la soldadura en cualquier dirección}$$

f_u tensión de rotura de la chapa de menor resistencia de la unión;

β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1, en función del tipo de acero.

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

Acero	f_u (N/mm ²)	β_w
S 235	360	0,80
S 275	430	0,85
S 355	510	0,90

- a) espesor de garganta del cordón en ángulo, que será la altura, medida perpendicularmente a la cara exterior, del triángulo que la tenga mayor, de entre los que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzando la fusión y la superficie exterior de la soldadura (figura 8.9.a y b). Se observarán las siguientes limitaciones:
- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm;
 - en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida;
 - en el caso en que se realice la soldadura de forma automática con arco sumergido se podrá considerar, sin necesidad de ensayos, un incremento del 20% del espesor de la garganta, hasta un máximo de 2 mm.

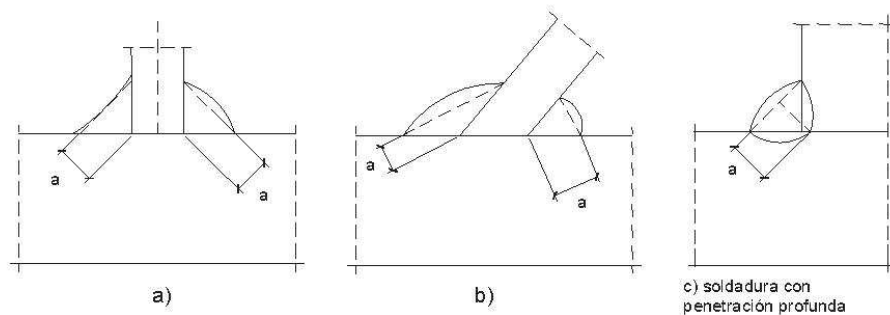


Figura 8.9 Soldadura en ángulo. Espesor de garganta

Como longitud del cordón se tomará la nominal. En uniones por solape de longitudes superiores a 150 a, la resistencia de cálculo se reducirá utilizando el coeficiente:

$$\beta_{LW} = 1,2 - 0,2 \frac{L}{150a} \leq 1,0 \tag{8.22}$$

donde

L longitud total del solape en la dirección del esfuerzo.

Esta reducción tiene en cuenta el efecto de la distribución no uniforme de tensiones a lo largo de un cordón de cierta longitud, pero no es de aplicación cuando la citada distribución de tensiones en el cordón se corresponde con la del material base, lo que ocurre, por ejemplo, en el caso de las soldaduras en uniones ala-ala de vigas armadas.

- 3 Como alternativa al punto anterior, se podrán descomponer los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud en sus componentes, suponiendo que sobre la sección de garganta hay una distribución uniforme de tensiones (figura 8.10). La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \tag{8.23}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

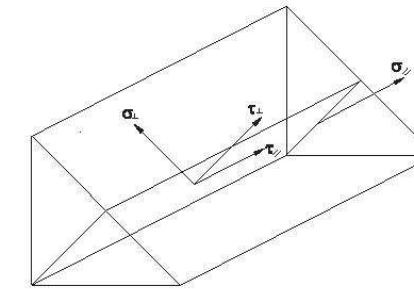


Figura 8.10 Tensiones en la sección de garganta

siendo

β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1;

f_u resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión;

σ_{\perp} tensión normal perpendicular al plano de la garganta;

σ_{\parallel} tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar;

τ_{\perp} tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón;

τ_{\parallel} tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralela al eje del cordón.

8.6.3 Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope.

- 1 Si la soldadura es de penetración total no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de cálculo será igual a la de la más débil de las piezas unidas.
- 2 No se empleará un solo cordón de soldadura a tope con penetración parcial para transmitir esfuerzos de tracción perpendiculares a su eje longitudinal.
- 3 En uniones a tope con penetración parcial la resistencia de cálculo se determinará como la de los cordones de soldadura en ángulo, teniendo en cuenta lo siguiente:
 - a) el espesor de garganta será la profundidad de la penetración que se pueda conseguir de forma estable, que se debe determinar mediante evidencia experimental previa;
 - b) para el caso de que se tenga preparación de bordes en U, V, J o recto, se tomará como espesor de garganta el canto nominal de la preparación menos 2,0 mm, a menos que se puedan justificar experimentalmente valores superiores.

- b) Si la unión no está rigidizada y se dimensiona siguiendo las reglas específicas enunciadas en este DB, puede suponerse que tiene una capacidad de giro plástico Φ_{cd} de valor:

$$\Phi_{cd} = 0,015 \text{ radianes} \quad (8.25)$$

- c) Si el alma del pilar está rigidizado en la zona de compresión pero no en la zona de tracción, siempre que la resistencia al momento flector no esté regida por la resistencia a cortante del alma del pilar, la capacidad de giro Φ_{cd} puede suponerse:

$$\Phi_{cd} = 0,025 \frac{h_c}{h_b} \quad (8.26)$$

siendo

h_c y h_b , respectivamente, el canto de la sección normal del pilar y la viga.

6 Uniones viga-pilar atornilladas.

Se puede suponer que una unión viga-pilar atornillada con chapa frontal tiene suficiente capacidad de rotación para un análisis plástico, si se satisfacen las dos condiciones siguientes:

- a) el valor de la resistencia al momento esta regido por alguno de los siguientes componentes de la unión:
- el ala del pilar a flexión;
 - la chapa frontal a flexión;
- b) el espesor t del ala del pilar o de la chapa frontal que rige la resistencia, cumple la condición siguiente:

$$t \leq 0,36d \sqrt{\frac{f_{ub}}{f_y}} \quad (8.27)$$

siendo

d diámetro nominal de los tornillos;

f_{ub} tensión de rotura de los tornillos;

f_y límite elástico del componente básico relevante de la unión.

- 7 Para otros casos la capacidad de giro se determinará usando modelos de cálculo apropiados, siempre que estén suficientemente contrastados.

8.8 Algunas uniones típicas

Se presentan a continuación métodos de comprobación ajustados a los criterios establecidos en los apartados anteriores, para algunas de las uniones usuales.

8.8.1 Basas de soportes

La comprobación de la unión de un elemento metálico a otro de hormigón, como son las basas de soportes, requiere verificar la existencia de resistencia suficiente frente a los esfuerzos transmitidos en la región de contacto, considerando, tanto la resistencia del hormigón de dicha región, como la de los elementos metálicos que materializan el contacto.

- 1 Los soportes distribuirán los esfuerzos de compresión, transmitidos por las zonas comprimidas del pilar, sobre una superficie suficiente de hormigón por medio de elementos de transición, como son las basas, para que no se supere la resistencia de cálculo de éste. La basa asentará directamente sobre el hormigón, o mejor aún, sobre un mortero de nivelación sin retracción interpuesto entre ambos materiales. En los casos en que pueda asegurarse la inexistencia de tracciones en el arranque se podrá disponer una placa en el extremo del soporte que sirva de apoyo directo de éste a la basa. En tal caso, en la región en que ambas placas se superpongan se podrá adoptar como espesor equivalente el valor:

$$t_{eq} = \sqrt{t_1^2 + t_2^2}, \quad (8.28)$$

siempre que la diferencia entre ambos espesores no supere un tercio del espesor mayor.

- Se dispondrán, si es necesario, pernos de anclaje para resistir las tracciones producidas en las zonas traccionadas del pilar, si existen, debidas a fuerzas de arrancamiento o a momentos.
- Para asegurar la resistencia de esfuerzos tangentes, como cortantes o momentos torsores, y en caso de no disponerse de elementos específicos para ello, tales como topes o conectadores de cortante, se debe justificar la capacidad resistente en la sección de contacto entre el soporte y el hormigón mediante:
 - el rozamiento entre la placa base y el hormigón;
 - la resistencia a cortante de los pernos de anclaje;
- La comprobación de resistencia de la superficie de hormigón frente a las tensiones de contacto, y la de las regiones circundantes en la masa de éste para los esfuerzos internos necesarios para equilibrar los de contacto se realizará de acuerdo a la instrucción aplicable a los elementos estructurales de hormigón armado.
- El área eficaz —y las correspondientes tensiones— de contacto queda definida por la superficie comprimida que se define a continuación, las secciones de acero correspondientes a los pernos de anclaje destinados a trabajar en tracción o cortadura, y a las de los elementos de cortante, si existen. La región de contacto en compresión, o área eficaz de apoyo de la basa, dependiente del espesor de ésta, estará formada por la región de basa limitada por segmentos de recta paralelos a las caras de los perfiles que forman la sección de arranque del soporte, a una distancia máxima c de dichas caras, distancia que se define a continuación. Se considera la región que permite establecer, junto con las tracciones en los pernos de anclaje, si existen, una configuración de esfuerzos en equilibrio con los del axil y momento de cálculo del soporte en el arranque. La tracción de los pernos no superará los valores de resistencia deducibles según el apartado 8.5, considerando los esfuerzos cortantes que deban resistir. Cada región comprimida puede interpretarse en sección como una T invertida en la que las chapas que forman el perfil rigidizan la placa que forma la basa (figura 8.12.a).

La distancia máxima c citada más arriba será:

$$c \leq t \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}} \quad (8.29)$$

y la resistencia en compresión del hormigón de cada rectángulo eficaz en que puede descomponerse la región de contacto comprimida será:

$$F_{c,Rd} = f_{jd} b_{ef} l_{ef} \quad (8.30)$$

siendo

t espesor de la basa,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero de la basa, con $\gamma_M=1,1$.

f_{jd} resistencia portante de la superficie de asiento, de valor definido en la instrucción de hormigón. Para el caso de apoyos sobre macizos, que aseguran un confinamiento al hormigón, dicha resistencia puede alcanzar el valor:

$$f_{jd} = \beta_j k_j f_{ck} \leq 3,3 f_{cd}, \quad (8.31)$$

β_j el coeficiente de la unión. Puede tomarse $\beta=2/3$ siempre que la resistencia característica del mortero de nivelación no sea inferior a 0,2 veces la resistencia característica del hormigón, y que su espesor no sea superior a 0,2 veces el ancho menor de la basa.

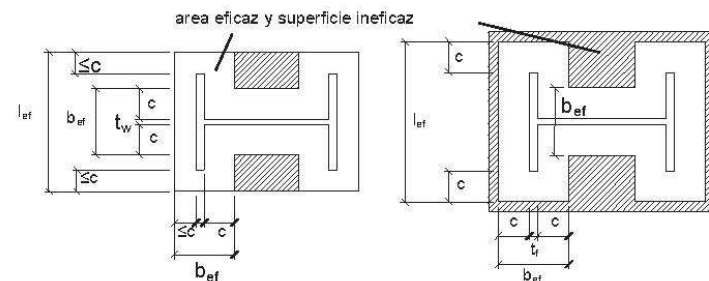
f_{cd} valor de cálculo de la resistencia a compresión del hormigón sobre probeta cilíndrica, de acuerdo a la instrucción aplicable al hormigón armado.

k_j factor de concentración, dependiente del área portante equivalente de hormigón, de valor

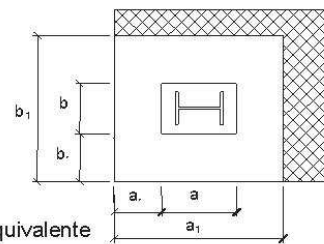
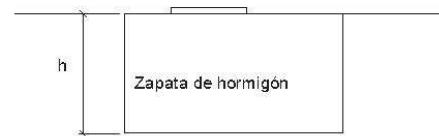
$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{ab}} \leq 5, \quad (8.32)$$

a, b dimensiones de la placa de asiento

a₁, b₁: dimensiones del área portante equivalente, (figura 8.12.b) cuyos valores serán los más pequeños de los obtenidos de la tabla 8.2.



a) Área eficaz de la basa en compresión



b) Área portante equivalente

Figura 8.12 Bases de soportes

Tabla 8.2 Dimensiones del área portante equivalente

a ₁	b ₁
a ₁ = a + 2 a _r	b ₁ = b + 2 b _r
a ₁ = 5 a	b ₁ = 5 b
a ₁ = a + h	b ₁ = b + h
a ₁ = 5 b ₁ pero a ₁ ≥ a	b ₁ = 5 a ₁ pero b ₁ ≥ b

l_{ef}, b_{ef}: longitud y anchura eficaces de cada región en comprimida de la basa, que se determinará siguiendo lo indicado en la figura 8.12

6 Resistencia a Cortante:

En el caso de existir elementos de cortante, la resistencia de cálculo corresponderá a la aportada por éstos. En caso de no existir, se considerarán:

8.8.8 Uniones viga-pilar soldadas

1 La comprobación de la resistencia a flexión consistirá en verificar, al igual que en las atornilladas:

$$M_{Ed} \leq M_{Rd} \quad (8.78)$$

$$V_{wp,Ed} \leq V_{wp,Rd}$$

2 La resistencia a cortante del nudo se determinará en la forma definida para las atornilladas en 8.8.6, e igualmente las resistencias de las zonas de tracción y compresión se reducirán en su caso por interacción con el cortante de nudo de cálculo en el alma del pilar.

3 El momento resistente de cálculo, M_{Rd}, dependerá de la resistencia de los componentes de las zonas solicitadas a tracción, compresión y cortante. Este momento resistente se calculará multiplicando la menor de las resistencias obtenidas para las zonas sometidas a tracción y compresión, por la distancia entre sus centros de resistencia.

4 Resistencia de la zona solicitada a tracción.

a) La resistencia a tracción de cálculo que como máximo puede admitir el ala del pilar sin rigidizar, para perfiles laminados, es:

$$F_{t,Rd} = \frac{f_{yb} t_{fb} b_{ef,fb}}{\gamma_{M0}} \quad (8.79)$$

expresión en las que el ancho eficaz del ala de la viga b_{ef,fb} es

$$b_{ef,fb} = t_{wc} + 2r_c + 7 \frac{f_{yc} t_{fc}^2}{f_{yb} t_{fb}} \quad (8.80)$$

$$\text{con: } b_{ef,fb} \leq t_{wc} + 2r_c + 7t_{fc}$$

siendo

los subíndices b y c añadidos al límite elástico o cualquier otro parámetro, hacen referencia a la viga y pilar respectivamente (véase figura 8.22).

Para perfiles soldados, son válidas las expresiones anteriores sin más que hacer r_c = √2 a_c, siendo a_c el espesor de garganta de la soldadura de unión ala-alma del perfil soldado que forma el pilar.

Si F_{t,Rd} es menor que el 70% de la resistencia completa del ala de la viga (f_{yb}t_{fb}b_{fb}/γ_{M0}), la unión debe rigidizarse.

La soldadura de unión entre el ala de pilar y la viga debe dimensionarse para asegurar la resistencia completa del ala de la viga.

b) La resistencia de cálculo a tracción transversal del alma del pilar sin rigidizar es:

$$F_{t,Rd} = \frac{f_{yc} t_{wc} b_{ef}}{\gamma_{M0}} \quad (8.81)$$

siendo

b_{ef} es el ancho eficaz, dado por:

$$\text{Perfiles laminados: } b_{ef} = t_{fb} + 2\sqrt{2} a_b + 5(t_{fc} + r_c)$$

$$\text{Perfiles soldados: igual que el anterior haciendo } r_c = \sqrt{2} a_c$$

El alma se puede reforzar mediante una chapa de alma o rigidizadores.

5 Resistencia de la zona solicitada a compresión. La resistencia de cálculo a aplastamiento es igual que la indicada en el caso de las atornilladas, apartado 8.8.6, teniendo en cuenta que los anchos eficaces b_{ef} son en este caso los indicados en el punto anterior para el alma del pilar sin rigidizar a tracción, o reforzada.

- 6 La rigidez inicial y secante rotacional de la unión se determinará como en el caso de las uniones atornilladas, apartado 8.8.6, considerando exclusivamente como componentes básicos de la unión las regiones del alma del pilar a cortante, tracción y compresión, de rigideces S_{wv} , S_{wt} y S_{wc} respectivamente.

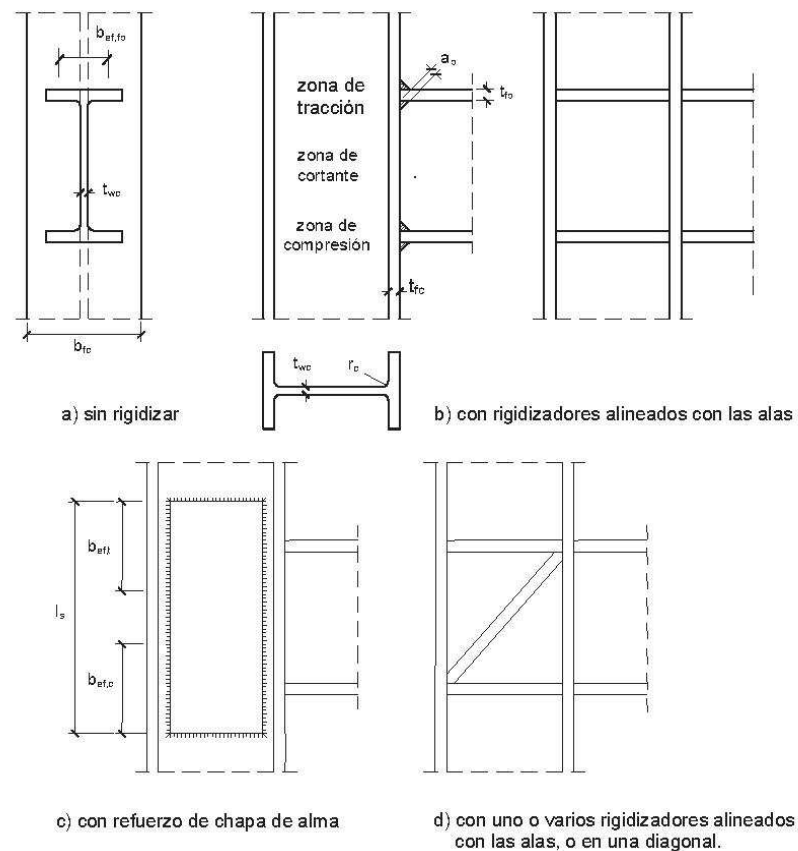


Figura 8.22 Uniones viga-pilar soldadas

8.9 Uniones de perfiles huecos en las vigas de celosía

8.9.1 Alcance y campo de aplicación

- Este apartado se refiere a los nudos de las estructuras de celosía planas, (vigas trianguladas) constituidas por perfiles huecos (rectangulares, circulares o cuadrados) o por perfiles huecos combinados con perfiles abiertos.
- Se supone la continuidad de los cordones y, por tanto, las uniones a las que se refiere este apartado son de las barras de alma (diagonales y montantes) a los cordones.
- Las resistencias de los nudos se expresan en función de las resistencias de cálculo ante esfuerzos axiales de las piezas del alma.
- Estas reglas son aplicables tanto a perfiles huecos laminados en caliente conforme a UNE-EN 10210:1994 como conformados en frío conforme a UNE-EN 10219:1998.
- El coeficiente parcial de seguridad γ_{Mj} para la resistencia de los nudos será $\gamma_{Mj} = 1,0$

9 Fatiga

9.1 Generalidades

- En el anejo C se incluye un método (método de las curvas S-N) para la comprobación a fatiga, basado en ensayos de fatiga sobre probetas a gran escala que incluyen los efectos geométricos y de imperfecciones estructurales debidas a la fabricación y montaje de la estructura (por ejemplo, las tensiones residuales de soldadura en los cordones realizados conforme a la buena práctica).
- El método es aplicable a todos los tipos de acero estructural, acero inoxidable y aceros con resistencia mejorada a la corrosión, a menos que se indique lo contrario en la clasificación correspondiente.
- No se consideran los edificios situados en ambientes agresivos como, por ejemplo, el marino. Tampoco se consideran los elementos sometidos a temperaturas superiores a los 150°C.
- No es necesaria la comprobación a fatiga en las estructuras de edificios salvo en:
 - los que soportan grúas, aparatos de elevación y/o transporte, caminos de rodadura, vigas carrileras, etc;
 - los que soportan máquinas que induzcan vibraciones (prensas, máquinas alternativas, etc.);
 - elementos esbeltos sometidos a vibraciones inducidas por el viento.

10 Ejecución

10.1 Materiales

- 1 Este capítulo se refiere a los elementos fabricados con los materiales relacionados en este DB y, en particular:
 - a) aceros en chapas y perfiles de calidad S 235 a S 450, ambos inclusive. Si el material va a sufrir durante la fabricación algún proceso capaz de modificar su estructura metalográfica (deformación con llama, tratamiento térmico específico, etc.) el pliego de condiciones debe definir los requisitos adicionales pertinentes;
 - b) características mecánicas de los tornillos, tuercas y arandelas correspondientes a los tipos 4,6 a 10,9;
 - c) el material de aportación para soldadura apropiado para los materiales a soldar y con las condiciones que establezca el procedimiento de soldeo. El valor máximo de carbono equivalente debe calcularse a partir del análisis de o mediante la declaración del fabricante si éste tiene un sistema de control de la producción certificado;
 - d) en aceros de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica la resistencia a la corrosión del material de aportación es equivalente a la del material base. Cuando se suelden este tipo de aceros, el valor del carbono equivalente no debe exceder de 0,54 %;
 - e) el metal de relleno o de la chapa dorsal es un acero con valor máximo de carbono equivalente no superior al 0,43% o ser del mismo material que el más soldable de los materiales de base a unir.
- 2 No deben cambiarse, sin autorización del director de obra, las calidades de material especificadas en el proyecto, aunque tal cambio implique aumento de características mecánicas.

10.1.1 Identificación de los materiales

- 1 Las características de los materiales suministrados deben estar documentadas de forma que puedan compararse con los requisitos establecidos en el pliego de condiciones. Además, los materiales deben poderse identificar en todas las etapas de fabricación, de forma única y por un sistema apropiado.
- 2 La identificación puede basarse en registros documentados para lotes de producto asignados a un proceso común de producción, pero cada componente debe tener una marca duradera, distinguible, que no le produzca daño y resulte visible tras el montaje.
- 3 En general y salvo que lo prohíba el pliego de condiciones, están permitidos los números estampados y las marcas punzonadas para el marcado, pero no las entalladuras cinceladas. En todo caso el pliego de condiciones debe indicar todas las zonas en que no se permita el uso de estampadoras, troqueles o punzones para realizar marcas.

10.1.2 Características especiales

- 1 El pliego de condiciones debe especificar:
 - a) toda restricción especial sobre discontinuidades o reparación de defectos de superficie;
 - b) todos los ensayos para identificar imperfecciones o defectos internos, laminaciones o fisuras en zonas a soldar de los materiales;
 - c) todo requisito para material con resistencia mejorada a la deformación en la dirección perpendicular a la superficie.

10.1.3 Manipulación y almacenamiento

- 1 El material debe almacenarse siguiendo las instrucciones de su fabricante y no usarse si ha superado la vida útil en almacén especificada. Si por la forma o el tiempo de almacenaje pudieran haber

10.3 Soldeo

10.3.1 Plan de soldeo

- 1 Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldeo, que como mínimo, incluirá todos los detalles de la unión, las dimensiones y el tipo de soldadura, la secuencia de soldeo, las especificaciones sobre el proceso y las medidas necesarias para evitar el desgarro laminar.

