p.i.e.t. 10

prescripciones del Instituto **eduardo torroja** 

capitulo

p.i.e.t. 70

prescripciones del instituto eduardo torroja

> obras de fábrica

Comisión rectora

- J. Nadal Aixalá, Dr. Ingeniero de Caminos
- G. Echegaray Comba, Dr. Arquitecto
- F. Cassinello Pérez, Dr. Arquitecto
  D. Gaspar Tébar, Dr. en Ciencias Químicas

## Ponente | F. Cassinello Pérez, Dr. Arquitecto

Comisión redactora

- J. M. Jenaro Garrido, Dr. Arquitecto R. Muñoz Martialay R. Muñoz Martialay, Lcdo. en Ciencias Físicas

Comisión colaboradora

- F. Arredondo Verdú, Dr. Ingeniero de Caminos
- A. García Meseguer, Dr. Ingeniero de Caminos
- V. Mas Sarrió, Dr. Arquitecto
- A. Ruiz Duerto, Dr. Arquitecto

Corrección | F. Iglesias Miguez

## INDICE

## OBRAS DE FABRICA

O. Intro	ducción	Págs
0.1.	Objeto	3
0.2.	Alcance	3
0.3.	Exigencias funcionales	3
0.3.1.	Exigencias de seguridad	3
0.3.1.1.	Exigencias de seguridad relativas a los elementos de obra de fábrica con función estructural	3
0.3.1.1.1.	Cimentaciones de obra de fábrica	3
0.3.1.1.2.	Muros resistentes y pilares	4
0.3.1.1.3.	Arcos, bóvedas y cúpulas	4
0.3.1.2.	Exigencias de seguridad relativas a los elementos de obra de fábrica con función de cerramiento	4
0.3.1.3.	Exigencias de seguridad relativas a los elementos de obra de fábrica con función de distribución	4
0.3.2.	Exigencias de habitabilidad y salubridad	5
0.3.3.	Exigencias de durabilidad	5
0.3.4.	Exigencias de aspecto	5
0.4.	Idoneidad	5
I. Defin	iciones y terminología	
I.1.	Términos generales relativos a las obras de fábrica	9
I.1.1.	Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica	9
I.1.2.	Aparejo	9
I.1.2.1.	Disposición de las piezas en un aparejo de obra de fábrica	9
I.1.2.2.	Elementos de un aparejo de obra de fábrica	10
I.1.3.	Juntas	10
I.1.3.1.	Disposiciones de junta de la obra de fábrica	10
I.1.3.2.	Tipos de junta	11
I.2.	Términos particulares relativos a cada tipo de obra de fábrica.	12
I.2.1.	Fábrica de ladrillo	12
I.2.1.1.	Ladrillo cerámico	12
I.2.1.1.1.	Ladrillos cerámicos que se distinguen por su masa	12

I.2.1.1.2.	Ladrillos cerámicos que se distinguen por su fabricación
I.2.1.1.3.	Ladrillos cerámicos que se distinguen por su forma
I.2.1.1.4.	Ladrillos cerámicos que se distinguen por su cochura
I.2.1.1.5.	Otros tipos de ladrillos cerámicos
I.2.1.2.	Ladrillos especiales
I.2.1.3.	Colocación de los ladrillos en la fábrica
I.2.1.4.	Aparejos de fábricas de ladrillo
I.2.1.5.	Tipos de fábricas de ladrillo que se diferencian por su espesor.
I.2.1.6.	Fábricas de ladrillo armadas
I.2.1.7.	Florescencias en las fábricas de ladrillo
1.2.2.	Fábricas de bloques
I.2.2.1.	Tipos de bloques
I.2.2.2.	Términos relativos a los elementos constructivos de fábricas
	de bloques
I.2.3.	Fábricas de cantería
I.2.3.1.	Piedras de cantería
I.2.3.1.1.	Piedras que se diferencian por su origen
1.2.3.1.2.	Piedras que se distinguen por su tamaño y forma
I.2.3.1.3.	Piedras que se distinguen por su dureza
1.2.3.2.	Mampostería
1.2.3.3.	Sillería
I.2.3.3.1.	Tipos de sillerías
1.2.3.3.2.	Tipos de aparejos en sillería
I.2.4.	Fábricas de adobe
I.2.4.1.	Adobes
I.2.4.2.	Términos relativos a los elementos constructivos de fábricas de adobe
1.2.5.	Tapiales
1.2.5.1.	Tipos de tapial
I.3.	Muros
I.3.1.	Tipos de muros que se diferencian por su forma
1.3.2.	Tipos de muros que se diferencian por su situación y su fun- ción
1.3.3.	Tipos de muros que se diferencian por su organización constructiva
I.3.4.	Elementos de un muro
I.3.5.	Elementos de los huecos de los muros
I.4.	Arcos
I.4.1.	Tipos de arcos que se diferencian por su forma
I.4.2.	Tipos de arcos que se diferencian por su organización constructiva
I.4.3.	Elementos geométricos del arco
I.4.4.	Elementos constructivos del arco

VI

		Págs.
I.5.	Bóvedas	33
I.5.1.	Tipos de bóvedas que se diferencian por su forma	33
1.5.2.	Tipos de bóvedas que se diferencian por su organización constructiva	34
I.5.3.	Elementos constructivos de las bóvedas	34
II. Reglas	generales de calidad	
II.1.	Reglas de calidad que se derivan de las exigencias de segu-	
	ridad	37
II.1.1.	Elementos estructurales de obra de fábrica	37
II.1.1.1.	Cimentaciones	37
II.1.1.2.	Muros resistentes	39
II.1.1.2.1.	Reglas generales	39
II.1.1.2.1.1.	Dimensionamiento	39
II.1.1.2.1.1.1.	Acciones	39
II.1.1.2.1.1.2.	Solicitaciones	39
II.1.1.2.1.1.3.	Deformabilidad de la obra de fábrica	40
II.1.1.2.1.1.4.	Tensiones de trabajo	42
II.1.1.2.1.1.5.	Acción de los forjados	44
II.1.1.2.1.1.5.1.	Cargas transmitidas por los forjados	44
II.1.1.2.1.1.5.2.	Excentricidad de carga debida a la acción de los forjados	45
II.1.1.2.1.1.5.3.	Determinación aproximada del factor de empotramiento de los forjados	48
II.1.1.2.1.1.6.	Excentricidad en función de la esbeltez	48
II.1.1.2.1.1.6.1.	Esbeltez de un elemento	49
II.1.1.2.1.1.6.2.	Excentricidad producida por el efecto de pandeo	50
II.1.1.2.1.1.7.	Tensiones locales	53
II.1.1.2.1.1.8.	Apoyo de forjados	53
II.1.1.2.1.1.9.	Huecos	54
II.1.1.2.1.1.9.1.	Cargaderos	54
II.1.1.2.1.1.9.2.	Antepechos	55
II.1.1.2.1.2.	Estabilidad y arriostramiento	55
II.1.1.2.1.3.	Retracción de los morteros	56
II.1.1.2.1.4.	Juntas de dilatación	57
II.1.1.2.2.	Reglas particulares para los distintos tipos de muros resis- tentes	58
II.1.1.2.2.1.	Muros de ladrillo	58
II.1.1.2.2.2.	Muros de bloques	65
II.1.1.2.2.3.	Muros de cantería	67
II.1.1.2.2.3.1.	Elementos de los muros de obra de fábrica de cantería	69
II.1.1.2.2.4.	Muros de adobes	69
II.1.1.2.2.5.	Muros de tapial	70

II.1.1.2.2.6.	Fábricas mixtas
II.1.1.3.	Arcos, bóvedas y cúpulas de obra de fábrica
II.1.1.4.	Fábricas armadas
II.1.2.	Muros de cerramiento de obras de fábrica
II.1.3.	Tabiques de distribución
II.1.3.1.	Resistencia de los tabiques
I.1.3.1.1.	Deformación de los forjados
II.1.3.1.1.1.	Cálculo de la flecha
I.1.3.1.1.2.	Limitación de flecha de los forjados
1.1.3.1.1.3.	Limitación de la reducción del espesor de los forjados
II.1.4.	Fisuras en los muros de obra de fábrica
II.1.4.1.	Muros resistentes, forma de manifestación de las fisuras
1.1.4.1.1.	Muros sometidos a carga centrada y uniforme
I.1.4.1.2.	Muros sometidos a cargas no centradas, pero uniformes
1.1.4.1.3.	Muros sometidos a cargas no uniformes
1.1.4.1.4.	Muros sometidos a acciones horizontales
1.1.4.1.5.	Muros con aberturas
1.1.4.2.	Muros de cerramiento, formas de manifestación de las fisuras.
I.1.4.3.	Muros de distribución, formas de manifestación de las fisuras.
11.2.	Reglas de calidad que se derivan de las exigencias de habita- bilidad y salubridad
II.2.1.	Humedades
1.2.1.1.	Humedades procedentes del terreno
I.2.1.2.	Humedades procedentes del agua de lluvia
1.2.1.3.	Humedades de condensación
1.2.2.	Aislamiento térmico
1.2.3.	Aislamiento acústico
11.2.4.	Higiene
II.3.	Reglas de calidad que se derivan de las exigencias de durabi- lidad
II.4.	Reglas de calidad que se derivan de las exigencias de aspecto y entretenimiento
III. Mate	riales
III.1.	Ladrillos
III.1.1.	Ladrillos cerámicos ordinarios
III.1.1.1.	Designación
III.1.1.2.	Calidades de los ladrillos
III.1.1.2. III.1.1.3.	Calidades de los ladrillos

		Págs
III.1.1.3.1.	Dimensiones	98
III.1.1.3.2.	Tolerancias en las dimensiones	99
III.1.1.3.3.	Tolerancias en la forma	99
III.1.1.4.	Características físicas	100
III.1.1.4.1.	Densidad aparente	100
III.1.1.4.2.	Resistencia a compresión	100
III.1.1.4.3.	Resistencia a la flexión y a la tracción	101
III.1.1.4.4.	Resistencia a la intemperie	101
III.1.1.4.5.	Aislamiento	101
III.1.2.	Ladrillos especiales	101
III.1.2.1.	Designación	101
III.1.2.2.	Características particulares de algunos tipos de ladrillos es- peciales	102
III.1.2.2.1.	Ladrillos especiales refractarios	102
III.1.2.2.2.	Ladrillos especiales sílico-calcáreos	102
III.2.	Bloques	103
III.2.1.	Bloques cerámicos	103
III.2.1.1.	Designación	103
III.2.1.2.	Calidades de los bloques cerámicos	104
III.2.1.3.	Características geométricas	104
III.2.1.3.1.	Dimensiones	104
III.2.1.3.2.	Tolerancias en las dimensiones	104
III.2.1.3.3.	Tolerancias en la forma	104
III.2.1.4.	Características físicas	104
III.2.1.4.1.	Peso, densidad y proporción de huecos	104
III.2.1.4.2.	Resistencia al choque	105
III.2.1.4.3.	Resistencia nominal a compresión	105
III.2.1.4.4.	Dilatación potencial por la humedad	105
III.2.1.4.5.	Capilaridad	106
III.2.1.4.6.	Resistencia a la intemperie	106
III.2.1.4.7.	Aislamiento	106
111.2.2.	Bloques conglomerados	106
III.2.2.1.	Bloques de hormigón de arena y grava	106
III.2.2.1.1.	Designación	106
III.2.2.1.2.	Características geométricas	107
III.2.2.1.2.1.	Dimensiones	107
III.2.2.1.2.2.	Tolerancias en las dimensiones	107
III.2.2.1.2.3.	Superficie de apoyo	107
III.2.2.1.2.4.	Tolerancias en la forma	108
III.2.2.1.3.	Aspecto y textura	108
III.2.2.1.4.	Características físicas	108
*** * * * * * * * * * * * * * * * * * *		100

		Págs
III.2.2.1.4.2.	Resistencia nominal a compresión	108
III.2.2.1.4.3.	Resistencia a la intemperie	109
III.2.2.1.4.4.	Aislamiento	109
III.2.2.1.5.	Naturaleza de los componentes y dosificación	109
III.2.2.2.	Bloques de hormigón ligero	110
III.2.2.2.1.	Designación	110
III.2.2.2.2.	Características geométricas	111
III.2.2.2.2.1.	Dimensiones	111
III.2.2.2.2.2.	Tolerancias en las dimensiones	111
III.2.2.2.2.3.	Superficie de apoyo	111
III.2.2.2.2.4.	Tolerancias en la forma	111
III.2.2.2.3.	Características físicas	111
III.2.2.2.3.1.	Aspecto y textura	111
III.2.2.2.3.2.	Densidad aparente	112
III.22233	Resistencia nominal a compresión	112
III.2.2.2.3.4.	Aislamiento	112
III.2.2.2.4.	Naturaleza de los componentes y dosificación	113
III.2.2.2.4.1.	Bloques ligeros de escoria siderúrgica expandida o de puzo-	
111.2.2.2.4.1.	lana	113
III.2.2.2.4.2.	Bloques ligeros de escoria de carbón	113
III.2.3.	Bloques de hormigón celular	114
III.2.3.1.	Designación	114
III.2.3.2.	Características geométricas	115
III.2.3.2.1.	Dimensiones	115
111.2.3.2.2.	Tolerancias en las dimensiones	115
111.2.3.2.3.	Tolerancias en la forma	115
III.2.3.3.	Aspecto y textura	115
111.2.3.4.	Características físicas	115
III.2.3.4.1.	Densidad y homogeneidad	115
III.2.3.4.2.	Resistencia nominal a compresión	116
III.2.3.4.3.	Estabilidad dimensional	116
III.2.3.4.4.	Aislamiento	116
III.2.4.	Bloques conglomerados de yeso	116
III.2.5.	Bloques conglomerados de cal	117
III.2.5.1.	Bloques macizos pesados de cal	117
111.2.5.2.	Boques macizos ligeros de cal	117
111.2.5.3.	Bloques huecos de cal	117
III.3.	Piedras de cantería	117
III.3.1.	Condiciones generales de las piedras naturales	117
III.3.2.	Condiciones particulares de algunos tipos de piedra	119
III.3.2.1.	Granitos	119
III.3.2.2.	Calizas	119
III.3.2.3.	Areniscas	119

III.4.	Adobes
III.5.	Tapiales
III.5.1.	Condiciones generales de las tierras
III.5.2.	Condiciones particulares de las tierras para cada tipo de tapial.
III.5.2.1.	Tapiales de barro
III.5.2.2.	Tapiales consolidados
III.5.2.3.	Tapiales estabilizados
111.5.3.	Adiciones en los tapiales
III.6.	Material de agarre
III.6.1.	Componentes de los morteros
III.6.1.1.	Cementos
III.6.1.2.	Yesos
III.6.1.3.	Cales
III.6.1.3.1.	Cales aéreas
III.6.1.3.2.	Cales hidráulicas
III.6.1.4.	Contenido de MgO
III.6.1.5.	Aditivos
III.6.2.	Morteros
III.6.2.1.	Dosificación
III.6.2.2.	Resistencia mecánica de los morteros
III.6.2.3.	Plasticidad y consistencia
III.6.2.4.	Morteros tipo
IV. Ejec	ución
IV.1.	Replanteo y determinación de cotas de nivel
IV.2.	Recepción de los materiales
IV.2.1.	Conglomerantes
IV.2.2.	Arenas
IV.2.3.	Ladrillos
IV.2.3. IV.2.4.	Bloques
IV.2.4. IV.2.5.	Piedras de cantería
1 V .2.J.	riculas de cameria
IV.3.	Preparación de los morteros
IV.3.1.	Prescripciones generales
IV.3.2.	Amasado de los morteros
IV.3.3.	Tiempo de utilización
IV.4.	Ejecución de muros
IV.4.1.	Prescripciones generales
IV 4 1 1	Consideraciones previas

IV.4.1.2.	Elevación del muro
IV.4.1.3.	Tolerancias
IV.4.1.4.	Interrupción de los trabajos
IV.4.1.5.	Protección durante la ejecución
IV.4.1.6.	Arriostramientos durante la construcción
IV.4.1.7.	Rozas
IV.4.1.8.	Rejuntado y pañeado
IV.4.1.9.	Aplicación del revestimiento
IV.4.2.	Prescripciones relativas a la puesta en obra de los materiales.
IV.4.2.1.	Muros de ladrillo
IV.4.2.1.1.	Preparación de los ladrillos
IV.4.2.1.2.	Puesta en obra de los ladrillos
IV.4.2.1.3.	Leyes de traba
IV.4.2.2.	Muros de bloques
IV.4.2.2.1.	Preparación de los bloques
IV.4.2.2.2.	Puesta en obra de los bloques
IV.4.2.2.2.1.	Bloques cerámicos
IV.4.2.2.2.2.	Bloques conglomerados
IV.4.2.2.2.3.	Bloques de yeso
IV.4.2.2.3.	Leyes de traba
IV.4.2.3.	Muros de cantería
IV.4.2.3.1.	Operaciones de labra de la piedra
IV.4.2.3.1.1.	Corte
IV.4.2.3.1.2.	Desbaste
IV.4.2.3.1.3.	Talla
IV.4.2.3.1.4.	Taladros
IV.4.2.3.1.5.	Pulimento
IV.4.2.3.2.	Mampostería
IV.4.2.3.2.1.	Puesta en obra de las piedras de mampostería
IV.4.2.3.2.2.	Leyes de traba de la mampostería
IV.4.2.3.3.	Sillería
IV.4.2.3.3.1.	Puesta en obra de los sillares
IV.4.2.3.3.2.	Leyes de traba de la sillería
IV.4.2.4.	Otros tipos de muros
IV.4.2.4.1.	Muros de fábrica de adobe
IV.4.2.4.2.	Tapiales
IV.4.2.4.2.1.	Condiciones generales
IV.4.2.4.2.2.	Condiciones particulares de ejecución para cada tipo de tapial.
IV.4.2.4.2.2.1.	
	Tapiales de barro
IV.4.2.4.2.2.2.	Tapiales de tierra consolidada
IV.4.2.4.2.2.3.	Tapiales de tierra estabilizada
IV.4.2.4.2.3.	Ejecución de revestimientos de tapiales

IV.4.3.	Prescripciones de ejecución de muros resistentes
IV.4.4.	Prescripciones de ejecución de muros de cerramiento
IV.4.4.1.	Medidas de prevención de fisuras originadas por retracción o expansión de la fábrica
IV.4.4.2.	Medidas de prevención de fisuras originadas por movimientos de la estructura o dilataciones de la cubierta
IV.4.5.	Prescripciones de ejecución de muros de distribución y ta- biques
IV.5.	Ejecución de arcos
IV.6.	Ejecución de bóvedas y cúpulas
IV.7.	Fábricas armadas
IV.8.	Eliminación de eflorescencias
IV.9.	Protección de las obras de fábrica
IV.9.1.	Silicatado
IV.9.2.	Fluatación
IV.9.3.	Baritado
IV.9.4.	Impermeabilización
V. Ensa	ayos
V.1.	Ensavos de ladrillos
V.1.1.	Ensayos de ladrillos
V.1.1.1.	Dimensiones
V.1.1.2.	
V.1.1.2. V.1.2.	Desviaciones de forma Ensayo de resistencia mecánica de los ladrillos
V.1.2.1.	Resistencia a compresión
V.1.2.1. V.1.2.2.	
V.1.2.2. V.1.2.3.	Resistencia a flexotracción
V.1.2.3. V.1.3.	
V.1.3.1.	Absorción de agua
V.1.3.2.	Succión
V.1.3.3.	Heladicidad
V.1.3.4.	Ensayo de eflorescencia
V.2.	Ensayos de bloques
V.2.1.	Ensayos de las características geométricas de los bloques
V.2.2.	Ensayos de las características físicas de los bloques
V.2.2.1.	Determinación de la densidad y proporción de huecos

V.2.2.2	Ensayo de succión por capilaridad de los bloques cerámicos.
V.2.2.3.	Resistencia a compresión de bloques
V.2.2.4.	Ensayo de dilatación potencial por la humedad, de bloques cerámicos
V.2.2.5.	Estabilidad dimensional de bloques de hormigón celular
V.3.	Ensayos de las piedras de cantería
V.3.1.	Densidad aparente de la piedra
V.3.2.	Determinación de la absorción de agua de la piedra
V.3.3.	Heladicidad de la piedra
V.3.4.	Influencia del fuego en la resistencia mecánica de la piedra
V.3.5.	Desgastabilidad de la piedra por rozamiento
V.3.6.	Ensayos de resistencia mecánica de las piedras de cantería
V.3.6.1.	Determinación de la resistencia a flexotracción
V.3.6.2.	Determinación de la resistencia a compresión
V.4.	Ensayos de tierras para tapiales
V.4.1.	Determinación de la resistencia característica
V.4.2.	Determinación simplificada del contenido de arcillas y limos
V.5.	Ensayo de resistencia a compresión de obras de fábrica
V.5.1.	Fábricas de ladrillos y bloques
V.5.2.	Fábricas de cantería
Bibliografía	a consultada
Indice alfa	bético



## O. Introducción

## 0.1. OBJETO

Este capítulo tiene por objeto fijar las prescripciones a que se deben ajustar las diferentes unidades de obra, corrientemente conocidas con la denominación de «obras de fábrica», ejecutadas con ladrillos, bloques, piedras de cantería y adobes, y que se caracterizan, fundamentalmente, por su ejecución manual «in situ», de acuerdo con determinadas leyes de traba.

## 0.2. ALCANCE

Estas prescripciones son aplicables a todas las obras de fábrica ejecutadas en construcción, que puedan desempeñar una función:

- Estructural: cimentaciones, muros y pilares, arcos, bóvedas y cúpulas, etc.
- De cerramiento: muros de fachada, medianerías, cercas, etc.
- De distribución: tabiques, tabicones, ciertos muros, etc.

No se incluyen aquellos trabajos ejecutados con piedra, materiales cerámicos, etc., que, si bien algunas veces presentan una apariencia externa análoga a la de las obras de fábrica, no pueden considerarse como tales, ya que sólo constituyen un motivo de revestimiento, acabado o decoración, por lo que se tratan aparte en el Capítulo de «REVESTIMIENTOS».

Tampoco se incluyen los muros, tabiques o paneles prefabricados, que se tratan en el Capítulo «ELEMENTOS PREFABRICADOS».

## 0.3. EXIGENCIAS FUNCIONALES

Las obras de fábrica ejecutadas en construcción deberán satisfacer unas determinadas exigencias mínimas funcionales. Estas son:

- Exigencias de seguridad.
- Exigencias de habitabilidad y salubridad.
- Exigencias de durabilidad.
- Exigencias de aspecto.

#### 0.3.1. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

0.3.1.1. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD RELATIVAS A LOS ELEMENTOS DE OBRA
DE FABRICA CON FUNCION ESTRUCTURAL

#### 0.3.1.1.1. CIMENTACIONES DE OBRA DE FAERICA

Las cimentaciones de obra de fábrica deberán resistir y transmitir al terreno los esfuerzos procedentes del edificio, sin que se produzcan asientos totales ni dife-

renciales capaces de originar desperfectos o la aparición de fisuras en el resto de la obra.

Asimismo, deberán conservar sus características mecánicas ante la acción de la humedad y de los agentes químicos del terreno.

#### 0.3.1.1.2. MUROS RESISTENTES Y PILARES

Los muros resistentes y pilares de obra de fábrica soportarán y transmitirán a la cimentación, sin que se produzcan fisuras o desperfectos, los esfuerzos originados por las cargas y sobrecargas de otros elementos estructurales del edificio que descansen sobre ellos, o debidas a su peso propio; así como los empujes que puedan producir dichos elementos estructurales, el empuje activo del terreno, la sobrecarga de nieve, la presión del viento, las acciones sísmicas, los choques normales que, eventualmente, se puedan originar, los esfuerzos procedentes de deformaciones reológicas y térmicas de las propias obras de fábrica o de otros elementos estructurales, y las eventuales acciones dinámicas cuando estén previstas.

#### 0.3.1.1.3. ARCOS, BOVEDAS Y CUPULAS

Los arcos, bóvedas y cúpulas deberán ser capaces de resistir y transmitir a sus apoyos los esfuerzos que, como consecuencia de la forma de su directriz, se originen por la actuación de las acciones debidas a su peso propio, cargas y sobrecargas exteriores y demás esfuerzos, citados en el Apartado anterior para los muros resistentes y pilares.

# 0.3.1.2. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD RELATIVAS A LOS ELEMENTOS DE OBRA DE FABRICA CON FUNCION DE CERRAMIENTO

Los elementos de cerramiento de obra de fábrica deberán estar previstos para resistir su propio peso y los esfuerzos originados por la presión del viento o por los choques normales que, eventualmente, se puedan producir. Si además de la función de cerramiento tuvieren una misión resistente, deberán satisfacer también las exigencias establecidas en el Apartado 0.3.1.1.2.

En todo caso, su construcción estará concebida de tal forma que no se produzcan fisuras provocadas por los posibles movimientos de la estructura.

## 0.3.1.3. EXIGENCIAS DE SEGURIDAD RELATIVAS A LOS ELEMENTOS DE OBRA DE FABRICA CON FUNCION DE DISTRIBUCION

A los elementos de distribución, como tabiques o tabicones, no se les asignará, generalmente, una función resistente, pero deberán ser capaces de soportar los esfuerzos a que normalmente queden sometidos como consecuencia de la maniobra de las carpinterías; ejecución de instalaciones eléctricas, fontanería, o acondicionamiento de aire; colocación de aparatos sanitarios, lavabos, repisas, armarios; embutido de tacos o clavado de escarpias, clavijas; etc.

Igualmente quedará garantizada la seguridad de los ocupantes bajo la acción de los choques producidos sobre los tabiques como consecuencia de la ocupación normal de los locales.

Con el fin de evitar la aparición de fisuras en los elementos de distribución, éstos deberán ser tales que, por su constitución, sean capaces de absorber la deformabilidad admitida para los forjados o de cualquier otro elemento contiguo.

## 0.3.2. EXIGENCIAS DE HABITABILIDAD Y SALUBRIDAD

Las cimentaciones no transmitirán humedades procedentes del terreno a otros elementos constructivos, ni al interior del edificio, en caso de locales enterrados, de planta baja, etc.

Igualmente, los muros, arcos, bóvedas, cúpulas, etc., de obra de fábrica, cuando estén situados al exterior, no deberán transmitir humedades al interior del edificio. Estos elementos constructivos deberán proporcionar, además, el aislamiento térmico y acústico mínimo necesario para que, con los medios de acondicionamiento previstos, se mantenga un nivel adecuado de confort en el interior de los locales. Por otra parte, los materiales empleados y el modo de ejecución no favorecerá la acumulación de basuras ni la formación de gérmenes o intrusión de roedores.

Los elementos de distribución deberán reunir las cualidades de aislamiento acústico que se exijan en cada caso, no siendo, generalmente, necesario que reúnan condiciones especiales de aislamiento térmico ni de impermeabilidad a las humedades procedentes del exterior. Sin embargo, tendrán un tratamiento adecuado para evitar la infiltración o condensación de humedades originadas por el uso en cuartos de baño, aseos, cocinas, etc.

#### 0.3.3. EXIGENCIAS DE DURABILIDAD

Las obras de fábrica deberán ser capaces de conservar durante un período de vida de 5 años, sin necesidad de entretenimiento ninguno y bajo un uso normal, todas aquellas cualidades que se derivan de las exigencias funcionales. Asimismo deberán conservar dichas cualidades durante 20 años más, bajo unas condiciones de entretenimiento normales. A partir de dicho tiempo y hasta un período de vida del edificio de 50 años como mínimo, podrán admitirse sólo pequeñas reparaciones locales.

Transcurridos los 50 años de vida del edificio, se admitirá que las obras de fábrica pueden requerir reparaciones serias de consolidación o sustitución.

#### 0.3.4. EXIGENCIAS DE ASPECTO

Los paramentos de las obras de fábrica presentarán un aspecto agradable, limpio y ordenado. Las superficies planas, curvas o alabeadas de los mismos, así como las líneas de encuentro, borde y cornisas, quedarán bien definidas geométricamente de acuerdo con la forma y posición prevista. En particular, las aristas de encuentro entre superficies planas serán rectas; cuando sean verticales quedarán bien aplomadas e, igualmente, las líneas horizontales aparecerán correctamente niveladas.

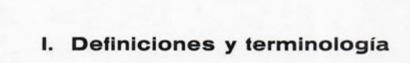
Las juntas quedarán totalmente terminadas, sin rebabas ni imperfecciones, y con el espesor, forma y tratamiento previsto.

Los materiales presentarán la debida homogeneidad en su textura, coloración y dimensiones, sin defectos aparentes.

#### 0.4. IDONEIDAD

El Documento de Idoneidad Técnica, D.I.T., concedido por el I.E.T.c.c. a cualquier material o sistema constructivo no tradicional aplicable a los trabajos de obras de fábrica de la edificación, constituirá una apreciación favorable de las cualidades del material o sistema para satisfacer las exigencias de seguridad, habitabilidad, salubridad, durabilidad y aspecto, bajo unas determinadas condiciones de fabricación o uso, que eximirá de cualquier otra comprobación sobre su aptitud de empleo siempre que se respeten dichas condiciones.





## I. Definiciones y terminología

La terminología que se expone a continuación comprende los términos habitualmente empleados en la construcción de obras de fábrica. Cuando en proyecto figure algún término no incluido en esta terminología, que haga referencia a algún elemento de obra de fábrica, deberá quedar definido de manera precisa en dicho proyecto.

## I.1. TERMINOS GENERALES RELATIVOS A LAS OBRAS DE FABRICA

Obra de fábrica:

A efectos de este Capítulo, se entenderá por «obra de fábrica» todo elemento de obra obtenido por colocación de ladrillos, bloques, piedras de cantería o adobes, unos junto a otros y sobre otros, ordenadamente y solapados de acuerdo con unas determinadas leyes de traba.

## I.1.1. ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LAS PIEZAS QUE COMPONEN LA OBRA DE FABRICA (fig. I.1.1)

Soga: Dimensión correspondiente al lado mayor o largo.

Tizón: Dimensión correspondiente al lado intermedio o ancho.

Grueso: Dimensión correspondiente al lado menor o altura.

Tabla: Cara mayor de la pieza (soga x tizón).

Canto: Cara mediana de la pieza (soga x grueso).

Testa: Cara menor de la pieza (tizón x grueso).



Fig. I.1.1. ELEMENTOS GEOMETRICOS DE LAS PIEZAS

## I.1.2. APAREJO

Es la ley de traba que rige la disposición en que deben colocarse los materiales de una obra de fábrica para garantizar su unidad constructiva.

## I.1.2.1. DISPOSICION DE LAS PIEZAS EN UN APAREJO DE OBRA DE FABRICA

A soga: Cuando, apoyada la pieza sobre su tabla, la testa es normal al paramento, resultando las dimensiones de soga, paralelas al mismo.

A tizón: Cuando, apoyada la pieza sobre su tabla, la testa es paralela al paramento, resultando las dimensiones de tizón paralelas al mismo.

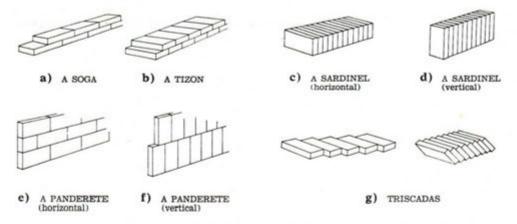


Fig. 1.1.2.1. DISPOSICION DE LAS PIEZAS EN LA OBRA DE FABRICA

A sardinel: Cuando, apoyada la pieza sobre su testa o su canto, la tabla es normal al paramento.

Según la posición de la arista mayor, existen las variantes «horizontal» y «vertical».

A panderete: Cuando, apoyada la pieza sobre su testa o su canto, las tablas definen el trasdós e intradós del elemento. Existen también las variantes «horizontal» y «vertical».

Triscadas: Las que, en cualquiera de las posiciones anteriores, sufren un giro, quebrándose su paramento o su coronación.

### 1.1.2.2. ELEMENTOS DE UN APAREJO DE OBRA DE FABRICA

Hilada: Conjunto de piezas, colocadas a soga o a tizón, y cuyas tablas definen superficies de junta continuas normales al paramento.

Rosca: Conjunto de piezas, colocadas a sardinel, y cuyas tablas definen superficies de junta no continuas normales al paramento. Los cantos o las testas definen superficies de junta continuas.

Hoja: Conjunto de piezas, colocadas a panderete, cuyas tablas definen superficies de junta continuas paralelas al paramento.

## I.1.3. JUNTAS

## I.1.3.1. DISPOSICIONES DE JUNTA DE LA OBRA DE FABRICA

Tendel: Junta continua constituida por el mortero que se acusa entre dos hiladas o roscas sucesivas, en general horizontales.

Llaga: Junta constituida por el mortero que se acusa entre dos piezas sucesivas de una misma hilada o rosca; son. generalmente, discontinuas de una hilada a otra y verticales.

Escopeta: Junta constituida por los tendeles de dirección radial que se acusan en los paramentos frontales de los arcos. También recibe este nombre la diferencia entre los espesores de un mismo tendel en el trasdós e intradós del arco.

#### I.1.3.2. TIPOS DE JUNTA (fig. I.1.3.2)

Junta degollada: Aquella en la que el mortero queda remetido más de 3 cm respecto del paramento con objeto de realizar un rejuntado posterior o favorecer el agarre de un revestimiento.

Junta rehundida: Aquella en la que el mortero queda remetido respecto al paramento menos de 3 cm.

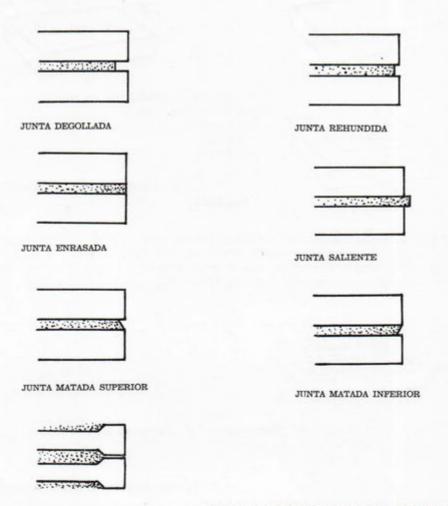
Junta enrasada: Aquella en la que la junta queda a haces del paramento.

Junta saliente: Aquella en la que el mortero rebosa de la fábrica, quedando de forma irregular y espontánea o uniformemente recortado.

Junta matada superior: Aquella en la que el mortero se aplasta en bisel, con la paleta, remetiéndolo por el borde superior.

Junta matada inferior: Aquella en la que el mortero se aplasta en bisel con la paleta, remetiéndolo por el borde inferior.

Junta oculta o a hueso: Aquella en la que las piezas están colocadas a tope o el espesor aparente de la junta es inferior a 5 mm.



JUNTA OCULTA O A HUESO

Fig. I.1.3.2. EJEMPLOS DE TIPOS DE JUNTAS

## I.2. TERMINOS PARTICULARES RELATIVOS A CADA TIPO DE OBRA DE FABRICA

#### I.2.1. FABRICA DE LADRILLO

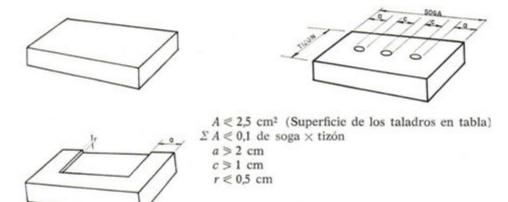
#### I.2.1.1. LADRILLO CERAMICO

Pieza, de forma generalmente ortoédrica, obtenida mediante cocción de tierras arcillosas. Es manejable con una sola mano y su grueso no sobrepasa los 12 cm.

## I.2.1.1.1. LADRILLOS CERAMICOS QUE SE DISTINGUEN POR SU MASA

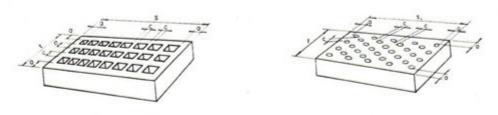
Ladrillo macizo: Aquel que tiene masa compacta o con perforaciones en tabla de volumen no superior al 10 %. Puede presentar rebajos de profundidad no superior a 0,5 cm que dejen completo por lo menos un canto y las dos testas.

La superficie de cada taladro en tabla no es superior a 2,5 cm<sup>2</sup>; el espesor de los tabiquillos entre taladros no es inferior a 1 cm, y el de los tabiquillos exteriores no es inferior a 2 cm (fig. I.2.1.1.1 a).



a) EJEMPLOS DE LADRILLOS MACIZOS
 Fig. I.2.1.1.1

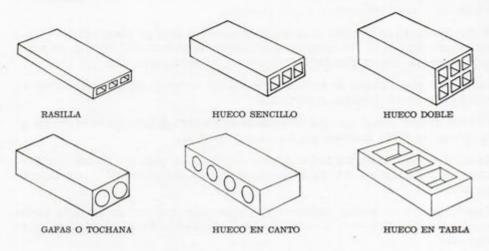
Ladrillo perforado: Aquel que presenta perforaciones, en tabla, de volumen superior al 10 %. La superficie de cada taladro en tabla no es superior a 2,5 cm²; el espesor de los tabiquillos entre taladros no es inferior a 1 cm, y el de los tabiquillos exteriores no es inferior a 2 cm (fig. I.2.1.1.1 b).



 $A \leqslant$  2,5 cm² (Superficie de los taladros en tabla)  $\Sigma$  A > 0,1 de soga  $\times$  tizón  $a \geqslant$  2 cm  $c \geqslant$  1 cm

b) ejemplos de ladrillos perforados

Ladrillo hueco: El que tiene sus perforaciones, en testa o canto, paralelas a una cualquiera de las aristas soga o tizón, o el que, teniendo perforaciones en tabla, no cumple con las limitaciones geométricas impuestas para el macizo y perforado. Los tipos habitualmente empleados son: hueco sencillo, doble hueco, rasilla y gafas o tochana (fig. I.2.1.1.1 c).



c) EJEMPLOS DE LADRILLOS HUECOS

Fig. I.2.1.1.1

#### I.2.1.1.2. LADRILLOS CERAMICOS QUE SE DISTINGUEN POR SU FABRICACION

Ladrillo tosco o de tejar: Es el fabricado a mano, con gradilla o rasero, y cocido en hornos abiertos, llamados hormigueros, hechos con los mismos ladrillos.

Ladrillo de mesa: El fabricado a mano, con gradilla y rebatidor, sobre superficies lisas y cocidos en horno fijo.

Ladrillo galletero o mecánico: El moldeado por extrusión en galletera y cocido en horno fijo. A veces recibe, impropiamente, el nombre de «ladrillo cerámico».

Ladrillo prensado: El fabricado mediante prensas de estampación y cocido en horno fijo.

## I.2.1.1.3. LADRILLOS CERAMICOS QUE SE DISTINGUEN POR SU FORMA

Ladrillo ordinario: Aquel cuya forma geométrica es la de un ortoedro; sus dimensiones más generalizadas responden al tipo castellano de  $24 \times 11,5 \times 5,25$  cm, y al catalán de  $29 \times 14 \times 6,5$  cm. Si bien existen numerosos tipos cuyas dimensiones pueden variar con la serie fijada en el Apartado III.1.3.1.

Ladrillo aplantillado: El que tiene forma diferente de la ortoédrica.

Ladrillo de mocheta: El aplantillado rectangular, que tiene un rebajo en uno de sus ángulos para alojar en él el cerco de una carpintería. Este rebajo suele ser recto, pero también puede ser de forma oblicua para hacer el derrame.

Ladrillo moldurado: Ladrillo aplantillado, que en una de sus caras adopta un determinado perfil para formar molduras o cornisas.

Ladrillo adovelado: El que presenta forma de cuña y está destinado a la construcción de arcos, bóvedas o muros de planta curva.

## I.2.1.1.4. LADRILLOS CERAMICOS QUE SE DISTINGUEN POR SU COCHURA

Ladrillo santo: Aquel que por exceso de cochura ha sufrido una gran vitrificación, resultando requemado, retorcido y negruzco.

Ladrillo escafilado: El que, por exceso de cochura, ha sufrido un principio de vitrificación, resultando más o menos alabeado.

Suele denominarse también «ladrillo escafilado», al que en obra sufre un corte achaflanado en una de sus esquinas o aristas para organizar el aparejo de un muro, arco o bóveda, o para obtener un paramento o intradós continuo.

Ladrillo recocho: El que ha recibido una cocción correcta, presentando coloración uniforme y sonido metálico a percusión.

Ladrillo pintón: Aquel que, por deficiencia de cochura o falta de uniformidad en la misma, presenta manchas pardas en su superficie.

Ladrillo pardo: El que, por haber sufrido solamente un principio de cocción, tiene una entonación similar a la de la tierra con que ha sido elaborado, generalmente, parda.

Ladrillo portero o benito: Ladrillo tosco o de tejar que, por su situación en las capas exteriores de hornos hormigueros, no se ha cocido. Es en realidad un adobe resecado.

#### I.2.1.1.5. OTROS TIPOS DE LADRILLOS CERAMICOS

Trabuco o tacos: Ladrillo de igual tizón y grueso que los ordinarios, pero de menor soga, propio para aparejar arranques y remates. Los más corrientes son: los «medios», «terciados», y «tres cuartos», que tienen, respectivamente, por soga 1/2, 2/3, 3/4 de la soga del ladrillo ordinario.

Bardo: Ladrillo de gran soga y tizón, destinado a economizar mano de obra en la ejecución de muros, impostas, cornisas, tabiquerías, entrevigados, etc.

Galletilla: Ladrillo macizo de menor espesor que los ordinarios. Se emplea en fábricas vistas, o para ajustarse a la altura prevista en hiladas de cierre.

Ladrilleta o plaqueta: Ladrillo en el que la dimensión del tizón o de soga se ha reducido de 1 a 3 cm. Es propio para frenteados de fábrica. Se trata, por tanto, de piezas de revestimiento, más que de verdaderos ladrillos.

#### 1.2.1.2. LADRILLOS ESPECIALES

Ladrillo refractario: Ladrillo obtenido por procedimientos especiales de fabricación y destinado a constituir el revestimiento interior de hornos, crisoles, chimeneas, etc.

Se caracteriza por:

- su resistencia física a altas temperaturas;
- su estabilidad química frente a la acción de los gases, escorias o productos que se originan en una combustión;
- su elevada resistencia a la abrasión.

De acuerdo con la naturaleza de los productos, escorias o humos, que hayan de producirse en su contacto, los ladrillos refractarios pueden clasificarse según su resistencia a la acción de dichos productos en: ácidos, neutros y básicos.

Ladrillo ligero: Es el obtenido mezclando con la arcilla polvo de corcho, de madera, carbón, o de cualquier otro material que, al desaparecer durante la cocción, origina un material ligero y poroso de densidad aparente menor que 1,5 kg/dm<sup>3</sup>.

Ladrillo flotante: Ladrillo ligero constituido por un material de densidad aparente menor que 1 kg/dm³. Según el material de que esté constituido, puede ser: silíceo, magnésico, de arcilla dilatada, de pómez, de tierra de diatomeas, etc.

Ladrillo conglomerado: Ladrillo especial obtenido a partir de morteros o pastas de cualquiera de los conglomerantes, yeso, cal o cemento.

Ladrillo sílico-calcáreo: Ladrillo especial, conglomerado, fabricado a partir de una masa formada por la mezcla íntima y húmeda de arena silícea y cal, que se moldea en máquinas apropiadas y se endurece, generalmente, con vapor de agua a presión.

Ladrillo de escorias: El obtenido mezclando íntimamente cal con escorias y prensando, posteriormente y con energía, la pasta.

Ladrillo coloreado: Ladrillo especial que se obtiene mezclando colorantes a las arcillas blancas (caolines), desgrasadas sólo con arena silícea, de tal modo que en ninguno de ambos productos exista el óxido de hierro capaz de proporcionar un color rojizo que pueda ensuciar otra tonalidad.

Ladrillo decorativo: Aquel en el que han sido tratadas especialmente una o varias de sus caras para constituir un paramento de ladrillo visto.

#### 1.2.1.3. COLOCACION DE LOS LADRILOS EN LA FABRICA

A restregón: Cuando se coloca restregándolo sobre abundante tortada de mortero hasta que ésta rebose por llagas y tendeles.

A bofetón: Cuando se coloca a restregón sobre el paramento de otro elemento de fábrica ya ejecutado.

Tabicado: El recibido a los inmediatos por su canto o su testa, y cuyas caras mayores definen ambos paramentos.

#### I.2.1.4. APAREJOS DE FABRICAS DE LADRILLO

Aparejo de sogas: Está formado por hiladas de ladrillo colocado a soga, desplazadas longitudinalmente para formar solapos de 1/2 ó 1/4 de soga. Es el aparejo que ofrece mejores condiciones resistentes en dirección longitudinal (fig. I.2.1.4 a).

Aparejo de tizones: Es el formado por hiladas de ladrillo colocado a tizón con solapos de 1/4 de soga. Son los muros que mejor trabajan en sentido transversal y los más apropiados para muros curvos. Recibe también el nombre de «Aparejo a la española» (fig. I.2.1.4 b).

Aparejo inglés: Es el formado por hiladas de ladrillo colocado a soga alternando con hiladas de ladrillo colocado a tizón. Existen tres tipos: inglés normal, inglés en cruz o belga, e inglés antiguo:

- Aparejo inglés normal: Es el aparejo inglés en el que se corresponden las llagas de todas las hiladas a soga. En ellas aparecen las cruces características, unas a continuación de otras, en dirección longitudinal, pero no en la diagonal (fig. I.2.1.4 c).
- Aparejo inglés en cruz o belga: Es el aparejo inglés en el que las sucesivas hiladas a soga están desplazadas medio ladrillo, correspondiéndose alternativamente las llagas y ejes de soga. Las cruces características aparecen contiguas tanto en la dirección longitudinal como en la diagonal (fig. I.2.1.4 d).

 Aparejo inglés antiguo: Es el aparejo inglés que se forma con una hilada a tizón seguida de dos a soga. No existen las cruces características, que son rotas por la segunda hilada de soga (fig. I.2.1.4 e).

Aparejo flamenco o gótico: Es aquel en el que alternan sogas y tizones en una misma hilada. Los solapos son de 1/4 de soga y los centros de sogas y tizones se corresponden en una misma vertical. Puede ser sencillo, doble o marco, triple, etc., según el número de sogas que alternan entre dos tizones de una misma hilada (fig. I.2.1.4 f y g).

Aparejo holandés: Es aquel en el que alternan las hiladas de tizones con las formadas por sogas y tizones alternados. El solapo es de 1/4 de la soga y posee una gran rigidez transversal (fig. I.2.1.4 h).

Aparejo americano: Es el aparejo de sogas en el que se coloca una hilada de tizones cada cinco hiladas de soga. Es aplicable a muros de espesor superior a medio pie y cuando se recurre a la solución de muro verdugado (fig. I.2.1.4 i).

Aparejo de sardineles: Es el formado por roscas de ladrillo colocado a sardinel. Se emplea como elemento decorativo en arranques y coronación de muros, bátientes de ventana, etc. (fig. I.2.1.4 j).

Aparejo de panderetes: Es el formado por ladrillos o rasillas colocados a panderete y recibidos con mortero de yeso. Su solapo es de 1/2 de la soga en los panderetes horizontales y de 1/4 de la soga en los panderetes verticales (fig. I.2.1.4 k).

Aparejo de panderetes y sardineles: Se obtiene alternando los panderetes con sardineles, horizontales o verticales, en un muro de doble hoja. Los sardineles hacen la función de atado de las dos hojas. Se emplea en la construcción de tabiques de doble hoja, cuyos paramentos presentan el aspecto de un aparejo flamenco realizado con ladrillos colocados a panderete (fig. I.2.1.41).

### I.2.1.5. TIPOS DE FABRICAS DE LADRILLO QUE SE DIFERENCIAN POR SU ESPESOR

Tabique: Muro de distribución, de espesor inferior a 6,5 cm, sin incluir el revestimiento, constituido por rasillas o ladrillo hueco sencillo colocado a panderete.

Tabicón: Muro de distribución, de espesor comprendido entre 6,5 a 9 cm de grueso, no incluido el revestimiento, constituido por ladrillos hueco doble colocados a panderete.

Citara: Muro, de medio pie o media asta, formado por ladrillos colocados a soga.

Muro de a pie: También llamado de «un asta», es aquel cuyo espesor está definido por ladrillos colocados a tizón.

Muro de mayor espesor: Cualquier muro de espesor superior a un pie, y generalmente múltiplo de medio pie.

#### I.2.1.6. FABRICAS DE LADRILLO ARMADAS

Son soluciones constructivas de los muros, arcos o bóvedas, que consisten en reforzar la fábrica mediante la colocación de armaduras metálicas embebidas en el mortero de sus juntas o bien a través de las perforaciones de sus ladrillos, con el fin de absorber tracciones y esfuerzos cortantes o aumentar su resistencia mecánica a compresión al actuar como zunchos coartando sus deformaciones transversales.

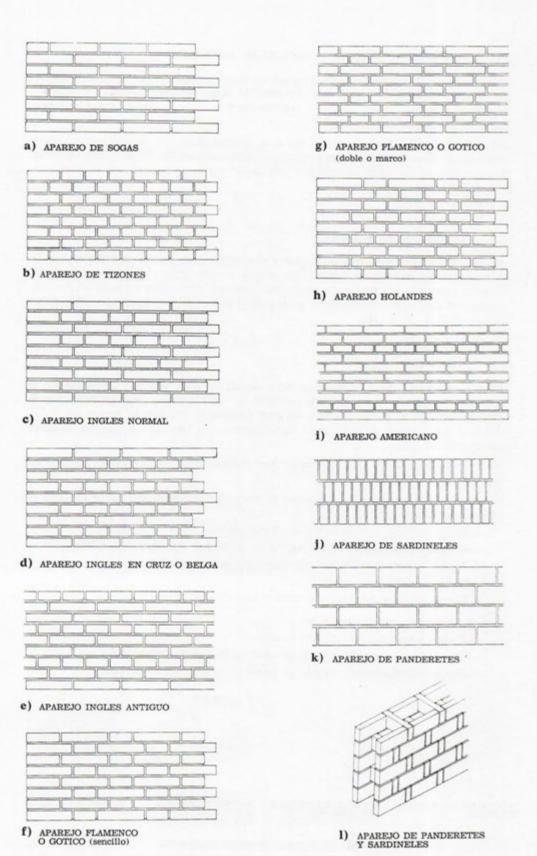


Fig. I.2.1.4. APAREJOS DE FABRICAS DE LADRILLO

#### 1.2.1.7. FLORESCENCIAS EN LAS FABRICAS DE LADRILLO

Eflorescencia: Fenómeno que se produce en la superficie de las unidades de obra de fábrica, consistente en la cristalización de sales solubles (sulfatos y nitratos alcalinos) procedentes del suelo, del ladrillo o del mortero, y que se acusa en forma de manchas superficiales.

Criptoflorescencia: Fenómeno análogo a la eflorescencia que se produce en el interior de la obra de fábrica. Son perjudiciales, porque pueden llegar a descascarillar la superficie de los ladrillos debido al efecto de cuña que hace la sal al cristalizar y aumentar de volumen.

## 1.2.2. FABRICAS DE BLOQUES

Bloque: Pieza conglomerada o de material cerámico, de mayor tamaño que el ladrillo corriente, manejable con las dos manos y cuyo grueso sobrepasa los 12 cm. Permite construir la fábrica, generalmente, con una sola pieza en todo su espesor. Puede ser de forma ortoédrica o presentar formas geométricas especiales de su tabla: en T, L, V, Z, etc.

#### 1.2.2.1. TIPOS DE BLOQUES

Bloque cerámico: Pieza obtenida a base de arcilla que, por sus dimensiones, es generalmente hueca, no sólo para permitir su fácil manejo, sino también por la dificultad de cocer piezas macizas de gran dimensión sin que se agrieten o deformen con los cambios de humedad y temperatura a lo largo de su proceso de fabricación (fig. I.2.2.1 a).

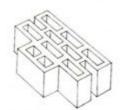
Bloque conglomerado: Es el obtenido por fraguado de determinadas mezclas de conglomerante, árido y agua.

Por el procedimiento de consolidación o compactación empleado en el proceso de fabricación, puede ser:

- Bloque compactado a mano (mediante pisón).
- Bloque compactado por asentamiento dinámico (mediante sacudidas).
- Bloque compactado por compresión (bloque prensado).
- Bloque compactado por vibración.
- Bloque compactado por vibración y compresión simultánea.

Por el proceso de curado, puede ser:

- Bloque conglomerado curado al aire.
- Bloque conglomerado curado al vapor a la presión atmosférica.
- Bloque conglomerado curado al vapor a presión (en autoclave).



