

## MINISTERIO DE LA GOBERNACION

*DECRETO 1323/1972, de 26 de mayo, por el que se convoca elección parcial para la designación de Procurador en Cortes representante de los Municipios de la provincia de Gerona.*

Vacante la representación en Cortes de los Municipios de la provincia de Gerona, de conformidad con lo prevenido en la disposición final primera del Decreto número mil cuatrocientos ochenta y cinco/mil novecientos sesenta y siete, de quince de junio, procede convocar elección parcial para designar Procurador en Cortes representante de las citadas Corporaciones Locales.

En su virtud, a propuesta del Ministro de la Gobernación y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día veintiséis de mayo de mil novecientos setenta y dos,

### DISPONGO:

Artículo primero.—Uno. Se convoca elección parcial para designar Procurador en Cortes representante de los Municipios de la provincia de Gerona.

Dos. Esta elección se desarrollará conforme a las normas del Decreto mil cuatrocientos ochenta y cinco/mil novecientos sesenta y siete, de quince de junio, y disposiciones complementarias.

Artículo segundo.—La elección parcial a que hace referencia el artículo anterior tendrá lugar el día dos de julio próximo.

Artículo tercero.—El mandato del Procurador en Cortes elegido en virtud de esta convocatoria concluirá con la actual legislatura.

Artículo cuarto.—Se autoriza al Ministro de la Gobernación para dictar las disposiciones que estime necesarias y conducentes a la aplicación de este Decreto.

Así lo dispongo por el presente Decreto, dado en Madrid a veintiséis de mayo de mil novecientos setenta y dos.

FRANCISCO FRANCO

El Ministro de la Gobernación  
TOMÁS GARCIGANO GONZÁLEZ

## MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA

*ORDEN de 18 de mayo de 1972 por la que se configura como órgano asesor de la Dirección General de Archivos y Bibliotecas el Servicio Nacional de Restauración de Libros y Documentos y se dictan normas reguladoras del funcionamiento de los talleres de restauración.*

Ilustrísimo señor:

Por Decreto 1930/1969, de 24 de julio, fue creado el Servicio Nacional de Restauración de Libros y Documentos, dependiente de la Dirección General de Archivos y Bibliotecas.

Entre las funciones encomendadas al citado Servicio figuran, con carácter esencial, la restauración de toda clase de piezas pertenecientes al Patrimonio Documental y Bibliográfico de la Nación, el estudio científico de las causas que producen la destrucción y los métodos más adecuados a aplicar para su conservación, así como también la formación de técnicos para el cumplimiento de las tareas antes indicadas.

Para que pueda lograrse una completa eficacia en la realización de las funciones atribuidas a dicho Servicio Nacional y garantizar la conservación de los fondos documentales y bibliográficos de la Nación.

Este Ministerio ha tenido a bien disponer:

Primero.—El Servicio Nacional de Restauración de Libros y Documentos, dependiente de la Dirección General de Archivos y Bibliotecas, actuará como órgano asesor de la misma en cuanto se refiera a la conservación de los fondos que integren el Patrimonio Documental y Bibliográfico de la Nación.

Segundo.—Los talleres de restauración que actualmente existen y los que en el futuro se instalen en los Centros dependientes de la citada Dirección General, funcionarán bajo la Dirección técnica del Servicio Nacional de Restauración de Libros y Documentos.

Tercero.—Dicho Servicio impartirá las directrices e instrucciones necesarias a que habrán de ajustarse los aludidos talleres en cuanto se refiera al sistema, método y procedimiento de restauración.

Lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos.

Dios guarde a V. I.

Madrid, 18 de mayo de 1972.

VILLAR PALASI

Ilmo. Sr. Director general de Archivos y Bibliotecas.

*RESOLUCION de la Dirección General de Bellas Artes por la que se delega en la Comisión de Protección del Patrimonio Histórico-Artístico de Cáceres las facultades y competencias que tiene actualmente asignadas por la legislación del Patrimonio Histórico Artístico.*

En relación a las necesidades del servicio, y de conformidad a lo establecido en el artículo 22 de la Ley de Régimen Jurídico de la Administración del Estado,

Esta Dirección General ha acordado delegar en la Comisión de Protección del Patrimonio Histórico-Artístico de Cáceres las facultades y competencias que tiene actualmente asignadas por la legislación del Patrimonio Histórico-Artístico, comprendiendo esta delegación el ejercicio por la citada Comisión de las siguientes atribuciones:

a) Examinar todos los proyectos de obras a realizar en la provincia de Cáceres, aprobar los que estime procedentes y remitir, con su informe, a la Dirección General de Bellas Artes los que estime que no proceda su aprobación, así como los que, por su importancia, considere deban someterse a su conocimiento y resolución.

b) Velar por la conservación de las obras de arte y los valores históricos, artísticos, ambientales, pintorescos, arqueológicos y etnológicos de la provincia.

c) Colaborar con el Servicio de Información Artística, Arqueológica y Etnológica en la formación del inventario del Patrimonio Histórico-Artístico y, en general, con las tareas de todos los Servicios integrantes de la Comisaría General del Patrimonio Histórico-Artístico Nacional, en dicha provincia.

Lo que comunico a V. S.

Dios guarde a V. S.

Madrid, 26 de abril de 1972. El Director general, Florentino Pérez Embid.

Sr. Subdirector general de Bellas Artes.

## MINISTERIO DE LA VIVIENDA

*DECRETO 1524/1972, de 20 de abril, por el que se establece la norma M. V. 201/1972, «Muros resistentes de fábrica de ladrillo».*

Complementando las normas básicas M. V., que de manera global contemplan los diferentes campos de la edificación como punto de partida para las normas N. T. E. en las que se desglosan operativamente las diversas tecnologías, se propone para

su aprobación la relativa a «Muros resistentes de fábrica de ladrillo».

La ejecución de los muros resistentes de fábrica de ladrillo en toda edificación, cualquiera que sea la clase y destino de ésta es de la mayor importancia en orden a la habitabilidad y duración del edificio y es por ello necesario establecer las condiciones para garantizar su correcta ejecución.

Con este fin se constituyó en el Ministerio de la Vivienda una Comisión de expertos que redactó una propuesta de norma que ha sido sometida a informe de los Organismos científicos y técnicos más cualificados, tanto públicos como privados, los cuales, tras exponer observaciones que han sido tenidas en cuenta, se han pronunciado en favor de su publicación.

En su virtud, a propuesta del Ministro de la Vivienda y previa deliberación del Consejo de Ministros en su reunión del día tres de marzo de mil novecientos setenta y dos,

**DISPONGO:**

Artículo primero.—Se aprueba la norma M. V. doscientos uno-mil novecientos setenta y dos, «Muros resistentes de fábrica de ladrillo», que se publicará como anexo al presente Decreto en el «Boletín Oficial del Estado».

Artículo segundo.—El presente Decreto entrará en vigor transcurridos tres meses a contar del día siguiente a su publicación en el «Boletín Oficial del Estado». A partir de un año de la entrada en vigor de la mencionada norma, el Ministerio de la Vivienda, teniendo en cuenta las experiencias y resultados de su aplicación, podrá elevar al Consejo de Ministros la propuesta de revisión de la norma si así lo juzga conveniente.

Artículo tercero.—Quedan derogadas todas las disposiciones anteriores que se opongan a lo establecido en el presente Decreto.

Artículo cuarto.—Se autoriza al Ministro de la Vivienda para dictar todas las disposiciones y medidas necesarias y convenientes para el cumplimiento de lo prevenido en este Decreto.

Así lo dispongo por el presente Decreto, dado en Madrid a veinte de abril de mil novecientos setenta y dos.

FRANCISCO FRANCO

El Ministro de la Vivienda,  
VICENTE MORTES ALFONSO

**NORMA MV 201-1972**

**MUROS RESISTENTES DE FÁBRICA DE LADRILLO**

**CAPÍTULO I. GENERALIDADES**

1.1. *Ámbito de aplicación.*—La Norma MV 201-1972 se aplicará en el proyecto y en la ejecución de los muros resistentes de fábrica de ladrillo de toda edificación, cualquiera que sea la clase y destino de ésta.

Se excluyen de la Norma MV 201-1972 las condiciones de aislamiento acústico e higrotérmico, que serán objeto de otra norma.

1.2. *Aplicación de la Norma a los fabricantes.*—Los fabricantes de ladrillos para muros cumplirán lo que se especifica en el artículo 2.2. sobre designación de sus productos, y garantizarán que el material que suministren cumple todas las condiciones que corresponden a la clase designada.

1.3. *Aplicación de la Norma a los proyectos.*—El autor del proyecto de una edificación está obligado a conocer y tener en cuenta la Norma, pero puede, bajo su personal responsabilidad, emplear sistemas de cálculo o disposiciones diferentes.

La redacción del proyecto se ajustará a la que prescribe el artículo 4.1.

Los Colegios Profesionales u otros Organismos, para extender visado formal de un proyecto, comprobarán que en él figura lo exigido en el artículo 4.1. y que las designaciones de los ladrillos son conformes a la Norma.

Los Organismos que extiendan visado técnico de un proyecto comprobarán además que lo referente a muros resistentes se ajusta a la Norma.

1.4. *Aplicación de la Norma a las obras.*—El Director de la obra está obligado, si no es autor del proyecto, a comprobar lo que figura en él referente a muros de fábrica de ladrillo. En caso de no estar conforme, deberá redactar las precisas modificaciones de proyecto y dar cuenta de ellas a los Organismos que visaron formal o técnicamente el proyecto.

Los técnicos encargados de vigilar la ejecución de la obra comprobarán por los métodos que le haya indicado el Director de la misma, que toda partida suministrada es de la clase que figura en su albarán, que en cada muro se emplea la clase de ladrillo y el tipo de mortero especificados y que su ejecución se realiza de acuerdo con esta Norma.

1.5. *Garantía de las características de los ladrillos.*—El fabricante garantiza las características de los ladrillos que suministra bajo determinada designación, es decir, que cumplen todas las condiciones que se imponen en la Norma.

Para ofrecer esta garantía, el fabricante realizará en su laboratorio, o en laboratorios ajenos, los ensayos que juzgue precisos. Se exceptúan los ensayos indicados en el artículo 2.7 que los encargará a un laboratorio oficial.

El consumidor puede, a su costa, encargar a un laboratorio oficial los ensayos de recepción, definidos en los artículos 2.52, 2.53 y 2.6 para comprobar las características exigidas. Si en una remesa los resultados de cada ensayo cumplen las condiciones exigidas, la remesa es aceptable. Si el resultado de algún ensayo no cumple las condiciones, el suministrador podrá encargar a un laboratorio oficial un desmuestre y nuevo ensayo sobre un número doble de muestras del prescrito. Si este ensayo no cumple las condiciones, la remesa es rechazable.

El coste de todos los ensayos efectuados sobre una remesa que resulte rechazable se abonará por el fabricante.

1.6. *Valor característico de una magnitud.*—Como resultado de todo ensayo prescrito en esta Norma, se dará el valor característico de la serie de «n» resultados parciales obtenidos en cada probeta.

Este valor característico  $x_k$  es el que tendría probabilidad de 0,05 de no ser alcanzado o sobrepasado, según el caso, si los resultados tuviesen distribución estadística normal.

Para calcularlo se obtendrá:

$$\text{el valor medio } x_k = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{la dispersión } s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \left( \frac{x_i}{x_k} - 1 \right)^2}$$

viniendo  $x_k$  dado por la expresión:

$$x_k = x_m (1 \pm 1,64 s)$$

tomando signo + o - según que el valor característico tenga la probabilidad de 0,05 de no ser alcanzado o de no ser sobrepasado.

**CAPÍTULO 2. LADRILLOS**

**2.1. Terminología**

2.11. *Ladrillo.*—Ladrillo es toda pieza destinada a la construcción de muros, generalmente en forma de ortoedro, fabricada por cocción, con arcilla o tierra arcillosa a veces con adición de otras materias.

2.12. *Aristas.*—Las aristas de un ladrillo (fig. 2.1) reciben los siguientes nombres:

- La arista mayor: Soga.
- La arista media: Tizon.
- La arista menor: Grueso.

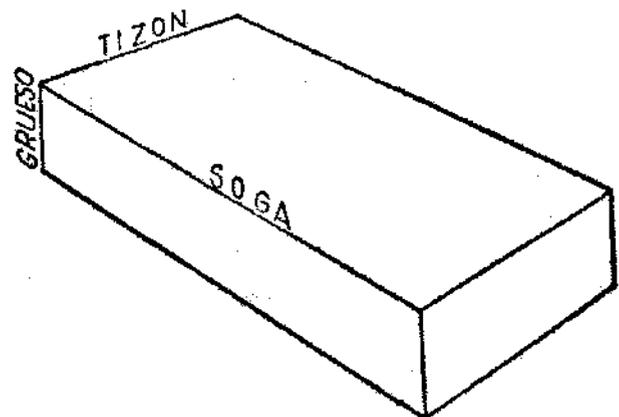


Fig. 2.1.—Terminología de las aristas de un ladrillo

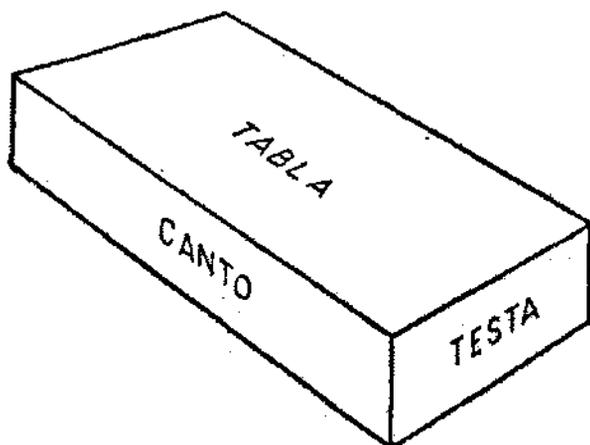


Fig. 2.2.—Terminología de las caras de un ladrillo

2.13. Caras.—Las caras de un ladrillo (fig. 2.2) reciben los siguientes nombres:

- Cara mayor (soga x tizón): Tabla.
- Cara media (soga x grueso): Canto.
- Cara menor (tizón x grueso): Testa.

2.2. Clases de ladrillo.—La clase de un ladrillo queda definida por las características siguientes:

- Tipo, según el artículo 2.3.
- Calidad, según el artículo 2.4.

Formato, según el artículo 2.5.  
Resistencia, según el artículo 2.6.

Cada clase de ladrillo se designará por una expresión que comprenda abreviadamente, y en el orden que se indican, las anteriores características. Dicha expresión podrá ir precedida de la palabra «Ladrillo» y estará formada por:

La sigla de su tipo, según el artículo 2.3.

El número ordinal de su calidad, según el artículo 2.4.

Su formato, expresado por las tres dimensiones, de mayor a menor, en centímetros, separadas por signos x. Este producto ira precedido y seguido por guilanes.

Su resistencia nominal, representada por la letra mayúscula «R» y el número que expresa dicha resistencia.

Ejemplo: Un ladrillo macizo, de calidad 2.ª, con formato 29 x 14 x 6,5 centímetros, y resistencia nominal de 100 kg/cm<sup>2</sup>, quedará definido por la expresión:

Ladrillo M 2.ª — 29 x 14 x 6,5 — R.100

La designación, tal como se indica en esta Norma, debe figurar en los documentos de suministro, propaganda, proyectos y todo otro escrito en que se haga referencia a los ladrillos. Por el hecho de emplear esta designación, el fabricante garantiza que cumple las características que corresponden a la clase indicada.

2.3. Tipos de Ladrillo.—Para fabricas resistentes, pueden emplearse los tipos de ladrillo definidos en los artículos 2.31 a 2.34.

2.31 Ladrillo macizo.—Ortostedro macizo, o con rebajos de profundidad no superior a 0,5 centímetros que dejen completo un canto y las dos testas; o con taladros en tabla de volumen no superior al 10 por 100. Cada taladro tendrá una sección en tabla de área «A» no superior a 2,5 cm<sup>2</sup>. El espesor c de los tabiquillos entre taladros no será inferior a un centímetro, y el espesor a de los tabiquillos exteriores no será inferior a dos centímetros.

Sigla: «M».

Ejemplos: Figura 2.3.

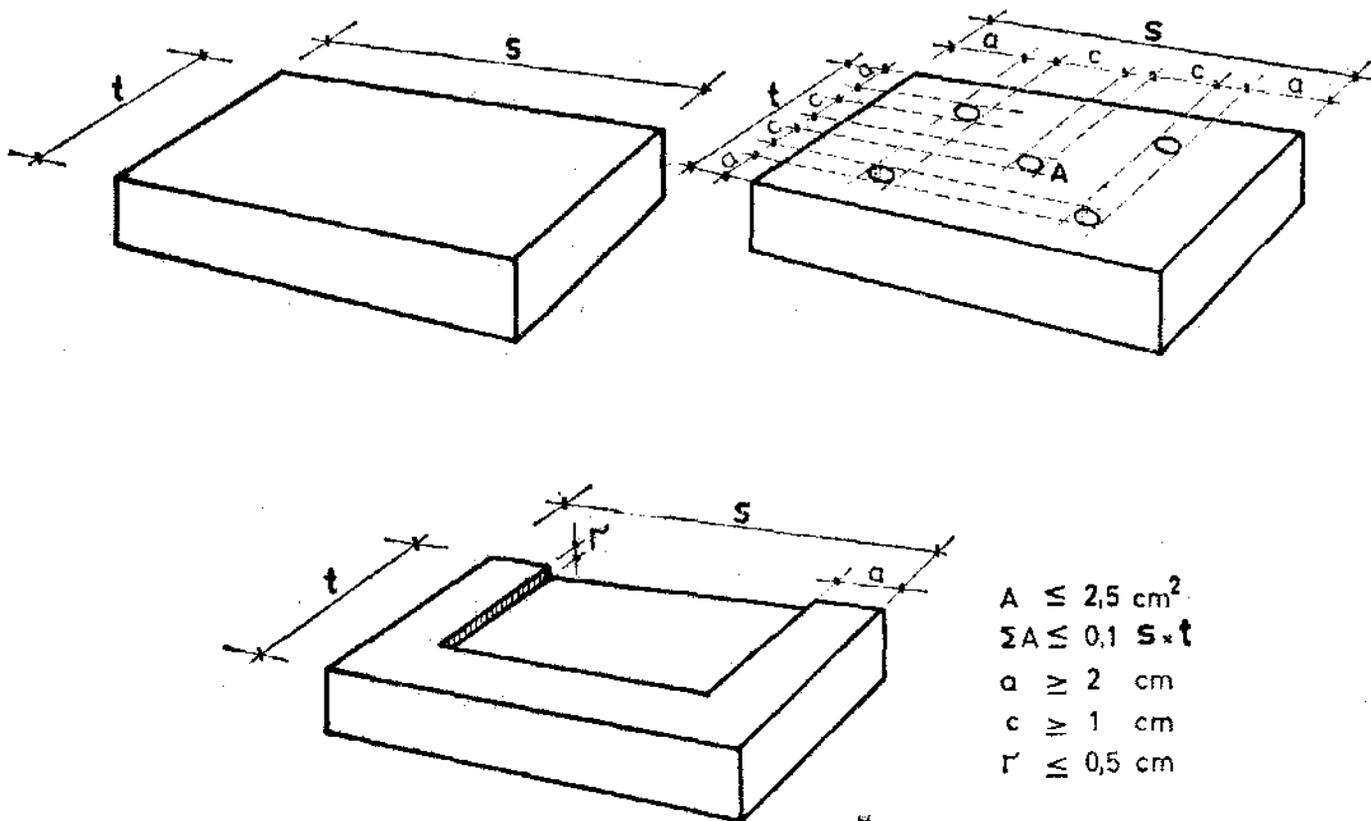


Fig. 2.3.—Ejemplos de los ladrillos macizos

2.32. Ladrillo perforado.—Ortoedro con taladros en tabla de volumen superior al 10 por 100 cuyos taladros y tabiquillos cumplan las condiciones del artículo 2.31.

Sigla: «P».

Ejemplos: Figura 2.4.

2.33. Ladrillo hueco.—Ortoedro con taladros en tabla que no cumplan las condiciones del artículo 2.32 u ortoedro con taladros en canto o testa.

Sigla: «H».

Ejemplos: Figura 2.5.

2.34. Ladrillo especial.—Además de los tipos fundamentales reseñados, pueden emplearse en las fábricas resistentes otros tipos de ladrillos aplanillados de formas especiales, etc., cuyos rebajos o taladros cumplirán las condiciones del artículo 2.31 y que se designarán con los nombres y siglas que establezca el fabricante.