10.3.2 Cualificación

10.3.2.1 Cualificación del procedimiento de soldeo

- 1 Si en el pliego de condiciones se requiere la realización de ensayos del procedimiento de soldeo, se debe realizar antes del comienzo de la producción. Si no se utiliza un proceso de soldeo cualificado por ensayo durante más de tres años, se debe inspeccionar una probeta de una prueba de producción para que sea aceptado.
- 2 Se deben realizar ensayos para procesos totalmente automáticos, soldeo de chapas con imprimación en taller ó con penetración profunda. En el último caso señalado, así como si se emplea el soldeo con doble pasada por ambos lados sin toma de raíz, debe ensayarse una probeta cada seis meses.

10.3.2.2 Cualificación de soldadores

- 1 Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE-EN 287-1:1992, y si realizan tareas de coordinación del soldeo, tener experiencia previa en el tipo de operación que supervisa.
- 2 Cada tipo de soldadura requiere la cualificación específica del soldador que la realiza.

10.3.3 Preparación para el soldeo

- 1 Las superficies y bordes deben ser los apropiados para el proceso de soldeo que se utilice y estar exentos de fisuras, entalladuras, materiales que afecten al proceso o calidad de las soldaduras y humedad.
- 2 Los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados o soldaduras de punteo, pero no mediante soldaduras adicionales, y deben ser accesibles para el soldador. Se comprobará que las dimensiones finales están dentro de tolerancias, estableciéndose los márgenes adecuados para la distorsión o contracción.
- 3 Los dispositivos provisionales para el montaje, deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza. Las soldaduras que se utilicen deben ejecutarse siguiendo las especificaciones generales y, si se cortan al final del proceso, la superficie del metal base debe alisarse por amolado. Se eliminarán todas las soldaduras de punteo no incorporadas a las soldaduras finales.
- 4 Se debe considerar la utilización de precalentamiento cuando el tipo de material del acero y/o la velocidad de enfriamiento puedan producir un endurecimiento de la zona térmicamente afectada por el calor. Cuando se utilice, se extenderá 75 mm en cada componente del metal base.

10.3.4 Tipos de soldadura

- 1 A continuación se indican requisitos para la ejecución de los tipos de soldadura más habituales, debiendo figurar en el pliego de condiciones los correspondientes a cualquier otro tipo de soldadura y siempre tener nivel de calidad análogo al de este DB.

10.3.4.1 Soldaduras por puntos

- 1 Una soldadura de punteo debe tener una longitud mínima de cuatro veces el espesor de la parte más gruesa de la unión y que 50 mm.

- El proceso de soldeo debe incluir las condiciones de deposición de soldaduras de punteo, cuando éste sea mecánico ó totalmente automatizado. Estas soldaduras deben estar exentas de defectos de deposición y, si están fisuradas, deben rectificarse y limpiarse a fondo antes del soldeo final.

10.3.4.2 Soldadura en ángulo

- Debe existir un contacto lo más estrecho posible entre las partes a que se van a unir mediante una soldadura en ángulo.
- La soldadura depositada no será menor que las dimensiones especificadas para el espesor de garganta y/o la longitud del lado del cordón.

10.3.4.3 Soldadura a tope

- Debe garantizarse que las soldaduras son sanas, con el espesor total de garganta y con final adecuado en los extremos. Se debe especificar en el pliego de condiciones si se deben utilizar chapas de derrame para garantizar las dimensiones del cordón.
- Se pueden realizar soldaduras con penetración completa soldadas por un sólo lado utilizando o no chapa dorsal. La utilización de esta última debe estar autorizada en el pliego de condiciones y ha de ser estrechamente fijada al metal base.
- La toma de raíz en el dorso del cordón tendrá forma de "V" simple, podrá realizarse por arco-aire, o por medios mecánicos, hasta una profundidad que permita garantizar la penetración completa en el metal de la soldadura previamente depositado.

10.3.4.4 Soldadura en tapón y ojal

- Las dimensiones de los agujeros para estas soldaduras deben especificarse en el pliego de condiciones y ser suficientes para que se tenga un acceso adecuado al soldeo. Si se requiere que se rellenen con metal de soldadura, se comprobará previamente que es satisfactoria la soldadura en ángulo.

10.4 Uniones atornilladas

10.4.1 Utilización de tornillos

- El diámetro nominal mínimo de los tornillos debe ser 12 mm, salvo que se especifique otra cosa en el proyecto.
- La rosca puede estar incluida en el plano de corte excepto en el caso de que se utilice el tornillo como calibrado.
- La espiga del tornillo debe salir de la rosca de la tuerca después del apriete y entre la superficie de apoyo de la tuerca y la parte no roscada de la espiga, además de la salida de rosca, debe haber:
 - cuatro filetes de rosca completos para tornillos pretensados;
 - un filete de rosca completo para tornillos sin pretensar.
- No deben soldarse los tornillos, salvo que lo indique el pliego de condiciones.
- Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.

10.4.2 Utilización de tuercas

- Debe comprobarse antes de la colocación, que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.
- Para asegurar las tuercas no serán precisas medidas adicionales al apriete normal, ni se deben soldar, salvo que así lo indique el pliego de condiciones.

Las características de este tipo de tornillos se definirán en el pliego de condiciones.

10.6 Tratamientos de protección

- Los requisitos para los tratamientos de protección deben incluirse en el pliego de condiciones.

10.6.1 Preparación de las superficies

- Las superficies se prepararán adecuadamente. Pueden tomarse como referencia las normas UNE-EN-ISO 8504-1:2002 e UNE-EN-ISO 8504-2:2002 para limpieza por chorro abrasivo, y UNE-EN-ISO 8504-3:2002 para limpieza por herramientas mecánicas y manuales.
- Se realizarán ensayos de procedimiento de los procesos por chorreado a lo largo de la producción, con objeto de asegurar su adecuación para el proceso de recubrimiento posterior.
- Se repararán, de acuerdo con esta norma, todos los defectos de superficie detectados en el proceso de preparación.
- Las superficies que esté previsto que vayan a estar en contacto con el hormigón, no deben en general pintarse, sino simplemente limpiarse.
- El sistema de tratamiento en zonas que lindan una superficie que estará en contacto con el hormigón, debe extenderse al menos 30 mm de dicha zona.
- Se debe extremar el cuidado y acuerdo con lo especificado en el pliego de condiciones en el caso de superficies de rozamiento, siguiendo lo indicado en el punto de ejecución y montaje en taller. En cualquier caso estas superficies deben protegerse tras su preparación hasta su armado con cubiertas impermeables.
- No se utilizarán materiales que perjudiquen la calidad de una soldadura a menos de 150 mm de la zona a soldar y tras realizar la soldadura, no se debe pintar sin antes haber eliminado las escorias.

10.6.2 Métodos de recubrimiento

- Galvanización:
 - se realizará de acuerdo con UNE-EN-ISO 1460:1996 o UNE-EN-ISO 1461:1999, según proceda;
 - en su caso, las soldaduras deben estar selladas antes de usar un decapado previo a la galvanización;
 - si hay espacios cerrados en el elemento fabricado se dispondrán agujeros de venteo o purga donde indique el pliego de condiciones;
 - las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva con diluyente ácido o chorreado barredor antes de ser pintadas.
- Pintura:
 - inmediatamente antes de comenzar a pintar se comprobará que las superficies cumplen los requisitos del fabricante;
 - se pintará siguiendo las instrucciones del fabricante y si se da más de una capa, se usará en cada una de ellas una sombra de color diferente;
 - se protegerá las superficies pintadas de la acumulación de agua durante cierto período, de acuerdo con los datos del fabricante de pintura.

10.6.3 Tratamiento de los elementos de fijación.

- Para el tratamiento de estos elementos se debe considerar su material y el de los elementos a unir junto con el tratamiento que éstos lleven previamente, el método de apretado, la clasificación contra la corrosión y cualquier otra circunstancia indicada en el pliego de condiciones.

10.7 Ejecución de soldeo y montaje en taller (tratamiento de protección)

- Los componentes deben estar ensamblados de forma que no resulten dañados o deformados más allá de las tolerancias especificadas.
- Todas las uniones para piezas provisionales a utilizar en fase de fabricación deben estar hechas de acuerdo con este DB y serán coherentes con el proyecto.
- Todos los requisitos relativos a contraflechas o ajustes previos que se indique en el pliego de condiciones para ser incorporados en componentes prefabricados, debe comprobarse después de completar la fabricación.
- Después de completar la fabricación, la fijación entre componentes que están interconectados en interfaces de conexión múltiples deben comprobarse utilizando plantillas dimensionales o mediante fijación conjunta de los componentes.
- Debe evitarse:
 - la proyección de chispas erráticas del arco y, si se produce, debe sanearse la superficie del acero e inspeccionarse;
 - la proyección de soldadura y, si se produce, debe ser eliminada.
- Los defectos no deben cubrirse con soldaduras posteriores y deben eliminarse de cada pasada antes de la siguiente. Lo mismo debe hacerse con cualquier escoria.
- Las reparaciones de soldadura deben realizarse siguiendo una especificación de procedimiento de soldeo.
- El rectificado con muela abrasiva de la superficie de las soldaduras completas debe estar especificado en el pliego de condiciones.
- El pliego de condiciones debe contemplar los procedimientos para el tratamiento térmico de componentes soldados.
- Se debe controlar la temperatura máxima del acero y el proceso de enfriamiento, cuando se realicen correcciones de distorsiones de soldeo mediante aplicación local de calor.
- Durante la fabricación y el montaje deben adoptarse todas las precauciones para garantizar que se alcanza la clase especificada de superficie de rozamiento para uniones resistentes al deslizamiento.
- En el momento del montaje en taller, las superficies de contacto deben estar libres de cualquier producto contaminante, tales como aceite, suciedad o pintura. Deben eliminarse las rebabas que imposibilitarían un asentamiento sólido de las partes a unir. El aceite debe eliminarse de la superficie del acero mediante el uso de limpiadores químicos y no mediante limpieza por soplete.
- Si las superficies sin recubrir no se pueden armar directamente después de la preparación de las superficies de contacto, se las debe librar de todas las películas delgadas de óxido y cualquier otro material suelto, mediante cepillado con cepillo metálico. Se pondrá cuidado de no dañar ni pulir la superficie rugosa.
- Las zonas cerradas o con difícil acceso después del armado, deben ser tratadas previamente, debiéndose especificar en el pliego de condiciones si se va a utilizar un tratamiento de protección interno o si se va a sellar por soldeo, en cuyo caso también se especificará el sellado de las zonas cerradas que se atraviesen con elementos de fijación mecánicos.
- No se realizará ningún tratamiento superficial sobre los elementos de fijación antes de que se hayan inspeccionado.

10.8 Control de fabricación en taller

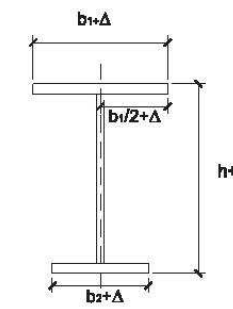
- Todas estas operaciones deben estar documentadas y si se detecta una disconformidad, si es posible, se corregirá y se volverá a ensayar y, si no es posible, se podrá compensar realizando las oportunas modificaciones de acuerdo con el pliego de condiciones.

11 Tolerancias

11.1 Tolerancias de fabricación

- En este capítulo se definen tipos de desviaciones geométricas correspondientes a estructuras de edificación, y los valores máximos admisibles para tales desviaciones, debiéndose identificar en el pliego de condiciones los requisitos de tolerancia admitidos en el caso de ser diferentes a los aquí establecidos.
- En general, al incorporar un elemento a un componente prefabricado, se le aplicarán las desviaciones correspondientes al producto completo.

Perfiles en doble T soldados



Altura del perfil:

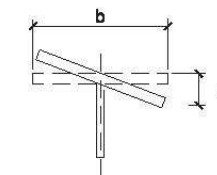
- para $h \leq 900$ mm $\Delta = \pm 3$ mm
- para $900 \text{ mm} < h \leq 1800$ mm $\Delta = \pm 5$ mm
- para $h > 1800$ mm $\Delta = +8$ mm -5 mm

Anchura b_1 o b_2 :

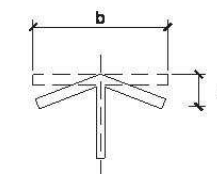
- para $b_1 < 300$ mm $\Delta = \pm 3$ mm
- para $b_1 \leq 300$ mm $\Delta = \pm 5$ mm

Posición del alma:

$\Delta = \pm 5$ mm



Falta de perpendicularidad: $|\Delta| =$ el mayor de: $\frac{b}{100}$ y 5 mm

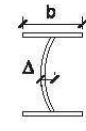
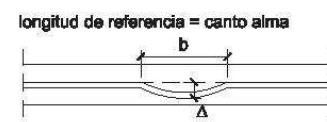


Falta de planeidad: $|\Delta| =$ el mayor de: $\frac{b}{100}$ y 3 mm

Nota: si la viga (de alma llena) va a utilizarse como una viga carril, el ala o cabeza superior debe de tener una desviación menor que ± 1 mm sobre una anchura igual al ancho del carril +20 mm

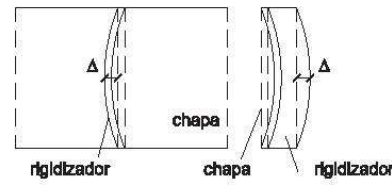
Almas y rigidizadores

Las desviaciones admitidas para la distorsión del alma, son aplicables también para la distorsión del ala.



Distorsión Δ en la altura del alma o en la longitud de referencia:

$$|\Delta| = \text{el mayor de: } \frac{d}{150} \text{ y } 3 \text{ mm}$$

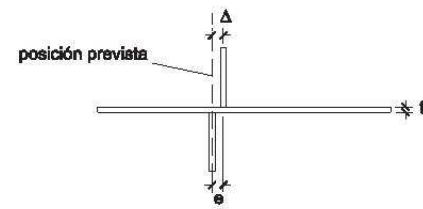


Desviación Δ de la rectitud en el plano del alma:

$$|\Delta| = \text{el mayor de: } \frac{d}{250} \text{ y } 3 \text{ mm}$$

Desviación Δ de rectitud normal (perpendicular) al plano del alma:

$$|\Delta| = \text{el mayor de: } \frac{d}{500} \text{ y } 3 \text{ mm}$$



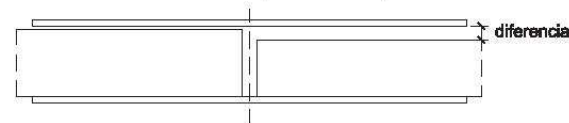
Desviación Δ de la posición prevista: $|\Delta| = \pm 3 \text{ mm}$

Excentricidad e entre un par de rigidizadores: $e = t/2$

Agujeros y entalladuras, bordes y espesor de chapa en uniones atornilladas.

La desviación de un eje central de un agujero individual de su posición prevista dentro de un grupo de agujeros no será mayor de 2 mm. Se podrá rectificar un agujero 0,5 mm como máximo para ser alineado.

La diferencia de espesor entre chapas que forman una sola capa, no debe ser superior a 2 mm en general o 1 mm si se usan tornillos pretensados (véase figura), pudiéndose incorporar para su cumplimiento chapas de forro de acero de espesor no superior de 2 mm.



Tamaño de los agujeros en mm

11.2 Tolerancias de ejecución

Descripción	Símbolo	tolerancia	Figura	Observaciones
Dimensiones totales del conjunto del edificio	Δl	$\pm 20 \text{ mm}$ para $l \leq 30 \text{ m}$ $\pm (20 + 0,25 (l-30)) \text{ mm}$ para $30 \text{ m} < l < 210 \text{ m}$	11.1 11.2	Para la altura del edificio, reemplazar l por h
Nivel superior del plano del piso	Δh_1	$\pm 5 \text{ mm}$	11.2	En el caso de elementos de forjado en que no exista margen para la nivelación de las desviaciones con relación a la altura nominal, puede ser adecuado especificar $\Delta h_1 = +0 \text{ mm} / -10 \text{ mm}$
Desviación en inclinación de los pilares: a) entre forjados (distancia h_c) b) máxima desviación de la directriz	V_n V_l	$0,0035 h_1$ $0,0035 (\sum h_i) / 3/(n+2)$	11.3	La tolerancia máxima en el piso "n" depende de la altura h_1 y del número n de pisos
Flecha del pilar entre forjados consecutivos (altura h_c)	f_0	$0,015 h_1$	11.3	
Flecha lateral de una viga (luz l_b)	f	$0,0015 l_b$ $\leq 40 \text{ mm}$	11.4	En el caso de vigas que soporten losas prefabricadas de hormigón, la altura mínima de apoyo debe respetarse (véase también Δl_b)
Excentricidad no intencionada del apoyo de una viga	e_0	5 mm	11.5	
Distancia entre pilares adyacentes de cualquier sección	Δl_s	$\pm 15 \text{ mm}$	11.1	
Distancia entre vigas adyacentes de cualquier sección	Δl_t	$\pm 20 \text{ mm}$	11.2	
Vigas y pilares soldados: - flecha local del alma entre las alas superior e inferior - inclinación del alma entre las alas - excentricidad del alma con relación al centro de una de las alas	f_w V_w V_{we}	$h_w / 150$ $h_w / 75$ $b / 40$	11.6	h_w = altura del alma b = ancho del ala El valor f_w se refiere a la deformación total del alma Las deformaciones locales no deben sobrepasar $f_w = 6 \text{ mm}$ en 1000 mm de longitud
Partes unidas a una viga o un pilar	e_1	5 mm en cualquier dirección	11.7	Ejemplo: cubrejuntas, placas de base
Base de un pilar con relación al eje vertical que pasa por la cabeza del pilar inferior	e_2	5 mm en cualquier dirección	11.8	En geometrías intencionalmente inclinadas, eje según dirección de proyecto.
Cubrejuntas adyacentes de una viga	e_1	5 mm en cualquier dirección	-	
Nivel de las superficies de apoyo de las vigas	Δh_c	$+ 0 \text{ mm}$ $- 10 \text{ mm}$	11.9	
Posición de las superficies de apoyo a los pilares	e_3	$\pm 5 \text{ mm}$	11.9	
Falta de planeidad de placas en el caso de superficies de contacto.	-	1 mm sobre una longitud de 300 mm	-	
Flecha de pilares o de vigas	f	$0,001 h_1$, o $0,001 l_b$	11.3 11.4	

12 Control de calidad

12.1 Generalidades

- 1 El contenido de este apartado se refiere al control y ejecución de obra para su aceptación, con independencia del realizado por el constructor.
- 2 Cada una de las actividades de control de calidad que, con carácter de mínimos se especifican en este DB, así como los resultados que de ella se deriven, han de quedar registradas documentalmente en la documentación final de obra.

12.2 Control de calidad de la documentación del proyecto

- 1 Tiene por objeto comprobar que la documentación incluida en el proyecto define en forma precisa tanto la solución estructural adoptada como su justificación y los requisitos necesarios para la construcción.

12.3 Control de calidad de los materiales

- 1 En el caso de materiales cubiertos por un certificado expedido por el fabricante el control podrá limitarse al establecimiento de la traza que permita relacionar de forma inequívoca cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.
- 2 Cuando en la documentación del proyecto se especifiquen características no avaladas por el certificado de origen del material (por ejemplo, el valor máximo del límite elástico en el caso de cálculo en capacidad), se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos realizados por un laboratorio independiente.
- 3 Cuando se empleen materiales que por su carácter singular no queden cubiertos por una normativa nacional específica a la que referir la certificación (arandelas deformables, tornillos sin cabeza, conectadores, etc.) se podrán utilizar normativas o recomendaciones de prestigio reconocido.

12.4 Control de calidad de la fabricación

- 1 La calidad de cada proceso de fabricación se define en la documentación de taller y su control tiene por objetivo comprobar su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto (por ejemplo, que las tolerancias geométricas de cada dimensión respetan las generales, que la preparación de cada superficie será adecuada al posterior tratamiento o al rozamiento supuesto, etc.)
- 2 El control de calidad de la fabricación tiene por objetivo asegurar que ésta se ajusta a la especificada en la documentación de taller.

12.4.1 Control de calidad de la documentación de taller

- 1 La documentación de fabricación, elaborada por el taller, deberá ser revisada y aprobada por la dirección facultativa de la obra. Se comprobará que la documentación consta, al menos, los siguientes documentos:
 - a) Una memoria de fabricación que incluya:
 - i) el cálculo de las tolerancias de fabricación de cada componente, así como su coherencia con el sistema general de tolerancias, los procedimientos de corte, de doblado, el movimiento de las piezas, etc.
 - ii) los procedimientos de soldadura que deban emplearse, preparación de bordes, precalentamientos requeridos etc.

12 Control de calidad

12.1 Generalidades

- 1 El contenido de este apartado se refiere al control y ejecución de obra para su aceptación, con independencia del realizado por el constructor.
- 2 Cada una de las actividades de control de calidad que, con carácter de mínimos se especifican en este DB, así como los resultados que de ella se deriven, han de quedar registradas documentalmente en la documentación final de obra.

12.2 Control de calidad de la documentación del proyecto

- 1 Tiene por objeto comprobar que la documentación incluida en el proyecto define en forma precisa tanto la solución estructural adoptada como su justificación y los requisitos necesarios para la construcción.

12.3 Control de calidad de los materiales

- 1 En el caso de materiales cubiertos por un certificado expedido por el fabricante el control podrá limitarse al establecimiento de la traza que permita relacionar de forma inequívoca cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.
- 2 Cuando en la documentación del proyecto se especifiquen características no avaladas por el certificado de origen del material (por ejemplo, el valor máximo del límite elástico en el caso de cálculo en capacidad), se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos realizados por un laboratorio independiente.
- 3 Cuando se empleen materiales que por su carácter singular no queden cubiertos por una normativa nacional específica a la que referir la certificación (arandelas deformables, tornillos sin cabeza, conectadores, etc.) se podrán utilizar normativas o recomendaciones de prestigio reconocido.

12.4 Control de calidad de la fabricación

- 1 La calidad de cada proceso de fabricación se define en la documentación de taller y su control tiene por objetivo comprobar su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto (por ejemplo, que las tolerancias geométricas de cada dimensión respetan las generales, que la preparación de cada superficie será adecuada al posterior tratamiento o al rozamiento supuesto, etc.)
- 2 El control de calidad de la fabricación tiene por objetivo asegurar que ésta se ajusta a la especificada en la documentación de taller.

12.4.1 Control de calidad de la documentación de taller

- 1 La documentación de fabricación, elaborada por el taller, deberá ser revisada y aprobada por la dirección facultativa de la obra. Se comprobará que la documentación consta, al menos, los siguientes documentos:
 - a) Una memoria de fabricación que incluya:
 - i) el cálculo de las tolerancias de fabricación de cada componente, así como su coherencia con el sistema general de tolerancias, los procedimientos de corte, de doblado, el movimiento de las piezas, etc.
 - ii) los procedimientos de soldadura que deban emplearse, preparación de bordes, precalentamientos requeridos etc.