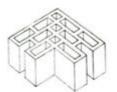
BLOQUE DE ENCUENTRO DE MUROS



BLOQUE DESTINADO A SER COLOCADO CON JUNTA DISCONTINUA



BLOQUE DESTINADO A SER COLOCADO CON JUNTA CONTINUA



BLOQUE DE ESQUINA

a) EJEMPLOS DE BLOQUES CERAMICOS

Por su constitución, el bloque conglomerado puede ser (fig. I.2.2.1 b):

- Macizo.
- Hueco:
  - -de huecos pasantes;
  - de fondo ciego;

  - de pared gruesa (espesor de paredes o tabiquillos > 20 mm).

Por la forma de unión prevista para los bloques, pueden ser (fig. I.2.2.1 b):

- Bloque destinado a ser colocado con junta continua.
- Bloque destinado a ser colocado con junta discontinua.
- Bloque destinado a ser colocado a hueso.

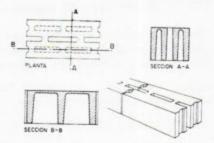
Bloque de hormigón normal: Bloque conglomerado cuyo conglomerante es el cemento, y en el que la densidad del hormigón de que está constituido es superior al valor  $\delta =$ = 2.000 kg/m³; puede estar formado por áridos naturales o artificiales.

Bloque de hormigón ligero: Bloque conglomerado cuyo conglomerante es el cemento, y en el que la densidad del hormigón de que está constituido no es superior al valor BLO

BLOQUE CONGLOMERADO MACIZO



BLOQUE CONGLOMERADO DE HUECOS PASANTES DESTINADO A SER COLOCADO A HUESO CON JUNTA VERTIDA



BLOQUE CONGLOMERADO CON HUECOS CIEGOS DESTINADO A SER COLOCADO CON JUNTA HORIZONTAL Y VERTICAL DISCONTINUA

#### b) EJEMPLOS DE BLOQUES CONGLOMERADOS

Fig. I.2.2.1

 $\delta = 2.000 \text{ kg/m}^3$ ; puede estar formado por áridos naturales o artificiales ligeros: escoria siderúrgica expandida, piedra pómez, puzolana, arcilla o pizarra dilatada, virutas de madera, etc.

En el caso de áridos naturales puede incluirse el hormigón sin finos, siempre que el valor de  $\delta$  no sea superior a 2.000 kg/cm<sup>2</sup>.

Bloque conglomerado de yeso: Bloque conglomerado cuyo conglomerante es el yeso y que, eventualmente, puede comprender un árido fino, como la arena u otros materiales imputrescibles, como fibra de vidrio, para darle consistencia y estabilidad de forma. Generalmente, sus superficies están preparadas para recibirlos con procedimientos especiales, como encolado, etc.

Bloque conglomerado de cal: Bloque conglomerado cuyo conglomerante es la cal, y el árido está constituido por arena silícea fina u otros materiales inorgánicos.

Bloque de hormigón celular: Bloque conglomerado de constitución homogénea, obtenido a partir de una mezcla de conglomerante, generalmente cal, árido fino y agua, a la que se incorpora un producto destinado a crear una multitud de pequeñas células cerradas, que, después de sufrir un tratamiento adecuado, proporciona un material de densidad nominal comprendida, generalmente, entre 0,50 y 0,80 kg/dm³.

Bloque ordinario: Bloque de alguno de los tipos anteriores, de forma exterior, generalmente, ortoédrica. Puede ser: macizo, hueco, de hueco pasante, de fondo ciego, de paredes delgadas, etc.

Bloque tipo: Bloque ordinario presentado por el fabricante y normalmente empleado para constituir las partes ciegas de un muro o tabique. Bloque complementario: Bloque de forma o constitución diferente a la del bloque tipo, que interviene en la edificación complementando a éste para formar esquinas, ángulos, mochetas de los huecos, dinteles, pilares, etc. Algunos bloques especiales pueden estar formados por alguna parte del bloque tipo. Con el fin de facilitar el arranque del aparejo, en las esquinas, la longitud suele ser 1/2 y 2/3 de la soga del bloque tipo.

Bloque de cara vista: Es aquel en el que una o varias de sus caras están realizadas y preparadas para constituir el paramento visto de un muro o tabique.

### I.2.2.2. TERMINOS RELATIVOS A LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE FABRICAS DE BLOQUES

Todos los elementos constructivos —aparejos, juntas, etc.— adoptan la misma terminología señalada en los Apartados I.2.1.3 y siguientes correspondiente a «fábricas de ladrillo» y, además, son habituales los términos que se incluyen a continuación:

Cara de asiento (o en espera): Cara del bloque que, en obra, adopta la posición horizontal superior y que recibe el mortero destinado a constituir el tendel.

Cara de apoyo: Cara del bloque que, en obra, adopta la posición horizontal inferior.

Superficie de apoyo: Superficie común de la cara de asiento y de la cara de apoyo contiguas a una junta de mortero y susceptible de transmitir las cargas.

Junta vertida: Junta ejecutada con mortero vertido por gravedad en el hueco o huecos verticales, eventualmente previstos entre las caras laterales de dos bloques contiguos.

Junta continua: Junta en la que el mortero se extiende de manera continua de un paramento al opuesto.

Junta discontinua: Junta ejecutada con dos o más cordones de mortero paralelos a los paramentos en toda la longitud del bloque, o altura, dejando los espacios intermedios sin rellenar.

#### 1.2.3. FABRICAS DE CANTERIA

Cantería: Trabajo que consiste en extraer, labrar y ordenar las piedras procedentes de rocas naturales, con objeto de transformarlas en materiales de construcción capaces de definir unidades de obra de fábrica.

#### 1.2.3.1. PIEDRAS DE CANTERIA

## I.2.3.1.1. PIEDRAS QUE SE DIFERENCIAN POR SU ORIGEN

Las variedades de piedra que habitualmente se emplean en trabajos de cantería son las que quedan incluidas en la clasificación dada a continuación en función de su procedencia geológica:

<ul> <li>Piedras procedentes eruptivas plutónicas</li> </ul>	de rocas	GRANITO SIENITA DIORITA GABRO PORFIDO
--	----------	---

1

— Piedras procedentes de rocas eruptivas volcánicas	TRAQUITA DIABASA BASALTO TOBA PUMITA
— Piedras procedentes de rocas de sedimentación mecánica	ARENISCAS CONGLOMERADOS BRECHAS
Piedras procedentes de rocas     de sedimentación química	CALIZA DOLOMIA MARGA
— Piedras procedentes de rocas de origen metamórfico	MARMOL GNEIS SERPENTINA PIZARRA CUARCITA

### I.2.3.1.2. PIEDRAS QUE SE DISTINGUEN POR SU TAMAÑO Y FORMA

Dentro de las distintas variedades de piedra, enumeradas por su origen en el Apartado I.2.3.1.1, pueden distinguirse los siguientes tipos en función de su tamaño y forma:

Bloque: Trozo de piedra de gran dimensión, tal y como sale de la cantera, después de su extracción y eventual troceo.

Mampuesto: Bloque de pequeña dimensión, de forma irregular o en bruto, manejable con las dos manos por un solo hombre.

Ripio: Piedra de forma irregular y de tamaño inferior al general de las piezas que componen la unidad constructiva de obra de fábrica de la que forma parte y que se utiliza, a veces, como material de relleno, cuñas, etc.

Sillar: Piedra a la que se ha dado forma geométrica definida mediante las operaciones de desbaste y talla, y que, por su tamaño, no es manejable a mano, generalmente, por un solo hombre.

Sillarejo: Sillar de pequeña dimensión, manejable con las dos manos por un solo hombre.

Laja: Mampuesto o sillar de reducido espesor y gran superficie.

Canto: Mampuesto redondeado por efecto de la erosión.

Carretal: Sólido capaz de un sillar, con las creces de cantera, antes de su talla.

## I.2.3.1.3. PIEDRAS QUE SE DISTINGUEN POR SU DUREZA

Piedra blanda: Aquella que puede cortarse con sierra de dientes en condiciones parecidas a las de una madera dura, como, por ejemplo, las tobas.

Piedra semidura: La que requiere sierra de alambre de acero, interponiendo abrasivo de arena silícea, como, por ejemplo, las calizas.

Piedra dura: La que necesita sierra de lámina y polvo de esmeril, como el mármol.

Piedra muy dura: La que para trocearla precisa sierras de disco especiales de diamante negro o de carborundo, como los pórfidos.

## I.2.3.2. MAMPOSTERIA

Son fábricas construidas con piedras en bruto, sin labrar o con labra irregular:

Mampostería en seco: Fábrica cuyos mampuestos están sentados en seco, sin mortero que los una, o a lo sumo favoreciendo el asiento de cada mampuesto con enripiado, broza, tierra o barro.

Mampostería a hueso: Es la fábrica de mampostería en seco en la que las caras de las piedras presentan un buen ajuste por haber sido especialmente labradas para este fin.

Mamposteria con mortero: Fábrica de mampostería cuyos mampuestos se asientan sobre una capa de mortero.

Mampostería de cal y canto: Fábrica cuyos mampuestos están definidos por gruesos cantos de formas redondeadas, que obligan a recibirlos con mortero, generalmente de cal.

Mampostería ordinaria: Fábrica de mampostería cuyos mampuestos no se han labrado, empleándose tal como vienen de cantera, con la sola preparación del levantado de la costra superficial de sus caras (fig. I.2.3.2 a).

Mampostería careada: Fábrica de mampostería cuyos mampuestos se han labrado únicamente en la cara destinada a formar el paramento exterior (fig. I.2.3.2 b).

Mampostería concertada: Fábrica de mampostería cuyos mampuestos tienen sus caras de junta y de paramento labradas en formas poligonales, más o menos regulares, para que el asiento de los mampuestos se realice sobre caras sensiblemente planas. Según su aparejo, puede ser:

- de aparejo inglés: definido por mampuestos escuadrados cuya proporción de lados varía desde el cuadrado a los rectáculos horizontales y verticales (figura I.2.3.2 c);
- de aparejo de hiladas: en el que predomina la horizontalidad de hiladas, dada la gran soga de los mampuestos en comparación con su altura (fig. 1.2.3.2 d);
- de aparejo poligonal: en el que los mampuestos tienen formas prismáticas, cuya cara exterior suele ser un cuadrilátero, pentágono o hexágono (figura I.2.3.2 e);
- de aparejo de encaje: en el cual cada mampuesto se talla a pie de obra para que encaje en su posición, no importando la existencia de ángulos cóncavos o de superficies curvas de asiento (fig. I.2.3.2 f).

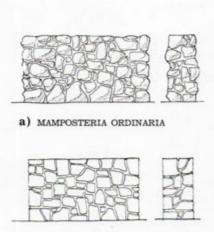
Mamposteria de rajuela: Fábrica en la que sus mampuestos están definidos por lajas, que ofrecen asientos sensiblemente planos y horizontales.

Mampostería historiada: Mampostería careada cuyas juntas llevan embutidas pequeñas chinas, que hacen de ripios, con función decorativa.

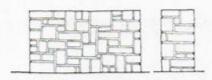
Mampostería verdugada: Fábrica mixta, compuesta generalmente para témpanos de mampostería careada, y verdugadas de fábrica de ladrillo (fig. I.2.3.2 g).

# I.2.3.3. SILLERIA

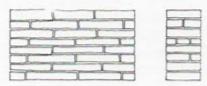
Son fábricas constituidas por piedras naturales a las que se le ha dado, mediante su labra, forma geométrica definida, generalmente ortoédrica, después de su arranque de cantera, para formar los sillares.



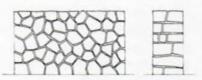
b) MAMPOSTERIA CAREADA



 c) MAMPOSTERIA CONCERTADA (Aparejo inglés)



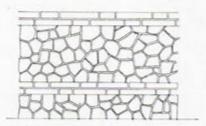
 d) MAMPOSTERIA CONCERTADA (Aparejo de hiladas)



 e) MAMPOSTERIA CONCERTADA (Aparejo poligonal)



 f) MAMPOSTERIA CONCERTADA (Aparejo de encaje)



g) MAMPOSTERIA VERDUGADA (Con témpanos de mampostería concertada y verdugadas de fábrica de ladrillo)

Fig. I.2.3.2. ALGUNOS TIPOS DE MAMPOSTERIA

Estereotomía: Conjunto de trabajos encaminados a definir el despiezo y las superficies de enlace o apoyo de los sillares de una obra, de acuerdo con sus condiciones estructurales y constructivas, y realizado por corte o talla de las piedras.

# I.2.3.3.1. TIPOS DE SILLERIAS

Sillería a hueso: Fábrica cuyos sillares están sentados en seco, unos sobre otros y junto a otros, sin ningún otro material que se interponga entre ellos.

Sillería con mortero: Fábrica cuyos sillares están recibidos con morteros, generalmente de cal, cemento o bastardo.

Sillería recta: Es la definida por sillares en forma ortoédrica. Cuando estos sillares son manejables por un solo hombre, la fábrica se denomina «sillería de sillarejos».

Sillería aplantillada: Fábrica cuyos sillares se apartan de la forma ortoédrica, pese a que sus caras siguen siendo superficies planas o curvas, tales como las dovelas de arcos, bóvedas y cúpulas.

Sillería moldada: También llamada «sillería moldurada», es aquella cuyos sillares, rectos o aplantillados, ofrecen molduras en sus caras de paramento.

Sillería almohadillada: Fábrica cuyos sillares definen «almohadones» en su paramento, formados al rehundir una zona de anchura y profundidad uniforme de su borde (fig. I.2.3.3.1).



Fig. I.2.3.3.1. SILLERIA ALMOHADILLADA (ver fig. IV.4.2.3.3.1).

Sillería decorada: Aquella cuyos sillares ofrecen motivos escultóricos o decorativos de fauna y flora o molduras y trazados geométricos.

Silleria pulimentada: Aquella cuyos sillares ofrecen paramentos pulimentados.

Sillería punteada: Fábrica en la que los sillares acusan en su paramento el picado definido por las huellas del puntero o pico empleado para su labra.

Sillería uñeteada: Aquellos cuyos sillares acusan en su paramento los trazos paralelos definidos por las huellas de la uñeta o el trinchante empleado en su labra.

Sillería abujardada: Aquella cuyos sillares acusan en su paramento las huellas de la bujarda o martellina empleada para su desbaste.

Sillería apiconada: La tratada a golpe de pico.

Sillería desbastada: En ella los sillares muestran en su paramento el acabado rústico dado a golpes de maza o martillo.

Sillería rústica: Aquella cuyos sillares acusan su paramento rústicamente tallado, con salientes y entrantes producidos intencionadamente durante su labra.

Sillería averrugada: Aquella en que los sillares acusan su paramento en relieve, en forma de caprichosos trazos sinuosos, entrecruzados y de corta longitud realizados a punta de puntero.

#### I.2.3.3.2. TIPOS DE APAREJOS EN SILLERIA (fig. I.2.3.3.2)

Aparejo isodomo: Aparejo en el que todos los sillares son iguales y ocupan una posición análoga, con solapos uniformes. Puede ser: de sogas o tizones.

Aparejo seudoisodomo: Aparejo análogo al anterior, pero en el que las hiladas ofrecen alternativamente diferente altura.

Aparejo diatónico: Cuando presenta sogas y tizones alternados, en la misma hilada.

Aparejo inglés: Aquel en el que alternan las hiladas de sogas y las de tizones.

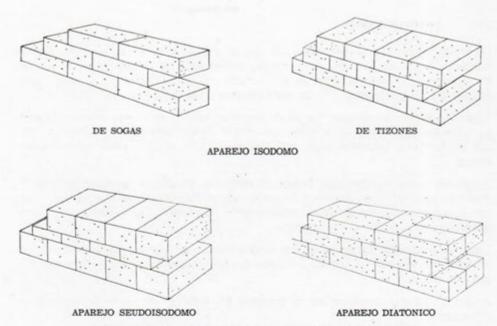


Fig. 1.2.3.3.2. ALGUNOS TIPOS DE APAREJOS EN SILLERIA

## 1.2.4. FABRICAS DE ADOBE

## I.2.4.1. ADOBES

Piezas de arcilla sin cocer, simplemente secadas al sol, y cuya estabilidad de volumen y ausencia de grietas se consigue amasando el barro con fibras vegetales: paja, acículas de pino, etc. Su forma es semejante a la del ladrillo y su tamaño es, generalmente, algo mayor.

# I.2.4.2. TERMINOS RELATIVOS A LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE FABRICAS DE ADOBE

Los elementos constructivos de fábrica de adobe adoptan la misma terminología señalada en el Apartado I.2.1 correspondiente a fábricas de ladrillo. Aparte de otros términos específicos de este tipo de fábricas propios de cada región, pueden incluirse también los siguientes:

Esquinero: Elemento constructivo, generalmente de ladrillo o piedra, que, colocado en las esquinas de la fábrica de adobe, sirve de refuerzo a ésta.

Retallo: Elemento constructivo, generalmente de ladrillo o piedra, semejante al esquinero, colocado en un punto intermedio del muro.

Adarajas y endejas: En fábricas de adobe, entrantes y salientes de esquineros y retallos para conseguir una mejor traba con los adobes de la fábrica.

# I.2.5. TAPIALES

Unidades de obra de fábrica ejecutadas con tierra, barro, paja, etc., en las que la consolidación se produce por medios mecánicos, sin intervención de ningún proceso químico que cambie la naturaleza de sus materiales.

#### I.2.5.1. TIPOS DE TAPIAL

Tapial de barro: Tapial construido con tierras a las que se les da gran plasticidad mediante la adición de agua en cantidad considerable, y a cuya masa se añaden fibras vegetales —paja de trigo, heno o cebada, acículas de pino, etc.—, con objeto de impedir el agrietamiento de la masa durante su secado.

Tapial de tierra consolidada: Tapial de tierra apisonada en el que se cuida la composición granulométrica de la tierra, con objeto de que ésta pueda ponerse en obra con un grado de humedad bajo, pero óptimo, para conseguir una mejor compactación.

Tapial de tierra estabilizada: Tapial de tierra en el que se consigue un elevado grado de consolidación, gracias a la adición de estabilizadores que, a su vez, mejoran las propiedades resistentes e impermeables del tapial. Los estabilizadores más empleados son: betún, cal y cemento.

Tapial calicastrado: Tapial en el que se refuerza su estructura con lechada de cal, vertida cada vez que se vuelven a colocar los tableros antes de echar la nueva tongada de tierra.

Aguja: Codal que mantiene en su posición los tableros de un tapial durante su ejecución.

## I.3. MUROS

## 1.3.1. TIPOS DE MUROS QUE SE DIFERENCIAN POR SU FORMA

Muro plano: Aquel que ofrece en sus paramentos una superficie plana.

Muro recto: Muro plano definido por dos paramentos verticales y paralelos.

Muro esviado: Muro plano que tiene sus paramentos verticales, pero no paralelos. Su planta es trapecial.

Muro curvo: Aquel que ofrece en sus paramentos una superficie curva. Puede ser: cilíndrico, cónico, en cúpula, alabeado, etc.

Muro en talud: Cuando tiene uno de sus paramentos inclinado o bien los dos en distinto sentido. Su sección transversal es, generalmente, trapecial. Puede ser: plano o curvo.

Muro inclinado: El que tiene los dos paramentos paralelos e inclinados en el mismo sentido.

Muro en rampa: Muro que tiene su coronación inclinada. Su alzado es trapecial. Puede ser: plano o curvo.

# 1.3.2. TIPOS DE MUROS QUE SE DIFERENCIAN POR SU SITUACION Y SU FUNCION

Muro resistente o de carga: El que desempeña una función de sustentación y recibe las cargas procedentes de otros elementos de obra. Según su posición en la edificación, puede ser: de crujía, de traviesa, de fachada, etc. Cuando el muro traviesa está en un extremo, se denomina muro piñón.

Muro de arriostramiento o de rigidez: Muro dispuesto especialmente para desempeñar una función estabilizadora, equilibrando los empujes de otro muro o de otro elemento estructural.

Muro autoportante: El que normalmente sólo recibe las cargas de su peso propio, transmitiéndolas hasta la cimentación, pero que frente a acciones horizontales de viento o sísmicas actúa como muro de arriostramiento o de rigidez.

Muro de cerramiento: El que desempeña una función de aislamiento y protección del ambiente exterior y/o sirve para delimitar exteriormente una finca. Según su situación, puede ser: de fachada, medianero, piñón, de cerca, etc.

Muro de distribución: El que desempeña una función de delimitación de espacios en el interior de un edificio. Según su espesor, puede ser: tabique, tabicón, etc. (ver Apartado I.2.1.5).

Muro de contención: Muro dispuesto para contener los empujes procedentes de un terreno situado a distinto nivel y del almacenamiento de líquidos u otros elementos.

# 1.3.3. TIPOS DE MUROS QUE SE DIFERENCIAN POR SU ORGANIZACION CONSTRUCTIVA

Muro a cara vista: El que acusa en su paramento el aparejo y juego de juntas.

Muro aparejado: Muro macizo trabado en todo su espesor y ejecutado con un solo tipo de piezas (fig. I.3.3 a).

Machón: Muro de longitud poco mayor que su espesor.

Pilastra: Machón de planta sensiblemente cuadrada.

Muro apilastrado: Muro aparejado reforzado con retallos en forma de pilastras o machones transversales (fig. I.3.3 b).

Muro calado: El que ofrece en sus paramentos diferentes huecos de puertas, ventanas o mechinales.

Muro en palomar o tabiquillo: El constituido por ladrillos colocados a panderete y separados entre sí en cada hilada, dejando huecos a modo de celosía, con el fin de aligerar ciertos elementos de obra. Pueden servir de apoyo o soporte de otros elementos constructivos (tableros de terraza o cubierta) o desempeñar una función de ventilación o iluminación (fig. I.3.3 c).

Muro capuchino: El de dos hojas de la misma o distinta clase de ladrillo, con cámara de aire intermedia y elementos de enlace formados por llaves, anclajes, verdugadas o bandas (fig. I.3.3 d).

Muro ciego: El que ofrece sus paramentos, sin ningún hueco.

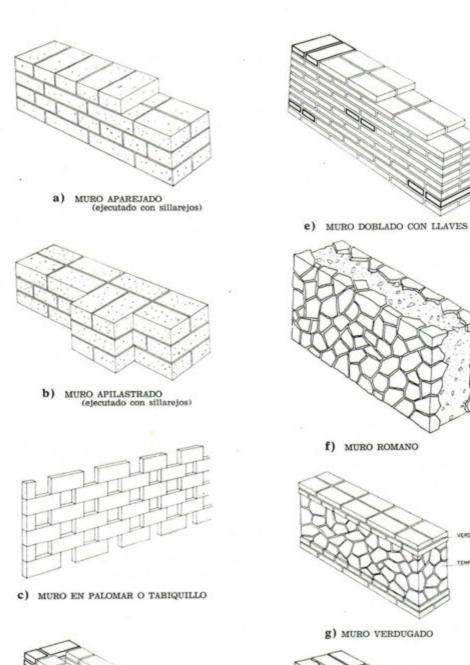
Muro doblado: El de dos hojas adosadas, de la misma o distinta clase de piezas, con elementos que las enlazan: verdugadas, bandas, llaves o anclajes (fig. I.3.3 e).

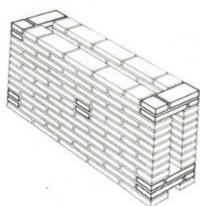
Muro liso: Muro en el que todas las piezas están enrasadas en el plano que define el paramento.

Muro macizo: Aquel en que la fábrica llena por completo el espacio comprendido entre ambos paramentos.

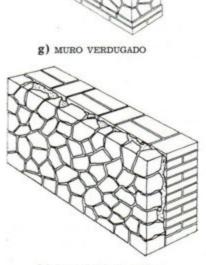
Muro moldurado: Aquel en el que se destacan vuelos o retranqueos de las piezas ofreciendo un paramento en relieve.

Muro para revestir: El que está destinado a recibir un revestimiento superficial. No se le exige gran perfección de acabado a sus paramentos.





d) MURO CAPUCHINO CON LLAVES



VEROUGADA.

h) muro trasdosado

Fig. 1.3.3. ORGANIZACION CONSTRUCTIVA DE MUROS

Muro romano: El que está definido por fábrica de un mismo material en ambos paramentos y con relleno interior de hormigón, fábrica de ladrillo, etc., de inferior calidad (fig. I.3.3 f).

Muro verdugado: Muro aparejado en el que alternan «témpanos» con «verdugadas» de material más resistente, que pueden ser armadas (fig. I.3.3 g).

Muro trasdosado: Muro que a una cara presenta un aparejo realizado con piezas que sirven a la vez de encofrado a un relleno u otra fábrica de peor calidad en el trasdós (fig. I.3.3 h).

#### 1.3.4. ELEMENTOS DE UN MURO

Cimentación: Unidad de obra empotrada en el terreno destinada a transmitir y repartir sobre éste las cargas procedentes del muro.

Zarpa: Resalto de la cimentación sobre el ancho del muro.

Zócalo o basamento: Parte inferior del muro, generalmente de mayor anchura.

Paramento: Haces o caras mayores del muro. Se diferencian los paramentos de «trasdós» e «intradós» o, lo que es lo mismo, los haces de fuera y dentro.

Plano de arranque: Plano superior de la cimentación en el que se replantea el muro y se inicia su construcción.

Coronación: Remate del muro, generalmente volado sobre los paramentos para protegerlos de la lluvia, con su correspondiente vierteaguas y goterón.

Vierteaguas: Protección de piedra, cerámica u otro material que, formando una superficie convenientemente inclinada para escurrir las aguas, se pone coronando los antepechos de ventana, los salientes de los paramentos, etc.

Goterón: Ranura, muesca, resalto o cualquier otra forma que adopta el plano inferior de una cornisa o voladizo para impedir el acceso del agua al paramento.

Albardilla o barda: Coronación o remate de muros o tapias destinada a proteger la parte superior de los mismos de la acción de la lluvia.

Mimbel: Protección que se coloca por encima de la junta horizontal de unión de una terraza con el muro para impedir la penetración del agua de lluvia, permitiendo al mismo tiempo pequeños movimientos de dilatación de dicha terraza (fig. I.3.4).

Cornisa: Elemento de obra que sobresale en voladizo del paramento de una construcción, sirviendo de protección, remate y coronación a dicho paramento.

Canecillos o modillones: Ménsulas con forma decorativa que sobresalen de un paramento y sirven para sustentar el vuelo de una cornisa.

Imposta: Hilada algo volada, a veces con moldura, que divide un paramento, o sobre la cual va sentado un arco.

Retallo: Resalto que queda en el paramento de un muro dividiéndolo en dirección vertical.

Témpano: Obra de fábrica comprendida entre dos verdugadas.

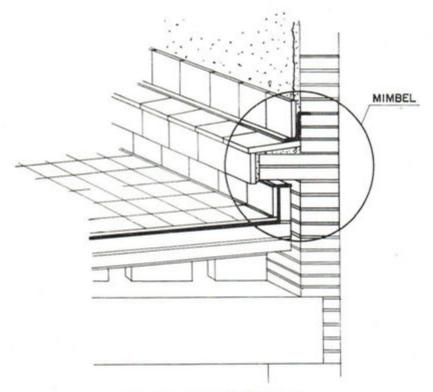


Fig. 1.3.4. DETALLE DE MIMBEL

Verdugada: Hilada de ladrillos o piedras que se interponen en ciertas obras de fábrica para aumentar su resistencia.

Enjarje: Conjunto de entrantes y salientes que se dejan en las sucesivas hiladas de una obra de fábrica al suspender su construcción, para que al continuar la obra se pueda conseguir una buena trabazón.

Adarajas y endejas: Cada uno de los entrantes y salientes del enjarje.

Mechinales: Pequeños huecos dejados provisionalmente durante la construcción para apoyar en ellos los elementos auxiliares de construcción, tales como andamios y apeos. También reciben esta denominación los huecos de drenaje que se dejan en los muros de contención para dar salida al agua del terreno, o a los practicados en un muro ciego para ventilación de cámaras, desvanes, etc.

# 1.3.5. ELEMENTOS DE LOS HUECOS DE LOS MUROS

Dintel: Elemento constructivo, o conjunto de ellos, que definen el cierre superior de un hueco, con intradós recto.

Cargadero: Parte estructural o resistente de un dintel.

Jamba: Cada uno de los elementos verticales que limitan lateralmente el hueco y sirven, generalmente, de apoyo al dintel.

Telar: Plano de la jamba, a escuadra con el paramento del muro.

Tranquero: Pieza que sirve de coronación a la jamba enteriza.

Mocheta: Rebajo que suele llevar el telar para alojar el cerco de la carpintería.

Umbral: Pieza horizontal inferior contrapuesta al dintel de un hueco de paso.

Derrame: Plano oblicuo que abocina el telar hacia el interior, con objeto de facilitar la apertura de la carpintería y permitir la mayor entrada de la luz.

Capialzado: Plano inclinado que abocina el dintel de un hueco de paso.

Batiente: Elemento que sirve de tope a la puerta.

Antepecho: Cierre inferior del hueco de una ventana, constituyendo un pretil protector.

Alféizar: Plano inferior del hueco de una ventana que define la coronación del antepecho.

Vierteaguas: Pieza que corona el antepecho de una ventana hacia el exterior del hueco y cuya forma responde a su misión principal de verter el agua de lluvia hacia el exterior.

Repisa: Pieza de coronación del antepecho de una ventana hacia el interior del hueco.

Recercado: Conjunto de piezas o materiales que enmarcan un hueco de puerta o ventana revistiendo el dintel, las jambas y la coronación del antepecho, constituyendo el capialzado, el telar, y el alféizar, etc.

Luz: Distancia horizontal entre telares.

Altura: Distancia libre vertical entre el intradós del cierre superior y el alféizar o umbral, según se trate de ventanas o puertas.

## I.4. ARCOS

Unidades de obra de fábrica de directriz curva que salvan un vano, con una organización constructiva tal que sus sucesivas dovelas sólo absorben esfuerzos de compresión.

# I.4.1. TIPOS DE ARCOS QUE SE DIFERENCIAN POR SU FORMA

Arco abocinado: El que salva distinta luz en sus dos frentes. Su intradós es una superficie cónica o conoidal.

Arco adintelado: El que tiene el intradós recto.

Arco adintelado normal: El definido por intradós y trasdós recto.

Arco adintelado triangular: El que tiene el trasdós quebrado con vértice más alto en la clave.

Arco adintelado a montacaballo: Aquel en el que algunas dovelas montan sobre su adyacente de menor altura.

Arco de medio punto: Aquel cuyo intradós está definido por una semicircunferencia.

Arco escarzano: Arco circular rebajado, cuyo intradós tiene su centro en el vértice de un triángulo equilátero construido sobre la línea de arranque.

Arco peraltado: En obras de fábrica, aquel cuya flecha es mayor que la mitad de la luz.

Arco rebajado: En obras de fábrica, aquel cuya altura es menor que la mitad de su luz.

Arco apuntado: El formado por dos arcos circulares tangentes a las líneas de telares y que se cortan en vértice agudo en la clave.

Arco cumplido: Arco apuntado equilátero.

Arco capialzado: Arco que en el intradós presenta una superficie abocinada hacia el interior, con objeto de que la carpintería pueda abrir sin obstáculo. Según la forma de la superficie abocinada, puede ser: troncocónico, en conoide, alabeado.

Arco carpanel: Arco simétrico que consta de distintos arcos de circunferencia tangentes entre sí y tangentes, en sus extremos, a las líneas de telares.

Arco cojo: Arco que tiene sus arranques a distinto nivel.

Arco rampante: El que, teniendo sus arranques a distinto nivel, queda definido en su intradós por dos arcos de circunferencia acordados entre sí y con las líneas de telares.

# 1.4.2. TIPOS DE ARCOS QUE SE DIFERENCIAN POR SU ORGANIZACION CONSTRUCTIVA

Arco de roscas: El definido por una o varias roscas superpuestas que se adaptan a la forma de la directriz.

Arco aparejado: Aquel en que cada dovela está constituida por una hilada, debidamente aparejada con sus inmediatas.

Arco tabicado: El constituido por superposición de «hojas».

Arco de descarga: Arco que forma parte de un muro de obra de fábrica, destinado a transmitir las cargas procedentes del muro directamente a los arranques o estribos de otro arco o dintel colocado bajo él.

Arco de correa: Arco tabicado definido por prolongación de las mismas hiladas de la fábrica general del muro, ligeramente curvadas en forma senoidal.

Arco de bolsón: Arco de rosca o aparejado, cuyo cierre en clave se hace con una cuña de fábrica de ladrillo de hiladas paralelas al intradós.

# 1.4.3. ELEMENTOS GEOMETRICOS DEL ARCO

Luz: Distancia horizontal medida entre arranques; «luz libre», la medida entre los telares de arranque, y «luz de cálculo», la medida entre ejes de arranque.

Flecha o sagita: Altura de la directriz del arco respecto a la línea de arranque.

Montea: Altura del intradós de la clave respecto a la línea de arranque.

Peralte: La relación de la flecha a la luz.

Profundidad o ancho: La dimensión del arco en dirección normal a su plano y que, por regla general, coincide con el ancho del muro correspondiente.

Espesor o canto: La distancia comprendida entre el intradós y trasdós del arco.

Directriz: Línea media del arco.

Línea de presiones: La definida por los puntos de paso de las sucesivas resultantes parciales de compresión en las correspondientes secciones del arco.

Linea de arranque: La que une los puntos de arranque del arco.

Frente o plano del arco: Es el definido por su paramento frontal.

Intradós: Superficie definida por el paramento interior del arco. Su punto más alto recibe el nombre de «vértice» o «ápice»; y la línea de vértice se denomina «espinazo».

Trasdós: Superficie definida por el paramento superior del arco.

Telar: El plano normal al frente del arco y que limita el estribo.

# 1.4.4. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DEL ARCO

Estribo: Cada uno de los macizos de fábrica que sostienen el arco y que reciben los esfuerzos procedentes de él.

Tirante: Elemento que enlaza los arranques del arco y destinado a absorber los empujes de éste.

Arranque: Cada una de las secciones de apoyo o nacimiento del arco.

Riñón o enjuta: Cada una de las zonas intermedias del arco comprendidas entre arranques y clave.

Tímpano o recalzado: Partes de fábrica que descansan sobre los riñones del arco, hasta la altura del trasdós de la clave.

Dovela: Cada una de las piezas que componen el arco.

Clave: Dovela central del arco.

Contraclave: Cada una de las dovelas adyacentes a la clave.

Salmer o almohadón: Cada una de las dovelas de arranque del arco.

# I.5. BOVEDAS

Se denomina bóveda a toda unidad de obra de fábrica, de simple o doble curvatura, destinada a cubrir o cerrar un espacio. Su directriz, organización constructiva y condiciones de apoyo son tales que sus distintas dovelas absorben, fundamentalmente, esfuerzos de compresión.

La terminología referente a las bóvedas es análoga a la de los arcos, complementada con los conceptos que figuran en los Apartados siguientes.

# 1.5.1. TIPOS DE BOVEDAS QUE SE DIFERENCIAN POR SU FORMA

Por la forma de su intradós, pueden distinguirse los dos tipos de bóvedas siguientes:

- Bóvedas simples.
- Bóvedas compuestas.

Bóvedas simples: Son aquellas cuyo intradós está formado por una sola superficie geométrica.

#### Pueden ser:

- Planas: bóveda plana y trompa plana.
- Cilíndricas: de cañón recto, de cañón oblicuo, de cañón en bajada, de trompa cilíndrica (de directriz circular, elíptica, apuntada, parabólica).
- Cónicas: de eje horizontal, de ojo de buey, de eje vertical, capialzado cónico, trompa cónica.
- De revolución: cúpula esférica, nicho esférico, pechina esférica, bóveda vaída, trompa esférica, elipsoide, hiperboloide o paraboloide de revolución, tórica.
- Elípticas.
- Alabeadas: capialzado alabeado, cuerno de vaca, paraboloide, hiperboloide, conoide, helicoide.

Bóvedas compuestas: Son aquellas cuyo intradós está formado por agrupación de dos o más superficies geométricas.

#### Pueden ser:

- De intersección de cañones: bóveda por arista, de doble arista, de rincón de claustro, de artesa o espejo, esquifada, acodillada, luneto.
- De intersección de cúpulas: cúpula en rincón de horno, bizantina.
- Nervadas: sexpartita, octopartita, encasetonada, estrellada.

# 1.5.2. TIPOS DE BOVEDAS QUE SE DIFERENCIAN POR SU ORGANIZACION CONSTRUCTIVA

Bóveda nervada: Bóveda organizada mediante nervios a los que se les exige unas condiciones especiales de resistencia y que, generalmente, se diferencian de la plementería, o relleno de un entrepaño, por su distinta disposición y resalto en el intradós y/o trasdós.

Bóveda continua: Bóveda organizada en toda su constitución en soluciones:

- de roscas:
- de hiladas o aparejadas;
- de hojas o tabicada, en cuyo caso la primera hoja recibe el nombre de «sencillo» de la bóveda, y de «doblado», cada una de las hojas sucesivas.

Cúpula: Bóveda organizada en doble curvatura del mismo signo. Puede ser: nervada o continua, y normal o invertida.

# 1.5.3. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS DE LAS BOVEDAS

Espinazo: Línea definida por los puntos más altos de la bóveda.

Nervio: Elemento lineal destacado del intradós o trasdós de la bóveda y que cumple una función formal, constructiva y estructural.

*Plementería:* Relleno que se coloca entre los elementos estructurales o nervios de una bóveda para cerrarla o completarla. Por extensión, se da este nombre al relleno que se coloca entre elementos estructurales de cualquier unidad de obra.

Zuncho: Anillo perimetral que sustituye a tirantes y estribos para la absorción del empuje de la bóveda.

Durmiente: Viga de borde que, apoyada sobre muros y atirantada de trecho en trecho, absorbe los empujes de la bóveda.

Línea de borde: Línea definida por el contorno de la bóveda.

# II. Reglas generales de calidad

De las exigencias funcionales establecidas en el Apartado 0.3 se derivan, para los distintos tipos de unidades de obra de fábrica en edificación, las Reglas Generales de Calidad que figuran en los Apartados siguientes, que deberán tenerse en cuenta tanto en la redacción del proyecto como en la fabricación y elección de materiales y ejecución de la obra.

Sin embargo, las prescripciones contenidas en este Capítulo deberán complementarse con las del Pliego Particular de Condiciones del proyecto, que, en algún caso, podrán representar una modificación de las aquí establecidas. Esta eventual modificación deberá justificarse mediante la exposición de los oportunos principios técnicos o experimentales y no implicará una disminución en la calidad de los trabajos de obras de fábrica.

# II.1. REGLAS DE CALIDAD QUE SE DERIVAN DE LAS EXIGENCIAS DE SEGURIDAD

#### II.1.1. ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE OBRA DE FABRICA

## II.1.1.1. CIMENTACIONES

Las cimentaciones de cualquier obra de fábrica deberán ajustarse a las prescripciones correspondientes establecidas en el Capítulo de «CIMENTACIONES».

En particular, la profundidad del firme elegido para apoyo de la cimentación y la superficie cargada deberán ser tales que las tensiones de trabajo del terreno queden, con el suficiente margen de seguridad, por debajo del valor correspondiente a la presión de hundimiento del terreno, obtenido tras el reconocimiento y resultado de los ensayos previos efectuados de acuerdo con los métodos de la Mecánica del Suelo.

El coeficiente de seguridad respecto a la presión de hundimiento no será inferior a 2, siendo aconsejable tomar el valor 3.

Cuando el autor del proyecto lo juzgue suficiente, podrán utilizarse en la redacción de dicho proyecto los valores que, como orientación, figuran en la Norma M.V. 101-1962 (tabla 8.1) para las presiones admisibles en el terreno. En cualquier caso, el valor adoptado para la tensión de trabajo debe figurar claramente especificado en proyecto, y el Director de obra debe comprobar que dichos valores se mantienen por debajo de los que admite el terreno, o disponer, en caso contrario, una mayor profundidad del firme o un aumento de la superficie de apoyo.

Por otra parte, con el fin de evitar, en lo posible, la aparición de fisuras en las obras de fábrica, deberán tenerse en cuenta también los asientos generales admisibles establecidos en la misma Norma (tabla 8.2), debiendo ser, además, las diferencias de asiento entre cada dos puntos lo más reducidas posible y como máximo 1/1.000 de su separación.

Cuando calculados los asientos o sus diferencias entre diversos puntos de la cimentación, no sean de valor tolerable, se reducirán las tensiones de trabajo hasta conseguir que lo sean.

Si el terreno de características adecuadas para la cimentación está a poca profundidad, puede emplearse el sistema de cimentación con zapatas corridas. Si la profundidad es superior a 3 m, puede ser más aconsejable la cimentación con pilas, si la excavación de pozos es posible, o con pilotes, en caso contrario.

Las zapatas y pilas se preverán, en general, de hormigón armado, pudiendo ser de hormigón en masa cuando las tensiones de tracción y esfuerzo cortante en el hormigón no superen los valores correspondientes de la resistencia de cálculo de dicho material y siempre que el proyectista y Director de obra lo juzguen suficiente. La altura de las zapatas de hormigón en masa no será inferior al vuelo respecto a la cara del muro o soporte. El tipo de cemento y la dosificación deberán elegirse en función de la resistencia requerida y de su comportamiento frente a los agentes agresivos del terreno que pudieran existir, teniéndose en cuenta, en todo caso, las prescripciones establecidas en los Capítulos «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES» y «ESTRUCTURAS DE HORMIGON».

Pueden preverse, también, de mampostería o de fábrica de ladrillo con análogas precauciones.

Según el tipo de cimentación, se seguirán las siguientes prescripciones:

## a) Cimentación con zapatas

La profundidad de la zanja será, como mínimo, de 25 cm, y en todo caso será suficiente para salvar los terrenos vegetales u orgánicos, los de relleno o echadizos y los fangos. Es decir, se evitará la cimentación sobre los terrenos clasificados como «deficientes» en la Norma M.V. 101-1962, a no ser que se determine experimentalmente el valor admisible.

Las zapatas de cimentación de muros deben ser continuas en toda la longitud de éstos, pasando por debajo de los huecos si su ancho no es superior a dos veces la altura de la zapata.

Las cimentaciones de los distintos muros longitudinales y transversales deberán enlazarse sin perder su continuidad y de la forma más eficaz posible.

La base de la zapata de un muro se preverá en un plano horizontal, cuando sea posible económicamente; en caso contrario, se distribuirá en banqueos con uniformidad. La altura de cada banqueo no será superior a 3/4 de la altura de la zapata. Las zapatas de pilares pueden ser aisladas y deben estar en un solo plano horizontal.

# b) Cimentación con 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.

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

$$\frac{f}{l} < \frac{1}{1.000}$$
.

No es aconsejable la sustitución de la viga por arcos de fábrica sobre las pilas, pero puede emplearse esta solución disponiendo tirantes hormigonados para la absorción de los empujes en los extremos o en tramos no equilibrados.

# II.1.1.2. MUROS RESISTENTES

## II.1.1.2.1. REGLAS GENERALES

#### II.1.1.2.1.1. DIMENSIONAMIENTO

Cada elemento de muro quedará definido geométricamente por las dimensiones de sus secciones en planta (y en vertical, cuando sea preciso) y su altura h medida entre la base y la coronación o entre dos forjados consecutivos.

Las dimensiones de un elemento de muro de obra de fábrica deberán ser tales que las tensiones de trabajo  $\sigma$  resultantes, tanto generales como locales, correspondientes a cada tipo de solicitación (Apartado II.1.1.2.1.1.2) y obtenidas a partir de las acciones mayoradas que se indican en el Apartado II.1.1.2.1.1.1, sean inferiores a los valores de la resistencia a compresión de cálculo  $\sigma^*$  que, para cada tipo de muro, se especifica en las Reglas Particulares correspondientes del Apartado II.1.1.2.2.

#### II.1.1.2.1.1.1. Acciones

Para cada elemento de muro de obra de fábrica se considerarán las acciones transmitidas directamente en su coronación por el tramo superior de muro y por el forjado o forjados que sustente; las de los cargaderos y vigas que apoyen sobre él, y el peso propio del elemento hasta la sección que se considere con las hipótesis de carga más desfavorables. Se tendrán en cuenta, también, las acciones que se citan en el Apartado 0.3.1.1.2.

El valor característico de servicio  $Q_k$  de cada una de estas acciones se evaluará según la Norma M.V. 101 - 1962, «Acciones en la edificación», y a efectos del dimensionamiento de las secciones se tomará el valor ponderado  $Q^*$  obtenido mediante la expresión:

$$Q^* = Q_k \cdot \gamma_s$$
;

donde:

7s es el coeficiente de ponderación que, a falta de normas en vigor sobre este tema, puede ajustarse a los valores dados, a modo de orientación, en la tabla II.1.2.1.1.1-a para las acciones incluidas en cada uno de los tres casos de carga que se establecen en la Norma M.V. 101-1962, debiéndose tener en cuenta que dichos valores quedan francamente del lado de la seguridad y pueden ser modificados por el arquitecto proyectista en función de las particularidades de la obra.

# II.1.1.2.1.1.2. Solicitaciones

Las componentes de la solicitación (esfuerzos normales  $N^*$ , esfuerzos cortantes  $T^*$ , momento flector  $M^*$  y momento torsor  $M^*_{tor}$ ) en una sección podrán obtenerse, a partir de las acciones mayoradas anteriores, por los métodos generales de Mecánica y Resistencia de Materiales, salvo en los casos que se indiquen métodos específicos.

En el caso de que sobre los muros descansen elementos sustentados hiperestáticamente, como forjados de tramos continuos o empotrados en los muros, deberán tenerse en cuenta las solicitaciones hiperestáticas que puedan transmitirse al muro, va sean favorables o desfavorables.

## II.1.1.2.1.1.3. Deformabilidad de la obra de fábrica

El módulo de deformación E de una obra de fábrica, que se precisa conocer para el cálculo de las deformaciones de la misma o de las rigideces de los elementos construidos con ella, podrá obtenerse experimentalmente mediante ensayos. Pero teniendo en cuenta el comportamiento elástico-plástico de los materiales, los ensayos deberán realizarse durante un tiempo suficiente para cada escalón de carga con el fin de que pueda evaluarse la deformación reológica final estabilizada.

A partir de los valores obtenidos en dichos ensayos, puede determinarse la curva tensiones-deformaciones  $(o-\varepsilon)$ , representativa de la variación del valor del módulo de deformación E, desde el instante inicial de puesta en carga hasta la rotura.

Para cada valor de la tensión  $\sigma$  quedará determinado el valor del módulo E por el de la pendiente de la tangente a esta curva en el punto correspondiente.

Si no se realizan ensayos, puede obtenerse el valor inicial  $E_0=\operatorname{tg} \varphi_0$  del módulo de deformación de la fábrica en función de la resistencia a compresión  $\sigma_r$  mediante la fórmula experimental:

$$E_0 = \alpha \cdot \sigma_r$$
;

en la cual:

α es el coeficiente de deformabilidad de la fábrica, cuyo valor puede tomarse de la tabla II.1.1.2.1.1.1-b, en función de la clase de obra de fábrica y del tipo de mortero.

El módulo de deformación  $E=\operatorname{tg}\varphi$  correspondiente a otros valores  $\sigma$  de la tensión de trabajo, podrá determinarse a partir del valor  $E_0$  considerando que dicho módulo E se anula para un valor convencional de la tensión de trabajo que puede tomarse igual a 1,1 veces la tensión de rotura  $\sigma_r$ , admitiendo una ley lineal de variación de dicho módulo, según se indica en la figura II.1.1.2.1.1.3.

Para cálculos de estabilidad de obras de fábrica ante las solicitaciones repetidas y alternadas o vibraciones, puede tomarse como valor del módulo de deformación E el inicial  $(E_0)$ :

$$E = E_0 = \alpha \cdot \sigma_r$$
 .

Para los cálculos en el límite de la capacidad resistente, puede tomarse como valor de E el dado por la expresión:

$$E = 0.5 E_0 = 0.5 \alpha \cdot \sigma_r$$
.

Para cálculos de las deformaciones en sistemas hiperestáticos bajo la carga de servicio o para la determinación de las rigideces de los elementos de obra de fábrica, puede tomarse el siguiente valor:

$$E = 0.8 E_0 = 0.8 \alpha \cdot \sigma_r .$$

Caso de carga según Norma	CLASE DE ACCION	Coeficiente de ponderación $\gamma_s$ si la acción es:			
M.V. 101-1962		Desfavorable	Favorable		
Caso I	Concargas	1,60	1		
	Sobrecargas de uso	1,60	0		
	Sobrecargas de nieve	1,60	0		
	Empujes del terreno	1,60	1		
	Asientos de apoyo	Discrecional			
Caso II	Concargas	1,40	1		
	Sobrecargas de uso	1,40	0		
	Sobrecargas de nieve	0	0		
	Empujes del terreno	1,40	1		
	Asientos de apoyo	Discrecional	0		
	Acciones del viento	1,40	0		
	Térmicas y reológicas	Discrecional	0		
Caso III	Concargas	1,00	1		
\$5,000,000	Sobrecargas de uso	1,00	. 0		
	Sobrecargas de nieve	0,50	0		
	Empujes del terreno	1,25	1		
	Asientos de apoyo	Discrecional	0		
	Acciones del viento	0,50	0		
	Térmicas y reológicas	Discrecional	0		
	Acciones sísmicas	1,00	0		

En la comprobación de la estabilidad o equilibrio de las construcciones, el coeficiente  $\gamma_s$  deberá tomarse igual a 0,9 para el caso de acciones favorables (ver Apartado II.1.2.1.2).

TABLA II.1.1.2.1.1.1-b COEFICIENTE DE DEFORMABILIDAD,  $\alpha$ 

	TIPO DE MORTERO (*)					
CLASE DE FABRICA	M-160 a M-40	M-20 y M-10	M-5	En seco		
Sillería de piedra natural Bloques macizos de hormigón, $P_e > 2.000 \;\; \mathrm{kp/cm^2} \;\; \;\; \;\; \;\;$	3.000	2.500	2.000	1.500		
Mampostería de piedra natural	2.500	1.500	1.125	500		
Bloques huecos cerámicos o conglomerados	2.500	2.000	1.500	750		
Ladrillos macizos	2.500	2.000	1.500	-		
Ladrillos perforados y huecos	2.000	1.500	1.125	_		

 $P_e$ , peso específico aparente del material.

(\*) Ver en III. "MATERIALES", Apartado III.6.2.4.

# II.1.1.2.1.1.4. Tensiones de trabajo

El cálculo de las tensiones σ correspondientes a cada tipo de solicitación podrá efectuarse teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

# Compresión simple:

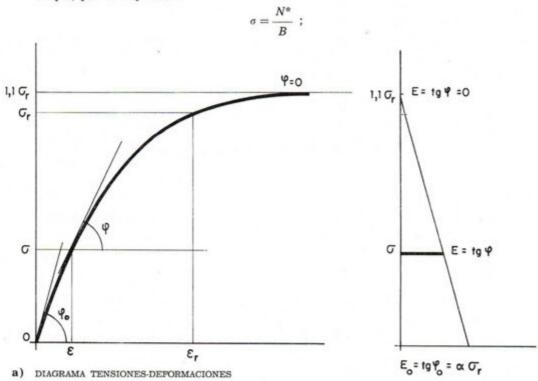
La tensión resultante  $\sigma$  en una sección en la que actúe un esfuerzo normal  $N^*$  en un punto G coincidente con el baricentro de la sección, vendrá definida por la expresión:

$$\sigma = \frac{N^*}{A}$$
;

siendo A la superficie total de la sección del elemento de muro, deduciéndole las entalladuras, ranuras, canales, revocos, o cualquier otra merma eventualmente existente, excepto en los casos que expresamente se indican en los párrafos a) y d) del Apartado II.1.1.2.2.1 de estas Prescripciones o en aquellos casos especiales que justificadamente se indiquen en proyecto. Cuando esté previsto el empleo de ladrillos o piezas perforadas o huecas, no deberá deducirse la superficie de las perforaciones aunque éstas vayan sin rellenar de mortero.

# Compresión excéntrica:

Si la resultante  $N^*$  está aplicada en un punto G no coincidente con el baricentro de la sección, la tensión  $\sigma$  podrá obtenerse como en el caso anterior, de compresión simple, por la expresión:

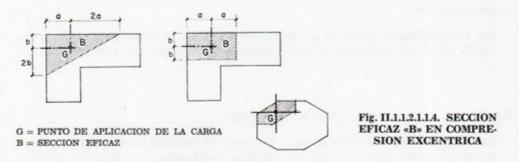


 $\sigma_r$  = Resistencia a compresión de la fábrica. 1,1  $\sigma$  = Valor convencional de la tensión de trabajo

para el que se anula el módulo **E** (tangente horizontal,  $\varphi = 0$ ).

b) VARIACION DEL MODULO E SEGUN UNA LEY LINEAL

admitiendo una distribución uniforme de tensiones en una parte B de la sección A, denominada «sección eficaz», y que queda delimitada por una recta secante tal, que el baricentro de dicha sección B coincida con el punto G (fig. II.1.1.2.1.1.4). Si esta sección eficaz fuese de difícil determinación geométrica, podrá sustituirse por otra sección de más fácil determinación, que se aproxime a la anterior, esté comprendida en la sección total y cuyo baricentro coincida, también, con el punto G.