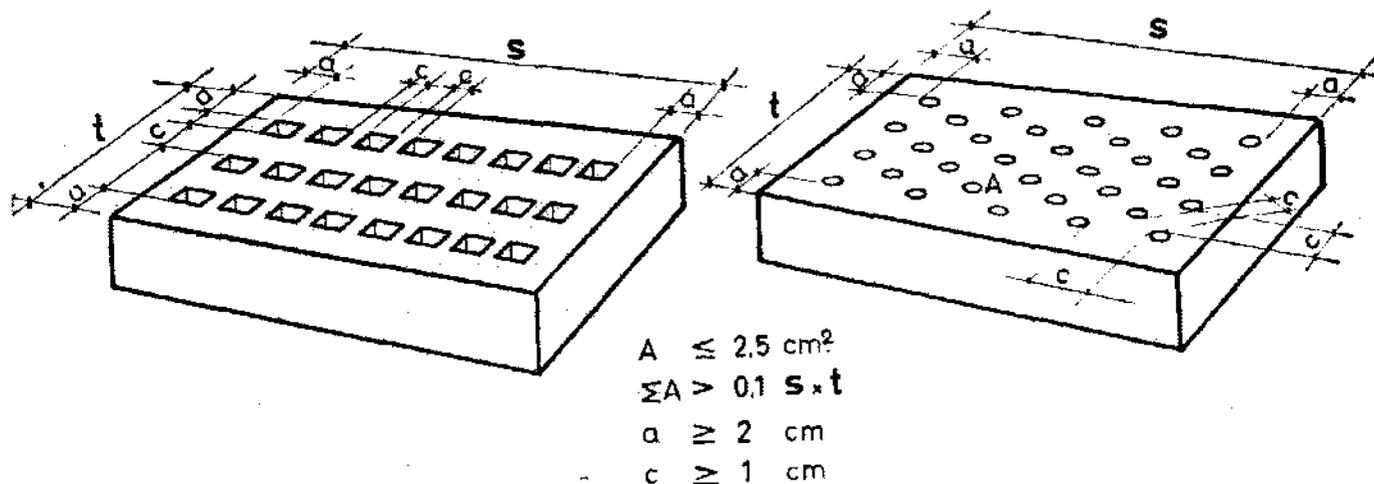


Fig. 2.4.—Ejemplos de ladrillos perforados

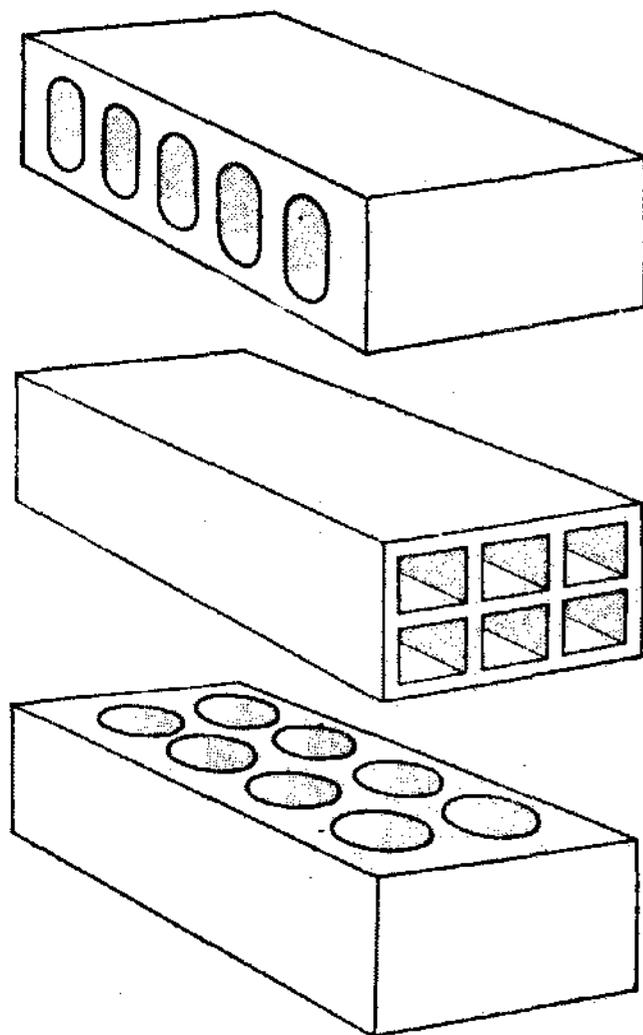


Fig. 2.5.—Ejemplos de ladrillos huecos

2.4. Calidades de los ladrillos:

Se fijan para los ladrillos las tres calidades siguientes:

Calidad 1.ª—Es la definida por las condiciones que se señalan en el artículo 2.52 y 2.53 y además las siguientes: Cumplirán una condición estricta en cuanto a color, según convenio especial o costumbre en cada región; no tendrán manchas, eflorescencias ni quemaduras; carecerán de imperfecciones y desconchados aparentes en aristas y caras.

Calidad 2.ª—Es la definida por las condiciones que se señalan en los artículos 2.52 y 2.53 y además las siguientes:

No tendrán imperfecciones que impidan su empleo en fábricas vistas; carecerán de desconchados que afecten a más del 15 por 100 de la superficie vista de las piezas.

Calidad 3.ª—Es la definida por las condiciones que se señalan en el artículo 2.52 y 2.53.

No se admite ningún ladrillo que no cumpla las condiciones especificadas por la calidad 3.ª

2.5. Formato.—Formato de un ladrillo es la característica geométrica definida por las tres dimensiones de soga, tizon y grueso del ortoedro circunscrito.

2.51. Dimensiones.—Las dimensiones nominales de los ladrillos se ajustarán a las siguientes medidas, dadas en centímetros: 40, 39, 29, 24, 19, 14, 11,5; 9, 6,5; 5,3; 4, 2,8; 1,5.

Las dimensiones de estos ladrillos más el grueso de un centímetro de junta son múltiplos del módulo de 10 centímetros

o de los submódulos  $\frac{10}{2}$  cm.,  $\frac{10}{4}$  cm.,  $\frac{10}{8}$  cm. Y así las fá-

bricas ejecutadas con estos ladrillos se acoplan a redes modulares de 10 centímetros o a redes submodulares.

Se recomiendan, para ladrillos macizos los siguientes formatos:

$$24 \times 11,5 \times 5,3$$

$$29 \times 14 \times 6,5$$

2.52. Tolerancias en las dimensiones.—Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con la norma UNE 7.267. Se realizará la medición de diez muestras y como desviación se tomará el valor característico de la serie con probabilidad de 0,05 de no ser sobrepasado. Las desviaciones serán no mayores que las tolerancias de la tabla 2.1.

TABLA 2.1

## Tolerancias en las dimensiones

Dimensión nominal — cm.	Calidad 1.*		Calidad 2.*		Calidad 3.*	
	Respecto al va- lor nominal	Respecto al me- dio de la remesa	Respecto al va- lor nominal	Respecto al me- dio de la remesa	Respecto al va- lor nominal	Respecto al me- dio de la remesa
	— mm.	— mm.	— mm.	— mm.	— mm.	— mm.
39 ó mayor .....	± 5	± 3	± 8	± 5	± 10	± 8
29 y 24 .....	± 4	± 3	± 6	± 4	± 8	± 5
19 y 14 .....	± 3	± 2	± 5	± 3	± 6	± 4
11,5 y 9 .....	± 3	± 2	± 4	± 3	± 5	± 4
8,5 y 5,3 .....	± 2	± 1	± 3	± 2	± 4	± 3
4 ó menor .....	± 2	± 1	± 2	± 2	± 3	± 2

2.53. Tolerancias en la forma.—Las flechas en toda arista o diagonal de un ladrillo, y los ángulos diedros se medirán según la norma UNE 7.267.

Se realizará la medición de diez muestras y como desviación se tomará el valor característico de la serie. Las desviaciones no serán superiores a las tolerancias de la tabla 2.2.

TABLA 2.2

## Tolerancias en la forma

Características	Calidad 1.*	Calidad 2.*	Calidad 3.*
Tolerancia en la flecha, en toda arista o diagonal de un ladrillo, cuya dimensión nominal en cm. es	39 ó mayor ..... 38,9 a 11,5 ..... Menor de 11,5 .....	4 mm. 3 mm. 2 mm.	8 mm. 5 mm. 3 mm.
Tolerancia en grados sexagesimales en todo ángulo diedro	2.*	3.*	4.*

2.6. Resistencia.—Resistencia a compresión de una clase de ladrillo es el valor característico de la tensión aparente de rotura, normalmente a la tabla, en kg/cm<sup>2</sup>, obtenida en el ensayo efectuado según la norma UNE 7.059, con las siguientes condiciones:

- Se realizará el ensayo de diez ladrillos.
- Se empleará cemento P-250 en el mortero.
- Las probetas se mantendrán en aire húmedo durante veinticuatro horas, y a continuación en agua durante veinticuatro horas. Después se les quita el agua superficial con un paño húmedo y se someten a la aplicación de la carga.
- Tensión aparente es la carga dividida por el área de la sección total incluidos huecos. Su valor característico es el de la serie de resultados individuales con probabilidad de 0,05 de no ser alcanzado.

El fabricante garantizará para cada clase de ladrillo su resistencia a compresión en Kg/cm<sup>2</sup>, ajustada a uno de los valores siguientes:

- Ladrillos macizos: 70, 100, 150, 200, 300.
- Ladrillos perforados: 100, 150, 200, 300.
- Ladrillos huecos: 30, 50, 70, 100, 150, 200.

No se admitirán ladrillos con resistencias inferiores a las siguientes:

- Ladrillos macizos: 70 kg/cm<sup>2</sup>
- Ladrillos perforados: 100 kg/cm<sup>2</sup>
- Ladrillos huecos: 30 kg/cm<sup>2</sup>

El fabricante podrá garantizar resistencias por encima de las indicadas, siempre dadas en múltiplos enteros de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

2.7. Otras propiedades.—Son también de gran importancia para la resistencia, durabilidad y aspecto de las fabricas, las propiedades siguientes:

- Absorción: Según el artículo 2.71.
- Succión: Según el artículo 2.72.
- Heladicidad: Según el artículo 2.73.
- Dilatación potencial: Según el artículo 2.74.
- Eflorescibilidad: Según el artículo 2.75.

No se impondrán condiciones para estas propiedades. El fabricante queda obligado a determinarlas, para cada clase de ladrillos, en un laboratorio oficial y a proporcionar este dato a quien lo solicite.

2.71. Absorción.—Absorción de una clase de ladrillo es una medida de su capacidad de apropiación de agua por inmersión total a largo plazo, obtenida en el ensayo definido en la norma UNE 7.061.

2.72. Succión.—Succión de una clase de ladrillo es una medida de su capacidad de apropiación de agua por inmersión parcial de corta duración, obtenida en el ensayo definido en la norma UNE 7.268.

2.73. Heladicidad.—Heladicidad de una clase de ladrillo es un índice de su susceptibilidad a ciclos sucesivos de heladas y deshielos, obtenido según la norma UNE 7.062.

2.74. Dilatación potencial.—Dilatación potencial de una clase de ladrillo es una medida de su capacidad de aumento de volumen por efecto de la humedad, obtenida en el ensayo definido en la norma UNE 7.269.

2.75. Eflorescibilidad.—Eflorescibilidad de una clase de ladrillo es un índice de su capacidad para producir, por expulsión de sus sales solubles, manchas en sus caras. Se obtiene mediante el ensayo definido en la norma UNE 7.063.

Capítulo 3. Morteros

3.1. **Condiciones de los materiales.**—Los cementos, cales, arenas, aguas y aditivos empleados en la fabricación de morteros cumplirán las condiciones que se especifican en los artículos 3.11 a 3.15.

3.11. **Cementos.**—Los cementos cumplirán las especificaciones del pliego general de condiciones para la recepción de conglomerantes hidráulicos.

Para la utilización de las distintas clases de cementos pueden seguirse las recomendaciones de la tabla 3.1.

Tabla 3.1

Recomendaciones para el empleo de distintos tipos de cementos en la confección del mortero para muros de fábrica de ladrillo

Tipo de cemento	Recomendación
Portland P 250 .....	Se recomienda su empleo en general.
Portland P 350 .....	Sólo recomendable para morteros M-180. No se utilizará con ladrillos de resistencia inferior a R-200. No indicado con dosificaciones altas que pueden producir fisuras por retracción.
Portland P-450 .....	No recomendable excepto en casos muy especiales y tomando las precauciones necesarias para evitar la fisuración por retracción.
De adición A-150 ..	Puede emplearse para morteros M 10 ó de resistencia inferior.
PAS 250 y PAS 350.	Indicados especialmente para fabricas enterradas en contacto con terrenos o aguas selenitosas.
Siderúrgicos .....	Puede emplearse; pero existe peligro de desigualdades de coloración en los morteros.
Puzolánicos .....	Puede emplearse. Sus morteros presentan, en general, mayor plasticidad que los de cemento Portland.
Naturales .....	Indicados para morteros de baja resistencia. Salvo experimentación previa, no se mezclará con otros conglomerantes.
Aluminoso .....	No admisible para morteros.

3.12. **Cales.**—En albañilería se emplean cales aéreas y cales hidráulicas.

Las cales aéreas amasadas con agua se endurecen únicamente en el aire, por acción del anhídrico carbónico.

Se emplean cales aéreas de los tipos I y II, definidos por las condiciones siguientes:

Tabla 3.2

Característica	Condición exigida en el	
	Tipo I	Tipo II
Contenido de óxido de cal y magnésico, según UNE 7.095 .....	IV 90 %	VI 60 %
Contenido de anhídrico carbónico según UNE 7.099 .....	IV 5 %	VI 5 %
Residuo, al tamizar en húmedo después de apagada la cal, según UNE 7.187 .....	IV 5 %	VI 15 %
Tamiz 0,2 UNE 7.050 .....	IV 10 %	—
Tamiz 0,08 UNE 7.050 .....	—	—

La cal viva en terrón se apagará en balsa, añadiendo la cantidad precisa de agua, que en general es de dos partes en volumen de agua por una de cal, y se deja reposar un plazo mínimo de dos semanas. Si es preciso se tamiza después.

La cal apagada, envasada en sacos o barriles, o a granel, llevará el nombre del fabricante y la designación del tipo. Se almacenará en sitio seco y resguardado de las corrientes de aire.

Las cales hidráulicas, amasadas con agua, se endurecen en el aire, o bajo el agua.

Se emplean cales hidráulicas de los tipos I, II y III, definidos por las condiciones siguientes:

Tabla 3.3

Característica	Condición exigida en el		
	Tipo I	Tipo II	Tipo III
Contenido de SiO <sub>2</sub> soluble + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , según UNE 7.095 .....	IV 20 %	IV 15 %	IV 10 %
Contenido de anhídrico carbónico, según UNE 7.099 .....	IV 5 %	IV 5 %	IV 5 %
Finura de molido, según UNE 7.201.	—	—	—
Tamiz 0,2 UNE 7.050 .....	IV 5 %	IV 10 %	IV 10 %
Tamiz 0,08 UNE 7.050 .....	IV 20 %	—	—
Fraguado, según UNE 7.099 .....	—	—	—
Comienzo .....	IV 2 h.	IV 2 h.	IV 2 h.
Terminación .....	IV 48 h.	IV 48 h.	IV 48 h.
Resistencia a compresión, según UNE 7.205 .....	IV 50 kg/cm <sup>2</sup>	IV 30 kg/cm <sup>2</sup>	IV 15 kg/cm <sup>2</sup>
Estabilidad de volumen, según UNE 7.204 .....	—	—	—

Galleta conservada en agua veintiocho días inalterada.

La cal hidráulica se recibirá en obra, seca y exenta de grumos, envasada adecuadamente, indicando nombre del fabricante, y el tipo. Se conservará en lugar seco y resguardado de las corrientes de aire, para evitar su posible carbonatación.

3.13. **Arenas.**—Pueden emplearse arenas naturales procedentes de río, mina y playa; o de machaqueo; o bien mezclas de ellas. En estado natural, o después de lavadas y cribadas, cumplirán las siguientes condiciones:

**Forma de los granos.**—La forma de los granos será redonda o poliedrica, siendo rechazables las arenas cuyos granos tengan predominantemente forma de laja o acícula.

**Tamaño máximo de los granos.**—La arena pasará por un tamiz de abertura no superior a 1/3 del espesor del tendel, ni a cinco mm.

**Contenido de finos.**—Realizado el ensayo de la arena por tamizado en levigación, el porcentaje en peso que pase por el tamiz 0,06 UNE 7.050 será como máximo el 15 por 100 del peso total.

**Granulometría.**—La línea granulométrica del árido se determinará sobre la muestra después de sometida al ensayo anterior, e incluyendo el contenido de finos cumplirá las condiciones que se impongan en la tabla 3.4, representadas gráficamente en la figura 3.1.

Tabla 3.4

Condiciones de la granulometría de una arena

Tamiz UNE 7.050 mm	Porcentaje que pasa por el tamiz	Condiciones
5	a	a = 100
2,5	b	b = 100
1,25	c	c = 100 c-d = 50
0,63	d	d = 70 d - e = 50
0,32	e	e = 50 e - f = 70
0,18	f	f = 30

Contenido de materia orgánica.—Realizado el ensayo descrito en la norma UNE 7.082, el color de la disolución ensayada no será más oscuro que el de la disolución tipo.

Otras impurezas.—El contenido total de materias perjudiciales: mica, yeso, feldespatos, descompuesto, pirita granulada, etc., no será superior al 2 por 100.

3.14. Agua de amasado.—Se admiten todas las aguas potables y las tradicionalmente empleadas. En caso de duda, el agua cumplirá las siguientes condiciones:

Determinado según la UNE 7.234.  
pH no inferior a 5 ni superior a 8.

Contenido en sustancias disueltas determinado según la norma UNE 7.130, no superior a 15 g/l.

Contenido en sulfatos expresados en SO<sub>4</sub>, determinado según la norma UNE 7.131 no superior a un g/l.

Contenido en cloruros expresados en Cl<sup>-</sup> determinado según la norma UNE 7.173 no superior a seis g/l.

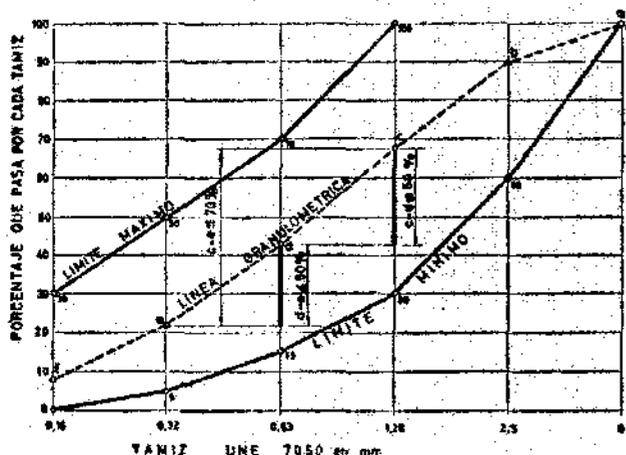


Fig. 3.1.—Condiciones para la línea granulométrica de una arena

Contenido en aceites y grasas no superior a 15 g/l.

Contenido en hidratos de carbono determinado según la norma UNE 7.132, no apreciable.

3.15. Aditivos.—Todo aditivo o colorante precisará para su empleo la autorización expresa del Director de la obra, en la que se indique la dosificación y condiciones de uso establecidas mediante los ensayos y comprobaciones oportunos.

Los aditivos comerciales preparados con objeto de mejorar la plasticidad o la impermeabilidad del mortero, acelerar su fraguado o influir favorablemente sobre cualquier otra característica precisarán para su empleo una justificación experimental suficiente.

3.2. Características de los morteros.—Para caracterizar un mortero se expresará su dosificación, su resistencia y su plasticidad.

3.21. Dosificación.—La dosificación se expresará indicando el conglomerante o conglomerantes empleados, y el número de partes en volumen de sus componentes. El último número corresponderá siempre al número de partes de arena.

Ejemplo: Mortero de cemento P-250, y cal aérea, 1:2:10. Indicará un mortero formado por una parte en volumen de cemento P-250, dos partes en volumen de cal aérea y diez partes en volumen de arena.

Cuando se utilice una de las dosificaciones tipo contenidas en la tabla 3.5, bastará expresar el tipo de mortero indicado en ella. Así, el mortero del ejemplo anterior se expresará M-30/b.

Tabla 3.5

Dosificación de morteros tipo

Mortero tipo	Partes en volumen de:			
	Cemento P-250	Cal aérea tipo II	Cal hidráulica tipo II	Arena
M-5	a	1	—	12
	b	1	2	15
M-10	a	1	—	10
	b	1	2	12
M-20	a	1	—	8
	b	1	2	10
	c	—	—	1
M-40	a	1	—	6
	b	1	1	7
M-80	a	1	—	4
	b	1	1/2	4
M-160	a	1	—	3
	b	1	1/4	3

3.22. Resistencia.—Resistencia a compresión de un mortero es el valor característico, con probabilidad de 0,05 de no ser alcanzado, de la serie de resultados obtenidos sobre las doce medias probetas que se obtienen del ensayo a flexión de seis probetas de 4 x 4 x 16 centímetros cúbicos, con edad de veintiocho días, conservadas en ambiente húmedo a 15°C., ensayadas según Norma UNE 7.270 con área de presión de 4 por 4 centímetros cuadrados y expresado en kilogramos/centímetro cuadrado.

Cuando se utilice un mortero tipo, no es necesario comprobar su resistencia, aceptándose los valores de la tabla 3.6.

Tabla 3.6

Resistencias de morteros tipo

Mortero tipo	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>	Mortero tipo	Resistencia Kg/cm <sup>2</sup>
M-5	5	M-40	40
M-10	10	M-80	80
M-20	20	M-160	160

3.23. Plasticidad.—La plasticidad de un mortero es función principalmente de su consistencia y de su contenido de finos procedentes de la cal o de la arena. Por esta razón se recomienda la adición de cal al mortero de cemento o el empleo de arenas con una cierta proporción de arcilla, siempre que no exceda del límite del 15 por 100 indicado en el artículo 3.13.

La consistencia, determinada midiendo el asentamiento en el cono de Abrams, se recomienda que sea de 17 ± 2 centímetros. No se producirá segregación de los componentes del mortero, de manera que dos muestras obtenidas de diferentes lugares de la masa al cabo de algún tiempo presenten en todos los casos la misma proporción de conglomerante, arena y agua.

La plasticidad de un mortero que tenga la consistencia antes indicada es función del porcentaje de finos de mezcla seca, incluidos conglomerantes y finos de la arena, y de que emplee o no aditivo aireante o plastificante, y se clasificará según se indica en la tabla 3.7.

Tabla 3.7

Plasticidad de los morteros

Plasticidad	Porcentaje de finos de mezcla seca	
	Sin aditivo	Con aditivo
Grasa .....	Mayor de 25	Mayor de 20
Sograsa .....	De 25 a 15	De 20 a 10
Magra .....	menor de 15	Menor de 10

3.3. Amasado de los morteros.—El amasado de los morteros se realizará preferentemente con amasadora u hormigonera, batiendo el tiempo preciso para conseguir su uniformidad, con un mínimo de un minuto. Cuando el amasado se realice a mano se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizándose como mínimo tres batidos. El conglomerante en polvo se mezclará en seco con la arena, añadiendo después el agua. Si se emplea cal en pasta se verterá ésta sobre la arena o sobre la mezcla.

3.4. Tiempo de utilización.—El mortero de cemento se utilizará dentro de las dos horas inmediatas a su amasado. Durante este tiempo podrá agregarse agua, si es necesario, para compensar la pérdida de agua de amasado. Pasada el plazo de dos horas, el mortero sobrante se desechará, sin intentar volver a hacerlo utilizable.

El mortero de cal podrá usarse durante tiempo limitado si se conserva en las debidas condiciones.

Capítulo 4 Proyecto

4.1. Datos del proyecto.—Los documentos del proyecto de una construcción con muros resistentes de fábrica de ladrillo cumplirán lo establecido en la legislación vigente y además, a los efectos de esta Norma, lo que se especifica en los artículos 4.11, 4.12 y 4.13.