- ii) las comprobaciones de seguridad durante el montaje.
 - a) Unos planos de montaje que indiquen de forma esquemática la posición y movimientos de las piezas durante el montaje, los medios de izado, los apuntalados provisionales y en, general, toda la información necesaria para el correcto manejo de las piezas.
 - b) Un plan de puntos de inspección que indique los procedimientos de control interno de producción desarrollados por el montador, especificando los elementos a los que se aplica cada inspección, el tipo (visual, mediante ensayos no destructivos, etc.) y nivel, los medios de inspección, las decisiones derivadas de cada uno de los resultados posibles, etc.
- 2 Asimismo, se comprobará que las tolerancias de posicionamiento de cada componente son coherentes con el sistema general de tolerancias (en especial en lo que al replanteo de placas base se refiere),

12.5.2 Control de calidad del montaje

- 1 Establecerá los mecanismos necesarios para comprobar que los medios empleados en cada proceso son los adecuados a la calidad prescrita.
- 2 En concreto, se comprobará que cada operación se efectúa en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, que se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento, etc.

13 Inspección y mantenimiento

13.1 Inspección

- 1 Las estructuras convencionales de edificación, situadas en ambientes normales y realizadas conforme a las prescripciones de este DB y a las del DB SI (Seguridad en caso de incendio) no requieren un nivel de inspección superior al que se deriva de las inspecciones técnicas rutinarias de los edificios. Es recomendable que estas inspecciones se realicen al menos cada 10 años, salvo en el caso de la primera, que podrá desarrollarse en un plazo superior.

En este tipo de inspecciones se prestará especial atención a la identificación de los síntomas de daños estructurales, que normalmente serán de tipo dúctil y se manifiestan en forma de daños de los elementos inspeccionados (deformaciones excesivas causantes de fisuras en cerramientos, por ejemplo). También se identificarán las causas de daños potenciales (humedades por filtración o condensación, actuaciones inadecuadas de uso, etc.)

Es conveniente que en la inspección del edificio se realice una específica de la estructura, destinada a la identificación de daños de carácter frágil como los que afectan a secciones o uniones (corrosión localizada, deslizamiento no previsto de uniones atornilladas, etc.) daños que no pueden identificarse a través de sus efectos en otros elementos no estructurales. Es recomendable que este tipo de inspecciones se realicen al menos cada 20 años.

- 2 Las estructuras convencionales de edificación industrial (naves, cubiertas, etc.) resultan normalmente accesibles para la inspección. Si la estructura permanece en un ambiente interior y no agresivo, no requiere inspecciones con periodicidad superior a la citada en el apartado anterior.
- 3 No se contempla en este apartado la inspección específica de las estructuras sometidas a acciones que induzcan fatiga. En este caso se redactará un plan de inspección independiente del general incluso en el caso de adoptar el planteamiento de vida segura en la comprobación a fatiga. Si en la comprobación a fatiga se ha adoptado el criterio de tolerancia al daño, el plan de inspección se adecuará en cada momento a los datos de carga disponibles, sin que en ningún caso ello justifique reducción alguna del nivel de inspección previsto.
- 4 Tampoco se contempla en este apartado la inspección específica de aquellos materiales cuyas propiedades se modifiquen en el tiempo. Es el caso de los aceros con resistencia mejorada a la corrosión, en los que se justifica la inspección periódica de la capa protectora de óxido, especialmente mientras ésta se forma.

13.2 Mantenimiento

- 1 El mantenimiento de la estructura metálica se hará extensivo a los elementos de protección, especialmente a los de protección ante incendio.
- 2 Las actividades de mantenimiento se ajustarán a los plazos de garantía declarados por los fabricantes (de pinturas, por ejemplo).
- 3 No se contemplan en este apartado las operaciones de mantenimiento específicas de los edificios sometidos a acciones que induzcan fatiga. En este caso se redactará un plan de mantenimiento independiente del general incluso en el caso de adoptar el planteamiento de vida segura en la comprobación a fatiga.
- 4 Si en la comprobación a fatiga se ha adoptado el criterio de tolerancia al daño, el plan de mantenimiento debe especificar el procedimiento para evitar la propagación de las fisuras, así como el tipo de maquinaria a emplear, el acabado, etc.

6.4 SEGURIDAD ESTRUCTURAL. FABRICA (DB SE-F)

Documento Básico SE-F Fábrica

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

- 1 El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad estructural de muros resistentes en la edificación realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de ladrillo, bloques de hormigón y de cerámica aligerada, y fábricas de piedra, incluyendo el caso de que contengan armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos de hormigón armado.
- 2 Quedan excluidos de este DB los muros de carga que carecen de elementos destinados a asegurar la continuidad con los forjados (encadenados), tanto los que confían la estabilidad al rozamiento de los extremos de las viguetas, como los que confían la estabilidad exclusivamente a su grueso o a su vinculación a otros muros perpendiculares sin colaboración de los forjados. También quedan excluidas aquellas fábricas construidas con piezas colocadas "en seco" (sin mortero en las juntas horizontales) y las de piedra cuyas piezas no son regulares (mampuestos) o no se asientan sobre tendeles horizontales, y aquellas en las que su grueso se consigue a partir de rellenos amorfos entre dos hojas de sillares
- 3 La satisfacción de otros requisitos (aislamiento térmico, acústico, o resistencia al fuego,) quedan fuera del alcance de este DB. Los aspectos relativos a la fabricación, montaje, control de calidad, conservación y mantenimiento se tratan en la medida necesaria para indicar las exigencias que se deben cumplir en concordancia con las bases de cálculo.

1.2 Consideraciones previas

- 1 Este DB establece condiciones tanto para elementos de fábrica sustentante, la que forma parte de la estructura general del edificio, como para elementos de fábrica sustentada, destinada sólo a soportar las acciones directamente aplicadas sobre ella, y que debe transmitir a la estructura general.
- 2 El tipo estructural de referencia de fábrica sustentante es el de por muros de carga en dos direcciones, bien portantes, en los que se sustentan los forjados, o bien de arriostramiento, con forjados solidarios mediante encadenados resistentes a la tracción, a la flexión y al cortante (normalmente de hormigón armado), y monolíticos, sea a partir de una losa de hormigón in situ o de otro procedimiento que tenga los mismos efectos.
- 3 La fábrica sustentada debe enlazarse con la estructura general de modo adecuado a la transmisión citada, y construirse de manera que respete las condiciones supuestas en ambos elementos.
- 4 Las limitaciones generales establecidas a las deformaciones estructurales no protegen a la fábrica sustentada del efecto que en ella introduce la deformación de la estructura que la soporta. En particular:
 - a) No evitan que la fábrica supuestamente sustentada, debido a su mayor rigidez, pase a ser sustentadora ni tampoco que las acciones térmicas y reológicas que actúan sobre la fábrica sustentada, si son coaccionados por la estructura general, se traduzcan en tensiones para dicha fábrica.
 - b) Cuando el vínculo entre fábrica y estructura permita la interacción entre ambas, deben considerarse los esfuerzos que, por este motivo, se ocasionarán sobre la fábrica, para proceder a su dimensionado y comprobación de acuerdo con este DB.
- 5 Para hormigones y aceros de armar, en todo lo que no contradiga este DB, será de aplicación la instrucción de hormigón estructural EHE.

SE-F-1

Documento Básico SE-F Fábrica

1.3 Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SE-F

- 1 La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen, con las condiciones particulares indicadas en el DB-SE y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.
- 2 La documentación del proyecto será la que se figura en el apartado 2 Documentación del DB-SE incluyendo además:
 - a) en la memoria y pliego de condiciones las prescripciones técnicas de los elementos de las fábricas, por referencia a lo dispuesto en el apartado 4 de este DB;
 - b) en cada plano del proyecto de edificación en que se representen muros resistentes las propiedades específicas de los mismos y las de los morteros y en su caso hormigones utilizados para su construcción, así como el tipo de ambiente para el que se ha proyectado cada elemento.
- 3 Se elaborará la documentación de la obra ejecutada de acuerdo con lo exigido en el artículo 8 de la Parte I del CTE, el apartado 2.2 del DB-SE y el apartado 9 Mantenimiento de este DB, incluyendo los siguientes aspectos:
 - a) en el plan de mantenimiento se destacará que la inspección debe prestar atención a fisuras, humedades, cejas o movimientos diferenciales, alteraciones superficiales de dureza, textura o colorido, y en su caso a signos de corrosión de armaduras y el nivel de carbonatación del mortero;
 - b) cuando algún componente posea una durabilidad menor que la supuesta para el resto de la obra gruesa, se establecerá un seguimiento específico de su envejecimiento en el plan de mantenimiento y se dispondrán medidas constructivas que faciliten su sustitución;
 - c) cuando se utilicen materiales que deban estar protegidos, según las prescripciones del capítulo 3 de este DB, se establecerá un programa específico para revisar dichas protecciones.

SE-F-2

2 Bases de cálculo

2.1 Generalidades

- 1 En este apartado se desarrollan y completan las reglas, establecidas con carácter general en SE, para el caso de elementos resistentes de fábrica.

2.2 Juntas de movimiento

- 1 Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, teniendo en cuenta, para las fábricas sustentadas, las distancias indicadas en la tabla 2.1. Dichas distancias corresponden a edificios de planta rectangular o concentrada. Si la planta tiene forma asimétrica, con alas en forma de L, U, etc, cuyas longitudes sean mayores que la mitad de las indicadas, se dispondrán juntas en las proximidades de los puntos de encuentro de las mismas. Siempre que sea posible la junta se proyectará con solape (véase figura 2.1).

Tabla 2.1 Distancia máxima entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)		
de piedra natural	30		
de piezas de hormigón celular en autoclave	22		
de piezas de hormigón ordinario	20		
de piedra artificial	20		
de piezas de árido ligero (excepto piedra pómez o arcilla expandida)	20		
de piezas de hormigón ligerode piedra pómez o arcilla expandida	15		
de ladrillo cerámico ⁽¹⁾	Retracción final del mortero (mm/m)	Expansión final por humedad de la pieza cerámica (mm/m)	
	≤ 0,15	≤ 0,15	30
	≤ 0,20	≤ 0,30	20
	≤ 0,20	≤ 0,50	15
	≤ 0,20	≤ 0,75	12
	≤ 0,20	≤ 1,00	8

⁽¹⁾ Puede interpolarse linealmente

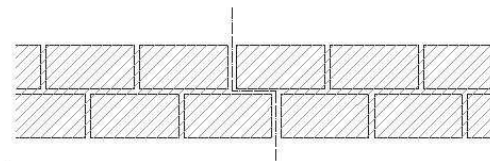


Figura 2.1 Junta de movimiento con solape. Esquema en planta

2.3 Capacidad portante

- 1 En los análisis de comportamiento de muros en estado límite de rotura se podrá adoptar un diagrama de tensión a deformación del tipo rígido-plástico.
- 2 El coeficiente parcial de seguridad para acciones de pretensado, después de las pérdidas será igual a 1,00.
- 3 La comprobación del estado límite último de anclaje en elementos sometidos a efectos locales de pretensado, se realizará para el valor de carga última de los tendones.

2.4 Aptitud al servicio

- 1 Para evitar la fisuración y asegurar la durabilidad del acero pretensado, se comprobará que, para las combinaciones de acciones del tipo casi permanente no se producen tracciones ni rotura a compresión de la fábrica. Se considerará que ya se ha transferido el pretensado, una vez producidas las pérdidas de tensión.
- 2 El coeficiente parcial de seguridad para acciones de pretensado, después de las pérdidas, será igual a 0,90 si la armadura es postesa y el efecto de la acción es favorable, igual a 0,95 si la armadura es pretesa y el efecto de la acción es favorable, será igual a 1,10 si la armadura es postesa y el efecto de la acción es desfavorable e igual a 1,05 si la armadura es pretesa y el efecto de la acción es desfavorable.
- 3 Tras las pérdidas, se considerará que el esfuerzo de pretensado es constante.

3 Durabilidad

- La durabilidad de un paño de fábrica es la capacidad para soportar, durante el periodo de servicio para el que ha sido proyectado el edificio, las condiciones físicas y químicas a las que estará expuesto. La carencia de esta capacidad podría ocasionar niveles de degradación no considerados en el análisis estructural, dejando la fábrica fuera de uso.
- La estrategia dirigida a asegurar la durabilidad considera:
 - la clase de exposición a la que estará sometido el elemento;
 - composición, propiedades y comportamiento de los materiales.

3.1 Clase de exposición

- La clase de exposición define la agresividad del medio en el que debe mantenerse el elemento sin menoscabo de sus propiedades.
- En las tablas 3.1 y 3.2 se describen las clases de exposición a las que puede estar expuesto un elemento. Para la asignación de la clase o clases a un elemento de fábrica, además de cuestiones relativas al entorno (orientación, salinidad del medio, ataque químico, etc), se debe tener en cuenta la severidad de la exposición local a la humedad, es decir: la situación del elemento en el edificio y el efecto de ciertas soluciones constructivas (tales como la protección que pueden ofrecer aleros, cornisas y albardillas, dotados de un goterón adecuadamente dimensionado) y el efecto de revestimientos y chapados protectores.
- Si se utiliza un acabado exterior impermeable al agua de lluvia, éste deber ser permeable al vapor, para evitar condensaciones de la masa del muro, en los términos establecidos en el DB-HE.

Tabla 3.1 Clases generales de exposición

Clase y designación	Tipo de proceso	Descripción	Ejemplos
Interior No agresiva I	Ninguno	Interiores de edificios no sometidos a condensaciones	Interiores de edificios, protegidos de la intemperie
Exterior	Humedad media II a	Carbonatación del conglomerante. Expansión de los núcleos de cal	Exteriores protegidos de la lluvia
	Humedad alta II b	Carbonatación rápida del conglomerante. Expansión de los núcleos de cal	Exteriores no protegidos de la lluvia. Sótanos no ventilados. Cimentaciones.
Medio marino	Marino aéreo III a	Corrosión de las armaduras por cloruros. Expansión de los núcleos de cal.	Proximidad al mar por encima del nivel de pleamar. Zonas costeras e instalaciones portuarias.
	Marino sumergido III b	Corrosión de las armaduras por cloruros. Sulfatación y destrucción por expansividad del conglomerante y de los derivados del cemento. Expansión de los núcleos de cal.	Por debajo del nivel mínimo de bajamar permanentemente. Terrenos ricos en sulfatos. Recorrido de marea en diques, pantalanés y obras de defensa litoral.
	Marino alternado III c	Corrosión rápida de las armaduras por cloruros. Sulfatación y destrucción por expansividad del conglomerante y de los derivados del cemento.	Zonas marinas situadas en el recorrido de carrera de mareas. Ídem III b.
Otros cloruros (no marinos) IV	Ídem que III c. Sulfatación y carbonatación.	Agua con un contenido elevado de cloro. Exposición a sales procedentes del deshielo	Piscinas. Zonas de nieve (alta montaña). Estaciones de tratamiento de aguas

Tabla 3.2 Clases específicas de exposición

Clase y designación	Química agresiva	Agua					Suelo		
		pH	CO ₂ agresivo mg CO ₂ /l	Ión amonio mg NH ₄ /l	Ión magnesio mg Mg/l	Ión sulfato mg SO ₄ /l	Residuo seco	Gr. acidez Bauman-Gully	Ión sulfato mg SO ₄ /kg suelo seco
Débil	Qa	6,5 – 5,5	15 – 40	15 – 30	300 - 1000	200 - 600	75 250	> 20	2000 - 3000
Media	Qb	5,5 – 4,5	40 – 100	30 – 60	1000 - 3000	600 - 3000	50 75	Inusual	3000 - 12000
Fuerte	Qc	< 4,5	> 100	> 60	> 3000	> 3000	< 50	Inusual	> 12000

Con heladas	Tipo de proceso	Ejemplos
sin sales fundentes	H Ataque hielo-deshielo. ⁽¹⁾	Construcciones en zonas de alta montaña. Estaciones invernales
con sales fundentes	F Ataque por sales fundentes ⁽²⁾	Tableros de pasarelas o barandillas de puentes en zonas de alta montaña

Erosión	Procesos de abrasión o cavitación ⁽³⁾	Ejemplos
E		Pilas de puente en cauces muy torrenciales.

⁽¹⁾ Elementos en contacto frecuente con agua o zonas con humedad relativa en invierno superior al 75% y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de 5°C

⁽²⁾ Elementos próximos al tráfico de vehículos o peatones en zonas de más de 5 nevadas anuales o con un valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0°C

⁽³⁾ Elementos sometidos a desgaste superficial o singulares de construcciones hidráulicas. Elementos de diques, pantalanés y obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes

3.2 Adecuación de los materiales

- Al margen de lo que se especifica para ellos en los distintos apartados, deben respetarse las restricciones que se establecen en la tabla 3.3.

Tabla 3.3 Restricciones de uso de los componentes de las fábricas

Elementos	Clases de exposición												
	Generales								Específicas				
	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Piezas													
Ladrillo macizo o perforado. Extrusión. Categoría I	-	-	-	-	-	-	-	-	R	R	-	R	R
Ladrillo macizo o perforado. Extrusión. Categoría II	-	D	-	D	D	R	R	D	R	R	R	D	X
Ladrillo macizo o perforado artesanal. Categorías I ó II	-	D	D	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Bloque de hormigón espumado	-	D	D	X	X	X	X	X	X	X	X	D	X
Bloque de hormigón con cemento CM III y CEM IV	-	-	-	-	-	-	R	R	R	R	R	R	R
Morteros													
Cemento Portland CEM I con plastificante	-	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	X	-
Cemento adición CEM II con plastificante	-	-	-	R	R	R	R	R	R	R	-	R	-
Horno alto y/o puzolánico CEM III y/o CEM IV con plastificante	-	-	-	-	-	-	-	-	R	R	-	-	-
Mixto de CEM II y cal	-	R	R	X	X	X	X	X	X	X	X	R	X
De cal	-	R	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Elementos de enlace													
Acero inox austenítico	-	-	-	-	-	-	X	-	R	X	-	-	-
Acero inox ferrítico	-	D	R	R	X	X	X	X	X	X	R	R	R
Acero autoprotegido cincado de 140 µm (1000g/m ²)	-	D	D	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acero autoprotegido cincado de 90 µm (600g/m ²)	-	D	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acero autoprotegido grueso cincado 20 µm (140g/m ²)	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acero cincado < 20 µm protegido con resina	-	R	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

-: sin restricciones; R: con algunas reservas; D: puede emplearse si se protege; X: no debe usarse
El zinc se vuelve quebradizo hacia los 250°C y funde a los 419°C. Las resinas son inestables hacia los 80°C

En clase de exposición III los cementos tendrán la característica adicional MR y en la clase de exposición Q por ataque de sulfatos deberán tener la característica adicional SR o bien MR cuando dicho ataque se produce por agua de mar.

En clases de exposición III, IV y Q pueden utilizar los cementos CEM II de los tipos siguientes CEM II/S, CEM II/V, CEM II/P y CEM II/D.

3.3 Armaduras

- Con acero galvanizado, o en clases III, IV o Q con cualquier subclase con acero inoxidable austenítico, basta un recubrimiento mínimo de 15 mm. Por galvanizado se entiende el de una capa de al menos 900 g/m² de cinc. Una protección equivalente es una capa de cinc de 60 g/m² y capa de

4 Materiales

4.1 Piezas

- Las piezas para fábricas se designan por sus medidas modulares (medida nominal más el ancho habitual de la junta). El uso de morteros de junta delgada, o de ancho inusual modifica la relación entre las medidas nominal y modular.
- Las piezas para la realización de fábricas se clasifican en los grupos definidos en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Grupos de piezas

Característica	Grupo			
	Maciza	Perforada	Aligerada	Hueca
		cerámica hormigón	cerámica hormigón	cerámica hormigón
Volumen de huecos (% del bruto) ⁽¹⁾	≤ 25	≤ 45	≤ 50	≤ 60 ⁽²⁾
Volumen de cada hueco (% del bruto)	≤ 12,5	≤ 12,5	≤ 25	≤ 60 ⁽²⁾
Espesor combinado (% del ancho total) ⁽³⁾	≥ 37,5	≥ 20	≥ 20	≥ 20

⁽¹⁾ Los huecos pueden ser huecos verticales que atraviesan las piezas, rebajes o asas.
⁽²⁾ El límite del 60% de huecos puede aumentarse si se dispone de ensayos que confirmen que la seguridad de las fábricas no se reduce de manera importante.
⁽³⁾ El espesor combinado es la suma de los espesores de las paredes y tabiquillos de una pieza, medidos perpendicularmente a la cara del muro.

- La disposición de huecos será tal que evite riesgos de aparición de fisuras en tabiquillos y paredes de la pieza durante la fabricación, manejo o colocación.
- La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas, f_b , será de 5 N/mm². No obstante, pueden aceptarse piezas con una resistencia normalizada a compresión inferior, hasta 4N/mm² en fábricas sustentantes y hasta 3 N/mm² en fábricas sustentadas, siempre que, o se limite la tensión de trabajo a compresión en estado límite último al 75% de la resistencia de cálculo de la fábrica, f_d , o bien se realicen estudios específicos sobre la resistencia a compresión de la misma.

4.2 Morteros

- Los morteros para fábricas pueden ser ordinarios, de junta delgada o ligeros. El mortero de junta delgada se puede emplear cuando las piezas sean rectificadas o moldeadas y permitan construir el muro con tendeles de espesor entre 1 y 3 mm.
- Los morteros ordinarios pueden especificarse por:
 - Resistencia: se designan por la letra M seguida de la resistencia a compresión en N/mm²
 - Dosificación en volumen: se designan por la proporción, en volumen, de los componentes fundamentales (por ejemplo 1:1,5 cemento, cal y arena) La elaboración incluirá las adiciones, aditivos y cantidad de agua, con los que se supone que se obtiene el valor de f_m supuesto.
- El mortero ordinario para fábricas convencionales no será inferior a M1. El mortero ordinario para fábrica armada o pretensada, los morteros de junta delgada y los morteros ligeros, no serán inferiores a M4. En cualquier caso, para evitar roturas frágiles de los muros, la resistencia a la compresión del mortero no debe ser superior al 0,75 de la resistencia normalizada de las piezas.

4.6 Fábricas

4.6.1 Categoría de la ejecución

- A efectos de cálculo se consideran tres categorías de ejecución: A, B y C, de acuerdo con lo que se establece en el apartado 8.2.1 y en el anejo de control de este DB. En los elementos de fábrica armada se especificará sólo clases A o B. En los elementos de fábrica pretensada se especificará clase A.

4.6.2 Resistencia a compresión

- Se define resistencia característica a la compresión de la fábrica, f_k , a la que puede determinarse mediante ensayos sobre probetas de fábrica según los criterios que se indican en las normas UNE EN 1052, partes 1 a 4 (1999, 2000, 2003 y 2001, respectivamente). Por tratarse de un material que no es isótropo, la resistencia se refiere a la dirección en que actúa el esfuerzo.
- La resistencia característica a la compresión de la fábrica, f_k , correspondiente a un esfuerzo normal a los tendeles, se podrá tomar por referencia a los valores de la tabla 4.4, que recoge los casos más usuales, o en general, deducirla de las expresiones del Anejo C.

