

# Parets de càrrega

La verificació d'estructures de paret de càrrega **sense cadena perimetral**.

Gemma Muñoz

Arquitecta i arquitecta tècnica  
Professora de La Salle BCN



ILLA EIXAMPLE BARCELONA. ANY 62.

“La més antiga de les activitats humanes,  
coure la terra, encara ens ha servit  
i ens serveix per al nostre  
llenguatge arquitectònic d'avui”

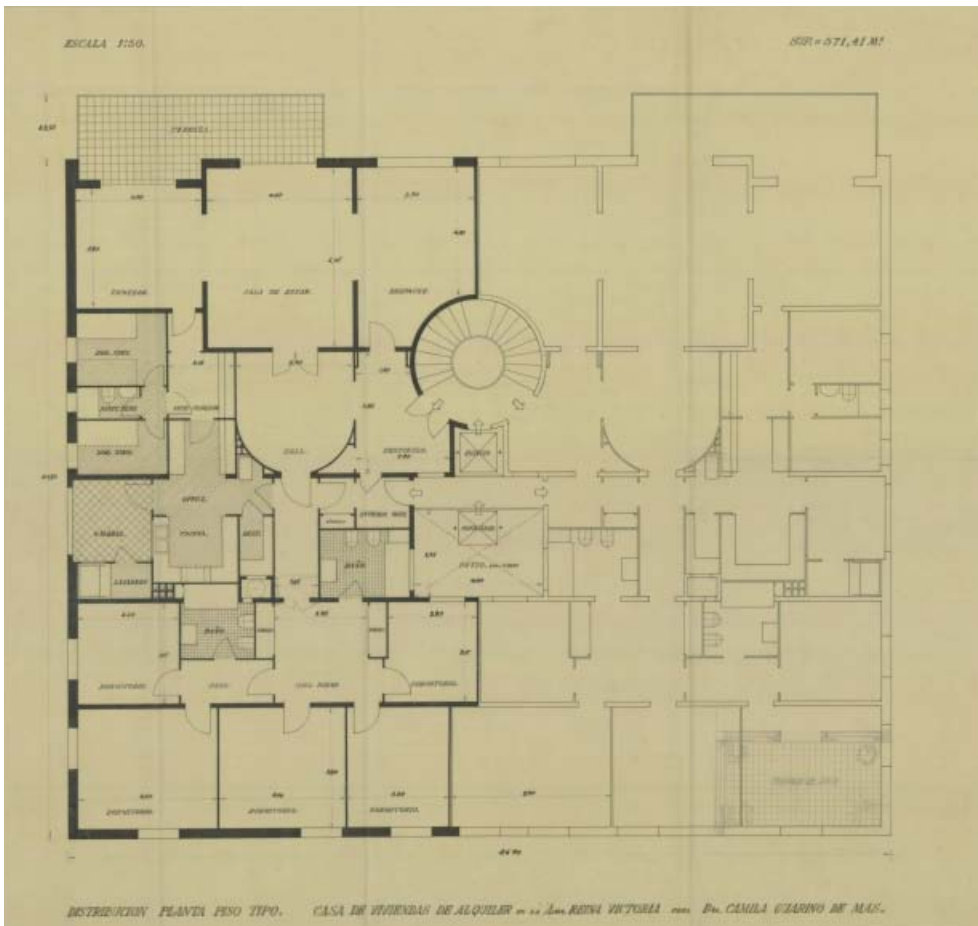
*Antoni Moragas i Gallissà. 1983*

Fent un breu repàs al nostre parc edificat, ens adonem que l'estructura vertical de parets de càrrega és el sistema més emprat per a edificacions d'habitatge, especialment fins a mitjan segle XX. Moltes de les nostres construccions s'han format a partir de murs portants que han anat creant tot el nostre actual teixit urbà. Aquest model s'organitza mitjançant un nexa entre tècnica i secció resistent.