4.11. Memoria.—En la Memoria se señalarán: Las acciones previstas ajustadas en la norma MV-101, las tensiones de cálculo de los diferentes tipos de fábrica de ladrillo empleados y la comprobación de las secciones que lo regularan.

Se reseñará explícitamente que todo ello se ajusta a esta Norma o, en su caso, se justificará la razón de su no cumplimiento.

4.12. Planos.—Figurarán planos de estructura en los que se definirán suficientemente los siguientes extremos:

- Clases de los ladrillos, tipos de los morteros y espesores de las juntas (llagas y tendeles).
- Dimensiones de los muros y huecos ajustadas al formato del ladrillo y espesor de las juntas.
- Indicaciones sobre el aparejo de los muros y de sus esquinas, encuentros y cruces.
- Acabado de sus paramentos y juntas
- Detalles constructivos de los apoyos de los elementos estructurales sobre los muros.
- Los cajeados precisos para alojamiento de bajantes con ductiones, etc.
- Orden de ejecución y plazos mínimos de puesta en carga de muros, cuando se juzgue necesario.
- Arriostramientos provisionales para la estabilidad durante su ejecución, cuando sean precisos.

4.13. Pliego de condiciones.—En el pliego de condiciones del proyecto se incluirán los artículos precisos para establecer las condiciones exigidas a los ladrillos y a los morteros y su comprobación, y las especificaciones para los muros

4.2. Clases de muros.—Por su organización constructiva, los muros se clasifican en las cinco clases siguientes:

4.21. Muro aparejado.—Muro trabado en toda su espesor ejecutado con una sola clase de ladrillo (figura 4.1).

4.22. Muro verdugado.—Muro aparejado en el que alternan témpanos de una clase de ladrillo con verdugadas de ladrillo más resistentes (figura 4.2), que puede ser armadas.

4.23. Muro doblado.—Muro de dos hojas adosadas, de la misma o de distinta clase de ladrillo, con elementos que las enlazan: verdugadas, bandas, llaves o anclajes (figura 4.3).

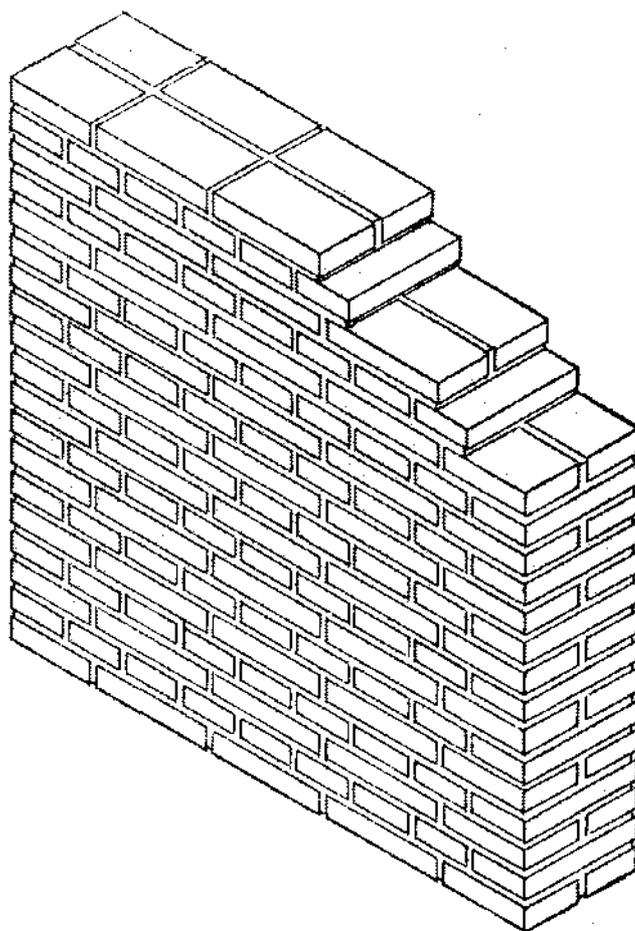


Fig. 4.1.—Muro aparejado

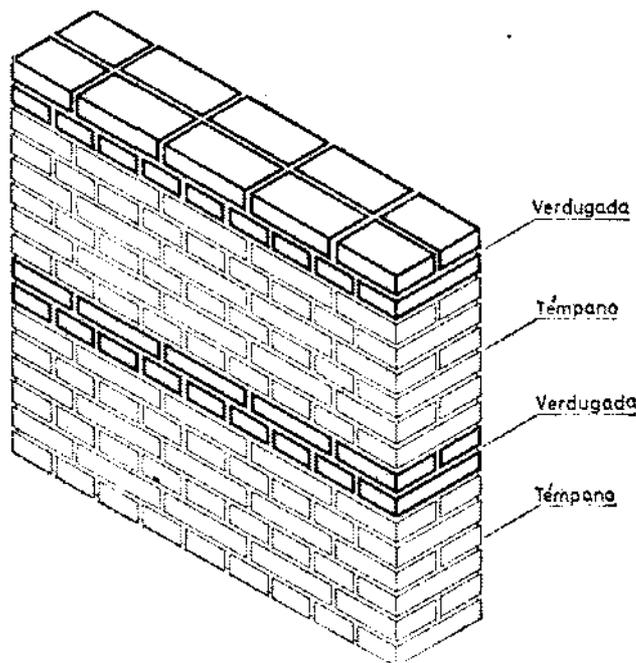


Fig. 4.2.—Muro verdugado

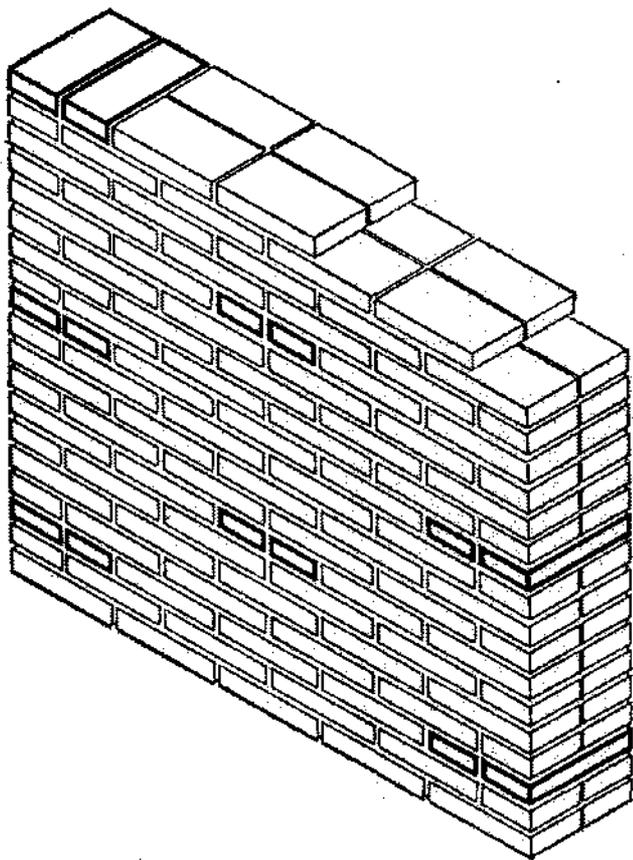


Fig. 4.3.—Muro doblado con llaves

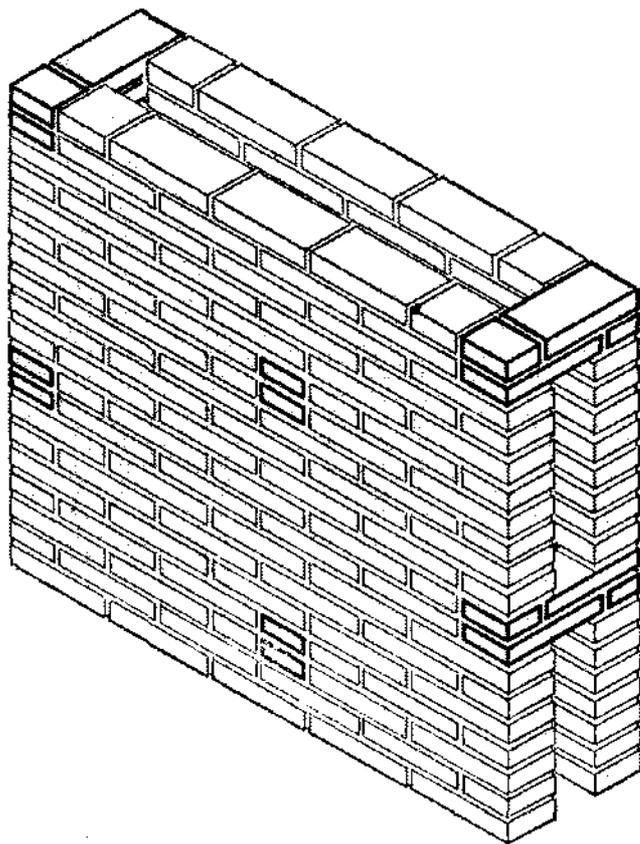


Fig. 4.4.—Muro capuchino con llaves

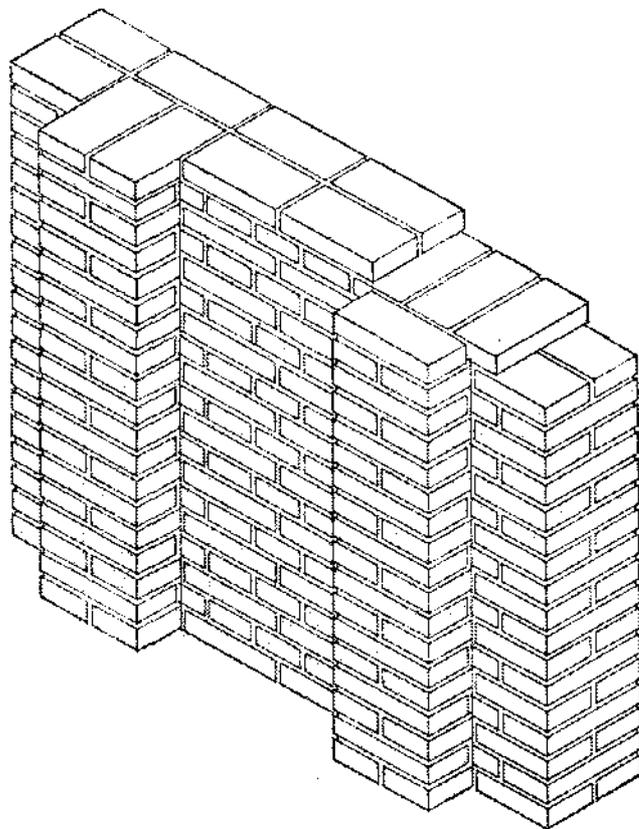


Fig. 4.5.—Muro apilastrado

4.24. Muro capuchino.—Muro de dos hojas, de la misma o de distinta clase de ladrillo, con cámara intermedia y elementos que las enlazan: verdugadas, bandas, llaves o anclajes (figura 4.4).

4.25. Muro apilastrado.—Muro aparejado, con resalto de pilasstras (figura 4.5).

4.3. Condiciones para cada clase de muro.—Cada clase de muro cumplirá las condiciones que se prescriben en los artículos 4.31 a 4.35, además de las que exijan sus condiciones de aislamiento higrotérmico y acústico, que son objeto de esta Norma.

4.31. Muro aparejado.—El espesor de los muros que sustentan forjados será no menor de 11,5 centímetros, y el de los muros transversales, no menor de 9 centímetros, siempre que encuentren a otros muros con traba efectuada hilada a hilada.

Podrá adoptarse cualquier tipo de aparejo de llagas encontradas, es decir, llagas de una sola hilada de altura y con solapes no menores que un cuarto de la saga menos una junta (figura 4.6).

Los aparejos fundamentales son: de sogas (figura 4.7); de tizones (figura 4.8); de sogas y tizones en hiladas alternas, ejemplos: inglés (figura 4.9) y belga (figura 4.10); de sogas y tizones en toda hilada, ejemplos: flamenco (figura 4.11) y holandés (figura 4.12). Existen variantes con otros juegos decorativos de juntas que cumplen también las condiciones anteriores.

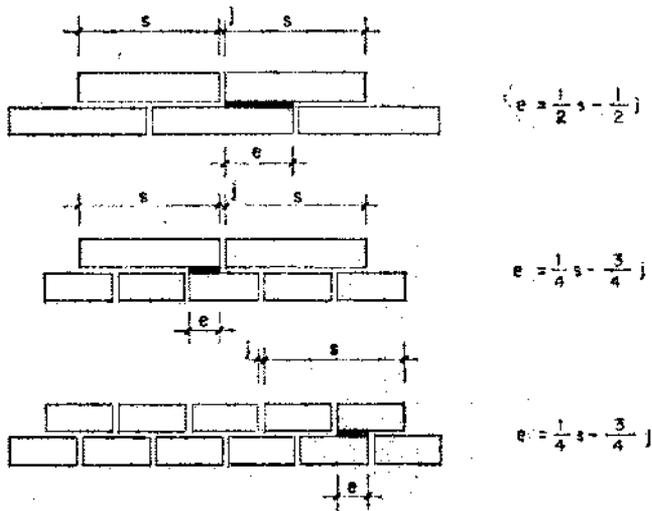


Fig. 4.6.—Solapos en aparejos de llagas encontradas

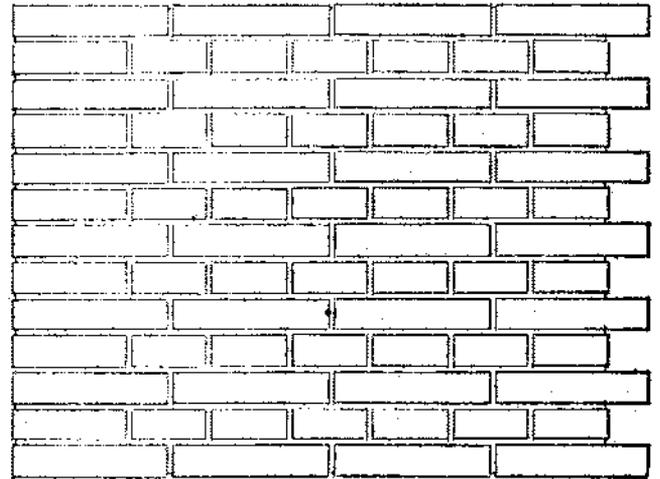


Fig. 4.9.—Aparejo inglés

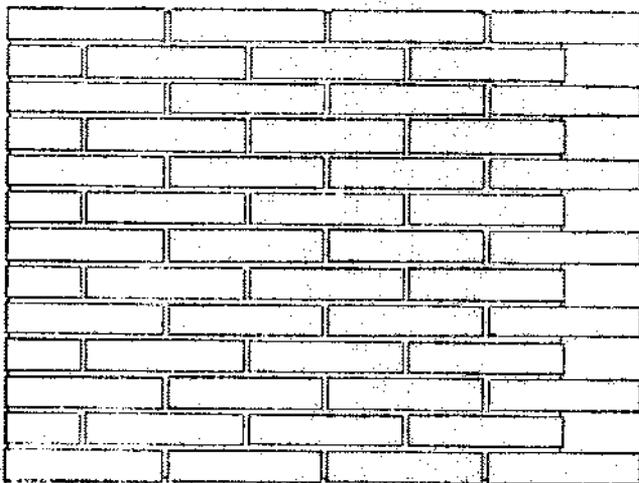


Fig. 4.7.—Aparejo de sogas

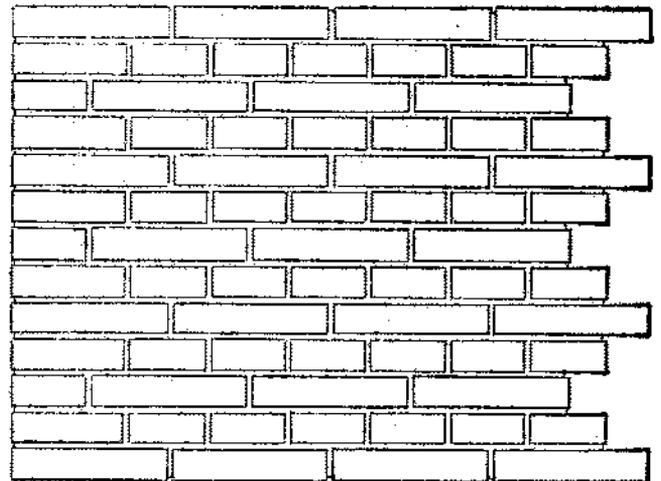


Fig. 4.10.—Aparejo belga

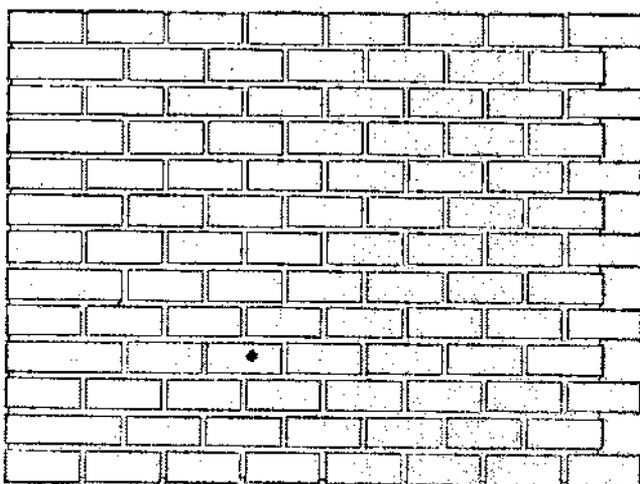


Fig. 4.8.—Aparejo de tizones o a la española

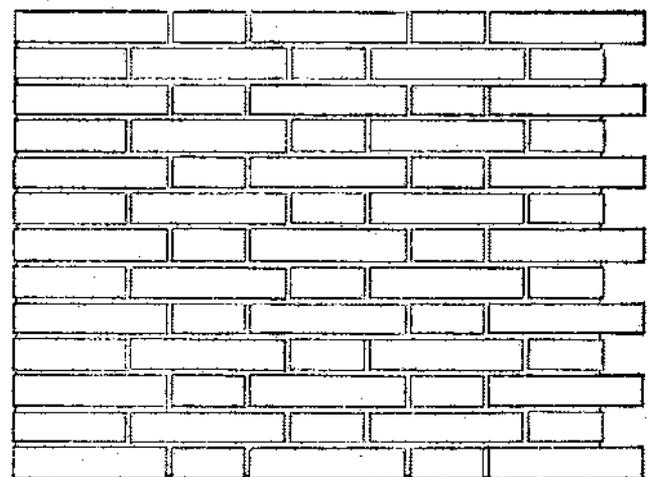


Fig. 4.11.—Aparejo flamenco

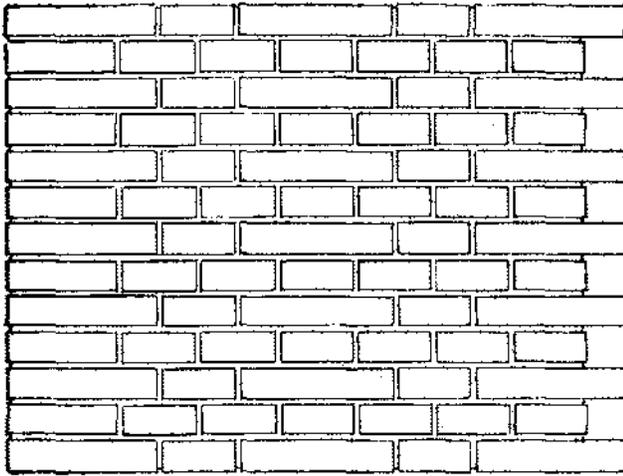


Fig. 4.12.—Aparejo holandés

Podrá emplearse todo motivo decorativo en resaltes o rehundidos que cumplan las condiciones anteriores de aparejo. Se podrá tomar como espesor de un muro con rehundidos el nominal definido por los paramentos exteriores si cumple todas las condiciones siguientes.

- La profundidad de los rehundidos no es superior a un cuarto del espesor nominal ni a un cuarto de saga.
- La anchura de los rehundidos no es superior a una saga más dos juntas.
- La altura de los rehundidos no es superior a tres hiladas más una junta.
- La distancia entre centros de rehundidos y al borde del muro, en cualquier dirección, no es superior a cuatro veces la dimensión del rehundido en dicha dirección.

Si no se cumple alguna de estas condiciones el espesor del muro será igual al nominal menos la profundidad máxima de los rehundidos.

4.32. Muro verdugado.—Cumplirá las condiciones del artículo 4.31. La altura  $v$  de cada verdugada (figura 4.13) será no

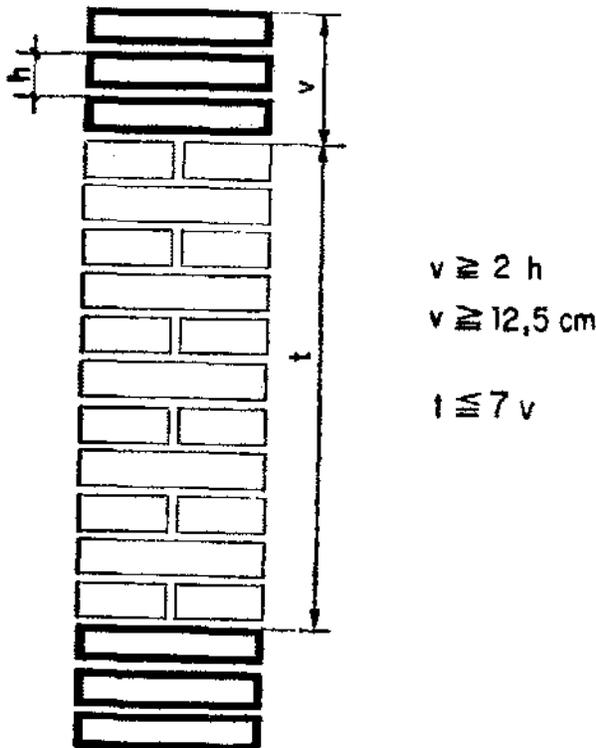


Fig. 4.13.—Muro verdugado

inferior a dos hiladas y no menor que 12,5 centímetros. La altura  $t$  de cada témpano será no mayor que siete veces la altura de la verdugada.