 Tabla 4.4 Resistencia característica a la compresión de fábricas usuales f_k (N/mm²)

Resistencia normalizada de las piezas, f_b (N/mm ²)	5		10		15		20		25
Resistencia del mortero, f_m (N/mm ²)	2,5	3,5	5	7,5	7,5	10	10	15	15
Ladrillo macizo con junta delgada	-	-	3	3	3	3	3	3	3
Ladrillo macizo	2	2	4	4	6	6	8	8	10
Ladrillo perforado	2	2	4	4	5	6	7	8	9
Bloques aligerados	2	2	3	4	5	5	6	7	8
Bloques huecos	1	1	2	3	4	4	5	6	6

- Cuando la sollicitación sea paralela a los tendeles, la resistencia característica a compresión puede determinarse con el anejo C, adoptando como resistencia normalizada a compresión f_b de la pieza la correspondiente a dicha dirección.

4.6.3 Resistencia a cortante

- Como resistencia característica a cortante, f_{vk} , de una fábrica con mortero ordinario y juntas llenas se puede tomar:

$$\text{mortero ordinario y juntas llenas } f_{vk} = f_{vko} + 0,36 \cdot \sigma_k \leq 0,065 f_b \quad (4.1)$$

$$\text{mortero ordinario y llagas a hueso } f_{vk} = f_{vko} + 0,45 \cdot \sigma_k \leq 0,045 f_b \quad (4.2)$$

$$\text{mortero ordinario y tendel hueco } f_{vk} = f_{vko} g/\lambda + 0,36 \cdot \sigma_{kd} \leq 0,050 f_b \quad (4.3)$$

sin superar el valor límite de la tabla 4.5, donde:

f_{vko} es la resistencia a corte puro, con tensión de compresión nula, que puede determinarse de la tabla 4.5 para morteros ordinarios;

σ_k si hay compresión, la tensión característica normal media perpendicular a la tabla, debida a la compresión debida a las cargas permanentes sobre el nivel considerado,

f_b es la resistencia normalizada a compresión de las piezas de fábrica, con el esfuerzo actuando perpendicular a la tabla,

g/λ en fábrica de tendeles huecos, la relación de ancho total de las dos bandas de mortero, cada una de ancho no menor de 30 mm, en los bordes exteriores de la pieza, maciza, a ancho total de muro. (véase figura 6.4).

- El cálculo de f_{vk} , en las fábricas de mortero de junta delgada, con piezas de hormigón celular de autoclave, silico-calcareas o de hormigón, se asimila al de piezas del mismo grupo y morteros de M10 a M20.
- El cálculo de f_{vk} , en fábricas de mortero ligero, se realizará según el primer punto de este apartado, adoptando como mortero el M5.
- La resistencia a cortante puro de la fábrica f_{vk} , cuando contenga barreras antihumedad se determinará con el mismo criterio utilizado para las fábricas de tendel hueco.

Tabla 4.5 Resistencia característica a cortante para fábricas de mortero ordinario

Tipo de piezas	Mortero ⁽²⁾	f_{vk} (N/mm ²)			Límite de f_{vk} (N/mm ²) ⁽¹⁾		
		M1	M2,5	M10	M1	M2,5	M10
macizas	Ladrillo cerámico	0,1	0,2	0,3	1,2	1,5	1,7
	Piedra natura	0,1	0,15	-	1,0	1,0	-
	Otras	0,1	0,15	0,2	1,2	1,5	1,7
perforadas	Ladrillo cerámico	0,1	0,2	0,3	1,4*	1,2*	1,0*
	Otras	0,1	0,15	0,2	1,4*	1,2*	1,0*
aligeradas		0,1	0,15	0,2	1,4*	1,2*	1,0*
huecas		0,1	0,2	0,3	**	**	**

* La menor de las resistencias longitudinales a compresión.

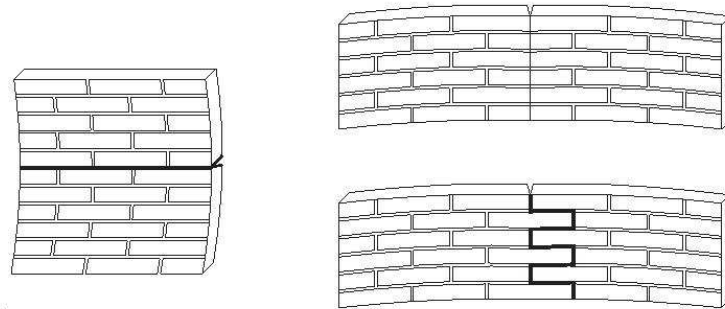
** Sin más limitaciones que las dadas por la ecuación 4.1

⁽¹⁾ Para llagas a hueso, o con tendel hueco, el valor es el 70% del consignado

⁽²⁾ Para valores intermedios no se interpolará, sino que se empleará la columna correspondiente al valor inferior.

4.6.4 Resistencia a flexión

- En función del plano de rotura, se pueden considerar dos resistencias características a flexión (figura 4.1):
 - f_{xk1} , si el plano de rotura es paralelo a los tendeles
 - f_{xk2} , si el plano de rotura es perpendicular a los tendeles



a) Plano de rotura paralelo a los tendeles b) Plano de rotura perpendicular a los tendeles
Figura 4.1 Modos de flexión en fábricas.

- Como resistencia característica a flexión de la fábrica pueden tomarse la de la tabla 4.6

Tabla 4.6 Resistencia a flexión de la fábrica (N/mm²)

Tipo de pieza	Morteros ordinarios		Morteros de junta delgada		Morteros ligeros			
	$f_m < 5 \text{ N/mm}^2$		$f_m \geq 5 \text{ N/mm}^2$					
	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}		
Cerámica	0,10	0,20	0,10	0,40	0,15	0,15	0,10	0,10
Silico-calcareos	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	-	-
Hormigón ordinario	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	-	-
Hormigón celular de autoclave	0,05	0,40	0,10	0,40	0,15	0,20	0,10	0,15
Piedra artificial	0,05	0,40	0,10	0,40	-	-	-	-
Piedra natural	0,05	0,20	0,10	0,40	0,15	0,15	-	-

- En el caso en que se adopten disposiciones especiales sobre la trabajabilidad del mortero y su penetración en los huecos de las piezas se podrá adoptar como resistencia a la flexotracción la de $0,1 f_k$.
- La resistencia a flexión por tendeles se empleará solamente con combinaciones de carga que incluyan acciones variables normales a la superficie de la fábrica (por ejemplo: viento). No se considerará dicha resistencia cuando la rotura de la fábrica por flexión origine el colapso o la pérdida de estabilidad del edificio o alguna de sus partes, o en caso de acción sísmica.

4.6.5 Deformabilidad

- El diagrama tensión-deformación de la fábrica tiene la forma genérica que se representa en la figura 4.2-a. Como diagramas de cálculo pueden adoptarse los de las figuras 4.2-b o 4.2-c. Las fábricas con piezas huecas pueden presentar rotura frágil antes de desarrollar una rama horizontal y por tanto no se puede usar dicha parte del diagrama 4.2-b ni el 4.2-c

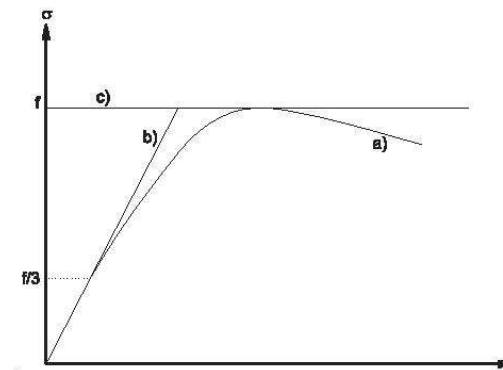


Figura 4.2. Diagramas de tensión a deformación o de las fábricas

- Como módulo de elasticidad secante instantáneo, E , de una fábrica puede tomarse igual a $1000 f_k$. Para cálculos de estados límites de servicio, se puede multiplicar el valor E por el factor 0,6. Para determinar deformaciones diferidas, el módulo a utilizar puede ser deducido del módulo de elasticidad para deformaciones instantáneas multiplicado por el coeficiente de fluencia que se deduce de la tabla 4.7.
- Como módulo de elasticidad transversal, G , puede tomarse el 40% del módulo de elasticidad E .
- Como parámetros de deformación reológica y térmica de las fábricas se pueden emplear los valores de cálculo dados en la tabla 4.7.

Tabla 4.7 Deformabilidad de las fábricas

Tipo de pieza	Coefficiente final de fluencia, ψ_{se}	Retracción o expansión final por humedad, $\epsilon^{(1)}$ (mm/m)	Coefficiente de dilatación térmica (10^{-6} m/m °C)
Cerámica	1	0,2 a 1,0 ⁽²⁾	6
Silico-calcareos	1,5	-0,2	9
Hormigón ordinario y piedra artificial	1,5	-0,2	10
Hormigón de árido ligero	2	-0,4 ⁽³⁾	10
Hormigón celular de autoclave	1,5	0,2	8
Piedra natural	1	0,1	7

⁽¹⁾ Acortamiento negativo y alargamiento positivo

⁽²⁾ Depende del material

⁽³⁾ Para áridos ligeros de piedra pómez y de arcilla expandida; en otro caso el valor es - 0,2

4.6.6 Sección de cálculo

- En el grueso de cálculo del muro pueden incluirse los revestimientos que tengan carácter permanente y se definan como tales en el proyecto y en el plan de mantenimiento.
- En fábrica con piezas macizas o perforadas, las rozas que respetan las limitaciones de la tabla 4.8 no reducen el grueso de cálculo, a efectos de la evaluación de su capacidad. En muros capuchinos, se sumarán las intervenciones efectuadas en cada una de las dos hojas.
- Si una roza o rebaje no causa una pérdida superior al 25% de la sección transversal real, se podrá considerar que la capacidad resistente es proporcional a dicha pérdida.
- En otro caso, como grueso de cálculo se usará el grueso residual, descontando el de la roza o rebaje, y en todo caso el de los rehundidos de tendel si existen.

Tabla 4.8 Dimensiones de rozas y rebajes (mm) que no reducen el grueso de cálculo

Espesor del muro (mm)	Ancho de rozas verticales ⁽¹⁾	Profundidad de rozas horizontales o inclinadas	
		longitud >1250 mm	longitud < 1250 mm
115	100	0	0
116-175	125	0	15
176-225	150	10	20
226-300	175	15	25
Más de 300	200	20	30

⁽¹⁾ La profundidad de una roza o rebaje, incluye la de cualquier perforación que se alcance, es de 30 mm.

Comentarios a la tabla:

- La profundidad máxima de una roza vertical no debe ser superior a 30 mm
- La limitación de la profundidad de rozas horizontales se refiere a las dispuestas dentro del octavo de la altura libre del muro, por encima y por debajo del forjado.
- Las rozas verticales que no se prolonguen sobre el nivel del piso más que un tercio de la altura de planta pueden tener una profundidad de hasta 80 mm y de un ancho de hasta 120 mm, si el espesor del muro es de 225 mm o más.
- La separación horizontal entre rozas adyacentes o entre una roza y un rebaje o un hueco no será menor que 225 mm.
- La separación horizontal entre dos rebajes adyacentes, cuando están en la misma cara o en caras opuestas del muro, o entre un rebaje y un hueco, no será menor que dos veces el ancho del rebaje mayor.
- La suma de los anchos de las rozas y rebajes verticales no será mayor que 0,13 veces la longitud del muro.
- La separación horizontal entre el extremo de una roza y un hueco no será menor de 500 mm.
- La separación horizontal entre rozas adyacentes de longitud limitada, ya estén en la misma cara o en caras opuestas del muro, no será menor que dos veces la longitud de la roza más larga.
- Si las rozas horizontales o inclinadas se realizan con precisión usando una máquina adecuada:
- Puede aumentarse la profundidad admisible en 10 mm, en muros de espesor mayor de 115 mm.
- Se pueden realizar rozas, de no más de 10 mm. de profundidad, en ambas caras, si el muro es de un espesor no menor de 225 mm.
- El ancho de la roza horizontal no superará la mitad del espesor residual del muro
- En piezas huecas, podría producir una pérdida de sección resistente y/o de aumento de la excentricidad con la que se aplican las cargas muy superior a la previsible en el caso de piezas macizas (a cuando se trabaja bajo el concepto de "sección bruta").

- En fábricas con piezas aligeradas o huecas, se considerará la sección real que quede tras la parte eliminada por las rozas, (figura 4.3) asignándole a cada elemento de su superficie la resistencia deducida de la sección real.

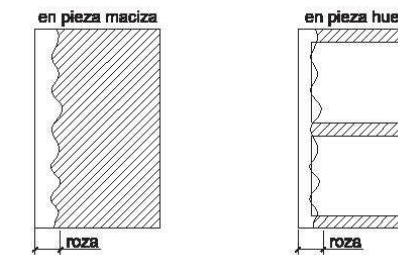


Figura 4.3 Pérdida de sección por causa de una roza.

4.6.7 Resistencia de cálculo

- De acuerdo con SE, la resistencia de cálculo es igual a la característica dividida por el coeficiente parcial de seguridad, γ_M , aplicable al caso, según tabla 4.8

Tabla 4.8 Coeficientes parciales de seguridad (γ_M)

Situaciones persistentes y transitorias ⁽¹⁾	Categoría del control de fabricación ⁽²⁾	Categoría de la ejecución		
		A	B	C
Resistencia de la fábrica	I	1,7	2,2	2,7
	II	2,0	2,5	3,0
Resistencia de llaves y amarres		2,5	2,5	2,5
Anclaje del acero de armar.		1,7	2,2	
Acero (armadura activa y armadura pasiva)		1,15	1,15	

⁽¹⁾ Para las comprobaciones en situación extraordinaria, los coeficientes de llaves y amarres son los mismos; de las fábricas los coeficientes son 1,2 1,5 y 1,8 respectivamente para las categorías A B y C.

⁽²⁾ Categorías según 8.1.1

- Para el hormigón de relleno se utilizará como valor de γ_c aquel que coincida con el valor γ_M correspondiente a las piezas de la fábrica situadas donde se emplea dicho relleno y definido en la tabla 4.8

5 Comportamiento estructural

5.1 Generalidades

- 1 Pueden analizarse independientemente partes o elementos aislados de la estructura, si se considera su disposición espacial y la interacción con el resto.
- 2 El comportamiento supuesto para las uniones, conexiones e interacciones en el modelo de análisis se ajustará al comportamiento real.
- 3 La estructura de muros se diseñará para que pueda resistir esfuerzos laterales, de acuerdo con cálculos de estabilidad global.

5.2 Muros sometidos predominantemente a carga vertical

5.2.1 Análisis de solicitaciones

- 1 La determinación de esfuerzos se realizará de acuerdo con los métodos generales de análisis estructural, utilizando modelos planos o espaciales.
- 2 En la mayoría de los casos, para el análisis a carga vertical, es suficiente plantear una estructura constituida por elementos de profundidad unidad, en la cual los muros y los forjados se sustituyen por barras con sus mismas características geométricas y de deformación, formando pórticos que idealizan la estructura para su cálculo utilizando modelos planos.
- 3 En general, se podrá modelar las estructuras de muros de carga y forjados como pórticos rígidos para aplicarles cálculo elástico. De manera simplificada, se puede realizar un análisis nudo a nudo, (hipótesis elástica y con la fábrica no fisurada), en el que, repartiendo el desequilibrio de momentos de empotramiento, de acuerdo con la rigidez relativa de cada elemento, la suma de los momentos en los tramos superior e inferior de un nudo de piso intermedio, (figura 5.1) resulta:

$$M = (M_{emp,i} - M_{emp,j}) \cdot K / K_T \quad (5.1)$$

siendo:

$M_{emp,i}$ $M_{emp,j}$ los momentos de empotramiento perfecto del forjado a uno y otro lado, uno con la carga total y otro con sólo la permanente, lo que sea peor

K la suma de las rigideces de los tramos de muros en cuestión, cada uno igual a $4EI/h$
donde:

E es el módulo de elasticidad del muro

I es el momento de inercia del muro; el de la hoja portante si hay otra que no lo es.

h es la altura libre del paño

K_T la suma de rigideces de las piezas que concurren en el nudo analizado; para las de forjado se tomará nEI/L

donde:

n es 3 si el nudo opuesto es de fachada, 4 si es interior, 0 si es un vuelo

EI es la rigidez del forjado

L es la luz libre del forjado

- 4 Como la unión entre el muro y el forjado no es perfectamente rígida, si la tensión vertical de cálculo media en el grueso total del muro es menor que $0,25 \text{ N/mm}^2$, los momentos obtenidos con (5.1) se pueden reducir por un coeficiente C , (incrementando, en consecuencia, los momentos de vano de los forjados), de valor:

$$C = (1 - k/4) > 0,50 \quad (5.2)$$

donde:

k es la relación de suma de la rigidez a flexión de los forjados a la de los muros

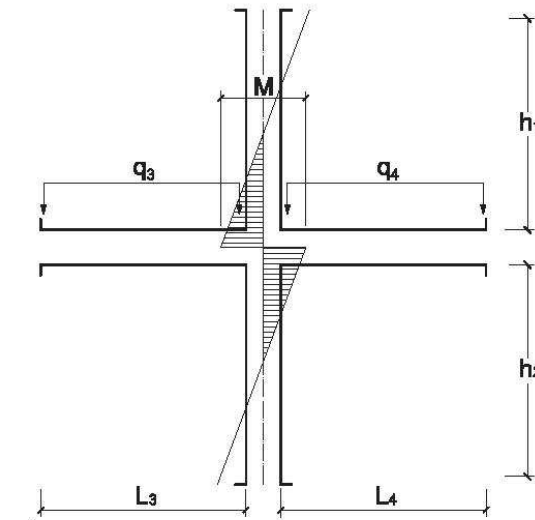


Figura 5.1 Análisis simplificado de un nudo.

- 5 Para asignar el momento a cada paño, será válido cualquier reparto que conserve el equilibrio (véase figura 5.2 y 5.3)

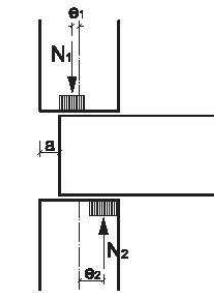


Figura 5.2 Equilibrio de nudos intermedios.

- 6 En los nudos superiores se podrá suponer que la carga de los forjados acomete a los muros con una excentricidad, (véase figura 5.3), igual a:

$$a) \text{ en el caso de muros extremos } e = 0,25 \cdot t + 0,25 \cdot a \quad (5.3)$$

$$b) \text{ en el caso de muros interiores } e = 0,25 \cdot t \cdot (N_i - N_j) / (N_i + N_j) \quad (5.4)$$

siendo:

t el grueso del muro en los que acometen forjados por los dos lados, descontando los rehundidos en los bordes si los hubiere

a la profundidad con que se remete la tabica del forjado respecto a la cara exterior

N_i, N_j la carga que acomete por cada lado

7 Ejecución

7.1 Ejecución de muros

7.1.1 Humectación de las piezas

- 1 Las piezas, fundamentalmente las de cerámica (exceptuando los ladrillos completamente hidrofugados y aquellos que tienen una succión inferior a $0,10 \text{ gr/cm}^2 \text{ min}$) se humedecerán antes de la ejecución de la fábrica, por aspersion o por inmersión. La cantidad de agua embebida en la pieza debe ser la necesaria para que al ponerla en contacto con el mortero no haga cambiar la consistencia de este, es decir, para que la pieza ni absorba agua, ni la aporte.

7.1.2 Colocación de las piezas

- 1 Las piezas se colocarán generalmente a restregón sobre una tortada de mortero hasta que el mortero rebose por la llaga y el tendel. No se moverá ninguna pieza después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de una pieza, se quitará, retirando también el mortero. Las piezas con machihembrado lateral no se colocarán a restregón, sino verticalmente sobre la junta horizontal de mortero, haciendo tope con los machihembrados, dando lugar a fábricas con llagas a hueso. No obstante, la colocación de las piezas dependerá de su tipología, debiendo seguirse en todo momento las recomendaciones del fabricante.

7.1.3 Relleno de juntas

- 1 Una llaga se considera llena si el mortero maciza el grueso total de la pieza en al menos el 40% de su tizón; se considera hueca en caso contrario.
- 2 El mortero debe llenar totalmente las juntas de tendel (salvo caso tendel hueco) y llagas, en función del tipo de pieza utilizado.
- 3 Cuando se especifique la utilización de juntas delgadas, las piezas se asentarán cuidadosamente para que las juntas mantengan el espesor establecido de manera uniforme.
- 4 El llagueado en su caso, se realizará mientras el mortero esté fresco.
- 5 Sin autorización expresa, en muros de espesor menor que 200 mm, las juntas no se rehundirán en una profundidad mayor que 5 mm.
- 6 De procederse al rejuntado, el mortero tendrá las mismas propiedades que el de asentar las piezas. Antes del rejuntado, se cepillará el material suelto, y si es necesario, se humedecerá la fábrica. Cuando se rasque la junta se tendrá cuidado en dejar la distancia suficiente entre cualquier hueco interior y la cara del mortero.

7.1.4 Traba de la fábrica

- 1 Las fábricas deben levantarse por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra, siempre que sea posible. Cuando dos partes de una fábrica hayan de levantarse en épocas distintas, la que se ejecute primero se dejará escalonada. Si esto no fuera posible, se dejará formando alternativamente entrantes, adarajas y salientes, endejas.
- 2 En las hiladas consecutivas de un muro, las piezas se solaparán para que el muro se comporte como un elemento estructural único. El solape será al menos igual a 0,4 veces el grueso de la pieza y no menor que 40 mm, (véase figura 7.1). En las esquinas o encuentros, el solape de las piezas no será menor que su tizón; en el resto del muro, pueden emplearse piezas cortadas para conseguir el solape preciso.

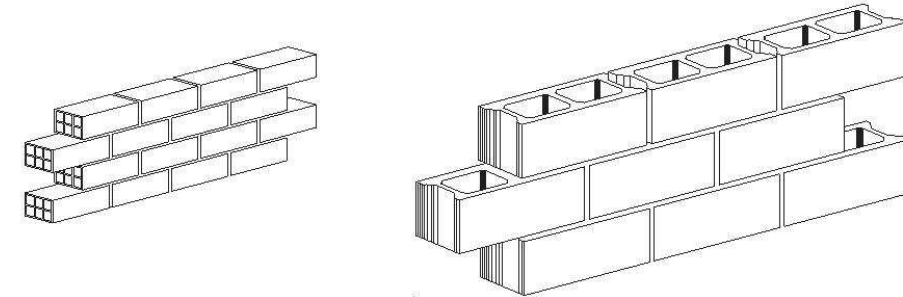


Figura 7.4 Ejemplos de aparejo con piezas aligeradas.

7.1.6 Apoyos de cargas concentradas

- 1 La longitud apoyo de una carga concentrada sobre un muro será no menor que 100 mm.

7.2 Dinteles

- 1 Aunque en el cálculo se suponga que los extremos de los dinteles están simplemente apoyados, se dispondrá una armadura de continuidad sobre los apoyos, de una sección no inferior al 50% de la armadura en el centro del vano y se anclará de acuerdo con el apartado 7.4.
- 2 En dinteles, la armadura del centro del vano se prolongará hasta los apoyos, al menos el 25% de su sección, y se anclará según el apartado citado.