En casos excepcionales (muros exentos, etc.), podrá admitirse que la fábrica resiste tensiones de tracción de valor no mayor que  $0.1\,\sigma^*$ , en valor absoluto, ni superior a la mitad de la tensión de adherencia, por tracción, entre la pieza y el mortero, justificándolo en proyecto y tomándose las precauciones constructivas necesarias para garantizar la precisa adherencia entre el mortero de juntas y el ladrillo.

En estos casos, la tensión resultante  $\sigma$  debida a la solicitación podrá obtenerse por la expresión:

$$\sigma = \frac{N^*}{A} \pm \frac{M^*_I}{W_I} \pm \frac{M^*_{II}}{W_{II}} ;$$

en esta expresión:

A es la sección considerada en el párrafo anterior para el caso de compresión simple;

W<sub>I</sub> y W<sub>II</sub> son los módulos resistentes de la misma sección respecto a sus ejes principales de inercia.

## - Esfuerzo cortante:

Si en la sección de un elemento actúa un esfuerzo cortante  $T^*$  simultáneamente con un esfuerzo normal  $N^*$ , la tensión máxima resultante  $\sigma$  podrá obtenerse por la expresión:

$$\sigma = \frac{N^* \pm \sqrt{N^{*2} + 4 T^{*2}}}{2 R} ;$$

siendo B el área de la sección eficaz definida anteriormente para el caso de compresión excéntrica y teniendo en cuenta que el signo menos corresponde a las tensiones de tracción, admitiéndose para éstas en las mismas condiciones anteriores valores no superiores a  $0.1\,\sigma^*$ .

Si no actúa esfuerzo normal simultáneamente, bastará comprobar únicamente la tensión de tracción mediante la expresión:

$$\sigma = \tau = \frac{T}{A} \leqslant 0.1 \; \sigma^* \; .$$

# II.1.1.2.1.1.5. Acción de los forjados

En el apoyo de los forjados sobre los muros deberá tenerse en cuenta, tanto las cargas transmitidas por dichos forjados como las excentricidades originadas por la deformación de los mismos debida a la flexión.

Las cargas transmitidas por el forjado deberán evaluarse, según se indica en los Apartados II.1.1.2.1.1.1 y II.1.1.2.1.1.2 y teniendo en cuenta las indicaciones del Apartado siguiente.

Las excentricidades de carga se determinarán, según la disposición constructiva que se adopte, de la forma que se indica, para cada caso, en el Apartado II.1.2.1.1.5.2.

# II.1.1.2.1.1.5.1. Cargas transmitidas por los forjados

Un forjado de tramo aislado, de luz l, con carga  $q^*$ , apoyado en sus extremos sobre un elemento de muro de ancho b, con huecos contiguos de vanos v y w (figura II.1.2.1.1.5.1), transmite al elemento de muro la carga  $F^*$  dada por la expresión:

$$F^* = \frac{q^* \cdot l \cdot t}{2} \; ; \tag{1}$$

correspondiente a un ancho t de forjado:

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

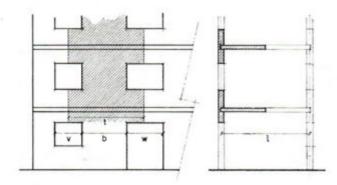


Fig. II.1.1.2.1.1.5.1. CARGA TRANSMITIDA SOBRE UN ELEMENTO DE MURO DE ANCHO «b»

Si el forjado es continuo, además de la solicitación isostática indicada anteriormente, deberán tenerse en cuenta las solicitaciones hiperestáticas debidas a la acción de los momentos de empotramiento elástico. Si el valor de estos momentos, por metro de anchura del forjado, es  $M^*_A$ ,  $M^*_B$ ,  $M^*_C$ , ..., la carga dada por la expresión [1] deberá incrementarse o disminuirse, según el signo de la solicitación, en la originada por los momentos correspondientes al ancho de forjado t dada por las expresiones:

$$\frac{M^*_A + M^*_B}{1_{AB}} \cdot t \quad ; \quad \frac{M^*_B + M^*_C}{1_{BC}} \cdot t \quad ; \quad \dots$$

Salvo excepciones, y cuando no exista tramo superior de muro, se considerará el momento  $M_A^*$ , en el extremo del forjado, igual a cero.

# II.1.1.2.1.1.5.2. Excentricidad de carga debida a la acción de los forjados

# a) Forjado sustentado en un elemento de muro extremo sin tramo superior de muro

Un forjado sustentado con entrega a, en un elemento de muro de espesor d (figura II.1.1.2.1.1.5.2 a), sin que exista tramo superior de muro de carga sobre el forjado, transmite al muro la carga  $F^*$  obtenida según se indica en el Apartado II.1.1.2.1.1.5.1 y aplicada con la excentricidad:

$$e = \frac{d}{2} - \frac{a}{4} .$$

Si la entrega a es igual al espesor del muro d, la excentricidad es:

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

# Forjado continuo sustentado en un elemento de muro intermedio sin tramo superior de muro

Un forjado continuo (fig. II.1.1.2.1.1.5.2 b) sustentado en un elemento de muro intermedio, sin que exista tramo superior de muro de carga sobre el forjado, transmite al muro la carga  $F^* = F^*_1 + F^*_2$ , suma de la de ambos tramos, aplicada con la excentricidad:

$$e = \frac{F^*_2 - F_1}{F^*_2 + F^*_1} \cdot \frac{d}{4}$$

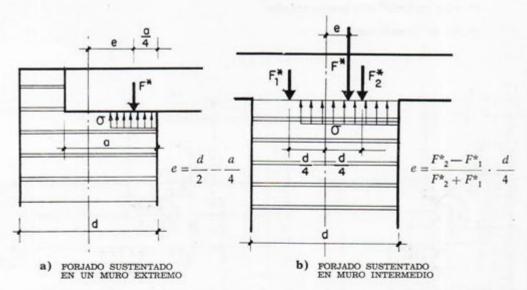


Fig. II.1.1.2.1.1.5.2. SOLICITACIONES ORIGINADAS POR LOS FORJADOS SIN TRAMO SUPERIOR DE MURO

# Forjado sustentado en un elemento de muro extremo con tramo superior de muro

Un forjado sustentado (fig II.1.1.2.1.1.5.2 c) con entrega a, en un elemento de muro extremo, con tramo superior de muro de carga de espesor  $d_1$ , anchura b y altura  $h_1$ ,

que actúa en su arranque con el esfuerzo normal  $N^*$ , y tramo inferior de espesor  $d_2$ , anchura b y altura  $h_2$ , transmite al muro la carga  $F^*$  determinada en el Apartado II.1.1.2.1.1.5.1 y un momento flector  $M^*$  dado por la expresión:

$$M^* = \mu \cdot q^* \cdot b \cdot l^2$$
;

siendo  $\mu$  el factor de empotramiento, que vendrá determinado en función de las rigideces  $\varrho_1$ ,  $\varrho_2$  y  $\varrho$  de los distintos tramos de muro y de forjado por la fórmula:

$$\mu = \frac{\varrho_1 + \varrho_2}{16(\varrho_1 + \varrho_2 + \varrho)}$$
 (ver Apartado II.1.1.2.1.1.5.3)

en donde:

$$\varrho_1 = \text{rigidez del tramo superior} = \frac{E \cdot J_1}{h_1} \quad \text{y} \quad J_1 = \frac{d^3_1 \cdot b}{12} \ ;$$

$$\varrho_2 = \text{rigidez del tramo inferior} = \frac{E \cdot J_2}{h_2} \quad \text{y} \quad J_2 = \frac{d^3{}_2 \cdot b}{12} \ ;$$

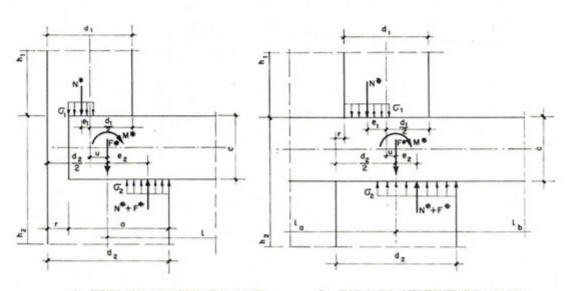
$$\varrho = \text{rigidez del forjado} = m \cdot \frac{k \cdot b}{1}$$
;

E = módulo de deformación de la fábrica según Apartado II.1.1.2.1.1.3;

k = m'odulo de flecha por metro de forjado ( $k = J_f \cdot E_f$ );

m = 0.5 en forjado de tramo aislado;

m=1 en forjado continuo.



c) FORJADO EMPOTRADO EN UN ELEMENTO DE MURO EXTREMO

d) FORJADO SUSTENTADO EN UN ELEMENTO DE MURO INTERMEDIO

Fig. II.1.2.1.1.5.2. SOLICITACIONES ORIGINADAS POR LOS FORJADOS Y TRAMO SUPERIOR DE MURO

El momento  $M^*$ , así determinado, 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  $\sigma_1$  en el tramo superior y la  $\sigma_2$  en el tramo inferior tienen que cumplir las condiciones:

$$\begin{split} \sigma_1 &= \frac{N^*}{(d_1 - 2 \, r - 2 \, e_1) \, b} \leqslant \sigma^* \; ; \\ \sigma_2 &= \frac{N^* + F^*}{(d_2 - 2 \, e_2) \, b} \leqslant \sigma^* \; . \end{split}$$

Generalmente se admite  $\sigma_1 = \sigma^*$  y de esta condición se obtiene:

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

de la ecuación de equilibrio del momento se deduce:

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

y con ese valor se comprueba que  $\sigma_2 \leqslant \sigma^*$ ;

# d) Forjado continuo sustentado en un elemento de muro intermedio con tramo superior de muro

Un forjado continuo, con tramos de luces  $l_A$  y  $l_B$  ( $l_A > l_B$ ), sustentado en un elemento de muro intermedio (fig. II.1.1.2.1.1.5.2 d), de espesor  $d_2$  y con tramo superior de muro de carga de espesor  $d_1$  que actúa sobre su arranque con el esfuerzo normal  $N^*$ , transmite al muro la carga  $F^* = F^*_A + F^*_B$  y un momento flector  $M^*$  dado por la expresión:

$$M^* = \mu \cdot q^* \cdot b \left(l_A^2 - l_B^2\right)$$
;

siendo  $\mu$  el factor de empotramiento. Este factor vendrá determinado en función de las rigideces  $\varrho_1$  y  $\varrho_2$  de los tramos superior e inferior de muro y  $\varrho_A$  y  $\varrho_B$  de los dos tramos contiguos de forjado, por la fórmula:

$$\mu = \frac{\varrho_1 + \varrho_2}{16 \left(\varrho_1 + \varrho_2 + \varrho_A + \varrho_B\right)} \ . \tag{ver Apartado II.1.1.2.1.1.5.3}$$

en donde:

$$\varrho_1 = \text{rigidez}$$
 del tramo superior =  $\frac{E \cdot J_1}{h_1}$  .

$$\varrho_2 = {\rm rigidez} \ {\rm del} \ {\rm tramo} \ {\rm inferior} = \ \frac{E \cdot J_2}{h_2} \ . \label{eq:epsilon}$$

 $\varrho_A$  y  $\varrho_B$  = rigideces de los tramos contiguos de forjado:

$$\varrho_A = \frac{k \cdot b}{l_A}; \qquad \varrho_B = \frac{k \cdot b}{l_B};$$

$$(k = J_f \cdot E_f).$$

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

# II.1.1.2.1.1.5.3. Determinación aproximada del factor de empotramiento de los forjados

El factor  $\mu$  de empotramiento de los forjados, que figura en la fórmula [1] de los casos c) y d) del párrafo anterior, puede obtenerse también, de modo aproximado, por la expresión:

$$u = \frac{1}{16} \cdot \frac{2}{2 + m \cdot \frac{E_f}{E} \left(\frac{c}{d}\right)^3 \cdot \frac{h}{l}} \; ;$$

en la que:

h es la altura media de los dos tramos de muro.

1, la luz de forjado o luz media de las luces contiguas.

c, el canto del forjado.

d, el espesor del muro inferior.

 $E_{h}$  el módulo de elasticidad del hormigón del forjado.

E, el módulo de deformación de la fábrica (ver Apartado II.1.1.2.1.1.3).

m, el coeficiente que, según el caso, toma los valores siguientes:

— caso A: apoyo de tramo aislado, m = 0.5;

— caso E: apoyo extremo de forjado continuo, m = 1;

— caso I: apoyo interno de forjado continuo, m=2.

Los valores de  $\mu$  se dan en la tabla siguiente en función de h/l, c/d,  $E_f/E$  y del caso que corresponda.

TABLA II.1.2.1.1.5.3
FACTOR DE EMPOTRAMIENTO DE FORJADOS

Caso			$E_j/E$											
A			20	10	5			V	alor de	μ, sier	ndo c/d	ı		
E		20	10	5										
I	20	10	5			0,4	0,5	0,6	0,7	8,0	1,0	1,2	1,5	2
h	2 1 0,5 0,25	2 1 0,5	2	2		0,018 0,027 0,038 0,047	0,010 0,018 0,028 0,034	0,006 0,012 0,020 0,030	0,004 0,008 0,014 0,023	0,003 0,006 0,010 0,018	0,002 0,003 0,006 0,010	0,001 0,002 0,003 0,006	0,000 0,001 0,002 0,004	0,000 0,000 0,001 0,002
1		0,25	0,5 0,25	1 0,5 0,25	2 1 0,5 0,25	0,054 0,058 0,060 0,061	0,048 0,054 0,058 0,060	0,041 0,049 0,055 0,059	0,034 0,044 0,052 0,056	0,027 0,038 0,047 0,054	0,018 0,028 0,039 0,048	0,012 0,020 0,030 0,041	0,009 0,012 0,020 0,030	0,003 0,006 0,010 0,018

## II.1.1.2.1.1.6. Excentricidad en función de la esbeltez

Al actuar un esfuerzo normal, deberá tenerse en cuenta el aumento de la excentricidad inicial originado por la deformación lateral producida por el efecto de pandeo. A este fin, la excentricidad de cálculo deberá determinarse en función de su esbeltez y podrá evaluarse en la forma que se indica en el Apartado II.1.1.2.1.1.6.2, teniendo en cuenta las consideraciones de los Apartados que figuran a continuación.

# II.1.1.2.1.1.6.1. Esbeltez de un elemento

La esbeltez  $\lambda$  de un elemento de obra de fábrica, de altura virtual  $h_v$  y de espesor virtual  $d_v$ , quedará definida por el cociente:

$$\lambda = \frac{h_{v}}{d_{v}} ;$$

en el que  $h_v$  y  $d_v$  se determinará como se indica a continuación:

# — Determinación de la altura virtual $h_v$

Puede tomarse como altura virtual el valor:

$$h_v = \beta \cdot h$$
;

en el que:

h es la altura del elemento.

β, un factor dado en la tabla incluida a continuación, que depende de que el elemento tenga o no arriostramiento horizontal en la coronación y de la relación s/h entre la separación s de los arriostramientos transversales y la altura h del elemento.

ARRIOSTRAMIENTOS TRANSVERSALES	FACTOR $\beta$ DE ALTURA VIRTUAL PARA ELEMENTOS CUYA CORONACION ESTA HORIZONTALMENTE					
s h	Arriostrada	No arriostrada				
1	0,5	1,0				
2	8,0	1,6				
4 ó más	1,0	2,0				

# Determinación del espesor virtual d<sub>v</sub>

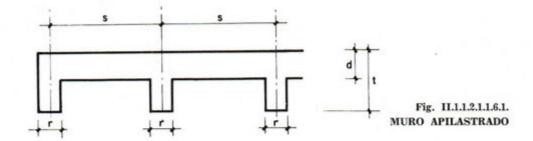
El espesor virtual  $d_v$  en un muro aparejado, verdugado o doblado, será el siguiente:

— sección rectangular, de espesor d y anchura b ≥ d:

$$d_v = d$$

(no se contará espesor de revocos ni guarnecidos);

- sección centrosimétrica: mínima dimensión entre rectas paralelas aplicadas al perímetro;
- sección asimétrica: el doble de la mínima distancia g, entre el baricentro G de la sección y una recta aplicada al perímetro.



En un muro apilastrado (fig. II.1.1.2.1.1.6.1), el espesor virtual vale:

$$d_v = \delta \cdot d$$
;

donde los valores de δ se tomarán de la tabla siguiente:

ESPESOR VIRTUAL EN MUROS APILASTRADOS

t			Valor	de $\delta$ , siend	$0\frac{s}{r}$		
d	4	5	6	8	10	15	20
1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,5	1,17	1,14	1,11	1,09	1,07	1,05	1,04
2,0	1,40	1,33	1,29	1,22	1,18	1,13	1,09
2,5	1,68	1,58	1,50	1,39	1,33	1,23	1,18
3,0	2,00	1,86	1,75	1,60	1,50	1,35	1,27

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

- si 
$$0.5 d_1 < d_2 \leqslant d_1$$
 ,  $d_v = \frac{2}{3} (d_1 + d_2)$ ;  
- si  $d_2 \leqslant 0.5 d_1$  ,  $d_v = d_1$ .

# II.1.1.2.1.1.6.2. Excentricidad producida por el efecto de pandeo

Un elemento de muro con arriostramiento horizontal en coronación y base, sometido a un esfuerzo normal  $N^*$  que actúa con excentricidad  $e_1$  en su coronación y excentricidad  $e_2$  en su base, deberá calcularse con la excentricidad  $e_f$  que se produce por el efecto de pandeo. Para determinar  $e_f$  se calcula previamente la excentricidad unitaria de pandeo  $\eta$  correspondiente a elementos de muro sometidos a compresión axial, en función de su esbeltez  $\lambda$  y del coeficiente de deformabilidad  $\alpha$  de la fábrica, mediante la tabla II.1.2.1.1.6.2.

La excentricidad  $e_f$  tendrá el mismo sentido de la excentricidad de extremo  $e_m$  de mayor valor absoluto, que es:

$$e_m = e_1$$
 (en la figura II.1.1.2.1.1.6.2 a);  
 $e_m = e_2$  (en la figura II.1.1.2.1.1.6.2 b).

TABLA II.1.2.1.1.6.2

EXCENTRICIDAD UNITARIA DE PANDEO EN ELEMENTOS SOMETIDOS A COMPRESION SIMPLE

ESBELTEZ	EXCE	ENTRICIDA DEF	D UNITARI ORMABILII	DAD $\alpha$ DE 1	DO EL COE LA FABRIC	FICIENTI CA:	E DE
λ	3.000	2.500	2.000	1.500	1.125	750	500
2	0	0	0	0	0	0	0
3	0,001	0,001	0,001	0,001	110000000000000000000000000000000000000		0
4	0,003	0,001			0,002	0,005	0,008
5			0,003	0,005	0,007	0,013	0,023
3	0,005	0,006	0,008	0,010	0,015	0,026	0,045
6	0,007	0,010	0,014	0,019	0,027	0.044	0,076
7	0,012	0,016	0,021	0,029	0,042	0,066	0,118
8	0,017	0,023	0,031	0,042	0,060	0,097	0,161
9	0,024	0,032	0,042	0,057	0,082	0,130	0,203
10	0,032	0,042	0,054	0,074	0,107	0,164	0,247
11	0,041	0,053	0,069	0,094	0,135	0,197	0.200
12	0,050	0,065	0,085	0,116	0,167	0,197	0,289
13	0,062	0,080	0,103	0,140	0,194	0,265	0,332
14	0,073	0,094	0,123	0,147	0,194		0,374
15	0,087	0,110	0,144	0,190	0,250	0,299	0,417
15	0,007	0,110	0,144	0,190	0,230	0,333	0,460
16	0,101	0,128	0,167	0,214	0,278	0,366	0,500
17	0,117	0,146	0,187	0,238	0,306	0,400	-,
18	0,132	0,167	0,208	0,262	0,333	0,434	
19	0,148	0,185	0,229	0,286	0,361	0,473	
20	0,166	0,204	0,250	0,310	0,389	0,500	
21	0,182	0,222	0,271	0,333	0,417		
22	0,201	0,241	0,292	0,357	0,445		
23	0,215	0,259	0,312	0,381	0,472		
24	0,232	0,278	0,333	0,405	0,500		
25	0,247	0,296	0,354	0,428			
26	0,265	0,315	0,375	0.452			
27	0,281	0,313	0,375	0,432			
28	0,281	0,352					
29	0,314	0,332	0,417 0,437	0,500			
30	0,334	0,389	0,458				
31	0,350	0.407	0.474				
32		0,407	0,474				
	0,376	0,426	0,500				
33	0,393	0,445					
34	0,410	0,463					
35	0,428	0,482					3
36	0,446	0,500					
37	0,463			100			
38	0,481						
39	0,500	1.5					

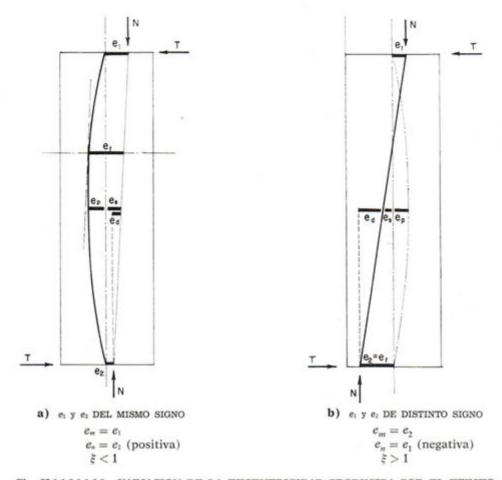


Fig. II.1.2.1.1.6.2. VARIACION DE LA EXCENTRICIDAD PRODUCIDA POR EL EFECTO DE PANDEO EN UN ELEMENTO DE MURO

La excentricidad de extremo  $e_n$  de menor valor absoluto se considerará positiva si va en el sentido de  $e_m$ , y negativa si va en sentido contrario.

Se obtienen los valores auxiliares:

$$e_s = \frac{e_m + e_n}{2} \quad \text{y} \quad e_d = \frac{e_m - e_n}{2} \ , \label{eq:es}$$

introduciendo e, con su signo.

Se calcula la excentricidad por deformación  $e_p$  mediante la fórmula:

$$e_p = \eta \left( d_v + 1.8 \, e_s \right) \, ,$$

teniendo en cuenta la excentricidad de cargas  $e_s$  es el centro de la pieza, y se obtiene el coeficiente  $\xi$  dado por la expresión:

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

La excentricidad e, que se busca tendrá el valor siguiente:

$$\begin{array}{lll} - & \mathrm{si} & \xi \geqslant 1 & , & e_f = e_m \ ; \\ - & \mathrm{si} & \xi < 1 & & e_f = e_s + e_p \, (1 + \xi^2) \, . \end{array}$$

En un elemento de muro sin arriostramiento horizontal en su coronación, la excentricidad  $e_i$  tiene el sentido de  $e_2$  y vale:

$$e_i = e_2 + \eta (d_v + 1.8 e_2)$$
.

Para cargas centradas será en ambos casos:

$$e_1 = e_2 = 0$$
 y  $e_i = \eta \cdot d_v$ .

## II.1.1.2.1.1.7. Tensiones locales

Los apoyos sobre un muro de obra de fábrica de todo elemento estructural (jácenas, viguetas, cargaderos, soportes, etc.) deberán estar previstos de tal forma que las tensiones locales de trabajo a compresión producidas sean inferiores a la resistencia a compresión de cálculo  $\sigma^{*}$ , y que las tensiones de tracción originadas como consecuencia de la aparición de componentes horizontales al producirse la distribución de tensiones de una superficie menor a otra mayor se mantengan asimismo por debajo de las máximas admisibles correspondientes a cada uno de los materiales que constituyen la fábrica. Para ello, se preverán, si es preciso, las armaduras correspondientes o, inclusive, una zapata de reparto de cargas capaz de absorber tanto las compresiones como las tracciones originadas. En el caso de muros de fábrica de ladrillo hueco, bloques cerámicos, bloques de hormigón ligero o de cualquier otro material de baja resistencia, será imprescindible el empleo de estas zapatas.

Los valores de la resistencia a tracción del ladrillo podrán obtenerse por el método de ensayo que figura en V. «ENSAYOS». En el caso de los morteros, el ensayo se especifica en el Apartado III.6.2.2.

## II.1.1.2.1.1.8. Apoyo de forjados

Los forjados no deberán apoyar directamente sobre la fábrica, sino que enlazarán con los muros en que se sustentan y con los transversales mediante cadenas o zunchos de hormigón armado dispuestos en todo el perímetro de la fábrica de modo que repartan las cargas locales de las viguetas del forjado, entregas de vigas, etc., y sirvan al mismo tiempo de arriostramiento. En algunos casos de muros de fábrica de ladrillo hueco, bloques cerámicos, etc., bastará con hacer las tres últimas hiladas del muro con ladrillo macizo en forma de verdugadas, y con la adecuada armadura longitudinal.

El canto del zuncho de hormigón deberá ser igual o superior al canto del forjado, y su anchura a se ajustará a las siguientes limitaciones (fig. II.1.1.2.1.1.8):

— Enlace de forjado con un muro extremo de espesor d<sub>1</sub> en su tramo superior y d<sub>2</sub> = r + d<sub>1</sub> en su tramo inferior:

— para 
$$d_1 \ll 14$$
 cm ... ... ... ... ... ... ...  $a = r + d_1$ ;

— para 
$$14 < d_1 < 36$$
 cm ... ... ... ... ... ...  $a \ge r + \frac{d_1}{2} + 7$  cm ;

— para 
$$d_1 \geqslant 36$$
 cm ... ... ... ... ... ... ... ...  $a \geqslant r + 25$  cm .

— Enlace de forjado con un muro extremo sin retranqueo interior (r = 0) o sin tramo superior de muro:

— para 
$$d_2 \ll 14$$
 cm ... ... ... ... ... ... ... ...  $a = d_2$ ;

— para 
$$14 < d_2 < 36$$
 cm ... ... ... ... ... ...  $a > \frac{d_2}{2} + 7$  cm ;

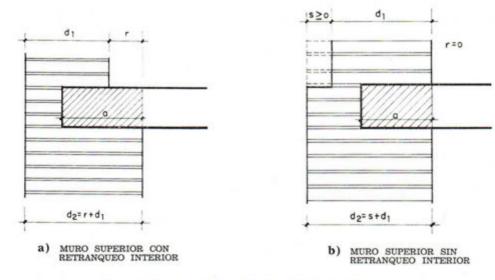


Fig. II.1.1.2.1.1.8. APOYO DE FORJADOS SOBRE MUROS

- Enlace de forjado con un muro intermedio:

La anchura de la cadena o zuncho de enlace será igual al espesor del tramo inferior del muro.

# II.1.1.2.1.1.9. Huecos

Las dimensiones y situación de los huecos deberán estar fijadas en los planos de proyecto, así como las soluciones constructivas de sus elementos más característicos cuando sea preciso. Se recomienda que dichas dimensiones sean modulares con la serie establecida en III. «MATERIALES», para los ladrillos, bloques, etc., teniendo en cuenta los espesores de junta, a fin de evitar en lo posible que en la ejecución haya que partir las piezas.

Los elementos del hueco deberán calcularse y deberá tenerse en cuenta el efecto que producen en el muro para evitar la formación de grietas en los dinteles, principalmente en sus apoyos y antepechos.

# II.1.1.2.1.1.9.1. Cargaderos

En particular, para los cargaderos deberán tenerse en cuenta las siguientes especificaciones:

— Entrega igual o menor al canto  $(a \leqslant c)$ :

Un cargadero de canto c (fig. II.1.1.2.1.1.9.1 a) —excluyendo la pestaña, si existe— y ancho s, que forma el dintel de un hueco de vano v, con entrega  $a \leqslant c$  en cada apoyo, se calculará como simplemente apoyado, con la luz l = v + a y con las cargas situadas dentro de las verticales del vano.

La tensión en cada apoyo sobre la fábrica se obtendrá dividiendo la corresrrespondiente reacción R de las cargas por el área  $A=a\cdot s$ .

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, las cargas a considerar podrán ser: el peso de muro situado en una altura  $k=0.6 \ l$  y las de forjados y cargas aisladas situadas hasta la altura l.

Entrega mayor que el canto (a > c):

Si en un extremo la entrega a es mayor que el canto c (fig. II.1.2.1.1.9.1 b) puede considerarse empotramiento, calculando con la luz l=v+r, siendo  $r\geqslant c$ , aplicando en la zona extrema, de longitud a-r, una reacción de empotramiento  $S^*$ , que estáticamente puede ser equilibrada en el muro, y verificando las tensiones producidas en la fábrica por la reacción isostática  $R^*$  de la carga y la reacción  $S^*$ :

Dichas tensiones podrán obtenerse por las expresiones siguientes:

- en la parte inferior del dintel ... ... ... ...  $\sigma_s = \frac{R^* + S^*}{r \cdot s} \leqslant \sigma^*$  ;
- en la parte superior … … … … … …  $\sigma_i = \frac{S^*}{(a-r)\,s} \leqslant \sigma^*$  .

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

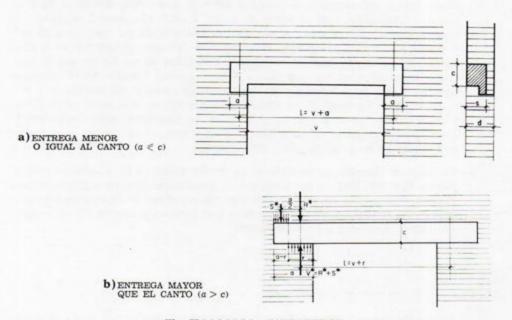


Fig. II.1.1.2.1.1.9.1. CARGADEROS

## II.1.1.2.1.1.9.2. Antepechos

Cuando, por su situación, puedan estar sometidos a las reacciones del terreno hacia arriba, o en el caso de tratarse de antepechos sobre un forjado en voladizo, deberá preverse en la parte superior del antepecho un zuncho de hormigón armado a modo de dintel invertido, u otro elemento resistente capaz de soportar dichas reacciones equilibrándolas con las cargas procedentes del muro a los lados del hueco.

# II.1.1.2.1.2. ESTABILIDAD Y ARRIOSTRAMIENTO

— Se deberá tener en cuenta la estabilidad de la obra de fábrica, disponiendo, cuando sea preciso, muros transversales a los de carga que sirvan de arriostramiento para resistir los esfuerzos horizontales producidos por acciones de viento, movimientos sísmicos, empujes, etc.

En la comprobación de la estabilidad o equilibrio de las construcciones el coeficiente  $\gamma_s$  de ponderación de las cargas, citado en el Apartado II.1.2.1.1.1, deberá ser igual a 0,9 para el caso de acciones favorables.

Por otra parte, deberá preverse la posibilidad de vuelco durante la construcción en aquellos casos en que la estabilidad haya de quedar asegurada por otros elementos constructivos, tales como forjados, viguería, etc., cuya ejecución es posterior. La altura del muro a partir de la cual habrá que prever la posibilidad del vuelco dependerá de su espesor, de la clase y dosificación del conglomerante empleado en el mortero, del número de huecos, disposición y dimensiones que tenga el muro, de la distancia entre otros muros transversales que traben al considerado, etc.

— En muros de carga que, por su esbeltez, precisen dicho arriostramiento, podrá contarse con la colaboración de pilastras o muros transversales, siempre que el espesor de la pilastra sea, por lo menos, doble que el espesor del muro y que su anchura sea superior a 1/20 de la separación entre ejes de pilastras o muros.

Estos muros transversales o pilastras deberán concebirse debidamente trabados y aparejados con el muro de carga o bien adosados y anclados al mismo. En este último caso se admitirá una separación no superior a 10 cm y deberá preverse la unión mediante redondos de acero, protegidos de la oxidación, de 5 mm de diámetro mínimo y colocados de tal forma que la distancia entre ellos no sea superior a 40 cm, con un redondo en el extremo superior y otro en el inferior y un recubrimiento hasta el paramento de 2 cm como mínimo. La longitud de anclaje o entrega de los redondos en el muro y en la pilastra no será inferior a 25 cm, y las armaduras deben estar totalmente cubiertas por el mortero, debiendo tener éste, en las juntas, un espesor mínimo de 1,5 veces el diámetro de las barras.

— En edificios situados en localidades de grado sísmico VII o superior (véase Norma M.V. 101 - 1962) es particularmente importante recurrir a disposiciones simétricas, o lo más equilibradas posible, de las obras de fábrica resistentes. Además se procurará que el baricentro y el centro de torsión de las cargas del edificio coincidan o estén próximos.

## II.1.1.2.1.3. RETRACCIÓN DE LOS MORTEROS

— Para evitar fisuraciones debidas a la retracción del mortero de junta, la resistencia a tracción del ladrillo o piezas que compongan la fábrica deberá ser suficiente para absorber las tensiones que puedan originarse como consecuencia de dicha retracción. A este fin, deberá tenerse en cuenta que, cuanto más rico sea el mortero, mayor es la retracción experimentada por el mismo; por lo que la resistencia a tracción de las piezas que hayan de utilizarse deberá ser función del tipo de mortero empleado y del espesor de juntas adoptado. Por otra parte, deberá tenerse en cuenta que los ladrillos bien cocidos poseen una resistencia a tracción superior a la de los que han sido cocidos defectuosamente, y que la resistencia a tracción de los ladrillos huccos, con perforaciones longitudinales, es superior a la de los ladrillos huecos con perforaciones en tabla; por lo que, en este último caso, para aumentar la capacidad resistente a tracción de los ladrillos es recomendable que su grueso no sea inferior a 9 cm.

Los valores de la resistencia a tracción del ladrillo, podrán obtenerse por el método de ensayo que figura en V. «ENSAYOS». En el caso de los morteros, el ensayo se especifica en el Apartado III.6.2.2.

# II.1.1.2.1.4. JUNTAS DE DILATACIÓN

Para evitar fisuraciones en las obras de fábrica deberán preverse los efectos debidos a variaciones higrotérmicas de los materiales. A este fin, y siempre que el Director de obra no juzgue necesarios datos más precisos que deberán obtenerse mediante ensayos, podrá tomarse como valor del coeficiente de dilatación térmica de cada tipo de obra de fábrica, y como orientación, el que figura a continuación:

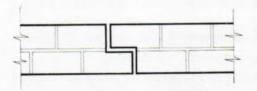
	Coeficiente de dilatación térmica
- Fábrica de material cerámico	$0.5 \times 10^{-5}$ .
— Fábrica de ladrillo silíceo-calcáreo	$1 \times 10^{-5}$ .
- Fábrica de bloques de hormigón	$1 \times 10^{-5}$ .
— Fábrica de piedra natural	$0.8 \times 10^{-5}$

En general, para evitar los efectos debidos a estas dilataciones, deberán preverse juntas de dilatación de modo que no existan tramos de obra de fábrica sin junta, de longitudes superiores a los valores que se indican a continuación para cada tipo de obra de fábrica:

TIPO DE OBRA	CONDICIONES	Longitudes máximas, en metros, de las obras de fábrica sin junta de dilatación con morte- ros tipo				
DE FABRICA	CLIMATICAS	Morteros Morteros M-160 y M-80 M-40 y M-20		Morteros M-10 y M-5		
Material	Clima marítimo	40	50	60		
cerámico	Clima continental	30	40	50		
Bloques	Clima marítimo	20	25	30		
de hormigón	Clima continental	15	20	25		
Piedra	Clima marítimo	25	30	40		
natural	Clima continental	20	25	30		

Los valores del cuadro 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 dados anteriormente.

Cuando sea posible, la junta se preverá con solapo (fig. II.1.1.2.1.4).



PLANTA DE UN SOLAPO EN JUNTA DE DILATACION

Fig. II.1.1.2.1.4

## II.1.1.2.2. REGLAS PARTICULARES PARA LOS DISTINTOS TIPOS DE MUROS RESISTENTES

Además de las reglas generales establecidas en el Apartado anterior II.1.1.2.2, para cada tipo de muro deberán tenerse en cuenta las reglas particulares que se especifican a continuación:

#### II.1.1.2.2.1. MUROS DE LADRILLO

La resistencia de cálculo  $\sigma^*$  de las fábricas de ladrillo quedará determinada por la expresión:

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

en la cual:

σ<sub>k</sub> es el valor característico de la resistencia de la fábrica, en kp/cm², obtenido mediante el ensayo a compresión que se especifica en el Apartatado V.5.1.

 $\gamma_m$ , el coeficiente de minoración de resistencia, cuyo valor puede tomarse igual a 2,5.

A falta de los ensayos a compresión citados podrá evaluarse la resistencia de cálculo por los valores que figuran en las tablas que se incluyen en las páginas siguientes, dados en función de: la resistencia nominal a compresión de los ladrillos, garantizada por el fabricante; la resistencia a compresión del mortero; la plasticidad de dicho mortero, y el espesor de las juntas (ver Apartado III.6.2.3).

Si se emplea ladrillo macizo, se tomarán los valores de la tabla II.1.1.2.2.1 a. Si se emplea ladrillo perforado, se tomarán los de la tabla II.1.1.2.2.1 b. Y si se emplea ladrillo hueco, se tomarán los de la tabla II.1.1.2.2.1 c.

Por otra parte, cada clase de muro de ladrillo cumplirá, además de las condiciones de aislamiento higrotérmico y acústico que se fijan más adelante en los Apartados II.2.1, II.2.2 y II.2.3, las que se especifican a continuación:

## a) Muros aparejados de fábrica de ladrillo.

El espesor de los muros que sustenten forjados no será menor de 11,5 cm, y el de los muros transversales que tengan una función de arriostramiento no será menor de 9 cm.

Podrá adoptarse cualquier tipo de aparejo, a condición de que sus llagas queden interrumpidas en cada hilada con solapos no menores de 1/4 de soga menos una junta (fig. II.1.1.2.2.1 a).

Podrá emplearse también todo motivo decorativo en resaltes o rehundidos que cumplan las condiciones anteriores de aparejo. En este caso, a efectos de resistencia, puede tomarse como espesor de un muro con rehundidos el nominal definido por los paramentos exteriores, si se cumplen las condiciones siguientes:

- La profundidad de los rehundidos no es superior a 1/4 del espesor nominal ni a 1/4 de la soga.
- La anchura de los rehundidos no es superior a una soga más dos juntas.
- La altura de los rehundidos no es superior a tres hiladas.
- La distancia entre centros de rehundidos y al borde del muro en cualquier dirección es superior a cuatro veces la dimensión del rehundido en dicha dirección.

TABLA II.1.1.2.2.1 a

RESISTENCIA DE CALCULO DE LAS FABRICAS DE LADRILLO MACIZO

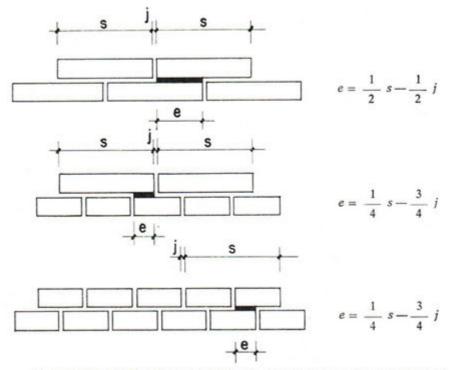
Resistencia del ladrillo (kp/cm²)	Plasticidad del	Espesor de	Resiste	ncia de cálc	ulo o* de la	fábrica, en	kp/cm², con	mortero:	Espesor de	Plasticidad del	Resistencia del	
	mortero	las juntas (cm)	M-5	M-10	M-20	M-40	M-80	M-160	las juntas (cm)	mortero	ladrillo (kp/cm²)	
	magra	> 1,5	8	9	10	11	12	_				
	magra sograsa	1,5 a 1 > 1,5	9	10	11	12.	14	_				
70	magra sograsa grasa	< 1 1,5 a 1 > 1,5	10	11	12	14	16	_	> 1,5	> 1,5 magra		
	sograsa grasa	< 1 1,5 a 1	11	12	14	16	18	_	1,5 a 1 > 1,5	magra sograsa		
	grasa magra	< 1 > 1,5	12	14	16	18	20	-	< 1 1,5 a 1 > 1,5	magra sograsa grasa	100	
	magra sograsa	1,5 a 1 > 1,5	14	16	18	20	22	25	< 1 1,5 a 1	sograsa grasa		
150	magra sograsa grasa	< 1 1,5 a 1 > 1,5	16	18	20	22	25	28	< 1 > 1,5	grasa magra		
	sograsa grasa	< 1 1,5 a 1	18	20	22	25	28	32	1,5 a 1 > 1,5	magra sograsa		
	grasa magra	< 1 > 1,5	20	22	25	28	32	36	< 1 1,5 a 1 > 1,5	magra sograsa grasa	200	
	magra sograsa	1,5 a 1 > 1,5	22	25	28	32	36	40	< 1 1,5 a 1	sograsa grasa		
300	magra sograsa grasa	< 1 > 1,5	25	28	32	36	40	45	< 1	grasa		
	sograsa grasa	< 1 1,5 a 1	28	32	36	40	45	50				
	grasa	< 1	32	36	40	45	50	56				

TABLA II.1.2.2.1 b
RESISTENCIA DE CALCULO DE LAS FABRICAS DE LADRILLO PERFORADO

Resistencia del ladrillo	Plasticidad del	Espesor de las juntas	Resiste	ncia de cálc	ılo σ* de la	fábrica, en	kp/cm², con	mortero:	Espesor de las juntas	Plasticidad del	Resistencia del ladrillo	
(kp/cm <sup>2</sup> )	mortero	(cm)	M-5	M-10	M-20	M-40	M-80	M-160	(cm)	mortero	(kp/cm <sup>2</sup> )	
	magra	> 1,5	9	10	11	12	14	_				
	magra sograsa	1,5 a 1 > 1,5	10	11	12	14	16	-				
100	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	18	20	22	1,5 a 1 > 1,5	magra sograsa	150	
	grasa	< 1	14	16	10	20	22	25	<1	magra		
	magra	> 1,5	14	16	18	20	22	25	1,5 a 1 > 1,5	sograsa grasa		
	magra sograsa	1,5 a 1 > 1,5	16	18	20	22	25	28	< 1 1,5 a 1	sograsa grasa		
200	magra	<1	4.0	20		25	20	22	< 1	grasa		
	sograsa grasa	1,5 a 1 > 1,5	18	20	22	25	28	32	> 1,5	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	20	32	36	40	< 1	magra	200	
			22	25	28	32	30	40	1,5 a 1 > 1,5	sograsa grasa	300	
			25	28	32	36	40	45	< 1 1,5 a 1	sograsa grasa		
			28	32	36	40	45	50	< 1	grasa		

TABLA II.1.2.2.1 c
RESISTENCIA DE CALCULO DE LAS FABRICAS DE LADRILLO HUECO

Resistencia del ladrillo	Plasticidad del	Espesor de las juntas	Resiste	ncia de cálc	ulo σ* de la	fábrica, en	kp/cm², con	mortero:	Espesor de las juntas	Plasticidad del	Resistenci del ladrillo		
(kp/cm <sup>2</sup> )	mortero	(cm)	M-5	M-10	M-20	M-40	M-80	M-160	(cm)	mortero	(kp/cm <sup>2</sup> )		
	magra	> 1,5	4	4,5	5	5,6	_	_					
	magra sograsa	1,5 a 1 > 1,5	4,5	5	5,6	6,3	_	_					
30	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							< 1	magra	50		
	magra	> 1,5	6,3	7,5	8	9	-	-	1,5 a 1 > 1,5	sograsa grasa			
11 11	magra sograsa	1,5 a 1 > 1,5	7,5	8	9	10	11	-	< 1 1,5 a 1	sograsa grasa			
70	magra	< 1							< 1	grasa			
	sograsa grasa	1,5 a 1	8	9	10	11	12	_	> 1,5	magra			
	sograsa grasa	< 1 1,5 a 1	9	10	11	12	14	-	1,5 a 1 > 1,5	magra sograsa			
	grasa	< 1							< 1	magra	100		
	magra	> 1,5	10	11	12	14	16	_	1,5 a 1 > 1,5	sograsa grasa	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	sograsa		<1					20	22	< 1	grasa	
150			1,5 a 1 > 1,5	12	14	16	18	20	22	> 1,5	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	200		
			18	20	22	25	28 32		< 1 1,5 a 1	sograsa grasa			
			20	22	25	28	32	36	< 1	grasa			



a) EJEMPLOS DE SOLAPOS ADMISIBLES EN APAREJOS DE LLAGAS ENCONTRADAS
 Fig. II.1.1.2.2.1.

Si no se cumple alguna de las condiciones, deberá considerarse como espesor del muro el nominal menos la profundidad máxima de los rehundidos.

## b) Muros verdugados.

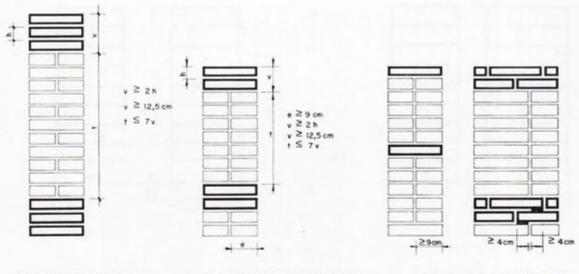
Cumplirán las condiciones de aparejo del párrafo a) anterior. La altura de cada verdugada no será inferior a dos hiladas ni menor que 12,5 cm. La altura de cada témpano no será mayor que siete veces la altura de la verdugada (fig. II.1.1.2.2.1 b).

## c) Muros doblados.

Cada hoja tendrá un espesor mínimo de 9 cm y cumplirá la condición de aparejo del párrafo a).

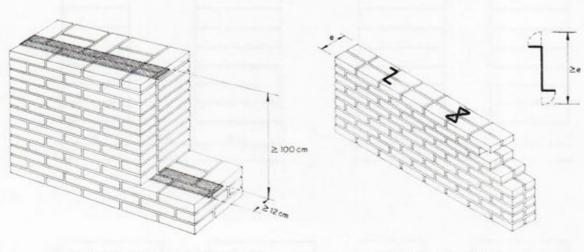
Deberán preverse los elementos de enlace entre las hojas, que podrán consistir (fig. II.1.1.2.2.1 c) en:

- Verdugadas de ladrillo, con las condiciones del párrafo b).
- Llaves de ladrillo constituidas por: una sola hilada de ladrillos, con entrega en cada hoja no menor de 9 cm; dos hiladas de ladrillos superpuestos y trabados, con entrega de cada ladrillo en las hojas no menor de 4 cm.
- Anclajes de acero protegidos contra la oxidación, de sección no inferior a 0,2 cm², con parte recta entre los ejes de cada hoja y longitud desarrollada no inferior al espesor total del muro. La disposición de las llaves y anclajes será el tresbolillo y su separación entre centros no será superior a 60 cm. No se preverán menos de 4 anclajes por m² de muro.
- Bandas continuas de chapa desplegada y protegida contra la oxidación, de anchura no menor de 12 cm, centradas con la junta, a separaciones en altura no mayores de 1 m.



b) muro verdugado

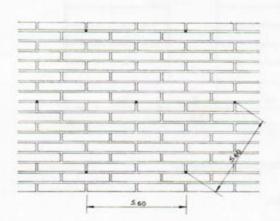
MURO DOBLADO CON VERDUGADAS MURO DOBLADO CON ANCLAJES



MURO DOBLADO CON BANDAS CONTINUAS DE CHAPA DESPLEGADA GALVANIZADA

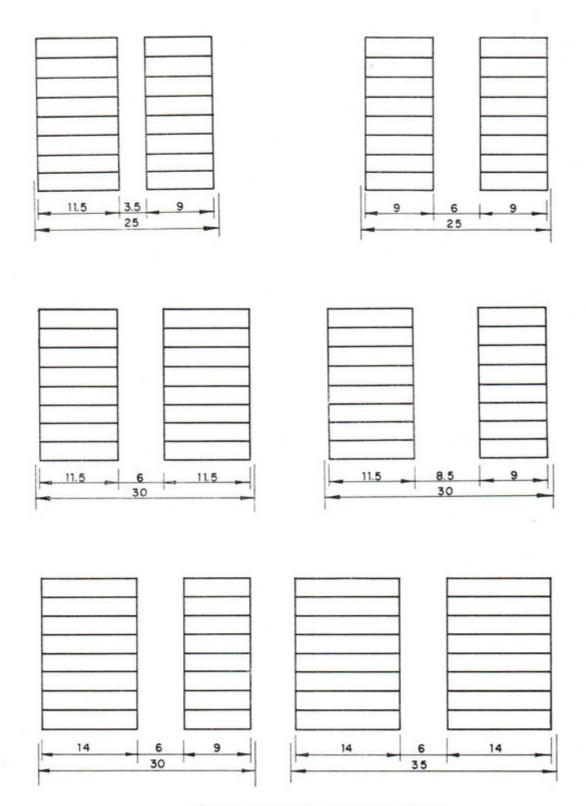
MURO DOBLADO CON ANCLAJES

## c) MUROS DOBLADOS



MURO DOBLADO - SEPARACIONES ENTRE ANCLAJES

Fig. II.1.1.2.2.1.



d) muros capuchinos - espesores modulares

Fig. II.1.1.2.2.1.

## d) Muros capuchinos.

Cada hoja cumplirá las condiciones de aparejo del párrafo a). El espesor de cada hoja no será menor de 9 cm, y el ancho de la cámara intermedia no será superior a 11 cm. Se recomiendan anchos de 3,5, 6 y 8,5 cm, que dan espesores totales de muro que se pueden ajustar a las redes modulares de 10 cm o de sus submúltiplos (fig. II.1.1.2.2.1 d).

Las bandas, llaves y anclajes cumplirán las condiciones del párrafo c).

Se colocará una verdugada, con las condiciones del párrafo b), bajo todo zuncho de forjado o zapata de reparto de cargas en apoyos de vigas.

Para la absorción de los empujes debidos a la acción del viento, puede contarse con la colaboración de las dos hojas.

## e) Muros apilastrados.

Las pilastras deberán ir aparejadas y trabadas con el muro de acuerdo con las condiciones del párrafo a).

## II.1.1.2.2.2. MUROS DE BLOQUES

La resistencia de cálculo  $\sigma^*$  de las fábricas de bloques quedará determinada por la expresión:

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

en la que:

- $\sigma_k$  es el valor característico de la fábrica, en kp/cm², obtenido mediante el ensayo a compresión que se especifica en el Apartado V.5.1.
- $\gamma_m$ , el coeficiente de minoración de resistencia, cuyo valor puede tomarse igual a 2,5.

A falta de los ensayos a compresión citados, podrá evaluarse la resistencia de cálculo por los valores que figuran en la tabla que se incluye en la página siguiente, dados en función de la clase de bloque utilizado en la obra de fábrica, de la resistencia nominal a compresión garantizada por el fabricante y del control a que han sido sometidos durante la fabricación.

La resistencia efectiva de los muros de obra de fábrica de bloques depende de numerosos factores; entre otros: el cuidado de la ejecución, la calidad del mortero, la regularidad y espesor de las juntas, el aparejo, el modo de carga, la existencia de huecos, el grado de arriostramiento, etc.

Los valores dados en la tabla para la resistencia de cálculo  $\sigma^*$  son, por lo tanto, valores máximos, aplicables únicamente para casos ordinarios de obras de fábrica que no planteen problemas especiales de estabilidad, en los que se cumplan simultáneamente las cuatro condiciones siguientes:

- a) El muro no presenta entrepaños de longitud inferior a 2 metros.
- b) El muro se encuentra adecuadamente arriostrado en su base y coronación, ya sea mediante forjados que aseguren la estabilidad transversal del muro, o bien mediante muros transversales.
- c) La carga es uniformemente repartida en toda la longitud del muro (se excluyen, por consiguiente, la actuación de cargas aisladas debidas a pilares, entrepaños, apoyos de vigas y cargaderos, etc.).
- d) Los forjados que descansen sobre la obra de fábrica estarán apoyados en sus dos extremos, cumplirán las condiciones de apoyo recogidas en el Apartado II.1.1.2.1.1.8, y se ajustarán a las limitaciones de flecha recogidas en el Apartado II.1.3.2.1.