4.33. Muro doblado.—Cada hoja cumplirá las condiciones de aparejo del artículo 4.31; las dos hojas se ejecutarán simultáneamente y se macizará de mortero la junta entre ambas, y el espesor de cada hoja será no menor de 9 centímetros.

Los elementos de enlace entre las hojas pueden consistir en:

a) Verdugadas de ladrillo (figura 4.14) con las condiciones del artículo 4.32.

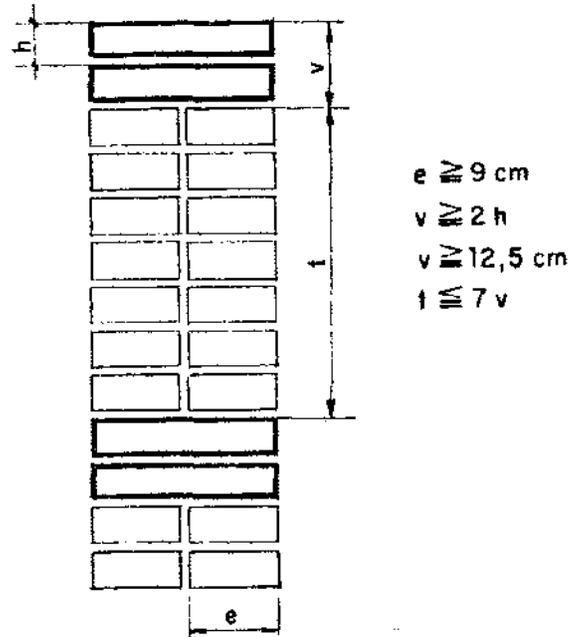


Fig. 4.14.—Muro doblado, con verdugadas

b) Llaves de ladrillo (figura 4.15) constituidas por: un solo ladrillo con entrega en cada hoja no menor de 9 centímetros, dos ladrillos superpuestos y trabados con entrega de cada ladrillo en las hojas no menor de 4 centímetros.

c) Bandas continuas de chapa desplegada galvanizada de anchura no menor de 12 centímetros, centradas con la junta a separaciones en altura no mayor de un metro (figura 4.16).

d) Anclajes de acero galvanizado (figura 4.17), de sección no inferior a 0,2 centímetros cuadrados, con parte recta entre los ejes de cada hoja y longitud desarrollada no inferior al espesor total del muro.

Las llaves y los anclajes se dispondrán al trespelillo (figura 4.18), y su separación entre centros no será superior a 60 centímetros.

4.32. Muro capuchino.—Cada hoja cumplirá las condiciones de aparejo del artículo 4.31; el espesor de cada hoja será no menor de 9 centímetros.

El ancho de la cámara interior no será superior a 11 centímetros, se recomiendan anchos de 3,5, 6 y 8,5 centímetros, que dan espesores totales de muro acoplables a las redes modulares de 10 centímetros o a las submodulares (figura 4.19).

Las bandas, llaves y anclajes cumplirán las condiciones del artículo 4.33.

Se colocará una verdugada, con las condiciones del artículo 4.32, bajo toda cadena de forjado (artículo 4.52) y bajo toda zapata de apoyo (artículo 4.6).

4.35. Muro apilastrodo.—Cumplirá las condiciones del artículo 4.31, las pilastras se ejecutarán simultáneamente con el muro e irán aparejadas con él, de acuerdo con las condiciones señaladas en dicho artículo.

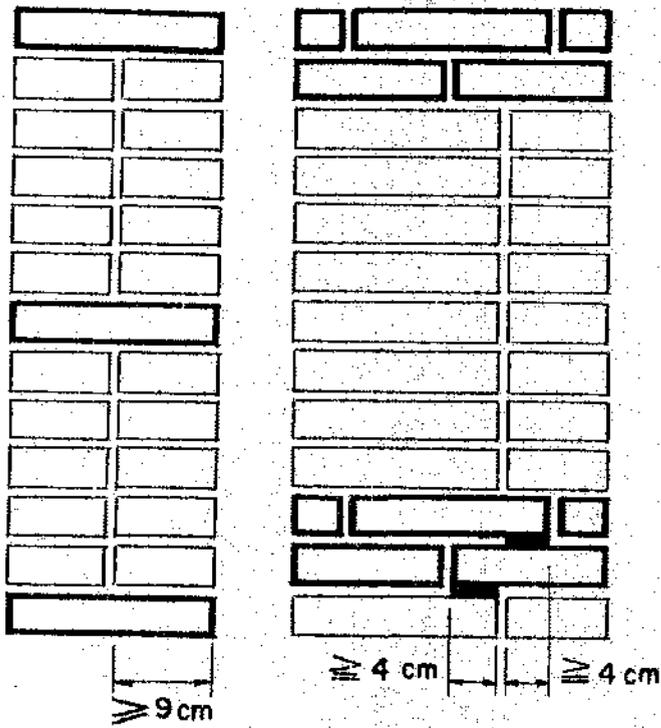


Fig. 4.15.—Muro doblado, con llaves

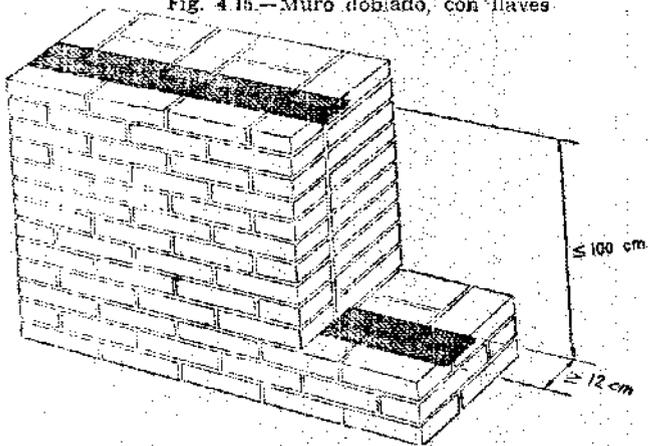


Fig. 4.16.—Muro doblado con bandas continuas de chapa desplegada galvanizada

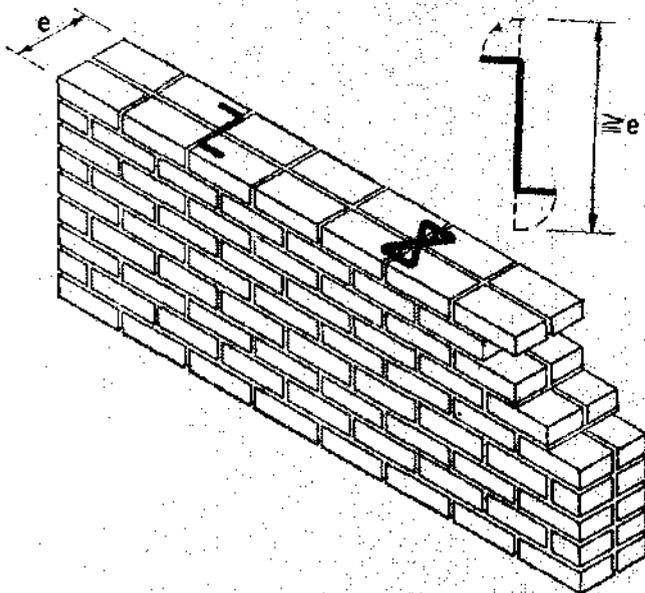


Fig. 4.17.—Muro doblado con anclajes

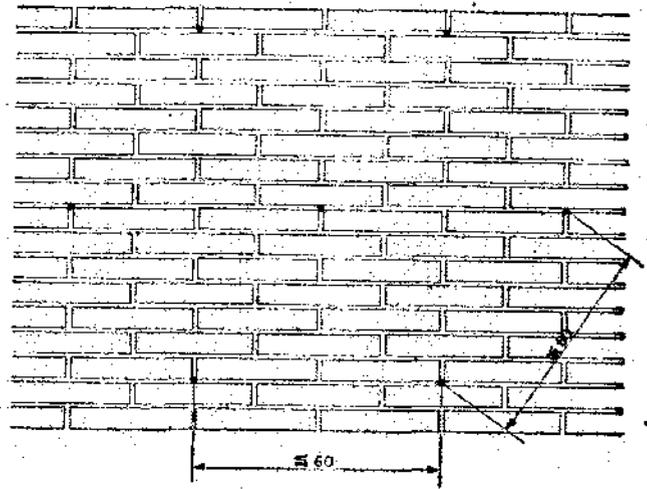


Fig. 4.18.—Muro doblado. Separaciones entre anclajes

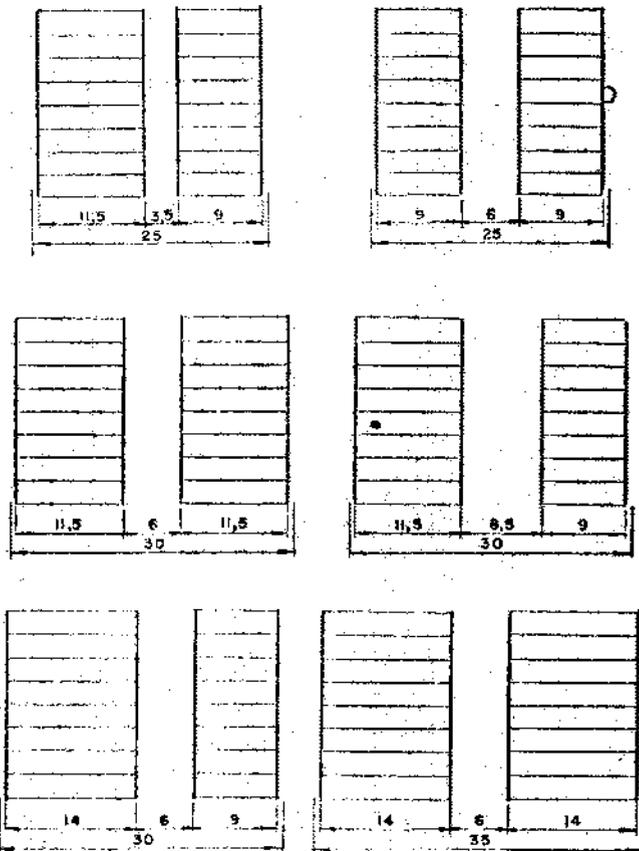


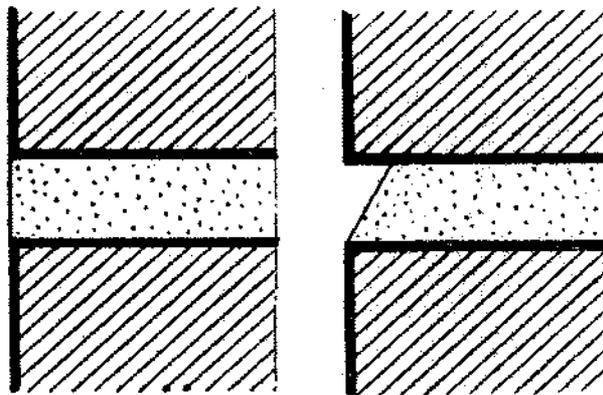
Fig. 4.19.—Muros capuchinos

4.36. Juntas.—Las juntas se denominan tendeles cuando son continuas y, en general, horizontales, y llagas cuando son discontinuas y, en general, verticales.

Las juntas de las fábricas vistas se terminan con rejuntableo que puede ser de varias clases. En fábricas resistentes se recomienda la terminación «enrasada» y la «matada superior» (figura 4.20).

4.4. Condiciones para los enlaces de muros.—Los muros que se enlazan en esquina, encuentro o cruce se ejecutarán debidamente trabados entre sí y simultáneamente siempre que sea posible.

Los solapos de la traba serán no menores que un cuarto de la saga menos una junta. El número de ladrillos que atizonen cada plano de enlace no será inferior a un cuarto del total.



Junta enrasada Junta matada superior

Fig. 4.20.—Tipos de juntas

4.5. Forjados.—Los forjados empleados en edificios con muros de fábrica de ladrillo cumplirán las siguientes condiciones:

4.51. Condición de rigidez.—La relación  $f/l$  entre la flecha  $f$  producida por la carga de servicio  $q$  y la luz  $l$  del forjado será en todo tramo no mayor que:

- 1 Cuando en el forjado puedan apoyar solamente tabiques o tabicónes de distribución ejecutados con yeso.  $\frac{1}{320}$
- 1 Cuando en el forjado puedan apoyar tabiques o tabicónes ejecutados con mortero de cal o cemento, o prefabricados.  $\frac{1}{500}$
- 1 Cuando en el forjado puedan apoyar muros ejecutados con mortero de cemento.  $\frac{1}{1000}$

En los forjados de cerámica armada, de losa aligerada de hormigón armado o de viguetas semirresistentes y losa de hormigón se admite que la condición  $f/l \leq 1/320$  se cumple si la relación  $d/l$  entre el canto  $d$  del forjado y su luz  $l$  no es mayor que:

- $1/30$  en tramos aislados.
- $1/36$  en tramos continuos, extremos.
- $1/42$  en tramos continuos, internos.

En los forjados de viguetas autorresistentes de acero o de hormigón armado o pretensado, con entrevigado, se calculará la flecha del forjado con el momento de inercia del conjunto de las viguetas y la losa superior de hormigón.

4.52. Condición de monolitismo.—Para la transmisión de los esfuerzos horizontales que se producen en toda construcción por acciones de viento o sísmicas, y por las interacciones de arriostamiento, los forjados serán monolíticos, para que tengan la debida rigidez en su plano, y para ello se exigen las siguientes condiciones:

Todo forjado, incluso los de viguetas metálicas, se terminará hormigonando los nervios, o los senos adyacentes a las viguetas, unidos a una losa continua, de espesor no menor de 2 centímetros por encima de todo elemento del forjado, con hormigón de resistencia característica no inferior a 120 kilogramos/centímetro cuadrado.

En esta losa de hormigón se incluirá una armadura perpendicular a los nervios o viguetas, de sección no menor de un centímetro cuadrado/metro de acero ordinario, o la sección mecánicamente equivalente de acero de alta resistencia, y penetrando en toda la anchura de las cadenas en los casos a) al el que siguen. Es recomendable el empleo de mallazo cuya armadura principal tenga la sección indicada.

a) En la unión con las cadenas extremas paralelas a los nervios o viguetas (figura 4.21), en una zona de anchura no inferior al doble de la separación entre éstos y no menor de 0,80 metros.

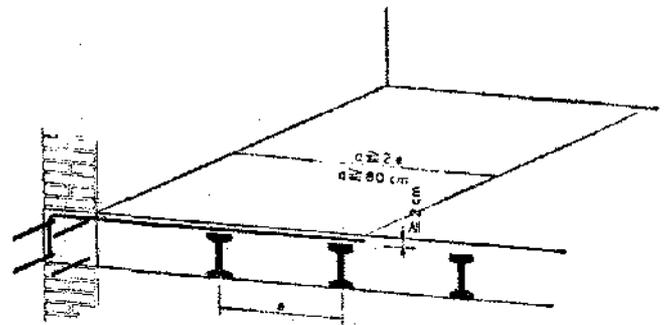


Fig. 4.21.—Armaduras de unión a la cadena

- b) En la superficie total de los forjados de luz no menor de 6 metros.
- c) En la superficie total de los forjados de un edificio cuya altura sea superior a 18 metros sobre la rasante del terreno.
- d) En la superficie total de los forjados sustentados sobre muros de espesor igual o menor de 14 centímetros.
- e) En la superficie total de los forjados construidos en localidades de grado sísmico VII o superior, de la escala M S K.

4.53. Condición de encadenado. Todo forjado enlazará con los muros en que se sustenta y con los transversales mediante cadenas de hormigón armado. Solamente se permite incluir viguetas, o nervios, en mechinales de la fábrica, en obras de reforma cuando no sea posible construir la cadena.

Estas cadenas, además de servir de enlace entre forjados y muros, están sometidas a flexión y cortadura por diferencias de asiento y otras causas y a tracción por acciones del viento o sísmicas, que se calcularán cuando sea preciso. Las cadenas pueden también servir de dinteles, calculándolas para ello.

En todo caso las cadenas cumplirán las condiciones siguientes:

Canto: Igual o superior al canto del forjado, estando el del forjado incluido en el de la cadena.

Anchura: La anchura  $a$  (figura 4.22) de una cadena de enlace con un muro extremo, de espesor  $d_1$  en su tramo superior y  $d_2 = r + d_1$  en su tramo inferior, cumplirá:

$$d_1 \leq 14 \text{ cm.} \quad a = r + d_1$$

$$14 < d_1 < 36,5 \text{ cm.} \quad a \geq r + \frac{d_1}{2} + 7 \text{ cm.}$$

$$d_1 \geq 36,5 \text{ cm.} \quad a \geq r + 25 \text{ cm.}$$

Si no hay retranqueo interior,  $r = 0$ , o no hay tramo superior cumplirá:

$$d_2 \leq 14 \text{ cm.} \quad a = d_2$$

$$14 < d_2 < 36,5 \text{ cm.} \quad a \geq \frac{d_2}{2} + 7 \text{ cm.}$$

$$d_2 \geq 36,5 \text{ cm.} \quad a \geq 25 \text{ cm.}$$

La anchura de la cadena de enlace con un muro interno será igual al espesor del tramo inferior del muro.

Armadura longitudinal.—La armadura se compondrá de cuatro barras, una en cada esquina, como mínimo de  $\phi 8$ , de acero ordinario, o de la sección mecánicamente equivalente de acero de alta resistencia.

Estribos.—De  $\phi 5$  a separación no mayor de 40 centímetros.

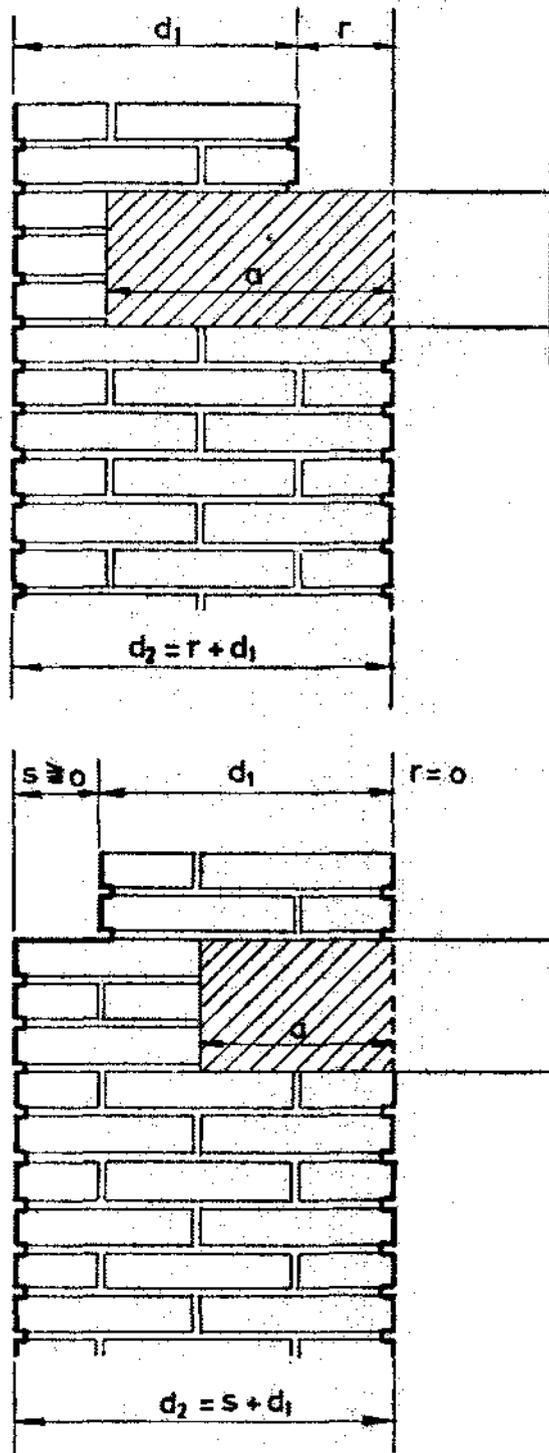


Fig. 4.22.—Anchura de una cadena

La unión entre el forjado y la cadena se realizará de acuerdo con las disposiciones constructivas que siguen:

El forjado tendrá en su parte superior una armadura con la longitud precisa para su anclaje en la cadena, que se dispondrá en la losa superior de hormigón (figs. 4.23 y 4.24). Esta armadura en el caso de viguetas autorresistentes, puede ser saliente de éstas con suficiente longitud de anclaje (fig. 4.25).

La sección de esta armadura será la correspondiente al momento negativo producido en la unión con el muro y, como mínimo, se tomará del 25 por 100 del momento del vano.

En forjados con viguetas autorresistentes sin armadura saliente o con armaduras sin suficiente sección o sin suficiente saliente, se hormigonará, a la vez que la cadena, una zona de

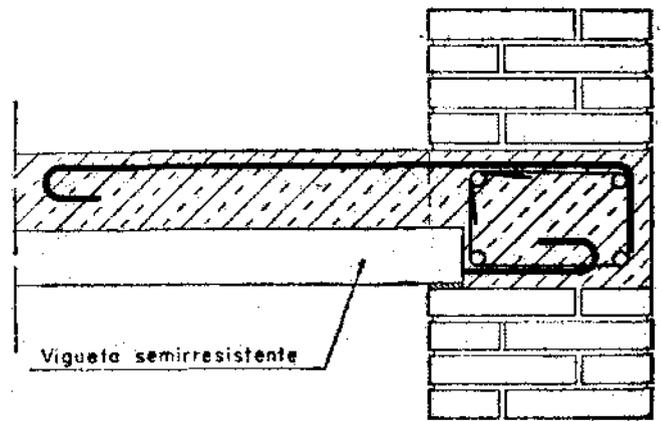


Fig. 4.23.—Cadena con viguetas semirresistentes

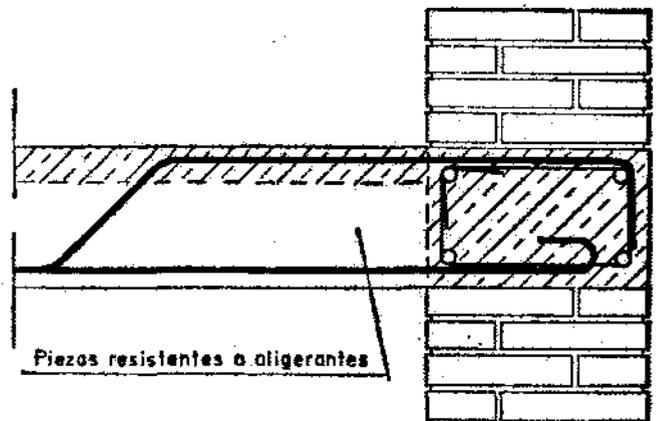


Fig. 4.24.—Cadena con forjado de nervios hormigonados

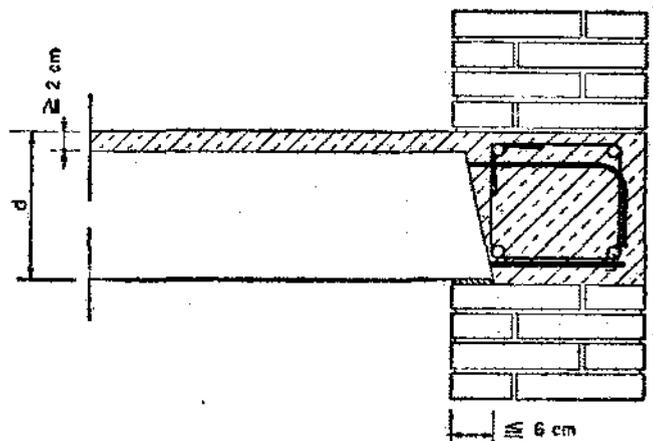


Fig. 4.25.—Cadena con viguetas autorresistentes con suficiente armadura saliente

entrevigado de anchura no menor que el canto del forjado (fig. 4.26).