Els nuclis històrics i posteriors eixamples es componen bàsicament de maçoneria i obra de fàbrica com element vertical i sostres de biguetes i entramats de fusta com horitzontal, tot i que a finals segle XIX l'acer també comença a jugar un paper molt important. Així doncs, les estructures funcionaven isostàticament, on les biguetes recolzaven directament sobre els murs, produint un recolzament gairebé perfecte entre sostre i mur, sense cap mena de lligat, és a dir sense cadena perimetral.

Cal recordar i fer èmfasi que aquest tipus de sistemes estructurals funcionaven en un conjunt, és a dir, aconseguen la rigidesa de l'edifici amb la composició de parets sustentadores i parets de trava, que assolien una estabilitat adequada en front a les accions verticals i horitzontals. Les càrregues verticals es dissolen a través del murs principals i arriostrants, a la vegada que aquests últims lliguen els principals davant les accions horitzontals.

Segons l'àmbit d'aplicació del CTE DB SE-F punt 1.1, queda exclòs d'aquest document, els murs de càrrega que manquen d'elements destinats a assegurar la continuïtat amb els forjats

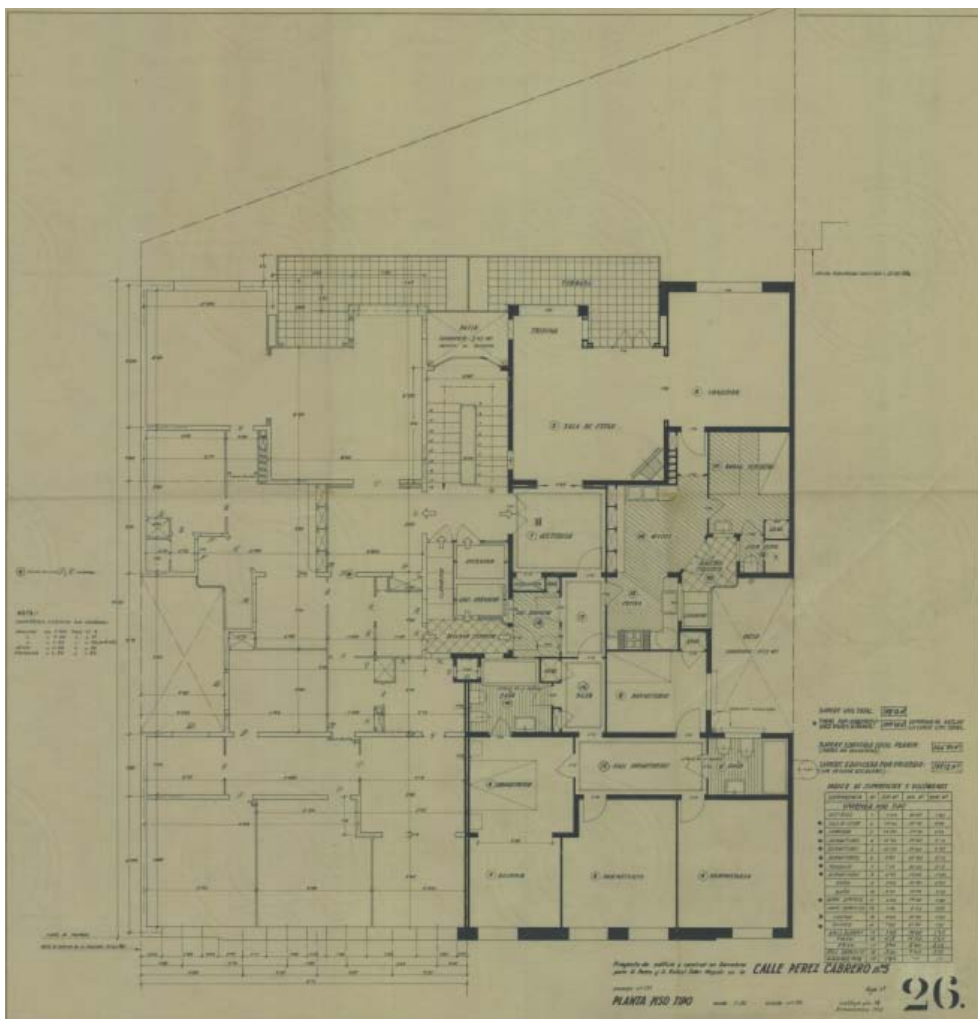


A causa de la guerra, el procediment constructiu dels edificis va patir alguns canvis. Tot i que el sistema estructural seguia sent molt similar a l'anterior, la introducció del formigó armat en diferents elements constructius va marcar un gran canvi. En la majoria d'edificacions en comptes d'usar acer o fusta, es va incloure les biguetes prefabricades de formigó armat i la ceràmica armada.

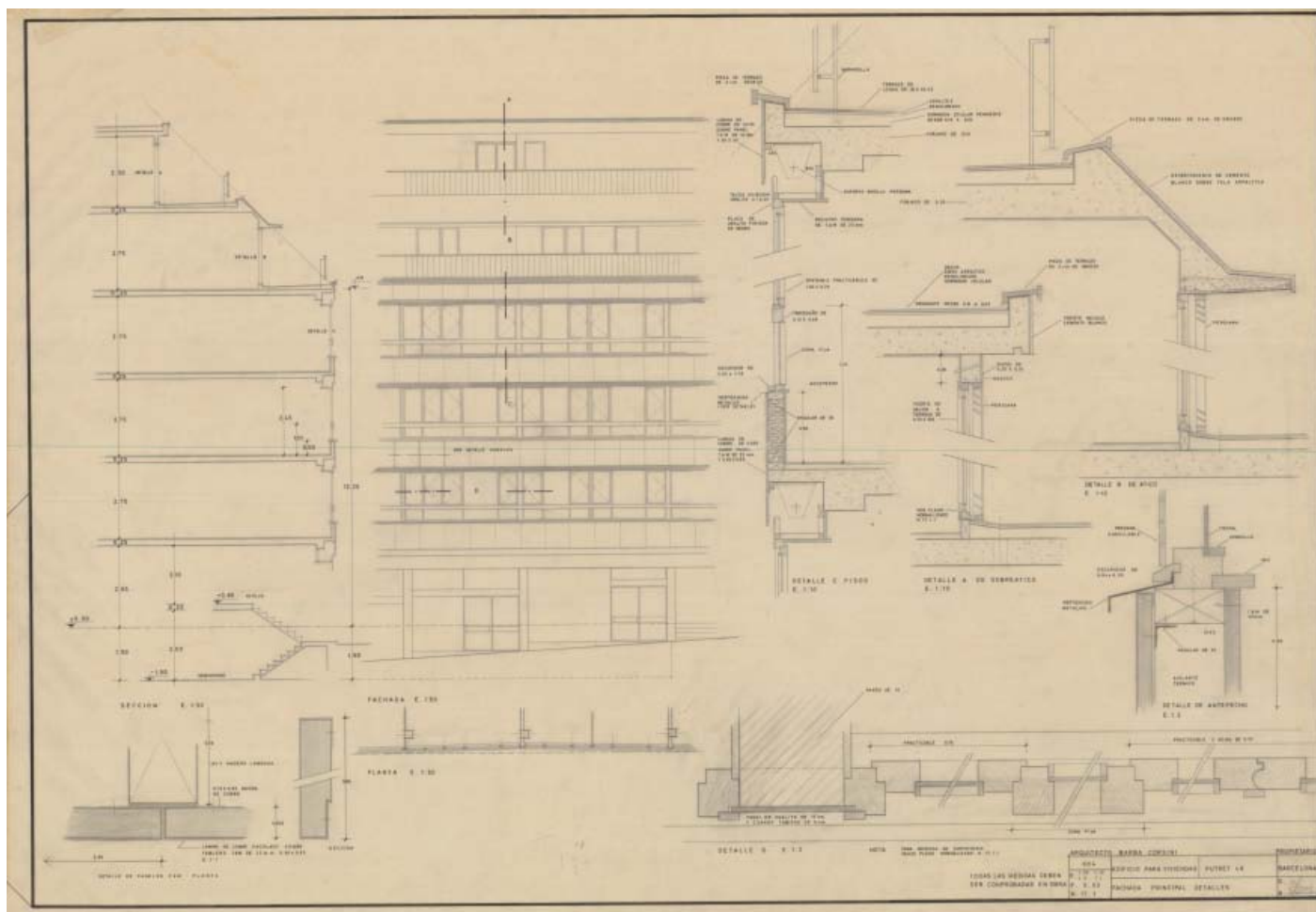
Així doncs les construccions seguien sent isostàtiques, sense cadena perimetral o col·locant aquesta per sota del sostre: perseverant el sistema de trava. S'ha de tenir en compte que la principal intenció d'aquesta tipologia és la de transmetre tan sols càrrega vertical per a treballar bàsicament a compressió. Així, es volia evitar els nusos rígids, que es poden trobar en bigues o sostres continus, per defugir la transmissió de flexió al sistema de murs de fàbrica. I és per aquesta raó que els recolzaments seguien sent isostàtics, utilitzant la trava com a principal element de rigidesa.