	Resistencia nominal	Resistencia de cálculo o*, en kp/cm² de sección bruta mínima, para obras de fábrica ejecutadas con:						
CLASE DE BLOQUE	a compresión del bloque (kp/cm²)	Bloques fabricados a pie de obra sin ensayos diarios de control	industrialmente					
Bloque cerámico.	65 50 30 20 12	=	10 8 6 4 3					
Bloque de hormigón nor- mal (de arena y grava).	160 100 80 60 40	20 12,5 10 7,5 5	30 18 15 10 7					
Bloque de hormigón lige- ro (de puzolana o de es- coria siderúrgica expan- dida).	40 25	3	7					
Bloque de hormigón lige- ro (de escorias de car- bón).	40 20	5 2,5	7					
Bloque de hormigón celu- lar.	45 40 35 25	Ē	6 5 4 3					
Bloque macizo ligero de cal.	50 25 20	5 2,5 2	6 3 2,5					

SECCION BRUTA: Superficie obtenida multiplicando las dos dimensiones efectivas soga  $\times$  tizón o superficie de contorno aparente, si la sección no es rectangular (bloques en T, L, etc.).

Por otra parte, deberán tenerse en cuenta las posibles excentricidades de carga en la base y coronación del muro, así como la excentricidad producida por el efecto de pandeo, según se especifica en los Apartados II.1.2.1.1.6.

La tensión de trabajo  $\sigma$  deberá determinarse de acuerdo con las prescripciones del Apartado II.1.1.2.1.1.4.

La resistencia del mortero de las juntas no deberá ser superior a la resistencia nominal del bloque ni inferior a la mitad de dicha resistencia. La fábrica de bloques podrá ir aparejada a soga o a tizón. Para resolver las esquinas, mochetas, remates, etc., se recurrirá, cuando sea preciso, al empleo de piezas especiales.

## II.1.1.2.2.3. MUROS DE CANTERÍA

La resistencia de cálculo  $\sigma^*$  de las fábricas de cantería quedará determinada por la expresión:

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

en la que:

σ<sub>k</sub> es el valor característico de la resistencia a compresión de la fábrica, en kp/cm², obtenido mediante el ensayo a compresión que se especifica en el Apartado V.5.2.

 $\gamma_m$ , el coeficiente de minoración de resistencia, que se puede tomar igual a 2,5.

A falta de los ensayos de compresión citados, la resistencia de cálculo  $\sigma_k^*$ , en kp/cm², de las fábricas de cantería que hayan de soportar una carga uniformemente repartida, podrá evaluarse empíricamente, a partir de la resistencia mínima a compresión, que para cada clase de piedra se admiten en el Apartado III.3.2, por los valores máximos admisibles que figuran en la tabla siguiente, dados en función del tipo de fábrica de cantería (mampostería o sillería) y del mortero de juntas.

		Resistencia a compresión de cálculo $\sigma^*$ según la clase de fábrica:												
	1		SILLERIA		MAMPOSTERIA									
CLASE DE PIEDRA	Resistencia de la piedra	A hueso con asientos labrados	Sillares h≥30 cm con mortero tipo minimo M-80	Sillares h<30 cm con mortero tipo minimo M-40	Escua- drada con mortero tipo minimo M-40	Concer- tada con mortero tipo minimo M-5	En seco							
	(kp/cm²)	(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup> )	(kp/cm <sup>2</sup>							
Granito Sienita Basalto	≥ 1.000	80	60	40	25	10	7							
Arenisca cuarzosa Caliza dura Mármol	≥ 300	40	30	20	12	8	6							
Arenisca caliza Caliza blanda	> 100	20	15	10	8	6	5							

Cuando el proveedor de la piedra no garantice las resistencias mínimas establecidas en el cuadro anterior, para cada clase de piedra, podrá comprobarse la resistencia mecánica de éstas mediante los métodos de ensayo que se especifican en el Apartado V.3.6.

En el caso de cargas aisladas, la tensión de trabajo en la superficie de aplicación de dichas cargas podrá sobrepasar en un 25 % los valores indicados en la tabla anterior, a condición de que, después de la distribución de las cargas a 45° en el interior de la fábrica, la tensión de trabajo en las superficies de junta no sea superior a la indicada en dicha tabla.

Para que la obra de fábrica de cantería pueda ofrecer las calidades necesarias de resistencia y estabilidad, se tendrán en cuenta las prescripciones que se fijan a continuación para las distintas clases de muro:

## a) Muros de cantería aparejados en todo su espesor.

Deberán adaptarse a las «leyes de traba» que, para la mampostería y sillería, se indican en los Apartados IV.4.2.3.2.2 y IV.4.2.3.3.2, respectivamente.

En particular, las superficies de asiento deberán ser normales a los esfuerzos principales a que haya de estar sometida la fábrica, con objeto de evitar toda tendencia de resbalamiento de una hilada sobre otra. Asimismo, dichas supercies serán normales a los paramentos de las fábricas, continuas en todo el elemento de obra para definir las hiladas, y lo más sencillas posible. En fábricas de mampostería, debido a la irregularidad que presentan, en general, los mampuestos, no puede hablarse de verdaderas hiladas ni superficies de asiento, y, por lo tanto, no será posible ajustarse estrictamente a esta regla. Sin embargo, debe tenderse a ello y debe preverse el enrase de los planos de asiento al menos cada metro. Con el fin de alejar el peligro de fisuración por retracción en el mortero de las juntas e impedir que la humedad quede retenida entre las hiladas de las obras de fábrica de cantería, se recomienda el empleo de morteros bastardos como material de agarre, ya que el empleo de morteros de cemento daría demasiada rigidez a la fábrica y exigiría juntas de espesor reducido y dosificaciones pobres.

## b) Muros romanos y trasdosados.

A efectos de resistencia podrá contarse con la colaboración de todo el espesor de la fábrica, siempre que se tome como tensión de cálculo  $\sigma^{(*)}$  la correspondiente al material menos resistente. Cuando sólo haya de trabajar la fábrica exterior o más resistente, podrá tomarse la tensión de cálculo correspondiente a dicha fábrica considerando únicamente el espesor de la misma. Por otra parte, las superficies de asiento deberán ajustarse a las mismas prescripciones del Apartado anterior y deberá estar previsto el anclaje y engatillado de la fábrica exterior con la interior.

## c) Muros verdugados.

Las dimensiones de verdugadas y témpanos se ajustarán a las especificaciones del Apartado II.1.1.2.2.1 b, correspondiente a los muros de ladrillo.

Las superficies de asiento y leyes de traba de los témpanos deberán ajustarse a las mismas condiciones del párrafo a) de este Apartado.

Las verdugadas estarán previstas con materiales homogéneos, en cada plano horizontal; ocuparán todo el espesor de la fábrica y quedarán debidamente aparejadas, sirviendo de zuncho a la fábrica.

## d) Pilares.

Los elementos de obra de fábrica de cantería de pequeña sección horizontal, como pilares, deberán ser ejecutados con piedras enterizas en toda la sección, ya sean escuadradas o aplantilladas y de 50 cm, como máximo, de altura.

Los pilares exentos no deberán soportar esfuerzos oblicuos ni excéntricos. Sin embargo, para tener en cuenta en el cálculo los esfuerzos horizontales debidos a la acción del viento, las cargas verticales que actúen sobre ellos deberán aumentarse en un 10, en un 15 o en un 20 %, según que el pilar esté resguardado, situado en la fachada, o situado en una esquina, respectivamente.

## II.1.1.2.2.3.1. Elementos de los muros de obra de fábrica de cantería

#### Dinteles:

Los dinteles de los huecos, constituidos por una sola piedra, deberán preverse con el suficiente canto y longitudes de entrega, como mínimo, iguales al canto, para absorber los esfuerzos debidos a su peso propio y a las cargas transmitidas por el muro que sobre él descansa.

Cuando, debido a la luz del hueco o a la magnitud de las cargas que actúan sobre el dintel, se requiera una sección excesiva de éste, podrán desviarse las cargas hacia los apoyos del dintel mediante jabalcones o arcos de descarga.

También podrá preverse la solución constructiva del dintel colocando cargaderos, metálicos o de hormigón armado, con lo que la cantería pasa a ser un revestimiento; o bien, recurrir al empleo de arcos adintelados definidos por intradós y trasdós recto, en cuyo caso se deberán tener en cuenta las reglas especificadas en el Apartado II.1.1.3, correspondiente a los arcos.

#### Jambas:

Cuando las jambas estén constituidas por piezas enterizas de gran longitud (superior a 1,20 m), lo cual exige que haya de tallarse a contralecho para que no se partan, deberá preverse su asiento sobre una capa de yeso o lámina de plomo que impida que, al actuar las cargas sobre ellas, puedan deshacerse fácilmente los bordes.

## Repisas de antepecho:

Cuando las jambas transmitan las cargas a un elemento de cantería que forme la repisa de coronación del antepecho de un hueco, será preciso dar a esta repisa suficiente canto, o reforzarla con elementos metálicos, para que pueda absorber las acciones y reacciones del antepecho y jambas, de forma análoga, pero inversa, que en el dintel. También podrá adoptarse la solución de evitar las reacciones del antepecho colocando una repisa vagante, es decir, dejando un hueco en su vano central que se rellena con un mortero elástico cuando la fábrica ha asentado.

#### Molduras:

Los retallos, o molduras entrantes («fosas») o salientes («pilastras» o «cordones») deben quedar aparejados en el muro como si se tratase de encuentros, cruces o esquinas.

Las impostas o fajas horizontales que dividen el muro a diversas alturas o, en los arranques de bóvedas, dinteles o huecos deberán preverse de forma que el asiento de la fábrica interior no pueda despedirla hacia el exterior; para ello deberán estar ancladas o tener la profundidad suficiente. Las cornisas podrán resolverse con alguna de las siguientes soluciones:

- Con losas voladas que se sostengan por su propio peso, con una dimensión de tizón suficiente, o ancladas al muro mediante engatillados y cajeados.
- Con voladizos sucesivos, cuidando la estabilidad del conjunto con contrarrestos o engatillados.
- Con matacanes o cornisas apeadas en las que la verdadera cornisa apoya sobre canecillos, ménsulas o modillones, en forma de losas o arcos.

## II.1.1.2.2.4. MUROS DE ADOBES

El espesor será, generalmente, superior a la longitud de soga y se evitará la concentración de esfuerzos sobre los adobes, para lo cual los dinteles, forjados, cer-

chas, etc., no deberán apoyar directamente sobre la fábrica de adobe, sino sobre verdugadas de fábrica de ladrillo o mampostería de lajas, hormigón, etc.

Las esquinas, arranques, etc., se reforzarán con machones de fábrica de piedra o ladrillo, debidamente trabados con la fábrica de adobe mediante las oportunas adarajas y endejas.

## II.1.1.2.2.5. MUROS DE TAPIAL

El espesor mínimo de los distintos tipos serán los siguientes:

- Tapiales de tierra consolidada ... ... ... ... ... ... ... ... ≥ 50 cm.

La construcción de un tapial debe preverse sobre un zócalo de fábrica de mampostería, hormigón o ladrillo, de espesor análogo al del tapial y de altura mínima de 25 cm.

En los tapiales de tierra consolidada, y con objeto de conseguir en obra la máxima compacidad de las tierras, es aconsejable determinar la humedad óptima que corresponde al procedimiento de apisonado que haya de emplearse, mediante el ensavo de Proctor ejecutado de acuerdo con las técnicas de la Mecánica del Suelo.

La resistencia a compresión que, en cada caso, ofrezca el tapial, podrá determinarse por el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.4.1.

Las jambas de los huecos y arranques del tapial se reforzarán con mampostería o fábrica de ladrillo recibida con mortero bastardo. En el caso de tapiales de tierra estabilizada, no se precisarán estos refuerzos si se prevé un grado de compactación suficiente.

Los planos de apoyo de dinteles o forjados estarán definidos por verdugadas de piedra o ladrillo.

#### II.1.1.2.2.6. FÁBRICAS MIXTAS

Con el fin de evitar diferencias de asiento en la obra de fábrica, con la consiguiente aparición de fisuras, se recomienda asegurar la homogeneidad del muro, en cada una de las secciones horizontales de este tipo de obras de fábrica, mediante el empleo en cada hilada de materiales de características mecánicas análogas.

Por otra parte, los distintos elementos de obra de fábrica no deberán solidarizarse de una manera rígida con otros elementos de obra contiguos, constituidos por materiales de características mecánicas diferentes, debiendo preverse una junta elástica capaz de absorber los movimientos relativos originados por las diferencias de asiento, salvo en el caso de que el elemento de obra del material más resistente sirva de refuerzo al otro, como sucede con las esquinas de cantería cuando sirven de refuerzo a fábricas de ladrillo, etc.

En particular, las fábricas de bloques de hormigón ligero y hormigón celular no deberán solidarizarse tampoco, de una manera rígida, con las fábricas constituidas por otros bloques de características mecánicas diferentes.

Cuando los muros de fábrica acompañan a los pilares de una estructura entramada o rellenan los entrepaños de sus retículas, a la vez que coartan la deformabilidad de la estructura absorben parte de las cargas, por lo que puede contarse con la colaboración de la fábrica en la absorción de esfuerzos de la estructura aligerando a ésta.

Para calcular los esfuerzos verticales que son capaces de absorber estos muros, basta tener en cuenta que las tensiones de trabajo de los distintos materiales que componen una estructura mixta (acero, hormigón y fábrica de ladrillo) deben guardar entre sí la misma relación que sus módulos de elasticidad, siempre que el valor de las tensiones de cálculo de dichos materiales no se acerquen al valor de sus tensiones de rotura.

Respecto a las acciones horizontales contenidas en el plano del muro, podrá tenerse en cuenta la colaboración que ofrece la fábrica para absorber los esfuerzos correspondientes dentro de las limitaciones que impone la resistencia a tracción de la misma.

La tensión principal de trabajo a tracción  $\sigma_T$  puede expresarse, en función de las tensiones tangenciales  $\tau$  y de los esfuerzos normales  $\sigma$  a que está sometida la fábrica en una sección horizontal, por la expresión:

$$\sigma_T = -\frac{1}{2} \left( \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} - \sigma \right) \tag{1}$$

Por lo tanto, el valor con el que contribuye la fábrica a absorber los esfuerzos horizontales vendrá dado por la expresión:

$$H = \tau \cdot S$$
;

en la cual:

τ = tensión tangencial unitaria que puede deducirse de la fórmula [1] admitiendo, según el Apartado II.1.1.2.1.1.4, que la tensión máxima de trabajo a tracción de la fábrica es:

$$\sigma_T = -0.1 \, \sigma_h^{\prime \pm}$$
;

S = superficie de la sección horizontal del elemento de obra de fábrica que ha de absorber el esfuerzo.

## II.1.1.3. ARCOS, BOVEDAS Y CUPULAS DE OBRA DE FABRICA

Organización constructiva.

La organización constructiva de estas unidades de obra de fábrica debe preverse, en función del tipo de carga, de tal modo que sus distintas dovelas absorban, fundamentalmente, esfuerzos de compresión. Para ello, es recomendable que la directriz se acomode lo más posible a la línea de presiones correspondiente a la ley de cargas y que las superficies de hiladas sean normales a los esfuerzos a que hayan de estar sometidas las dovelas, con objeto de evitar toda tendencia al deslizamiento de una hilada sobre otra.

Cuando los arcos desempeñen una función resistente importante, deberá recurrirse a soluciones aparejadas, e incluso, en algunos casos, al empleo de ladrillos o piezas aplantilladas para disminuir y uniformizar los gruesos de las juntas.

Los arcos de roscas de fábrica de ladrillo se emplearán, preferentemente, cuando las cargas sean moderadas, disponiendo las llaves necesarias para dar trabazón a toda la fábrica. El número de dovelas de cada rosca deberá ser el mismo, con objeto de que sus posibles deformaciones sean análogas.

Si el cierre superior de un hueco se resuelve mediante arcos de obra de fábrica, se tendrán en cuenta las reglas que se especifican, a continuación, en función de la forma que adopte su directriz:

En arcos adintelados de huecos, con forma de intradós recto, será conveniente el empleo de salmeres de doble altura de hilada capaces de absorber

los fuertes empujes como consecuencia de la forma rebajada de su directriz. Podrá emplearse cualquiera de las soluciones constructivas: «arco adintelado normal», «arco adintelado triangular», «arco adintelado a montacaballo», o cualquier otro de constitución idónea.

Cuando el arco adintelado apoye sobre un machón de extremo de muro o esquina, éste tendrá las dimensiones suficientes para resistir el empuje procedente del arco y ofrecer la debida estabilidad del conjunto. La longitud de dicho machón será como mínimo de 1 m.

- En arcos de medio punto, el despiece se preverá mediante planos de junta radiales. El trasdós es conveniente escalonarlo con objeto de favorecer la traba con el muro.
- En arcos escarzanos, las soluciones constructivas serán análogas a las de los arcos adintelados.
- Los arcos apuntados se emplearán, preferentemente, para absorber cargas aisladas aplicadas en la clave. Sus planos de junta se ordenarán normales al intradós, y el trasdós es conveniente que sea escalonado.
- El aparejo del arco puede disponerse sin clave, con la junta central, o bien siguiendo la solución tradicional de emplear claves de gran dimensión y peso.

#### - Tensiones.

La tensión de trabajo correspondiente a las acciones mayoradas en cualquier sección del arco no deberá sobrepasar la resistencia a compresión de cálculo, obtenida a partir de la resistencia característica de los materiales que lo constituyen.

## - Empujes.

Los empujes producidos por los arcos podrán absorberse con estribos o tirantes. En este último caso, es recomendable prever en los tirantes los correspondientes tensores, con objeto de que pueda hacerse trabajar al arco antes de descimbrar.

## Bóvedas o cúpulas estrelladas.

En bóvedas o cúpulas estrelladas, los arcos deben quedar aparejados en su encuentro, con objeto de que todos apoyen sus arranques en los muros o zunchos que cierran la bóveda. Los arcos de refuerzo deben ofrecer gran rigidez para evitar que sus posibles deformaciones puedan agrietar la plementería.

## II.1.1.4. FABRICAS ARMADAS

En cualquier elemento constructivo, muro, arco, o bóveda, podrá recurrirse a la solución de reforzar la fábrica mediante la colocación de armaduras metálicas embebidas en el mortero de sus juntas o pasantes a través de sus perforaciones.

Para las fábricas armadas podrán emplearse los mismos tipos de armaduras utilizadas en estructuras de hormigón armado, pudiéndose admitir criterios análogos para su cálculo y disposiciones constructivas.

Salvo casos especiales, el mortero estará compuesto con un cemento P-250 ó P-350, de acuerdo con la resistencia prevista, y con dosificaciones no menores de 1:4. La resistencia del mortero no será inferior a 120 kp/cm², debiendo tenerse en cuenta los problemas que puedan derivarse de la retracción.

La resistencia a compresión de cálculo de las fábricas de ladrillos armadas será, en general, la misma que figura en las tablas II.1.1.2.2.1, tomando para las armaduras sometidas a compresión un factor de equivalencia  $m_1$  para obtener el área de fábrica de ladrillo equivalente a la sección transversal de la armadura.

En el cálculo de la armadura a tracción deberá tenerse en cuenta la adherencia entre dicha armadura y el mortero; y cuando exista la posibilidad de que aparezcan esfuerzos cortantes en la fábrica, deberá comprobarse, igualmente, su resistencia. En la tabla II.1.1.4 se recogen las resistencias de cálculo a esfuerzo cortante, así como las tensiones admisibles de adherencia para el caso de acero ordinario y corrugado, y el coeficiente de equivalencia  $m_1$  para las armaduras en compresión:

## TENSIONES ADMISIBLES A ESFUERZO CORTANTE Y ADHERENCIA

Factor de equivalencia m,

TIPO DE LADRILLO	MA	CIZO	PERF	ORADO	HUECO		
TIPO DE MORTERO	M-160	M-120 b	M-160	M-120 b (*)	M-160	M-120 b	
Tensión admisible a esfuerzo cor- tante sin armaduras transver- sales (kp/cm²)	2	1	. 2	1	2	1	
Tensión admisible a esfuerzo cor- tante con armaduras transver- sales (kp/cm²)	7	5	5	3	5	3	
Tensión de adherencia:  — acero ordinario (kp/cm²)  — acero corrugado (kp/cm²)	6 10	3 5	6 10	3 5	6 10	3 5	
m <sub>1</sub>	30	60	30	60	30	60	

(\*) M-120 b: mortero de cemento y cal: 1: 1/2 de 120 kp/cm2 de resistencia.

Para los distintos tipos de fábricas se establecen las siguientes prescripciones:

a) Fábricas armadas entre hiladas.

Podrán adoptar disposiciones constructivas diferentes según la función resistente asignada a las armaduras:

- Si la armadura tiene por objeto el reforzar la capacidad resistente a compresión de un pilar o muro, a base de impedir la deformación transversal del mortero, se colocarán mallas metálicas entre hiladas.
  - Estas mallas metálicas o mallazos deben estar formadas por alambres de acero, de diámetro mínimo 1,2 mm, separados entre sí una distancia no superior a 12 mm y con uniones electrosoldadas. Esta malla debe preverse, como mínimo, entre cada dos planos de junta y cubierta totalmente por el mortero. En estos casos, la resistencia de cálculo puede considerarse igual a la que figura en las tablas II.1.1.2.2.1, incrementada en un 25 %.
- Si la armadura prevista entre hiladas tiene por objeto el absorber las tracciones que se producen en un muro sometido a flexiones normales a su plano, por acciones horizontales de viento u otras causas, convendrá colocar pares de redondos a una distancia de ambos paramentos igual al recubrimiento mínimo (Apartado IV.7) y enlazados entre sí mediante estribos soldados en su plano, con separación no mayor que el espesor del muro.
- Si la armadura tiene por objeto el absorber las tracciones que se producen en un muro sometido a flexiones en su plano, por su forma de trabajo en dintel sobre un hueco, dichas armaduras se colocarán sobre la primera

hilada del trasdós del dintel. En el caso de exigir la colocación de distintas barras, pueden éstas ordenarse en hiladas inmediatas, adoptando posiciones simétricas.

## b) Fábricas armadas entre hojas.

Podrán adoptar las dos soluciones constructivas siguientes:

- Hormigonar el espacio comprendido entre las dos hojas de un muro, de forma que éstas desempeñen la función de encofrado perdido y el conjunto trabaje como una viga de gran canto y reducido espesor.
- Hormigonar el espacio comprendido entre las hojas de un arco o bóveda tabicada de ladrillo, obteniéndose una estructura laminar en la que el tablero sencillo de la bóveda tabicada constituye el encofrado perdido de la misma: las armaduras se colocarán entre sucesivos doblados de la fábrica tabicada, obteniéndose una estructura laminar. En estos casos se recomienda el empleo de mallazos o armaduras colocadas en los dos sentidos y atadas entre sí.

## c) Fábricas de roscas de ladrillo armadas.

Estarán constituidas por fábricas de ladrillo, hueco o perforado, con armaduras longitudinales que cosan unas piezas con otras a través de sus oquedades. Este sistema podrá emplearse para armar piezas verticales sometidas a compresión o piezas horizontales que hayan de absorber flexiones; en ambos casos, estas armaduras longitudinales deberán atarse con armaduras transversales de 6 mm de diámetro como mínimo, colocadas en los planos de junta y cuya separación no debe ser mayor de cinco hiladas ni de veinte veces el diámetro de las armaduras longitudinales.

## d) Fábricas tabicadas armadas entre juntas.

Podrán emplearse en edificación, a modo de láminas aligeradas armadas, disponiendo las armaduras entre las juntas de los ladrillos antes de verter el mortero que las rellena. Este tipo constructivo exige el empleo de encofrado y ladrillo macizo.

## II.1.2. MUROS DE CERRAMIENTO DE OBRAS DE FABRICA

Para los muros de cerramiento regirán, en general, las prescripciones recogidas en los Apartados II.2, II.3 y II.4.

Si el muro de cerramiento tiene también función resistente, regirán, además, las mismas reglas de seguridad establecidas para los muros resistentes (Apartado II.1.1.2).

Cuando el muro de cerramiento no tenga función resistente, la constitución que la obra de fábrica debe poseer para satisfacer otras exigencias de habitabilidad (aislamiento térmico, acústico; impermeabilidad; etc.), le confiere una resistencia de conjunto tal, frente a los choques normales, que no es necesario enunciar reglas de seguridad frente a dichos choques. Los riesgos relativos a accidentes, tales como explosión, choque de un vehículo, etc., que son función del destino y situación del edificio, no se toman en consideración en las presentes reglas; debiéndose tener en cuenta, en cada caso, la reglamentación nacional vigente.

Sin embargo, en el caso de muros de gran longitud, para evitar la formación de grietas debidas a la retracción de la propia fábrica deberán preverse juntas de re-

tracción concebidas de tal forma que permitan el movimiento relativo entre las distintas partes del muro y, al mismo tiempo, sean suficientemente estancas para impedir la infiltración de la humedad exterior. En el caso de muros de cerramiento ejecutados con bloques de hormigón ligero o celular, se recomienda que la longitud máxima del muro sin juntas de retracción no pase de 6 a 8 m.

También deberán preverse juntas de discontinuidad en las uniones de los muros con la estructura o con el resto de la obra gruesa para que los movimientos propios de los elementos resistentes, debidos a diferencias de asiento, dilataciones térmicas, retracción del hormigón, etc., puedan absorberse sin dar lugar a la aparición de fisuras. Igualmente deberán disponerse juntas en la fábrica en todas aquellas partes en que existan juntas de dilatación de la propia estructura.

## II.1.3. TABIQUES DE DISTRIBUCION

## II.1.3.1. RESISTENCIA DE LOS TABIQUES

La resistencia a compresión de los tabiques de distribución no será tenida en cuenta en el cálculo, ya que no cumplen, por regla general, con la condición de tener espesores superiores a 9 cm, tal como se exige en el Apartado II.1.1.2.2.1, para muros resistentes y, además, tienen muy frecuentemente un cierto carácter de provisionalidad al permitir su cambio o demolición a lo largo de la vida de una obra.

Por ello, la resistencia exigible a los tabiques se limita a la que les imponga su funcionalidad y puede concretarse, principalmente, en los dos aspectos siguientes:

- Resistencia transversal al choque.
- Adaptación a las condiciones de deformabilidad de los elementos constructivos a los que se une o en los que se apoya.

Se considerará que un tabique de distribución presenta un buen comportamiento frente a los esfuerzos a que normalmente ha de estar sometido como consecuencia de su función, cuando resista, sin deterioro apreciable, un choque de un cuerpo pesado blando (saco de arena) que origine una energía de impacto de 12 kp  $\cdot$  m (120 julios) y no se resquebraje ni se rompa bajo una energía de impacto de 24 kp  $\cdot$  m (240 julios).

Igualmente, bajo la acción de un choque de un cuerpo duro (bola de acero), deberá comportarse de tal manera que, con una energía de impacto de  $0,25~\rm kp\cdot m$  (2,5 julios), no se produzcan más que desperfectos superficiales, sin quebrar ni fisurar el tabique.

Un tabique de distribución presentará una adaptación adecuada a las condiciones de deformabilidad de los elementos constructivos a los que se une o en los que se apoya, cuando, ya sea por los materiales de que esté constituido o por el sistema de ejecución que se adopte, resista, sin acusar fisuraciones o desperfectos, cualquier movimiento que pueda producirse en aquellos elementos dentro de la deformabilidad máxima admitida para ellos.

A este fin deberá tenerse en cuenta que los soportes sobre los que normalmente descansan los tabiques, tales como forjados, losas, vigas, etc., pueden tomar deformaciones o flechas admisibles desde el punto de vista de la resistencia y estabilidad de dichos elementos, pero incompatibles con el buen comportamiento de los tabiques.

Por consiguiente, deberán tomarse algunas precauciones relacionadas con la deformación de los forjados (ver Apartado II.1.3.1.1), con objeto de impedir que una deformación excesiva de dichos soportes pueda provocar la fisuración de los tabiques.

## II.1.3.1.1. DEFORMACION DE LOS FORJADOS

## II.1.3.1.1.1. CÁLCULO DE LA FLECHA

En el cálculo de la flecha de los forjados debe distinguirse:

- La flecha inicial f<sub>i</sub>, que aparece inmediatamente después de la aplicación del conjunto de las cargas (flecha instantánea);
- la flecha total f<sub>t</sub>, suma de la flecha instantánea bajo el conjunto de las cargas y de las deformaciones lentas correspondientes al efecto de cargas permanentes o de larga duración.

El cálculo de la flecha instantánea se llevará a cabo de acuerdo con las teorías clásicas de la Elasticidad y de la Resistencia de Materiales. Puede obtenerse también, a partir de la deformación angular que experimentan en agotamiento, las dos caras de una rebanada de longitud dx del elemento resistente.

Dicha deformación angular viene dada por la expresión:

$$(d\theta)_{\max} = \frac{\mid \varepsilon_a \mid + \mid \varepsilon'_b \mid}{h} \cdot dx$$
,

en la que:

 $|\varepsilon_a|$  y  $|\varepsilon'_b|$  son los valores absolutos de las deformaciones unitarias del acero y del hormigón en una sección del elemento resistente trabajando en agotamiento.

h es la altura útil de la sección.

Para una sección cualquiera sometida a otro esfuerzo inferior puede admitirse que la deformación angular correspondiente, es igual al producto de la anterior por la relación entre el esfuerzo existente en la sección considerada y el esfuerzo de agotamiento:

$$d\theta = (d\theta)_{max} \frac{\text{esfuerzo en cada sección}}{\text{esfuerzo de agotamiento}}$$

La ley de la deformada puede obtenerse por doble integración, deduciéndose de ella la flecha.

Para la determinación de la deformación unitaria  $|\varepsilon'_b|$  del hormigón en la sección del máximo esfuerzo, debe tomarse como valor del módulo de deformación longitudinal del hormigón el valor:

$$E'_{b} = 21.000 \sqrt{\sigma'_{bk}}$$
;

con E', y o', en kp/cm2.

76

Las deformaciones lentas, correspondientes a las cargas de larga duración, alcanzan un valor adicional que puede determinarse, salvo cálculo más aproximado, multiplicando el valor obtenido por el mismo procedimiento anterior para las cargas permanentes, por el factor k=2.

La deformación total resulta, de esta forma, igual al triple de la instantánea debida a las cargas de larga duración, más la correspondiente a las de corta duración.

## II.1.3.1.1.2. Limitación de flecha de los forjados

Los forjados empleados en edificación y cualquier elemento resistente sometido a flexión que haya de soportar tabiques u otros elementos de obra de fábrica deberán poseer la rigidez suficiente para que las deformaciones producidas bajo carga se ajusten a las limitaciones que, para cada caso, se indican a continuación:

- a) Bajo la concarga y sobrecarga de los tabiques, la flecha máxima f, en centímetros, se ajustará a los valores que se dan a continuación, en función del tipo de mortero empleado en la tabiquería:
  - tabiquería ejecutada con mortero de yeso . ... ... ...  $f \leqslant \frac{1}{500}$ ;

— tabiquería ejecutada con mortero de cemento ... ...  $f \leqslant \frac{1}{1.000}$  .

1, la luz del forjado, en centímetros.

Siendo:

- b) Bajo la concarga, sobrecarga de tabiquería y sobrecargas de uso, se tomará como flecha máxima, en centímetros, el valor que figura a continuación, en función de la luz l del forjado, expresada en centímetros:
  - para luces, menores de 465 cm ... ... ... ... ...  $f_{\text{max}} = \frac{l}{300}$ ;
  - para luces iguales o mayores de 465 cm ... ... ...  $f_{\text{max}} = 0.15 \text{ } \sqrt[3]{1}$ .
- c) Cuando el forjado no haya de soportar tabiquería, bastará con tener en cuenta las limitaciones del caso b).

## II.1.3.1.1.3. Limitación de la reducción del espesor de los forjados

La flecha de los forjados es inversamente proporcional a su rigidez o al módulo de flecha (producto del módulo de deformación E por el momento de inercia I de la sección).

En la expresión del momento de inercia, la altura de la sección interviene a la tercera potencia.

Existe, por lo tanto, un riesgo, desde el punto de vista de las deformaciones, al reducir excesivamente el espesor de los forjados.

En general, no será necesaria la comprobación de la flecha en aquellos elementos cuyo canto útil h cumpla la condición:

$$h \geqslant \frac{10 \, \sigma'_{bk} + \sigma_{ak}}{60.000} \cdot \frac{G}{G+O} \cdot l_i$$
, con  $\frac{G}{G+O} \lessdot \frac{1}{2}$ ;

siendo:

 $\sigma'_{bk}$  = resistencia característica, en kp/cm², del hormigón en compresión.

 $\sigma_{ak}$  = resistencia característica, en kp/cm², del acero en tracción.

 $G={
m carga}$  permanente repartida que actúa sobre el elemento.

Q = sobrecarga repartida (Q + G = carga máxima total).

 $l_i$  = longitud ideal de la pieza, expresada en las mismas dimensiones que h, cuyo valor en función de la longitud real l es el siguiente:

 $l_i = 21$  si el forjado está en voladizo;

 $l_i = l$  en forjados simplemente apoyados;

 $l_i = 0.85 l$  en forjados semiempotrados en un extremo y apoyados en el otro;

 $l_i = 0.7 l$  en forjados empotrados en un extremo y apoyados en el otro; o semiempotrados en ambos extremos;

 $l_i = 0.5 l$  en forjados empotrados en ambos extremos.

En los forjados de cerámica armada, de losa aligerada de hormigón armado o de viguetas semirresistentes, puede prescindirse de la comprobación de flecha si la relación h/l entre el canto h del forjado y su luz l no es mayor que:

$$\frac{l}{25}$$
 en tramos aislados.

 $\frac{l}{30}$  en tramos continuos extremos.

 $\frac{l}{35}$  en tramos continuos internos.

## II.1.4. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

Las fisuras provocadas en los muros de obra de fábrica tienen, en general, una forma característica de manifestarse y distinta según las causas que las hayan producido.

Con el fin de prever y evitar las fisuras, se recogen a continuación las formas más frecuentes en que se pueden manifestar por una defectuosa concepción, elección de materiales o ejecución, y las medidas de prevención que deben tomarse en distintos casos.

#### II.1.4.1. MUROS RESISTENTES, FORMA DE MANIFESTACION DE LAS FISURAS

#### II.1.4.1.1. MUROS SOMETIDOS A CARGA CENTRADA Y UNIFORME

En este caso las fisuras suelen manifestarse por las siguientes causas:

## 1) Por fallo local (fig. II.1.4.1.1 a).

Es una forma de rotura clásica de muros ejecutados defectuosamente o en los que se han empleado piezas de calidades no uniformes. La rotura se inicia por el fallo de la pieza más débil, y el muro tiende a girar sobre esta pieza y en su propio plano.

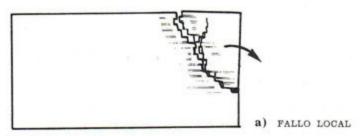


Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

Ante esta forma de rotura es preciso tener en cuenta:

- las prescripciones de ejecución;
- la influencia de la dispersión de resultados en los ensayos mecánicos de las piezas, aceptando el criterio de «resistencia característica» en lugar del inexpresivo valor de «resistencia media»;
- la influencia de las posibles deficiencias de ejecución y de la dispersión de resistencias en la fijación de los coeficientes de seguridad.

## 2) Por aplastamiento de las piezas (fig. II.1.4.1.1 b).

Es una forma de rotura típica de muros construidos con piezas de baja resistencia a compresión o con piezas que comprendan huecos horizontales en las que su resistencia a tracción longitudinal es, en general, suficiente para absorber las tracciones producidas por las deformaciones del mortero.



b) APLASTAMIENTO DE LAS PIEZAS

Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

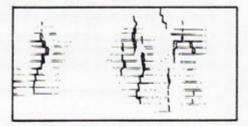
Es el tipo de muro en el que se aproxima más la resistencia a compresión de las piezas a los valores de la resistencia a compresión de la fábrica.

Es preciso prestar atención a:

- La calidad resistente de las piezas.
- El peligro que representa la posible actuación de cargas concentradas.

## 3) Por aplastamiento del mortero (fig. II.1.4.1.1 c).

Es un efecto que se traduce en la aparición de tensiones de tracción longitudinales que originan la rotura transversal del muro por fallo de sus piezas a tracción. La rotura se acusa por la aparición de fiuras verticales, que aumentan en número y amplitud con el progreso de la carga.



c) APLASTAMIENTO DEL MORTERO

Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

Es un tipo de rotura clásico de muros construidos:

- Con morteros pobres.
- Con piezas poco resistentes a tracción longitudinal, como son las piezas con perforaciones verticales.
- Con piezas de poco grueso.
- Con juntas de gran espesor.

Por todo ello debe prestarse especial atención a:

- La calidad del mortero.
- El espesor de la junta.
- El grueso de la pieza.
- El tipo de pieza.

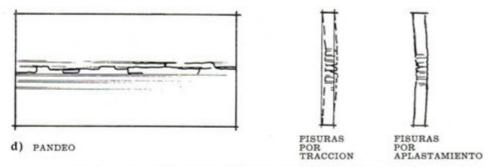


Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

## 4) Por pandeo (fig. II.1.4.1.1 d).

O flexión lateral producida en muros esbeltos. Este caso se presenta con bastante frecuencia como consecuencia de la reducción de los espesores de los muros con objeto de conseguir economía y rapidez en la ejecución. La flexión originada causa la rotura del muro, que puede producirse:

- Por aplastamiento de las piezas en la zona más comprimida.
- Por separación entre las piezas y mortero en la zona de tracción por falta de adherencia.

Es preciso, por consiguiente, prestar atención a los puntos siguientes:

- Influencia de la esbeltez en la carga de rotura, teniendo en cuenta la excentricidad de carga originada por el pandeo, aunque la carga actúe centrada en la base y cabeza del muro (Apartado II.1.2.1.1.6.2).
- Adherencia entre el mortero y las piezas y su influencia en la determinación del espesor mínimo del muro.

## 5) Por retracción (fig. II.1.4.1.1 e).

Es forma de rotura típica de muros construidos con morteros muy ricos, de gran espesor de juntas y baja resistencia a tracción de las piezas.

Como consecuencia de la retracción de los morteros, se produce la fisuración de las piezas, aun antes de su puesta en carga. Esto ocurre, frecuentemente, en el caso de empleo de ladrillos poco cocidos, o piezas perforadas verticalmente.

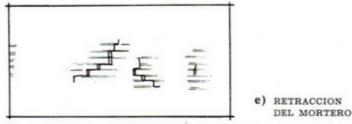


Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

Para evitar este tipo de fisuraciones que, por regla general, no producen el fallo total del muro, hay que prestar la debida atención:

- A la dosificación de los morteros y tipo de conglomerante a emplear.
- Al espesor de juntas.
- A la resistencia a tracción de las piezas.
- Al curado efectivo de la unidad de obra.

También puede producirse el fallo por retracción de la propia pieza en el caso de que éstas sean conglomeradas y acusen una defectuosa dosificación, falta de idoneidad del tipo de conglomerante empleado o falta de curado.

## 6) Por alabeo (fig. II.1.4.1.1 f).

Forma de rotura que se produce en muros de gran longitud y gran esbeltez, a causa de que las deformaciones transversales producidas toman a lo largo del muro distinto sentido. El efecto de estos esfuerzos es análogo al de una torsión.

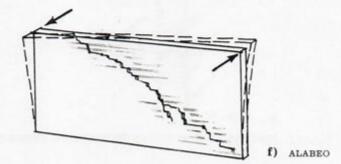


Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

La rotura es instantánea, brusca y con fisuración inclinada. Esto obliga a:

- Fijar una longitud máxima en función de la esbeltez.
- Considerar en cada caso la necesidad de refuerzos transversales, sus efectos y sus separaciones máximas.
- Emplear morteros bastardos o de cal.

## II.1.4.1.2. MUROS SOMETIDOS A CARGAS NO CENTRADAS, PERO UNIFORMES

Aparte de las causas de fisuración enumeradas en el caso anterior, pueden originarse fisuras:

## Por flexión (fig. II.1.4.1.1 g).

Este tipo de solicitación por carga uniforme y excéntrica es típica de muros de carga con forjados empotrados de tramos no equilibrados y muros superiores no centrados con los inferiores.

Sus formas de rotura son análogas a las indicadas en el caso anterior por pandeo, pero en este caso el problema se agrava como consecuencia de la excentricidad de la carga.

Como la actuación de la carga centrada no puede garantizarse, ni aun en ensayos de laboratorio, es necesario:

- Prestar atención al dimensionamiento de la sección, fijando espesores mínimos; o, lo que es lo mismo, tener en cuenta la excentricidad máxima y, por lo tanto, el momento máximo que es capaz de soportar el muro bajo una carga dada.
- Tener en cuenta la acción de los forjados y la posible excentricidad de muros superiores.

Es frecuente la aparición de fisuras horizontales en los muros piñones y sobre todo en sus petos de terraza, pero pueden no ser peligrosas si su am-

plitud queda limitada de forma que la zona comprimida es suficiente para transmitir las cargas y no existe el riesgo de fallo de estabilidad.

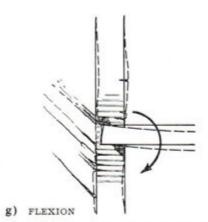


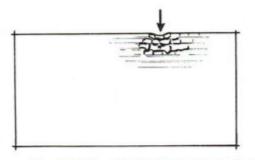
Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

## II.1.4.1.3. MUROS SOMETIDOS A CARGAS NO UNIFORMES

Sus formas de rotura son análogas a las ya mencionadas, pero agravadas a causa de la distribución no uniforme de tensiones. Pueden producirse, también, otras formas típicas de rotura, como son:

## 1) Por aplastamiento local (fig. II.1.4.1.1 h).

Independientemente de las causas que se indicaron en el párrafo 1) del Apartado II.1.4.1.1, puede producirse, en este caso, esta forma de rotura cuando el valor de las tensiones originadas bajo un apoyo aislado sobrepasa las tensiones de rotura de las piezas que directamente las soportan.



h) APLASTAMIENTO LOCAL

Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

Es forma de rotura frecuente en apoyos de dinteles, jácenas, etc., sobre fábricas ejecutadas con piezas de baja resistencia a compresión, piezas huecas, bloques ligeros, etc.

Puede evitarse el problema:

- Dando una superficie de apoyo suficiente a las cargas aisladas.
- Reforzando la capacidad resistente en dicha zona, ya sea aumentando la sección o empleando materiales más resistentes.

## 2) Por tracciones locales (fig. II.1.4.1.1 i).

Es forma de rotura que puede producirse bajo la actuación de cargas aisladas sobre entrepaños y pilares ejecutados con piezas de suficiente resistencia a compresión, pero incapaces de soportar las tracciones transversales que se

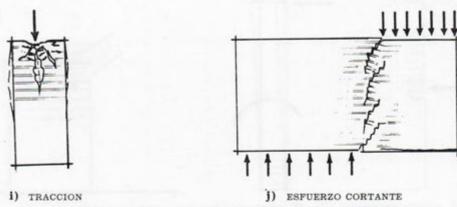


Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

producen como consecuencia de la distribución de tensiones sobre una superficie mayor de muro y que quedan de manifiesto con la inclinación de las isostáticas.

Para evitar este efecto deben tomarse algunas medidas, como las siguientes:

- Emplear zunchos o zapatas de reparto de cargas.
- Disponer la colocación de una armadura de tracción bajo las cargas aisladas.

## 3) Por esfuerzo cortante (fig. II.1.4.1.1 j).

Esta forma de rotura se produce por el efecto de cortadura originado por la actuación de una fuerza aislada o en el plano de separación entre zonas sometidas a tensiones o deformaciones muy variadas. Es también frecuente esta forma de rotura cuando se producen cedimientos de apoyos. Es preciso, por lo tanto:

- Procurar un reparto lo más uniforme posible de las solicitaciones aisladas.
- Independizar mediante una junta aquellas zonas de obra de fábrica que hayan de trabajar de distinta manera o estén sometidas a tensiones o deformaciones muy distintas.
- Garantizar la rigidez de la cimentación o la uniformidad de asiento, de manera que se eviten los asientos diferenciales.
- Prever posibles pasos de agua, que pueden ser, también, causa de asientos de cimentación.

## II.1.4.1.4. MUROS SOMETIDOS A ACCIONES HORIZONTALES

En este caso las formas de rotura más frecuentes son las siguientes:

## 1) Por punzonamiento (fig. II.1.4.1.1 k).

O efecto de choque que debe ser absorbido por los muros de obra de fábrica, dentro de las actuaciones que pueden considerarse normales. Esto obliga en definitiva a fijar:

- Durante la determinación de las dimensiones, un espesor mínimo del muro.
- En la elección de materiales, un espesor mínimo de paredes exteriores de las piezas huecas o perforadas.

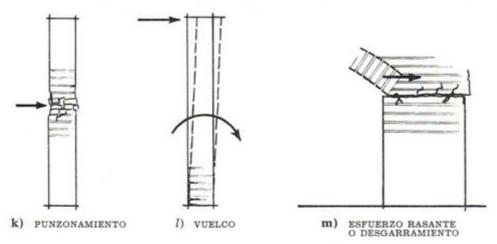


Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

## 2) Por vuelco (fig. II.1.4.1.11).

Esta forma de rotura se produce cuando el muro no está debidamente anclado en su base o en su coronación. Es bastante frecuente que se origine durante la construcción del muro por la acción del viento, ya que en sus primeros momentos no está cargado con su peso definitivo que hace de estabilizador, no existe el arriostramiento proporcionado por otros elementos constructivos y no existe, tampoco, aún la debida adherencia entre mortero y ladrillo. Es frecuente también en muros de contención.

En general, se llega a esta forma de rotura cuando las acciones horizontales (viento, sismos, empujes, etc.) no son debidamente absorbidas por el espesor del muro, por muros transversales, por la rigidez de los forjados o por otras disposiciones constructivas.

Pueden tomarse medidas de prevención mediante:

- Apeos provisionales durante el proceso de ejecución.
- La colaboración de los forjados.
- La existencia de muros transversales a distancias adecuadas u otras disposiciones constructivas.

## 3) Por desgarramiento (fig. II.1.4.1.1 m).

Es un efecto que se produce a lo largo de los planos de junta en muros sometidos a cargas verticales reducidas y tensiones horizontales fuertes en la dirección longitudinal del muro.

Se presenta, frecuentemente, esta forma de rotura en los arranques de arcos en extremos de un muro.

Su prevención exige:

- Buena adherencia entre las piezas y el mortero.
- Acciones verticales estabilizadoras.
- Armaduras capaces de absorber las tensiones horizontales de tracción.

#### II.1.4.1.5. MUROS CON ABERTURAS

La existencia de aberturas de puertas y ventanas en un muro, exige el estudio de los problemas propios de cada abertura y de sus efectos en el conjunto.

Sus fisuraciones típicas más frecuentes son las siguientes:

## 1) Por flexión del dintel (fig. II.1.4.1.1 n).

Si el dintel es excesivamente deformable, termina por descargarse, con la consiguiente aparición de fisuras en la fábrica, que delimitan un arco de descarga.

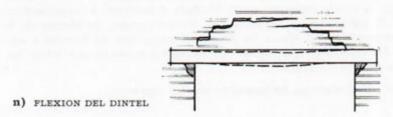


Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

El problema se resuelve:

- Construyendo dinteles con la rigidez suficiente.
- Aparejando sobre el dintel el correspondiente arco de descarga.

## Por flexión del antepecho.

Las flexiones en el plano del muro cuando existen aberturas no se limitan a las que puedan originarse como consecuencia de las solicitaciones sobre los dinteles, sino que también se producen en los antepechos como consecuencia de las reacciones de la cimentación o de la deformabilidad de los elementos sobre los que apoye el muro.

Generalmente se producen dos formas de rotura:

- Por esfuerzo cortante, con fisuración lateral del antepecho, caso que suele producirse en huecos de luces moderadas (fig. II.1.4.1.1 o).
- Por tracción, con fisuración en la parte central del antepecho del tipo de las que se forman en una viga invertida y que acusa la flexión del antepecho en huecos de gran luz o poca altura (fig. II.1.4.1.1 p).

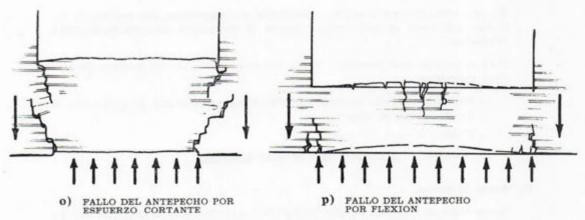


Fig. II.14.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

Su prevención exige la adopción de soluciones constructivas que eviten la producción de estas solicitaciones (mayor rigidez de cimentación o de elementos constructivos sustentantes), que las anulen permitiendo posibles movimientos (juntas entre machones y antepechos), o que las absorban (arcos, invertidos de descarga, zunchos, armaduras en la fábrica, etc.).

## II.1.4.2. MUROS DE CERRAMIENTO, FORMAS DE MANIFESTACION DE LAS FISURAS

En este tipo de muros que, en general, no desempeñan una función estructural y en los que su misión resistente queda limitada únicamente a la que se derive de su carácter de autoportantes, se presentan, frecuentemente, problemas de fisuración como consecuencia del efecto de puesta en carga que les fuerzan a aceptar las propias deformaciones que sufren los elementos estructurales sobre los que se apoyan o que les limitan.

Los casos más frecuentes de fisuración son los siguientes:

## 1) Por aplastamiento.

Ocurre este tipo de fisuración en aquellos muros de cerramiento que, colocados bajo el borde de forjados, entren en carga como consecuencia de las deformaciones producidas por éstos. En general, el fallo ocurre en las hiladas de coronación de los muros de cierre de las plantas inferiores, por acumulación de efectos de las plantas sucesivas.

Para prevenir este tipo de fisuras cabe:

- Dotar de la suficiente rigidez a los forjados o a sus zunchos de borde.
- Realizar el cerramiento empezando por las plantas superiores (de arriba abajo), procurando dejar junta elástica en todas las hiladas de coronación.
- Emplear piezas suficientemente resistentes y espesores adecuados para resistir la solicitación.

## 2) Por separación.

Se produce la separación entre hiladas al ceder más el forjado o elemento estructural sobre el que se apoya el muro de cerramiento que el que le limita por la parte superior.

En este caso aparece una fisura horizontal de separación por encima de las hiladas inferiores, la cual tiende a marcar la trayectoria del arco de descarga producido.

Para solucionar este problema, puede tomarse alguna de las medidas preventivas siguientes:

- Dar mayor rigidez al elemento estructural sobre el que se apoya, con el fin de reducir su deformación.
- Reducir el peso del muro.
- Construir el correspondiente arco de descarga.

## 3) Acuse de juntas.

No se trata en realidad de una verdadera fisuración, ya que sólo consiste en la abertura y acuse al exterior de las líneas de junta entre muros de cerramiento y otros elementos estructurales de distinta naturaleza, función y comportamiento.

Como medida preventiva puede recurrirse, o bien a reforzar las juntas mediante armaduras o, al contrario, acusarlas al exterior desde el primer momento y enmascararlas con tapajuntas, biseles, etc.

## Por asientos diferenciales o deformaciones de elementos resistentes (fig. II.1.4.1.1 q, r).

Este caso de fisuración es frecuente en entrepaños situados entre dos pilares de una estructura reticulada entre los que existe un asiento diferencial. Suele producirse, también, en cerramientos laterales sobre voladizos como consecuencia de la deformación de la ménsula.

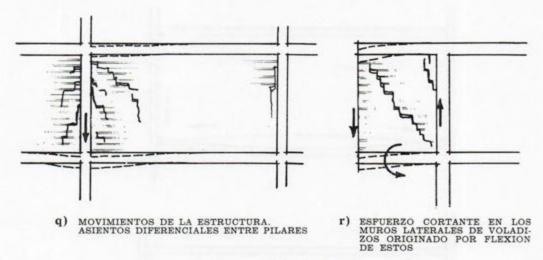


Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

En ambos casos se produce una fisura en diagonal.

Las fisuraciones producidas por asientos diferenciales sólo pueden prevenirse actuando sobre la causa productora de esos asientos. En los cerramientos laterales de cuerpos volados puede recurrirse a:

- Aumentar la rigidez del voladizo para reducir su deformabilidad.
- Hacer el cerramiento iniciándolo por las plantas superiores para reducir el efecto acumulativo sobre las plantas inferiores.
- Hacer cierre elástico de las hiladas de coronación.

## II.1.4.3. MUROS DE DISTRIBUCION, FORMAS DE MANIFESTACION DE LAS FISURAS

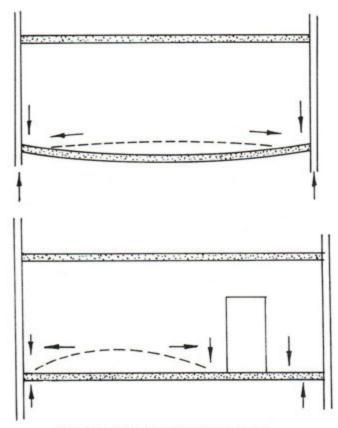
En los muros de distribución y tabiques, las fisuras son, generalmente, producidas por golpes de las hojas practicables de huecos de paso.