7.3 Enlaces

7.3.1 Enlace entre muros y forjados

7.3.1.1 Generalidades

- 1 Cuando se considere que los muros están arriostrados por los forjados, se enlazarán a éstos de forma que se puedan transmitir las acciones laterales.
- 2 Las acciones laterales se transmitirán a los elementos arriostrantes o a través de la propia estructura de los forjados (monolíticos) o mediante vigas perimetrales capaces de absorber los momentos y cortantes resultantes.
- 3 Las acciones laterales se pueden transmitir mediante conexiones específicas (entre muros y forjados) o por rozamiento.
- 4 Cuando un forjado carga sobre un muro, la longitud de apoyo será la estructuralmente necesaria pero nunca menor de 65 mm (teniendo en cuenta las tolerancias de fabricación y de montaje).
- 5 Las llaves de muros capuchinos se dispondrán de modo que queden suficientemente recibidas en ambas hojas (se considerará satisfecha esta prescripción si se cumple la norma UNE EN 845-1:2001), y su forma y disposición será tal que el agua no pueda pasar por las llaves de una hoja a otra.

7.3.1.2 Enlace por conectores

- 1 Cuando se empleen conectores, éstos serán capaces de transmitir las acciones laterales del muro a los elementos estructurales arriostrantes.
- 2 Cuando la sobrecarga en el muro es pequeña o nula (por ejemplo, en la unión de un muro medianero con la cubierta), es necesario asegurar especialmente que la unión entre los conectores y el muro es eficaz.

- 3 La separación de los elementos de conexión entre muros y forjados no será mayor que 2 m, excepto en edificios de más de cuatro plantas de altura en los que no será mayor que 1,25 m.

7.3.1.3 Enlace por rozamiento

- 1 No son necesarios amarres si el apoyo de los forjados de hormigón se prolonga hasta el centro del muro o un mínimo de 65 mm, siempre que no sea un apoyo deslizante.

7.3.2 Enlace entre muros

7.3.2.1 Generalidades

- 1 Es recomendable que los muros que se vinculan se levanten simultáneamente.

7.3.2.2 Muros capuchinos

- 1 El número de llaves que vinculan las dos hojas de un muro capuchino no será menor que 2 por m². Si se emplean armaduras de tendel cada elemento de enlace se considerará como una llave.
- 2 Se colocarán llaves en cada borde libre y en las jambas de los huecos.
- 3 Al elegir las llaves se considerará cualquier posible movimiento diferencial entre las hojas del muro, o entre una hoja y un marco.

7.3.2.3 Muros doblados

- 1 Las dos hojas de un muro doblado (véase anejo A) se enlazarán eficazmente mediante conectores capaces de transmitir las acciones laterales entre las dos hojas, con un área mínima de 300 mm²/m² de muro, con conectores de acero dispuestos uniformemente en número no menor que 2 conectores/m² de muro.
- 2 Algunas formas de armaduras de tendel pueden también actuar como llaves entre las dos hojas de un muro doblado, por ejemplo las mostradas en la norma UNE EN 845-3:2006.
- 3 En la elección del conector se tendrán en cuenta posibles movimientos diferenciales entre las hojas.

7.3.3 Muros en contacto con el terreno

- 1 La fábrica en contacto con el terreno será tal que no se vea afectada desfavorablemente por las condiciones del terreno o bien estará adecuadamente protegida para ello.
- 2 Se tomarán medidas protectoras para las fábricas que puedan ser dañadas por efecto de la humedad en contacto con el terreno. Se aplicarán las prescripciones indicadas en la sección correspondiente del DB-HS.
- 3 Cuando sea previsible que el terreno contenga sustancias químicas agresivas para la fábrica, ésta se construirá con materiales resistentes a dichas sustancias o bien se protegerá de modo que quede aislada de las sustancias químicas agresivas.

7.4 Rozas y rebajes

- 1 En muros de carga, para la ejecución de rozas y rebajes, se debe contar con las órdenes del director de obra, bien expresas o bien por referencia a detalles del proyecto.
- 2 La ejecución de rozas tendrá en cuenta la no afectación a elementos estructurales asociados al muro, tales como dinteles, anclajes entre piezas o armaduras de refuerzo de cualquier tipo, debiendo en estos casos no producirse discontinuidades ni merma de resistencia de los mismos como resultado de ellos.
- 3 En muros de ejecución reciente, debe esperarse a que el mortero de unión entre piezas haya endurecido debidamente y a que se haya producido la correspondiente adherencia entre mortero y pieza.
- 4 No se realizarán rozas en las zonas provistas de armadura.

8 Control de la ejecución

8.1 Recepción de materiales

- 1 La recepción de cementos, de hormigones, y de la ejecución y control de éstos, se encuentra regulado en documentos específicos.

8.1.1 Piezas

- 1 Las piezas se suministrarán a obra con una declaración del suministrador sobre su resistencia y la categoría de fabricación.
- 2 Para bloques de piedra natural se confirmará la procedencia y las características especificadas en el proyecto, constatando que la piedra esta sana y no presenta fracturas.
- 3 Las piezas de categoría I tendrán una resistencia declarada, con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. El fabricante aportará la documentación que acredita que el valor declarado de la resistencia a compresión se ha obtenido a partir de piezas muestreadas según UNE EN 771 y ensayadas según UNE EN 772-1:2002, y la existencia de un plan de control de producción en fábrica que garantiza el nivel de confianza citado.
- 4 Las piezas de categoría II tendrán una resistencia a compresión declarada igual al valor medio obtenido en ensayos con la norma antedicha, si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.
- 5 El valor medio de la compresión declarada por el suministrador, multiplicado por el factor δ de la tabla 8.1 debe ser no inferior al valor usado en los cálculos como resistencia normalizada. Si se trata de piezas de categoría I, en las cuales el valor declarado es el característico, se convertirá en el medio, utilizando el coeficiente de variación y se procederá análogamente.

Tabla 8.1 Valores del factor δ

Altura de pieza (mm)	Menor dimensión horizontal de la pieza (mm)				
	50	100	150	200	≥250
50	0,85	0,75	0,70	—	—
65	0,95	0,85	0,75	0,70	0,65
100	1,15	1,00	0,90	0,80	0,75
150	1,30	1,20	1,10	1,00	0,95
200	1,45	1,35	1,25	1,15	1,10
≥250	1,55	1,45	1,35	1,25	1,15

- 6 Cuando en proyecto se haya especificado directamente el valor de la resistencia normalizada con esfuerzo paralelo a la tabla, en el sentido longitudinal o en el transversal, se exigirá al fabricante, a través en su caso, del suministrador, el valor declarado obtenido mediante ensayos, procediéndose según los puntos anteriores.
- 7 Si no existe valor declarado por el fabricante para el valor de resistencia a compresión en la dirección de esfuerzo aplicado, se tomarán muestras en obra según UNE EN771 y se ensayarán según EN 772-1:2002, aplicando el esfuerzo en la dirección correspondiente. El valor medio obtenido se multiplicará por el valor δ de la tabla 8.1, no superior a 1,00 y se comprobará que el resultado obtenido es mayor o igual que el valor de la resistencia normalizada especificada en el proyecto.
- 8 Si la resistencia a compresión de un tipo de piezas con forma especial tiene influencia predominante en la resistencia de la fábrica, su resistencia se podrá determinar con la última norma citada.
- 9 El acopio en obra se efectuará evitando el contacto con sustancias o ambientes que perjudiquen física o químicamente a la materia de las piezas.

8.1.2 Arenas

- 1 Cada remesa de arena que llegue a obra se descargará en una zona de suelo seco, convenientemente preparada para este fin, en la que pueda conservarse limpia.
- 2 Las arenas de distinto tipo se almacenarán por separado.
- 3 Se realizará una inspección ocular de características y, si se juzga preciso, se realizará una toma de muestras para la comprobación de características en laboratorio.
- 4 Se puede aceptar arena que no cumpla alguna condición, si se procede a su corrección en obra por lavado, cribado o mezcla, y después de la corrección cumple todas las condiciones exigidas.

8.1.3 Cementos y cales

- 1 Durante el transporte y almacenaje se protegerán los aglomerantes frente al agua, la humedad y el aire.
- 2 Los distintos tipos de aglomerantes se almacenarán por separado.

8.1.4 Morteros secos preparados y hormigones preparados

- 1 En la recepción de las mezclas preparadas se comprobará que la dosificación y resistencia que figuran en el envase corresponden a las solicitadas.
- 2 La recepción y el almacenaje se ajustará a lo señalado para el tipo de material.
- 3 Los morteros preparados y los secos se emplearán siguiendo las instrucciones del fabricante, que incluirán el tipo de amasadora, el tiempo de amasado y la cantidad de agua.
- 4 El mortero preparado, se empleará antes de que transcurra el plazo de uso definido por el fabricante. Si se ha evaporado agua, podrá añadirse ésta sólo durante el plazo de uso definido por el fabricante.

8.2 Control de la fábrica

- 1 En cualquier caso, o cuando se haya especificado directamente la resistencia de la fábrica, podrá acudirse a determinar directamente esa variable a través de la EN 1052-1
- 2 Si alguna de las pruebas de recepción de piezas falla, o no se dan las condiciones de categoría de fabricación supuestas, o no se alcanza el tipo de control de ejecución previsto en el proyecto, debe procederse a un recálculo de la estructura a partir de los parámetros constatados, y en su caso del coeficiente de seguridad apropiado al caso.
- 3 Cuando en el proyecto no defina tolerancias de ejecución de muros verticales, se emplearán los valores de la tabla 8.2, que se han tenido en cuenta en las fórmulas de cálculo.

8.2.1 Categorías de ejecución

- 1 Se establecen tres categorías de ejecución: A, B y C, según las reglas siguientes.

Categoría A:

- a) Se usan piezas que dispongan certificación de sus especificaciones sobre tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, succión, y retracción o expansión por humedad.
- b) El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 7 y 28 días.
- c) La fábrica dispone de un certificado de ensayos previos a compresión según la norma UNE EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4:2001.
- d) Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

Categoría B:

- a) Las piezas están dotadas de las especificaciones correspondientes a la categoría A, excepto en lo que atañe a las propiedades de succión, de retracción y expansión por humedad.
- b) Se dispone de especificaciones del mortero sobre sus resistencias a compresión y a flexotracción, a 28 días.
- c) Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

Categoría C:

Cuando no se cumpla alguno de los requisitos establecidos para la categoría B.

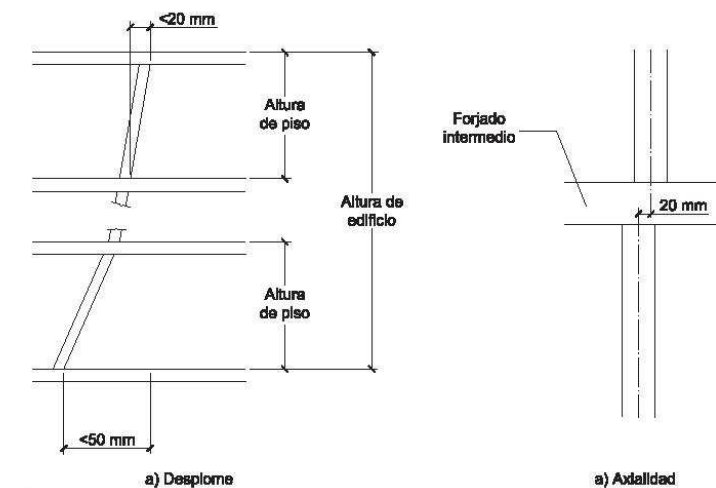


Figura 8.1 Tolerancias de muros verticales.

Tabla 8.2 Tolerancias para elementos de fábrica

	Posición	Tolerancia, en mm
Desplome	En la altura del piso	20
	En la altura total del edificio	50
Axialidad		20
Planeidad ⁽¹⁾	En 1 metro	5
	En 10 metros	20
Espesor	De la hoja del muro ⁽²⁾	± 25 mm
	Del muro capuchino completo	+10

⁽¹⁾ La planeidad se mide a partir de una línea recta que une dos puntos cualesquiera del elemento de fábrica.

⁽²⁾ Excluyendo el caso en que el espesor de la hoja está directamente vinculada a las tolerancias de fabricación de las piezas (en fábricas a soga o a tizón). Puede llegar al +5% del espesor de la hoja.

8.3 Morteros y hormigones de relleno

- 1 Se admite la mezcla manual únicamente en proyectos con categoría de ejecución C. El mortero no se ensuciará durante su manipulación posterior.
- 2 El mortero y el hormigón de relleno se emplearán antes de iniciarse el fraguado. El mortero u hormigón que haya iniciado el fraguado se desechará y no se reutilizará.
- 3 Al dosificar los componentes del hormigón de relleno se considerará la absorción de las piezas de la fábrica y de las juntas de mortero, que pueden reducir su contenido de agua.

- 4 El hormigón tendrá docilidad suficiente para rellenar completamente los huecos en que se vierta y sin segregación.
- 5 Al mortero no se le añadirán aglomerantes, áridos, aditivos ni agua después de su amasado.
- 6 Cuando se establezca la determinación mediante ensayos de la resistencia del mortero, se usará la UNE EN 1015-11:2000.
- 7 Antes de rellenar de hormigón la cámara de un muro armado, se limpiará de restos de mortero y escombros. El relleno se realizará por tongadas, asegurando que se macizan todos los huecos y no se segrega el hormigón. La secuencia de las operaciones conseguirá que la fábrica tenga la resistencia precisa para soportar la presión del hormigón fresco

8.4 Armaduras

- 1 Las barras y las armaduras de tendel se almacenarán, se doblarán y se colocarán en la fábrica sin que sufran daños que las inutilicen para su función (posibles erosiones que causen discontinuidades en la película autoprotectora, ya sea en el revestimiento de resina epoxídica o en el galvanizado).
- 2 Toda armadura se examinará superficialmente antes de colocarla, y se comprobará que esté libre de sustancias perjudiciales que puedan afectar al acero, al hormigón, al mortero o a la adherencia entre ellos.
- 3 Se evitarán los daños mecánicos, rotura en las soldaduras de las armaduras de tendel, y depósitos superficiales que afecten a la adherencia.
- 4 Se emplearán separadores y estribos cuando se precisen para mantener las armaduras en su posición con el recubrimiento especificado.
- 5 Cuando sea necesario, se atará la armadura con alambre para asegurar que no se mueva mientras se vierte el mortero u el hormigón de relleno.
- 6 Las armaduras se solaparán sólo donde lo permita la dirección facultativa, bien de manera expresa o por referencia a indicaciones reflejadas en planos.
- 7 En muros con pilastras armadas, la armadura principal se fijará con antelación suficiente para ejecutar la fábrica sin entorpecimiento. Los huecos de fábrica en que se incluye la armadura se irán rellenando con mortero u hormigón al levantarse la fábrica.

8.5 Protección de fábricas en ejecución

- 1 Las fábricas recién construidas se protegerán contra daños físicos, (por ejemplo, colisiones), y contra acciones climáticas.
- 2 La coronación de los muros se cubrirá para impedir el lavado del mortero de las juntas por efecto de la lluvia y evitar eflorescencias, desconchados por caliches y daños en los materiales higroscópicos.
- 3 Se tomarán precauciones para mantener la humedad de la fábrica hasta el final del fraguado, especialmente en condiciones desfavorables, tales como baja humedad relativa, altas temperaturas o fuertes corrientes de aire.
- 4 Se tomarán precauciones para evitar daños a la fábrica recién construida por efecto de las heladas.
- 5 Si fuese necesario, aquellos muros que queden temporalmente sin arriostrar y sin carga estabilizante pero que puedan estar sometidos a cargas de viento o de ejecución, se acodalarán provisionalmente, para mantener su estabilidad.
- 6 Se limitará la altura de la fábrica que se ejecute en un día para evitar inestabilidades e incidentes mientras el mortero está fresco. Para determinar el límite adecuado se tendrán en el espesor del muro, el tipo de mortero, la forma y densidad de las piezas y el grado de exposición al viento.

9 Mantenimiento

- 1 El plan de mantenimiento establece las revisiones a que debe someterse el edificio durante su periodo de servicio.
- 2 Tras la revisión se establecerá la importancia de las alteraciones encontradas, tanto desde el punto de vista de su estabilidad como de la aptitud de servicio.
- 3 Las alteraciones que producen pérdida de durabilidad requieren una intervención para evitar que degeneren en alteraciones que afectan a su estabilidad.
- 4 Tras la revisión se determinará el procedimiento de intervención a seguir, bien sea un análisis estructural, una toma de muestras y los ensayos o pruebas de carga que sean precisos, así como los cálculos oportunos.
- 5 En el proyecto se debe prever el acceso a aquellas zonas que se consideren más expuestas al deterioro, tanto por agentes exteriores, como por el propio uso del edificio (zonas húmedas), y en función de la adecuación de la solución proyectada (cámaras ventiladas, barreras antihumedad, barreras anticondensación).
- 6 Debe condicionarse el uso de materiales restringidos, según el capítulo 4 de este DB, al proyecto de medios de protección, con expresión explícita del programa de conservación y mantenimiento correspondiente.
- 7 Las fábricas con armaduras de tendel, que incluyan tratamientos de autoprotección deben revisarse al menos, cada 10 años. Se sustituirán o renovarán aquellos acabados protectores que por su estado hayan perdido su eficacia.
- 8 En el caso de desarrollar trabajos de limpieza, se analizará el efecto que puedan tener los productos aplicados sobre los diversos materiales que constituyen el muro y sobre el sistema de protección de las armaduras en su caso.

6.5 DOCUMENTO BÁSICO AHORRO DE ENERGIA (DB HE)

Documento Básico HE Ahorro de Energía

Introducción

I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir el requisito básico de ahorro de energía. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5, y la sección HE 0 que se relaciona con varias de las anteriores. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Ahorro de energía".

Tanto el objetivo del requisito básico "Ahorro de energía", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 15 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico "Ahorro de energía" consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los *edificios*, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "DB HE Ahorro de energía" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de la demanda energética

Los *edificios* dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la *demanda energética* necesaria para alcanzar el *bienestar térmico* en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los *puentes térmicos* para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Los *edificios* dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el *bienestar térmico* de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el *proyecto del edificio*.

15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

Los *edificios* dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus *usuarios* y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

En los *edificios*, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de

Documento Básico HE Ahorro de Energía

valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

15.5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

En los *edificios* que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

II Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación en este DB se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados.

El contenido de este DB se refiere únicamente al requisito básico "Ahorro de energía". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 de la Parte I del CTE, y deberá justificarse en el proyecto el cumplimiento del requisito básico y de las exigencias básicas.

El "Catálogo de Elementos Constructivos del CTE" aporta valores para determinadas características técnicas exigidas en este DB. Los valores que el Catálogo asigna a soluciones constructivas que no se fabrican industrialmente sino que se generan en la obra tienen garantía legal en cuanto a su aplicación en los proyectos, mientras que para los productos de construcción fabricados industrialmente dichos valores tienen únicamente carácter genérico y orientativo.

Las citas en este DB a una disposición reglamentaria o a una norma EN se refieren a la versión vigente en cada momento.

IV Criterios de aplicación en edificios existentes

Criterio 1: no empeoramiento

Salvo en los casos en los que en este DB se establezca un criterio distinto, las condiciones preexistentes de ahorro de energía que sean menos exigentes que las establecidas en este DB no se podrán reducir, y las que sean más exigentes únicamente podrán reducirse hasta el nivel establecido en el DB.

Criterio 2: flexibilidad

En los casos en los que no sea posible alcanzar el nivel de prestación establecido con carácter general en este DB, podrán adoptarse soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible, determinándose el mismo, siempre que se dé alguno de los siguientes motivos:

- a) en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando otras soluciones pudiesen alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, o;
- b) la aplicación de otras soluciones no suponga una mejora efectiva en las prestaciones relacionadas con el requisito básico de "Ahorro de energía", o;
- c) otras soluciones no sean técnica o económicamente viables, o;

15.1 LIMITACION DE LA DEMANDA ENERGETICA
 15.2 RENDIMIENTO DE LAS INST. TÉRMICAS
 15.3 EFICIENCIA ENERGETICA DE LAS INST. DE ILUM.
 15.4 CONTRIBUCION SOLAR MINIMA DE AGUA CALIENTE
 15.5 CONTRIBUCION FOTOVOLTAICA MIN. ENER. ELECT.

CUMPLE
 CUMPLE
 CUMPLE
 CUMPLE
 CUMPLE

6.6 DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (DB SUA)

Documento Básico SUA Seguridad de utilización y accesibilidad con comentarios

Introducción

I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SUA 1 a SUA 9. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad".

Tanto el objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 12 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización y accesibilidad (SUA)

- 1 El objetivo del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad" consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* sufran daños inmediatos en el *uso previsto* de los edificios, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.
- 2 Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- 3 El Documento Básico DB-SUA Seguridad de utilización y accesibilidad especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad de utilización y accesibilidad.

12.1. Exigencia básica SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

12.2. Exigencia básica SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o practicables del edificio.

12.3. Exigencia básica SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

Se limitará el *riesgo* de que los *usuarios* puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

12.4. Exigencia básica SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Se limitará el *riesgo* de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los *edificios*, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

12.5. Exigencia básica SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

Se limitará el *riesgo* causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

12.6. Exigencia básica SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

Se limitará el *riesgo* de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y simi-

Documento Básico SUA Seguridad de utilización y accesibilidad con comentarios

lares mediante elementos que restrinjan el acceso.

12.7. Exigencia básica SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Se limitará el *riesgo* causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

12.8. Exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Se limitará el *riesgo* de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

12.9. Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

II Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en el artículo 2 de la Parte 1. Su contenido se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

La protección frente a los riesgos específicos de:

- las instalaciones de los edificios;
- las actividades laborales;
- las zonas y elementos de uso reservado a personal especializado en mantenimiento, reparaciones, etc.;
- los elementos para el público singulares y característicos de las infraestructuras del transporte, tales como andenes, pasarelas, pasos inferiores, etc.;

así como las condiciones de accesibilidad en estos últimos elementos, se regulan en su reglamentación específica.

Aplicación del DB SUA a escaleras mecánicas, ascensores accesibles, plataformas elevadoras verticales, etc.

Las condiciones para las escaleras mecánicas, los *ascensores accesibles*, las plataformas elevadoras verticales, etc., dado que se trata de productos industriales con normativa y reglamentación específica muy completa, se encuentran definidas en su propia reglamentación. Este DB puede establecer alguna medida adicional cuando se considere necesaria.

En el caso de las escaleras mecánicas, si bien la escalera en sí (peldaños, sistemas de seguridad, etc.) debe cumplir las condiciones establecidas en su propia reglamentación de seguridad, se deben tener además en cuenta los riesgos relacionados con el emplazamiento de dicha escalera en una zona concreta del edificio.

Por lo tanto, para desniveles superiores a 6 m es exigible una barrera de protección de 110 cm.

Aplicación del DB SUA a elementos de uso exclusivo para mantenimiento, inspección, reparaciones, etc.

Conviene recordar que el DB SUA no es aplicable a los elementos del edificio cuyo uso esté reservado a personal especializado de mantenimiento, inspección, reparación, etc. ya que dichas personas no se consideran "usuarios del edificio", que son los contemplados en el objeto del requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad". Dichos elementos deben cumplir la reglamentación de seguridad en el trabajo que en cada caso les sea aplicable.

El tercer guión se refiere, por ejemplo, a escalas fijas, tipo barco o desplegadas, etc., fosos de ascensor; cubiertas no utilizables por los usuarios del edificio, plataformas para antenas, mástiles, chimeneas, etc.