#### ■ Industrialització

No és fins la dècada dels 60, que es va anar implantant la indústria en tots els àmbits del nostre país. El sector de la construcció no va ser un cas a part, tot el contrari, va ser un dels sectors més afectats per aquest desplegament. Es volia resoldre amb rapidesa la manca



La introducció del formigó armat en diferents elements constructius va marcar un gran canvi. En la majoria d'edificacions en comptes d'usar acer o fusta, es va incloure les biguetes prefabricades



DETALLS CONSTRUCTIUS EDIFICI DE PARETS DE CÀRREGA. EDIFICI CARRER PUTXET 49, BARCELONA. ARQUITECTE BARBA CORSINI.

d'habitatges, a causa del creixement demogràfic de l'època.

En la fotografia que obre aquest article es pot observar l'encreuament de les estructures porticades de formigó amb les construccions de parets de càrrega. I és que va ser a partir d'aquesta època, que es van implantar paulatinament els sistemes constructius prefabricats, portics de formigó armat i forjats reticulars, que a poc a poc van deixar en segon terme la construcció d'estructures de fàbrica de maó, tant tradicionals en el nostre país.

Quan els mestres d'obra van anar desapareixent, la manca de normatives i bibliografia específica de fàbrica de maó va produir a més a més que no hi hagués una idea clara de com s'havien de realitzar aquestes construccions, oblidant-se així moltes vegades de les parets de traves i arribant a infortunis resultats.