Pueden producirse, también, por asientos diferenciales existentes entre elementos estructurales contiguos al tabique, o son consecuencia de la deformabilidad de los foriados o elementos que les sirven de apoyo o de limitación. En este último caso,

las fisuras se manifiestan, por lo general, de distinta forma en cada uno de los tres casos siguientes:

- a) El forjado inferior se deforma más que el superior.
- b) El forjado superior se deforma más que el inferior.
- c) Los forjados se deforman de la misma manera.

En el primer caso, el tabique sigue la deformación del forjado inferior. Generalmente, se forma un arco de descarga por encima de las hiladas inferiores, y el tabique descansa sobre sus dos extremidades (fig. II.1.4.1.1 s). Si la deformación del forjado continúa, la parte del tabique que se encuentra por debajo del arco de descarga se desprende del resto y se produce así una fisura que delimita claramente el arco.



s) FORMACION DEL ARCO DE DESCARGA

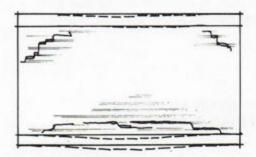
Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

El aspecto de las fisuras, en este caso, es el de la figura II.1.4.1.1 t. La fisura horizontal aparece, en general, al nivel de la primera o segunda hilada de ladrillos o bloques a partir del suelo. Sin embargo, en algunos casos (cuando la relación entre la longitud y altura del tabique es muy grande) la fisura puede manifestarse a un nivel más elevado y su abertura puede llegar a ser importante (a veces alcanza 1 cm de espesor). Las hiladas de ladrillos o bloques situadas por debajo de la fisura permanecen unidas al forjado, mientras que las hiladas superiores se mantienen suspendidas por el efecto de arco.

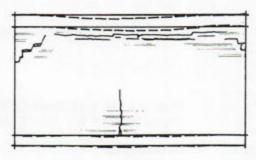
La fisura horizontal va, en general, acompañada de dos fisuras inclinadas a 45º en las dos esquinas superiores.

Este esquema de fisuración puede estar perturbado por debilitamientos locales del tabique o por huecos existentes.

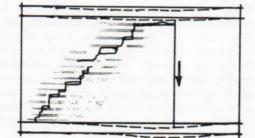
Cuando la deformación del forjado superior es más importante que la del forjado inferior, aquél descarga directamente sobre el tabique, que desempeña así una función resistente. En estos casos, si las piezas de las hiladas superiores son poco resistentes sufren un aplastamiento, el arco de descarga no puede formarse, y el tabique se comporta como una viga. Generalmente, aparece, también, una fisura vertical en la parte inferior y en el centro de la luz del tabique, acompañada o no de fisuras en las esquinas superiores (fig. II.1.4.1.1 u).



t) FISURAS EN LOS TABIQUES POR SEPARACION DEBIDA A LA DE-FORMACION DEL FORJADO (EL FORJADO INFERIOR SE DEFOR-MA MAS QUE EL SUPERIOR)



u) fisuras en los tabiques por APLASTAMIENTO DE LAS HILA-DAS SUPERIORES (EL FORJADO SUPERIOR SE DEFORMA MAS QUE EL INFERIOR)



V) FISURAS EN LOS TABIQUES POR ESFUERZO CORTANTE DEBIDO A DEFORMACION DEL FORJADO (LOS DOS FORJADOS SE DEFOR-MAN LO MISMO)

Fig. II.1.4.1.1. FISURAS EN LOS MUROS DE OBRA DE FABRICA

Cuando las deformaciones de los dos forjados son del mismo orden de magnitud, el tabique rompe a esfuerzo cortante y las fisuras se presentan inclinadas desde las esquinas inferiores, como indica la figura (fig. II.1.4.1.1 v).

Las medidas de prevención que deben tomarse pueden referirse a:

- Una limitación en la deformación de los forjados, de acuerdo con las prescripciones del Apartado II.1.3.1.1.
- La posibilidad de adaptación del tabique a las deformaciones del soporte (concepción del tabique, naturaleza de los materiales, dimensiones, ejecución, etc.).

En relación con este último caso, se recomienda tomar las siguientes precauciones:

- Evitar la construcción de tabiques cuya relación entre su longitud y altura sea superior a 2. Si no se cumple esta condición, prever juntas a la distancia necesaria para conseguirlo.
- En tabiques de grandes dimensiones (más de 7 m de longitud o 5 m de altura), prever una unión flexible entre el tabique y el soporte de apoyo, de conformidad con lo que se indica en el Apartado IV.4.5.
- Prever una junta flexible entre el tabique y el forjado superior.
- Evitar las posibles deformaciones de los forjados debidas a su puesta en carga, una vez construidos los tabiques de la planta inferior a dichos forjados, para lo cual debe preverse un cierto orden de montaje de los tabiques, según se señala en el Apartado IV.4.5 de «EJECUCION».
- Prever un intervalo de tiempo suficiente entre la ejecución del forjado y el montaje del tabique para que pueda tener lugar la mayor parte de la deformación antes de la construcción de éste.

# II.2. REGLAS DE CALIDAD QUE SE DERIVAN DE LAS EXIGENCIAS DE HABITABILIDAD Y SALUBRIDAD

## II.2.1. HUMEDADES

## II.2.1.1. HUMEDADES PROCEDENTES DEL TERRENO

Cuando se prevea que la humedad del terreno puede ascender por efecto de capilaridad a través de la obra de fábrica al resto de la obra, o a otros elementos constructivos (forjados, soleras, muros, etc.), deberá evitarse este fenómeno interponiendo una junta continua impermeable próxima al plano de arranque de la fábrica y sobre la cimentación, que aísle las zonas directamente afectadas por las humedades del resto del edificio. Asimismo, los muros de sótanos y todos aquellos que queden en contacto con el terreno deberán ser impermeables o preverse su impermeabilización mediante algún procedimiento adecuado. Si dicha impermeabilización se resuelve mediante una lámina aislante de la humedad colocada por la parte exterior del muro, deberá protegerse ésta, por ejemplo, con una hoja de obra de fábrica superpuesta a ella. La mejor solución es prever una cámara de aire con impermeabilización de la cara exterior del muro interior, recogida de filtraciones del muro exterior y ventilación de la cámara de aire.

Cuando el grado de humedad del terreno lo exija, ya sea debido a la altura del nivel freático, a su exposición a las aguas de lluvia, etc., se evitará cualquier posible infiltración de dichas humedades mediante un drenaje de las zonas contiguas a las obras de fábrica.

## II.2.1.2. HUMEDADES PROCEDENTES DEL AGUA DE LLUVIA

La construcción de cualquier muro de obra de fábrica expuesto al exterior estará concebida de tal modo que no se produzca la transmisión de humedades procedentes del agua de lluvia o de riego. Si la obra de fábrica no es impermeable por sí misma, deberá revestirse con mortero hidrófugo, lechada de cal o cualquier otro procedimiento idóneo, de tal modo que pueda garantizarse su impermeabilidad. En particular, para locales habitables no deberán emplearse, como elementos de cerramiento a cara vista, ladrillos, bloques o piedras recibidos en seco sin ningún material de agarre.

Experimentalmente ha podido comprobarse que las filtraciones de agua de lluvia se producen, bien por intersticios existentes en las piezas o debidos a una mala unión del mortero con el ladrillo o bloques adyacentes, o bien por coqueras o intersticios localizados en el propio mortero.

Dichos intersticios se deben, generalmente, a alguna de las causas siguientes:

- mala calidad del ladrillo o bloque, que presenta defectos evidentes en forma de grietas u oquedades;
- fisuras producidas en el transcurso de la vida de la obra de fábrica, por cualquiera de las causas enumeradas en el Apartado II.1.4;
- mala calidad del mortero, como consecuencia de una granulometría incorrecta o a una pobre dosificación del conglomerante, que motivan la aparición de pequeñas coqueras comunicadas entre sí por medio de conductos capilares;
- falta de adherencia entre el mortero y las piezas, por mala ejecución, es decir, por deficiente reparto del mortero en el plano de junta;
- falta de adherencia entre el mortero y las piezas, debida a un exceso de absorción de éstas en el momento de ser colocadas. (El ladrillo sobre el que se coloca el mortero absorbe tanta agua de éste, que le seca antes de que se ponga encima el ladrillo de la hilada superior. Sólo puede conseguirse buena adherencia entre ladrillo y mortero cuando el mortero está, todavía, blando y plástico);
- falta de adherencia entre el mortero y las piezas, originada al intentar corregir la alineación de éstas, una vez que el mortero ha perdido su plasticidad;
- existencia de juntas a hueso, sin ningún mortero.

Para evitar estas comunicaciones entre el paramento exterior y el interior de un muro, puede actuarse de distintas formas:

- elección de piezas (ladrillos, bloques, etc.) de calidad 1.º ó 2.º Pueden emplearse ladrillos o bloques que presenten resaltos o hendiduras que interrumpan los planos de junta y, por tanto, la continuidad capilar;
- elección de un mortero con una granulometría correcta y, preferentemente, plasticidad grasa (ver Apartado III.6.2.4). (Los morteros de plasticidad grasa poseen más capacidad de retención de agua y, por lo tanto, se conservan más tiempo blandos y plásticos, asegurando así una mejor adherencia);
- puesta en obra de los ladrillos con un grado de humedad adecuado (ver Apartado IV.4.2.1.1) para que su capacidad de absorción en el momento de ser colocado no sea capaz de hacer variar, sensiblemente, la consistencia y plasticidad del mortero;
- prevención de fisuras teniendo en cuenta las observaciones recogidas en el Apartado II.1.4;
- ejecución cuidada de juntas.

Aparte de las anteriores medidas generales de prevención, deberán tenerse en cuenta otras de carácter más particular, entre las que pueden citarse las siguientes:

- Las fábricas de bloques de hormigón celular deben estar protegidas por un enfoscado o revestimiento exterior estanco e interiormente por un enlucido grueso, a base de cal o yeso.
- Las obras de fábrica de muros exteriores no deberán recibirse con pastas de yeso, salvo que queden debidamente protegidas de la humedad.
- La parte inferior de los muros de obra de fábrica deberá quedar protegida de las aguas de lluvia, riego, etc., mediante un zócalo, de 25 cm de altura mínima, de piedra, hormigón, etc., que vierta las aguas sobre una acera ex-

terior de 60 cm de anchura mínima. Cuando el zócalo sobresalga del plano del muro se preverá, en la superficie de coronación de dicho zócalo, una ligera pendiente suficiente para que el agua resbale sin detenerse.

- Asimismo, las impostas y cornisas deberán estar previstas con su correspondiente vierteaguas y goterón.
- La coronación de muros exentos se protegerá mediante «albardillas» con la pendiente adecuada para conseguir la fácil eliminación del agua.
- Los paramentos exteriores de las obras de fábrica de cantería podrán tratarse con algún medio de protección con el fin de hacerlos más impermeables o duraderos. En particular, para proteger del agua de lluvia las juntas de las obras de sillería podrá preverse el almohadillado de los sillares, tratando que los rehundidos horizontales queden por debajo de las juntas para evitar que pueda introducirse en las mismas el agua de lluvia (fig. IV.4.2.3.3.1).

#### II.2.1.3. HUMEDADES DE CONDENSACION

Para eliminar los riesgos que se puedan producir por condensaciones superficiales, en todos aquellos locales en los que se prevean ambientes húmedos (cocinas, cuartos de baño, aseos, etc.), los paramentos interiores de los muros deberán comprender un revestimiento o pintura impermeable al agua y se deberá prever la ventilación interior de dichos locales, ya sea por comunicación directa con el exterior, o por medio de una chimenea.

Por otra parte, para evitar los riesgos de condensación debidos a heterogeneidad de temperaturas en la superficie interior, los materiales constitutivos de los muros, así como su espesor, deberán ser tales que el factor de temperatura superficial (\*) sea, en cualquier punto, inferior a 0,2.

#### 11.2.2. AISLAMIENTO TERMICO

Las obras de fábrica destinadas a cerramientos exteriores de locales habitables deberán ser tales que, incluidos los eventuales revestimientos y materiales aislantes que puedan constituir el conjunto de la unidad de obra, el coeficiente K de transmisión térmica, en kcal · m<sup>-2</sup> · °C<sup>-1</sup> ·  $h^{-1}$ , no sea superior a 1,4 para aquellas regiones cuyas isotermas sean superiores a 30° C en verano o inferiores a 5° C en invierno. Para el resto de las regiones, el coeficiente K no deberá ser superior a 1,8 (\*\*).

## II.2.3. AISLAMIENTO ACUSTICO

Las obras de fábrica destinadas a muros exteriores de cerramiento deberán estar concebidas de modo que, incluidos los eventuales revestimientos, cámaras de aire y materiales aislantes, que puedan constituir el conjunto de la unidad de obra, el nivel sonoro que pueda producirse en el interior de un local habitable no supere

- (\*) Relación entre el valor máximo de la diferencia de temperatura entre el aire interior y un punto de la superficie interior, y el valor de la diferencia de temperatura entre el aire interior y el aire exterior.
- (\*\*) Valores dados por el Ministerio de la Vivienda para las viviendas de protección oficial.

los 30 decibelios, teniendo en cuenta los valores máximos de ruidos exteriores que se especifican a continuación en función del uso de la zona (\*):

— Zc	nas sanitarias					 	 	 	 	 	 45	decibelios
$-z_0$	nas de viviendas	s y	ofi	cina	as	 	 	 	 	 	 55	20
— Zc	nas comerciales					 	 	 	 	 	 65	»
— Zc	nas industriales					 	 	 	 	 	 70	39

En zonas cuyo uso no está definido se considerará como nivel máximo de ruidos exteriores 60 decibelios.

Las obras de fábrica que constituyan elementos de separación de viviendas colectivas deberán estar concebidas de tal modo que, incluidos los eventuales revestimientos, cámaras de aire y materiales aislantes, que puedan constituir la unidad de obra, y teniendo en cuenta un nivel de producción de ruido máximo de 65 decibelios, en cualquiera de las viviendas, el nivel de ruido que pueda producirse en la contigua no sobrepase los 30 decibelios. (Ver Capítulo de «AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO»).

En el caso de que coexistan viviendas con locales destinados a otros usos que puedan producir ruidos o vibraciones, las obras de fábrica (muros o tabiques, incluidos revestimientos, cámaras, etc.) deberán poseer el aislamiento acústico necesario para que, teniendo en cuenta el nivel máximo de ruido que se puede originar por dichos usos, el ruido que pueda producirse en los locales de viviendas no exceda de 30 decibelios.

## II.2.4. HIGIENE

Las obras de fábrica no presentarán orificios o huecos que faciliten la intrusión de roedores o insectos en las cámaras que puedan comprender los muros o tabiques.

Asimismo, se deberán evitar rincones o espacios entre los muros o tabiques que resulten prácticamente inaccesibles para su limpieza.

Los materiales de que esté constituido el muro, tanto en su obra de fábrica como en su aislamiento, no favorecerán el desarrollo de gérmenes o bacterias ni la acumulación de polvo.

## II.3. REGLAS DE CALIDAD QUE SE DERIVAN DE LAS EXIGENCIAS DE DURABILIDAD

Los materiales utilizados en obras de fábrica que no sean fácilmente reemplazables (cimentaciones, muros resistentes, etc.) deberán presentar una estabilidad físico-química suficiente ante la acción de los agentes exteriores, teniendo en cuenta su función y las reacciones más o menos lentas que puedan desarrollarse entre ellos.

Los materiales que no puedan ser objeto de un entretenimiento normal, bien por su naturaleza o disposición en la obra, no serán afectados sensiblemente por los ataques de los agentes corrosivos a que puedan estar sometidos durante el período de vida del edificio en condiciones normales de uso. Para ello podrá recurrirse a un revestimiento de protección. Estos revestimientos se ajustarán a las

<sup>(\*)</sup> Estos valores son los máximos admitidos en la "Ordenanza Municipal de protección del medio ambiente contra ruidos o vibraciones", de Madrid.

prescripciones del Capítulo de «REVESTIMIENTOS» y, en particular, deberá tenerse en cuenta la acción de los posibles agentes que puedan actuar como consecuencia de la situación del edificio, como son: los humos en zonas industriales, el ambiente salino y húmedo en zonas marítimas, etc.

En cantería, podrá utilizarse, como medio de protección, alguno de los siguientes sistemas comúnmente empleados: silicatado, fluatación, baritado e impermeabilización. Para cada uno de estos sistemas se seguirán las prescripciones que se establecen en «EJECUCION» (Apartado IV.9).

También, en cantería, deberá tenerse en cuenta el peligro de heladicidad de las piedras, por lo que, en regiones frías, se tomarán las debidas precauciones, pudiéndose recurrir al pulimento de la piedra cuando ésta lo permita, como el granito, la sienita, la diorita, etc.

# II.4. REGLAS DE CALIDAD QUE SE DERIVAN DE LAS EXIGENCIAS DE ASPECTO Y ENTRETENIMIENTO

Textura de los paramentos:

En obras de fábrica vista, el aparejo o disposición de las piezas dará variedad, ritmo y calidades estéticas. Siempre que sea posible, las dimensiones de los huecos deberán fijarse en función de las dimensiones de los ladrillos, bloques o piezas de cantería y del espesor de juntas, con objeto de evitar el tener que partir las piezas o falsear dichas juntas.

Los muros rectos de obra de fábrica quedarán bien aplomados y planos y no se admitirán defectos de verticalidad, nivelación o rectitud en sus aristas que puedan superar las tolerancias dimensionales que se especifican a continuación:

# Tolerancias dimensionales:

Salvo especificaciones en contra en el pliego particular de condiciones, las tolerancias admisibles serán las siguientes:

— La planeidad de los paramentos deberá ser tal, que la desviación en cualquier punto de dicho paramento respecto del plano teórico, comprobada con regla de 2 m, no supere los siguientes valores:

	en muros	± 10 mm;
- Paramento para entoscar:	en muros en pilares	± 5 mm .
- Paramento a cara vista:		± 5 mm;
— Paramento a cara vista:	en pilares	

- En los ángulos rectos, el valor absoluto de la tangente de la diferencia a 90º no será superior a 0,01.
- Las aristas que hayan de ser rectilíneas no presentarán separaciones con respecto a la recta teórica superiores a 1/1.000 de su longitud ni a 5 mm.
- La desviación en la horizontalidad de las hiladas por metro de longitud no será superior a ± 2 mm.

### Entretenimiento:

El entretenimiento de las obras de fábrica deberá poderse efectuar mediante medios usuales; y si se precisaren medios especiales, éstos quedarán definidos.

Por otra parte, el entretenimiento de la obra de fábrica deberá poderse efectuar sin que se perturbe la vida de los ocupantes ni sea necesaria una preparación costosa ni complicada.



# III. Materiales

# III.1. LADRILLOS

# III.1.1. LADRILLOS CERAMICOS ORDINARIOS

# III.1.1.1. DESIGNACION

Los ladrillos cerámicos ordinarios que hayan de utilizarse en obras de fábrica resistentes se designarán por una expresión en la que quede definido, abreviadamente y en el orden que se indica, su tipo, proceso de fabricación, calidad, formato y resistencia. Dicha expresión deberá ir precedida de la palabra «LADRILLO» y estará formada por:

- La sigla de su tipo: M, P o H [macizo, perforado o hueco (ver Apartado I.2.1.1.1.)].
- La sigla del proceso de fabricación: T, M, G, o P [de tejar, mesa, galletero o prensado (ver Apartado I.2.1.1.2)].
- Un número ordinal que señala su calidad: 1.º, 2.º, 3.º (ver Apartado III.1.1.2).
- Las tres dimensiones, de mayor a menor, expresadas en cm, y separadas por signos x. El conjunto de las tres dimensiones deberá ir precedido y seguido por guiones (ver Apartado III.1.1.3.1).
- Su resistencia nominal a compresión, representada por la letra mayúscula R, y el número que expresa dicha resistencia ajustada a los valores que figuran en el cuadro del Apartado III.1.1.4.2.

Ejemplo: Un ladrillo macizo, prensado, de calidad 2. $^{\circ}$ , de dimensiones  $29 \times 14 \times 6.5$  cm y resistencia nominal a compresión de 150 kp/cm $^{\circ}$ , quedará designado por la expresión:

# LADRILLO MP 2.\* - 29 × 14 × 6,5 - R 150 .

La designación, tal como se indica anteriormente, debe figurar en los documentos de suministro, propaganda, etc., así como la marca del fabricante. Por el hecho de emplear esta designación, el fabricante garantiza que los ladrillos cumplen las características correspondientes a la clase reseñada.

# III.1.1.2. CALIDADES DE LOS LADRILLOS

Para los ladrillos cerámicos ordinarios se fijan las tres calidades siguientes:

— Calidad 1.\*: Cumplirán las prescripciones establecidas en los Apartados III.1.1.3 y, además, las siguientes: su color se ajustará estrictamente a convenio especial o costumbre de cada región; no tendrá manchas ni quemaduras y carecerán de grietas, imperfecciones y desconchados aparentes en aristas y caras. Sometidos al ensayo de eflorescencia que se especifica en el Apartado V.1.3.4 deberán quedar clasificados como «no eflorescidos».

En particular, los ladrillos huecos pertenecientes a esta calidad deberán tener un sonido metálico a percusión y permitirán su corte fácilmente a golpe de paleta.

- Calidad 2.º: Cumplirán las prescripciones establecidas en los Apartados III.1.1.3 y, además, las siguientes: No tendrán imperfecciones que impidan su empleo en fábricas vistas y carecerán de grietas y de desconchados que afecten a más del 15 % de la superficie vista de las piezas. Sometidos al ensayo de eflorescencia que se especifica en el Apartado V.1.3.4 podrán quedar clasificados como «ligeramente eflorescidos».
- Calidad 3.\*: Cumplirán las prescripciones establecidas en los Apartados III.1.1.3.

En edificación no se admitirá el empleo de ladrillos que no puedan quedar incluidos en los de la calidad 3.º

# III.1.1.3. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

# III.1.1.3.1. DIMENSIONES

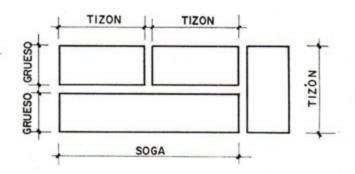
Las dimensiones de los ladrillos ordinarios, que se utilicen en edificación, expresadas en cm, deberán ser números de la serie que figura a continuación: 59; 49; 39; 29; 24; 19; 14; 11,5; 9; 6,5; 5,25; 4; 2,75; 1,5.

Dentro de esta serie, las dimensiones de soga, tizón y grueso de los ladrillos ordinarios deben ser tales que satisfagan las siguientes condiciones (fig. III.1.1.3.1):

 a) Una soga + 1 cm de junta = dimensión modular o submodular (múltiplo del módulo de 10 cm o de los submódulos

$$\frac{10}{2}$$
;  $\frac{10}{4}$  ó  $\frac{10}{8}$  cm).

- b) Una soga = 2 tizones + 1 cm de junta.
- c) Un tizón = 2 gruesos + 1 cm de junta.



Una soga + una junta = múltiplo de dimensión modular o submodular

Una soga = dos tizones + una junta (s = 2t + j)

Un tizón = dos gruesos + una junta (t = 2g + j)

Fig. III.1.1.3.1. CONDICIONES DE LAS DIMENSIONES DE LOS LADRILLOS

Para los ladrillos macizos se recomiendan los formatos de:

- $24 \times 11.5 \times 5.25$  cm;
- 29 × 14 × 6.50 cm.

Para los ladrillos perforados en tabla se recomienda que los gruesos anteriores se aumenten a 9 y 11,5 cm, respectivamente, no siendo necesario que se cumpla la condición c).

Las medidas de las perforaciones y su distribución, así como las de las distintas partes de los ladrillos aplantillados, o el espesor de las plaquetas de revestido, podrá fijarlas el fabricante como convenga.

Es recomendable que en catálogo se incluya un croquis acotado de los alzados de las caras, así como de la sección transversal de la pieza, expresando en mm los rebajes, perforaciones, oquedades y dimensiones de tabiquillos y en cm sus dimensiones de soga, tizón y grueso.

#### III.1.1.3.2. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.1.1.1. Se realizará la medición de 10 muestras, y como magnitudes máxima y mínima se tomarán, respectivamente, los valores característicos obtenidos al considerar el signo + y el - en la expresión correspondiente. Dichas magnitudes deberán estar dentro de las tolerancias, que se indican a continuación, para cada una de las tres calidades del ladrillo:

	CALII	DAD 1.4	CALID	AD 2.*	CALIL	DAD 3.*
Dimensión nominal (cm)	Respecto al valor nominal (mm)	Respecto al medio de las 10 muestras (mm)	Respecto al valor nominal (mm)	Respecto al medio de las 10 muestras (mm)	Respecto al valor nominal (mm)	Respecto al medio de las 10 muestras (mm)
39 ó mayor	± 5	± 3	± 8	± 5	± 10	± 6
29 y 24	± 4	± 2,5	± 6	± 4	± 8	± 5
19 y 14	± 3	± 2	± 5	± 3	± 6	± 4
11,5 y 9	± 3	± 1,5	± 4	± 2,5	± 5	± 3
6,5 y 5,25	± 2	± 1	± 3	± 2	± 4	± 2,5
4 ó menor	± 2	± 1	± 2	± 1,5	± 3	± 2

# III.1.1.3.3. TOLERANCIAS EN LA FORMA

Las flechas en toda arista o diagonal de un ladrillo y los ángulos diedros se medirán según se especifica en el método de ensayo que se indica en el Apartado V.1.1.2. Se realizará la medición de 10 muestras, y se determinará el valor característico

de las desviaciones, que no deberá ser superior a las tolerancias que se indican a continuación, para cada una de las tres calidades del ladrillo:

#### TOLERANCIA EN LA FLECHA EN TODA ARISTA DE UN LADRILLO

DIMENSION NOMINAL (cm)	Calidad 1.3 (mm)	Calidad 2.4 (mm)	Calidad 3.ª (mm)
39 ó mayor	3	4	8
29 a 11,5		3	5
Menor de 11,5		2	3

# TOLERANCIA EN LA DEFORMACION DE LOS ANGULOS DIEDROS, EN GRADOS SEXAGESIMALES

ara los ángulos	 	2°	3°	40

# III.1.1.4. CARACTERISTICAS FISICAS

# III.1.1.4.1. DENSIDAD APARENTE

Con el fin de lograr una cierta homogeneidad en el material de que estén constituidos los ladrillos de una partida destinada a la construcción de una misma unidad de obra, los valores de la densidad aparente de dicho material, obtenidos de una muestra de 10 ladrillos, tomados al azar, no diferirán en más del 5 % del valor medio de los 10 ladrillos.

Para la determinación de la densidad, las piezas se desecarán hasta peso constante en una estufa a  $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$  C y se empleará una balanza de sensibilidad 1 g. El volumen de la pieza se determinará multiplicando sus tres dimensiones efectivas, descontando el volumen de huecos.

# III.1.1.4.2. RESISTENCIA A COMPRESION

En edificación, y para los ladrillos destinados a obras de fábrica resistentes, el valor característico  $\sigma_k$  de la tensión de rotura bajo carga normal a la tabla, expresado en kp/cm², y obtenido de los resultados de 10 ensayos realizados según se especifica en el Apartado V.1.2.1, no deberá ser inferior al valor nominal garantizado por el fabricante, en la designación. Dicho valor deberá corresponderse con alguno de los que se señalan a continuación para cada tipo:

TIPO DE LADRILLO	Valores nominales de la resistencia a compresi garantizada por el fabricante (kp/cm²)			oresión	
Macizo	70	100	150	200	300
Perforado	50	100	150	200	300
Hueco	30	50	70	100	200

El fabricante podrá garantizar resistencias por encima de las indicadas, siempre dadas en múltiplos enteros de 100 kp/cm².

# III.1.1.4.3. RESISTENCIA A LA FLEXION Y A LA TRACCION

El fabricante deberá facilitar, cuando le sean solicitados, los datos relativos a la resistencia del ladrillo a flexión y a tracción. Esta resistencia deberá obtenerse mediante el método de ensayo que se especifica en los Apartados V.1.2.2 y V.1.2.3 y vendrá determinada por el valor característico  $\sigma_k$ , en kp/cm², de la tensión aparente de rotura a flexión, obtenida sobre ensayo de 10 probetas.

#### III.1.1.4.4. RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

Dadas las grandes diferencias climatológicas existentes de unas a otras zonas, no se establecen condiciones de resistencia a la intemperie con carácter general; sin embargo, a petición del comprador, el fabricante está obligado a determinar en un laboratorio oficial, y para cada clase de ladrillo, las características referentes a: absorción, succión, heladicidad y eflorescencia. Estas características podrán determinarse por los métodos de ensayo que se especifican en los Apartados V.1.3.

# III.1.1.4.5. AISLAMIENTO

Para cada tipo de ladrillo cerámico ordinario, el fabricante deberá indicar en catálogo las características de aislamiento térmico y acústico que ofrecen las distintas unidades de obra ejecutadas con él, empleando alguno de los morteros tipo que se definen en el Apartado III.6.2.4 y sin revestir ninguno de sus paramentos. La determinación de dichas características deberá realizarse en algún laboratorio oficial especializado y según se especifica en el Capítulo «AISLAMIENTO Y ACONDICIO-NAMIENTO».

# III.1.2. LADRILLOS ESPECIALES

#### III.1.2.1. DESIGNACION

Los ladrillos especiales se designarán por la palabra «LADRILLO», seguida de la letra E, y de las iniciales correspondientes a sus características peculiares de acuerdo con la siguiente nomenclatura:

- LADRILLO ERA = ladrillo especial refractario ácido.
- LADRILLO ERN = ladrillo especial refractario neutro.
- LADRILLO ERB = ladrillo especial refractario básico.
- LADRILLO EL = ladrillo especial ligero.
- LADRILLO EFS = ladrillo especial flotante silíceo.
- LADRILLO EFM = ladrillo especial flotante magnésico.
- LADRILLO EFP = ladrillo especial flotante de pómez.
- LADRILLO EH = ladrillo especial hidráulico.
- LADRILLO EE = ladrillo especial de escorias.
- LADRILLO ESC = ladrillo especial sílico-calcáreo.

La designación deberá completarse en los documentos de suministro, propaganda, etc., con los valores correspondientes a sus características geométricas fundamentales y a sus características físicas más representativas (en los ladrillos especiales refractarios, los valores correspondientes a su resistencia al fuego, etc.); asimismo deberá figurar la marca del fabricante, quien garantizará que los ladrillos especiales por él fabricados cumplen las características reseñadas en la designación.

# III.1.2.2. CARACTERISTICAS PARTICULARES DE ALGUNOS TIPOS DE LADRILLOS ESPECIALES

# III.1.2.2.1. LADRILLOS ESPECIALES REFRACTARIOS

Con el fin de poder establecer una coordinación de este tipo de ladrillos con los cerámicos ordinarios, y poder emplearlos conjuntamente en ciertas unidades de obra (chimeneas, hogares, etc.), se recomienda que las dimensiones de fabricación se correspondan con las establecidas en el Apartado III.1.1.3, debiendo ajustarse, en este caso, a las mismas condiciones que se fijan en el Apartado III.1.1.2 para la calidad 1.º

No obstante, podrán admitirse otras formas y dimensiones para su aplicación en unidades de obra especiales. En este caso, el fabricante deberá incluir un croquis detallado y acotado de su forma, y la comprobación de formas y dimensiones, tolerancias, y los criterios de aceptación y rechazo se ajustarán a la Propuesta UNE 61 005.

Por otra parte, para cada tipo de ladrillo especial refractario, el fabricante deberá facilitar en catálogo los datos correspondientes a las siguientes características:

- Clasificación que por su composición química le corresponde según Propuesta UNE 61 001.
- Densidad real según Propuesta UNE 61 032 y densidad aparente según Propuesta UNE 61 033.
- Refractariedad bajo carga constante y temperatura creciente (Propuesta UNE 61 038).
- Resistencia a los cambios bruscos de temperatura o choques térmicos (Propuesta UNE 61 041).
- Resistencia a compresión en frío (Propuesta UNE 61 037).
- Resistencia a la abrasión.

Estos valores facilitados por el fabricante podrán ser comprobados en un laboratorio especializado, y el valor característico de los resultados obtenidos sobre 10 muestras elegidas al azar no deberá ser inferior al nominal fijado por dicho fabricante. Para el caso de resistencia a compresión, los valores nominales serán múltiplos de 50.

Con el fin de lograr una cierta homogeneidad en el material de que están constituidos los ladrillos especiales refractarios de una partida destinada a la construcción de una misma unidad de obra, los valores de la densidad aparente cumplirán la condición establecida en el Apartado III.1.1.4.1 referente a los ladrillos cerámicos ordinarios.

# III.1.2.2.2. LADRILLOS ESPECIALES SILICO-CALCAREOS

Los ladrillos sílico-calcáreos destinados a obras de fábrica presentarán las dimensiones, tolerancias y condiciones de aspecto fijadas para los ladrillos cerámicos ordinarios de calidad 1.º en el Apartado III.1.1.2.

Las dimensiones de las perforaciones y su distribución, así como las distintas partes de los ladrillos aplantillados, podrá fijarlas el fabricante como convenga. No obstante, se recomienda que dichas dimensiones se ajusten, siempre que sea posible, a las mismas indicadas para los ladrillos cerámicos.

Asimismo, los valores de la densidad aparente de los ladrillos sílico-calcáreos se ajustarán a las condiciones establecidas para los ladrillos cerámicos ordinarios en el Apartado III.1.1.4.1.

El valor característico  $\sigma_k$  de la resistencia a compresión obtenido según se especifica en el Apartado V.1.2.1, sobre 10 muestras tomadas al azar, no deberá ser inferior al mínimo garantizado por el fabricante en la designación, estableciéndose los dos tipos siguientes:

TIPO	Resistencia nominal a compresión (kp/cm²)
Ladrillo ESC-100	100
Ladrillo ESC-200	200

Igualmente, en lo que se refiere a la resistencia a la intemperie se tendrán en cuenta las prescripciones del Apartado III.1.1.4.4, referente a los ladrillos cerámicos ordinarios.

# III.2. BLOQUES

# III.2.1. BLOQUES CERAMICOS

# III.2.1.1. DESIGNACION

Los bloques cerámicos que hayan de utilizarse en obras de fábrica se designarán por una expresión que comprenda:

- Dos letras mayúsculas BC, iniciales de la clase de bloque (bloque cerámico).
- Un número ordinal que señala su calidad (1.º, 2.º, 3.º).
- Las tres dimensiones, de mayor a menor, expresadas en cm, y separadas por signos x. El conjunto de las tres dimensiones deberá ir precedido y seguido de un guión.
- Su resistencia nominal a compresión, representada por la letra mayúscula R, y el número que expresa dicha resistencia ajustado a los valores que figuran en el cuadro del Apartado III.2.1.4.3.

Ejemplo: Un bloque cerámico de calidad 2.\*, de dimensiones  $39 \times 24 \times 19$  cm y resistencia nominal a compresión de 60 kp/cm², quedará designado por la expresión:

La designación, tal como se indica, deberá figurar en los documentos de suministro, propaganda, etc.; así como la marca del fabricante. Por el hecho de emplear esta designación, el fabricante garantizará que los bloques cumplen las características correspondientes a la clase reseñada.

Es recomendable que en catálogo se incluya un croquis acotado de los alzados de las caras, así como de la sección transversal de la pieza, expresando en mm los rebajos, perforaciones, oquedades y dimensiones de tabiquillos y en cm sus dimensiones de soga, tizón y grueso. Este croquis será especialmente necesario cuando los bloques no sean de forma ortoédrica.

# III.2.1.2. CALIDADES DE LOS BLOQUES CERAMICOS

Los bloques cerámicos se ajustarán a las calidades correspondientes a los ladrillos cerámicos (Apartado III.1.1.2), teniéndose en cuenta, además, las condiciones que se incluyen a continuación:

### III.2.1.3. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

# III.2.1.3.1. DIMENSIONES

Las dimensiones de fabricación, de soga, tizón y grueso, de los bloques cerámicos que se utilicen en edificación, se ajustarán a los valores que se especifican a continuación y que se corresponden con la serie establecida en el Apartado III.1.1.3.1 para los ladrillos cerámicos:

Las medidas de las perforaciones y su distribución podrá fijarlas el fabricante.

En el caso de bloques con perforaciones en tabla será conveniente que dichas perforaciones sean ciegas en la parte superior, salvo la hilada central, para facilitar la colocación de la capa de mortero en dos cordones continuos en sentido longitudinal, pero discontinuos en sentido transversal, es decir, dispuestos con cámara de aire intermedia.

#### III.2.1.3.2. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

Las dimensiones de los bloques cerámicos se medirán de acuerdo con el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.2.1. Se realizará la medición de 10 muestras, y como magnitudes máxima y mínima se tomarán, respectivamente, los valores característicos con signos + y —. Dichas magnitudes deberán quedar dentro de las tolerancias que se fijan para los ladrillos en el Apartado III.1.1.3.2.

# III.2.1.3.3. TOLERANCIAS EN LA FORMA

Las flechas en toda arista o diagonal de un bloque y los ángulos diedros se medirán según se especifica en el método de ensayo que se indica en el Apartado V.2.1. Se realizará la medición de 10 muestras y se determinará el valor característico de las desviaciones, que no deberá ser superior a las tolerancias que se fijan a continuación:

- Para dimensiones de 39 cm, o mayores ... ... 4 mm.
- Para dimensiones de 29 cm a 14 cm ... ... ... 3 mm.
- Para los ángulos ... ... ... ... ... ... ... 4 grados sexagesimales.

#### III.2.1.4. CARACTERISTICAS FISICAS

# III.2.1.4.1. PESO, DENSIDAD Y PROPORCION DE HUECOS

El peso de cada tipo de bloque no excederá de 20 kp. La densidad aparente del material, determinada según el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.2.2.1, será superior a 1,5 kg/dm³, y la proporción de huecos, determinada en el mismo ensayo, será superior a 0,40.

Con el fin de lograr una cierta homogeneidad en el material de que están constituidos los bloques de una partida destinada a la construcción de una misma unidad de obra, las valores de la densidad aparente de cada bloque de una muestra de 10 bloques, tomados al azar, no diferirán en más del 5 % del valor medio de los 10 bloques.

# III.2.1.4.2. RESISTENCIA AL CHOQUE

La resistencia al choque de los bloques cerámicos será tal que, dejado caer desde 1 m de altura sobre un lecho de arena, no se produzca la rotura de la pieza.

#### III.2.1.4.3. RESISTENCIA NOMINAL A COMPRESION

En edificación, y para los bloques cerámicos destinados a obras de fábrica, el valor característico  $\sigma_k$  de la tensión de rotura bajo carga normal a la tabla, en kp/cm², obtenido de los resultados de 10 ensayos realizados según se especifica en el Apartado V.2.2.3, no deberá ser inferior al valor nominal garantizado por el fabricante en la designación. Dicho valor se corresponderá con alguno de los que se fijan en el siguiente cuadro, en función de las categorías que en el mismo se establecen:

CATEGORIA	Valores nominales de la resistencia a compresión garantizada por el fabricante (kp/cm² de sección bruta mínima)
Bloques resistentes, categoría excepcional	65
Bloques resistentes, categoría 1.º	50
Bloques resistentes, categoría 2.º	30
Bloques resistentes, categoría 3.º	20
Bloques no resistentes	12

SECCION BRUTA: Superficie obtenida multiplicando las dos dimensiones efectivas  $soga \times tiz$ ón, o superficie delimitada por el contorno aparente si la sección no es rectangular (bloques en T, L, etc.).

# III.2.1.4.4. DILATACION POTENCIAL POR LA HUMEDAD

La dilatación media ante la humedad de la cerámica que constituye los bloques, determinada como se indica en el Apartado V.2.2.4, debe ser inferior o igual a 1,6 mm/m.

La media obtenida permite clasificar los bloques en función de su dilatación potencial en una de las categorías convencionales siguientes:

CATEGORIA	A	В	С
DILATACION POTENCIAL POR LA HUMEDAD (mm/m)	0 a 0,8	0,8 a 1,2	1,2 a 1,6

El número de probetas que acusen una dilatación potencial superior al límite máximo garantizado para la categoría considerada no debe ser superior al 15 % del

número total de probetas, ni al 1 % cuando el número total de probetas sea inferior a 10.

En caso contrario los bloques serán clasificados en la categoría siguiente cuando se trate de las categorías A o B o se considerarán como no conformes cuando se trate de la categoría C.

#### III.2.1.4.5. CAPILARIDAD

En general no se fijan valores límites para la capilaridad de los bloques cerámicos; sin embargo, es recomendable que el coeficiente de succión por capilaridad obtenido según se especifica en el Apartado V.2.2.2, después de 10 minutos de ensayo sobre la cara prevista para ir revestida, no sea superior a 10.

#### III.2.1.4.6. RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

De modo análogo a como se ha establecido en el Apartado III.1.1.4.4, el fabricante estará obligado a facilitar, al usuario que lo solicite, las características de los bloques referentes a absorción, succión, heladicidad y eflorescencia, determinadas mediante ensayo en un laboratorio especializado.

# III.2.1.4.7. AISLAMIENTO

Para cada tipo de bloque cerámico, el fabricante deberá indicar en catálogo las características de aislamiento térmico y acústico que ofrecen las distintas unidades de obra ejecutadas con él, empleando alguno de los morteros tipo que se definen en el Apartado III.6.2.4 y sin revestir ninguno de sus paramentos. La determinación de dichas características deberá realizarse en algún laboratorio especializado y según se especifica en el Capítulo «AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO».

Para mejorar las condiciones de aislamiento térmico y evitar condensaciones, la anchura o tizón de los bloques cerámicos destinados a la construcción de muros exteriores de locales habitables, y cuando no esté previsto el aislamiento mediante cámara intermedia o materiales complementarios, no deberá ser menor de 19 cm. Por otra parte, la constitución de este tipo de bloques será tal que el número de filas de huecos encontradas en sentido transversal sea, al menos, tres; de la misma manera, la disposición de los tabiques transversales debe ser tal que toda recta perpendicular al muro encuentre, al menos, un hueco, excepto en la capa que ciegue eventualmente los huecos en la cara superior del bloque.

Las caras laterales y horizontales estarán previstas de modo que permitan la ejecución de juntas discontinuas.

# III.2.2. BLOQUES CONGLOMERADOS

# III.2.2.1. BLOQUES DE HORMIGON DE ARENA Y GRAVA

#### III.2.2.1.1. DESIGNACION

Los bloques conglomerados de hormigón de arena y grava que hayan de utilizarse en obras de fábrica, se designarán por una expresión que comprenda:

Dos letras mayúsculas, BH, iniciales de la clase de bloque (bloque de hormigón).

- Las tres dimensiones, de mayor a menor, expresadas en cm, y separadas por signos x. El conjunto de las tres dimensiones deberá ir precedido y seguido de un guión.
- La resistencia nominal a compresión, representada por la letra mayúscula R, y el número que expresa dicha resistencia ajustado a los valores que figuran en el cuadro del Apartado III.2.2.1.4.2.

Ejemplo: Un bloque de hormigón de arena y grava de dimensiones  $39 \times 24 \times 19$  cm, y resistencia nominal a compresión de 60 kp/cm², quedará designado por la expresión:

La designación, tal como se indica, deberá figurar en los documentos de suministro, propaganda, etc., así como la marca del fabricante. Por el hecho de emplear esta designación, el fabricante garantiza que los bloques cumplen las características correspondientes a la clase reseñada.

Es recomendable que en catálogo se incluya un croquis acotado de los alzados de las caras, así como de la sección transversal de la pieza, expresando en mm los rebajos, perforaciones, oquedades y dimensiones de tabiquillos y en cm sus dimensiones de soga, tizón y grueso. Este croquis será especialmente necesario cuando los bloques no sean de forma ortoédrica.

#### III.2.2.1.2. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

#### III.2.2.1.2.1. DIMENSIONES

Las dimensiones de fabricación, de soga, tizón y grueso, de los bloques de hormigón que se utilicen en edificación, se ajustarán a los valores que se especifican a continuación tomados de la serie establecida en el Apartado III.1.1.3.1 para los ladrillos cerámicos:

— Soga, o longitud	49; 39; 29 cm.
— Tizón, o espesor	24; 19; 14; 11,5; 9 cm.
- Grueso, o altura	19; 14 cm.

# III.2.2.1.2.2. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

Las dimensiones de los bloques se medirán de acuerdo con el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.2.1. Se realizará la medición en 10 muestras, y como magnitudes máxima y mínima se tomarán, respectivamente, los valores característicos con signos + y -. Dichas magnitudes deberán quedar dentro de las tolerancias que se fijan a continuación:

— Dimensiones	de soga y	tizón	± 1 % del valor nominal (con un mínimo de 1 mm).
- Dimensiones	de grueso	o altura	$\pm2\%$ del valor nominal.

# III.2.2.1.2.3. SUPERFICIE DE APOYO

La superficie de apoyo debe ser, como mínimo, igual a 1/3 de la sección bruta (producto de soga × tizón, si es rectangular, o la superficie delimitada por el contorno aparente cuando tenga forma de L, T, etc.).

# III.2.2.1.2.4. TOLERANCIAS EN LA FORMA

Las flechas en toda arista o diagonal de un bloque y los ángulos diedros se medirán según se especifica en el método de ensayo que se indica en el Apartado V.2.1. Se realizará la medición de 10 muestras y se determinará el valor característico de las desviaciones, que no deberá ser superior a las tolerancias que se fijan a continuación:

- Para dimensiones de 39 cm o mayores ... ... 4 mm.
- Para dimensiones de 29 cm a 11,5 cm ... ... 3 mm.
- Para dimensiones menores de 11,5 cm ... ... ... 2 mm.
- Para los ángulos ... ... ... ... ... ... ... 4 grados sexagesimales.

# III.2.2.1.3. ASPECTO Y TEXTURA

Los bloques no presentarán defectos aparentes, tales como: fisuras, deformaciones o desconchones.

La textura de las caras destinadas a ser revestidas serán lo suficientemente rugosas para permitir una buena adherencia del revestimiento.

#### III.2.2.1.4. CARACTERISTICAS FISICAS

# III.2.2.1.4.1. PESO Y DENSIDAD APARENTE

El peso de cada bloque no deberá superar el valor que se da en el siguiente cuadro en función de la dimensión del tizón:

Dimensión nominal del tizón o ancho (cm)	Peso máximo del bloque (kp)
5,25	10
6,50	11
9,00	14
11,50	16
14,00	19
19,00	24
24,00	28

Los bloques especiales (de esquina, dintel, etc.) podrán superar estos valores sin que sean aconsejables pesos superiores a los 30 kp.

Con el fin de lograr una cierta homogeneidad en el material de que están constituidos los bloques de una partida destinada a la construcción de una misma unidad de obra, los valores de la densidad aparente de cada bloque, obtenidos mediante el método de ensayo del Apartado V.2.2.1, no diferirá en más del 5 % del valor medio de 10 bloques tomados al azar.

# III.2.2.1.4.2. RESISTENCIA NOMINAL A COMPRESIÓN

En edificación, y para bloques de hormigón de arena y grava destinados a obras de fábrica, el valor característico  $\sigma_k$  de la tensión de rotura bajo carga normal a la

tabla, en kp/cm², obtenido de los resultados de 10 ensayos realizados según se especifica en el Apartado V.2.2.3, no deberá ser inferior al valor nominal garantizado por el fabricante en la designación. Dicho valor deberá coincidir, además, con algunos de los que se señalan en la siguiente tabla, en función de la categoría que en el mismo se establece:

CATEGORIA	Resistencia nominal a compresión del bloque (kp/cm² de sección bruta mínima)
R-160	160
R-100	100
R-80	80
R-60	60
R-40	40

SECCION BRUTA: Superficie obtenida multiplicando las dos dimensiones efectivas soga × tizón, o superficie delimitada por el contorno aparente si la sección no es rectangular (bloques en T, L, etc.).

#### III.2.2.1.4.3. RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

De modo análogo a como se ha establecido en el Apartado III.1.1.4.4, el fabricante estará obligado a facilitar, al usuario que lo solicite, las características de los bloques referentes a absorción, succión, heladicidad y eflorescencia, determinadas en un laboratorio oficial especializado.

#### III.2.2.1.4.4. AISLAMIENTO

Para cada tipo de bloque de hormigón de arena y grava, el fabricante deberá indicar en catálogo las características de aislamiento térmico y acústico que ofrecen las distintas unidades de obra ejecutadas con él, empleando alguno de los morteros tipo que se definen en el Apartado III.6.2.4, y sin revestir ninguno de sus paramentos. La determinación de dichas características deberá realizarse en algún laboratorio especializado y según se especifica en el Capítulo «AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO» (\*).

Para mejorar las condiciones de aislamiento térmico y evitar condensaciones, la anchura o tizón de los bloques de hormigón destinados a la construcción de muros exteriores de locales habitables, y cuando no esté previsto el aislamiento mediante cámara intermedia o materiales complementarios, no deberá ser menor de 19 cm. Por otra parte, la constitución de este tipo de bloques será tal que el número de filas de huecos encontrados en sentido transversal sea, al menos, tres; de la misma manera, la disposición de los tabiques transversales debe ser tal que toda recta perpendicular al muro encuentre, al menos, un hueco, excepto en la capa de hormigón que ciega eventualmente los huecos en la cara superior del bloque.

Las caras laterales y horizontales estarán previstas de modo que permitan la ejecución de juntas discontinuas.

# III.2.2.1.5. NATURALEZA DE LOS COMPONENTES Y DOSIFICACION

El conglomerante debe ser hidráulico y responder a las condiciones establecidas en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES» (\*\*).

- (\*) Actualmente en preparación.
- (\*\*) Actualmente en preparación.

La dosificación de conglomerante podrá variar en función de la granulometría del árido y de la clase de conglomerante utilizado. Con el fin de evitar, en lo posible, el peligro de retracción y sus efectos perjudiciales sobre el revestimiento, es recomendable emplear un conglomerante de categoría poco elevada (P-250) y limitar la dosificación al mínimo permitido por la naturaleza del árido y su composición granulométrica. Salvo justificación, no deberán sobrepasarse las dosificaciones siguientes:

- 250 kg de cemento P-250 por m³ de hormigón para los bloques de resistencia nominal 40 kp/cm² (R-40).
- 350 kg de cemento P-250 por m³ de hormigón para los bloques de resistencia nominal 60 y 80 kp/cm² (R-60 y R-80).

Los áridos deberán responder, igualmente, a las condiciones del Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES», y su composición granulométrica deberá estar bien definida para cada tipo de bloque.

# III.2.2.2. BLOQUES DE HORMIGON LIGERO

# III.2.2.2.1. DESIGNACION

Los bloques conglomerados de hormigón ligero que hayan de utilizarse en obras de fábrica se designarán por una expresión que comprenda:

- Tres letras mayúsculas, BHL, iniciales de la clase de bloque (bloque de hormigón ligero).
- Una letra mayúscula, C, S o P, indicativa del tipo de árido empleado en su fabricación (escorias de carbón, escorias siderúrgicas expandidas, piedra pómez, etc.).
- Las tres dimensiones, de mayor a menor, expresadas en cm, y separadas por signos x. El conjunto de las tres dimensiones deberá ir precedido y seguido por un guión.
- Su resistencia nominal a compresión, representada por la letra mayúscula R, y el número que expresa dicha resistencia ajustada a los valores que figuran en el cuadro del Apartado III.2.2.2.3.3.

Ejemplo: Un bloque de hormigón ligero de escorias siderúrgicas expandidas de dimensiones  $24 \times 19 \times 39$  cm y de resistencia nominal a compresión  $40 \text{ kp/cm}^2$ , quedará designado por la expresión:

# BLOQUE BHL S - 39 × 24 × 19 - R 40 .

La designación, tal como se indica, debe figurar en los documentos de suministro, propaganda, etc.; así como la marca del fabricante. Por el hecho de emplear esta designación, el fabricante garantiza que los bloques cumplen las características correspondientes a la clase reseñada.

Es recomendable que en catálogo se incluya un croquis acotado de los alzados de las caras, así como de la sección transversal de la pieza, expresando en mm los rebajos, perforaciones, oquedades y dimensiones de tabiquillos, y en cm sus dimensiones de soga, tizón y grueso.

Este croquis será especialmente necesario cuando los bloques no sean de forma ortoédrica.

#### III.2.2.2.2. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

#### III.2.2.2.2.1. DIMENSIONES

Las dimensiones de fabricación, de soga y tizón y grueso, de los bloques de hormigón ligero que se utilicen en edificación, se ajustarán a los valores que se especifican a continuación y que se corresponden con la serie establecida en el Apartado III.1.1.3.1 para los ladrillos cerámicos:

- Grueso, o altura ... ... ... ... ... ... ... ... 19; 14 cm.

# III.2.2.2.2.2. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

Las dimensiones de los bloques se medirán de acuerdo con el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.2.1. Se realizará la medición de 10 muestras, y como magnitudes máxima y mínima se tomarán, respectivamente, los valores característicos con signos + y -. Dichas magnitudes deberán quedar dentro de las tolerancias que se fijan a continuación:

- Dimensiones de soga y tizón ... ... ... ... ... ... ... ± 1 % del valor nominal (con un mínimo de 1 mm).
- Dimensiones de grueso o altura ... ... ... ... ± 2 % del valor nominal.