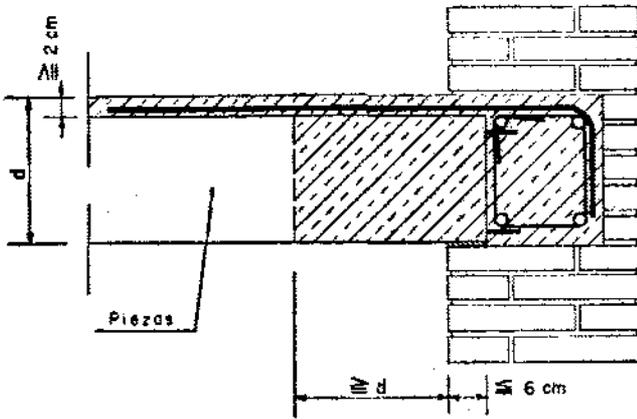


Fig. 4.26.—Cadena con viguetas autorresistentes sin suficiente armadura saliente

La entrega de las viguetas en el muro no será superior a seis centímetros.

4.6. Apoyos.—En el apoyo sobre un muro de fábrica de jácenas, cargaderos, pilares o cualquier otro elemento estructural, se comprobará que las tensiones producidas cumplen las condiciones establecidas en el capítulo 5. En general, para una buena distribución de la carga y evitar tensiones de tracción, es necesario colocar entre el elemento estructural y la fábrica una zapata de suficiente resistencia y rigidez.

4.7. Estabilidad del conjunto.—Al proyectar un edificio de muros de ladrillo debe tenerse muy en cuenta la estabilidad, disponiendo muros transversales a los de carga, que consigan un conjunto bien arriostrado, para resistir los esfuerzos horizontales producidos por acciones del viento, sísmicas, empujes, etcétera.

Son convenientes en los edificios las disposiciones simétricas, o lo más equilibradas posible. Esto es particularmente importante en edificios situados en localidades de grado sísmico VII o superior, en los que debe procurarse además que el baricentro y el centro de torsión de las cargas del edificio coincidan o estén próximos.

Los esfuerzos horizontales que actúan perpendicularmente al paramento de un muro se transmiten a través de los forjados a los muros transversales y de éstos a la cimentación, salvo en el caso del muro aislado, que debe ser estable por sí mismo.

Las condiciones de los artículos 4.4 y 4.5 tienen por objeto asegurar esta transmisión de esfuerzos. El cálculo de estos esfuerzos y de las tensiones producidas se realizará de acuerdo con el capítulo 5.

4.8. Juntas de dilatación.—Para evitar la fisuración producida por la retracción de los morteros y por variaciones higrotérmicas, en muros de excesiva longitud, se dividirá esta disponiendo juntas de dilatación.

La distancia máxima entre juntas de dilatación se fijará de acuerdo con los datos reseñados en la tabla 4.1.

Tabla 4.1

Distancia entre juntas de dilatación

Condiciones climáticas	Longitud máxima, en metros, entre juntas de dilatación con morteros de tipo:		
	M-180 y M-80	M-40 y M-20	M-10 y M-5
Clima marítimo ...	40	50	60
Clima continental.	30	40	50

Los valores de la tabla 4.1 corresponden a edificios de planta rectangular o concentrada. Si la planta tiene forma asimétrica, con alas en forma de L, U, etc., se dispondrán juntas de dilatación en las líneas de encuentro de las alas, siempre que las longitudes de éstas sean mayores que la mitad de los valores de la tabla 4.1.

Siempre que sea posible, la junta se proyectará con solapo (fig. 4.27).

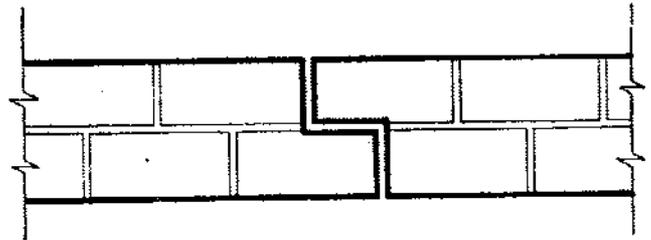


Fig. 4.27.—Planta de un solapo en junta de dilatación

4.9. Cimentación.—En el estudio de las cimentaciones de edificios con muros de ladrillo, se seguirán las prescripciones del capítulo 8 de la Norma MV 101 1962, debiendo ser las diferencias de asiento entre cada dos puntos lo más reducidas posible, y como máximo, 1/1.000 de su separación.

En los muros de fábrica es típica la cimentación con zapatas corridas si el terreno de características adecuadas está a poca profundidad. Si la profundidad es superior a 3-5 metros suele ser más económica la cimentación con pilas, si la excavación de pozos es posible, o con pilotes en caso contrario.

Zapatas y pilas se realizan, en general, con hormigón en masa, y, cuando es preciso, con hormigón armado. El tipo de cemento, y la dosificación del hormigón se elijen en función de la resistencia exigible y de la durabilidad frente a los agentes agresivos del terreno que pudieran existir. Pueden realizarse con mampostería o con fábrica de ladrillo con precauciones semejantes.

Según el tipo de cimentación, se seguirán las prescripciones de los artículos 4.91, 4.92 y 4.93.

4.91. Cimentación con zapatas.—La excavación de la zanja para la zapata de un muro, o de la artesa para la zapata de un pilar se realizará con las precauciones debidas, entibando si fuese preciso.

Las zapatas deben ser continuas, pasando por debajo de los huecos si el ancho de éstos no es superior a dos veces la altura de la zapata. Se enlazarán las cimentaciones de los distintos muros longitudinales y transversales de la forma más eficaz posible.

La base de la zapata de un muro será siempre horizontal. Estará situada en un solo plano cuando sea posible económicamente; en caso contrario, se distribuirá en banqueros con uniformidad.

La altura de cada banqueo no será superior a 3/4 de la altura de la zapata. La base de las zapatas de pilares será de un solo plano horizontal.

4.92. Cimentación por pilas.—Se emplearán pilas de cimentación cuando la profundidad del terreno adecuado para cimentar haga desaconsejable la solución de zapatas y las condiciones del terreno superior permitan la excavación económica de pozos.

El fondo del pozo se ensanchará para que la base de la pila tenga el diámetro debido.

Las cabezas de las pilas se enlazarán con una viga, en general de hormigón armado, dimensionada para resistir a flexión la carga de los muros, con limitación de flecha

$$f/l \leq \frac{1}{1.000}$$

se desaconseja la sustitución de la viga por arcos de fábrica sobre las pilas, y si se emplea se dispondrán tirantes hormigonados para la absorción de los empujes.

4.93. Cimentación por pilotes.—Se emplearán pilotes cuando la profundidad del terreno adecuado para cimentar y/o las condiciones del terreno superior, así lo aconsejen.

Las cabezas de cada grupo de pilotes se encajarán debidamente y estos encajados se enlazarán con una viga, empotrada en ellos que cumpla las condiciones establecidas en el apartado 4.92. Las vigas que recojan los distintos muros longitudinales y transversales se enlazarán de la forma más eficaz posible, disponiendo cadenas de atado si fuera necesario.

CAPÍTULO 5. CÁLCULOS DE MUROS

5.1. Principios generales.—En un edificio con muros resistentes, la disposición y las dimensiones de estos muros serán las adecuadas para que transmitan a la cimentación todas las acciones que recibe el edificio con la requerida seguridad. Disposición y dimensiones vienen en gran parte condicionadas por razones de composición, de construcción, de aislamiento, etc.,

y por ello los muros tienen muchas veces secciones superiores a las necesarias por resistencia.

Para calcular un elemento de fábrica (art. 5.11) se determinan:

Las características de la fábrica, según el artículo 5.2.

Las acciones que recibe el elemento en los diferentes casos de carga, según el artículo 5.3.

Las tensiones resultantes en las secciones del elemento, según el artículo 5.4.

5.11. Elementos de fábrica.—Se denomina elemento cada parte de muro, o cada pilar, que se considera en el cálculo como una unidad. A veces elementos que bajo ciertas acciones se consideran separadamente, se agrupan en un solo elemento para su cálculo bajo otras acciones.

Los muros resistentes de un edificio de varias plantas se descomponen verticalmente en tramos, comprendidos entre dos forjados consecutivos. Cuando el tramo que se considera (fig. 5.1) está constituido por machos separados por huecos

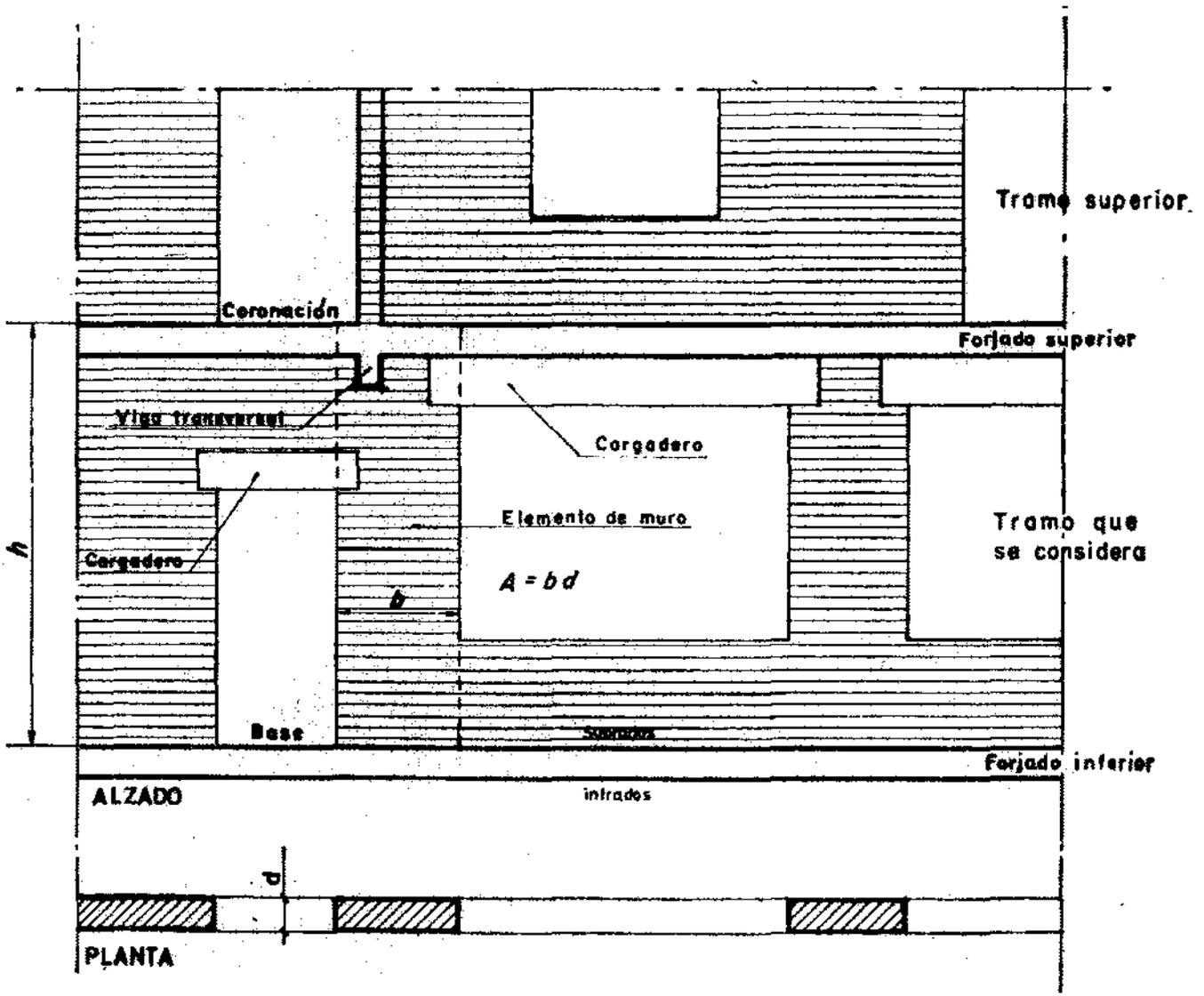


Fig. 5.1.—Elemento constituido por un macho, de un tramo de altura

de puertas o ventanas, cada macho constituye un elemento. Un elemento se define geoméricamente por su sección de área «A», y su altura «h» medida entre la base y la coronación. La base del elemento está en el arranque de cimentación, o en el suprado del forjador inferior. La coronación está en el suprado del forjado superior, en el plano de apoyo de la cubierta o en su plano superior si el elemento es libre.

Si el tramo de muro no tiene huecos, puede considerarse como elemento cada parte comprendida entre muros transversales, o la zona de un metro de anchura que tenga las cargas más desfavorables.

El elemento correspondiente a una esquina, encuentro o cruce consta de las partes de los muros que lo componen, y se define geoméricamente como antes.

Cuando un elemento de muro se apoya sobre otro de mayor anchura, se producen en éste, junto a los vértices, tensiones de tracción que pueden originar la rotura de los ladrillos de las primeras hiladas del muro inferior.

Se recomienda el armado de las juntas en el muro inferior y hacer coincidir en la primera hilada de éste, llagas con los paramentos del muro superior.

5.2. Características de la fábrica de ladrillo.—Las características mecánicas de la fábrica de ladrillo que fundamentalmente interesan son su resistencia a compresión y su deformabilidad.

5.21. Resistencia a compresión de la fábrica de ladrillo.—Para el cálculo de los elementos de fábrica de ladrillo, se definen los siguientes dos valores de su resistencia a compresión:

Resistencia característica  $\sigma_k$ .—Es el valor característico, obtenido en el ensayo a compresión establecido en el artículo 5.22.

Resistencia de cálculo  $\sigma^*$ .—Se define por la expresión:

$$\sigma^* = \frac{\sigma_k}{\gamma_m}$$

siendo  $\gamma_m$  el coeficiente de minoración, que tiene en cuenta: la reducción de resistencia por cansancio reológico, la variación estadística de resistencia, las inexactitudes del cálculo y las imperfecciones de ejecución, de modo que al alcanzarse la

tensión  $\sigma^*$ , la probabilidad de rotura tenga el valor suficientemente pequeño que exige la seguridad.

Se adoptará el valor  $\gamma_m = 2.5$

Si no se realiza ensayo a compresión de la fábrica, la resistencia de cálculo se evalúa empíricamente como se indica en el artículo 5.23.

5.22. Ensayo a compresión de la fábrica de ladrillo.—Tiene por objeto determinar la resistencia característica  $\sigma_k$  de la fábrica.

Se fabricarán probetas con la clase de ladrillo que vaya a utilizarse, mortero confeccionado con los conglomerantes y áridos a emplear, del tipo y plasticidad especificado, y el espesor de juntas adoptado, en número no inferior a 6.

La probeta será prismática, con sección cuadrada, de lado igual a la soga del ladrillo, y altura aproximadamente igual, y no menor, que el doble del lado, aparejada con hiladas alternadas de sogas y tizonas, y con las caras de presión planas, preparadas con mortero.

Las probetas se conservarán tapadas con paños húmedos durante veintiocho días y se ensayarán seguidamente a compresión.

Se obtendrá, como resistencia característica  $\sigma_k$  el valor característico de la serie de resultados que tiene la probabilidad de 0,05 de no ser alcanzado.

5.23. Evaluación empírica de la resistencia.—Si no se realiza ensayo a compresión de la fábrica, la tensión de agotamiento puede evaluarse en función de: la resistencia nominal del ladrillo (art. 2.6), la resistencia a compresión del mortero (artículo 3.22), la plasticidad del mortero (art. 3.23), y el espesor de las juntas, tomándose los valores prescritos en la tabla 5.1 si se emplea ladrillo macizo, en la tabla 5.2 si se emplea ladrillo perforado, y en la tabla 5.3 si se emplea ladrillo hueco.

5.24. Deformabilidad de la fábrica de ladrillo.—El módulo de deformación de una fábrica de ladrillo, que se precisa para el cálculo de las deformaciones de la fábrica, y de las rigideces de los elementos construidos con ella, puede determinarse experimentalmente mediante ensayos. Es necesario que los ensayos se realicen a lo largo de un plazo suficiente para que tenga lugar una deformación reológica que permita evaluar su valor final estabilizado.

TABLA 5.1.

Resistencia de cálculo de las fábricas de ladrillo macizo

Resistencia del ladrillo Kg/cm <sup>2</sup>	Plasticidad del mortero	Espesor de las juntas cm.	Resistencia de cálculo R <sup>c</sup> de la fábrica, en kg/cm <sup>2</sup> , con mortero:						Espesor de las juntas cm.	Plasticidad del mortero	Resistencia del ladrillo Kg/cm <sup>2</sup>
			M-5	M-10	M-20	M-40	M-80	M-160			
70	Magra	> 1,5	8	9	10	11	12	—			
	Magra Sograsa	1,5 a 1 > 1,5	9	10	11	12	14	—			
	Magra Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1 > 1,5	10	11	12	14	16	—	> 1,5	Magra	
	Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1	11	12	14	16	18	—	1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa	
	Grasa	< 1	12	14	16	18	20	—	< 1 1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa Grasa	100
150	Magra	> 1,5	14	16	18	20	22	25			
	Magra Sograsa	1,5 a 1 > 1,5	16	18	20	22	25	28			
	Magra Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1 > 1,5	18	20	22	25	28	32	< 1	Grasa	
	Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1	20	22	25	28	32	36	> 1,5	Magra	
	Grasa	< 1	22	25	28	32	36	40	1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa Grasa	200
300	Magra	> 1,5	25	28	32	36	40	45			
	Magra Sograsa	1,5 a 1 > 1,5	28	32	36	40	45	50			
	Magra Sograsa Grasa	< 1 > 1,5	32	36	40	45	50	56	< 1	Grasa	
	Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1	36	40	45	50	56	60			
	Grasa	< 1	40	45	50	56	60	66			

TABLA 5.2

Resistencia de cálculo de las fábricas de ladrillo perforado

Resistencia del ladrillo Kg/cm <sup>2</sup>	Plasticidad del mortero	Espesor de las juntas — cm.	Resistencia de cálculo $\sigma^*$ de la fábrica, en Kg/cm <sup>2</sup> , con mortero:						Espesor de las juntas — cm.	Plasticidad del mortero	Resistencia del ladrillo — Kg/cm <sup>2</sup>	
			M - 5	M - 10	M - 20	M - 40	M - 80	M - 160				
100	Magra	> 1,5	9	10	11	12	14	—				
	Magra Sograsa	1,5 a 1 > 1,5	10	11	12	14	16	—				
	Magra Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1 > 1,5	11	12	14	16	18	—			> 1,5	Magra
	Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1	12	14	16	16	20	22			1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa
	Grasa	< 1	14	16	18	20	22	25			< 1 1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa Grasa
200	Magra	> 1,5	16	18	20	22	25	28				
	Magra Sograsa	1,5 a 1 > 1,5	16	18	20	22	25	28			< 1 1,5 a 1	Sograsa Grasa
	Magra Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1 > 1,5	18	20	22	25	28	32			< 1 > 1,5	Grasa Magra
	Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1	20	22	25	28	32	36			1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa
	Grasa	< 1	22	25	28	32	36	40			< 1 1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa Grasa
300			25	28	32	36	40	45				
			28	32	36	40	45	50			< 1 1,5 a 1	Sograsa Grasa
			28	32	36	40	45	50			< 1	Grasa

Tabla 5.3

Resistencia de cálculo de las fábricas de ladrillo hueco

Resistencia del ladrillo Kg/cm <sup>2</sup>	Plasticidad del mortero	Espesor de las juntas cm.	Resistencia de cálculo $\sigma^*$ de la fábrica, en Kg/cm <sup>2</sup> , con mortero:						Espesor de las juntas cm.	Plasticidad del mortero	Resistencia del ladrillo Kg/cm <sup>2</sup>	
			M-5	M-10	M-20	M-40	M-80	M-160				
30	Magra	> 1,5	4	4,5	5	5,8	—	—				
	Magra Sograsa	1,5 a 1 > 1,5	4,5	5	5,8	6,3	—	—				
	Magra Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1 > 1,5	5	5,6	6,3	7,5	—	—			> 1,5	Magra
	Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1	5,6	6,3	7	8	—	—			1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa
	Grasa	< 1	6,3	7,5	8	9	—	—			< 1 1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa Grasa
70	Magra	> 1,5	6,3	7,5	8	9	—	—		50		
	Magra Sograsa	1,5 a 1 > 1,5	7,5	8	9	10	11	—			< 1 1,5 a 1	Sograsa Grasa
	Magra Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1	8	9	10	11	12	—			< 1 > 1,5	Grasa Magra
	Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1	9	10	11	12	14	—			1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa
	Grasa	< 1	10	11	12	14	16	—			< 1 1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa Grasa
150	Magra	> 1,5	10	11	12	14	16	—		100		
	Magra Sograsa	1,5 a 1 > 1,5	11	12	14	16	18	20			< 1 1,5 a 1	Sograsa Grasa
	Magra Sograsa Grasa	< 1 1,5 a 1 > 1,5	12	14	16	18	20	22			< 1 > 1,5	Grasa Magra
	Sograsa Grasa	< 1 > 1,5	14	16	18	20	22	25			1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa
	Grasa	< 1	16	18	20	22	25	28			< 1 1,5 a 1 > 1,5	Magra Sograsa Grasa
			18	20	22	25	28	32	< 1 1,5 a 1	Sograsa Grasa	200	
			20	22	25	28	32	36	> 1	Grasa		

Si no se realizan ensayos, el módulo de deformación E puede estimarse mediante la fórmula

$$E = \frac{\sigma^*}{\epsilon}$$

en la que  $\epsilon$  es la deformación unitaria de la fábrica, a largo plazo, cuyos valores en función del tipo del ladrillo y del mortero se dan en la tabla 5.4.