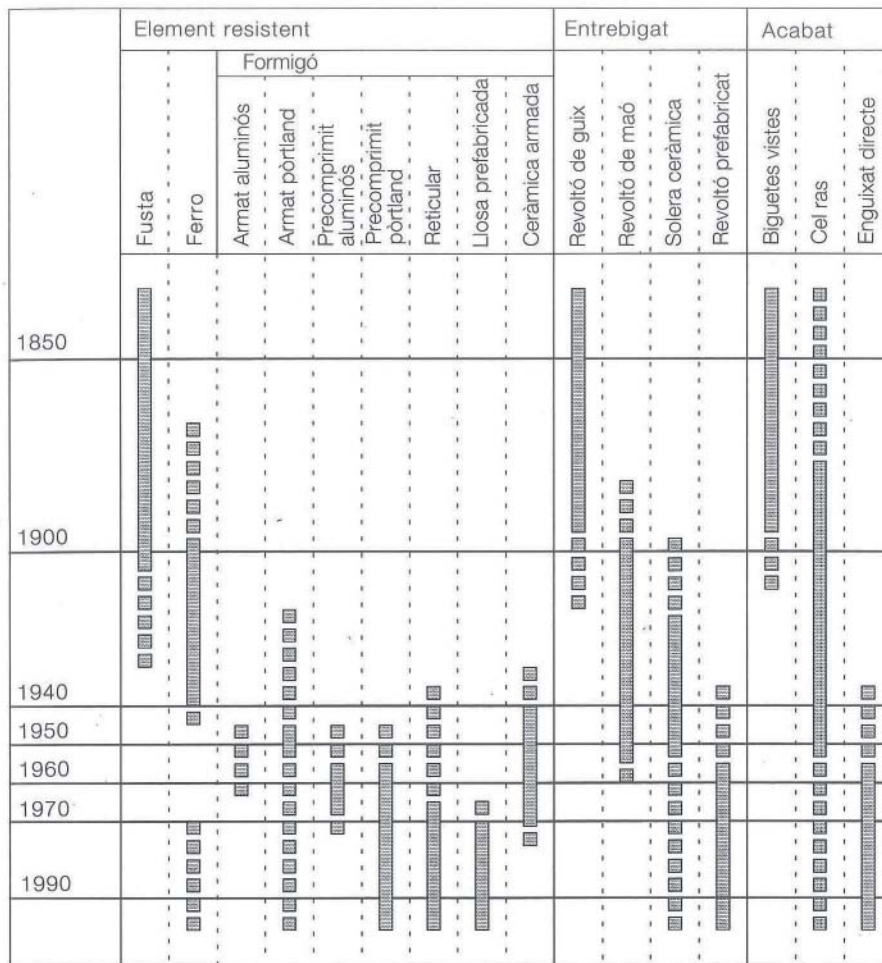
#### ■ La desaparició de la fàbrica

No va ser però fins a la implantació de la normativa MV-201 sobre estructures de fàbrica a l'any 1972 que va entrar en desús la fàbrica resistent en construc-

cions de grans habitatges. Aquesta reglamentació mostrava la obligatorietat de col·locar cadenes perimetrals a la mateixa alçada que el sostre. A més a més per edificacions més altes de planta baixa més dos era indispensable el lligat de la totalitat de l'estructura. Això volia dir la necessitat de col·locació de cadenes de formigó armat o metàl·liques tant en sentit horitzontal com en vertical, complicant excessivament l'execució de l'obra i per tant encarint-la, resultant més adient l'execució de pòrtics hiperestàtics.

Però no només aquest va ser el principal motiu de la reducció d'aquestes construccions, l'aparició de les normatives d'implantació de garatges per habitatges i el compliment de resistència al sísmic de l'any 1968 van incrementar la restricció d'aquestes estructures gairebé a habitatge unifamiliar. A més a més, l'escassa formació dels professionals i la seva actitud davant la dificultat d'aplicació de càlcul i control de la normativa van contribuir a la seva gairebé desaparició.

No va ser fins a l'any 1972 que va entrar en desús la fàbrica resistent en construccions de grans habitatges.



EVOLUCIÓ DELS SOSTRES DE CATALUNYA ELS DARRERS 150 ANYS. MANUAL DE DIAGNOSI I INTERVENCIÓ EN SOSTRES UNIDIRECCIONALS DE FORMIGÓ I CERÀMICS. CAATB. 1993. X. CASANOVAS. R. GRAUS. JR. ROSELL

■ L'aplicació de la normativa vigent

Ara però, la normativa vigent és el Codi Tècnic de l'Edificació, que conté un document específic per a fàbrica. Fent una breu ullada al document sorprèn però, que aquestes estructures quedin excloses de l'àmbit d'aplicació.