#### III.2.2.2.2.3. SUPERFICIE DE APOYO

La superficie de apoyo debe ser como mínimo igual a un tercio de la sección bruta (producto de soga × tizón), si es rectangular, o la superficie delimitada por el contorno aparente cuando tenga forma de L, T, etc.

# III.2.2.2.2.4. TOLERANCIAS EN LA FORMA

Las flechas en toda arista o diagonal de un bloque y los ángulos diedros se medirán según se especifica en el método de ensayo que se indica en el Apartado V.2.1.

Se realizará la medición de 10 muestras y se determinará el valor característico de las desviaciones, que no deberá ser superior a las tolerancias que se fijan a continuación:

- Para dimensiones de 39 cm o mayores ... ... 4 mm.
- Para dimensiones de 29 cm a 11,5 cm ... ... 3 mm.
- Para dimensiones menores de 11,5 cm ... ... ... 2 mm.
- Para los ángulos ... ... ... ... ... ... 4 grados sexagesimales.

#### III.2.2.2.3. CARACTERISTICAS FISICAS

### III.2.2.2.3.1. ASPECTO Y TEXTURA

Los bloques no deberán presentar defectos aparentes, tales como: fisuras, deformaciones o desconchones.

La textura de las superficies destinadas a ser revestidas deberá ser suficientemente rugosa para permitir una buena adherencia del mortero.

#### III.2.2.2.3.2. DENSIDAD APARENTE

La densidad aparente del hormigón constitutivo de estos bloques no será superior al valor que se indica a continuación para cada uno de los tipos de bloques que se distinguen, en función de la naturaleza del árido empleado:

- Bloques de escoria siderúrgica expandida o de piedra pómez. 1,6 kp/dm3.
- Bloques de escorias de carbón ... ... ... ... ... 1,8 kg/dm3 .

La densidad aparente M/V será el valor medio obtenido de una muestra de 10 bloques tomados al azar y de edad superior a los 7 días, siendo M la masa, en kg, de los bloques previamente secados a  $70^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C hasta peso constante, y V el volumen, en dm³, determinado geométricamente descontando el volumen de huecos.

Por otra parte, con el fin de lograr una cierta homogeneidad en el material de que están constituidos los bloques de una partida destinada a la construcción de una misma unidad de obra, los valores de la densidad aparente de cada bloque de la muestra anteriormente citada, obtenidos por el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.2.2.1, no diferirán en más de un 5 % del valor medio.

# III.2.2.2.3.3. RESISTENCIA NOMINAL A COMPRESIÓN

En edificación, y para bloques de hormigón ligero destinados a obras de fábrica, el valor característico  $\sigma_k$  de la tensión de rotura bajo carga normal a la tabla, en kp/cm², obtenido de los resultados de 10 ensayos realizados según se especifica en el Apartado V.2.2.3, no deberá ser inferior al valor nominal garantizado por el fabricante en la designación. Dicho valor deberá coincidir, además, con algunos de los valores que se señalan a continuación para cada tipo:

CLASE DE BLOQUE	DESIGN	ACION	Resistencia nominal a compresió del bloque (kp/cm² de sección bruta mínima			
De escoria siderúrgica ex-	BHLS		40			
pandida.	BHL-S	R 25	25			
De puzolana.	BHL-P	R 40	40			
	BHL-P	R 25	25			
De escoria de carbón.	BHL-C	R 40	40			
	BHL-C	R 20	20			

SECCION BRUTA: Superficie obtenida multiplicando las dos dimensiones efectivas  $soga \times tiz$ ón, o superficie delimitada por el contorno aparente si la sección no es rectangular (bloques en T, L, etc.).

# III.2.2.2.3.4. AISLAMIENTO

Para cada tipo de bloque de hormigón ligero, el fabricante deberá indicar en catálogo las características de aislamiento térmico y acústico que ofrecen las unidades de obra ejecutadas con él, empleando alguno de los morteros tipo que se definen en el Apartado III.6.2.4 y sin revestir ninguno de sus paramentos. La determinación de dichas características se realizará según se especifica en el Capítulo «AISLA-MIENTO Y ACONDICIONAMIENTO» Para mejorar las condiciones de aislamiento térmico y evitar condensaciones, la anchura o tizón de los bloques destinados a muros exteriores de locales habitables, en los que no esté previsto el aislamiento mediante materiales complementarios, no deberá ser menor de 19 cm. Por otra parte, la constitución de este tipo de bloques será tal que el número de filas de huecos encontradas en sentido transversal sea, al menos, tres; de la misma manera, la disposición de los tabiques transversales de estos bloques debe ser tal que toda recta perpendicular al muro encuentre, al menos, un hueco, excepto en la capa de hormigón que ciegue eventualmente los huecos en la cara superior del bloque.

Las caras laterales estarán previstas de modo que permitan la ejecución de juntas verticales de mortero, discontinuas en sentido transversal, es decir, dispuestas con cámara de aire intermedia. Las caras horizontales permitirán, igualmente, la ejecución de juntas discontinuas en el mismo sentido.

# III.2.2.2.4. NATURALEZA DE LOS COMPONENTES Y DOSIFICACION

#### III.2.2.2.4.1. BLOQUES LIGEROS DE ESCORIA SIDERURGICA EXPANDIDA O DE PUZOLANA

El conglomerante debe responder a las condiciones establecidas en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES».

Con el fin de conseguir bloques de la mayor ligereza y aislamiento compatible con una resistencia dada, es recomendable elegir una dosificación mínima de acuerdo con la clase de conglomerante utilizada y la tensión de trabajo exigida.

El fabricante deberá indicar en catálogo el tipo de árido (escoria siderúrgica expandida o puzolana) y la granulometría empleada.

La dosificación de conglomerante podrá variar según la naturaleza y granulometría del árido empleado y según la clase de conglomerante utilizado.

Salvo estipulación en contra, no deberán sobrepasarse las siguientes dosificaciones:

- 250 kg de cemento P-250 por m³ de hormigón para los bloques de resistencia nominal 25 kp/cm² (BHL-S R 25 y BHL-P R 25).
- 300 kg de cemento P-250 por m³ de hormigón para los bloques de resistencia nominal 40 kp/cm² (BHL-S R 40 y BHL-P R 40).

# III.2.2.2.4.2. BLOQUES LIGEROS DE ESCORIA DE CARBÓN

El conglomerante debe responder a las condiciones establecidas en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES».

El árido puede estar constituido únicamente de escorias de carbón o bien de escorias y arena natural o artificial.

La escoria debe provenir únicamente de residuos de la combustión, en hornos domésticos o industriales, del carbón en sus diversas formas (carbón graso o de antracita, cok, etc.).

Los residuos anteriormente indicados no deben comprender cuerpos extraños, tales como: productos químicos susceptibles de provocar degradaciones, materias orgánicas, basuras domésticas, ni desperdicios diversos (ferralla, etc.). Tampoco debe contener ningún material que se desmenuce fácilmente o que presente mala adherencia al conglomerante, procedentes principalmente de la incineración de basuras.

Por otra parte, en los áridos utilizados en la fabricación de los bloques sólo se admitirán:

- trazas de sales solubles;
- ninguna señal de cal viva;
- no más del 1% de sulfuros expresados en azufre S=;
- no más del 0,5 % de sulfatos expresados en SO<sub>4</sub>=;
- no más del 25 % de materias no calcinadas.

La arena, cuando vaya comprendida en la dosificación, se ajustará a las prescripciones del Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES».

La dosificación de conglomerante podrá variar según la naturaleza y granulometría del árido empleado y según clase de conglomerante utilizado. Salvo justificación, no deberán ser sobrepasadas las siguientes dosificaciones:

- 250 kg de cemento P-250 por m³ de hormigón para los bloques de resistencia nominal 20 kp/cm² (BHL-C R 20).
- 300 kg de cemento P-250 por m³ de hormigón para los bloques de resistencia nominal 40 kp/cm² (BHL-C R 40).

# III.2.3. BLOQUES DE HORMIGON CELULAR

# III.2.3.1. DESIGNACION

Los bloques de hormigón celular que hayan de utilizarse en obras de fábrica se designarán por una expresión que comprenda:

- Tres letras mayúsculas, BHC, iniciales de la clase de bloque (bloque de hormigón celular).
- Un número, que expresará la densidad nominal del material en kg/dm3.
- Las tres dimensiones, de mayor a menor, expresadas en cm, y separadas por signos x. El conjunto de las tres dimensiones deberá ir precedido y seguido de un guión.
- La resistencia nominal a compresión, representada por la letra mayúscula R, y el número que representa dicha resistencia, ajustándose a los valores que figuran en el Apartado III.2.3.4.2.

Ejemplo: Un bloque de hormigón celular de dimensiones  $59 \times 24 \times 19$  cm; de densidad  $0.50 \text{ kg/dm}^3$ , y resistencia nominal a compresión  $35 \text{ kp/cm}^2$ , quedará designado por la expresión:

La designación, tal como se indica, deberá figurar en los documentos de suministro, propaganda, etc.; así como la marca del fabricante. Por el hecho de emplear esta designación, el fabricante garantizará que los bloques cumplen las características correspondientes a las clases reseñadas.

# III.2.3.2. CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

# III.2.3.2.1. DIMENSIONES

Las dimensiones de fabricación, de soga, tizón y grueso, de los bloques de hormigón celular que se utilicen en edificación, se ajustarán a los valores que se especifican a continuación y que se corresponden con la serie establecida en el Apartado III.1.1.3.1 para los ladrillos cerámicos:

— Soga, o longitud	49; 39; 29 cm.
— Tizón, o espesor	24; 19; 14 cm.
— Grueso, o altura	19 cm.

#### III.2.3.2.2. TOLERANCIAS EN LAS DIMENSIONES

Las dimensiones de los bloques de hormigón celular se medirán de acuerdo con el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.2.1. Se realizará la medición de 10 muestras y como magnitudes máxima y mínima se tomarán, respectivamente, los valores característicos con los signos + y —. Dichas magnitudes deberán quedar dentro de las tolerancias que se fijan a continuación:

Tolerancia admitida sobre las dimensiones nominales ... ... ... ± 3 mm.

#### III.2.3.2.3. TOLERANCIAS EN LA FORMA

Las flechas en toda arista o diagonal de un bloque y los ángulos diedros se medirán según se especifica en el método de ensayo que se indica en el Apartado V.2.1. Se realizará la medición de 10 muestras, y se determinará el valor característico de las desviaciones, que no deberá ser superior a las tolerancias que se fijan a continuación:

- Para dimensiones de 39 cm o mayores ... ... 4 mm.
- Para dimensiones de 29 cm a 14 cm ... ... ... 3 mm.
- Para los ángulos ... ... ... ... ... ... ... 4 grados sexagesimales.

#### III.2.3.3. ASPECTO Y TEXTURA

Los bloques de hormigón celular no deberán presentar defectos aparentes, tales como: fisuras, deformaciones o desconchones.

La textura de las superficies destinadas a ser revestidas deberá ser suficientemente rugosa para permitir una buena adherencia del mortero.

#### III.2.3.4. CARACTERISTICAS FISICAS

# III.2.3.4.1. DENSIDAD Y HOMOGENEIDAD

En el caso de que un mismo fabricante produzca varias calidades de hormigón celular, la diferencia entre las densidades nominales de dos cualesquiera de dichas calidades deberá ser igual o superior a 0,10 kg/dm³. Por otra parte, la diferencia entre la densidad nominal y la obtenida en estado seco, mediante ensayos, no debe ser superior a 0,05 kg/dm³.

Por otra parte, con el fin de lograr una cierta homogeneidad en el material de que están constituidos los bloques de una partida destinada a la construcción de una

misma unidad de obra, la dispersión, en los valores de la densidad aparente de 10 bloques tomados al azar obtenidos según se especifica en el Apartado V.2.2.1, no será superior al 3 %.

#### III.2.3.4.2. RESISTENCIA NOMINAL A COMPRESION

En edificación, y para bloques de hormigón celular destinados a obras de fábrica, el valor característico  $\sigma_k$  de la tensión de rotura bajo carga normal a la tabla, en kp/cm², obtenido de los resultados de 10 ensayos realizados según se especifica en el Apartado V.2.2.3, no deberá ser inferior al valor nominal garantizado por el fabricante en la designación. Dicho valor deberá coincidir, además, con algunos de los que se señalan en la siguiente tabla:

CATEGORIA	Resistencia nominal a compresión (kp/cm²)
TA.	
1.*	50
2.*	35

La dispersión de resultados (coeficiente de variación) no será superior al 15 %.

#### III.2.3.4.3. ESTABILIDAD DIMENSIONAL

La variación dimensional media de una muestra de 10 bloques, tomados al azar, en función del estado higrométrico, deberá ser inferior o igual a 0,65 mm por metro.

Dicha variación dimensional se obtendrá por el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.2.2.4.

#### III.2.3.4.4. AISLAMIENTO

Para cada calidad de bloque de hormigón celular, el fabricante deberá indicar en catálogo las características de aislamiento térmico y acústico que ofrecen las unidades de obra ejecutadas con el bloque, empleando alguno de los morteros tipo de cal y cemento que se definen en el Apartado III.6.2.4 y sin revestir ninguno de sus paramentos. La determinación de dichas características se realizará de acuerdo con las especificaciones del Capítulo «AISLAMIENTO Y ACONDICIONAMIENTO» (\*).

#### III.2.4. BLOQUES CONGLOMERADOS DE YESO

Estos bloques deberán armarse con fibras minerales o algún otro tipo imputrescible, como lana de vidrio, para mejorar su resistencia a tracción y al mismo tiempo asegurar una cierta estabilidad de volumen.

Debido a la facilidad de moldeo de las pastas de yeso, que permiten formas muy variadas, no es posible fijar unas prescripciones generales para el empleo en edifi-

cación de este tipo de bloques, por lo que, en cada caso, deberán ajustarse a las condiciones que se señalen en el correspondiente DOCUMENTO DE IDONEIDAD TECNICA.

Los bloques de este tipo estarán destinados únicamente a la construcción de tabiques o muros interiores de distribución sin función resistente, y sus superficies de junta estarán preparadas para recibirlos en obra con un adhesivo tipo cola o bien con yeso.

# III.2.5. BLOQUES CONGLOMERADOS DE CAL

#### III.2.5.1. BLOQUES MACIZOS PESADOS DE CAL

Los áridos serán preferentemente cuarzosos y los bloques podrán endurecerse por la acción del vapor a presión; la sección transversal podrá ser reducida hasta un 15 % de la superficie de asiento mediante perforaciones de orificios normales a la tabla.

# III.2.5.2. BLOQUES MACIZOS LIGEROS DE CAL

Como áridos para la preparación del mortero que constituyen los bloques se podrán emplear cenizas volantes, escorias finamente molidas procedentes de hornos altos, residuos de pizarras bituminosas, arena finamente molida, etc.; los bloques deberán endurecerse por la acción del vapor a presión.

Se admitirán tres calidades, en función de su resistencia a la compresión:

— 1.º calidad ... ... ... ... resistencia superior a 50 kp/cm²;
— 2.º calidad ... ... ... ... resistencia superior a 25 kp/cm²;
— 3.º calidad ... ... ... ... resistencia superior a 15 kp/cm².

### III.2.5.3. BLOQUES HUECOS DE CAL

Podrán tener gran dimensión, siempre que sean manejables con dos manos y quedar cerrados por cinco de sus caras. Los orificios o perforaciones irán repartidos en la base de asiento, en cuatro hileras como mínimo y en forma encontrada o contrapuesta de una hilera a otra. Se evitará que los tabiquillos de separación de las celdas estén en prolongación unos de otros. Las paredes exteriores del bloque han de tener un espesor mínimo de 20 mm.

Sus caras laterales llevarán entalladuras para favorecer el agarre con el mortero en las llagas.

# III.3. PIEDRAS DE CANTERIA

# III.3.1. CONDICIONES GENERALES DE LAS PIEDRAS NATURALES

Cualquier tipo de piedra natural destinada a obras de cantería en edificación, deberá cumplir las siguientes condiciones generales:

# - Aspecto y textura

Se presentarán limpias de barro, yeso o de cualquier materia extraña que pueda disimular los defectos o arreglos efectuados en las mismas.

Carecerán de grietas, pelos, coqueras, restos orgánicos incluidos en su masa, nódulos o riñones, blandones, oquedades, etc., y no deberán estar dañadas por causa de los explosivos empleados en su extracción.

La comprobación de la existencia de estos defectos en su masa podrá efectuarse apreciando el sonido producido al ser golpeadas por medio de la maceta o martillo.

# - Homogeneidad

Serán compactas, y dentro de una misma unidad de obra, cuando no se especifique nada en contra, serán de grano homogéneo y de la misma clase de piedra. Si fuese preciso asegurar dicha homogeneidad, podrá comprobarse ésta mediante la determinación de la densidad aparente de 10 piedras tomadas al azar, por el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.3.1; la densidad de cada piedra no deberá diferir en más de un 5 % del valor medio.

#### - Absorción

La absorción al agua será tal que, sometidas las piedras al método de ensayo que se especifica en el Apartado V.3.2, el coeficiente  $\alpha$  de absorción normal no sea superior a 4.5 %.

# - Heladicidad

Cuando, por su situación, la obra de fábrica pueda estar sometida a efectos de heladicidad, las piezas de la cantería, sometidas al método de ensayo que se especifica en el Apartado V.3.3, deberán dar un resultado favorable.

# - Resistencia al fuego

Si se prevé que las piezas de cantería van a estar sometidas a altas temperaturas (chimeneas, hogares, etc.), no deberán perder más de un 5 % de su resistencia después de ensayadas por el método que se especifica en el Apartado V.3.4.

# Dureza

Las piedras reunirán las condiciones de labra en relación con su clase y destino, debiendo, en general, ser trabajables con los medios habituales de cantería en obra. En casos determinados, podrá el Director de obra exigir que reúnan condiciones especiales para la labra de adorno y para su pulimento o, incluso, que posean una resistencia determinada a la percusión o al desgaste por rozamiento. Dicho desgaste podrá determinarse por el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.3.5.

#### - Adherencia

La superficie de las piedras que haya de quedar en contacto con el mortero de agarre será suficientemente rugosa para que ofrezca una adherencia capaz de resistir un esfuerzo a la tracción, en la junta entre mortero y piedra, no inferior a 2 kp/cm² a los 28 días.

# Características mecánicas

Las características mecánicas de la piedra: resistencia a flexión y compresión, podrán obtenerse mediante los métodos de ensayo que se incluyen en el Apartado V.3.6.

Para los granitos, calizas y areniscas se señalan más adelante (Apartado III.3.2) los valores mínimos de su resistencia a compresión.

#### - Otras características

Cuando no se determine su procedencia ni se conozca el comportamiento de las piedras, podrá exigirse la presentación de muestras para la comprobación de sus características mediante ensayos de laboratorio.

# III.3.2. CONDICIONES PARTICULARES DE ALGUNOS TIPOS DE PIEDRA

#### III.3.2.1. GRANITOS

Las piezas de esta clase serán de grano fino y compactas, y de color uniforme.

No se permitirá el empleo de granitos que presenten síntomas de descomposición de sus feldespatos característicos. Se rechazarán también los granitos abundantes en feldespato y mica, por ser fácilmente descomponibles.

Será facultad del Director de la obra el rechazar aquellas piedras que, cumpliendo las condiciones generales, presenten gabarros en número, tamaño o situación que sean estéticamente inaceptables.

La resistencia característica a la compresión no será inferior a 1.000 kp/cm².

Dicha resistencia característica podrá determinarse por el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.3.6.

A efectos de cálculo podrá tomarse como peso específico del granito 2.600 a a 3.000 kg/m<sup>3</sup>.

#### III.3.2.2. CALIZAS

Las piedras de esta clase serán de grano fino y color uniforme.

La composición de la caliza dependerá de su procedencia, rechazándose aquellas que contengan sustancias extrañas en cantidad suficiente para llegar a caracterizarlas.

Atendiendo a esta condición, no se admitirán las excesivamente bituminosas y que acusen el betún por su color oscuro y su olor característico.

Serán, asimismo, desechadas las que contengan demasiada arcilla, por su característica heladicidad y su disgregación fácil en contacto con el aire.

La resistencia a compresión será superior a 300 kp/cm². Para la determinación de la resistencia se efectuará el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.3.6.

A efectos de cálculo podrá tomarse como peso específico de la caliza 2.000 kg/m<sup>3</sup>.

# III.3.2.3. ARENISCAS

Su color podrá ser variable entre el blanco y el ligeramente coloreado de amarillo, rojo, gris verdoso, etc., de acuerdo con los arrastres sufridos por la arena antes de constituirse la piedra, y serán ásperas al tacto.

Serán preferidas, por sus mejores cualidades de dureza, compacidad y resistencia a los agentes atmosféricos, las areniscas constituidas por granos de sílice. Se desecharán las areniscas con aglutinantes arcillosos, por ser generalmente muy descomponibles, pudiéndose comprobar la existencia de la arcilla por el olor que acusa la arenisca al ser humedecida.

En general, deberá evitarse el empleo de esta clase de piedra sin previo análisis y ensayo de sus condiciones de naturaleza, resistencia mecánica y resistencia a la heladicidad. La resistencia característica a compresión no deberá ser inferior a 100 kp/cm², ensayada según se especifica en el Apartado V.3.6.

# III.4. ADOBES

Los adobes podrán prepararse a pie de obra. Las dimensiones y características se ajustarán a las necesidades y tipo de obra y deberán ser homogéneas todas las piezas de una partida destinada a una misma unidad de obra.

Su masa deberá comprender fibras vegetales —paja, acículas de pino, etc.— que le confieran, al adobe, la necesaria estabilidad de volumen y evite la formación de grietas. Podrán ser consolidados a base de cal o cemento. Antes de su utilización en obra deberán secarse y curarse al sol.

#### III.5. TAPIALES

# III.5.1. CONDICIONES GENERALES DE LAS TIERRAS

En la tierra destinada a la construcción de tapiales no debe existir granos de diámetro superior a 20 mm. Cuando existan dichos granos deberán eliminarse por cribado.

En la composición granulométrica y grado de finura de dichas tierras se podrán distinguir los siguientes tipos, en función del tamaño de los granos:

— Arcillas	$\emptyset < 0,002 \text{ mm}.$
— Limos	$0,002 < \emptyset < 0,5$ mm.
— Arenas	$0.5 < \emptyset < 5$ mm.
— Gravilla	5 < Ø < 20 mm.

La determinación de la granulometría podrá realizarse mediante las especificaciones que figuran en el Capítulo «MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIONES».

La resistencia característica  $\sigma_k$ , en kp/cm², de cada tipo de tapial podrá obtenerse mediante el método de ensayo que se especifica en el Apartado V.4.1.

# III.5.2. CONDICIONES PARTICULARES DE LAS TIERRAS PARA CADA TIPO DE TAPIAL

# III.5.2.1. TAPIALES DE BARRO

Las tierras para tapiales de barro no requieren condiciones especiales, con tal que el contenido de arcilla y limos esté comprendido entre el 30 y el 60 %. Dicho contenido podrá determinarse mediante el método de ensayo simplificado que se especifica en el Apartado V.4.2.

#### III.5.2.2. TAPIALES CONSOLIDADOS

Las proporciones en que han de intervenir los granos de los diferentes tamaños en los tapiales consolidados, deben oscilar entre los siguientes límites:

	96		
— Arčilla	10 a 40		
— Limo	20 a 40		
— Arena	10 a 40		
— Gravilla	10 a 20		

El contenido de la arcilla y limos, determinado por el método de ensayo simplificado que se especifica en el Apartado V.4.2, no superará el 45 %.

En el caso de que las tierras no ofrezcan una granulometría adecuada, podrán mejorarse por cribado, por adición del tamaño de granos que le falte, o por mezclas con otras tierras, con tal de garantizar la homogeneidad de la mezcla.

Deberá evitarse que las tierras tengan restos de materiales orgánicos. Para ello, se emplearán preferentemente las que hayan tenido un tratamiento en pudridero, es decir, que deben arrancarse en otoño, mejorarse por cribado, adición o mezcla, y no ser empleadas hasta primavera, dejándolas en montones expuestas a la acción de la lluvia, la nieve y el asoleo.

# III.5.2.3. TAPIALES ESTABILIZADOS

Las tierras para tapiales estabilizados deberán cumplir las siguientes propiedades:

— Granulometría:	Contenido máximo de arcillas y limos, se-					
- Granulometría:	gún método de ensayo V.4.2	30 %				
	Contenido de arena	más del 33 %.				

-	Indice de	plasticidad	(*)	
	(IP = LL -	– LP)		

entre el 6 y 22 %, con un límite líquido inferior al 40 %. El límite plástico no debe ser inferior al 10 % ni superior al 25 %, siendo recomendable que esté comprendido entre el 12 y el 20 %.

_	Contenido óptimo de humedad referido al peso seco y determi-	
	nado por medio del ensayo «proc-	
	tor»	entre el 10 y el 14 %.

# III.5.3. ADICIONES EN LOS TAPIALES

Los diferentes tipos de adición, empleados en la construcción de tapiales, podrán ser los siguientes y se ajustarán a las prescripciones que se indican:

- «Fibras vegetales» de paja de trigo, heno o cebada; acículas de pino, etc.: Han de estar cortadas en trozos uniformes de pequeña longitud, por lo que serán preferibles las pajas de máquina a las de trilla.
- (\*) La determinación de los límites líquido y plástico podrán determinarse mediante los métodos de ensayo que se especifican en las Normas UNE 7 002 y UNE 7 006.

- «Garrofo o cascote»: La granulometría debe ser ádecuada a las tierras con que se mezcla. La cantidad de garrofo empleado no será nunca superior al 15 % de volumen de la tierra.
- «Estabilizadores impermeabilizantes»: Pueden estar constituidos por asfalto y betún, mezclados con las tierras por riego en estado líquido, y en cantidades comprendidas entre el 10 y el 15 % del peso de la tierra, con objeto de conseguir tapiales estabilizados.
- «Estabilizadores conglomerantes»: Pueden estar constituidos por los conglomerantes de cal o cemento, en cantidades comprendidas entre el 5 y el 10 % del peso de la tierra. Cuando se emplee la cal, ésta deberá haber sido apagada, al menos, 24 horas antes de su empleo. Si se emplea cemento solo, deberá añadirse en el momento en que vaya a utilizarse la tierra para la ejecución del tapial.

# III.6. MATERIAL DE AGARRE

# III.6.1. COMPONENTES DE LOS MORTEROS

Los cementos, yesos, cales, arenas, aguas y aditivos que se empleen en la confección de los materiales de agarre o morteros, se ajustarán, en general, a las prescripciones que se fijan, para cada uno de estos materiales, en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES».

En particular, para la utilización de los conglomerantes y aditivos podrán tenerse en cuenta las recomendaciones que se especifican a continuación:

# III.6.1.1. CEMENTOS

# RECOMENDACIONES PARA EL EMPLEO DE LOS DISTINTOS TIPOS DE CEMENTO EN LA CONFECCION DE LOS MORTEROS

TIPO DE CEMENTO	RECOMENDACION
Portland P-250	Se recomienda su empleo en general.
Portland P-350	Sólo recomendable para morteros M-160. No se utilizará con ladrillos, bloques o piedras de resistencia inferior a R-200. No indicado con dosificaciones altas, que pue den producir fisuras por retracción.
Portland P450	No recomendable, excepto en casos muy especiales y to mando las precapciones necesarias para evitar la fisu ración por retracción.
De adición A-150	Puede emplearse para morteros M-40 o de resistencia inferior.
PAS 250 PAS 350	Indicados solamente para fábricas enterradas en con tacto con terrenos o aguas selenitosas.
Siderúrgicos	Puede emplearse, pero existe peligro de desigualdades de coloración en los morteros.
Puzolánicos	Se recomienda su empleo. Sus morteros presentan en ge neral mayor plasticidad que los de cemento portland
Naturales	Indicado para morteros de baja resistencia. Salvo expe rimentación previa, no se mezclará con otros conglo merantes.
Aluminoso	No admisible para morteros.

# III.6.1.2. YESOS

En obras de fábrica deberán emplearse las siguientes clases de yeso:

- Yeso de segunda.
- Yeso de primera.
- Escayola.

Se admiten en los de primera y segunda los dos tipos: rápidos y lentos, según su tiempo de fraguado, con sus categorías correspondientes.

Los yesos de segunda se emplearán, preferentemente, en la construcción de tabiques, bóvedas, enrasillados y tendidos; los de primera, en blanqueos, estucados y trabajos de acabado; las escayolas, en vaciados, estucados muy finos, molduras de perfiles delicados, fabricación de moldes y fines especiales.

#### III.6.1.3. CALES

# III.6.1.3.1. CALES AEREAS

Pueden emplearse en obras de fábrica los dos tipos de cales aéreas que se admiten en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES»: cal aérea I y cal aérea II.

El empleo preferente de cada tipo será el siguiente:

- CAL AEREA I: Revocos, blanqueos y acabados.
- CAL AEREA II: Trabajos toscos y morteros para sentar fábricas.

#### III.6.1.3.2. CALES HIDRAULICAS

Pueden emplearse en obras de fábrica los tres tipos de cales hidráulicas que se admiten en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES»: cal hidráulica I; cal hidráulica III, y cal hidráulica III.

El empleo de cada uno de estos tipos vendrá fijado por la resistencia mecánica requerida en cada caso.

# III.6.1.4. CONTENIDO DE MgO

El óxido magnésico (MgO) libre en el mortero puede prolongar la hidratación del conglomerante durante varios años y producir una expansión del mismo, con el consiguiente peligro de aparición de fisuras en la fábrica; por lo que debe limitarse el contenido de MgO en el cemento y en la cal.

A este fin, se establecen las siguientes limitaciones:

- Contenido máximo de MgO en el conglomerante ... ... ... ... ... 5 % .
- Expansión máxima en autoclave de los cementos y cales para morteros. 1 % .

# III.6.1.5. ADITIVOS

En obras de fábrica resistentes no podrán emplearse aditivos en los morteros que puedan disminuir la resistencia prevista para éstos, por lo que el fabricante deberá garantizar que el producto que suministra, añadido en las proporciones que indique, no produce dispersiones imprevistas en la resistencia del mortero.

Las características mecánicas de los morteros con el producto de adición podrán obtenerse mediante ensayos realizados en laboratorio especializado.

En general, en las obras de fábrica es recomendable recurrir al empleo de morteros de plasticidad grasa (Apartado III.6.2.3) en sustitución de los aditivos. Sin embargo, pueden emplearse éstos, en ocasiones, para mejorar la plasticidad o para retener el agua de hidratación necesaria para el fraguado y endurecimiento, especialmente en fábricas ejecutadas con materiales muy porosos. No obstante, su utilización requerirá la aprobación expresa del Director de obra.

Los aditivos más frecuentemente empleados en obras de fábrica son los impermeabilizantes, y su aplicación puede efectuarse:

- bien en la masa de la pasta de los morteros;
- bien en la superficie.

Los hidrófugos de masa pueden presentarse en forma líquida para mezclar con el agua de amasado, o en pasta o polvo soluble en dicha agua de amasado.

Pueden emplearse, también, plastificantes finos, como: bentonita, kieselgur o puzolana.

En cualquier caso, deberán ser estables, tanto durante su período de almacenamiento como después de su utilización a través del tiempo y de los cambios de temperatura.

Los hidrófugos de superficie deberán ajustarse a las prescripciones que se recogen en el Capítulo «AISLAMIENTOS».

# III.6.2. MORTEROS

Para caracterizar un mortero se expresará su dosificación, resistencia y plasticidad.

# III.6.2.1. DOSIFICACION

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

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

# III.6.2.2. RESISTENCIA MECANICA DE LOS MORTEROS

La resistencia a compresión de un mortero, expresada en kp/cm², vendrá definida por el valor medio  $\sigma_m$  de los resultados obtenidos del ensayo de 3 probetas de  $4\times4\times16$  cm, con edad de 28 días, conservadas en ambiente húmedo a 15°C y bajo carga repartida sobre una superficie de  $4\times4$  cm tomada sobre una de las caras mayores, según se especifica en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES».

La resistencia a tracción de los morteros, expresada en kp/cm², podrá obtenerse sobre probetas de las mismas dimensiones y características especificadas anteriormente, realizando el ensayo de flexión según se indica también en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES».

# III.6.2.3. PLASTICIDAD Y CONSISTENCIA

La plasticidad de los morteros vendrá dada en función del contenido de cal y de finos en la arena (\*), pudiéndose distinguir las tres clases siguientes:

- Plasticidad grasa: plasticidad correspondiente a un mortero confeccionado con:
  - cal, cemento y arena con contenido de finos de 0 a 15 %;
  - cemento y arena con contenido de finos de 7 a 15 % (arena de miga).
- Plasticidad sograsa: plasticidad correspondiente a un mortero confeccionado con cemento y arena con 0 a 7 % de finos, y un aditivo aireante plastificante.
- Plasticidad magra: plasticidad correspondiente a un mortero confeccionado con cemento y arena con 0 a 7 % de finos, y sin aditivo.

La consistencia podrá determinarse midiendo el asentamiento en el cono de Abrams, o el escurrimiento en la mesa de sacudidas.

# III.6.2.4. MORTEROS TIPO

Como resistencia a compresión de los morteros tipo, que se definen en la tabla III.6.2.4 A en función de su dosificación, podrán tomarse los valores que, a modo de orientación, se dan en la tabla III.6.2.4 B, siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los componentes se ajustan a las condiciones a que se refiere el Apartado III.6.1.
- La línea granulométrica de la arena queda comprendida entre los límites máximo y mínimo que se señalan en el gráfico incluido a continuación.
- La plasticidad de los morteros se ajusta a alguna de las tres clases señaladas en el Apartado anterior.

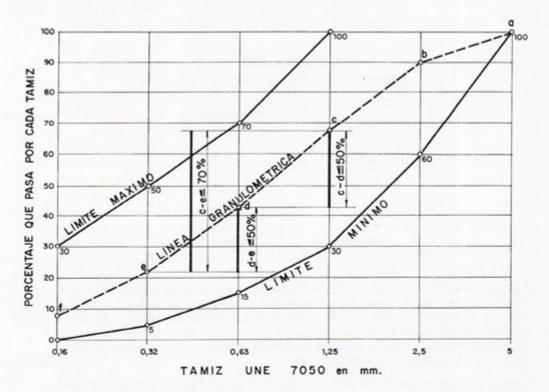


Gráfico III.6.2.4. CONDICIONES PARA LA LINEA GRANULOMETRICA DE UNA ARENA DESTINADA A LA CONFECCION DE MORTEROS TIPO

TABLA III.6.2.4 A
DOSIFICACION DE MORTEROS TIPO

		PARTES, EN VOLUMEN DE CONJUNTO, DE:					
MORTERO TIPO		Cemento P-250	Cal aérea	Cal hidráulica	Arena		
M-5	a	1	_	-	12		
IVI-3	b	1	2	_	15		
M-10	a	1	-	-	10		
M-10	b	1	2	_	12		
	a	1	_	_	8		
M-20	b	1	2	_	10		
	c	_	_	1	. 3		
M-40	a	1	_	_	6		
M-40	b	1	1	_	7		
M-80	a	1	_	_	4		
141-00	ь	1	1/2	-	4		
V 1/0	a	1	_	-	3		
M-160	b	1	1/4	_	3		

TABLA III.6.2.4 B
RESISTENCIAS DE MORTEROS TIPO

MORTERO TIPO	RESISTENCIA (kp/cm²)			
M-5	5			
M-10	10			
M-20	20			
M-40	40			
M-80	80			
M-160	160			

Por otra parte, la consistencia, determinada midiendo el asentamiento en el cono de Abrams, será de  $17\pm2$  cm. Si se determina la consistencia en la mesa de sacudidas, el escurrimiento será de 110 a  $125\,\%$ . No se producirá segregación de los componentes de mortero, de manera que dos muestras obtenidas de lugares distintos de la masa, al cabo de algún tiempo, presenten, en todos los casos, la misma proporción de conglomerante, arena y agua.

Cuando se emplee una de las dosificaciones tipo contenidas en la tabla III.6.2.4 A, bastará expresar, para su designación, el tipo de mortero indicado en ella. Así el mortero del ejemplo del Apartado III.6.2.1 se expresará M 20-b.

# IV. Ejecución

En la ejecución de toda unidad de obra de fábrica deberán tenerse en cuenta las prescripciones que se señalan en el Apartado IV.1 para asegurar un replanteo y determinación de cotas de nivel adecuado, así como las que se recogen en los Apartados IV.2, IV.3 y IV.4, referentes a la recepción de los materiales, preparación de los morteros y ejecución propiamente dicha de los distintos tipos de muros: muros de fábrica de ladrillo, muros de fábrica de bloques, muros de cantería, tapiales, muros resistentes, muros de cerramiento, muros de distribución o tabiques, etc.

Análogamente, en los Apartados IV.5, IV.6 y IV.7 se señalan las prescripciones a que se deben ajustar otros tipos de obra de fábrica, como los arcos, bóvedas, cúpulas y fábricas armadas.

Para cualquier tipo de obra de fábrica deberán tenerse en cuenta, además, las prescripciones recogidas en IV.8 en prevención de las eflorescencias. Para las fábricas vistas, se recogen en los Apartados IV.9 algunas prescripciones relativas a su protección.

# IV.1. REPLANTEO Y DETERMINACION DE COTAS DE NIVEL

Antes de iniciar la ejecución de cualquier obra de fábrica, se efectuará su replanteo de forma que las dimensiones referidas a un origen previamente definido o las distancias entre elementos parciales queden dentro de las tolerancias que se fijan el cuadro IV.1, que se incluye a continuación. Igualmente se determinarán los distintos niveles de acuerdo con las cotas señaladas en proyecto y referidas al nivel previamente definido en el mismo o que indique el Director de obra y ajustándose a las tolerancias que se recogen en el mismo cuadro.

TABLA IV.1
TOLERANCIAS DE EJECUCION

	En distancias		The		-	En alturas		En espesor	
Tipos de obras de fábrica	Refe- ridas al origen previa- mente defini- do (mm)	Entre ejes de ele- mentos par- ciales (mm)	En dis- tancias entre ejes de huecos	En luces de huecos	En longitud de muro entre dos huecos	Entre ele- mentos estruc- turales (mm)	Entre ele- mentos no estruc- turales (mm)	En más (mm)	En menos
Fábricas de ladrillo o bloques									
Cimientos	± 20	± 10	-	_	-	_	± 15	+ 15	- 0
Muros	± 20	± 10	± 20	± 20	- 20	± 25	± 15	+ 15	-10
Pilares	± 20	± 10	-	_	_	± 25	± 15	+ 10	- 0
Mamposterias									
Cimientos	± 30	± 20		_	_	_	± 25	+ 30	- 20
Muros	± 30	± 15	± 20	+ 20	- 20	± 30	± 15	+ 20	-10
Machones	± 25	± 10	_	_	_	± 25	± 15	+ 20	-10

## IV.2. RECEPCION DE LOS MATERIALES

#### IV.2.1. CONGLOMERANTES

A la recepción se comprobará que las características que figuran en los albaranes del conglomerante a granel, o en los sacos, corresponden a las especificadas en el proyecto y, si se juzga preciso, se realizará un muestreo para la comprobación de características, que deberán ajustarse a las exigidas para estos materiales en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES».

Se recomienda conservar el cemento en silos. Los conglomerantes envasados se conservarán en locales cubiertos, secos y ventilados. La cal viva debe conservarse bien resguardada de la humedad y la cal apagada debe conservarse húmeda y al resguardo del aire. Puede conservarse en sacos herméticos o en balsas de agua.

#### IV.2.2. ARENAS

A la llegada a obra, las arenas se descargarán en zonas de suelo seco convenientemente preparadas para este fin, en las cuales se puedan conservar limpias de impurezas, como polvo, tierra, pajas, virutas, etc.

Si lo juzga preciso el Director de obra se realizará un muestreo para la comprobación de sus características en laboratorio, que deberán ajustarse a las prescripciones fijadas para este material en el Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMI-GONES».

En la puesta en obra de las arenas, para la confección de los morteros, deberá tenerse en cuenta la humedad que puedan comprender y determinar la consistencia (ver Apartado III.6.2.4).

#### IV.2.3. LADRILLOS

Se recomienda que en fábrica se realice el empaquetado de los ladrillos mediante flejes de acero y se coloquen sobre bateas para su transporte a obra y facilitar la carga y descarga por medios mecánicos y sin peligro de fisuración o rotura.

Si no llegan a pie de obra sobre bateas y en las condiciones señaladas, deberá procederse a su descarga a mano, apilándolos en rejales formando roscas de ladrillo colocado a sardinel, superpuestas y con las extremidades del rejal en hiladas horizontales para evitar su vuelco.

En cualquier caso, deberá evitarse la descarga de los ladrillos mediante el vuelco directo de la caja del vehículo transportador.

Al recibir los ladrillos en obra, se comprobará que las características reseñadas en el albarán de la remesa corresponden a las fijadas en el proyecto y, si se juzga preciso, se realizará un muestreo para la comprobación de características en laboratorio.

## IV.2.4. BLOQUES

Al llegar los bloques a la obra se verificará que las características reseñadas en el albarán de la partida corresponden a las especificadas en proyecto y, si se juzga preciso, se realizará un muestreo para la comprobación de dichas características.

Los bloques han de recibirse en obra con una edad mínima de 28 días y secos, a fin de evitar que continúen su proceso de secado una vez construido el muro. En caso de bloques curados al vapor o por otro sistema especial de aceleración de

endurecimiento, podrá reducirse la edad en función del sistema de fabricación, hasta un mínimo de 72 horas, y siempre que se cumplan las condiciones de resistencia mínima exigidas.

Los bloques no deberán presentar una absorción de agua superior al 40 % de su capacidad de absorción total cuando se van a utilizar en zonas en que la humedad relativa del aire oscile entre el 60 y el 70 % y, para ello, se recomienda efectuar el pedido al fabricante con la suficiente antelación. Una vez los bloques a pie de obra, han de tomarse las debidas precauciones para conservarlos secos, es decir, protegidos de la lluvia, de la humedad del suelo, y disponiendo en vertical sus huecos para favorecer las corrientes de aire por su interior.

Los bloques se descargarán y apilarán de forma que se evite el desportillamiento, agrietado o rotura de las piezas.

#### IV.2.5. PIEDRAS DE CANTERIA

Cuando la piedra se haya de recibir con los trabajos de labra ejecutados, el transporte deberá realizarse de manera que se garantice la integridad de las piezas, evitando los golpes o roces que puedan producir roturas, desconchones o desperfectos en los trabajos de labra.

Si las dimensiones de los sillares o mampuestos alcanzan grandes dimensiones, se deberá recurrir al empleo de dispositivos especiales que permitan su fácil elevación y transporte, tales como: castañuelas (también llamadas gripias o clavijas); tijeras; tenazas; y hondillas. Pueden dejarse también, en ambos paramentos, salientes en forma de cubos que permitan coger la piedra fácilmente y, una vez sentada, entallarla para eliminar dichos salientes.

Para el transporte horizontal pueden emplearse rodillos, generalmente de madera, impulsando a la piedra por medio de palancas; plataformas, con ruedas de llanta muy ancha y de pequeño diámetro; o trineos, que se deslizan por el suelo arcilloso, previamente humedecido.

Cuando la piedra se reciba en obra sin los trabajos de labra ejecutados, no serán necesarias tantas precauciones, pero deberá evitarse la rotura de las piezas y se procederá a la ejecución de dichos trabajos de acuerdo con las prescripciones de los Apartados IV.4.2.3.1.

## IV.3. PREPARACION DE LOS MORTEROS

## IV.3.1. PRESCRIPCIONES GENERALES

Los diferentes tipos de mortero se ejecutarán de acuerdo con la dosificación especificada en proyecto y ajustándose a las prescripciones del Capítulo «PASTAS, MORTEROS Y HORMIGONES», y a lo establecido para el material de agarre en los Apartados III.6, debiendo el contratista disponer de un cono de Abrams en la obra para determinar la consistencia, que deberá mantenerse entre los límites establecidos .

Para fábricas de bloques se recomienda el empleo de los morteros tipo «M-20 b» y «M-40 b» (Apartado III.6.2.4.), de cal y cemento; o bien los morteros tipo «M-20 a» y «M-40 a», de cemento, teniendo en cuenta que el mortero debe ser siempre de menor resistencia que el hormigón empleado en el bloque, con el fin de que cualquier movimiento en el muro que llegue a producir grieta no rompa los bloques, sino que produzca la separación de las juntas, fáciles de rejuntar en cualquier momento.

Todos los morteros a emplear tendrán una plasticidad tal, que su asentamiento en el cono de Abrams sea  $17 \pm 2$  cm o, lo que es igual, que su escurrimiento en la mesa de sacudidas esté comprendido entre 110 y 125 %.

Las pastas de yeso sólo podrán emplearse como material de agarre en unidades de obra interiores protegidas de la humedad.

Cuando se emplee cal aérea en terrón, en la ejecución del mortero, deberá apagarse en balsas, colándola a través de cedazos, y se dejará reposar en la balsa durante un tiempo mínimo de 2 semanas. Podrá apagarse también por aspersión, cubriéndola y apilándola en capas alternadas con la arena húmeda que se precise para la ejecución del mortero y conservándola así durante un mínimo de 2 semanas.

Como medida preventiva de las eflorescencias, deberá evitarse el empleo de conglomerantes que lleven sales eflorescentes.

#### IV.3.2. AMASADO DE LOS MORTEROS

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 en seco del conglomerante en polvo y la arena. El amasado de los morteros se realizará preferentemente con amasadora y hormigonera, batiendo el tiempo preciso para conseguir su uniformidad, con un mínimo de 1 minuto.

El amasado a mano no es recomendable. Sin embargo, podrá admitirse en pequeños trabajos, en que no esté justificado el empleo de la amasadora, siempre que se efectúe sobre una plataforma impermeable y limpia y con un mínimo de tres batidos.

#### IV.3.3. TIEMPO DE UTILIZACION

El mortero de cemento se utilizará dentro de las 2 horas inmediatas a su amasado. Durante este tiempo podrá agregarse agua, si es necesario, para compensar la pérdida de agua de amasado. Pasado el plazo de 2 horas el mortero sobrante se desechará, sin intentar volver a hacerlo utilizable.

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

#### IV.4. EJECUCION DE MUROS

## IV.4.1. PRESCRIPCIONES GENERALES

## IV.4.1.1: CONSIDERACIONES PREVIAS

El plano de arranque del muro sobre la cimentación debe prepararse de modo que guarde la debida planeidad y horizontalidad; para ello, es recomendable preparar sobre la cimentación un encadenado o zuncho de arranque, con lo cual el muro quedará al mismo tiempo arriostrado por su parte inferior y protegido de los posibles movimientos del terreno o asientos de la cimentación. Además, deberá dejarse prevista la zarpa para apoyo de la solera en la parte interior. Esta zarpa deberá dejarse, también, en la parte exterior cuando esté prevista la formación de acera. Antes de iniciar la construcción del muro deberá disponerse una barrera impermeable, preparada mediante mortero hidrófugo, plancha de plomo, cartón asfáltico, etc., que impida el ascenso de la humedad del terreno por capilaridad, de acuerdo con las condiciones previstas en el Apartado II.2.1 de las Reglas Gene-

rales de Calidad. Análogas precauciones de impermeabilización deberán adoptarse en el caso de muros de sótano en contacto con el terreno.

En paramentos expuestos a lluvias, nieves y vientos, las juntas deberán ejecutarse empleando un mortero de plasticidad grasa.

#### IV.4.1.2. ELEVACION DEL MURO

Una vez preparado el plano de arranque del muro y hecho el acopio del material, se procederá a materializar el replanteo de dicho muro mediante reglones o miras aplomadas en telares, esquinas, encuentros y cruces en las condiciones que se indican más adelante, para cada tipo de muro, y se iniciará su elevación teniendo en cuenta las prescripciones que figuran en el Apartado IV.4.2 relativas a la puesta en obra de los distintos materiales y, en cada caso, las referentes a los muros de carga, muros de cerramiento, muros de distribución y tabiques que figuran en los Apartados IV.4.3, IV.4.4 y IV.4.5.

## - Muros rectos:

Se comenzará la ejecución por las esquinas, colocando en ellas miras rectas escantilladas con las alturas de las hiladas. Entre ellas se colocarán cuerdas de atirantar bien tensas y en longitudes libres no superiores a 8 m, para evitar flechas. Estas cuerdas servirán de guía para la alineación de paramentos y se irán elevando con la altura de una o varias hiladas para asegurar la horizontalidad de éstas.

#### - Muros en talud:

Las miras deberán llevar la inclinación correspondiente para que tengan la dirección del talud o esviaje del muro y entre ellas se colocarán las cuerdas de atirantar que sirvan de guía de forma análoga a la establecida para los muros rectos.

#### - Muros curvos:

En los muros curvos, con o sin talud, se materializará la línea curva que ha de servir de directriz para el replanteo del muro. Este trazado se hará con la mayor precisión posible, determinando los centros de curvatura y radios de los distintos arcos, en planta, y señalando los puntos que se consideren necesarios para la colocación de las miras o reglas directrices, que deberán coincidir con las generatrices del paramento del muro. En lugar de cuerdas de atirantar convendrá emplear reglas aplantilladas.

Si el muro además de curvo fuera inclinado o en talud, sólo variará la colocación de las miras que deberán llevar la inclinación correspondiente.

Cuando la fábrica se suba con andamio apoyado en la misma se admitirá dejar en ella pequeños huecos, o mechinales, si es necesario jabalconando dos ladrillos o colocando uno tabicado para apoyar en ellos los brazos del andamio.

#### IV.4.1.3. TOLERANCIAS

En fábricas vistas, la tolerancia máxima de desviación de los tendeles será de 0,5 cm por metro, y la falta de verticalidad de las llagas no será superior a la tolerancia de la pieza empleada (ver en III. «MATERIALES», las «Características geométricas» de cada material).

Se prestará especial cuidado al «pañeado» o planeidad de «paramentos» o «haces», comprobándolo mediante una regla de canto colocada en distintas posiciones. En fábricas vistas no se tolerarán flechas superiores a 0,5 cm, medidas con reglones de 2 m de longitud.

#### IV.4.1.4. INTERRUPCION DE LOS TRABAJOS

Cuando, por cualquier motivo, haya que suspender los trabajos de construcción de un muro de fábrica, se dejará ésta con las diferentes hiladas formando entrantes y salientes —adarajas y endejas—, a manera de redientes, para que al continuar la fábrica se pueda conseguir una perfecta trabazón de la nueva con la antigua. También podrá dejarse interrumpida la fábrica en ejecución, formando un escalonado continuo en las hiladas de manera que la junta corte en diagonal y escalonadamente toda la altura del muro.

## IV.4.1.5. PROTECCION DURANTE LA EJECUCION

#### - Protección contra la lluvia

Cuando se prevean o empiecen a producirse lluvias, se protegerán las partes recientemente ejecutadas —con material plástico u otro medio adecuado—para evitar la erosión y lavado de las juntas de mortero.

#### - 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 48 horas anteriores, y se demolerán las partes dañadas.

Si hiela al 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 una helada durante la noche siguiente a una jornada, se tomarán análogas precauciones.

## - Protección contra el calor

En tiempo extremadamente seco y caluroso se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, y una vez fraguado el mortero, y durante 7 días, se regará abundantemente para que el proceso de endurecimiento no sufra alteraciones, y al objeto de evitar fisuraciones por retracción o bajas resistencias del mortero.

#### IV.4.1.6. ARRIOSTRAMIENTOS DURANTE LA CONSTRUCCION

Durante la construcción de los muros, y mientras éstos no hayan sido estabilizados, según el caso, mediante la colocación de la viguería, cerchas, forjados, etc., se tomarán las precauciones necesarias especificadas en el Apartado II.1.1.2.1.2, para que si sobrevienen fuertes vientos no puedan ser volcados. Para ello, se arriostrarán los muros a los andamios si la estructura de éstos lo permite, o bien se apuntalarán con tablones o puntales oblicuos, cuyos extremos quedarán bien asegurados.

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

## IV.4.1.7. ROZAS

Sin autorización expresa del Director de obra, en muros de carga se prohibe la ejecución de rozas horizontales no señaladas en los planos.

Siempre que sea posible se evitará hacer rozas en los muros, permitiéndose únicamente rozas verticales o de inclinación no inferior a 70°, y siempre que su profundidad no exceda de 1/6 del espesor del muro.

#### IV.4.1.8. REJUNTADO Y PAÑEADO

Antes de que termine el proceso de endurecimiento del mortero, deberá procederse al rejuntado. Este se hará presionando con el llaguero lo suficiente para que el mortero se adhiera a las piezas de ambos lados de la junta; de esta forma, el rejuntado ayudará a cerrar las grietas que hubiesen quedado entre el mortero de juntas.