TABLA 5.4

Deformabilidad de las fábricas de ladrillo

Tipo de ladrillo	Deformabilidad $\epsilon$ en tanto por mil, siendo el tipo del mortero:		
	M-180 a M-40	M-20 y M-10	M-5
Macizo	0,83	0,80	1,00
Perforado y hueco	0,80	1,00	1,25

5.3. Acciones que se consideran.—Cada elemento (figura 5.1) recibe las acciones transmitidas directamente en su coronación por el tramo superior de muro y por el forjado, comprendidos en su sección «A»; las de los cargaderos sustentados en el elemento (artículo 5.6); en su caso, las de las vigas transversales que apoyan sobre él y el peso propio del elemento hasta la sección que se considere.

5.31. Acciones características.—El valor de servicio « $Q_s$ » de cada una de las acciones aplicadas a un elemento se evaluará según la Norma MV 101-1962, Acciones en la edificación.

5.32. Acciones ponderadas.—El valor ponderado « $Q^*$ » de una acción se obtendrá mediante la expresión:

$$Q^* = Q_s \gamma_s$$

siendo « $\gamma_s$ » el coeficiente de ponderación, que tiene en cuenta la posibilidad de que por causas excepcionales se produzca en la acción, sobre su valor de servicio, un incremento si es desfavorable o un decremento si es favorable, de modo que la probabilidad de alcanzarse « $Q^*$ » en la vida del edificio tenga el valor suficientemente pequeño que exige la seguridad.

En cada uno de los tres casos de carga que se establecen en la Norma MV 101-1962 será preceptivo aplicar los valores de los coeficientes de ponderación que se indican en la tabla 5.5

5.33. Solicitaciones.—Las componentes de la sollicitación en una sección: esfuerzo normal, «N»; esfuerzo cortante «T»; momento flector «M»; momento torsor, «D»; se calcularán a partir de las acciones por los métodos generales de la resistencia de materiales, salvo en los casos en que en la Norma se indican métodos específicos.

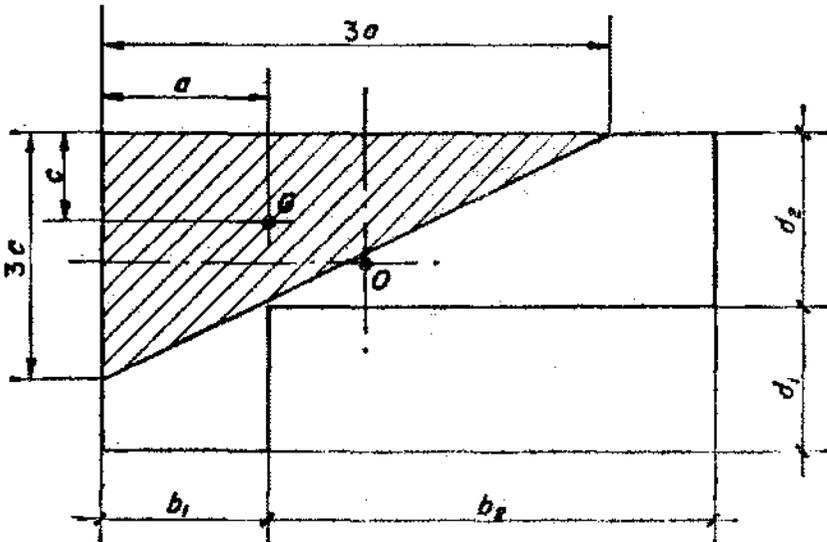


Fig. 5.2.—Sección de un elemento de fábrica, con esfuerzo normal en un punto O

TABLA 5.5  
Coeficientes de ponderación

Caso de carga según Norma MV 101 1962	Clase de acción	Coeficiente de ponderación $\gamma_s$ si la acción es	
		Desfavorable	Favorable
Caso I .....	Concargas .....	1,85	1,00
	Sobrecargas de uso	1,65	0
	Sobrecargas de nieve .....	1,65	0
	Empujes del terreno .....	1,65	1,00
	Asientos de apoyo.	Discrecional	
Caso II .....	Concargas .....	1,50	1,00
	Sobrecargas de uso	1,50	0
	Sobrecargas de nieve .....	0	0
	Empujes del terreno .....	1,50	1,00
	Asientos de apoyo.	Discrecional	0
	Acciones del viento, Térmicas y reológicas .....	1,50	0
Caso III .....	Concargas .....	1,00	1,00
	Sobrecargas de uso	1,00	0
	Sobrecargas de nieve .....	0,50	0
	Empujes del terreno .....	1,25	1,00
	Asientos de apoyo.	Discrecional	0
	Acciones del viento, Térmicas y reológicas .....	0,50	0
	Acciones sísmicas...	Discrecional	0
		1,00	0

Las sollicitaciones características de componentes « $N_k$ ,  $T_k$ ,  $M_k$ ,  $D_k$ », se calcularán con las acciones características y se emplean fundamentalmente sólo para el cálculo de deformaciones cuando sean precisas.

5.4. Tensiones.—El cálculo de las tensiones ponderadas para cada tipo de sollicitación se realiza según los artículos 5.41, 5.42 y 5.43.

En cada elemento se precisa calcular:

a) Tensión resultante general, determinada de acuerdo con los artículos 5.5 y 5.6 en las secciones que se exigen, con las cargas y las excentricidades que correspondan.

b) Tensión resultante local en cada área de apoyo de cargaderos, vigas u otros elementos, determinada con sólo la reacción del elemento, de acuerdo con el artículo 5.7.

5.41. Esfuerzo normal.—En una sección de un elemento de fábrica, de área total «A» (figura 5.2), en la que actúa un es-

Area de la sección total

$$A = b_1 d_1 + b_1 d_2 + b_2 d_2$$

Area de la sección eficaz

$$B = \frac{9ac}{2}$$

fuerzo normal «N», en un punto «G», no coincidente con el baricentro «O» de la sección, la tensión resultante «σ» se calcula admitiendo distribución uniforme de tensiones en una parte de la sección, denominada sección eficaz, de área «B», delimitada por una recta secante y cuyo baricentro coincide con el punto de aplicación del esfuerzo normal y considerando inactiva el resto de la sección.

La condición de seguridad es:

$$\sigma = \frac{N}{B} \leq \sigma^*$$

Quando la carga sea centrada, es decir, su punto de aplicación coincida con el baricentro «O», la sección eficaz es la sección total: «B = A».

Si en algún caso la sección eficaz es de difícil determinación geométrica, puede sustituirse por otra sección eficaz aproximada, comprendida en la sección total, y cuyo baricentro coincide con el punto «G» (fig. 5.3). El error que se comete va siempre en favor de la seguridad, pues la sección eficaz tiene área máxima y, si se elige convenientemente, este error es pequeño.

5.42. Flexión.—En casos excepcionales: muros exentos, etc., los elementos de muro sometidos a flexión compuesta con un esfuerzo normal de gran excentricidad respecto al baricentro de la sección, o a flexión simple, pueden calcularse admitiendo que la fábrica resiste tensiones de tracción, de valor no mayor que 0.1 σ\*, justificándolo en la Memoria del proyecto, y tomando las precauciones constructivas necesarias para garantizar la precisa adherencia entre el mortero de las juntas y el ladrillo.

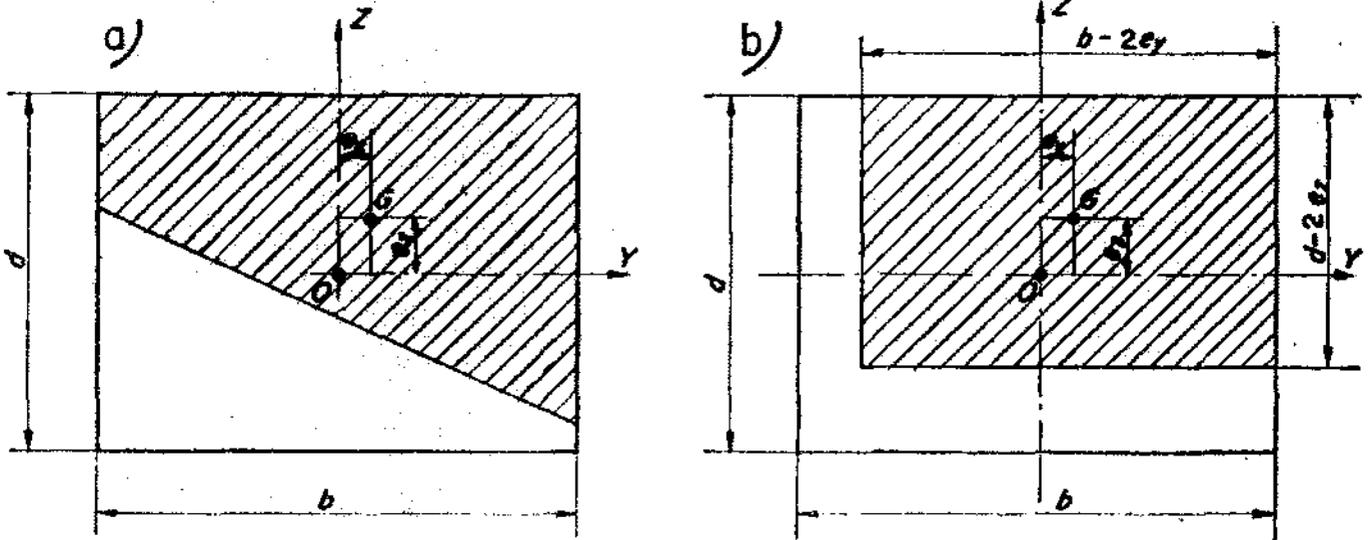


Fig. 5.3.—Sección eficaz a), y sección eficaz aproximada b), en un elemento de sección rectangular, con esfuerzo normal de excentricidad e pequeña, con dos componentes e<sub>y</sub>, e<sub>z</sub>.

Con estas condiciones, en una sección de área A y módulos resistentes

$$W_I \text{ y } W_{II}$$

respecto de sus ejes de inercia, actuando la sollicitación compuesta por momentos flectores

$$M_I^* \text{ y } M_{II}^*$$

respecto a sus ejes de inercia, y si existe un esfuerzo normal de compresión «N», las condiciones de seguridad son:

$$\sigma = \frac{M_I^*}{W_I} + \frac{M_{II}^*}{W_{II}} + \frac{N}{A} \leq \sigma^*$$

$$\sigma' = \frac{M_I^*}{W_I} + \frac{M_{II}^*}{W_{II}} - \frac{N}{A} \leq 0,1 \sigma^*$$

Siendo σ y σ' las máximas tensiones de compresión y de tracción en la sección.

5.43. Esfuerzo cortante.—Si en la sección de un elemento actúa un esfuerzo cortante «T», simultáneamente con un esfuerzo normal «N», las condiciones de seguridad son:

$$\sigma = \frac{\sqrt{N^2 + 4T^2} + N}{2B} \leq \sigma^*$$

$$\sigma' = \frac{\sqrt{N^2 + 4T^2} - N}{2B} \leq 0,1 \sigma^*$$

siendo «B» el área de la sección eficaz definida en el artículo 5.21.

Si no actúa esfuerzo normal simultáneamente, basta comprobar:

$$\sigma' = \tau = \frac{T}{A} \leq 0,1 \sigma^*$$

5.5. Acción de los forjados.—Los forjados transmiten a los muros cargas que se evalúan según el artículo 5.51. La deformación por flexión de los forjados produce excentricidades en la transmisión de estas cargas, que se calculan según los artículos 5.52 y 5.53.

5.51. Cargas transmitidas por los forjados.—En un forjado de tramo aislado (fig. 5.4 a), de luz «l», con carga «q», sustentado sobre un elemento de ancho «b», con huecos contiguos de vanos «v» y «w», siendo «t» la distancia entre ejes de huecos:

$$t = b + \frac{v + w}{2}$$

se transmite al elemento la carga «F», de valor:

$$F = \frac{q \cdot l \cdot t}{2}$$

En un forjado continuo (fig. 5.4 e, d), cuyo dimensionado se ha efectuado considerando en los sucesivos apoyos «A, B, C», los momentos flectores negativos de valor absoluto

$$M_A^*, M_B^*, M_C^*$$

por metro de anchura de forjado, las cargas que se consideran transmitidas son:

Tramo «e», apoyo «A»  $F^* = \left( \frac{q^* l_e}{2} + \frac{M_A^* - M_B^*}{l_e} \right) t_A$

Tramo «e», apoyo «B»  $F^* = \left( \frac{q^* l_e}{2} - \frac{M_A^* - M_B^*}{l_e} \right) t_B$

Tramo «d», apoyo «B»  $F^* = \left( \frac{q^* l_d}{2} + \frac{M_B^* - M_C^*}{l_d} \right) t_B$

Tramo «d», apoyo «C»  $F^* = \left( \frac{q^* l_d}{2} - \frac{M_B^* - M_C^*}{l_d} \right) t_C$

y así sucesivamente.

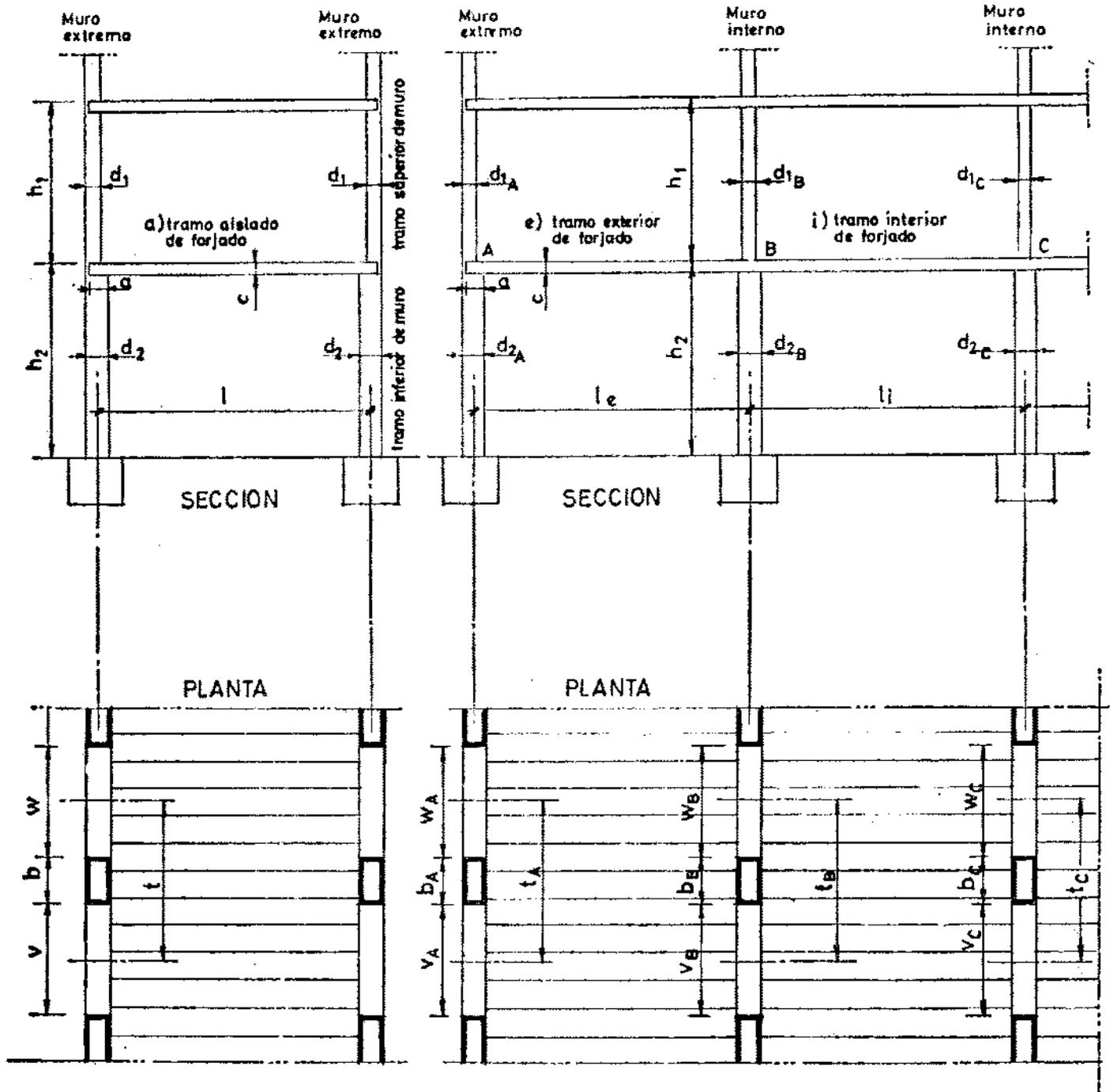


Fig. 54.—Forjados sustentados en muros:

- a) Tramo aislado.
  - e) Tramo exterior de un forjado continuo.
  - i) Tramo interior de un forjado continuo.
- Salvo excepciones, se considera  $M_A^* = M_C^* = 0$ .

En un forjado paralelo a un muro, con nervios o viguetas a separación «r» entre ejes, la carga «F\*» que transmite es:

$$F^* = \frac{q^* r}{2}$$

5.52. Excentricidad de la carga de forjado sin tramo superior de muro.—Un forjado, sustentado con entrega «a», en un elemento de muro extremo (fig. 5.5) de espesor «d», sin que

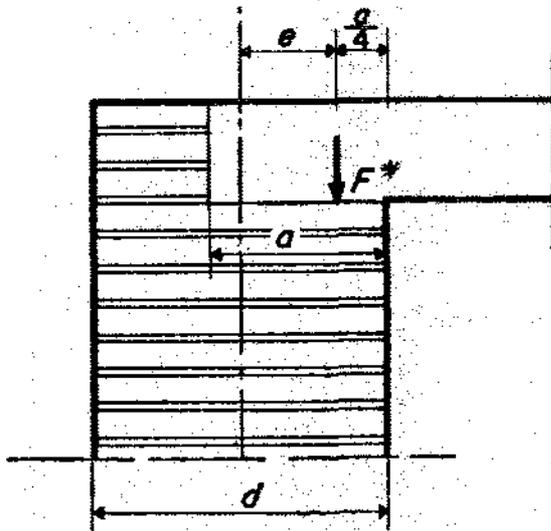


Fig. 5.5.—Forjado sustentado en un muro extremo, sin muro de carga sobre el forjado

exista tramo superior de muro de carga sobre el forjado, transmite la carga «F\*» (art. 5.51) aplicada con la excentricidad:

$$e = \frac{d - a}{4}$$

y si la entrega es total, «a = d», la excentricidad es:

$$e = \frac{d}{4}$$

Un forjado continuo sustentado en un elemento de muro interno (fig. 5.6) transmite la carga «F\* = F<sub>1</sub>\* + F<sub>2</sub>\*», suma de ambos tramos aplicada con la excentricidad:

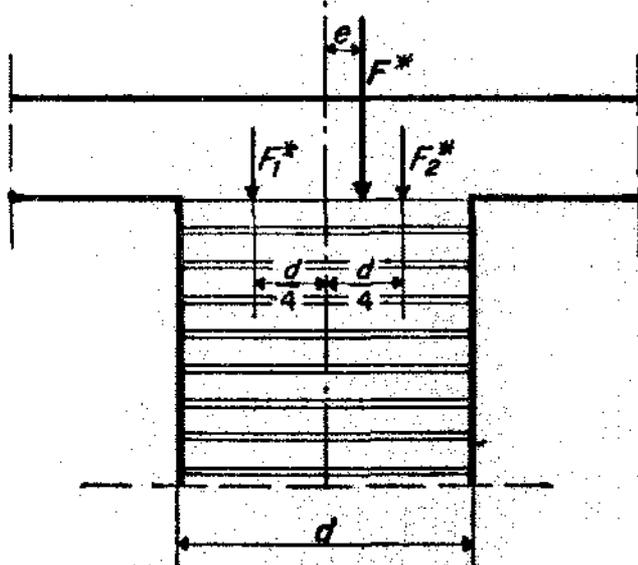


Fig. 5.6. Forjados sustentados en un muro interno, sin muro de carga sobre los forjados

$$e = \frac{F_2^* - F_1^*}{F_2^* + F_1^*} \cdot \frac{d}{4}$$

5.53. Excentricidad de la carga de forjado con tramo superior de muro.—Un forjado sustentado en un elemento de muro extremo (fig. 5.7), con tramo superior de espesor «d<sub>1</sub>», anchura «b» y altura «h<sub>1</sub>», que tiene en su arranque el esfuerzo normal «N\*», y tramo inferior de espesor «d<sub>2</sub>», anchura «b» y altura «h<sub>2</sub>», transmite, en la posición de la figura, la carga «F\*» (art. 5.51) y un momento flector «M\*» dado por la fórmula:

$$M^* = \mu q^* b p$$

siendo «μ» el factor de empotramiento:

$$\mu = \frac{\rho_1 + \rho_2}{16 (\rho_1 + \rho_2 + \rho)}$$

función de las rigideces:

del tramo superior:  $\rho_1 = \frac{EJ_1}{h_1}$        $J_1 = \frac{d_1^3 b}{12}$

del tramo inferior:  $\rho_2 = \frac{EJ_2}{h_2}$        $J_2 = \frac{d_2^3 b}{12}$

del forjado:  $\rho = n \cdot \frac{Kb}{1}$

siendo:

- E: módulo de deformación de la fábrica (art. 5.24),
- K: módulo de flecha, por metro de forjado (K = J<sub>1</sub> E<sub>f</sub>),
- n = 0,5 en forjado de tramo aislado, n = 1 en forjado continuo.