Segons l'àmbit d'aplicació del CTE DB SE-F punt 1.1, queda exclòs d'aquest document, els murs de càrrega que manquen d'elements destinats a assegurar la continuïtat amb els forjats (cadena perimetrals), tant els que confien la estabilitat del fregament dels extrems de les biguetes, com els que confien l'estabilitat exclusivament al seu gruix o a la seva vinculació amb altres murs perpendiculars sense col·laboració amb els forjats.

El document exceptua un dels nostres sistemes estructurals més emblemàtics i històrics: les parets

de càrrega i traves. Així doncs actualment localitzem tot un llegat d'obres sustentades per murs portants, que topen amb la normativa més actual del nostre país, el Codi Tècnic de l'Edificació.

El document només contempla les tipologies de sostres continus en que el sostre transmet un petit moment a les estructures verticals, tal com molt bé explica l'apartat de càlcul.

Per aquesta raó, la no possible aplicació del codi tècnic, ens fa cercar altres mètodes per a la seva verificació. Un d'ells, el més important, és l'Eurocodi núm. 6: "UNE-EN 1996 Estructures de fàbrica armada y sin armar". Aquesta normativa va sorgir a començaments dels anys 90 a partir de la reunió de la Comissió de les Comunitats Europees, en que es buscava la unificació del sistema de càlcul en totes les regions europees i l'eliminació de les barreres tècniques al comerç. Actualment són una eina molt valuosa per a enginyers i arquitectes d'arreu del món.

La no possible aplicació del Codi Tècnic ens fa cercar altres mètodes per a la seva verificació. El més important, és l'Eurocodi núm. 6

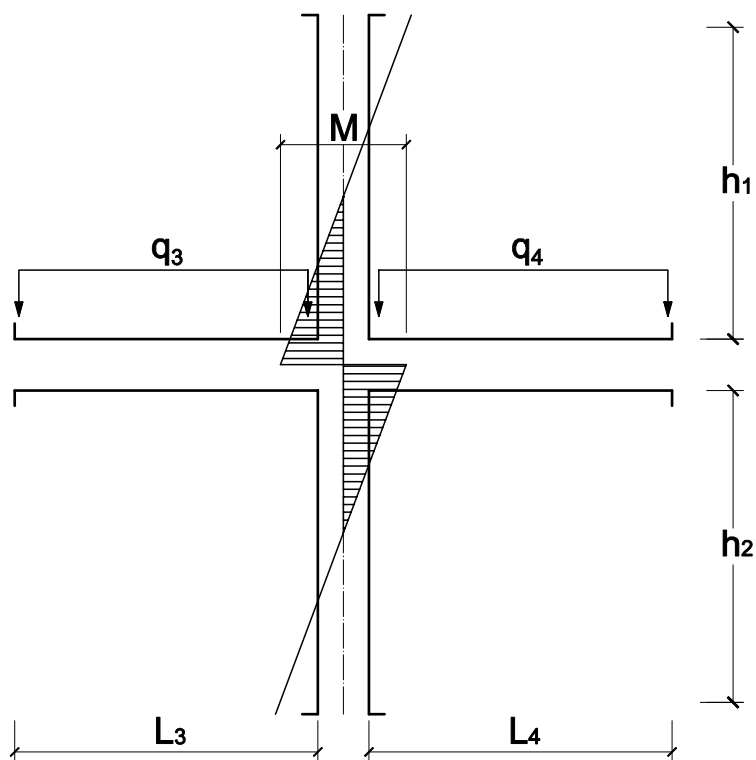
### ■ Normativa actual

Aquesta normativa es divideix en 4 documents:

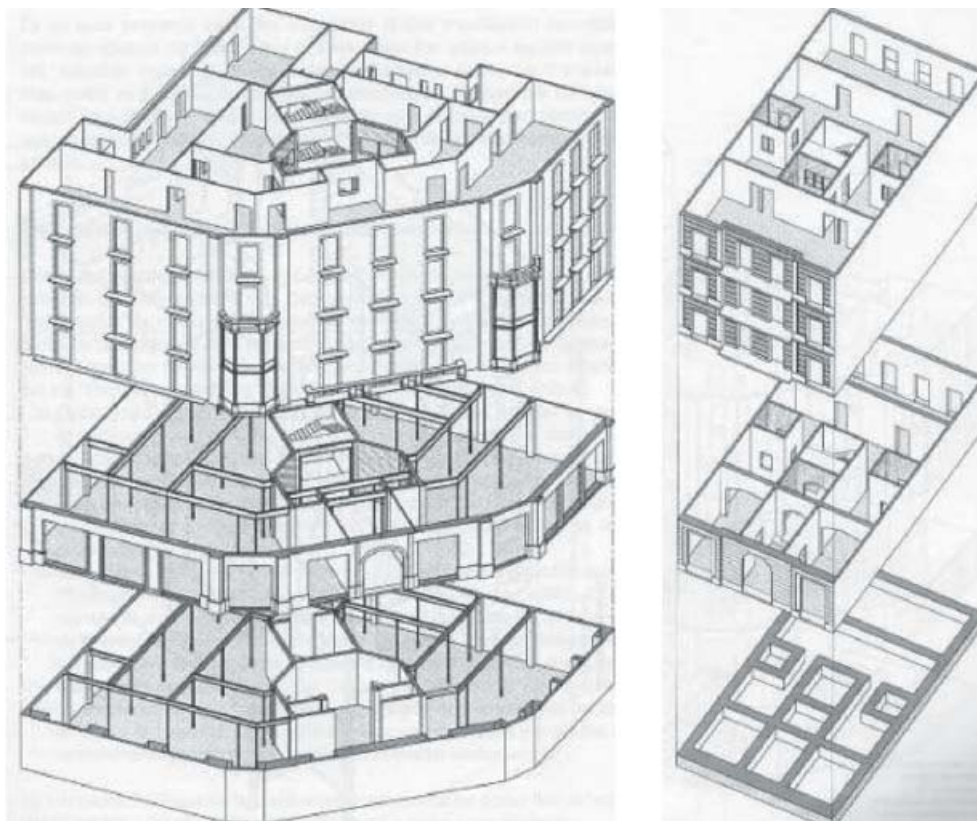
- EN 1996-1-1: Reglas generales para estructuras de fábrica armada y sin armar.
- EN 1996-1-2: Reglas generales. Estructuras sometidas al fuego.
- EN 1996-2: Proyecto seleccion de materiales y ejecución de la fábrica.
- EN 1996-3: Métodos de cálculo simplificado para estructuras de fábrica sin armar.

La principal diferència entre aquest document i el del CTE regeix en la possibilitat de verificar les estructures de fàbrica a partir de la ubicació de traves en elles. Els càlculs emprats tenen en compte el sistema isostàtic de traves, col·locant en segon terme la rigidesa del nus.

Tot seguit es realitza un breu resum per a la seva verificació davant d'accions verticals. ■



ANÀLISI SIMPLIFICADA D'UN NUS.



La principal diferència entre aquest document i el del CTE regeix en la possibilitat de verificar les estructures de fàbrica a partir de la ubicació de traves en elles