Si, por alguna razón, fuese preciso repasar alguna junta después que el mortero hubiese endurecido, se recurrirá al «retundido»: operación que consiste en la extracción del mortero de las llagas o tendeles a golpe de cincel, hasta una profundidad superior a 1 cm, reemplazándolo por otro mortero fresco, de forma que todas las juntas queden uniformes y bien recortadas.

Cuando la fábrica haya de ser ejecutada con ladrillo macizo y haya de quedar vista podrán corregirse, previamente, los posibles defectos de los ladrillos mediante su agramillado, a fin de evitar deficiencias posteriores de pañeado en la superficie vista. Dicho agramillado consistirá en el corte y apomazado de los ladrillos hasta conseguir que éstos queden uniformes en dimensiones, aristas y forma.

Terminada la ejecución del muro con el retundido y repaso de las llagas, deberá efectuarse la limpieza general de todo el paramento.

Podrá prescindirse del llagueado de juntas cuando la fábrica haya de ir enfoscada o revestida exteriormente.

## IV.4.1.9. APLICACION DEL REVESTIMIENTO

Una vez ejecutada la obra de fábrica debe esperarse un cierto tiempo antes de aplicar el revestimiento (enfoscados, revocos, etc.), a fin de que pueda tener lugar la mayor parte de la retracción, evitándose, así, la aparición de grietas debidas a dicha retracción. A este fin, es recomendable también que los revestimientos y enlucidos humedezcan lo menos posible la obra de fábrica. Esto puede lograrse empleando plastificantes (reductores de agua) en la composición del mortero.

## IV.4.2. PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LA PUESTA EN OBRA DE LOS MATERIALES

#### IV.4.2.1. MUROS DE LADRILLO

## IV.4.2.1.1. PREPARACION DE LOS LADRILLOS

Para la ejecución de obras de fábrica, los ladrillos se humedecerán de tal forma que en el momento de su colocación no ofrezcan una succión capaz de hacer variar sensiblemente la consistencia del mortero al quedar en contacto con ellos (\*).

El humedecimiento podrá realizarse por aspersión, regando abundantemente el rejal hasta el momento de su empleo; o bien por inmersión, introduciendo los ladrillos en una balsa durante unos minutos y apilándolos después para que se oreen y no goteen en el momento de su puesta en obra.

En el caso de muros de gran longitud, y con el fin de evitar la formación de fisuras por la retracción originada durante el secado, es preferible mojar los ladrillos sólo superficialmente (sin saturar) y emplear un mortero de agarre de plasticidad grasa que retenga el agua necesaria para su hidratación.

(\*) La humedad idónea para la puesta en obra del ladrillo es aquella para la que dicho ladrillo presenta una succión, determinada por el método de ensayo especificado en el Apartado V.1.3.2, comprendida entre 0,15 y 0,20 gr/cm² y minuto.

#### IV.4.2.1.2. PUESTA EN OBRA DE LOS LADRILLOS

Los ladrillos se sentarán a restregón sobre buena tortada de mortero y de manera que éste rebose por los tendeles y llagas. En general, tanto los tendeles como las llagas deben ser completas, es decir, macizadas en todo el espesor del muro; pero si se quiere evitar la formación de puentes térmicos convendrá que las juntas sean discontinuas en el espesor de la fábrica, quedando macizadas en dos cordones longitudinales paralelos a las caras, y dejando una cámara de aire intermedia. En cualquier caso, con la paleta se igualarán las juntas, que deberán quedar de las dimensiones y forma especificadas en proyecto.

Las fábricas deberán levantarse, siempre que sea posible, por hiladas horizontales en toda la extensión de la obra. Cuando los muros tengan espesor mayor de un tizón, el frenteado y el doblado de la fábrica se ejecutarán simultáneamente a lo largo de todas las hiladas.

Cada cinco hiladas se ejecutará la operación conocida con el nombre de «fraguado», regándose la parte superior de la fábrica con una lechada, del mismo conglomerante empleado en el mortero, para rellenar y recebar todas las juntas.

#### IV.4.2.1.3. LEYES DE TRABA

Toda unidad de obra de fábrica de ladrillo se ejecutará de acuerdo con el aparejo indicado en el proyecto, o fijado por el Director de obra, teniendo en cuenta las condiciones fijadas para cada tipo de muro en las «Reglas Generales de Calidad» (Apartado II.1.1.2.2.1) y las que se establecen a continuación:

### - Muros doblados:

Las dos hojas se ejecutarán simultáneamente, y se macizará de mortero la junta entre ambas. Se dispondrá el número suficiente de ladrillos a tizón que den unidad a todo el espesor. Por otra parte, el número de ladrillos que atizonen cada plano de enlace no será inferior a 1/4 del total y se colocarán cuidadosamente las bandas, llaves, anclajes, etc., previstas.

## Muros capuchinos:

Las dos hojas se ejecutarán, también, simultáneamente y se colocarán igualmente las bandas, llaves, anclajes, etc., previstas. Las llaves de anclaje se dispondrán al tresbolillo, y su separación entre ejes no será superior a 60 cm (ver fig. II.1.1.2.2.1 c).

## - Muros apilastrados:

Las pilastras se ejecutarán simultáneamente con el muro e irán aparejadas con él.

## Muros de ladrillo trasdosados de hormigón:

Se ejecutará primero la hoja de ladrillo, cuidando el paramento visto y tratando de que el paramento interior de esta hoja presente ladrillos entrantes y salientes para asegurar la adherencia con el hormigón, el cual deberá verterse por tongadas horizontales, sirviendo la hoja de ladrillo de encofrado por una cara.

En cualquier caso se empleará el mayor número posible de ladrillos enteros y se evitará la continuidad de llagas tanto en el interior del muro como en los paramentos, prohibiéndose el enripiado interior con tacos o trozos menores de medio ladrillo.

Los tendeles deberán ser normales al paramento y continuos en todo el espesor.

Ningún ladrillo deberá solapar menos de 1/4 de la longitud de soga, menos una junta sobre el que descansa y al que le sirve de apoyo.

Los solapos normales serán de 1/4, 1/2 y 3/4 de la longitud de soga para que sólo se precisen piezas especiales de 1/2 y 3/4 de ladrillo en los arranques.

Se guardarán las alineaciones de llagas para no perder el solapo.

Se guardarán las alineaciones de tendeles para conseguir la uniformidad de espesores de junta y la rectitud de las mismas.

Los muros que se enlacen en esquina, encuentro o cruce se ejecutarán debidamente trabados entre sí, y simultáneamente siempre que sea posible.

#### IV.4.2.2. MUROS DE BLOQUES

#### IV.4.2.2.1. PREPARACION DE LOS BLOQUES

Debe evitarse, siempre que sea posible, humedecer los bloques antes de la aplicación del mortero de juntas o de los revestimientos. En el caso de utilización de bloques de hormigón ligero o celular, como son muy porosos y absorbentes, es recomendable utilizar morteros de plasticidad grasa que son capaces de retener el agua necesaria para su hidratación.

Debe tenerse en cuenta que la resistencia del mortero no debe ser superior a la del bloque (ver Apartado IV.3.1). Para los bloques de hormigón ligero o celular se recomienda el empleo de un mortero bastardo o un mortero de cal.

#### IV.4.2.2.2. PUESTA EN OBRA DE LOS BLOQUES

#### IV.4.2.2.2.1. BLOQUES CERAMICOS

En la construcción de unidades de obra con bloques cerámicos se seguirán análogas prescripciones a las señaladas para las fábricas de ladrillo, de las que se diferencian, fundamentalmente, en el mayor tamaño de sus piezas.

Los bloques se aparejarán a soga o tizón, no siendo necesario trasdosarse.

En la ejecución de fábricas armadas con bloques cerámicos será preciso asegurar una perfecta adherencia entre la cerámica y el hormigón. Para ello se emplearán hormigones de consistencia blanda o fluida, capaces de compensar la fuerte absorción de agua del material cerámico, y el tamaño del árido será igual o menor a la tercera parte de la dimensión del hueco que van a rellenar.

## IV.4.2.2.2. BLOQUES CONGLOMERADOS

En bloques conglomerados de perforaciones verticales, el espesor de los tabiques suele ser mayor en una cara que en la opuesta, para facilitar su salida de la bloquera. La cara de mayor superficie maciza debe colocarse en la parte superior para favorecer el apoyo del mortero sobre el plano de asiento.

Los bloques huecos de fondo ciego deben colocarse en obra con las bocas abiertas de las celdas hacia abajo.

En el caso de bloques conglomerados de hormigón celular puede recurrirse, cuando sea preciso, a las operaciones de aserrado, clavado, atornillado, taladrado, pulido, encolado, etc. con los útiles corrientes.

#### IV.4.2.2.2.3. BLOQUES DE YESO

Los bloques de yeso deben colocarse bien secos y deben recibirse con yeso o con mortero que comprenda un adhesivo tipo cola. Se evitará el uso de estos bloques en exteriores y en contacto con elementos estructurales de hormigón, salvo que estos elementos estructurales sean previamente tratados con un impermeabilizante, o haya seguridad de que la humedad no puede acceder a las zonas de contacto.

## IV.4.2.2.3. LEYES DE TRABA

Los bloques se colocarán con juntas alternadas de una hilada a otra. Las juntas deben ejecutarse con cuidado y regularidad y de un espesor uniforme del orden de 1 cm.

Con el fin de asegurar la homogeneidad de los muros de fábrica de bloques en las distintas secciones horizontales, deben emplearse en cada hilada bloques de características mecánicas parecidas.

En todas las juntas debe colocarse el mortero en exceso, eliminando el sobrante nada más colocar el bloque en su posición correcta.

En general, en muros exteriores, las juntas horizontales se ejecutarán de forma discontinua en el espesor de la fábrica macizando de mortero, dos cordones extendidos en la proximidad de ambos paramentos. En muros interiores o en aquellos en que no sean de temer los efectos de condensación, el mortero puede extenderse en toda la superficie de la junta.

No obstante, se deberán macizar las juntas horizontales en todo el espesor de la fábrica, en los siguientes casos:

- Sobre los cimientos.
- En pilares.
- Cuando la junta se realice entre un bloque y una pieza distinta.

La fábrica se ejecutará, siempre que sea posible, en tiempo seco y con temperaturas que oscilen entre los 10° y los 25° C. Si no se pudieran conseguir estas condiciones, deberán adoptarse las medidas oportunas para evitar que condiciones extremas de humedad y temperatura puedan influir desfavorablemente en el proceso de endurecimiento del mortero y en la retracción posterior de la fábrica. En caso de excesivo calor deberán humedecerse superficialmente las juntas, y en tiempo frío se recomienda tapar la fábrica recientemente ejecutada con lonas o sacos para mantenerla a la temperatura adecuada.

En cualquier caso, durante la construcción deberá evitarse que pueda penetrar el agua de lluvia por las cavidades o huecos de los bloques.

El mortero tendrá suficiente plasticidad para mantenerse pegado a la arista vertical mientras el bloque se transporta para colocarlo en su posición y, además, tendrá el suficiente cuerpo para resistir el peso de los bloques que se coloquen sobre él durante el endurecimiento.

Cada bloque se nivelará, aplomará y alineará con los demás antes de que el mortero se endurezca.

No deberá corregirse la posición de ningún bloque cuando el mortero haya perdido su plasticidad, con objeto de no romper su adherencia.

Si fuese necesario corregir la posición del bloque, ya colocado, se quitará el mortero y se sustituirá por otro fresco.

#### IV.4.2.3. MUROS DE CANTERIA

#### IV.4.2.3.1. OPERACIONES DE LABRA DE LA PIEDRA

Cuando las piedras se reciban en obra sin haber sufrido las operaciones de labra, debe procederse a su realización de acuerdo con las prescripciones que, para cada operación, se recogen a continuación:

#### IV.4.2.3.1.1. CORTE

Para los trabajos de corte de las piedras deberán utilizarse herramientas y procedimientos idóneos, tales como: punteros, mazas, cuñas y sierras.

Las cuñas deberán introducirse en muescas, previamente hechas con el puntero, para que, al ser golpeadas con las mazas, produzcan el agrietamiento de la piedra.

En rocas blandas y semiduras convendrá utilizar sierras de dientes refrigerados con agua. En rocas duras es más aconsejable el empleo de sierras de hilo o lámina, cuya acción se facilita por la adición de arena dura.

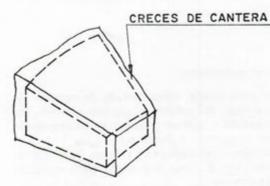
Si la dureza de la piedra lo requiere, convendrá emplear sierras de carborundo o diamante.

En los despieces ordinarios de cantería, salvo indicación expresa del Director de obra, la proporción entre la altura, el tizón y la soga de los sillares no deberá exceder de los valores siguientes:

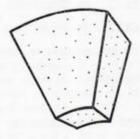
TIPO DE PIEDRA	Alto	:	Tizón	:	Soga
Blandas	1	:	1	:	3
Semiduras	1	:	2	:	4
Duras	1	:	2	:	5
Muy duras	1		2		6

#### IV.4.2.3.1.2 DESBASTE

Se dará a las piedras la forma aproximada que van a tener en la obra, pero cuidando de que las dimensiones sean algo mayores que las definitivas (incrementadas con las «creces de cantera», fig. IV.4.2.3.1.2), teniendo en cuenta que han de sufrir un trabajo de labra posterior.



SOLIDO CAPAZ O CARRETAL



DOVELA LABRADA

Fig. IV.4.2.3.1.2

Para el trabajo de desbaste podrá utilizarse: el cincel, la maceta, el pico de desbastar y la escoda.

Se comenzará labrando con cincel una tira de unos 3 cm de ancho, plana en uno de los bordes de la superficie. Después se hace lo mismo en los otros bordes. El material que quede entre estas fajas, que determinan el plano de la superficie, se quitará con el martillo de desbastar o con cincel. Así se procederá con las demás caras.

En cualquier caso, estas operaciones deberán estar a cargo de obreros especializados.

#### IV.4.2.3.1.3. TALLA

Cuando, por el uso que se vaya a dar a la piedra, esté previsto conseguir una mejor terminación de los trabajos de labra, se recurrirá a su tallado.

Para ello, se igualarán las superficies eliminando las irregularidades que hayan podido quedar después del desbastado y ajustándose, lo más posible, a la forma prevista en proyecto.

Según el grado de perfección a que se llegue, en esta fase, la talla de la piedra podrá ser basta o tosca, media o fina, quedando la interpretación de estos conceptos a criterio del Director de obra.

Estas operaciones de acabado podrán hacerse a mano, mediante el empleo de: cinceles, uñetas, martellinas o bujardas, trinchantes, etc.; o bien con martillo neumático, al que se acopla la herramienta idónea al fin que se persigue.

#### IV.4.2.3.1.4. TALADROS

Cuando esté prevista la realización de taladros para el anclaje de las piedras con grapas metálicas o, simplemente, por fines decorativos, podrán emplearse herramientas, tales como: el puntero, la gubia, la acodadera y los berbiquíes.

## IV.4.2.3.1.5. PULIMENTO

El pulimento, cuando esté previsto, se ejecutará a partir de un tallado fino de la superficie realizado previamente.

Convendrá hacerlo a máquina en sus cuatro fases de: asperonado, apomazado, suavizado y abrillantado; salvo en piezas especiales que, por su molduración o tamaño reducido, exijan realizarlo a mano.

## IV.4.2.3.2. MAMPOSTERIA

## IV.4.2.3.2.1. PUESTA EN OBRA DE LAS PIEDRAS DE MAMPOSTERÍA

Los mampuestos se colocarán en su primera hilada, sobre tortada de mortero de 2 ó 3 cm de espesor y previa limpieza y riego del asiento, regándose también los mampuestos si fuera necesario. Se procederá a sentar primero los mampuestos de los paramentos vistos, con mortero bastardo en dosificaciones de 1:1:6 a 1:1:10, colocándose después los principales mampuestos de relleno, bien ligados entre sí y acuñados con ripios, cuando la clase de obra lo permita, pero cuidando de la correcta trabazón de unas piedras con otras.

Para las esquinas se elegirán las piedras más resistentes y de la mayor longitud posible entre las disponibles y tendrán ligeramente labradas las dos caras que

hayan de formar los paramentos del muro, y su colocación se hará alternando las juntas laterales:

## - Mampostería ordinaria:

Podrán utilizarse mampuestos constituidos por piedras labradas toscamente y se admitirá que aparezca el ripio al exterior si la fábrica va a ser posteriormente revocada.

## - Mampostería careada:

Podrán utilizarse mampuestos constituidos por piedras labradas cuidadosamente en la cara vista y toscamente las demás. Previa autorización del Director de obra, podrán emplearse ripios en el interior del muro, pero no en el paramento.

## — Mampostería concertada:

Se utilizarán mampuestos constituidos por piedras desbastadas por todas sus caras, sensiblemente planas y poligonales. Las líneas de junta verticales deberán ser alternadas, y en ningún caso mediará, entre las juntas de dos hiladas contiguas, una distancia inferior a 20 cm. Sus juntas serán de un espesor máximo de 2 cm, salvo indicación en contra del Director de obra.

No se admitirá el empleo de ripios, y las piedras del paramento exterior se prepararán de tal modo que las caras visibles tengan forma poligonal y que llenen el hueco que dejen los mampuestos contiguos.

Deberá evitarse la concurrencia de cuatro aristas de mampuestos en un mismo vértice.

#### IV.4.2.3.2.2. LEYES DE TRABA DE LA MAMPOSTERÍA

Con objeto de que las unidades de fábrica de mampostería puedan ofrecer las debidas condiciones de resistencia y estabilidad, se ejecutarán de acuerdo con las siguientes leyes de traba:

- En general se procurará conseguir la mayor trabazón posible, evitándose que el espesor de la fábrica quede dividido en hojas y que quede el enripiado del paramento interior en malas condiciones. Los planos de asiento se enrasarán, al menos, cada metro y a ser posible cada hilada.
- Si los mampuestos no tuvieran suficiente cuerpo para constituir por ellos solos el espesor del muro y éste tuviera necesidad de ejecutarse en dos hojas, se trabarán éstas colocando, de trecho en trecho, «llaves» o «perpiaños» de mucha cola, que atizonen todo el espesor. Si, por el contrario, los mampuestos tuviesen mucho volumen, deberán partirse para conseguir la regularización de la fábrica.
- Si el espesor de la fábrica fuera muy grande y no pudiera abarcarse con una sola piedra, se colocarán dos o más, alternadas, que alcancen más de la mitad de su espesor, y, en caso de que lo juzgue necesario el Director de obra, se engatillarán por sus colas con anclajes metálicos o abrazaderas especiales.
- En estos muros de gran espesor se dejarán, asimismo, mampuestos de resalto, de modo que formen llaves verticales que enlacen la hilada construida con la que se va a colocar encima.
- Las mismas precauciones de buena trabazón anteriormente señaladas se aplicarán, indispensablemente, a la ejecución de ángulos y esquinas. A este fin, se emplearán en esta parte de las fábricas de mampostería, las piedras de

mayor tamaño de que se disponga y cuya altura corresponda a la que tenga la hilada.

- Dada la gran variedad de aspectos que puede conseguirse en los paramentos de una fábrica de mampostería, el constructor realizará una muestra de 1 m², como mínimo, para su aprobación por el Director de obra.
- Las uniones de mampostería antigua con otras de nueva fábrica se ejecutarán con gran esmero y precaución, dejándose los endentados necesarios para la correcta traba y ejecutándose con lentitud el enjarje, a fin de evitar asientos u otros movimientos en las fábricas que se unen.

#### IV.4.2.3.3. SILLERIA

#### IV.4.2.3.3.1. PUESTA EN OBRA DE LOS SILLARES

#### - Colocación de las hiladas de base:

Una vez preparado y nivelado el plano de arranque, en las condiciones indicadas en el Apartado IV.4.1.1, se colocará la hilada inferior de la sillería formada por losas de 40 a 50 cm de grueso con las zarpas correspondientes que habrán de quedar enterradas de modo que el sobrelecho quede 20 cm por debajo del nivel previsto para la rasante. Esta hilada deberá ir recibida con torta de mortero de cemento de 15 a 20 mm de espesor y apisonando la piedra hasta que refluya el mortero sobrante.

El sobrelecho de esta losa de erección se rectificará y nivelará nuevamente y sobre él se replanteará la disposición del muro y se procederá a la colocación del resto de las hiladas.

Las hiladas de cantería de base o aquellas que pudieran estar expuestas a la humedad, se sentarán sobre mortero hidrófugo fino.

#### - Elevación de la sillería:

El asiento de sillería se hará sobre una capa de mortero en estado semiblando o pastoso, de 2 cm, como mínimo, de espesor, que quedará reducido a unos 3 mm después de sentada la pieza.

El contacto de los planos de junta laterales será a hueso, y las juntas aparentes se rellenarán con una lechada de cal y cemento, evitando que queden huecos, para lo cual podrá interponerse una estopa o material análogo que retenga dicha lechada hasta que fragüe. Posteriormente deberá efectuarse el rejuntado con mortero fino.

No se procederá a sentar ninguna hilada sin estar recibida la inmediata inferior en todo el espesor de la obra de fábrica.

## - Lechos y sobrelechos de los sillares:

Se procurará, en cuanto sea posible, que los lechos y sobrelechos de los sillares, al sentarse en obra, se correspondan en posición con los lechos de cantera.

#### - Condiciones de los sillares:

No se admitirá ninguna pieza de sillería que contenga remiendos, esté desportillada o se desportille al sentarla; así como ocultar coqueras con plastecidos, a menos que se admita en el Pliego Particular de Condiciones. En este caso, el mástique que se emplee estará formado por colofonia y piedra de la misma clase que la empleada en la cantería, machacada y reducida a polvo y vertido en caliente.

Durante la labra de la piedra, únicamente se permitirá la reducción de dimensiones en las creces de cantera, debiendo ajustarse, el sillar terminado, al tamaño y forma previsto en proyecto.

La labra de todas las superficies aparentes, tanto exteriores como interiores, estará hecha con esmero. Los paramentos visibles de la sillería quedarán repasados a cincel o martillina, según la clase de piedra y las instrucciones del Director de obra.

## - Superficies y aristas de los sillares:

Las superficies de las caras de asiento de las distintas piezas de sillería serán suficientemente planas para que no sea preciso recurrir al acuñado y recalce de dichas piezas. En las caras laterales, que hayan de formar juntas verticales, se admitirá una vagantez máxima de 4 cm hacia la parte posterior y a partir de una distancia mínima de 30 cm del paramento visible. En las aristas exteriores, con el fin de evitar los posibles astillones que pudieran producir los asientos, se permitirá recurrir a la colocación de pequeños trozos de plancha de plomo.

La cara posterior de la piedra, cuando haya de ir revestida, podrá quedar sin labrar, pero sin resaltos que obliguen a que el revestimiento tenga que tener en algún punto más de 4 cm de espesor para igualar la superficie.

## - Protección de la sillería durante su ejecución:

Con el fin de conservar en buen estado las esquinas, vuelos de molduras, aristas expuestas a golpes y vivos de la cantería, deberán tomarse cuantas precauciones sean necesarias durante el tiempo que duren las obras, mediante la colocación de rasillas u otro elemento de protección.

## - Sillería recta:

Se ejecutará con sillares bien escuadrados y de dimensiones uniformes.

#### — Sillería aplantillada:

Los diferentes sillares se ajustarán en todas sus caras a las plantillas previamente preparadas a su tamaño natural, a partir de los «planos de montea».

#### - Sillería moldada:

Las molduras se labrarán de modo que no presenten alabeos, torceduras, garrotes, etc., u otros defectos de mala ejecución.

#### - Sillería decorada:

Quedará sometida a las condiciones particulares que se especifiquen en proyecto.

#### Sillería almohadillada:

Las acanaladuras formadas en las aristas de los sillares en el paramento visto deberán ser más anchas que profundas, y sus dimensiones oscilarán de 4 a 6 cm de anchura y de 2 a 3 cm de profundidad.

Las juntas deberán quedar dispuestas de forma que los rehundidos de los sillares queden por debajo de dichas juntas (fig. IV.4.2.3.3.1).

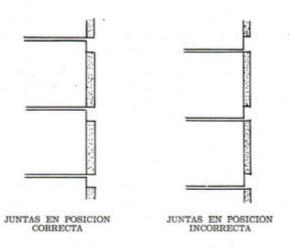


Fig. IV.4.2.3.3.1. SILLERIA ALMOHADILLADA

#### IV.4.2.3.3.2. LEYES DE TRABA DE LA SILLERIA

Con objeto de que la unidad de fábrica de sillería pueda ofrecer las debidas condiciones de resistencia y estabilidad, se ejecutarán de acuerdo con las siguientes leyes de traba:

- Las superficies de juntas verticales o llagas serán normales a las de hilada y a los paramentos. Serán también discontinuas, a fin de conseguir la mayor trabazón posible entre los distintos sillares. En cada vértice de juntas sólo podrán concurrir tres sillares contrapeados con sus correspondientes solapos o entregas, que serán, como mínimo, de medio tizón, y nunca menores de 15 cm en las fábricas de sillares, y de 10 cm en las de sillarejos.
- Se evitarán, en lo posible, los ángulos agudos y cóncavos y las juntas quebradas.
- Cuando se trate de varios muros de sillería con encuentros o enlaces entre sí, se colocarán las hiladas generales al mismo nivel en todos ellos, trabándolas convenientemente para que el asiento sea uniforme.

Como norma general, todo cruce, encuentro o esquina se resolverá constructivamente mediante un «gualdrapeado», es decir, considerando que dicho nudo singular pertenece alternativamente a uno y otro muro. La longitud de la cola del sillar que engarza con el muro será, como mínimo, igual a la cuarta parte de la longitud de su soga.

Los «machones» o muros de longitud reducida se resolverán constructivamente igual que los muros.

— Cuando las piedras no atizonen todo el espesor y se prevea el trasdosado con fábrica de ladrillo y mortero de cemento, esta fábrica de ladrillo se ejecutará de forma que quede enrasada con la altura de cada hilada de piedra y en toda la línea a medida que se asienta la cantería, no debiéndose cargar otra nueva hilada hasta tanto no se haya enrasado con fábrica toda la anterior. Si el espesor de la piedra fuera pequeño con relación al espesor del muro, constituyendo un chapado, se colocarán gatillos de anclaje metálicos embebidos en la piedra para el enlace de ésta con la fábrica de trasdosado.

#### IV.4.2.4. OTROS TIPOS DE MUROS

#### IV.4.2.4.1. MUROS DE FABRICA DE ADOBE

Se emplearán adobes bien secos recibidos con barros muy plásticos y dejando juntas de espesor lo más reducidas posible en función de la granulometría de la tierra.

Cuando el espesor de la fábrica de adobe sea superior a la longitud de soga, deberá ejecutarse simultáneamente en todo el espesor; es decir, subiendo las hiladas uniformemente por sus dos paramentos y debidamente trabadas.

Los refuerzos de fábrica de piedra o ladrillo de las esquinas, telares, arranques, etc., deberán quedar debidamente trabadas con la fábrica de adobe mediante las oportunas adarajas o endejas.

#### IV.4.2.4.2. TAPIALES

#### IV.4.2.4.2.1. CONDICIONES GENERALES

Sobre el zócalo de arranque del tapial deberán dejarse piedras verticales salientes recibidas con mortero de cal y cemento, por lo menos una cada 50 cm, que garanticen el atado entre el tapial y el zócalo.

El tapial deberá quedar ordenado en un conjunto de unidades, de dimensiones máximas de 2 m de longitud por 0,80 m de altura, alineadas horizontalmente y contrapeadas las juntas verticales, para evitar la continuidad de los planos verticales de juntas.

Cada unidad de tapial deberá ejecutarse después de colocar correctamente los tableros y costeros y garantizada su inmovilidad mediante agujas, latiguillos, codales, fronteras, etc.

Dichos tableros estarán secos y debidamente tratados con un desencofrante para evitar la adherencia de las tierras.

El apisonado de las tierras se efectuará por tongadas sucesivas, de 10 cm de altura máxima, mediante pisones de madera o metálicos, de 8 a 12 kp de peso, en forma de cuña truncada, que se orienta normal al tablero.

#### IV.4.2.4.2.2. CONDICIONES PARTICULARES DE EJECUCIÓN PARA CADA TIPO DE TAPIAL

#### IV.4.2.4.2.2.1. Tapiales de barro

Además de las condiciones generales reseñadas en el Apartado anterior, en la ejecución de los tapiales de barro se deberá tener en cuenta que los muros exteriores deben ir calicastrados. Los calicastros se ejecutarán en cada tongada con mortero de cal, vertido junto a los tableros, de dosificación superior a 1:3 y con grado de humedad análogo al de la tierra del tapial durante su ejecución.

## IV.4.2.4.2.2.2. Tapiales de tierra consolidada

Además de las condiciones generales reseñadas en el Apartado IV.4.2.4.2.1, en la ejecución de los tapiales de tierra consolidada se observarán las siguientes prescripciones:

— Antes de iniciar la ejecución de una unidad de tapial, y para garantizar la debida adherencia con las unidades construidas anteriormente, especialmente si ha transcurrido algún tiempo, se verterán lechadas de yeso o cal sobre las superficies de junta de las unidades ya construidas. — La humedad óptima de la tierra se determinará en obra comprobando que al tomar un puñado de tierra, ya preparada para la ejecución, y apretarla con la mano, se forma un terrón consistente que no deja la mano mojada y que al dejarlo caer llega al suelo sin desmoronarse.

## IV.4.2.4.2.2.3. Tapiales de tierra estabilizada

Además de las condiciones generales reseñadas en el Apartado IV.4.2.4.2.1, en la ejecución de los tapiales de tierra estabilizada se observarán las siguientes prescripciones:

- Los muros exteriores deberán quedar estabilizados mediante un conglomerante a base de cal o cemento.
- Los tapiales estabilizados con cemento deben curarse, al menos, durante 7 días en ambiente húmedo, para lo cual deben cubrirse con arpilleras húmedas.

## IV.4.2.4.2.3. EJECUCIÓN DE REVESTIMIENTOS DE TAPIALES

Cualquiera que fuere el tipo de revestimiento a realizar, la dosificación y concentración del mismo puede variar en función de la clase de tierra empleada en la ejecución del tapial, por lo que deberán efectuarse pruebas a pie de obra con el fin de determinar la dosificación más apropiada. No obstante, para cada tipo de revestimiento deberán seguirse las condiciones particulares de ejecución que se especifican a continuación:

#### - Revestimientos de veso:

Cuando en interiores esté previsto este tipo de revestimiento se empleará, preferentemente un yeso fluido lanzado al paramento, no siendo aconsejable, en general, la aplicación con la llana.

El espesor del revestimiento conviene que sea inferior a 1 cm.

## - Revestimiento de lechada de cal:

Podrá emplearse, previa autorización del Director de obra, tanto en muros interiores como exteriores.

## - Revestimiento de lechada de cemento:

Se ejecutará, previa autorización del Director de obra, sobre tapiales estabilizados con más de un 5 % de cemento. La lechada deberá comprender un 50 % de arena lavada fina y se aplicará después de humedecer previamente el muro.

Es aconsejable añadir a las lechadas de cemento un 4 % de cloruro cálcico y un 2 % de estearato cálcico para mejorar sus cualidades de adherencia e impermeabilización, y siempre que no exista peligro de corrosión de armaduras o partes metálicas.

#### - Revestimientos de mortero de cal:

Deberán aplicarse preferentemente por el método de calicastrado. Como tal revestimiento, sólo podrá aplicarse a tapiales estabilizados con más del  $5\,\%$  de cal o cemento.

#### - Revestimientos de mortero de cemento:

Sólo podrán aplicarse sobre tapiales estabilizados con más de un 5 % de cemento, y preparados con dosificaciones no más ricas de 1 : 6. Es preferible

emplear como árido la propia tierra o mezclas de arena y tierra 1:2. Se aplicará sobre paramentos previamente humedecidos.

Revestimientos de morteros bastardos:
 Unicamente podrán aplicarse en tapiales estabilizados con más de un 5 % de cal o cemento. No tendrán dosificación superior a 1:1:6.

## IV.4.3. PRESCRIPCIONES DE EJECUCION DE MUROS RESISTENTES

En la ejecución de los muros de carga, además de las condiciones generales especificadas en los Apartados IV.4.1, y las de puesta en obra de los materiales, especificadas en los Apartados IV.4.2 anteriores, se tendrán en cuenta las siguientes:

- Las dimensiones de los muros, disposición de cadenas o zunchos de coronación, entregas de forjados, vigas y dinteles de huecos, refuerzos de antepechos, colocación de armaduras cuando corresponda, arriostramientos y trabas con otros muros transversales, etc., se ajustarán a las indicaciones que figuran en proyecto y a las condiciones que figuran en «II. Reglas Generales de Calidad», en todos aquellos Apartados que puedan ser de aplicación a la ejecución.
- En caso de que, por circunstancias particulares de la obra, sea necesario adoptar soluciones constructivas de los muros de carga, no previstas en proyecto, deberá obtenerse previamente la autorización del Director de obra.
- En cada planta deberán replantearse los muros, con exactitud, para evitar que sobre los muros inferiores puedan producirse excentricidades de carga no previstas en proyecto; en particular, cuando el espesor del muro disminuya de una planta a otra, si no se especifica nada en contra, el escalonado del muro se ejecutará:
  - En los muros de extremo de forjado, manteniendo el paramento exterior en un mismo plano vertical.
  - En los muros intermedios, manteniendo coincidentes los planos axiales de los muros.
- Si el muro, además de ser resistente, es de cerramiento, deben tenerse en cuenta también las prescripciones del Apartado siguiente.

## IV.4.4. PRESCRIPCIONES DE EJECUCION DE MUROS DE CERRAMIENTO

En la ejecución de los muros de cerramiento, además de las condiciones generales especificadas en los Apartados IV.4.1 y las de puesta en obra de los materiales, especificadas en los Apartados IV.4.2, se tendrá en cuenta la influencia que, sobre la aparición posterior de fisuras en la fábrica, pueden tener:

- La retracción o expansión originada por variaciones de humedad y temperatura, propiedades de los materiales, contenido excesivo de MgO, etc.
- Los movimientos de la estructura, dilatación de cubierta, vibraciones, etc.

# IV.4.4.1. MEDIDAS DE PREVENCION DE FISURAS ORIGINADAS POR RETRACCION O EXPANSION DE LA FABRICA

Con el fin de evitar la posible aparición de fisuras debidas a la retracción, deberán tenerse en cuenta las prescripciones recogidas en las Reglas Generales de Calidad (Apartados II.1.1.2.1.3 y II.1.2) y adoptar las medidas preventivas que se fijan a continuación:

#### - Protección de la humedad exterior:

Los muros exteriores expuestos a las lluvias y vientos deben ser ejecutados con un mortero hidrófugo, o recubiertos de un material o revestimiento de protección.

El rejuntado debe efectuarse con especial cuidado para evitar la penetración de la humedad a través de las juntas.

Es recomendable utilizar ladrillos o bloques sanos, enteros, y no fisurados.

#### - Protección de la humedad de condensación:

Los elementos metálicos o de hormigón armado, como columnas, vigas, zunchos o cargaderos, que comuniquen con el exterior y sean susceptibles de originar condensaciones en el interior, deben ser aislados por la parte interior para evitar dichas condensaciones en las partes frías y poco absorbentes (eliminación de puentes térmicos) (fig. IV.4.4.1 a).

En locales húmedos en que esté previsto un aislante para la eliminación de puentes térmicos y protección contra las humedades de condensación (Apartado II.2.1.3), cuando dicho aislante pueda ser destruido por la humedad debe protegerse con una capa o barrera impermeable.

#### Juntas de retracción:

Cuando estén previstas juntas de retracción de la fábrica, éstas deberán ejecutarse de forma que permitan el movimiento elástico de las distintas partes del muro y, al mismo tiempo, sean suficientemente estancas para impedir la infiltración de la humedad exterior.

A título de ejemplo, se dan a continuación dos procedimientos de ejecución de juntas de retracción de acuerdo con las prescripciones recogidas en II.1.2:

En la figura IV.4.4.1 b se recoge un procedimiento de ejecución utilizando bloques de forma especial que comprenden dos ranuras. En las ranuras se introducen, durante la puesta en obra, dos listones de madera que sirven de guía para asegurar su verticalidad. De cada lado se colocan juntas plásticas que aseguran la estanquidad, permitiendo, al mismo tiempo, el movimiento relativo de las dos partes del muro.

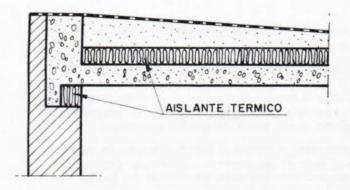
En el caso de la figura IV.4.4.1 c, la junta se realiza mediante una lámina de cobre u otro material idóneo. Se ejecuta, primeramente, una parte de la fábrica y se ancla a ella la lámina. A continuación, se ejecuta la otra parte uniendo a ella la lámina por intermedio de tacos de madera a medida que la fábrica se sube. La lámina debe pintarse con una emulsión bituminosa para protegerla de la acción de la humedad.

Las juntas de retracción pueden servir al mismo tiempo como junta de dilatación.

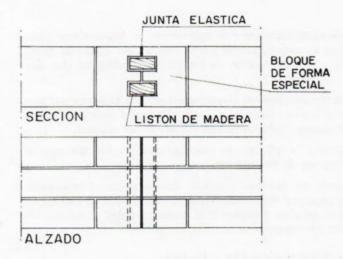
## IV.4.4.2. MEDIDAS DE PREVENCION DE FISURAS ORIGINADAS POR MOVIMIENTOS DE LA ESTRUCTURA O DILATACIONES DE LA CUBIERTA

En general, y si no se especifica nada en contra, deben independizarse los muros de los soportes y vigas de fachada, asegurando una unión elástica con dichos elementos estructurales. Esto es particularmente necesario en el caso de que la estructura quede vista al exterior y sometida a variaciones de temperatura y humedad.

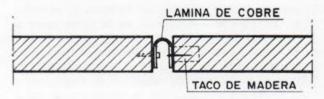
La junta entre los muros y los materiales de cubierta debe ser también elástica, con el fin de que los movimientos de ésta no sean causa de aparición de fisuras en la fábrica.



a) PROTECCION DE LA HUMEDAD DE CONDENSACION



b) JUNTA DE RETRACCION



c) JUNTA DE RETRACCION

Fig. IV.4.4.1.

## IV.4.5. PRESCRIPCIONES DE EJECUCION DE MUROS DE DISTRIBUCION Y TABIQUES

En la ejecución de los muros de distribución y tabiques de obra de fábrica, además de las condiciones generales especificadas en los Apartados IV.4.1 y de las de puesta en obra de los materiales especificadas en los Apartados IV.4.2, se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

— Prescripciones particulares de puesta en obra de los materiales:
Cuando los tabiques o muros de distribución se ejecuten con ladrillos huecos, o rasillas, éstos deberán ir humedecidos sólo superficialmente, casi secos, colocándose aplomados, con sus hiladas bien alineadas, con un aparejo co-

rrecto y un espesor uniforme de juntas.

Deberá evitarse la ejecución de tabiques aprovechando restos de otros tabiques existentes con anterioridad.

Para recibir los ladrillos se empleará pasta de yeso negro, conseguida amasando yeso puro en la «gaveta» o en el «cuezo» en el momento de empleo. En general deberá evitarse el empleo de mortero de cemento en la ejecución del tabique por dar a éste demasiada rigidez e impedir su adaptación a las deformaciones del soporte, siendo causa de aparición de fisuras.

Sin embargo, en algunos casos, y cuando el Director de obra lo juzgue necesario, podrá emplearse mortero de cemento rápido, con dosificación 1:3 a 1:6, tomando las precauciones necesarias para evitar las fisuras.

## - Orden de ejecución:

Los tabiques y muros de distribución que se superponen en los distintos pisos de una edificación deben ejecutarse en un cierto orden para evitar la aparición de fisuras debidas a la deformación de los forjados sobre los que descansan.

Preferentemente, deben ser construidos comenzando por los tabiques del piso superior, terminando por los de planta baja y con el forjado puesto en carga, para evitar las deformaciones posteriores a la ejecución del tabique.

También puede recurrirse a la solución de ejecutar primero los tabiques de los pisos pares y después los de los impares.

El tabique podrá construirse, también, después de ejecutado el pavimento con objeto de que éste pase por debajo de aquél, lo cual ofrece la ventaja de evitar el tener que partir muchas baldosas y el poder cambiar el tabique de lugar sin problemas de pavimento.

#### Unión del tabique con el forjado superior («huelgo»):

Cuando, por alguna razón, no sea posible ejecutar los tabiques en el orden indicado, se cuidará de dejar un espacio —«huelgo»— en la parte superior del tabique antes de cerrarlo, para permitir ligeras deformaciones del forjado superior durante la puesta en carga, y para que las variaciones dimensionales de los materiales, al experimentar cambios de humedad o temperatura, no originen el pandeo del tabique ni sean causa de aparición de fisuras en el mismo. Este huelgo se cierra finalmente con un mortero plástico o con pasta de yeso.

## - Tabiques de grandes dimensiones:

Cuando el tabique tenga más de 5 m de altura ó 7 m de longitud, con objeto de darle mayor flexibilidad y posibilidad de adaptación a las deformaciones, conforme a lo que se indica en las Reglas Generales de Calidad, Apartado II.1.3.2.2, se abrirán rozas en los muros a los que aquél acometa, las cuales se utilizarán como cajas en las que se entregarán y recibirán los tabiques, interponiendo una junta elástica.

En estos tabiques de gran longitud será conveniente, también, interponer una junta flexible en su unión con el forjado sobre el que descansa, a fin de que pueda absorber las deformaciones de dicho forjado sin que aparezcan fisuras. Dicha junta flexible puede ejecutarse interponiendo un listón de madera blanda, fieltro o cartón.

Cuando el Director de obra lo estime necesario, se podrán hacer las primeras hiladas de los tabiques con cierto «volteo», de modo que formen un arco de descarga, traduciendo el peso del tabique en empujes sobre los arranques de los muros laterales.

## - Unión con elementos estructurales:

La unión con otros elementos estructurales, como soportes o vigas, debe realizarse también por intermedio de una junta elástica que permita el movimiento relativo de estos elementos.

#### - Juntas de retracción:

En tabiques de gran longitud (oficinas, hospitales, etc.), cada 6 u 8 m se dejará una junta de retracción. Cuando en estos tabiques existan huecos de puertas, y siempre que lo autorice el Director de obra, pueden ejecutarse juntas de retracción, muy eficaces, «rasgando» completamente el muro, por encima del hueco, hasta la altura del forjado superior.

#### - Rozas:

Deberán evitarse, en lo posible, los debilitamientos locales del tabique originados por la ejecución de rozas para el empotramiento de las instalaciones. En caso de que fuese necesario realizar dichas rozas, se cuidará de no degollar el tabique y se evitará la ejecución de rozas oblicuas. Las horizontales sólo se admitirán en la parte superior del tabique. La mejor solución es recurrir a la puesta en obra de elementos especiales en los que hayan sido previstos los taladros, ranuras, etc.

El recubrimiento de las partes más débiles del tabique no debe realizarse con mortero rico en cemento para evitar las fisuras de retracción, y se empleará, preferentemente, un mortero bastardo. Si la parte debilitada fuese grande, podrá recubrirse con placas cerámicas empotradas en el revestimiento.

#### - Tabiques doblados:

Cuando esté previsto el doblado de los tabiques, para dar mayor rigidez o conseguir propiedades aislantes, se ejecutará la primera hoja en la forma normal y la segunda se recibirá con mortero de cemento, colocando los ladrillos a bofetón y en sentido diagonal con la primera; o bien, empezando con media hilada, para doblar a «mata-junta», es decir, procurando conseguir la perfecta discontinuidad de juntas entre ambas hojas.

#### — Tabiques a la capuchina:

En los tabiques a la capuchina, definidos por doble hoja atadas con hiladas atizonadas, con el fin de no disminuir sus cualidades aislantes deben dejarse rendijas de ventilación entre las sucesivas llaves que separen las cámaras interiores.

## Tabiques de doble hoja:

Las dos hojas deben ir trabadas entre sí, especialmente en tabiques de gran longitud o altura. Es aconsejable utilizar el aparejo de panderetes y sardineles.

## IV.5. EJECUCION DE ARCOS

Antes de comenzar la ejecución de los arcos deberá replantearse correctamente el trazado de su línea de intradós, materializándola mediante la cercha o cimbra y los medios auxiliares correspondientes.

## - Medios auxiliares:

La cercha o cimbra se sostendrá mediante los correspondientes apeos, formados en la mayor parte de los casos por «pies derechos» que carguen sobre un «durmiente». Este sistema de apeo deberá estar provisto de

cuñas, gatos, cajones de arena o cualquier otro elemento que permita el descimbrado lento y uniforme, evitándole al arco una puesta en carga brusca.

No se descimbrará ningún arco sin la autorización del Director de obra y hasta que haya fraguado y endurecido el mortero de sus juntas y esté construido el resto de la fábrica que descanse sobre él.

Cuando esté prevista la absorción de los empujes mediante tirantes provistos de tensores, es solución correcta el producir el despegue del arco de la cimbra tesando el tirante, con lo cual se evita el peligro de agrietamiento y de posible colapso del arco.

Para compensar la deformación del arco puede peraltarse unos centímetros su intradós (no más de un 0,3 % de la luz). Esto se consigue normalmente colocando una capa de arena húmeda, con la forma adecuada, sobre la forma exacta definida por la cercha o cimbra.

El andamiaje ha de ser independiente del arco que se construye y de las cerchas y apeos empleados en su ejecución.

#### - Arco de roscas:

Una vez replanteado el trazado de la línea del intradós y materializada en la cercha o cimbra correspondiente, se construirá el arco teniendo en cuenta las prescripciones relativas a la puesta en obra de los materiales (Apartado IV.4.2) y de acuerdo con las siguientes especificaciones:

Se comenzará a construir el arco por los arranques, hacia el centro, realizándose la obra simultáneamente entre ambos extremos.

La inclinación de cada dovela se fijará con ayuda de un cintrel, que se fijará en el punto o serie de puntos que exija la forma del arco y el aparejo elegido.

Se procurará conseguir la mayor uniformidad posible en las juntas, evitando el empleo de escopetas demasiado acusadas.

Se tendrá en cuenta la especial importancia que tiene el cierre en la clave del arco; operación última y que exige que ésta ocupe su posición correcta, bien aplomada, enlechándose y macizándose sus dos caras para constituir sus juntas laterales.

## - Arcos tabicados:

Los arcos tabicados se realizarán con una primera hilada de ladrillo o rasilla recibida con pasta de yeso negro de fraguado rápido, doblándose con ladrillo macizo o hueco, colocado a restregón sobre las sucesivas hojas y sobre mortero de cemento bien fluido. Las rasillas o ladrillos del sencillo se humedecerán ligeramente antes de su colocación.

## - Arcos de mampostería:

Se tendrán en cuenta las prescripciones del Apartado IV.4.2.3.2.2 y se elegirán mampuestos con cola suficiente para que traben todo el espesor de la fábrica, y en forma de cuña. Se evitará el empleo de ripios, salvo que la mampostería sea ordinaria, y se rellenarán las juntas con mortero sin prescindir de la cimbra hasta tanto la fábrica ejecutada no haya fraguado y endurecido, y el Director de obra lo autorice.

#### - Arcos de sillería:

Se tendrán en cuenta las prescripciones de los Apartados IV.4.2.3.3.1 y IV.4.2.3.3.2.

## IV.6. EJECUCION DE BOVEDAS Y CUPULAS

La ejecución de bóvedas y cúpulas se efectuará de manera análoga a la indicada para los arcos, en el Apartado anterior, y teniendo en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

#### - Bóveda nervada:

Si la bóveda o cúpula está reforzada con nervios, arcos fajones o retallos, que han de colaborar con el propio trabajo resistente de la bóveda, deben de construirse perfectamente trabados, aunque puedan ejecutarse en etapas sucesivas por facilidad constructiva.

#### - Bóveda tabicada:

Si la bóveda es tabicada, la primera hoja o sencillo se ejecutará con gran cuidado, como si fuera a quedar visto su intradós, colocando las rasillas a escuadra y evitando que el borde libre forme serreta o arpado. Una vez cerrada la bóveda con la primera hoja de ladrillo hueco sencillo se refuerza con tantas hojas o doblados como marque el proyecto o el Director de obra, realizados con rasillas o ladrillos bien empapados de agua, sentados a bofetón —a torta y restregón— una vez eliminados los mocarros o rebabas del sencillo y mojando el trasdós del mismo, pero sin alcanzar su testa libre.

#### - Bóveda de roscas:

La ejecución de las bóvedas de roscas de ladrillo se efectuará de manera análoga a la indicada para los arcos de rosca.

Si la bóveda está compuesta de varias roscas de ladrillo, no se comenzará la ejecución de ninguna rosca superior mientras la inferior no esté completamente cerrada y terminada.

## - Bóvedas y cúpulas de mampostería:

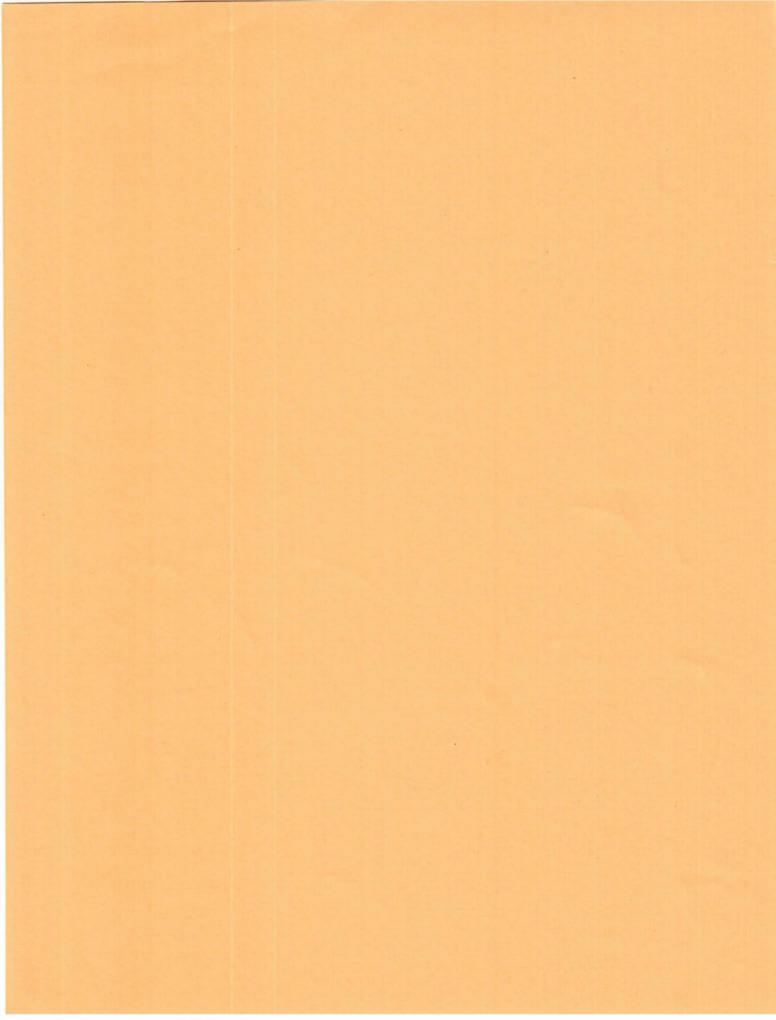
Para la ejecución de bóvedas o cúpulas de mampostería se tendrán en cuenta las prescripciones del Apartado IV.4.3.2.2 y se elegirán mampuestos con cola suficiente para que traben todo el espesor de la fábrica, y en forma de cuña. Se evitará el empleo de ripios en la cara vista, salvo que se trate de mampostería ordinaria. Si la mampostería es concertada, tampoco se admitirá el empleo de ripios en el interior de la fábrica y las piedras serán de forma de tronco de pirámide con todas sus caras desbastadas y planas.

## Bóvedas y cúpulas de sillería:

Se tendrán en cuenta las leyes de traba de la sillería especificadas en el Apartado IV.4.2.3.3.2 y las siguientes prescripciones:

Las piedras que compongan la fábrica estarán labradas con particular esmero en las caras laterales o de juntas, y las que formen el intradós de la bóveda irán labradas y aplantilladas con precisión.

Se comenzará la ejecución replanteándose sobre la cimbra la posición de las dovelas de la bóveda, por cualquier procedimiento de reglas, falsas escuadras, etc. Esta colocación se empezará por las piedras de los arranques, y la clave será ejecutada con tal precisión de medidas que ajuste perfectamente en el hueco dejado sobre las dovelas, con objeto de limitar, en lo posible, el movimiento natural producido por el descimbrado. Para ello, se podrá recurrir a un ligero relabrado o retoque de la clave.