Conforme a ello, en las cubiertas a las que únicamente deba acceder personal especializado para su inspección y mantenimiento no son exigibles barreras de protección en sus bordes conforme a SUA 1-3.

Elementos para el público singulares y característicos de las infraestructuras del transporte

El cuarto guión se refiere a riesgos y a condiciones de accesibilidad vinculados a elementos realmente específicos de las infraestructuras del transporte, tales como los que se citan, pero no a una escalera o a cualquier otro elemento de dichas infraestructuras en nada diferente al de cualquier otro edificio y al cual se le deben aplicar por tanto las condiciones del DB SUA.

Situaciones en las que no se prevea un determinado tipo de usuario

Cuando a juicio de la autoridad de control quede suficientemente justificado que la presencia de determinado tipo de usuarios (personas con discapacidad visual, personas con discapacidad auditiva, usuarios de silla de ruedas, niños, etc.) no es previsible en una zona determinada, se puede considerar innecesario aplicar aquellas condiciones establecidas en el DB SUA específicamente dirigidas a ese tipo de usuarios.

Por ejemplo, se puede considerar no previsible la presencia de usuarios de silla de ruedas en aquellas plantas de hotel en las que únicamente haya habitaciones de alojamiento y ninguna de ellas sea un *alojamiento accesible*. En tal caso, en la documentación final de la obra debería quedar constancia, con el fin de que el titular de la actividad adopte las medidas oportunas.

Aplicación del DB SUA a edificios de uso industrial

En prácticamente todos los edificios de uso principal industrial cabe diferenciar entre zonas de actividad propiamente industrial y zonas para otros tipos actividad: oficinas, vestuarios, comedor, descanso, etc.

En las zonas de actividad no industrial de los edificios industriales se deben aplicar las condiciones que se establecen en este DB para dichas zonas. En cambio, en las zonas de actividad industrial se debe aplicar la reglamentación de seguridad industrial y de seguridad en el trabajo.

Como en el conjunto del CTE, el ámbito de aplicación de este DB son las obras de edificación. Por ello, los elementos del entorno del edificio a los que les son aplicables sus condiciones son aquellos que forman parte del proyecto de edificación. Conforme al artículo 2, punto 3 de la ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), se consideran comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritos al edificio.

Las exigencias que se establezcan en este DB para los edificios serán igualmente aplicables a los establecimientos.

III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB⁽¹⁾, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE, y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas. Cuando la aplicación de las condiciones de este DB en obras en edificios existentes no sea técnica o económicamente viable o, en su caso, sea incompatible con su grado de protección, se podrán aplicar aquellas soluciones alternativas que permitan la mayor adecuación posible a dichas condiciones. En la documentación final de la obra deberá quedar constancia de aquellas limitaciones al uso del edificio que puedan ser necesarias como consecuencia del grado final de adecuación alcanzado y que deban ser tenidas en cuenta por los titulares de las actividades.

Esta condición se ha hecho extensiva al conjunto del CTE y de sus requisitos básicos mediante la modificación del artículo 2 de la Parte I del CTE introducida por la Ley 8/2013 de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas en el punto 3 de su artículo 1.

Adecuación de edificios existentes a las condiciones de accesibilidad del DB SUA

Los edificios existentes deben adecuarse a las condiciones de accesibilidad que establece el DB SUA antes del 4 de diciembre de 2017 en todo aquello que sea susceptible de ajustes razonables, conforme a la disposición adicional tercera, apartado b), del Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social.

Cumplimiento del DB SUA en edificios existentes y efectividad de la adecuación al DB

Lo que establece este apartado implica, junto con el punto 3 del artículo 2 de la parte I del CTE, que en obras en edificios existentes en las que se den las limitaciones (restricciones) que se citan, no se incumple el CTE si se aplican soluciones que supongan, a juicio de las administraciones de control edificatorio, el mayor grado de adecuación efectiva global posible de las condiciones reguladas en este DB.

⁽¹⁾ En edificios existentes se pueden proponer soluciones alternativas basadas en la utilización de elementos y dispositivos mecánicos capaces de cumplir la misma función.

La adecuación a este DB de un elemento que se modifica puede no ser efectiva cuando depende de la necesaria contribución de otros elementos que, por no modificarse con la reforma, no se adecuan a este DB. Por ejemplo, podría ser el caso de una reforma de un aseo de un establecimiento no accesible para usuarios de silla de ruedas, en la que dotar a dicho aseo de las condiciones de accesibilidad para dichos usuarios no aportaría ninguna mejora efectiva.

Plataformas elevadoras verticales y salvaescaleras

Respecto a la nota 1 de este apartado, el uso de plataformas elevadoras queda condicionado a que se trate de intervenciones en edificios existentes, y siempre que la instalación de ascensor o rampa accesible (cuando sea exigible según la sección SUA 9) sea inadecuado o inviable.

La instalación de plataformas salvaescaleras tiene como condición que en su posición de uso no impidan la utilización segura de la escalera por personas a pie, que en su posición plegada, no reduzcan ni la anchura mínima exigible ni la de cálculo de los elementos de evacuación (pasillos, escaleras, etc.) y que se pongan los medios humanos o técnicos necesarios para asegurar que en caso de emergencia no se entorpezca la evacuación.

Documento de apoyo sobre elementos y dispositivos mecánicos

El DA DB-SUA / 2 define las prestaciones de los dispositivos mecánicos, *ascensores accesibles*, plataformas elevadoras verticales y plataformas salvaescaleras.

Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento que se aplica el mismo. Cuando se cita una norma UNE, UNE-EN o UNE-EN ISO debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aun cuando exista una versión posterior, excepto cuando se trate de normas UNE correspondientes a normas EN o EN ISO cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea en el marco de la aplicación de la Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción, en cuyo caso la cita debe relacionarse con la versión de dicha referencia.

Conforme a la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, se entienden como "disposiciones reglamentarias" las disposiciones dictadas por la Administración pública que se sitúan en el ordenamiento jurídico con un rango formal inferior a la ley, tales como el REBT, RITE, Real Decreto 486/1997, etc.

Se entienden como "normas" aquellas especificaciones técnicas aprobadas por organismos reconocidos de actividad normativa cuya observancia no es obligatoria, tales como las normas UNE, UNE-EN, ISO, etc.

A efectos de este DB deben tenerse en cuenta los siguientes criterios de aplicación:

- 1 Los edificios o zonas cuyo uso previsto no se encuentre entre los definidos en el Anejo SUA A de este DB deberán cumplir, salvo indicación en otro sentido, las condiciones particulares del uso al que mejor puedan asimilarse.

Clasificación de usos en el DB SUA

El DB SUA utiliza tres criterios diferentes y no excluyentes de clasificación de los usos:

- Según la actividad. Se aplica a edificios, a establecimientos o a zonas, por tanto es la más global. Son los usos *Residencial Vivienda*, *Residencial Público*, *Pública Concurrencia*, *Comercial*, *Sanitario*, etc.
- Según número y tipo de usuarios. Sólo se aplica a zonas o elementos. Cualquier zona, que siempre es de un uso según la actividad, es además de *uso general* o bien de *uso restringido*.
- Según su disponibilidad por el público y su familiaridad con el edificio. En principio cabe decir que es una clasificación aplicable a zonas de los edificios. Pero mientras que no abundan los edificios totalmente de *uso público*, ya que siempre suele haber algunas zonas de *uso privado*, si hay edificios que son en su totalidad de *uso privado*, como es el caso de muchos edificios de *uso Residencial Vivienda* (otros en cambio tienen locales o establecimientos de *uso público*) o de *uso Administrativo* no abiertos al público.

Es importante no confundir "zonas de uso privado" con "zonas de uso restringido" o con "uso Residencial Vivienda".

En relación con lo arriba indicado, los elementos de evacuación que se utilicen únicamente en caso de emergencia tienen el carácter de *uso público* o *privado*, *general* o *restringido* que tenga la zona a la que sirven.

Asimilación a más de un uso de los contemplados en el DB SUA

Cuando los diferentes aspectos de riesgo de una determinada actividad sean asimilables a diferentes usos de los contemplados en el DB SUA (los definidos en el Anejo SUA A) es posible aplicar en cada aspecto las condiciones reglamentarias del uso al cual dicho aspecto se puede asimilar, siempre que se justifique adecuadamente en base a un análisis de los riesgos específicos de la actividad en cuestión.

El análisis de las particularidades de cada actividad y la decisión acerca de cual sea la asimilación o asimilaciones más adecuadas, corresponde al autor del proyecto. La decisión acerca de la validez de lo anterior corresponde a la autoridad de control edificatorio.

Establecimientos para actividades profesionales

En los establecimientos para actividades profesionales tales como despachos de abogados, oficinas técnicas, notarías, consultas de médicos, dentistas, centros docentes, academias, etc., los despachos en sí siempre se consideran zona de *uso privado*. El resto de las zonas se consideran *uso público o privado* en función de si al establecimiento o a la zona en cuestión tiene acceso o no "el público".

A estos efectos se considera que aquellos establecimientos que sean de "pequeña entidad" en los que las personas acuden citadas de forma personalizada y en un número limitado (se puede considerar razonable establecer dicho límite en 100 m² de *superficie útil* y en 10 personas de ocupación) no están abiertos "al público", por lo que todas sus zonas se consideran de *uso privado* y pueden asimilarse, en el caso de que no lo sean, al *uso Administrativo*.

Hay que tener en cuenta que el hecho de asimilar estos espacios a *uso privado* no implica que puedan ser no accesibles por no considerarse de *uso público*, sino que las condiciones de accesibilidad aplicables a estos espacios y sus elementos son las propias de *uso privado*, es decir las relacionadas con un entorno conocido por el usuario. Véase también el comentario al punto 2 del apartado SUA 9-1.1.2 Accesibilidad en establecimientos.

- 2 Cuando un cambio de uso afecte únicamente a parte de un edificio o cuando se realice una ampliación a un edificio existente, este DB deberá aplicarse a dicha parte, y disponer cuando sea exigible según la Sección SUA 9, al menos un *itinerario accesible* que la comunique con la vía pública.

Cambio de uso característico de un edificio o establecimiento

Conforme al artículo 2, punto 5 de la Parte I del CTE, cuando se cambie el uso característico de un edificio o de un establecimiento, este debe adecuarse a las condiciones de este DB, aun cuando no estuviera previsto realizar obras. Cuando no se cambie el uso característico dicha adecuación puede limitarse a los elementos afectados por las obras.

Cabe entender que el uso característico de un edificio o establecimiento a efectos, no de todo el CTE, sino de un determinado DB del CTE, es aquel que, por ser el principal o dominante, caracteriza a dicho edificio o establecimiento a efectos de dicho DB.

Los únicos DBs que establecen expresamente los usos característicos que consideran y que los definen en sus anejos de terminología son el DB SI y el DB SUA. Conforme a dichas definiciones, por ejemplo, un establecimiento que pasa de ser una zapatería a ser una papelería no cambia su uso característico, el cual sigue siendo Comercial. En cambio, una zapatería que pasa a ser un bar cambia su uso característico de Comercial a Pública Concurrencia, teniendo en cuenta para ello la definición del este último contenida en el DB SUA, ya que la contenida en el DB SI fue anulada mediante sentencia del Tribunal Supremo de 4/5/2010 (BOE 30/7/2010).

Uso y cambio de uso a efectos del DB SUA

La aplicación del DB SUA es función de los usos característicos que se establece en el mismo, no de los que se establecen en otros DB del CTE o en otras reglamentaciones u ordenanzas, aun cuando las denominaciones de los usos coincidan.

Por ejemplo, en un cambio de actividad de un edificio o un establecimiento puede ocurrir:

- que no se cambie el uso respecto a los establecidos en este DB, en cuyo caso debe considerarse como una reforma y aplicarse el DB a los elementos afectados
- que se cambie el uso respecto a los establecidos en este DB, en cuyo caso habrá que cumplir las condiciones de cambio de uso, parcial o característico según el caso, incluso aunque no estuviera prevista la realización de obras.

Accesibilidad a local sin uso previo en edificio existente

Un local sin ningún uso previo en un edificio existente viene a ser, a efectos del CTE, una obra inacabada. El proyecto y obra de terminación de dicho local para un uso determinado debe cumplir (al margen de cómo se denomine la licencia correspondiente, desde la óptica municipal) todas las exigencias del CTE vigentes en el momento de solicitar licencia para dicha obra (no para la obra inicial), incluidas las de seguridad de utilización y accesibilidad, particularizadas para el uso en cuestión.

Además hay que tener en cuenta que, aunque se trate de un establecimiento nuevo, puede estar integrado en un edificio existente, el cual impone al establecimiento unas condiciones de contorno, principalmente de acceso, cuya dificultad de modificación o adaptación debería ser tenida en cuenta por la autoridad de control a la hora de aplicar el DB SUA con un razonable grado de flexibilidad. Dicha flexibilidad está reconocida expresamente en el primer párrafo de este apartado en términos genéricos, aunque lógicamente corresponde a la autoridad de control su concreción para las características particulares de cada caso.

Si bien esta flexibilidad puede ser razonable en un edificio construido con anterioridad a la aprobación del DB SUA, no lo es en el caso de un edificio construido posteriormente a éste. Por ello, en este último caso, no es admisible que en un establecimiento, aunque se deje sin actividad, no se prevea la adecuación final a las condiciones del DB SUA, bien adecuándolo ya de inicio, o bien haciendo posible su adecuación posterior con medidas tanto económica como técnicamente viables, puesto que las condiciones de accesibilidad exigibles al establecimiento son conocidas de antemano.

Por otra parte, no parece justificable que el grado de flexibilidad que se aplique al primer uso de un establecimiento nuevo en un local existente desde hace tiempo sea mayor, sólo por el paso del tiempo, que el que se la aplicaría al mismo local si hubiese estado en uso durante ese tiempo y en la actualidad cambiase dicho uso.

Aplicación del DB SUA a cambios de actividad, a cambios de titularidad y a legalizaciones

La competencia para regular los cambios de actividad, los cambios de titularidad y las legalizaciones es de los ayuntamientos, por lo que corresponde a estos decidir sobre el alcance de la aplicación del CTE a dichos procesos. No obstante, cuando un cambio de actividad vaya acompañado de una obra de reforma o de un cambio del uso característico se debe aplicar el CTE en la forma establecida en este.

Transformación en viviendas de una planta bajo cubierta

Una obra de reforma para implantar viviendas nuevas en un espacio bajo cubierta destinado inicialmente a otro fin, por ejemplo trasteros, tiene la consideración de obra de ampliación y conforme al punto 2 de este apartado, las nuevas viviendas deben disponer de al menos un *itinerario accesible* que las comunique con la vía pública, siempre que sea exigible según SUA 9. Es decir, siempre que el bajo cubierta esté en la planta cuarta o superior o siempre que tras la obra el edificio pase a tener más de 12 viviendas en plantas distintas a la de acceso.

Dado que a dicha obra también se le deberá aplicar el DB SI y que con ella el edificio aumenta su altura de evacuación, el edificio deberá adecuarse en todas aquellas condiciones del DB SI asociadas a la nueva altura.

- 3 En obras de reforma en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio modificados por la reforma, siempre que ello suponga una mayor adecuación a las condiciones de seguridad de utilización y accesibilidad establecidas en este DB.

Alcance de la aplicación del DB SUA en intervenciones en las que se mantenga el uso. Proporcionalidad

Con estos criterios generales no se pretende que cualquier intervención en la que se mantenga el uso suponga la total adecuación del edificio al DB (lo que en muchos casos sería imposible) sino que haya proporcionalidad entre el alcance constructivo de la intervención y el grado de mejora de las condiciones de seguridad de utilización y accesibilidad que se lleve a cabo.

En este sentido, por ejemplo, en el caso de exigir el cumplimiento de las condiciones establecidas para las barandillas, no es lo mismo una obra de reforma de alcance limitado que no contemple modificar dichas barandillas, que una obra de rehabilitación integral que en la práctica supone hacer un edificio nuevo totalmente adecuado a la reglamentación actual, pero con la salvedad de que la no modificación de las fachadas (barandillas incluidas) viene impuesta por la protección de las mismas.

En el segundo caso se considera que la protección de las fachadas no es argumento suficiente para mantener condiciones graves de inseguridad y que sería necesario buscar la forma de compatibilizar dicha protección con la necesidad de mejorar dichas condiciones en la mayor medida posible.

La decisión final acerca de si, en cada caso concreto, dicha proporcionalidad y el grado de mejora son razonablemente suficientes, corresponde a la autoridad de control edificatorio.

Elementos modificados, elementos afectados y adecuación efectiva

El punto 3 establece condiciones para los elementos o productos que se modifiquen sustancialmente, sustituyan a uno existente o se incorporen nuevos, así como para aquellos que, aun no estando prevista su adecuación, vean modificadas las exigencias que tienen que cumplir como consecuencia de la intervención. En este caso, deberían cumplir las prestaciones que aportan individualmente, a menos que su aportación sea muy reducida o irrelevante. Por ejemplo:

- La sustitución o incorporación de un vidrio con riesgo de impacto según SUA 2-1.3 debe hacerse atendiendo a la exigencia de resistencia a impacto de vidrios.
- En el caso de la sustitución de una baldosa, aunque existe la exigencia de resbaladidad, la contribución de una única baldosa al riesgo de deslizamiento es tan reducida que no sería necesario el cumplimiento de esta exigencia, considerándose esta obra como de simple mantenimiento.
- En el caso de la reforma de un edificio o establecimiento en la que se vaya a modificar el aseo pero en la que no estén previstas obras en el acceso y éste no sea accesible, la adaptación del aseo para usuarios de silla de ruedas no supondría una mejora efectiva, por lo que no sería exigible. No obstante, conviene tener en cuenta que antes del 4 de diciembre de 2017 deben adecuarse a las condiciones de accesibilidad que establece el DB SUA aquellos edificios susceptibles de ajustes razonables.
- La reforma de un espacio en la que se amplíe el desnivel respecto al existente, puede exigir adecuar la altura de la barrera de protección por tratarse de un elemento que, aunque no se tenía previsto modificar, ha visto afectadas sus exigencias por la intervención.
- El cambio del carácter de una zona de un establecimiento de *uso privado* a *uso público*, incluso cuando se pudiese llevar a cabo sin necesidad de realizar ninguna obra, puede obligar a disponer de al menos un itinerario accesible desde la vía pública hasta dicha zona, así como a reformar aquellos elementos cuyas características para uso público deban ser más exigentes conforme al DB SUA como por ejemplo:
 - Contrahuellas de los peldaños,
 - Altura salvada por los tramos de escalera,
 - Señalización de elementos accesibles, etc.

6.7 DOCUMENTO BÁSICO SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (DB-SI)

Documento Básico SUA Seguridad de utilización y accesibilidad con comentarios

Renovación de ascensores en edificios existentes

Conforme a lo que establece el punto 3, una obra de renovación total de los ascensores de un edificio existente es una intervención que, por su importancia, debe alcanzar el mayor grado de adecuación efectiva de dichos ascensores a las condiciones que establece este DB SUA que sea técnica y económicamente compatible con el alcance de la obra.

Por ello, al menos un ascensor se debe sustituir por uno accesible en la medida en que sea técnica y económicamente viable, cuando sea exigible según SUA 9.

En el caso de edificios de vivienda, conviene además tener en cuenta a este respecto:

- Que las comunidades están obligadas a llevar a cabo las obras que sean necesarias para facilitar el uso adecuado de los elementos comunes del edificio a los usuarios del mismo con discapacidad o mayores de 70 años, "siempre que el importe repercutido anualmente de las mismas, una vez descontadas las subvenciones o ayudas públicas, no exceda de doce mensualidades ordinarias de gastos comunes" (artículo 10, apartado b), de la Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal).
- Que los edificios existentes deben adecuarse a las condiciones de accesibilidad que establece el DB SUA antes del 4 de diciembre de 2017 en todo aquello que sea susceptible de ajustes razonables (disposición adicional tercera, apartado b), del Real Decreto Legislativo 1/2013).

Aunque la adecuación de los itinerarios en las plantas (fundamentalmente las relacionadas con los recorridos entre las viviendas y la vía pública) no sería exigible tras la incorporación de un ascensor para la mejora de la accesibilidad entre plantas, hay que tener en cuenta que también dicha adecuación se debería llevar a cabo conforme al segundo guión anterior.

- 4 En todo caso, las obras de reforma no podrán menoscabar las condiciones de seguridad de utilización y accesibilidad preexistentes, cuando éstas sean menos estrictas que las contempladas en este DB.

Esta condición se ha hecho extensiva al conjunto del CTE y de sus requisitos básicos mediante la modificación del artículo 2 de la Parte I del CTE introducida por la Ley 8/2013 de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas en el punto 3 de su artículo 1.

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SUA

La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

V Terminología

A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, o bien en el anejo A de este DB, cuando se trate de términos relacionados únicamente con el requisito básico "Seguridad de utilización y accesibilidad", o bien en el Anexo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

12 EXIGENCIAS BÁSICAS DE SEGURIDAD DE UTILIZACION Y ACCESIBILIDAD (SUA)

- | | |
|--|---------------------|
| 12.1. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas | CUMPLE |
| 12.2. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento | CUMPLE |
| 12.3. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento | CUMPLE |
| 12.4. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada | CUMPLE |
| 12.5. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación | CUMPLE |
| 12.6. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento | NO APLICABLE |
| 12.7. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento | NO APLICABLE |
| 12.8. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo | CUMPLE |
| 12.9. EXIGENCIAS BÁSICA SUA 9: Accesibilidad | CUMPLE |

Documento Básico SI con comentarios

Tabla 1.1 Condiciones de compartimentación en sectores de incendio

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
En general	<ul style="list-style-type: none"> - Todo establecimiento debe constituir sector de incendio diferenciado del resto del edificio excepto, en edificios cuyo uso principal sea <i>Residencial Vivienda</i>, los establecimientos cuya superficie construida no exceda de 500 m² y cuyo uso sea <i>Docente, Administrativo o Residencial Público</i>. - Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que esté integrada debe constituir un sector de incendio diferente cuando supere los siguientes límites: <ul style="list-style-type: none"> Zona de uso <i>Residencial Vivienda</i>, en todo caso. Zona de alojamiento⁽¹⁾ o de uso <i>Administrativo, Comercial o Docente</i> cuya superficie construida exceda de 500 m². Zona de uso Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 500 personas. Zona de uso <i>Aparcamiento</i> cuya superficie construida exceda de 100 m²⁽²⁾. Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de independencia. - Un espacio diáfano puede constituir un único sector de incendio que supere los límites de superficie construida que se establecen, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, al menos el 75% de su perímetro sea fachada y no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable. - No se establece límite de superficie para los sectores de riesgo mínimo.
<i>Residencial Vivienda</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2.500 m². - Los elementos que separan viviendas entre sí deben ser al menos EI 60.
<i>Administrativo</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de 2.500 m².
<i>Comercial</i> ⁽³⁾	<ul style="list-style-type: none"> - Excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes, la superficie construida de todo sector de incendio no debe exceder de: <ul style="list-style-type: none"> i) 2.500 m², en general; ii) 10.000 m² en los establecimientos o centros comerciales que ocupen en su totalidad un edificio íntegramente protegido con una instalación automática de extinción y cuya altura de evacuación no exceda de 10 m.⁽⁴⁾ - En establecimientos o centros comerciales que ocupen en su totalidad un edificio exento íntegramente protegido con una instalación automática de extinción, las zonas destinadas al público pueden constituir un único sector de incendio cuando en ellas la altura de evacuación descendente no exceda de 10 m ni la ascendente exceda de 4 m y cada planta tenga la evacuación de todos sus ocupantes resuelta mediante salidas de edificio situadas en la propia planta y salidas de planta que den acceso a escaleras protegidas o a pasillos protegidos que conduzcan directamente al espacio exterior seguro.⁽⁴⁾ - En centros comerciales, cada establecimiento de uso Pública Concurrencia: <ul style="list-style-type: none"> i) en el que se prevea la existencia de espectáculos (Incluidos cines, teatros, discotecas, salas de baile, etc.), cualquiera que sea su superficie; ii) destinado a otro tipo de actividad, cuando su superficie construida exceda de 500 m²; debe constituir al menos un sector de incendio diferenciado, incluido el posible vestíbulo común a diferentes salas⁽⁵⁾.
<i>Residencial Público</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m². - Toda habitación para alojamiento, así como todo oficio de planta cuya dimensión y uso previsto no obliguen a su clasificación como local de riesgo especial conforme a SI 1-2, debe tener paredes EI 60 y, en establecimientos cuya superficie construida exceda de 500 m², puertas de acceso EI₂ 30-C5.
<i>Docente</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Si el edificio tiene más de una planta, la superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 4.000 m². Cuando tenga una única planta, no es preciso que esté compartimentada en sectores de incendio.
<i>Hospitalario</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Las plantas con zonas de hospitalización o con unidades especiales (quirófanos, UVI, etc.) deben estar compartimentadas al menos en dos sectores de incendio, ca-

Comunicación entre un local de riesgo especial bajo (local de contadores) y un aparcamiento

A efectos de aplicación del DB SI, un cuarto de contadores de electricidad no constituye un uso diferenciado en sí mismo, por lo que en su comunicación con un aparcamiento no precisa tener vestíbulo de independencia, como se exige a toda comunicación entre un aparcamiento y cualquier otro uso de los definidos como tales en el DB SI.