Comprovació	Descripció	Article	Breu resum del càlcul																			
<b>Comprovació de la càrrega vertical</b>	El valor de càlcul de la càrrega vertical en un mur de fàbrica, NEd, ha de ser menor o igual al valor de càlcul de la resistència vertical del mur, NRd.	6.1.2.1. Generalitats	<p>S'ha de realitzar el descens de càrregues fins al mur verificat, tenint en compte que la càrrega rebuda dividit pel gruix del mur ha de ser menor que la resistència de la fàbrica: comprovació de la fàbrica a compressió.</p> <p>Per a rehabilitació veure resistències de la fàbrica en el llibre: 'Materiales y elementos de construcción' de Juan Bergós. 1953.</p> <p>El gruix a verificar, ja es pot utilitzar el posteriorment explicat gruix efectiu.</p>																			
<b>Alçada efectiva</b>	Possibilitat de reducció de l'alçada del murs en funció del nus i la trava: L'alçada efectiva d'un mur de càrrega s'ha d'avaluar considerant la rigidesa relativa dels elements estructurals units al murs i la eficiència de les unions.	5.5.1.2. Altura efectiva dels murs de càrrega	<p>Un mur es pot rigiditzar mitjançant el sostre, cobertes i murs perpendiculars, col·locats convenientment. Així doncs es contempla el lligat a través de traves. El seu valor és: 0</p> $h_{ef} = \rho_n h$ <p><math>\rho_n = 1</math> sostre de fusta i no tenir murs de trava.  <math>\rho_n = 0,75</math> en cas de sostre formigó armat en cas de tenir murs de trava.  Per a casos més complexes veure article.</p>																			
<b>Gruix efectiu</b>	Possibilitat de reducció del gruix de càlcul, si el mur conté pilastres o murs de trava: Gruix efectiu d'un mur d'una sola fulla o doblat.	5.5.1.3. Gruix efectiu de murs de fàbrica	<p>Si el mur està reforçat per pilastres o murs de traves, el seu gruix efectiu és:</p> $t_{ef} = \rho_t t$ <p><b>Tabla 5.1 Coeficiente de rigidez, <math>\rho_t</math>, para muros reforzados por pilastras, véase la figura 5.2</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Relación separación entre ejes de pilastras/anchura pilastras</th> <th colspan="3">Relación profundidad de pilastra/espesor real del muro al que está unido</th> </tr> <tr> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td> <td>1,0</td> <td>1,4</td> <td>2,0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>1,0</td> <td>1,2</td> <td>1,4</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> </tr> </tbody> </table> <p>NOTA. Se admite la interpolación lineal de estos valores.</p> <p>La col·locació de més pilastres i de més profunditat provoca la possible contemplació d'augment del gruix del mur per a verificació del càlcul, ja que a la realitat, aquest serà molt més estable i rígid.</p>	Relación separación entre ejes de pilastras/anchura pilastras	Relación profundidad de pilastra/espesor real del muro al que está unido			1	2	3	6	1,0	1,4	2,0	10	1,0	1,2	1,4	20	1,0	1,0	1,0
Relación separación entre ejes de pilastras/anchura pilastras	Relación profundidad de pilastra/espesor real del muro al que está unido																					
	1	2	3																			
6	1,0	1,4	2,0																			
10	1,0	1,2	1,4																			
20	1,0	1,0	1,0																			
<b>Esveltesa de la fàbrica</b>	L'esveltesa d'un mur de fàbrica s'obté dividint l'alçada efectiva entre el valor del gruix efectiu.	5.5.1.4. Esveltesa de murs de càrrega	L'esveltesa d'un mur no ha de ser mai més gran que 27.																			
<b>Excentricitat en les càrregues</b>	Càlcul de l'excentricitat que té el mur verificat	6.1.2.2. Coeficient de minoració per esveltesa i excentricitat	<p>Primerament es verifica l'excentricitat que rep l'element a través de la següent fórmula:</p> $e_1 = \frac{M_{id}}{N_{id}} + e_{he} + e_{init} \geq 0,05 t$																			
<b>Esveltesa al vinclament</b>	Càlcul de l'esveltesa que té el mur verificat		<p>Aquesta fórmula prové del possible moment que rep la paret. En el nostre cas de rehabilitació, com que tenim estructures isostàtiques haurem de tenir en compte només:</p> <p>ehe excentricitat davant accions horitzontals.  einit és hef / 450, on hef és l'alçada efectiva del mur</p> <p>A partir de l'excentricitat s'haurà de comprovar l'esveltesa:</p> $\Phi_1 = 1 - 2 \frac{e_1}{t}$ <p>Finalment es recalcula la resistència a compressió tenint en compte el vinclament:</p> $N_{Rd} = \Phi t f_d$																			