Este momento flector «M\*» se equilibra en el muro con los producidos por las fuerzas «N\*» y «N\* + F\*», cumpliéndose la condición:

$$M^* = N^* (u + e_1) + (N^* + F^*) e_2$$

La tensión resultante «σ<sub>1</sub>» en el tramo superior, y la «σ<sub>2</sub>» en el inferior, tienen que cumplir las condiciones:

$$\sigma_1 = \frac{N^*}{(d_1 - 2r - 2e_1) b} \leq \sigma^*$$

$$\sigma_2 = \frac{N^* + F^*}{(d_2 - 2e_2) b} \leq \sigma^*$$

Generalmente se admite σ<sub>1</sub> = σ\*, y de esta condición se obtiene:

$$e_1 = \frac{d_1}{2} - r - \frac{N^*}{2b\sigma^*}$$

de la condición de equilibrio del momento se deduce:

$$e_2 = \frac{M^* - N^* (u + e_1)}{N^* + F^*}$$

y con ese valor se comprueba que: σ<sub>2</sub> ≤ σ\*

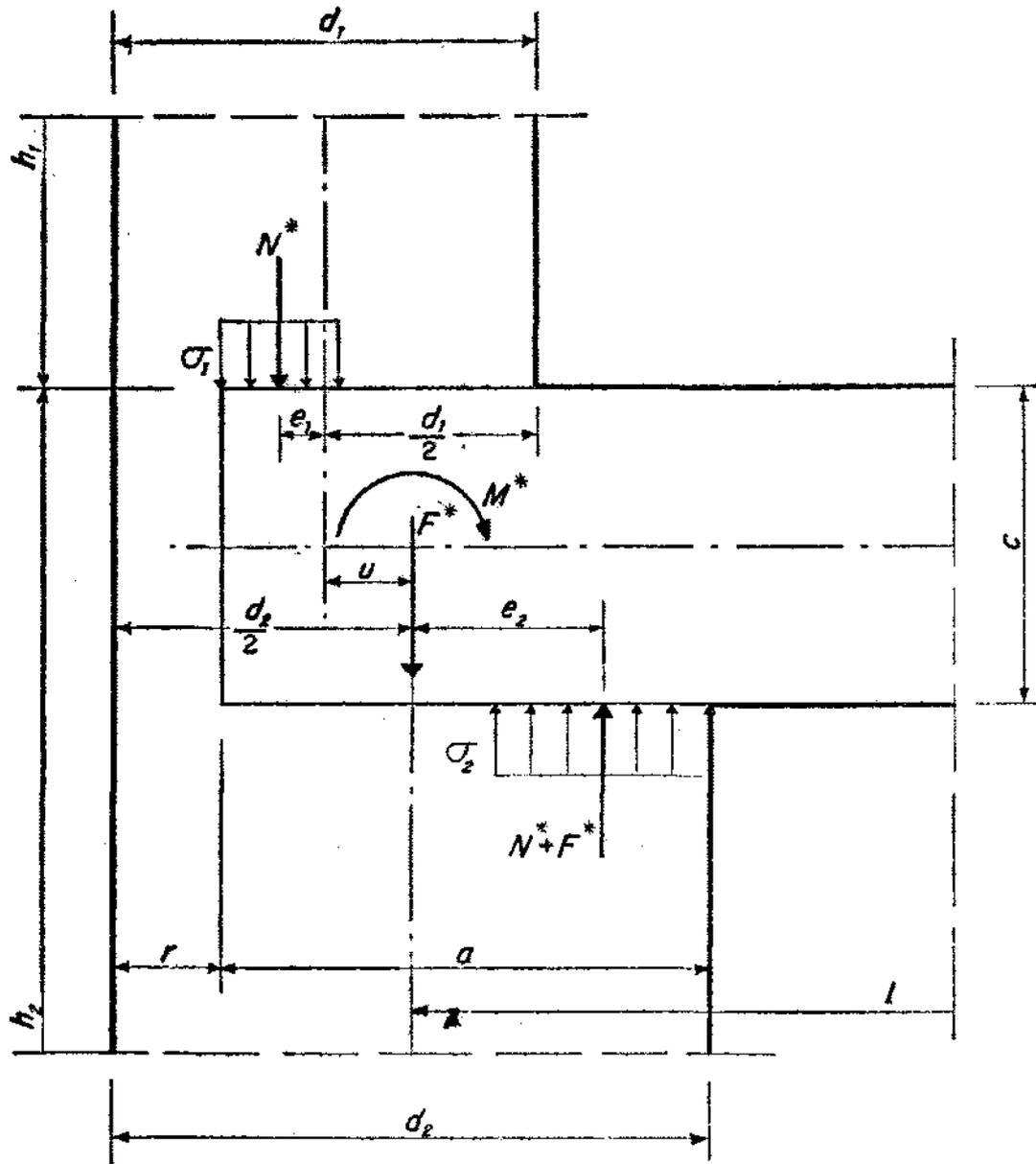


Fig. 5.7.—Cargas y tensiones en el empotramiento de un forjado en un muro extremo

Un forjado continuo, con tramos de luces  $l_a$  y  $l_b$  ( $l_a > l_b$ ) sustentado en un elemento de muro interior (figura 5.8), transmite, en la posición de la figura, la carga  $F^* = F_a^* + F_b^*$  y un momento flector  $M^*$  dado por la fórmula:

$$M^* = \mu q^* b \left( \frac{l_a^2 - l_b^2}{l_a} \right)$$

siendo  $\mu$  el factor de empotramiento

$$\mu = \frac{\rho_1 + \rho_2}{16 (\rho_1 + \rho_2 + \rho_a + \rho_b)}$$

función de las rigideces de los tramos superior e inferior:  $\rho_1$  y  $\rho_2$  y de las de los tramos contiguos de forjado:

$$\rho_a = \frac{Kb}{l_a} \quad ; \quad \rho_b = \frac{Kb}{l_b}$$

Las tensiones  $\sigma_1$  y  $\sigma_2$  y las excentricidades  $e_1$  y  $e_2$  se obtienen con las mismas fórmulas anteriores.

De modo aproximado, el factor de empotramiento puede calcularse por la fórmula:

$$\mu = \frac{1}{16} \frac{2}{2 + m \frac{E_p}{E} \frac{h}{l} \left( \frac{c}{d} \right)^2}$$

siendo:

- h• altura media de los dos tramos de muro.
- l• luz del forjado, o luz media de las luces contiguas.
- c• canto del forjado.
- d• espesor del muro inferior.
- $E_p$ • módulo de elasticidad del hormigón del forjado.
- E• módulo de deformación de la fábrica.
- n• coeficiente que según el caso toma los valores (fig. 5.8).  
 Caso A: apoyo de tramo aislado  $n = 0,5$ .  
 Caso E: apoyo extremo de forjado continuo  $n = 1$ .  
 Caso I: apoyo interno de forjado continuo  $n = 2$ .

Los valores de  $n$  en función de  $h/l$ ,  $c/d$ ,  $E_p/E$  y del caso se dan en la tabla 5.5.

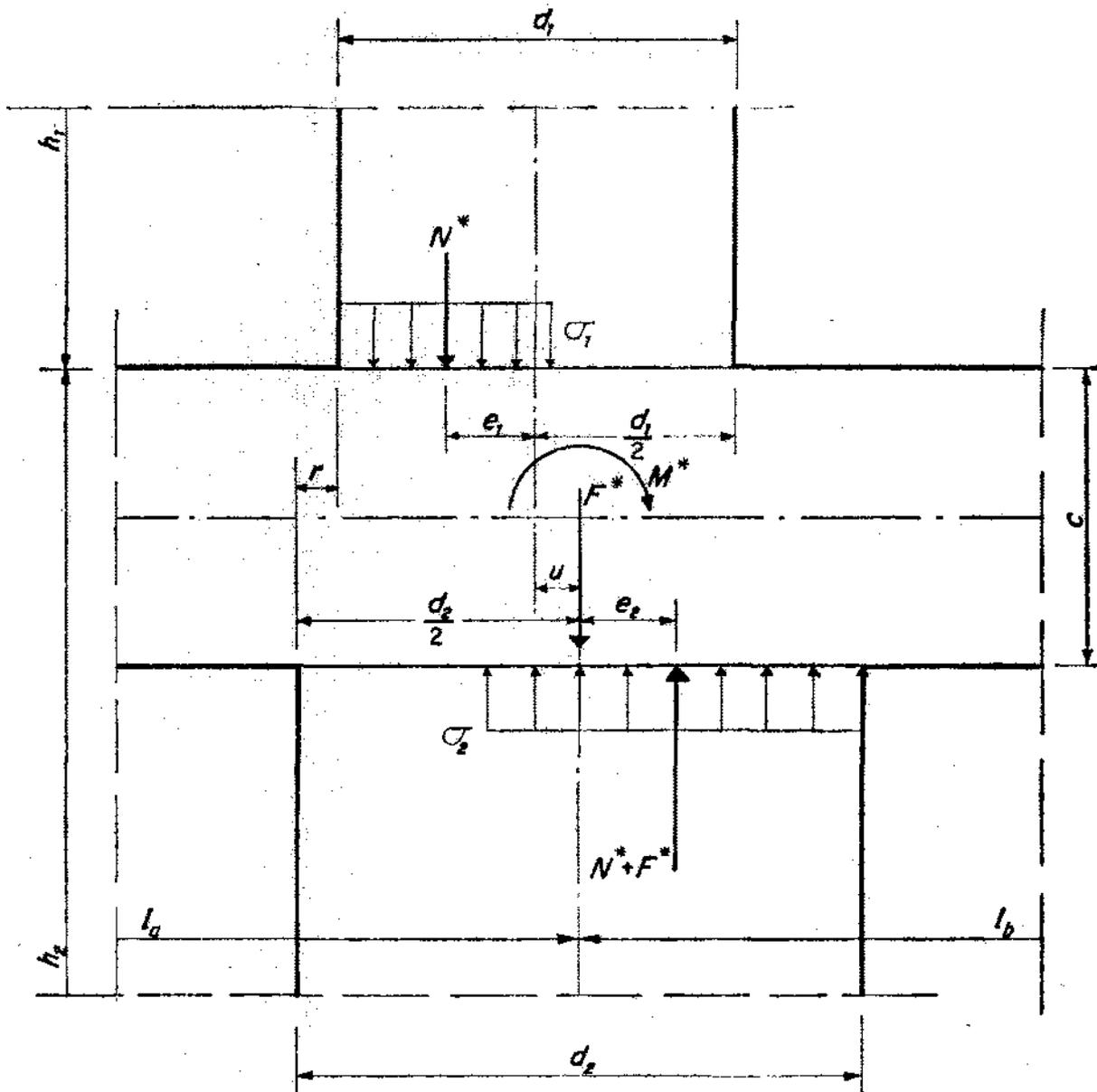


Fig. 5.8.—Cargas y tensiones en el empotramiento de un forjado continuo en un muro interno

Tabla 5.5

Factor de empotramiento de forjados

Caso	$E_p / E$					valor de $\mu$ , siendo $\alpha/d$									
			20	10	5	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,5	2	
A			20	10	5										
E			20	10	5										
I	20	10	5												
h	2					0,018	0,010	0,006	0,004	0,003	0,002	0,001	0,000	0,000	
	1	2				0,027	0,018	0,012	0,008	0,006	0,003	0,002	0,001	0,000	
	0,5	1	2			0,038	0,028	0,020	0,014	0,010	0,006	0,003	0,002	0,001	
	0,25	0,5	1	2		0,047	0,034	0,030	0,023	0,018	0,010	0,008	0,004	0,002	
l			0,25	0,5	1	2	0,054	0,048	0,041	0,034	0,027	0,018	0,012	0,008	0,003
				0,25	0,5	1	0,058	0,054	0,049	0,044	0,038	0,028	0,020	0,012	0,008
					0,25	0,5	0,060	0,058	0,055	0,052	0,047	0,039	0,030	0,020	0,010
						0,25	0,061	0,060	0,059	0,056	0,054	0,048	0,041	0,030	0,018

Los valores intermedios se interpolaran linealmente.

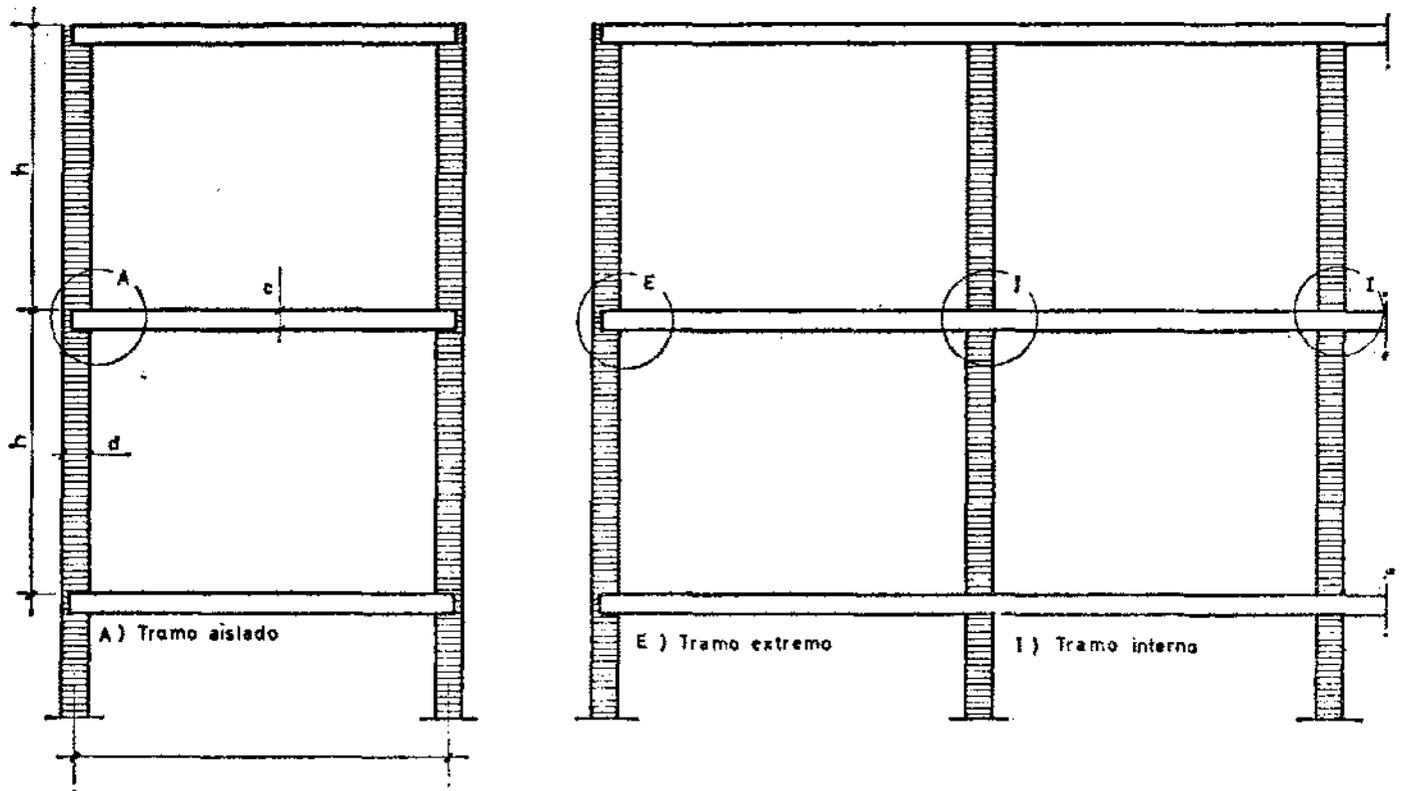


Fig. 5.9.—Forjados de tramo aislado A) y forjados continuos, con tramos extremos E) y tramos internos D)

5.6. *Excentricidades función de la esbeltez.*—En todo elemento de fábrica, sometido a un esfuerzo normal «N», actúa éste, en general, con excentricidades producidas por los forjados (art. 5.5), y/o por apoyo excéntrico de cargaderos, vigas u otros elementos y/o por esfuerzos horizontales. Incluso un esfuerzo normal teóricamente centrado, actúa siempre en la práctica con excentricidad variable a lo largo del eje del elemento a causa de las inevitables imperfecciones de ejecución y de las deformaciones irregulares por diferencias del Módulo de elasticidad de la fábrica en sus diferentes puntos.

Al actuar el esfuerzo normal, la excentricidad inicial aumenta por la deformación lateral producida en el flexopandeo. Por ello, la excentricidad con que hay que calcular el elemento es función de su esbeltez (art. 5.61), y se evalúa en la forma indicada en el artículo 5.64.

5.61. *Esbeltez de un elemento.*—Esbeltez «λ» de un elemento de fábrica de ladrillo, de altura virtual «h<sub>v</sub>» definida en el artículo 5.62, y de espesor virtual «d<sub>v</sub>» definido en el artículo 5.63, es el cociente:

$$\lambda = \frac{h_v}{d_v}$$

5.62. *Altura virtual de un elemento.*—La altura virtual «h<sub>v</sub>» de un elemento de fábrica es la distancia entre los puntos de inflexión de la deformada del eje del elemento sometido a flexopandeo.

La determinación exacta de la altura virtual es difícil porque el fenómeno de flexopandeo en los elementos de fábrica de ladrillo es complejo, debido a la variación del Módulo de elasticidad con las tensiones, y reducción de la sección por la aparición de grietas.

Por ello, a menos de justificar con estudios teóricos o experimentales los valores de altura virtual, se tomará en el cálculo el valor:

$$h_v = \alpha h$$

siendo «α» un factor, dado en la tabla 5.6, que depende de que el elemento tenga o no arriostramiento horizontal en la coronación, y de la relación entre la separación «s», entre arriostramientos transversales con muros que cumplan las condiciones del artículo 4.3 y la altura «h» del elemento (fig. 5.10).

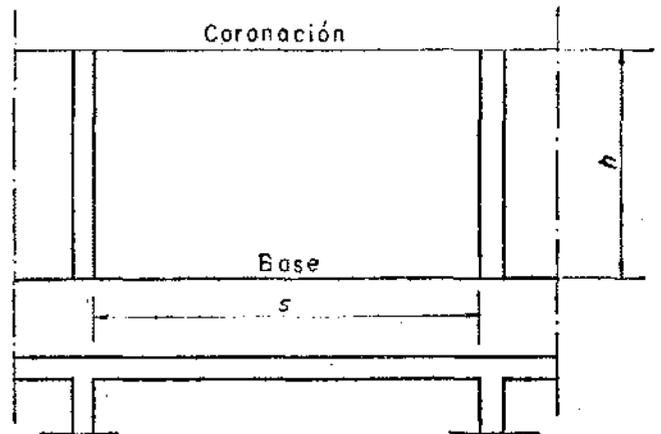


Fig. 5.10.—Elemento de muro con arriostramientos transversales

TABLA 5.6  
Factor de altura virtual

Arriostramientos transversales s/h	Factor α, para elementos cuya coronación está horizontalmente	
	Arriostrada	No arriostrada
1	0,5	1
2	0,8	1,6
4 ó más	1	2

Los valores intermedios se interpolarán linealmente.

5.63. *Espesor virtual.*—Para determinar el espesor virtual de un elemento de muro, se considera su sección menor sin contar revocos ni guarnecidos.

En un muro aparejado, verdugado o doblado, el espesor virtual del elemento es el siguiente:

Sección rectangular, de espesor  $\cdot d \cdot$  y anchura  $\cdot b \geq d \cdot$ :

$$d_v = d$$

Sección centrosimétrica (fig. 5.11): la mínima dimensión entre rectas paralelas aplicadas al perímetro.

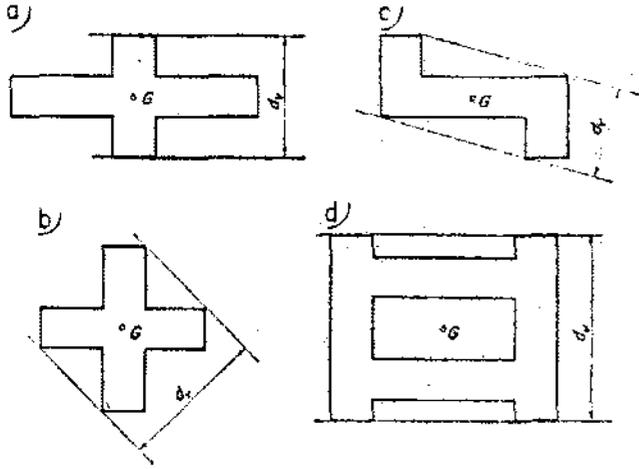


Fig. 5.11.—Espesor virtual  $d_v$  de secciones centrosimétricas

Sección asimétrica (fig. 5.12): el doble de la mínima distancia  $\cdot g \cdot$  entre el baricentro  $\cdot G \cdot$  de la sección y una recta aplicada al perímetro.

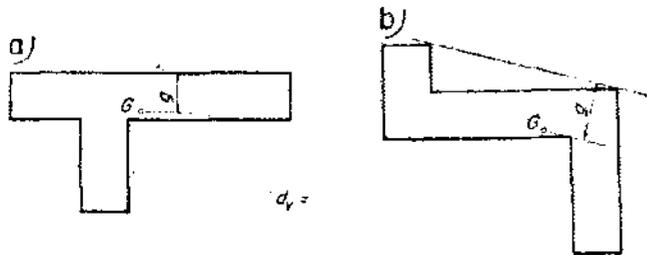


Fig. 5.12.—Espesor virtual  $d_v$  de secciones asimétricas

Para aplicar lo anterior, en todas las secciones compuestas por rectángulos, en cada uno de los unidos en sus dos extremos, la relación longitud/anchura será no mayor de 10; y en cada uno de los unidos en un solo extremo será no mayor de 5.

En un muro apilastrado (fig. 5.13), el espesor virtual vale  $d_v = 8 \cdot d$ , dándose los valores de  $\cdot \delta \cdot$  en la tabla 5.7.

