

# CTE-SE-F. SEGURIDAD ESTRUCTURAL. FÁBRICA

## 1 Generalidades

### 1.1 Ámbito de aplicación

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.

Quedan fuera de estudio en este apartado, los aislamientos térmicos, acústicos, o resistencias al fuego.

## 2 Bases de cálculo

se han dispuesto juntas de movimiento para permitir dilataciones térmica 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 la fábricas sustentadas, las distancias que indico a continuación.

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 <sup>(1)</sup>	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

<sup>(1)</sup> Puede interpolarse linealmente

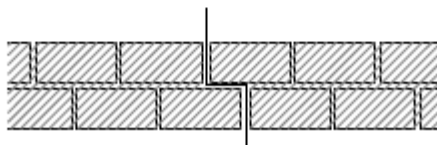


Figura 2.1 Junta de movimiento con solape. Esquema en planta

## 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.

La clase de exposición define la agresividad del medio en el que debe mantenerse el elemento sin menoscabo de sus propiedades.

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.

Tabla 3.1 Clases generales de exposición

Clase y designación	Tipo de proceso		Descripción	Ejemplos
<b>Interior</b>	No agresiva	I	Ninguno	Interiores de edificios no sometidos a condensaciones
	Humedad media	II a	Carbonatación del conglomerante. Expansión de los núcleos de cal.	Exteriores sometidos a la acción del agua en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.
<b>Exterior</b>	Humedad alta	II b	Carbonatación rápida del conglomerante. Expansión de los núcleos de cal.	Interiores con humedades relativas >65% o condensaciones, o con precipitación media anual superior a 600 mm.
	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
	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.
<b>Medio marino</b>	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.
<b>Otros cloruros (no marinos)</b>		IV	Idem que III c. Sulfatación y carbonatación.	Agua con un contenido elevado de cloro. Exposición a sales procedentes del deshielo

Existen restricciones en la colocación de algunos materiales según en qué zonas.

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
<b>Piezas</b>												
Ladrillo macizo o perforado. Extrusión. Categoría I	-	-	-	-	-	-	-	-	R	R	-	R
Ladrillo macizo o perforado. Extrusión. Categoría II	-	D	D	D	D	R	R	D	R	R	D	X
Ladrillo macizo o perforado artesanal. Categorías I o II	-	D	D	R	X	X	X	X	X	X	X	X
Bloque de hormigón espumado	-	D	D	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
<b>Morteros</b>												
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	X
De cal	-	R	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Elementos de enlace</b>												
Acero inox austenítico	-	-	-	-	-	-	X	-	R	X	-	-
Acero inox ferrítico	-	D	R	R	X	X	X	X	X	X	R	R
Acero autoprotectido cincado de 140 µm (1000gr/m²)	-	D	D	R	X	X	X	X	X	X	X	X
Acero autoprotectido cincado de 90 µm (600gr/m²)	-	D	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acero autoprotectido grueso cincado 20 µm (140gr/m²)	-	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

-: 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.

## 4 Materiales

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.

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.

Las piezas para la realización de fábricas se clasifican en los grupos definidos en la siguiente tabla.

Característica	Grupo						
	Maciza	Perforada		Aligerada		Hueca	
		cerámica	hormigón	cerámica	hormigón	cerámica	hormigón
Volumen de huecos (% del bruto) <sup>(1)</sup>	≤ 25	≤ 45	≤ 50	≤ 60 <sup>(2)</sup>	≤ 60 <sup>(2)</sup>	≤ 70	
Volumen de cada hueco (% del bruto)	≤ 12,5	≤ 12,5	≤ 25	≤ 12,5	≤ 25	≤ 12,5	≤ 25
Espesor combinado (% del ancho total) <sup>(3)</sup>	≥ 37,5	≥ 20		≥ 20			

<sup>(1)</sup> Los huecos pueden ser huecos verticales que atraviesan las piezas, rebajes o asas.  
<sup>(2)</sup> 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.  
<sup>(3)</sup> El espesor combinado es la suma de los espesores de las paredes y tabiquillos de una pieza, medidos perpendicularmente a la cara del muro.

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/mm<sup>2</sup>
- 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.

La deformabilidad de las fábricas viene expresada en la siguiente tabla.

Tipo de pieza	Coefficiente final de fluencia, $\varphi_{\infty}$	Retracción o expansión final por humedad, <sup>(1)</sup> (mm/m)	Coefficiente de dilatación térmica ( $10^{-6}$ m/m °C)
Cerámica	1	0,2 a 1,0 <sup>(2)</sup>	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 <sup>(3)</sup>	10
Hormigón celular de autoclave	1,5	0,2	8
Piedra natural	1	0,1	7

<sup>(1)</sup> Acortamiento negativo y alargamiento positivo  
<sup>(2)</sup> Depende del material  
<sup>(3)</sup> Para áridos ligeros de piedra pómez y de arcilla expandida; en otro caso el valor es - 0,2

### Secciones 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 <sup>(1)</sup>	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

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

## 7 Ejecución

Las piezas, fundamentalmente las de cerámica (exceptuando los ladrillos completamente hidrofugados y aquellos que tienen una succión inferior a 0,10 gr/cm<sup>2</sup> min) se humedecerán antes de la ejecución de la fábrica, por aspersión o por inmersión

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 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.

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.

## 8 Control de la ejecución

Las piezas se suministrarán a obra con una declaración del suministrador sobre su resistencia y la categoría de fabricación.

## 9 Mantenimiento

El plan de mantenimiento establece las revisiones a que debe someterse el edificio durante su periodo de servicio.

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.

Las alteraciones que producen pérdida de durabilidad requieren una intervención para evitar que degeneren en alteraciones que afectan a su estabilidad.

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.

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 anti condensación).

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.

Las fábricas con armaduras de tendel, que incluyan tratamientos de autoprotección deben revisarse al menos, cada 10 años. Se substituirán o renovarán aquellos acabados protectores que por su estado hayan perdido su eficacia.

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.