Conforme a SI 1-2, dicho recinto debe tratarse como local de riesgo especial bajo, lo que supone que su acceso debe disponer de una puerta EI₂ 45-C5, sin que sea preciso vestíbulo de independencia.

Vivienda integrada en establecimiento de uso Residencia Pública

En un establecimiento de uso Residencial Público que integra una vivienda (p. ej. de quienes gestionan el establecimiento) se puede considerar innecesario que dicha vivienda constituya un sector de incendio diferente. En cuanto a la puerta de dicha vivienda, lo lógico es que cuando los alojamientos estén obligados a tener puerta de acceso EI₂30-C5 también la tenga la vivienda.

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio⁽¹⁾⁽²⁾

Elemento	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego		
		Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación:		
		h ≤ 15 m	15 < h ≤ 28 m	h > 28 m
Paredes y techos ⁽³⁾ que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto: ⁽⁴⁾				
- Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso	(no se admite)	EI 120	EI 120	EI 120
- Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
- Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	EI 120 ⁽⁵⁾	EI 90	EI 120	EI 180
- Aparcamiento ⁽⁶⁾	EI 120 ⁽⁷⁾	EI 120	EI 120	EI 120
Puertas de paso entre sectores de incendio	EI ₂ t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre, o bien la cuarta parte cuando el paso se realice a través de un vestíbulo de independencia y de dos puertas.			

⁽¹⁾ Considerando la acción del fuego en el interior del sector, excepto en el caso de los sectores de riesgo mínimo, en los que únicamente es preciso considerarla desde el exterior del mismo. Un elemento delimitador de un sector de incendios puede precisar una resistencia al fuego diferente al considerar la acción del fuego por la cara opuesta, según cual sea la función del elemento por dicha cara: compartimentar una zona de riesgo especial, una escalera protegida, etc.

⁽²⁾ Como alternativa puede adoptarse el tiempo equivalente de exposición al fuego, determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B.

⁽³⁾ Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la resistencia al fuego R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI.

⁽⁴⁾ La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que está destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB.

⁽⁵⁾ El 180 si la altura de evacuación del edificio es mayor que 28 m.

⁽⁶⁾ Resistencia al fuego exigible a las paredes que separan al aparcamiento de zonas de otro uso. En relación con el forjado de separación, ver nota (3).

⁽⁷⁾ El 180 si es un aparcamiento robotizado.

Elementos sectorizadores en viviendas unifamiliares

Una vivienda unifamiliar nunca precisa tener sectores de incendio en su interior. Los locales de riesgo especial que pueda contener se deben compartimentar conforme a lo que se indica en SI 1, tabla 2.2.

Dado que las viviendas unifamiliares de un mismo proyecto se consideran un mismo "edificio", las separaciones entre ellas no se consideran medianerías ni precisan separar sectores de incendio diferentes, por lo que no es preciso aplicarles las condiciones de fachadas y cubiertas que se establecen en SI 2, sino únicamente la separación EI 60 exigible entre viviendas de un mismo edificio. Entre viviendas de edificios diferentes sí son aplicables las condiciones de SI 2.

4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

- Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1.
- Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en su reglamentación específica.

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0	E _{FL}
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3,d0	B _{FL} -s2 ⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado.

⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L.

⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo.

⁽⁴⁾ Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En uso Hospitalario se aplicarán las mismas condiciones que en pasillos y escaleras protegidos.

⁽⁵⁾ Véase el capítulo 2 de esta Sección.

⁽⁶⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.

Superficies exentas de exigencias a su reacción al fuego

La exención que hace la nota (1) a los revestimientos que no superen "el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes ..." supone que como "conjunto" debe entenderse, o bien todas las paredes de un determinado ámbito (planta o sector de incendio) cuando se trate de una obra de reforma que afecte a la totalidad de dicho ámbito, o bien un conjunto más limitado de paredes, cuando dicha obra se circunscriba a estas. En ambos casos, sin descontar la superficie ocupada por las puertas de habitaciones, ascensores, etc., aunque a ellas no les es aplicable limitaciones a su reacción al fuego.

La intención de la anterior exención y lo que la hace aplicable, es que la superficie exenta esté razonablemente repartida en pequeños elementos, zonas localizadas, remates, etc. y no concentrada en una zona que, aunque limitada en porcentaje, al poder tener una superficie considerable y al no estar sujeta a ningún límite en cuanto a su reacción al fuego, pueda suponer un riesgo de propagación importante.

- Los cerramientos formados por elementos textiles, tales como carpas, serán clase M2 conforme a UNE 23727:1990 "Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción. Clasificación de los materiales utilizados en la construcción".
- En los edificios y establecimientos de uso Pública Concurrencia, los elementos decorativos y de mobiliario cumplirán las siguientes condiciones:
 - Butacas y asientos fijos tapizados que formen parte del proyecto en cines, teatros, auditorios, salones de actos, etc.:
Pasan el ensayo según las normas siguientes:
 - UNE-EN 1021-1:2006 "Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado - Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión".

Sección SI 2 Propagación exterior

1 Medianerías y fachadas

- Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.
- Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una *escalera protegida* o *pasillo protegido* desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia d en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas (véase figura 1.1). Para valores intermedios del ángulo α , la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal.

Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia d hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

α	0° ⁽¹⁾	45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

⁽¹⁾ Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

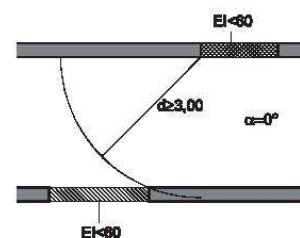


Figura 1.1. Fachadas enfrentadas

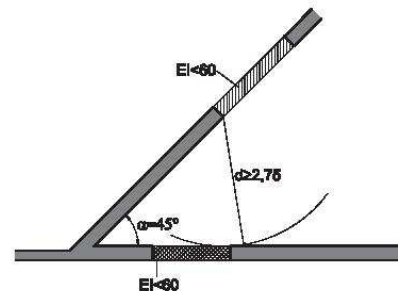


Figura 1.2. Fachadas a 45°

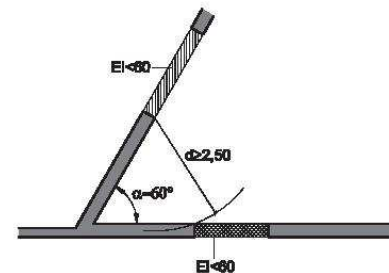


Figura 1.3. Fachadas a 60°

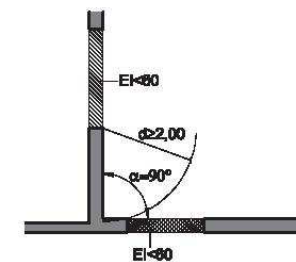


Figura 1.4. Fachadas a 90°

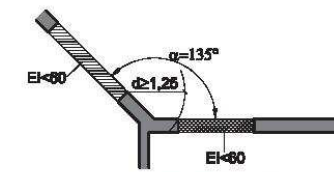


Figura 1.5. Fachadas a 135°

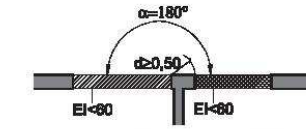


Figura 1.6. Fachadas a 180°

Separación respecto de terrazas, tendedores, etc.

El objetivo es que la distancia desde el foco radiante de un incendio de pleno desarrollo en una fachada sobre otros huecos sea mayor cuanto más frontal sea el flujo radiante que incide sobre éstos. Por ello, ante configuraciones de fachada no explícitamente contempladas en dicho artículo, por ejemplo cuando la fachada del edificio origen de un posible incendio tiene terrazas, tendedores, galerías, etc. además de huecos, las cuestiones a analizar son dos:

- Si es previsible que dichas terrazas o tendedores se utilicen para acumular carga de fuego o elementos de riesgo en cantidades peligrosas, pudiendo llegar a ser el foco radiante de un incendio de pleno desarrollo, o si, en caso contrario, dicho foco radiante lo serían los huecos de fachada.
- En el primer caso, cuál sería el ángulo de incidencia del flujo de radiación originado en la terraza o tendadero sobre los huecos "pasivos", a efectos de aplicar la distancia necesaria conforme a SI 2-1 en función de dicho ángulo.

Elementos verticales salientes en fachada como alternativa a separación en proyección horizontal

Cuando los huecos en fachada no cumplan la separación en proyección horizontal que se establece en función del ángulo, pueden disponerse elementos verticales salientes en fachada para cumplir dicha condición, siempre que sean E 30 y que su dimensión saliente sea la necesaria para interponerse entre los puntos de los huecos que no cumplan la separación exigible.

Distancia entre los huecos de una escalera protegida exterior y los huecos de una fachada con una galería abierta

Una escalera exterior debe cumplir las distancias que se establecen en SI 2-1 respecto de huecos en fachada o de zonas de ella que no sean EI 60 cuando deba ser protegida o especialmente protegida, ya sea por ser exigible conforme a SI 3-5 o porque, sin serlo, el proyectista ha optado por ello para obtener mayor capacidad de evacuación.

Si la escalera está situada próxima a una fachada con galerías abiertas a las que abren puertas y ventanas, dicha distancia debe medirse entre todo punto de la envolvente de la escalera que no sea al menos EI 60 y el borde exterior más próximo de la galería abierta más cercana. El vuelo de las galerías hace que la propagación exterior de un posible incendio por dichos huecos pueda resultar más cercana al perímetro de la escalera que en el caso de que la galería no existiese.

- Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una *escalera protegida* o hacia un *pasillo protegido* desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 1.7). En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente (véase figura 1.8).

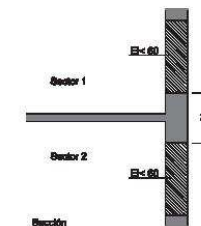


Figura 1.7. Encuentro forjado-fachada

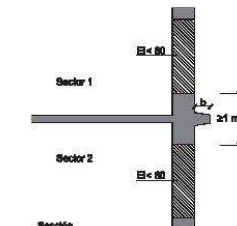


Figura 1.8. Encuentro forjado-fachada con saliente

Resistencia al fuego del encuentro entre forjado y fachada

Considerado como elemento separador, el forjado debe aportar la resistencia al fuego EI exigible conforme a la tabla 2.2 de SI 1-2 incluso en el encuentro con la fachada, con independencia de cómo esté resuelto constructivamente dicho encuentro y de la existencia o no de un elemento de sellado en el mismo.

Además de lo anterior, el forjado debe también aportar una resistencia al fuego R exigible conforme a la tabla 3.1 de SI 6-3.

Resistencia al fuego de las paredes de los pasillos o galerías abiertos al exterior

Las paredes de los pasillos o galerías abiertos al exterior se consideran fachadas y no precisan tener ninguna resistencia al fuego, excepto en las zonas afectadas por las condiciones que se establecen en SI 2-1.

- 4 La clase de *reacción al fuego* de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

Consideración del arranque de una fachada como accesible al público

Hay casos en los que el arranque de una fachada se puede considerar no accesible al público y en los que, por lo tanto, únicamente es preciso aplicar las condiciones establecidas en este punto cuando la altura de la fachada exceda de 18 m.

Este puede ser el caso, siempre que el arranque de la fachada esté en parcela privativa del edificio, o bien cuando, aunque esté en zona pública, tenga delante elementos que restrinjan el acceso hasta ella, como por ejemplo un espacio ajardinado no transitable, una lámina de agua, etc.

Reacción al fuego exigible a toldos

Los toldos tienen la consideración de "productos de construcción" en el marco del Reglamento del Parlamento y el Consejo nº 305/2011.

El anexo ZA de dicha norma determina los requisitos esenciales que debe contemplar el marcado CE de dichos productos. Dado que el requisito "Seguridad en caso de incendio", y dentro de él, la característica "Reacción al fuego" no aparecen citados, de ello se deduce que dicho requisito y característica no pueden ser objeto de exigencias reglamentarias en el ámbito de los Estados miembro de la UE.

Lo cual da respuesta, en sentido negativo, a la pregunta sobre si a los toldos de fachada les son aplicables las condiciones de reacción al fuego que el DB SI establece para las fachadas.

No obstante cabe subrayar que, aunque por lo antes apuntado el marcado CE de dichos productos no incluya características de reacción al fuego, dicho marcado es obligatorio desde el 1 de agosto de 2010.

Aplicación de las condiciones de reacción al fuego

Las condiciones de reacción al fuego de las fachadas son también aplicables a los cerramientos ligeros y a los petos y defensas de las terrazas, así como a las celosías y protecciones solares de fachada.

2 Cubiertas

- 1 Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una *resistencia al fuego* REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un *sector de incendio* o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

Justificación de la resistencia al fuego de las franjas de fachada y de cubierta

Para justificar la resistencia al fuego en franjas de cubierta, basta con justificar que la resistencia al fuego del elemento constructivo que constituye la franja, considerado como elemento de cerramiento completo y no como elemento-franja, así como la de los elementos estructurales que la soportan, es la exigible.

Por tanto, pueden adoptarse para ello los valores tabulados reconocidos disponibles de resistencia al fuego de cerramientos verticales u horizontales.

- 2 En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la dis-

tancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

d (m)	≥2,50	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0
h (m)	0	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

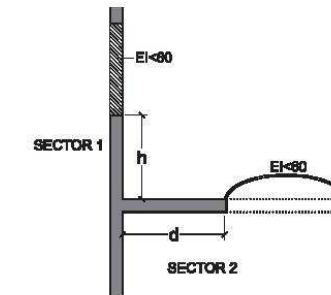


Figura 2.1 Encuentro cubierta-fachada

Altura h a considerar cuando el hueco de la cubierta está elevado respecto de ésta

Lo relevante es la proximidad entre el hueco de cubierta desde el cual puede tener lugar la propagación de un incendio y la zona de fachada situada por encima de dicho hueco a través de la cual puede tener lugar dicha propagación.

Por ello, cuando las zonas de cubierta que no sean EI 60 estén elevadas respecto a la superficie de ésta, por ejemplo, cuando se trate de un lucernario sobre un zócalo, la altura h a considerar debe ser la existente desde el hueco del lucernario hasta la zona de fachada que no sea EI 60.

- 3 Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de *reacción al fuego* B_{ROOF} (t1).

Sentido de la acción del fuego sobre fachada y cubiertas

En las zonas de fachadas y cubiertas convencionales afectadas por condiciones de resistencia al fuego debe considerarse la acción del fuego en función de cómo esté situada, en cada caso, la franja de fachada o de cubierta separadora de los sectores a independizar respecto de dichos sectores. Dicha acción del fuego puede tener lugar desde interior del edificio, desde el exterior o desde el interior en una zona de la franja y desde el exterior en otra zona.

Ante la dificultad de hacer una justificación que refleje dicha casuística, se puede considerar en todo caso, muy del lado de la seguridad, la acción del fuego desde el interior del edificio.

Validez de ventanas que aporten la resistencia al fuego necesaria en fachadas

La exigencia de que una determinada zona de fachada sea resistente al fuego, puede cumplirse mediante un elemento acristalado fijo que garantice el valor EI necesario (el conjunto del elemento, no únicamente el vidrio) pero no mediante una ventana practicable, dado que cuando esté abierta no aporta la función resistente al fuego necesaria.

Sección SI 3

Evacuación de ocupantes

1 Compatibilidad de los elementos de evacuación

- 1 Los *establecimientos de uso Comercial* o Pública Concurrencia de cualquier superficie y los de *uso Docente, Hospitalario, Residencial Público o Administrativo* cuya superficie construida sea mayor que 1.500 m², si están integrados en un edificio cuyo *uso previsto* principal sea distinto del suyo, deben cumplir las siguientes condiciones:
- sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el *espacio exterior seguro* estarán situados en elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el *establecimiento* en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como *salida de emergencia* de otras zonas del edificio,
 - sus *salidas de emergencia* podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un *vestíbulo de independencia*, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

Salida habitual no utilizable en caso de emergencia

Las salidas se regulan (y se entienden) según su función de salida, no según su función como acceso.

Una salida de uso habitual es aquella que se utiliza como salida, en circunstancias normales, sin perjuicio de que también se utilice en caso de emergencia. Se señalizan como "Salida", a diferencia de las salidas previstas para ser utilizadas exclusivamente en caso de emergencia, las cuales se señalizan como "Salida de emergencia".

Salvo en casos muy especiales de ocupación formada por personas entrenadas y muy conocedoras del entorno, va en contra de todo criterio de seguridad que haya accesos que en caso de incendio no funcionen como salida y que queden bloqueadas como tales. Más aún si en circunstancias normales sí funcionan como salidas.

- 2 Como excepción, los *establecimientos de uso Pública Concurrencia* cuya superficie construida total no exceda de 500 m² y estén integrados en centros comerciales podrán tener salidas de uso habitual o *salidas de emergencia* a las zonas comunes de circulación del centro. Cuando su superficie sea mayor que la indicada, al menos las *salidas de emergencia* serán independientes respecto de dichas zonas comunes.

Salidas de emergencia

Las salidas de emergencia no se exigen en ningún caso por el DB SI. Lo que únicamente se exige es que existan las salidas que sean necesarias. El carácter de emergencia o normal de una salida depende de que su uso esté previsto en el proyecto, o bien únicamente para situaciones de emergencia, o bien en todo momento, lo cual se refleja mediante la correspondiente señal. Cualquier recinto, planta, establecimiento, etc., puede contar únicamente con salidas de uso habitual, siempre que con ellas se cumplan las condiciones de capacidad de evacuación, recorridos, alternativas, etc.

Posibilidad de compartir elementos de evacuación

Si un establecimiento de Pública Concurrencia excede de 500 m² sus salidas de emergencia deben ser independientes respecto de las zonas comunes de circulación del centro comercial, pero nada impide (ni nada exige) que las salidas de emergencia de otros establecimientos sean también independientes, ni que estas sean comunes entre sí o con la del establecimiento mayor de 500 m².

3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

- 1 En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los *recorridos de evacuación* hasta ellas.

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación ⁽¹⁾

Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	<p>No se admite en <i>uso Hospitalario</i>, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m².</p> <p>La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio de viviendas</i>; 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una <i>salida de planta</i> deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. <p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> hasta una <i>salida de planta</i> no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>; 50 m si se trata de una planta, incluso de <i>uso Aparcamiento</i>, que tiene una salida directa al <i>espacio exterior seguro</i> y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La <i>altura de evacuación</i> descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en <i>uso Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de <i>salida de edificio</i> ⁽²⁾, o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.</p>
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾	<p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> hasta alguna <i>salida de planta</i> no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. <p>La longitud de los <i>recorridos de evacuación</i> desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos <i>recorridos alternativos</i> no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.</p> <p>Si la <i>altura de evacuación</i> descendente de la planta obliga a que exista más de una <i>salida de planta</i> o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una <i>altura de evacuación</i> mayor que 2 m, al menos dos <i>salidas de planta</i> conducen a dos escaleras diferentes.</p>

⁽¹⁾ La longitud de los *recorridos de evacuación* que se indican se puede aumentar un 25% cuando se trata de *sectores de incendio* protegidos con una instalación automática de extinción.

⁽²⁾ Si el establecimiento no excede de 20 plazas de alojamiento y está dotado de un sistema de detección y alarma, puede aplicarse el límite general de 28 m de *altura de evacuación*.

⁽³⁾ La planta de *salida del edificio* debe contar con más de una *salida*:

- en el caso de edificios de *Uso Residencial Vivienda*, cuando la ocupación total del edificio exceda de 500 personas.
- en el resto de los usos, cuando le sea exigible considerando únicamente la ocupación de dicha planta, o bien cuando el edificio esté obligado a tener más de una escalera para la evacuación descendente o más de una para evacuación ascendente.

Aplicación de la tabla 3.1

La tabla 3.1 está dividida en dos partes, superior e inferior, cada una de ellas aplicable a situaciones distintas. Cuando una planta o recinto cumple las condiciones de la parte superior de la tabla puede tener una única

Tabla 4.2. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) ⁽¹⁾					
	Evacuación ascendente ⁽²⁾	Evacuación descendente	Nº de plantas					
			2	4	6	8	10	cada planta más
1,00	132	160	224	288	352	416	480	+32
1,10	145	176	248	320	392	464	536	+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58
1,60	211	256	384	512	640	768	896	+64
1,70	224	272	414	556	698	840	982	+71
1,80	237	288	442	596	750	904	1058	+77
1,90	250	304	472	640	808	976	1144	+84
2,00	264	320	504	688	872	1056	1240	+92
2,10	277	336	534	732	930	1128	1326	+99
2,20	290	352	566	780	994	1208	1422	+107
2,30	303	368	598	828	1058	1288	1518	+115
2,40	316	384	630	876	1122	1368	1614	+123

Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera

⁽¹⁾ La capacidad que se indica es válida para escaleras de doble tramo, cuya anchura sea constante en todas las plantas y cuyas dimensiones de rielanos y de mesetas intermedias sean las estrictamente necesarias en función de dicha anchura. Para otras configuraciones debe aplicarse la fórmula de la tabla 4.1, determinando para ello la superficie S de la escalera considerada.

⁽²⁾ Según se indica en la tabla 5.1, las escaleras no protegidas para una evacuación ascendente de más de 2,80 m no pueden servir a más de 100 personas.

5 Protección de las escaleras

- 1 En la tabla 5.1 se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación.