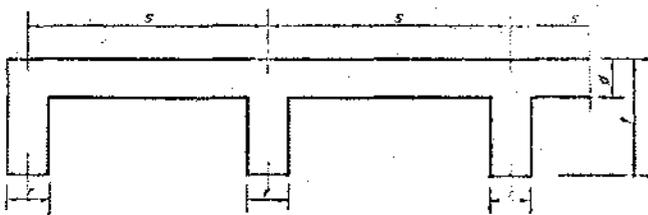


Fig. 5.13.—Muro apilastrado

Tabla 5.7

Espesor virtual en muros apilastrados

t/d	Valor de $\delta$ siendo s/r				
	4	5	6	8	10
1	1	1	1	1	1
1.5	1.17	1.14	1.11	1.09	1.07
2	1.40	1.33	1.29	1.22	1.18
2.5	1.68	1.58	1.50	1.39	1.33
3	2	1.86	1.75	1.60	1.50

En un muro capuchino, con hojas de espesores  $\cdot d_1 \cdot$  y  $\cdot d_2 \cdot$ , el espesor virtual será:

$$\text{si } 0,5 d_1 < d_2 \leq d_1 \quad d_v = \frac{2}{3} (d_1 + d_2)$$

$$\text{si } d_2 \leq 0,5 d_1 \quad d_v = d_1$$

5.64. Excentricidad en flexopandeo.—Un elemento de muro con arriostramiento horizontal en coronación y base (fig. 5.14) sometido a un esfuerzo normal  $\cdot N \cdot$  que actúa con excentricidad  $\cdot e_1 \cdot$  en su coronación y excentricidad  $\cdot e_2 \cdot$  en su base (figura 5.14) se calcula con la excentricidad  $\cdot e_p \cdot$  máxima que se produce en el flexopandeo.

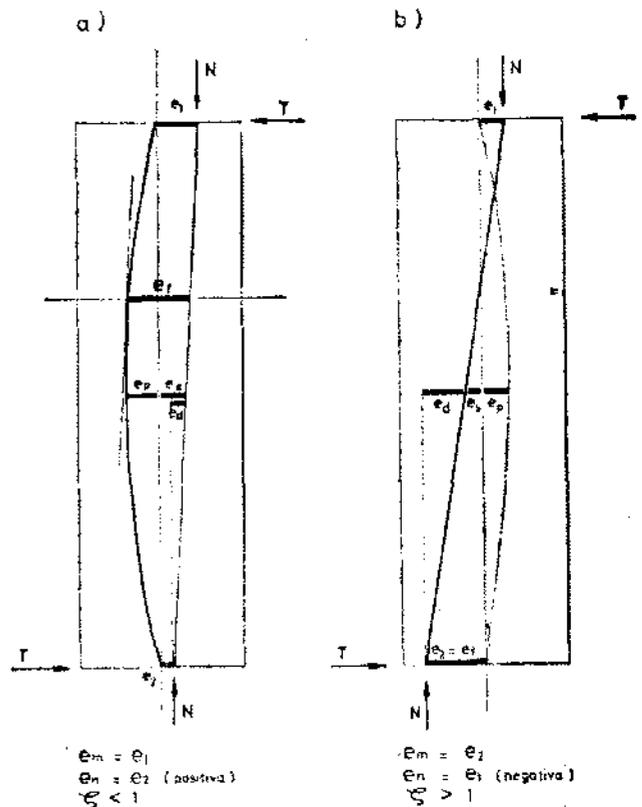


Fig. 5.14.—Variación de la excentricidad de flexopandeo en un elemento de muro

Para determinar  $\cdot e_p \cdot$  se calcula previamente la excentricidad unitaria de pandeo simple  $\cdot \lambda \cdot$  del elemento de muro, función de su esbeltez  $\cdot \lambda \cdot$  y del coeficiente de deformabilidad  $\cdot \sigma \cdot$  de la fábrica de ladrillo, mediante la tabla 5.8.

Tabla 5.8  
Excentricidad unitaria de pandeo

Esbeltez λ	Excentricidad unitaria $\eta$ , siendo la deformabilidad $\nu$ de la fábrica			
	0,40	0,50	0,63	0,80
2	0	0	0	0
3	0,001	0,001	0,001	0,002
4	0,003	0,003	0,005	0,007
5	0,008	0,008	0,010	0,015
6	0,010	0,014	0,018	0,027
7	0,016	0,021	0,029	0,042
8	0,023	0,031	0,042	0,060
9	0,032	0,042	0,057	0,082
10	0,042	0,054	0,074	0,107
11	0,053	0,069	0,094	0,133
12	0,065	0,085	0,116	0,167
13	0,080	0,103	0,140	0,194
14	0,094	0,123	0,167	0,222
15	0,110	0,144	0,190	0,250
16	0,128	0,167	0,214	0,288
17	0,143	0,187	0,238	0,306
18	0,167	0,208	0,262	0,333
19	0,185	0,229	0,286	0,361
20	0,204	0,250	0,310	0,389
21	0,222	0,271	0,333	0,417
22	0,241	0,292	0,357	0,445
23	0,259	0,312	0,381	0,472
24	0,278	0,333	0,405	0,500
25	0,298	0,375	0,428	
26	0,315	0,399	0,452	
27	0,333	0,417	0,476	
28	0,352	0,437	0,500	
29	0,370	0,458		
30	0,389	0,484		
31	0,407	0,479		
32	0,428	0,500		
33	0,445			
34	0,463			
35	0,482			
36	0,500			

Esta excentricidad  $e_r$  tiene el sentido de la excentricidad de extremo  $e_m$  de mayor valor absoluto, que es:

$$e_m = e_1 \text{ en la figura 5.14 a}$$

$$e_m = e_2 \text{ en la figura 5.14 b}$$

La excentricidad  $e_n$  en el extremo opuesto es positiva si va en el sentido de  $e_m$  (fig. 5.14 a), y negativa si va en sentido contrario (fig. 5.14 b).

Se obtienen los valores auxiliares:

$$e_s = \frac{e_m + e_n}{2} \quad e_d = \frac{e_m - e_n}{2}$$

introduciendo  $e_s$  con su signo. La excentricidad por deformación  $e_p$  vale:

$$e_p = \eta (d_r + 1,8 e_s)$$

expresión en la que se introduce la influencia de la excentricidad de cargas  $e_s$  en el centro de la pieza.

Se calcula

$$\xi = \frac{e_1}{2 e_p}$$

La excentricidad  $e_r$  que se busca tiene el valor siguiente:

$$\text{Si } \xi \leq 1 \quad e_r = e_m$$

$$\text{Si } \xi > 1 \quad e_r = e_s + e_p (1 + \xi^2)$$

En un elemento de muro sin arriostramiento horizontal en la coronación, la excentricidad  $e_r$  tiene el sentido de  $e_1$  y vale:

$$e_r = e_1 + (d_r + 1,8 e_2)$$

Para carga centrada en ambos casos:

$$e_1 = e_2 = 0 \quad \text{y} \quad e_r = \eta d_r$$

5.7. Cargaderos.—Un cargadero de canto  $c$  (fig. 5.15), excluyendo la pestaña, si existe, y ancho  $s$ , que forme el dintel de un hueco de vano  $v$ , con entrega  $a \leq c$  en cada apoyo, se calculará como simplemente apoyado, con la luz  $l =$

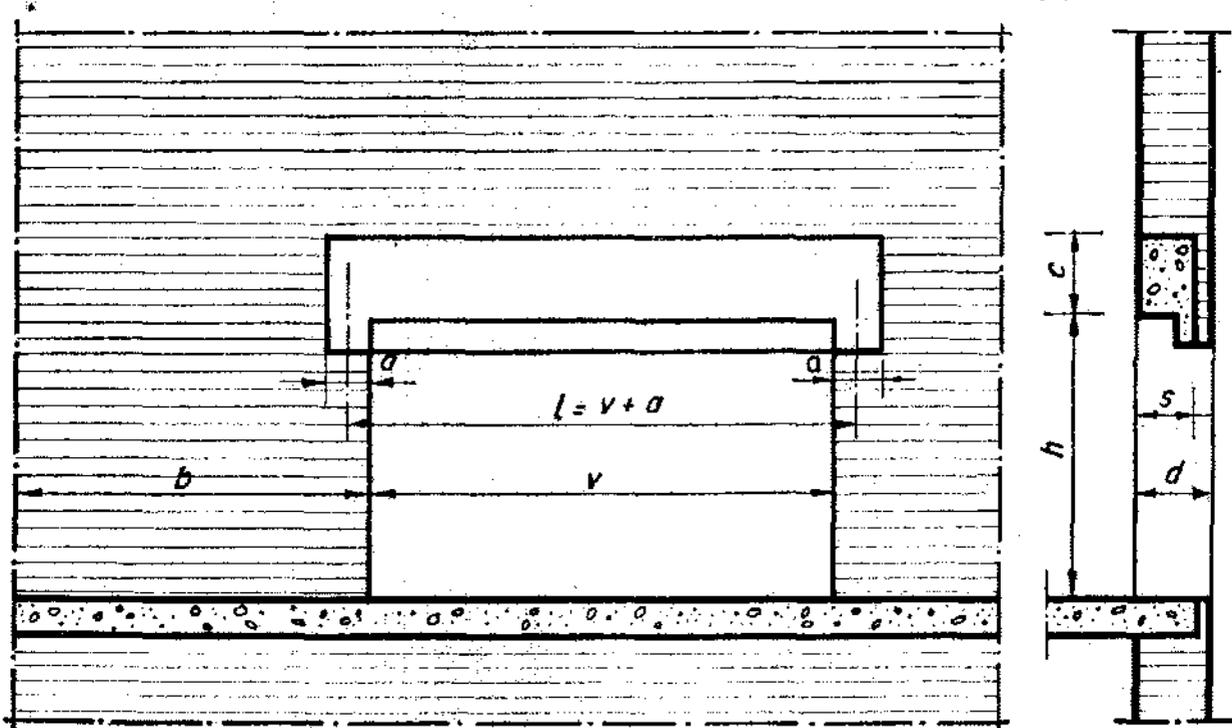


Fig. 5.15.—Cargadero en un muro

= v + a», y con las cargas situadas dentro de las verticales del vano, o con la carga reducida, que se detalla en el artículo 5.71, cuando exista muro encima y pueda en él producirse el efecto de arco.

La tensión en cada apoyo sobre la fábrica se calculará dividiendo la correspondiente reacción «R» de las cargas por el área «A = as».

5.71. Efecto de arco.—Cuando por encima, y a los lados de un cargadero de luz «l», exista muro que permita producir efecto de arco sin huecos que lo perturben, la carga a considerar será: el peso de muro situado en una altura «k = 0,6 l» y las de forjados y las aisladas situadas hasta la altura «l».

5.72. Empotramiento.—Si en un extremo la entrega «a» (figura 5.16) es mayor que el canto «c», puede considerarse em-

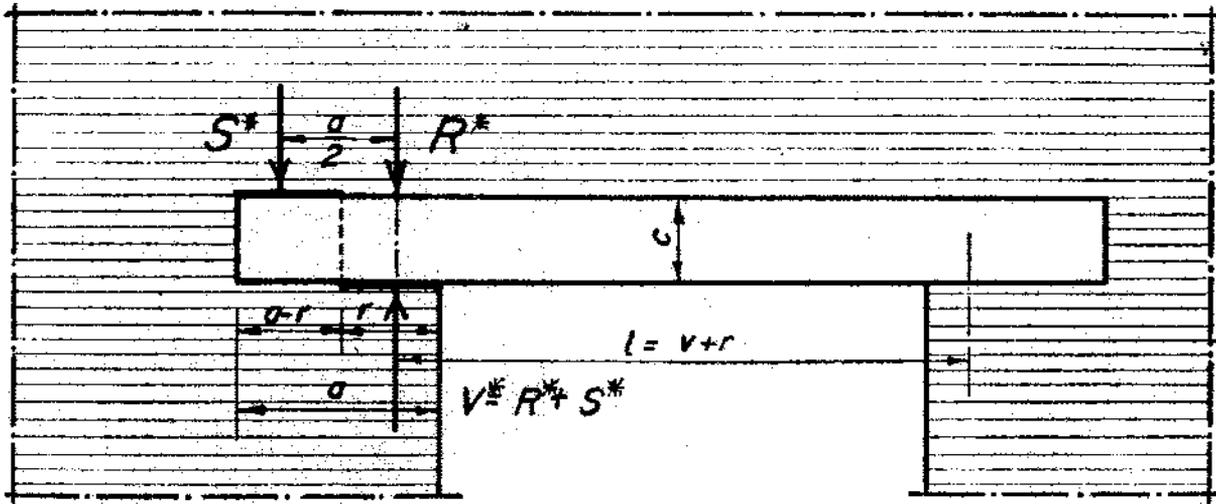


Fig. 5.16.—Empotramiento en el extremo de un cargadero

potramiento, calculando con la luz «l = v + r», siendo «r ≧ c», aplicando en la zona extrema, de longitud «a - r», una reacción de empotramiento «S\*», que estáticamente pueda ser equilibrada en el muro, y verificando las tensiones producidas en la fábrica por la reacción isostática «R\*» de la carga, y la reacción «S\*»:

$$e_i^* = \frac{R^* + S^*}{rs} \approx e^* \text{ y } e_s = \frac{S^*}{(a-r)s} \approx e^*$$

El momento de empotramiento «M\* = S\*  $\frac{a}{2}$ » será no mayor que la mitad del momento isostático de la carga con la luz l.

5.8. Estabilidad del conjunto.—Los esfuerzos horizontales que actúan en un edificio señalados en el artículo 4.7, se transmiten horizontalmente por los forjados a los muros que solamente pueden resistirlos cuando actúan en su dirección longitudinal, ya que la resistencia de un muro a esfuerzos perpendiculares a su paramento es muy escasa y por ello se proyectarán muros con disposiciones cruzadas.

Cuando sea preciso se calculará que los forjados con sus cadenas puedan resistir a flexión en su plano y a cortadura la transmisión horizontal de estos esfuerzos.

Los muros que reciban longitudinalmente las reacciones horizontales de los forjados en cada piso se calcularán considerando las excentricidades que estas reacciones producen en el plano del muro al componerse con las cargas verticales, además de las excentricidades normales a este plano.

Igualmente se calculará la cimentación teniendo en cuenta estos descentramientos de las cargas.

CAPÍTULO 6. CONDICIONES DE EJECUCIÓN

6.1. Recepción de materiales.—La recepción de ladrillos, arena y conglomerantes se realizará por el técnico encargado de vigilar la ejecución de la obra, quien se asegurará se cumplan las siguientes condiciones:

6.11. Ladrillos.—En cada remesa de ladrillo que llegue a obra se verificará que las características reseñadas en el albarán de la remesa corresponden a las especificadas en el proyecto y, si se juzga preciso, se realizará demuestre para la comprobación de características en laboratorio.

Los ladrillos se descargarán y se apilarán en rejales para evitar el desportillamiento, agrietado o rotura de las piezas:

se desaconseja la descarga de ladrillos para fábrica resistentes por vuelco de la caja del vehículo transportador, por el gran número de ladrillos rotos y desportillados que produce y que deben ser desechados.

Se recomienda que en fábrica se realice empaquetado de los ladrillos, para su transporte a obra, a fin de permitir una descarga rápida por medios mecánicos.

6.12. Arenas.—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 de impurezas, como polvo, tierra, pajas, virutas, etc.

Se realizará una inspección ocular de características y, si se juzga preciso, se realizará demuestre para la comprobación de características en laboratorio.

Se recomienda que la arena llegue a obra cumpliendo las características exigidas. Puede autorizar el Director de la Obra se reciba arena que no cumpla alguna condición, procediéndose a su corrección en obra por lavado, cribado o mezcla, si después de la corrección cumple todas las condiciones exigidas.

6.13. Conglomerantes.—En cada remesa de conglomerantes se verificará que las características que figuran en los albaranes del conglomerante a granel, o en los sacos del conglomerante envasado, corresponden a las especificadas en el proyecto y, si se juzga preciso, se realizará demuestre para la comprobación de características en laboratorio.

Se recomienda conservar el cemento en silos. Los conglomerantes envasados se conservarán en locales cubiertos, secos y ventilados.

6.2. Ejecución de morteros.—Se comprobará que en la ejecución de los morteros se cumplen las siguientes condiciones:

6.21. Apagado de la cal.—La cal aérea en terrón puede apagarse en la obra utilizando balsa o por aspersión. Para apagarla en balsa se colará con cedazo, y se dejará reposar en la balsa durante el tiempo mínimo de dos semanas.

Para apagarla por aspersión se apilará en capas, alternados con capas de la arena húmeda que se precise para la ejecución del mortero, y se conservará así durante un mínimo de dos semanas.

6.22. Amasado.—Los diferentes tipos de mortero se ejecutarán de acuerdo con el capítulo 3. En obra se dispondrá de un cono de Abrams y se determinará la consistencia periódicamente para asegurarse se mantiene entre los límites establecidos.

6.3. Ejecución de muros.—En la ejecución se tendrán en cuenta las condiciones siguientes:

6.31. **Replanteo.**—Se trazará la planta de los muros a realizar, con el debido cuidado para que sus dimensiones estén dentro de las tolerancias del artículo 6.4.

Para el alzado de los muros se recomienda colocar en cada esquina de la planta una mira perfectamente recta, escantillada con marcas en las alturas de las hiladas y tender cordales entre las miras, apoyados sobre sus marcas, que van elevando con la altura de una o varias hiladas para asegurar la horizontalidad de éstas.

6.32. **Humedecimiento de los ladrillos.**—Los ladrillos se humedecerán antes de su empleo en la ejecución de la fábrica.

El humedecimiento puede realizarse por aspersión, regando abundantemente el rejal hasta el momento de su empleo. Pude realizarse también por inmersión, introduciendo los ladrillos en una balsa durante unos minutos y apilándolos después de sacarlos hasta que no goteen.

La cantidad de agua embebida en el ladrillo debe ser la necesaria para que no varíe la consistencia del mortero al ponerlo en contacto con el ladrillo, sin succionar agua de amasado ni incorporarla.

6.33. **Colocación de los ladrillos.**—Los ladrillos se colocarán siempre a restregón. Para ello se extenderá sobre el asiento, o la última hilada, una tortada de mortero en cantidad suficiente, para que tendel y llaga resulten de las dimensiones especificadas, y se igualará con la paleta. Se colocará el ladrillo sobre la tortada, a una distancia horizontal al ladrillo contiguo de la misma hilada, anteriormente colocado, aproximadamente el doble del espesor de la llaga. Se apretará verticalmente el ladrillo y se restregará, acercándolo al ladrillo contiguo ya colocado, hasta que el mortero rebose por llaga y tendel, quitando con la paleta los excesos de mortero. No se moverá ningún ladrillo después de efectuada la operación de restregón. Si fuera necesario corregir la posición de un ladrillo se quitará, retirando también el mortero.

6.34. **Relleno de juntas.**—El mortero debe llenar las juntas tendel y llagas, totalmente.

Si después de restregar el ladrillo no quedara alguna junta totalmente llena, se añadirá el mortero necesario, y se apretará con la paleta.

Las llagas y los tondeles tendrán en todo el grueso y altura del muro el espesor especificado en el proyecto.

En las fábricas vistas se realizará el rejuntado de acuerdo con las especificaciones del proyecto.

6.35. **Enjarjes.**—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, adarajes y salientes, endejas.

6.4. **Tolerancias en la ejecución.**—Las tolerancias en la ejecución se ajustarán a lo especificado en el proyecto. Si en él no se especifican se tomarán los valores de la tabla 6.1.

6.5. **Protecciones durante la ejecución.**—Las fábricas durante la ejecución requieren las siguientes protecciones:

6.51. **Protección contra la lluvia.**—Cuando se prevean fuertes lluvias se protegerán las partes recientemente ejecutadas con láminas de material plástico u otros medios, a fin de evitar la erosión de las juntas de mortero.

6.52. **Protección contra las heladas.**—Si ha helado antes de iniciar la jornada, no se reanudará el trabajo sin haber revisado escrupulosamente lo ejecutado en las cuarenta y ocho horas anteriores, y se demolerán las partes dañadas.

Si hiela cuando es la hora de empezar la jornada o durante ésta, se suspenderá el trabajo. En ambos casos se protegerán las partes de la fábrica recientemente construidas.

Si se prevé que helará durante la noche siguiente a una jornada se tomarán análogas precauciones.

6.53. **Protección contra el calor.**—En tiempo extremadamente seco y caluroso, se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, a fin de que no se produzca una fuerte y rápida evaporación del agua del mortero, lo cual alteraría el normal proceso de fraguado y endurecimiento de éste.

6.6. **Arriostramientos durante la construcción.**—Durante la construcción de los muros, y mientras éstos no hayan sido estabilizados, según sea el caso, mediante la colocación de la viguería, de las cerchas, de la ejecución de los forjados, etc., se tomarán las precauciones necesarias para que si sobrevienen fuertes vientos no puedan ser volcados. Para ello se arriostarán los muros a los andamios si la estructura de éstos lo permite, o bien se apuntalarán con tableros cuyos extremos están bien asegurados.

TABLA 6.1

## Tolerancias de ejecución

Concepto	Desviaciones admisibles en mm. para fábricas de ladrillo de		
	Cimientos	Muros	Pilares
1. <b>Cotas del proyecto:</b>			
Espesores .....	0 a + 15	- 10 a + 15	+ 10
Alturas parciales .....	± 15	± 15	± 15
Alturas totales .....		± 25	± 25
Distancias parciales entre ejes .....	± 10	± 10	± 10
Distancias entre ejes extremos .....	± 20	± 20	± 20
2. <b>Desplomes:</b>			
En una planta .....		± 10	± 10
En la altura total .....	± 10	± 30	± 30
3. <b>Horizontalidad de hiladas:</b>			
Por m de longitud .....	± 2	± 2	
4. <b>Planeidad de paramentos:</b>			
(Comproba da con regla 2,00 metros.)			
Paramento para enfoscar .....		± 10	± 5
Paramento a cara vista .....		± 5	± 5

La altura del muro, a partir de la cual hay que prever la posibilidad de vuelco, dependerá del espesor de aquél, de la clase y dosificación del conglomerante empleado en el mortero, del número, disposición y dimensiones de los huecos que tenga el muro, de la distancia entre otros muros transversales que traben al considerado, etc.

Las precauciones indicadas se tomarán ineludiblemente al terminar cada jornada de trabajo, por apacible que se muestre el tiempo.

6.7. **Rozas.**—Sin autorización expresa del Director de Obra se prohíbe en muros de carga la ejecución de rozas horizontales no señaladas en los planos.

Siempre que sea posible se evitará hacer rozas en los muros después de levantados, permitiéndose únicamente rozas verticales o de pendiente no inferior a 70°, siempre que su profundidad no exceda de 1/3 del espesor del muro, y aconsejándose que en estos casos se utilicen cortadoras mecánicas.