Tabla 5.1. Protección de las escaleras

Uso previsto ⁽¹⁾	Condiciones según tipo de protección de la escalera		
	h = altura de evacuación de la escalera P = número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas		
	No protegida	Protegida ⁽²⁾	Especialmente protegida
Escaleras para evacuación descendente			
Residencial Vivienda	h ≤ 14 m	h ≤ 28 m	
Administrativo, Docente,	h ≤ 14 m	h ≤ 28 m	
Comercial, Pública Concur-	h ≤ 10 m	h ≤ 20 m	
rencia			
Residencial Público	Baja más una	h ≤ 28 m ⁽³⁾	Se admite en todo caso
Hospitalario			
zonas de hospitalización o de tratamiento intensivo	No se admite	h ≤ 14 m	
otras zonas	h ≤ 10 m	h ≤ 20 m	
Aparcamiento	No se admite	No se admite	
Escaleras para evacuación ascendente			
Uso Aparcamiento	No se admite	No se admite	Se admite en todo caso

Sección SI 4 Instalaciones de protección contra incendios

1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios

- 1 Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el *mantenimiento* de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios", en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

Ámbito a considerar para la dotación de instalaciones

Un determinado ámbito (edificio, establecimiento, recinto...) debe estar protegido por una instalación, cuando se exija expresamente para dicho ámbito, en función de su uso, superficie, ocupación, etc., o bien cuando se exija para el ámbito que englobe a aquel, en función de las características de este.

Por ejemplo, una tienda o una cafetería con menos de 500 m² no precisan estar protegidas por una instalación de bocas de incendio equipadas, excepto si están integradas en un centro comercial con más de 500 m², el cual debe tener sus establecimientos, recintos o zonas protegidos por dicha instalación. A estos efectos, para considerar que una tienda de un centro comercial está protegida por la instalación de bocas de incendio del centro no es imprescindible que dichos equipos se encuentren situados dentro de dicha tienda.

Los locales de riesgo especial, así como aquellas zonas cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio o del establecimiento en el que estén integradas y que, conforme a la tabla 1.1 del Capítulo 1 de la Sección 1 de este DB, deban constituir un *sector de incendio* diferente, deben disponer de la dotación de instalaciones que se indica para cada local de riesgo especial, así como para cada zona, en función de su uso previsto, pero en ningún caso será inferior a la exigida con carácter general para el uso principal del edificio o del establecimiento.

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Instalación	
En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A-113B: - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1 ⁽¹⁾ de este DB.
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas ⁽²⁾
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 28 m
Hidrantes exteriores	Si la altura de evacuación descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en establecimientos de densidad de ocupación mayor que 1

Instalación automática de extinción	<p>persona cada 5 m² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m².</p> <p>Al menos un hidrante hasta 10.000 m² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m² adicionales o fracción.⁽³⁾</p> <p>Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya <i>altura de evacuación</i> exceda de 80 m.</p> <p>En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en <i>uso Hospitalario</i> o <i>Residencial Público</i> o de 50 kW en cualquier otro uso.⁽⁴⁾</p> <p>En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso Pública Concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.</p>
Residencial Vivienda	
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de detección y de alarma de incendio	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 50 m. ⁽⁶⁾
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Administrativo	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Residencial Público	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² o el <i>establecimiento</i> está previsto para dar alojamiento a más de 50 personas. ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de detección y de alarma de incendio ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁸⁾
Instalación automática de extinción	Si la altura de evacuación excede de 28 m o la superficie construida del <i>establecimiento</i> excede de 5 000 m ² .
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10 000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Hospitalario	
Extintores portátiles	En las zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB, cuya superficie construida exceda de 500 m ² , un extintor móvil de 25 kg de polvo o de CO ₂ por cada 2.500 m ² de superficie o fracción.
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 15 m.
Bocas de incendio equipadas	En todo caso. ⁽⁷⁾
Sistema de detección y de alarma de incendio ⁽⁶⁾	En todo caso. El sistema dispondrá de detectores y de pulsadores manuales y debe permitir la transmisión de alarmas locales, de alarma general y de instrucciones verbales. Si el edificio dispone de más de 100 camas debe contar con comunicación telefónica directa con el servicio de bomberos.
Ascensor de emergencia	En las zonas de hospitalización y de tratamiento intensivo cuya <i>altura de evacuación</i> es mayor que 15 m.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Docente	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁷⁾

Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Comercial	
Extintores portátiles	En toda agrupación de <i>locales de riesgo especial</i> medio y alto cuya superficie construida total excede de 1.000 m ² , extintores móviles de 50 kg de polvo, distribuidos a razón de un extintor por cada 1 000 m ² de superficie que supere dicho límite o fracción.
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁸⁾
Instalación automática de extinción	Si la superficie total construida del área pública de ventas excede de 1.500 m ² y en ella la <i>densidad de carga de fuego</i> ponderada y corregida aportada por los productos comercializados es mayor que 500 MJ/m ² , contará con la instalación, tanto el área pública de ventas, como los locales y zonas de riesgo especial medio y alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 1 000 y 10 000 m ² . Uno más por cada 10 000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Pública concurrencia	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la <i>altura de evacuación</i> excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la ocupación excede de 500 personas. El sistema debe ser apto para emitir mensajes por megafonía.
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 1000 m ² . ⁽⁸⁾
Hidrantes exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m ² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . ⁽³⁾
Aparcamiento	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾ Se excluyen los <i>aparcamientos robotizados</i> .
Columna seca ⁽⁵⁾	Si existen más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro sobre rasante, con tomas en todas sus plantas.
Sistema de detección de incendio	En <i>aparcamientos convencionales</i> cuya superficie construida exceda de 500 m ² . ⁽⁸⁾ Los <i>aparcamientos robotizados</i> dispondrán de pulsadores de alarma en todo caso.
Hidrantes exteriores	Uno si la superficie construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m ² y uno más cada 10.000 m ² más o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	En todo <i>aparcamiento robotizado</i> .

⁽¹⁾ Un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas. En el interior del local o de la zona se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales y zonas de riesgo especial medio o bajo, o que 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto.

⁽²⁾ Los equipos serán de tipo 45 mm, excepto en edificios de *uso Residencial Vivienda*, en lo que serán de tipo 25 mm.

⁽³⁾ Para el cómputo de la dotación que se establece se pueden considerar los hidrantes que se encuentran en la vía pública a menos de 100 de la fachada accesible del edificio. Los hidrantes que se instalen pueden estar conectados a la red pública de suministro de agua.

⁽⁴⁾ Para la determinación de la potencia instalada sólo se considerarán los aparatos directamente destinados a la preparación de alimentos y susceptibles de provocar ignición. Las freidoras y las sartenes basculantes se computarán a razón de 1 kW por cada litro de capacidad, independientemente de la potencia que tengan. La protección aportada por la instalación automática cu-

2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios

- 1 Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:
 - a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
 - b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
 - c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.
- 2 Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

dianete el estudio por medio de *fuegos localizados*, según se indica en el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-2: 2004) situando sucesivamente la *carga de fuego* en la posición previsible más desfavorable.

- 3 En este Documento Básico no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.

3 Elementos estructurales principales

- 1 Se considera que la *resistencia al fuego* de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:
 - a) alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo temperatura*, o
 - b) soporta dicha acción durante el *tiempo equivalente de exposición al fuego* indicado en el anejo B.

Tabla 3.1 *Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales*

Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

⁽¹⁾ La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la *resistencia al fuego* suficiente R que se exija para el uso de dicho sector.

⁽²⁾ En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la *resistencia al fuego* exigible a edificios de uso Residencial Vivienda.

⁽³⁾ R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

Resistencia al fuego en sectores que contienen plantas bajo y sobre rasante

En los casos en los que en un mismo sector se den plantas sobre y bajo rasante, la resistencia al fuego estructural exigible en todo el sector es la aplicable bajo rasante.

Aparcamiento bajo un uso distinto

Un aparcamiento "situado bajo un uso distinto" se refiere a un aparcamiento cuya estructura sea soporte de zonas edificadas de otro uso, como Residencial Vivienda, Comercial, Administrativo, etc

Tabla 3.2 *Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios* ⁽¹⁾

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

⁽¹⁾ No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo.

- 2 La estructura principal de las cubiertas ligeras no previstas para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no exceda de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los sectores de incendio. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda de 1 kN/m².

Anejo D Resistencia al fuego de los elementos de acero

D.1 Generalidades

- 1 En este anejo se establece un método simplificado que permite determinar la resistencia de los elementos de acero ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo-temperatura*.
- 2 En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del mismo en situación de cálculo frente a fuego no varían con respecto de las que se producen a temperatura normal.
- 3 Se admite que la clase de las secciones transversales en situación de cálculo frente a fuego es la misma que a temperatura normal.
- 4 En elementos con secciones de pared delgada, (clase 4), la temperatura del acero en todas las secciones transversales no debe superar los 350 °C.
- 5 En cuanto a la resistencia al fuego de los elementos de acero revestidos con productos de protección con marcado CE, los valores de protección que éstos aportan serán los avalados por dicho marcado.

D.2 Método simplificado de cálculo

D.2.1 Vigas y tirantes

- 1 Mediante la Tabla D.1 puede dimensionarse la protección frente al fuego de vigas arriostradas lateralmente o tirantes para una determinada *resistencia al fuego*, siendo:

μ_n coeficiente de sobredimensionado, definido en SI 6.

A_m/V factor de forma, siendo:

A_m superficie expuesta al fuego del elemento por unidad de longitud, la del elemento si no está protegido o la de la cara interior de la protección si está revestido. Se considerará únicamente la del contorno expuesto en el *sector de incendio* analizado.

V volumen del elemento de acero por unidad de longitud,

Para elementos de sección constante, A_m/V es igual al cociente entre el perímetro expuesto y el área de la sección transversal.

d/λ_p coeficiente de aislamiento del revestimiento, (m^2K/W) obtenido como promedio de las caras expuestas al fuego, siendo:

d espesor del revestimiento, [m];

λ_p conductividad térmica efectiva del revestimiento, para el desarrollo total del tiempo de resistencia a fuego considerado; (W/mK).

En materiales de tipo pétreo, cerámico, hormigones, morteros y yesos, se puede tomar el valor de λ_p correspondiente a 20 °C.

Anejo D Resistencia al fuego de los elementos de acero

D.1 Generalidades

- 1 En este anejo se establece un método simplificado que permite determinar la resistencia de los elementos de acero ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo-temperatura*.
- 2 En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del mismo en situación de cálculo frente a fuego no varían con respecto de las que se producen a temperatura normal.
- 3 Se admite que la clase de las secciones transversales en situación de cálculo frente a fuego es la misma que a temperatura normal.
- 4 En elementos con secciones de pared delgada, (clase 4), la temperatura del acero en todas las secciones transversales no debe superar los 350 °C.
- 5 En cuanto a la resistencia al fuego de los elementos de acero revestidos con productos de protección con marcado CE, los valores de protección que éstos aportan serán los avalados por dicho marcado.

D.2 Método simplificado de cálculo

D.2.1 Vigas y tirantes

- 1 Mediante la Tabla D.1 puede dimensionarse la protección frente al fuego de vigas arriostradas lateralmente o tirantes para una determinada *resistencia al fuego*, siendo:

μ_n coeficiente de sobredimensionado, definido en SI 6.

A_m/V factor de forma, siendo:

A_m superficie expuesta al fuego del elemento por unidad de longitud, la del elemento si no está protegido o la de la cara interior de la protección si está revestido. Se considerará únicamente la del contorno expuesto en el *sector de incendio* analizado.

V volumen del elemento de acero por unidad de longitud,

Para elementos de sección constante, A_m/V es igual al cociente entre el perímetro expuesto y el área de la sección transversal.

d/λ_p coeficiente de aislamiento del revestimiento, (m^2K/W) obtenido como promedio de las caras expuestas al fuego, siendo:

d espesor del revestimiento, [m];

λ_p conductividad térmica efectiva del revestimiento, para el desarrollo total del tiempo de resistencia a fuego considerado; (W/mK).

En materiales de tipo pétreo, cerámico, hormigones, morteros y yesos, se puede tomar el valor de λ_p correspondiente a 20 °C.

solicitaciones obtenidas de la combinación de acciones en caso de incendio, mediante las expresiones generales de DB-SE-A usando los valores modificados dados a continuación:

- el límite elástico se reducirá multiplicándolo por el coeficiente $k_{y,\theta}$ de la tabla D.2
- como longitud de pandeo se tomará, en estructuras arriostradas y si el sector de incendio no abarca más de una planta, la mitad de la altura entre plantas intermedias, o el 0,7 de la altura de la última planta.
- como curva de pandeo se utilizará la curva c, con independencia del tipo de sección transversal o el plano de pandeo.
- la esbeltez reducida se incrementará multiplicándola por el coeficiente $k_{\lambda,\theta}$ de la tabla D.2

Tabla D.2 Valores de los parámetros mecánicos del acero en función de la temperatura

Temperatura (°C)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200
$k_{y,\theta} = f_{y,\theta} / f_y$	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,47	0,23	0,11	0,06	0,04	0,00
$k_{\lambda,\theta} = \bar{\lambda}_\theta / \bar{\lambda}$	1,00	1,05	1,11	1,19	1,14	1,23	1,33	-	-	-	-

D.2.3 Determinación de la temperatura del acero

- Para comprobar vigas o soportes, en función de la variación de los parámetros mecánicos del acero, establecidas en la tabla D.2, es preciso obtener la temperatura en el elemento, mediante un cálculo incremental, de acuerdo con la variación de la temperatura del sector.
- Para acero sin revestir, el incremento de temperatura en el acero, $\Delta\theta_{s,t}$, suponiéndola distribuida uniformemente en la sección, en un incremento de tiempo Δt , se determina mediante la expresión:

$$\Delta\theta_{s,t} = \frac{A_m/V}{c_s \rho_s} \dot{h}'_{net,d} \Delta t \quad (D.1)$$

siendo:

A_m/V factor de forma, según se define en D.2.1;

c_s calor específico del acero, que puede suponerse independiente de la temperatura, y de valor $c_s = 600 \text{ J/kgK}$;

$\dot{h}'_{net,d}$ valor de cálculo del flujo de calor neto por unidad de área (W/m^2), que se considera suma del valor del flujo de calor por radiación $\dot{h}'_{net,r}$ y por convección $\dot{h}'_{net,c}$, siendo:

$$\dot{h}'_{net,r} = \Phi \varepsilon_f \varepsilon_m \sigma [(\theta_r + 273)^4 - (\theta_s + 273)^4], \quad [\text{W/m}^2] \quad (D.2)$$

donde:

- Φ factor de configuración, de valor 1,0 si no existen datos específicos;
- ε_f emisividad del fuego, de valor 1,0 si no existen datos específicos;
- ε_m emisividad superficial del material, que en el caso del acero tiene valor 0,50;
- θ_r temperatura de radiación efectiva en el sector de incendio [°C], que puede tomarse igual a la del gas según B.2 ;
- θ_s temperatura superficial del elemento (°C), y
- σ constante de Boltzmann; igual a $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

$$\dot{h}'_{net,c} = \alpha_c (\theta_g - \theta_s) \quad [\text{W/m}^2] \quad (D.3)$$

donde:

- α_c coeficiente de transferencia de calor por convección ($\text{W/m}^2\text{K}$), que para el caso de la *curva normalizada tiempo-temperatura* es igual a $25 \text{ W/m}^2\text{K}$. En el lado no expuesto de elementos separadores, puede considerarse únicamente el flujo de calor por convección, tomando como coeficiente de transferencia el valor de $\alpha_c = 9 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- θ_g temperatura del gas en el sector de incendio [°C]
- θ_s temperatura superficial del elemento [°C].
- Δt intervalo de tiempo, no superior a 5 segundos;
- ρ_s densidad del acero, que puede suponerse independiente de la temperatura y de valor 7850 kg/m^3 .

- Para acero revestido, el incremento de temperatura en el acero, $\Delta\theta_{s,t}$, suponiéndola distribuida uniformemente en la sección, en un incremento de tiempo Δt , se determina mediante la expresión:

$$\Delta\theta_{s,t} = \frac{\lambda_p A_m/V (\theta_{g,t} - \theta_{s,t})}{d c_s \rho_s (1 + \phi/3)} \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \Delta\theta_{g,t} \quad \text{con } \Delta\theta_{s,t} \geq 0 \quad (D.4)$$

siendo:

$$\phi = \frac{c_p \rho_p d A_m}{c_s \rho_s V}$$

donde:

A_m/V definido en el apartado D.2.3;

d definido en el apartado D.2.1;

$\theta_{g,t}$ temperatura del gas en el instante t;

$\theta_{s,t}$ temperatura del acero en el instante t;

λ_p conductividad térmica del material de revestimiento, [W/mK].

c_p calor específico del revestimiento, [J/kgK];

c_s calor específico del acero, [J/kgK];

ρ_p densidad del revestimiento, [kg/m^3];

ρ_s definido en D.2.3.

D.3 Conexiones

- La conexión entre elementos debe tener un valor de μ_H mayor que el valor pésimo de los elementos que une.
- Si los elementos están revestidos, la unión entre los mismos debe estar asimismo revestida, de tal forma que el valor del coeficiente de aislamiento del material de revestimiento de la unión sea mayor o igual al de los elementos.

6.8 DOCUMENTO BÁSICO SALUBRIDAD(DB HS)

Documento Básico HS Salubridad

Introducción

I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de salubridad. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HS 1 a HS 5. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente".

Tanto el objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", como las exigencias básicas se establecen el artículo 13 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS)

1. El objetivo del requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente", tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios*, dentro de los *edificios* y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el *riesgo* de que los *edificios* se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
2. Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de tal forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico "DB HS Salubridad" especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de salubridad.

13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad

Se limitará el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus *cerramientos* como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos

Los *edificios* dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal forma que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior

1. Los *edificios* dispondrán de medios para que sus *recintos* se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.
2. Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá, con carácter general, por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice, de acuerdo con la reglamentación específica sobre instalaciones térmicas.

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

Los *edificios* dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.

HS - i

Documento Básico HS Salubridad

Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas

Los *edificios* dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

II Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación en este DB se especifica, para cada sección de las que se compone el mismo, en sus respectivos apartados.

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Higiene, salud y protección del medio ambiente". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.

III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE, y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas.

El "Catálogo de Elementos Constructivos del CTE" aporta valores para determinadas características técnicas exigidas en este documento básico. Los valores que el Catálogo asigna a soluciones constructivas que no se fabrican industrialmente sino que se generan en la obra tienen garantía legal en cuanto a su aplicación en los proyectos, mientras que para los productos de construcción fabricados industrialmente dichos valores tienen únicamente carácter genérico y orientativo.

Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento que se aplica el mismo. Cuando se cita una norma UNE, UNE-EN o UNE-EN ISO debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aun cuando exista una versión posterior, excepto cuando se trate de normas UNE correspondientes a normas EN o EN ISO cuya referencia haya sido publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea en el marco de la aplicación de la Directiva 89/106/CEE sobre productos de construcción, en cuyo caso la cita debe relacionarse con la versión de dicha referencia.

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB HS

La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

V Terminología

A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, bien en los apéndices A de cada una de las secciones de este DB, o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

HS - ii

13. EXIGENCIAS BÁSICAS DE SALUBRIDAD (HS)

- 13.1 EXIGENCIA BÁSICA HS 1: Protección frente a la humedad
- 13.2 EXIGENCIA BÁSICA HS 2: Recogida y evacuación de residuos
- 13.3 EXIGENCIA BÁSICA HS 3: Calidad del aire interior
- 13.4 EXIGENCIA BÁSICA HS 4: Suministro de agua
- 13.5 EXIGENCIA BÁSICA HS 5: Evacuación de aguas

CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE
CUMPLE

7 CONCLUSIONES / RECOMENDACIONES

Se realiza una intervención en el edificio de primer nivel, adecuándolo a la normativa actual. Además de solucionar pequeñas patologías que habían aparecido en diferentes partes del edificio, estas son debidas al bajo mantenimiento que ha sufrido a lo largo de los años que tiene, más de 100 años. Necesita una actualización para conseguir una nueva vida útil.

Gracias a la intervención, el edificio conseguirá una nueva vida útil de 50 años.

Se va a comparar con lo que costaría un edificio igual nuevo.

El precio m² de la rehabilitación es de 378.28 €.
Y el tiempo estimado de ejecución sería de 3 meses.
Tendría una nueva vida útil de 50 años.

El precio m² de ejecutarlo nuevo es de 800-1000 €.
Y el tiempo estimado de ejecución sería de 15-18 meses.
Tendría una nueva vida útil de 100 años.

Si queremos hacer un edificio, hay un pequeño dilema a asumir, es un edificio catalogado y su fachada no se puede demoler, solo realizar pequeñas actuaciones sobre la misma, esto unido a que la fachada tiene 8.80 metros y el ancho de vial de 3,5 m,

Se requiere una inversión inicial alta debido al apuntalamiento de la fachada durante toda la obra y la poca movilidad que tiene la maquinaria pesada, dentro de un núcleo histórico. Teniendo que hacer la mayoría de los trabajos manualmente.

Además se perderían m² construidos, debido a que la normativa vigente, no deja en edificios nuevos en esa zona, que se edifique a una profundidad mayor de 20 m. desde la fachada principal, nuestro edificio tiene una profundidad de 28.80 m, debido que en 1913, fecha de su construcción, no existía esa limitación.

Norma actual: 675,00 m² construidos.
Actualmente: 740,00 m² construidos.

Con la rehabilitación en poco tiempo la propiedad puede empezar a recibir rentas o realizar ventas, mientras que en el edificio nuevo debe esperar más tiempo para poner en el mercado el edificio, con la pérdida económica que conlleva, debido a que el precio de venta del metro cuadrado es el mismo en los dos casos.

Aunque la vida útil sea solo de 50 % respecto a uno nuevo, el precio es más del doble, con lo que realizando pequeñas inversiones de mantenimiento en el edificio, se puede conseguir la misma vida útil final.

Por estas razones, se concluye que en los cascos históricos de los municipios y edificios protegidos por el catalogo municipal, es un sistema más razonado y razonable hacer una puesta en valor de este tipo de edificios,

8 BIBLIOGRAFIA

- Normas Urbanísticas de Sitges.
- Código Técnico de la Edificación.
- Norma EHE de Hormigón
- Manual de Normas UNE
- Paricio Casademunt A. “*Secrets d’un sistema constructiu L’Eixample*” Edicions UPC, 2º Edició, Barcelona (2008)
- Casanoves X. (et al) “*Manual de diagnosi i tractament d’humitats*” CAATB, Barcelona, (1993)
- Bellmunt, R; Paricio A. “*Reconeixement, diagnosi i intervencio a les façanes*”, Barcelona, ITEC,(2000).
- Domingo i Gabriel, Anna “ed al”. “*Diccionari visual de la construcció*”, Barcelona, Generalitat de Catalunya, Departament de Política Territorial i Obres Publiques,(2002)
- Carles Broto, “*Informació i Patologia de façanes*”. Enciclopedia BROTO de Patologies de la construcció. Barcelona, Ed. LINKS, (2005).

Pagines Web.

- www.normativaconstruccion.com
- www.canalconstruccion.com
- www.codigotecnico.org
- www.itec.es