## V. Ensayos

## V.1. ENSAYOS DE LADRILLOS

## V.1.1. ENSAYOS DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS

## V.1.1.1. DIMENSIONES

Para determinar las dimensiones de un ladrillo se medirán sus cuatro aristas de soga, sus cuatro de tizón y sus cuatro de grueso, con un calibrador, de precisión 1 mm, de forma que no quede perturbada la medida por cualquier defecto local que pueda existir.

Como dimensiones de cada una de las aristas, se tomarán las medias aritméticas de los cuatro valores de cada dimensión, redondeadas en milímetros.

Se medirá un número n de ladrillos no inferior a diez, tomados al azar en el rejal de almacenaje y secos al aire, y se calculará la media de los diez valores de cada dimensión, también redondeadas en milímetros.

Como resultado se dará el valor medio de cada dimensión (soga, tizón y grueso) anteriormente calculado y los valores característicos  $x_k$ , obtenidos mediante la expresión:

$$x_k = x_{ss} (1 \pm 1.64 \delta)$$
;

en la cual:

$$x_m$$
 es el valor medio  $\left(x_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}\right)$ .

$$\delta$$
, la dispersión  $\left(\delta = \frac{1}{x_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - x_m)^2}{n}}\right)$ 

n, el número de muestras ensayadas (n = 10).

#### V.1.1.2. DESVIACIONES DE FORMA

En cada una de las caras de cada ladrillo se medirá, en las aristas y diagonales, la desviación máxima de la línea recta, con aproximación de 1 mm, con el desviómetro de la figura V.1.1.2.

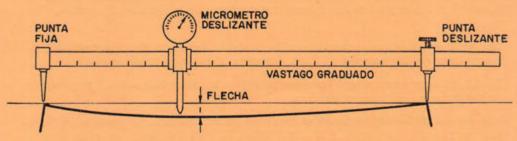


Fig. V.1.1.2. ESQUEMA DEL DESVIOMETRO

En la determinación de la desviación máxima sólo se tendrán en cuenta los defectos debidos a una curvatura o alabeo general de la pieza y se despreciarán los defectos locales; si bien se tomará nota de éstos escribiendo una L al lado de la cifra correspondiente.

Se operará sobre los mismos diez ladrillos del ensayo anterior.

En cada una de las caras se medirá, también, la desviación angular, en grados sexagesimales, y se dará el resultado con aproximación de un grado.

Como desviaciones de forma se tomarán los valores característicos obtenidos mediante la expresión:

$$x_{\nu} = x_{\rm or} (1 \pm 1.64 \, \delta)$$
;

donde:

$$x_m$$
 es el valor medio  $\left(x_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}\right)$ .

$$\delta \text{, la dispersión} \left( \delta = \frac{1}{x_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (x_i - x_m)^2}{n}} \right).$$

n, el número de muestras ensayadas (n = 10).

#### V.1.2. ENSAYO DE RESISTENCIA MECANICA DE LOS LADRILLOS

#### V.1.2.1. RESISTENCIA A COMPRESION

Se prepararán 10 probetas cúbicas o prismáticas, con aristas comprendidas entre 9 y 19 cm y con altura igual o mayor que el lado menor de la base.

Para la confección de estas probetas se podrán unir dos o más mitades, o partes de ladrillo, por una junta de mortero de cemento P-250, dosificado en la relación 1:1 en peso, y cuyo espesor no sea superior a 5 mm.

Cuando el grueso del ladrillo sea de 9 cm o mayor, cada probeta se obtendrá por serrado de un ladrillo. Los cortes que sea preciso hacer para fabricar las probetas se realizarán con una sierra adecuada, y cada trozo no llevará más de una cara obtenida por corte.

Los ladrillos, o las partes de ellos, se mantendrán en agua durante 12 o más horas, y antes de la confección de las probetas deberán estar al aire, en el laboratorio, unas 2 horas.

En los ladrillos perforados, si las perforaciones son normales a la cara mayor, se formarán las probetas con ladrillos enteros, o al menos con partes de ladrillo, cuya relación de hueco a macizo sea aproximadamente la misma que en un ladrillo entero. Si los ladrillos fuesen huecos, las probetas se prepararán sin rellenar los huecos.

Las caras de las probetas normales a la dirección del esfuerzo, se refrentarán con una ligera capa de mortero 1:1 con cemento de alta resistencia inicial.

En los ladrillos macizos con huecos o rebajos y en los perforados, la preparación de las bases podrá hacerse continua.

Una vez obtenidas las probetas se mantendrán en aire húmedo durante 24 horas y, a continuación, en agua a 20° ± 2° C otras 24 horas. Después se quita el agua superficial con un paño húmedo y se las somete al ensayo.

Para efectuar la rotura se comienza por centrar la probeta entre los platos de la prensa, aproximando los platos hasta que apoye el superior sobre la cara superior de la probeta. Después se aumentará la carga de un modo continuo a una velocidad de  $5 \pm 2$  kp/cm² y segundo, hasta la rotura.

Dividiendo la carga máxima total, en kp, soportada por la probeta, entre la sección de la misma, en cm², incluidos los huecos, se obtendrá la tensión aparente de rotura, en kp/cm², correspondiente a cada probeta.

La tensión de rotura a compresión obtenida anteriormente debe multiplicarse por el correspondiente factor de corrección, dado a continuación, en función de la relación:

Altura de la probeta Anchura de la probeta

Relación entre la altura y anchura de la probeta	Coeficiente de corrección de la tensión de rotura a compresión			
2,00	1,00			
1,75	0,98			
1,50	0,94			
1,25	0,89			
1,10	0,85			
1,00	0,80			
0,75	0,76			
0,50	0,50			

Para valores intermedios de esta relación, los respectivos coeficientes de corrección se calculan por interpolación.

Los resultados se redondearán hasta una aproximación de ± 0,5 kp/cm<sup>2</sup>.

El valor característico  $\sigma_k$ , en kp/cm², de la resistencia a compresión del ladrillo, se deducirá de la siguiente expresión:

$$\sigma_k = \sigma_m (1-1,64 \delta)$$
;

en esta expresión:

$$\sigma_m$$
 es el valor medio  $\left(\sigma_m = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} \sigma_i}{n}\right)$  .

$$\delta, \text{ la dispersión } \left(\delta = \frac{1}{\sigma_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{n} (\sigma_i - \sigma_m)^2}{n}}\right).$$

n, el número de probetas ensayadas (n = 10).

## V.1.2.2. RESISTENCIA A FLEXOTRACCION

El ensayo se realizará sobre 10 muestras constituidas, cada una, por un ladrillo entero.

Los ladrillos se mantendrán en agua durante 12 horas, y antes de iniciar el ensayo deberán estar al aire, en el laboratorio, unas 2 horas.

Para la realización del ensayo se empleará un dispositivo, apto para realizar ensayos a flexión con carga aislada centrada, que pueda trabajar con luces comprendidas entre 10 y 15 cm.

Las piezas de carga y apoyo serán de acero y de una longitud no inferior a 150 mm. Las partes en contacto con la probeta serán cilíndricas de 1 cm de diámetro, y las tres líneas de contacto se mantendrán perfectamente paralelas.

La luz entre apoyos será, al menos, de tres veces el grueso de la probeta, quedando por fuera de los apoyos una longitud no inferior a la mitad del grueso.

## Procedimiento de ensayo

La probeta se coloca centrada sobre las piezas de apoyo y se aplica la carga sobre el centro de la luz, de tal manera que las cargas y reacciones actúen según planos perpendiculares a los ejes mayores del ladrillo. La velocidad de la carga no debe ser superior a 100 kp/cm² por minuto.

El ensayo puede efectuarse también actuando la carga y reacciones en direcciones y planos paralelos, pero distintos de los anteriores, en cuyo caso se ha de hacer constar expresamente.

La resistencia a flexión, en kp/cm², de cada ladrillo, quedará determinada aplicando la siguiente expresión:

$$\sigma = \frac{3P \cdot l}{2b \cdot e^2} \; ;$$

donde:

P es la carga de rotura (en kp).

1, la luz entre apovos (en cm).

b, el ancho medio de la probeta, sin descontar huecos (en cm).

e, el espesor de la probeta, sin descontar huecos (en cm).

El valor característico  $\sigma_k$ , en kp/cm², de la resistencia a flexión del ladrillo, se deducirá de la siguiente expresión:

$$\sigma_k = \sigma_m (1 \pm 1,64 \delta)$$
;

en la cual:

$$\sigma_m \text{ es el valor medio} \left( \sigma_m = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} \sigma_i}{n} \right).$$
 
$$\delta, \text{ la dispersión } \left( \delta = \frac{1}{\sigma_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{n} (\sigma_i - \sigma_m)^2}{n}} \right).$$
 
$$n, \text{ el número de probetas ensayadas } (n = 10).$$

#### V.1.2.3. RESISTENCIA A TRACCION

La determinación de la resistencia a tracción podrá realizarse mediante el método de ensayo llamado «brasileño». Para ello se rectifican, primeramente, las superficies de tabla del ladrillo y a continuación se coloca éste entre dos rodillos de acero, de 20 mm de diámetro, tangentes a lo largo del eje transversal de dichas superficies de modo que queden paralelos a la dirección del tizón.

Sobre estos rodillos se aplica gradualmente la carga mediante una prensa, hasta que se produzca la rotura en dos mitades.

La resistencia a tracción, en kp/cm², de cada ladrillo, quedará determinada por la expresión:

$$\sigma = \frac{2P}{\pi e t} ;$$

donde:

P es la carga de rotura (en kp).

t, el espesor o grueso del ladrillo (en cm).

e, la longitud del tizón del ladrillo (en cm).

El valor característico  $\sigma_k$ , en kp/cm², de la resistencia a tracción del ladrillo, se deducirá de la siguiente expresión:

$$\sigma_k = \sigma_m (1 - 1,64 \delta) ;$$

en la cual:

$$\sigma_m$$
 es el valor medio  $\left(\sigma_m = rac{\sum\limits_{l=1}^{n}\sigma_l}{n}
ight)$ .

$$\delta$$
, la dispersión  $\delta = \frac{1}{\sigma_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (\sigma_i - \sigma_m)^2}{n}}$ .

n, el número de probetas ensayadas (n = 10).

## V.1.3. RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

#### V.1.3.1. ABSORCION DE AGUA

El ensayo comprenderá:

- a) Una inmersión en agua fría.
- b) Una inmersión en agua hirviendo.

Se empleará una balanza de capacidad no inferior a 2.000 g y una sensibilidad de 0,5 g.

Inmersión en agua fría:

Las probetas, para el ensayo, serán 10 ladrillos enteros o medios ladrillos obtenidos por serrado, de tal forma que la relación de hueco a macizo sea, aproximadamente, la misma que en los ladrillos enteros.

Las probetas se desecarán en estufa a  $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$  C durante 24 horas, pesándolas a las 21 y 24 horas de desecación. Si la diferencia de peso es inferior al 0,1 % se dan por desecadas. En caso contrario, se continuará desecando y pesando cada 3 horas hasta que la diferencia entre dos pesadas consecutivas sea inferior al límite señalado. La última pesada es el peso en seco  $(P_s)$ .

Después de enfriadas al aire, las probetas se sumergen en agua, a la temperatura de laboratorio, hasta 1/3 de su altura, aproximadamente, colocándolas de canto. Después de 2 horas se eleva el nivel del agua hasta los 2/3 de su altura, y pasadas 22 horas se eleva el nivel de agua hasta unos 5 cm por encima de las probetas.

A las 24 horas de comenzar el ensayo en húmedo se saca del agua cada probeta, se enjuga con un paño húmedo y se pesa, volviendo a introducirla en agua. Cada

24 horas se continúa pesando hasta que dos pesadas consecutivas difieran en menos de 0.1 %. La última pesada es el peso después de la absorción  $(P_E)$ .

Todas las pesadas se realizarán con un error inferior a 0,05 %.

Se calculará la absorción de cada probeta por la expresión:

$$\alpha' = \frac{P_E - P_s}{P_s} \cdot 100 \quad \text{(en \%)} .$$

Como coeficiente de absorción, por inmersión en agua fría del tipo de ladrillos ensayado, se dará el valor característico obtenido por la siguiente expresión:

$$\alpha'_{k} = \alpha'_{m} (1 \pm 1.64 \delta)$$
 (en %);

en la cual:

$$\alpha'_m$$
 es el valor medio  $\left(\alpha'_m = \frac{\sum\limits_{i=1}^{n} \alpha'_i}{n}\right)$ .

$$\delta$$
, la dispersión  $\left(\delta = \frac{1}{\alpha'_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (\alpha'_i - \alpha'_m)^2}{n}}\right)$ .

n, el número de probetas ensayadas (n = 10).

Inmersión en agua hirviendo:

Se sumergirán de nuevo en el baño, a una temperatura de 15° a 30° C, cada una de las probetas saturadas de agua fría del ensayo anterior, de manera que el agua pueda circular libremente entre ellas. Se calentará el agua de modo que comience la ebullición al cabo de 1 hora, aproximadamente, manteniendo ésta durante 5 horas; a continuación, se dejará enfriar hasta una temperatura de unos  $20^{\circ}$  a  $25^{\circ}$  C por pérdida natural de calor. Se retiran las probetas del agua, se enjugan con un paño húmedo y se pesan, obteniéndose el peso  $(P_i)$  de la probeta saturada.

Cada probeta deberá pesarse dentro de los 5 primeros minutos después de ser retirada del baño.

La absorción de cada una de las probetas se calculará mediante la fórmula:

$$\alpha'' = \frac{100 (P_i - P_S)}{P_S}$$
 (en %).

Como coeficiente de absorción por inmersión en agua hirviendo del tipo de ladrillo ensayado se dará el valor característico obtenido por la siguiente expresión:

$$\alpha''_{k} = \alpha''_{m} (1 \pm 1.64 \delta)$$
 (en %);

en la que:

$$\alpha''_{m} \text{ es el valor medio } \left(\alpha''_{m} = \frac{\sum\limits_{1}^{n} \alpha''_{i}}{n}\right).$$
 
$$\delta, \text{ la dispersión } \left(\delta = \frac{1}{\alpha''_{m}} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (\alpha''_{i} - \alpha''_{m})^{2}}{n}}\right).$$

n, el número de probetas ensayadas (n = 10).

Finalmente, se indicará el coeficiente de saturación, que vendrá determinado por la relación:

$$C = \frac{\alpha'_k}{\alpha''_k} .$$

#### V.1.3.2. SUCCION

El ensayo se realizará sobre 10 ladrillos enteros.

Las probetas se desecan en una estufa ventilada a una temperatura de  $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$  C durante un tiempo no inferior a 24 horas y hasta que dos pesadas efectuadas a intervalos de 2 horas señalen un incremento en la pérdida de peso no superior a 0,2 % con relación al último peso determinado de la probeta. La última pesada indica el peso en seco  $(P_S)$ .

Se miden las dimensiones de su cara soga-tizón que ha de estar en contacto con el agua para determinar su superficie A, en cm². Se coloca agua en el recipiente de modo que quede a un nivel de 3 mm sobre la parte superior de los apoyos, una vez colocada la pieza.

Se coloca la muestra de plano sobre los apoyos durante 1 minuto, manteniendo constante el nivel del agua, añadiendo la que absorba el ladrillo. Al cabo de este tiempo se saca el ladrillo, se enjuga su superficie inferior con un paño húmedo y se obtiene un peso  $(P_A)$ .

La succión del ladrillo vendrá determinada, en g/cm² y minuto, por la expresión:

$$\psi = \frac{P_A - P_S}{A} \ .$$

Si el ladrillo tiene perforaciones en la dirección del tizón, o de soga, se hallará, además, la succión sobre 10 nuevos ladrillos, colocando sobre los apoyos la cara normal a la dirección de las perforaciones.

Si el ladrillo tiene rebajos, además del primer ensayo, se determinará la succión sobre 10 nuevos ladrillos, colocando sobre los apoyos aquella cara en que las secciones paralelas a ellas tengan la menor variación de área.

El valor característico de la succión  $(\psi_k)$  se determinará, en cada caso, mediante la expresión:

$$\psi_k = \psi_m (1 \pm 1,64 \delta)$$
;

donde:

$$\psi_m \ \text{es el valor medio} \ \left( \frac{\sum\limits_{j=1}^{n} \psi_i}{\psi_m = \frac{1}{n}} \right).$$

$$\delta \text{, la dispersión} \left( \delta = \frac{1}{\psi_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (\psi_i - \psi_m)^2}{n}} \right) \cdot$$

n, el número de ladrillos ensayados (n = 10).

#### V.1.3.3. HELADICIDAD

El objeto de este ensayo es el de determinar la pérdida de peso de la probeta que se ensaya, calculada en tanto por ciento del peso inicial de la muestra seca, después de haber sido sometida a 51 ciclos de heladas y deshielos.

Se ensayarán 10 probetas, consistentes en trozos de ladrillo (pueden ser medios ladrillos), procurando que sus bordes sean planos y paralelos y no estén astillados.

## Aparatos necesarios

- Cámara frigorífica: Será capaz de alcanzar una temperatura mínima de —9° C una hora después de introducir la carga de probetas en ensayo, a una temperatura no inferior a 32° C.
- Bandejas y recipientes: Serán de metal, con una profundidad comprendida entre 2,5 y 5 cm. Su tamaño será tal, que resulten manejables dentro de la cámara frigorífica y no se deformen bajo la carga de las probetas.
- Balanza: Tendrá capacidad no inferior a 2.000 g y sensibilidad no menor de 0,5 g.
- Estufa de secado: Estará provista de libre circulación de aire y será capaz de mantener una temperatura entre 105° y 110° C. Su capacidad será suficiente para introducir la carga de probetas en ensayo.
- Tanque de deshielo: Tendrá la dimensión necesaria para permitir la inmersión completa de las probetas en las bandejas, y contará con los medios adecuados para que el agua se mantenga a una temperatura de 24º ± 5º C.
- Cámara de secado: Mantendrá una humedad relativa comprendida entre el 30 y el 70 %. No habrá corrientes de aire y su temperatura será de 24º ± 8º C.

#### Procedimiento operatorio

Se desecan las muestras hasta peso constante en la estufa a una temperatura de 105° a 110° C. Una vez secas las probetas, se determina su masa con un error inferior a 0,5 g y se sumergen en el agua del tanque de deshielo durante 48 horas. Las probetas se deberán colocar verticalmente en las bandejas y separadas de forma que el agua del tanque pueda circular libremente entre ellas y que su nivel sobrepase en 1 cm, como mínimo, la altura de las probetas.

Pasadas las 48 horas se sacan del tanque y se introducen en la cámara frigorífica, donde se mantienen durante 20 horas; a continuación, se sacan y, de nuevo, se sumergen en el tanque de deshielo durante 4 horas. La operación de hielo y deshielo (20 + 4 horas) se repite dos veces más y, a continuación, se desecan durante 24 horas en la cámara de secado y 72 horas más en estufa entre 105° y 110° C. Luego se dejan enfriar, se vuelven a pesar y se sumergen en el tanque de deshielo durante 48 horas, repitiendo de nuevo los tres ciclos anteriores, y se continúa alternativamente el proceso de secado, pesado y los tres ciclos de hielo y deshielo hasta completar los cincuenta y un ciclos, si antes las probetas no han perdido más del 3 % de su peso o bien se hayan roto.

## Resultados

Si  $G_1$  es el peso inicial de cada probeta y  $G_2$  es el de la probeta al final de los cincuenta y un ciclos, el módulo de heladicidad (H) será:

$$H = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \cdot 100 \ .$$

El valor característico del módulo de heladicidad  $(H_k)$  se determinará mediante la siguiente expresión:

$$H_k = H_m (1 \pm 1.64 \, \delta)$$
;

en la cual:

$$H_m$$
 es el valor medio  $\left(H_m = \frac{\sum\limits_{i=1}^n H_m}{n}\right)$ .   
  $\delta$ , la dispersión  $\delta = \frac{1}{H} \cdot \left[\frac{\sum\limits_{i=1}^n (H_i - H_m)^2}{n}\right]$ .

n, el número de probetas ensayadas (n = 10).

Si antes de que se haya terminado el número de ciclos indicado se produce la rotura de las probetas o la pérdida de peso es inferior al 3 %, se indicará el número de ciclos que ha producido dicho estado.

#### V.1.3.4. ENSAYO DE EFLORESCENCIA

El objeto del ensayo es comprobar la aparición de posibles eflorescencias en las muestras, cuando se desecan después de haber estado parcialmente sumergidas en agua destilada.

### Aparatos empleados

- Recipiente para agua: El recipiente estará constituido por una bandeja metálica o de cualquier otro material que no proporcione sales solubles cuando se ponga en contacto con agua destilada, conteniendo productos de lixiviación de ladrillos. El recipiente tendrá las medidas adecuadas para poder llegar con el agua a una altura de 2,5 cm; y si la superficie no es lo suficientemente grande para que resulte despreciable la cantidad de agua evaporada cada día, se dispondrá un dispositivo especial para mantener constante su nivel.
  - Se limpiará el recipiente antes de echar el agua destilada.
- Cámara de conservación: Se dispondrá de una cámara de conservación, cuya temperatura se pueda mantener a 24° ± 8° C, y la humedad relativa, entre el 30 y el 70 %.
- Estufa de desecación: Se necesitará una estufa de desecación con libre circulación de aire y con regulador de temperatura, con objeto de mantenerla entre 110° y 115° C.

#### Procedimiento operatorio

El ensayo se efectuará sobre los ladrillos enteros, para lo cual se tomarán 10 ladrillos secos, que se separarán en cinco parejas de tal forma que ambas muestras de cada pareja tengan, en la medida de lo posible, el mismo aspecto.

Las muestras se ensayarán tal como se reciben, excepto cuando tengan alguna adherencia extraña que pueda ser causa de errores en la eflorescencia, y en tal caso se procederá a un cepillado de las muestras para eliminar estas adherencias.

Una muestra de cada una de las cinco parejas se conserva, hasta el final del ensayo, sumergida parcialmente en el agua destilada contenida en el recipiente, a una profundidad aproximada de 2,5 cm, durante 7 días, en la cámara de conservación.

Cuando se ensayen varias muestras en el mismo recipiente, se han de separar entre sí por espacios no inferiores a 5 cm.

No se recomienda colocar en un mismo recipiente, simultáneamente, muestras de distinto origen, pues muestras con un contenido considerable en sales solubles pueden contaminar a muestras exentas de sales.

La segunda muestra de cada una de las cinco parejas se almacena en la cámara de conservación, preservándola del contacto del agua.

Al cabo de 7 días se inspeccionan las muestras de la primera serie, y seguidamente, junto con las de la segunda serie, se desecan durante 24 horas en la estufa de desecación.

Después de la desecación se examinará y comparará cada pareja de muestras, observando los vértices y las cuatro caras de cada una. Si no hubiese diferencias observables, debidas a la eflorescencia, el ladrillo se clasificará como «no eflorescido». Si se observase alguna diferencia, las muestras se revisarán a una distancia de 3 m, con una iluminación no inferior a 150 lúmenes por metro, por un observador con visión normal. Si en estas condiciones no se notase diferencia, se clasificará como «ligeramente eflorescido».

Si, por el contrario, en estas condiciones hay una diferencia perceptible, se clasificará como «eflorescido».

Este ensayo se ajusta esencialmente a la Norma UNE 7063.

#### V.2. ENSAYOS DE BLOQUES

## V.2.1. ENSAYOS DE LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DE LOS BLOQUES

La determinación de las dimensiones y de las desviaciones de forma de los bloques se realizará de manera análoga a la establecida para los ladrillos en los Apartados V.1.1.1 y V.1.1.2.

### V.2.2. ENSAYOS DE LAS CARACTERISTICAS FISICAS DE LOS BLOQUES

## V.2.2.1. DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y PROPORCION DE HUECOS

Se determina el peso seco después de mantener la pieza durante 48 horas a  $70^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C en estufa ventilada y se obtiene el volumen global, en cm³, mediante el producto de sus tres dimensiones reales (medidas según se especifica en el Apartado V.2.1). A continuación, se sumerge el bloque durante 48 horas en agua a la temperatura de laboratorio y se obtiene el volumen aparente del material mediante la balanza hidrostática.

Finalmente, se calcula:

En el caso de bloques de hormigón celular se preparan 3 probetas cúbicas de 10 cm de arista, extraídas de cada bloque, según se indica en el esquema de la figura V.2.2.1 y se efectuará el ensayo de manera análoga.

## V.2.2.2. ENSAYO DE SUCCION POR CAPILARIDAD DE LOS BLOQUES CERAMICOS

Después de secado el bloque a  $70^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C, durante 48 horas, y pesado, se sumerge en agua, según su cara prevista para revestir y de modo que el agua alcance una altura de 3 mm en las caras laterales del bloque durante todo el ensayo. El bloque se saca, y después de enjugarlo con un paño húmedo se pesa y de nuevo se sumerge; esta operación se hace a 1, 10, 30 y 60 minutos de iniciado el ensayo y se determina analíticamente el valor C, para los cuatro tiempos, por la expresión:

$$C = 100 \; \frac{P_T - P_0}{S \cdot \sqrt{T}} \; ; \label{eq:constraint}$$

donde:

 $P_T$  y  $P_0$  son las masas, en g, en el tiempo T y al iniciarse el ensayo.

S, la superficie, en cm2, en contacto con el agua.

T, los tiempos, en minutos.

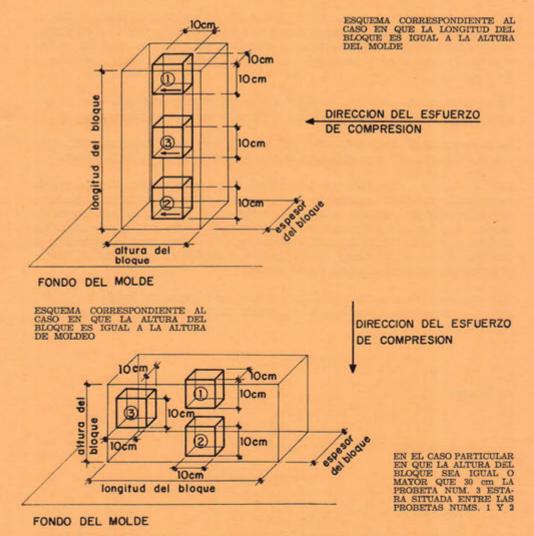


Fig. V.2.2.1. EXTRACCION DE PROBETAS PARA LA DETERMINACION DE LA DENSIDAD Y DE LA RESISTENCIA A COMPRESION DE LOS BLOQUES

Se dará como resultado los cuatro valores de C obtenidos y se dibujará la curva con los valores de  $\sqrt{T}$  para las abscisas y los de C para las ordenadas.

#### V.2.2.3. RESISTENCIA A COMPRESION DE BLOQUES

En el caso de bloques cerámicos o de hormigón de arena y grava, el ensayo debe hacerse sobre bloques enteros; sin embargo, si los platos de la prensa son pequeños, cada bloque puede cortarse perpendicularmente a su longitud en dos partes iguales y ensayar, independientemente, cada una de ellas, tomando como resistencia del bloque la media de los resultados obtenidos sobre las dos probetas.

Cuando se trate de bloques de hormigón celular, la resistencia a compresión de cada bloque quedará determinada por la media de los tres valores obtenidos sobre tres probetas cúbicas, de 10 cm de arista, extraídas de cada bloque mediante sierra (pueden emplearse las probetas utilizadas para la determinación de la densidad, Apartado V.2.2.1).

Las caras superior e inferior serán rectificadas. Dicha rectificación puede realizarse aplicando las caras sobre una pasta ejecutada a base de azufre (62 %), arena (36 %) y negro de humo (2 %) y extendida sobre una placa de acero o mármol bien pulida y plana. El espesor de la pasta aplicada sobre la probeta no debe ser superior a los 3 mm.

En el momento de realizar el ensayo las probetas estarán en estado seco, al aire ambiente, habiendo permanecido como mínimo 24 horas en el laboratorio.

La prensa para el ensayo debe tener uno de los platos montados sobre una rótula, con el fin de eliminar la posible falta de paralelismo de las caras de la probeta.

La carga máxima soportada por la probeta, antes de la rotura, dividida por la superficie bruta de una sección normal a la carga, obtenida mediante el producto de su longitud por anchura, medirá la resistencia a compresión. En el caso de bloques con juntas discontinuas no se recubrirá de azufre más que la superficie resistente, pero el cálculo se hará dividiendo por la sección total, comprendida la parte no resistente. El ensayo se efectuará en el sentido de utilización del bloque y deberá indicarse en el resultado del ensayo.

El ensayo se efectuará sobre 10 bloques y como valor característico de la resistencia a la compresión  $\sigma_k$ , en kp/cm² de sección bruta, se dará el obtenido por la expresión:

$$\sigma_k = \sigma_{...} (1 - 1.64 \delta)$$
;

en la que:

$$\sigma_m$$
 es el valor medio  $\left(\sigma_m = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sigma_i}{n}\right)$ 

$$\delta, \text{ la dispersión } \left(\delta = \frac{1}{\sigma_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (\sigma_i - \sigma_m)^2}{n}}\right).$$

n, el número de bloques ensayados (n = 10).

## V.2.2.4. ENSAYO DE DILATACION POTENCIAL POR LA HUMEDAD, DE BLOQUES CERAMICOS

El ensayo se realiza sobre 7 probetas procedentes cada una de un bloque diferente, y cortadas, mediante sierra, y en el sentido de la extrusión, de las dimensiones aproximadas siguientes:

-	longitud	17,5	a	25	cm;	
-	anchura	4	a	5	cm;	
_	espesor	el o	le	la	pared	del bloque.

Después de cortar las probetas se conservan durante 24 horas en un atmósfera a la temperatura de  $20^{\circ}$  C  $\pm$   $2^{\circ}$  C y 65 %  $\pm$  5 % de humedad relativa.

Las probetas se perforan en cada uno de sus extremos, y en cada agujero se ajusta un índice que luego se acopla en el soporte del aparato de medida.

Cada medida se efectuará con una aproximación de 0,01 mm, y se referirá a una longitud fija, determinada a partir de una barra de níquel-hierro (invar), de manera que se elimine la influencia de las variaciones propias del dispositivo de medida.

Estas probetas se miden dos veces con un intervalo de 3 horas. Después son recocidas en un horno eléctrico a 600° C siguiendo una velocidad de calentamiento de 50° C por hora. Se mantienen a dicha temperatura de 600° C durante 4 horas más y luego se dejan enfriar libremente.

Después de enfriadas hasta la temperatura ambiente se miden de nuevo dos veces con un intervalo de 3 horas.

A continuación las probetas pasan al autoclave y en una atmósfera saturada a una presión de 10 bars (1 kp/cm² = 0,980665 bars) durante 5 horas. Después de enfriadas al aire, las probetas se miden de nuevo dos veces con un intervalo de 24 horas.

Las variaciones dimensionales, referidas a la longitud de la barra-patrón, se expresan en mm/m, y se redondean hasta la décima de milímetro.

La diferencia entre las medias respectivas de las dos medidas hechas en cada probeta, antes y después del recocido a 600° C, caracteriza el acortamiento o retracción por recocido.

La diferencia entre las medias respectivas de las dos medidas hechas en cada probeta, antes y después de pasar al autoclave, caracteriza la dilatación convencional por la humedad en autoclave.

La diferencia entre la dilatación convencional por la humedad en autoclave y el acortamiento por recocido de cada probeta, caracteriza la dilatación potencial por humedad de dicha probeta.

La dilatación potencial por humedad de los bloques cerámicos viene dada por la media aritmética de los valores obtenidos sobre las siete probetas.

## V.2.2.5. ESTABILIDAD DIMENSIONAL DE BLOQUES DE HORMIGON CELULAR

El ensayo se realiza sobre 10 probetas de  $40 \times 40 \times 160$  mm, extraídas de 10 bloques de una misma calidad tomados al azar y de forma que la mayor dimensión de la probeta se corresponda con la mayor dimensión del bloque.

Una vez extraídas las probetas se empotran en el centro de cada una de sus caras extremas, de  $40 \times 40$  mm, una pieza metálica de la forma y dimensiones que se

indican en la figura V.2.2.4, que comprende un tronco de cono de ángulo en el vértice 90°, con el fin de que sirva de base de medida. Estas piezas se reciben en la probeta mediante una pasta compuesta por azufre, arena, y negro de humo en las proporciones de 62, 36 y 2 %, respectivamente.

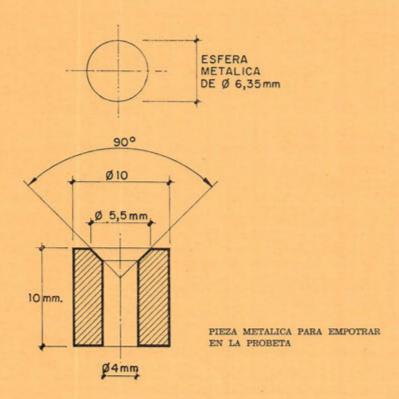


Fig. V.2.2.4.

Las medidas de variación de longitud se realizarán por medio de un aparato capaz de apreciar variaciones hasta 0,005 mm, e interponiendo entre los contactos de este aparato y el tronco de cono, previsto en las piezas metálicas empotradas, una esfera, también metálica, de 6,35 mm de diámetro.

Al efectuar la medida, la probeta debe estar de forma que un eje longitudinal quede en posición vertical. Se hará girar la probeta alrededor de este eje para asegurarse de que el aparato de medida no acusa una variación superior a 0,004 mm en el curso de esta rotación; si la variación es mayor, se buscará la causa para corregirla (polvo, mal contacto, etc.); y si no se puede corregir, la probeta debe rechazarse.

La fuerza de los contactos del aparato de medida sobre las piezas metálicas empotradas en la probeta no debe ser superior a 0,5 kp.

Para la realización del ensayo, las probetas se introducen en un recinto acondicionado a  $22^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C y 50 % de humedad relativa y se mantienen en estas condiciones durante 21 días, de modo que las probetas estén separadas entre sí 4 cm, como mínimo, para que pueda circular libremente el aire entre ellas. Pasados los 21 días se efectúa la medida de la longitud ( $l_0$ ) en las condiciones anteriormente establecidas.

A continuación se sumergen en agua destilada a la temperatura de  $18^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C y se mantienen durante 120 horas. Esta inmersión comprende las dos fases sucesivas: 1.\*) las probetas se sumergen hasta una altura de 5 mm durante 24 horas, apoyadas sobre una de sus caras mayores, y 2.\*) las probetas se sumergen totalmente durante 96 horas. El agua debe mojar libremente todas las caras de las probetas y su volumen debe ser, como mínimo, igual a cuatro veces el del total de las probetas.

Pasadas las 120 horas se dejan escurrir las probetas durante 5 minutos, disponiéndolas sobre una rejilla e inmediatamente después se obtiene nuevamente la medida de longitud  $(l_i)$  de cada probeta.

Como resultado se dará el valor medio de las variaciones de longitud, en mm por m, obtenidas para cada una de las 10 probetas por la siguiente expresión:

$$\varepsilon = \frac{l_t - l_0}{l_0} \cdot 1.000 \; ;$$

en la que:

 $l_1$  y  $l_0$  son las dimensiones medidas (en mm).

## V.3. ENSAYOS DE LAS PIEDRAS DE CANTERIA

#### V.3.1. DENSIDAD APARENTE DE LA PIEDRA

Se extraen tres probetas de un volumen aproximado de  $400 \text{ cm}^3$  de distintas zonas de la piedra. Si se prevé la realización de otros ensayos mecánicos (Apartado V.3.6), estas probetas deberán ser prismáticas de  $4 \times 4 \times 24$  cm, con el fin de poder aprovecharlas para su utilización posterior en dichos ensayos.

Una vez extraídas las probetas se desecan en estufa ventilada a  $105^{\circ} \pm 5^{\circ}$  C hasta peso constante obteniéndose este peso  $(P_S)$  con una precisión de 0,1 g. A continuación, se introducen en un recipiente en el que se vierte agua lentamente hasta cubrirlas (en un tiempo aproximado de 60 minutos) y se mantienen sumergidas otras 24 horas; seguidamente, se saca, cada probeta, del recipiente y se enjuga superficialmente con un trapo húmedo, obteniéndose su peso  $(P_e)$ , con precisión de 0,1 g, en estado embebido; a continuación, con la balanza hidrostática se obtiene el peso de la probeta sumergida en agua  $(P_a)$ .

La densidad aparente de cada probeta, en g/cm³, vendrá determinada por la expresión:

$$\gamma = \frac{P_S}{P_e - P_a} \; .$$

Como resultado de la densidad aparente de la piedra se tomará el valor medio de los obtenidos sobre las 3 probetas.

## V.3.2. DETERMINACION DE LA ABSORCION DE AGUA DE LA PIEDRA

El ensayo se realiza sobre 3 probetas extraídas de distintas zonas de la piedra y en las mismas condiciones establecidas para la determinación de la densidad aparente en el Apartado anterior, pudiéndose emplear las mismas probetas.

Para cada probeta se obtiene el peso desecado  $(P_S)$  y el peso embebido  $(P_e)$ , siguiendo el mismo procedimiento operatorio del ensayo anterior.

La absorción de agua de cada probeta, en % de su peso en seco, quedará determinada por la expresión:

$$\alpha = \frac{P_e - P_S}{P_S} \cdot 100 \ .$$

El resultado se dará con precisión de una cifra decimal.

Como absorción media de la piedra se tomará la media de los tres valores obtenidos sobre las probetas.

#### V.3.3. HELADICIDAD DE LA PIEDRA

Este ensayo consistirá en someter 3 probetas de piedra a veinte ciclos de congelación y deshielo.

Como probetas podrán emplearse los trozos mayores resultantes de los ensayos mecánicos que figuran más adelante en los Apartados V.3.6.

Para cada probeta se determina el peso  $P_i$ , después de haber sido desecada durante 24 horas en estufa a  $105^{\circ}\pm5^{\circ}$  C, con la aproximación de 1 g. A continuación, se mantienen en agua a temperatura de laboratorio durante 48 horas. Se sacan del agua y se enjugan superficialmente con un paño húmedo, introduciéndolas, a continuación, en la cámara refrigeradora que estará a la temperatura ambiente. Se hace descender la temperatura de la cámara hasta  $-20^{\circ}\pm3^{\circ}$  C en el transcurso de 2 horas y se mantienen en la cámara durante 18 horas más. Se sacan de la cámara, se observan superficialmente y se anota cualquier modificación de aspecto: grietas, exfoliaciones, etc. Se introducen en pila de agua a  $20^{\circ}$  C y se mantienen 4 horas, en que de nuevo se secan superficialmente, repitiéndose el ciclo veinte veces consecutivas. Al final se desecan de nuevo manteniéndolas durante 24 horas en estufa a  $105^{\circ}\pm5^{\circ}$  C y se determina el peso  $P_i$ .

Se obtendrá la pérdida de peso, en %, por la siguiente expresión:

Pérdida de peso (en %) = 
$$\frac{P_i - P_j}{P_i}$$
 · 100 .

Se indicará que el resultado del ensayo es favorable, si las probetas después del ensayo no presentan grietas, exfoliaciones, desconchados, etc. y si la pérdida de peso no es superior al 1 %.

## V.3.4. INFLUENCIA DEL FUEGO EN LA RESISTENCIA MECANICA DE LA PIEDRA

Los ensayos se realizarán sobre probetas preparadas en las mismas condiciones que las destinadas a la ejecución de los ensayos mecánicos (Apartado V.3.6).

Después de realizados los ensayos de flexión y compresión descritos en los Apartados V.3.6, se introducen los trozos de probeta de mayor tamaño resultante en un horno y se someten a la temperatura de 800° a 900° C durante 2 horas.

Después de enfriados estos trozos se rompen a flexión y compresión por el mismo método de ensayo de los Apartados V.3.6, y se comparan los resultados con los obtenidos en los trozos de probeta que no han estado sometidos a altas temperaturas.

Los resultados se expresarán en % de pérdida de resistencia respecto a la inicial.

#### V.3.5. DESGASTABILIDAD DE LA PIEDRA POR ROZAMIENTO

Este ensayo se realiza sobre 4 probetas de  $7,07 \times 7,07$  cm de sección (50 cm²) y de espesor suficiente para sujetarlas en el dispositivo de ensayo.

Las probetas se introducen en una pila con agua y se mantienen en ella durante 24 horas.

Se saca cada probeta de la pila, se enjuga con un paño húmedo y se pesa con exactitud de 0,1 g, resultado que se anota como peso inicial en el aire  $(P_E)$ .

Con la balanza hidrostática se pesa cada probeta dentro del agua, anotando el resultado como peso inicial en el agua  $(P_A)$ .

El volumen inicial de la probeta, en cm3, será:

$$V = P_E - P_A$$
.

Cada probeta se coloca en las mordazas de la pista de desgaste y se carga de modo que la presión entre probeta y pista sea de 0,6 kp/cm².

Como abrasivo se empleará esmeril de granulación de 0,4 a 0,6 mm. Se colocan 50 g sobre la pista y se agrega a razón de 50 g cada 100 m de recorrido.

El ensayo se realiza con pista mojada, regando inicialmente la pista con 20 cm<sup>3</sup> de agua y agregando una cantidad igual cada 100 m de recorrido.

Se pone en marcha la pista y se le hace recorrer 1.000 m.

Después del ensayo se desmontan las probetas, se lavan y se determina el peso final en el aire  $(P'_E)$  y peso final en el agua  $(P'_A)$ , siendo el volumen final de la probeta:

$$V' = P'_E - P'_A$$
.

El desgaste en volumen de cada probeta, en cm3, será:

$$D = V - V'$$
.

El desgaste lineal de cada probeta vendrá determinado por la disminución de espesor obtenida mediante la expresión:

$$d=\frac{D}{A}$$
;

donde A es el área de la cara de desgaste (en cm2).

El resultado se dará en mm, con una cifra decimal.

Como resultado del ensayo se dará la media aritmética de los valores obtenidos sobre las probetas ensayadas.

El ensayo se efectúa sobre las tres caras de un mismo triedro de la probeta.

## V.3.6. ENSAYOS DE RESISTENCIA MECANICA DE LAS PIEDRAS DE CANTERIA

Los ensayos de resistencia mecánica que se describen a continuación tienen por objeto determinar la resistencia a flexión y compresión que ofrecen las piedras destinadas a la ejecución de obras de fábrica de cantería.

Estos ensayos se realizarán como mínimo sobre tres probetas de  $4 \times 4 \times 24$  cm, que se desecarán en estufa a  $105^{\circ} \pm 2^{\circ}$  C, durante 24 horas, y se dejarán después enfriar a la temperatura ambiente de laboratorio durante 30 minutos.

#### V.3.6.1. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXOTRACCION

El ensayo se realizará sometiendo cada una de las probetas a una solicitación de flexión simple, a una velocidad aproximada de 50 kp/minuto apoyadas sobre rodillos separados  $10 \pm 1 \text{ cm}$  y con carga aislada centrada entre los dos ejes de rodillos.

La probeta se colocará sobre los rodillos inferiores en tal posición que uno de los extremos de la probeta diste unos 10 mm del eje del rodillo.

La resistencia a flexión, en kp/cm², de cada probeta, quedará determinada por la siguiente expresión:

$$\sigma_{j} = \frac{3P \cdot l}{2b \cdot d^{2}} ;$$

donde:

P es la carga de rotura (en kp).

l, la longitud entre apoyos (en cm).

b y d, las dimensiones de la sección de la probeta (b = d = 4 cm).

El valor de la resistencia a flexión  $\sigma_k$  de la piedra, en kp/cm², quedará determinado por la media aritmética de los tres resultados.

#### V.3.6.2. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A COMPRESION

El ensayo se realizará con prensa de compresión sobre los trozos de probeta de menor tamaño resultante del ensayo de resistencia a flexión.

Los trozos de probetas se colocan sobre una placa de acero de dimensiones  $A = 4 \times 6.25 = 25$  cm<sup>2</sup> ó  $A = 4 \times 4 = 16$  cm<sup>2</sup>, dejando fuera toda la parte de rotura irregular, y se sitúa a plomo una placa del mismo tamaño.

La carga de compresión se transmite de esta manera a través de un prisma de base A, en régimen de compresión simple.

La carga se ejerce con una velocidad no inferior a 500 kp/cm² y minuto hasta la rotura y se toma como resistencia a compresión de cada probeta:

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$
;

en la cual:

P es la carga que ha producido la rotura (en kp).

A, el área de la superficie de la placa de acero (en cm) (A = 25 ó 16 cm<sup>2</sup>).

El valor de la resistencia a compresión  $\sigma_k$  de la piedra, en kp/cm², quedará determinado por la media aritmética de los tres resultados obtenidos.

#### V.4. ENSAYOS DE TIERRAS PARA TAPIALES

## V.4.1. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA CARACTERISTICA

La resistencia de un muro de tapial se determinará sobre 10 probetas cúbicas de 30 cm de arista ejecutadas con el mismo tipo de tierra y en las mismas condiciones que haya de ejecutarse la obra.

Rotas las diez probetas a compresión se dará como valor característico de la resistencia  $\sigma_k$ , en kp/cm², el obtenido mediante la expresión:

$$\sigma_k = \sigma_m (1 \pm 1,64 \delta)$$
;

donde:

$$\sigma_m \ \text{ es el valor medio} \left( \sigma_m = \frac{\sum\limits_{1}^{n} \sigma_i}{n} \right).$$
 
$$\delta, \ \text{la dispersión} \left( \delta = \frac{1}{\sigma_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (\sigma_i - \sigma_m)^2}{n}} \right).$$

n, el número de probetas ensayadas (n = 10).

# V.4.2. DETERMINACION SIMPLIFICADA DEL CONTENIDO DE ARCILLAS Y LIMOS (\*)

Se toma cierta cantidad (de 500 a 1.000 g) de la tierra a analizar, se desmenuzan los grumos que puedan existir y se coloca sobre una bandeja metálica o plato poco profundo, calentándola con el fin de que se elimine la humedad. Una vez desecada la tierra, se obtiene su peso  $P_{\rm i}$ , en g, y en un recipiente se lava varias veces, hasta que el agua aparezca clara, cuidando de no eliminar en los lavados la arena y gravilla. Se vuelve a desecar, y se obtiene de nuevo su peso  $P_{\rm i}$ , también en g.

La pérdida de peso dará la cantidad de arcilla y limos que contenía la tierra.

El resultado quedará determinado, en %, mediante la expresión:

Contenido de arcilla y limos = 
$$\frac{P_i - P_f}{P_i} \cdot 100$$
.

## V.5. ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESION DE OBRAS DE FABRICA

#### V.5.1. FABRICAS DE LADRILLOS Y BLOQUES

El ensayo tiene por objeto determinar el valor característico  $\sigma_k$  de la resistencia a compresión de la fábrica de ladrillo o bloques.

Se fabricarán 10 probetas con la clase de ladrillo o bloque que haya de utilizarse, mortero confeccionado con los conglomerantes y áridos a emplear, del tipo y plasticidad especificado, y el espesor de junta adoptado.

Las probetas serán prismáticas, con sección cuadrada, de lado igual a la longitud de soga del ladrillo o bloque, y altura aproximadamente igual, y no menor, que el doble del lado de la base. Irán aparejadas con hiladas alternadas de sogas y tizones, y con las caras superior e inferior refrentadas con el mismo tipo de mortero empleado en la fábrica.

(\*) La determinación más precisa del contenido de cada uno de los componentes, arcilla y limos, podrá realizarse por el método de sedimentación de suspensiones en un líquido viscoso y deberá llevarse a cabo en algún laboratorio especializado. Las probetas se conservarán tapadas con sacos húmedos durante 28 días, y se ensayarán seguidamente a compresión.

La carga se aplicará, una vez centrada la probeta en los platos de la prensa, con una velocidad de 3 a 7 kp/cm² por segundo y hasta la rotura.

La tensión de rotura de cada probeta quedará definida por la carga de rotura, en kp, dividida por su sección horizontal, en cm². El valor característico  $\sigma_k$ , en kp/cm², de la resistencia a compresión de la fábrica, quedará determinado por la expresión:

$$\sigma_k = \sigma_m (1 - 1.64 \delta)$$
;

en la que:

$$\sigma_m$$
 es el valor medio  $\left(\sigma_m = \frac{\sum\limits_{l=1}^{n} \sigma_l}{n}\right)$ .

$$\delta, \text{ la dispersión } \left(\delta = \frac{1}{\sigma_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{1}^{n} (\sigma_i - \sigma_m)^2}{n}}\right).$$

n, el número de probetas ensayadas (n = 10).

#### V.5.2. FABRICAS DE CANTERIA

El ensayo tiene por objeto determinar el valor característico  $\sigma_k$  de la resistencia a compresión de la fábrica de cantería.

Se preparará un mínimo de 5 probetas de muro de fábrica de cantería ejecutadas con el mismo tipo de piedra que haya de utilizarse, mortero confeccionado con los conglomerantes y áridos a emplear, del tipo y plasticidad especificado y el espesor de junta adoptado. Las probetas serán prismáticas, del mismo espesor que haya de tener en obra y con una longitud y una altura mínimas de 50 cm. La disposición de las piedras será semejante a la prevista en obra, con no menos de dos piezas por hilada ni menos de cuatro hiladas. Las caras superior e inferior deberán quedar refrentadas con el mismo tipo de mortero empleado en la fábrica.

Las probetas se conservarán tapadas con sacos húmedos durante 28 días y se ensayarán seguidamente a compresión.

La carga se aplicará, una vez centrada la probeta en los platos de la prensa, con una velocidad de 3 a 7 kp/cm² por segundo hasta la rotura.

La tensión de rotura de cada probeta quedará definida por la carga de rotura, expresada en kp, dividida por su sección horizontal, en cm². El valor característico  $\sigma_k$ , en kp/cm², de la resistencia a compresión de la fábrica, quedará determinado por la expresión:

$$\sigma_k = \sigma_m (1 - 1.64 \delta)$$
;

donde:

 $\sigma_m$  es el valor medio de los resultados obtenidos  $\left(\sigma_m = \frac{\sum\limits_{i=1}^n \sigma_i}{n}\right)$  .

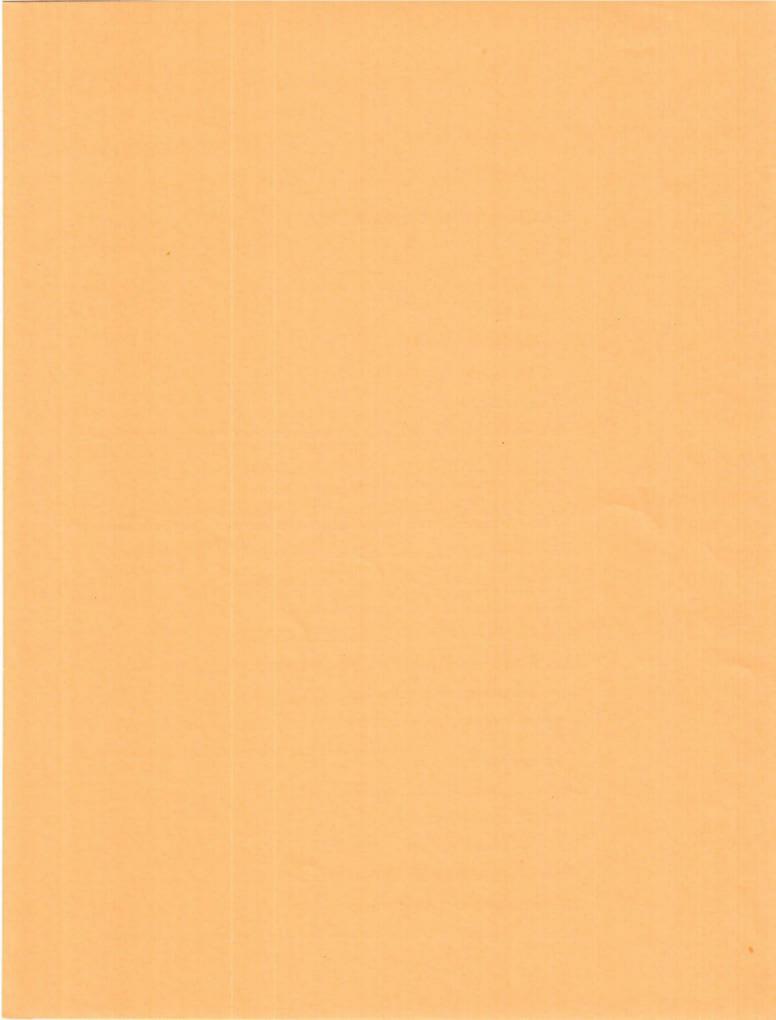
$$\delta$$
, la dispersión  $\left(\delta = \frac{1}{\sigma_m} \cdot \sqrt{\frac{\sum\limits_{i=1}^{n} (\sigma_i - \sigma_m)^2}{n}}\right)$ .

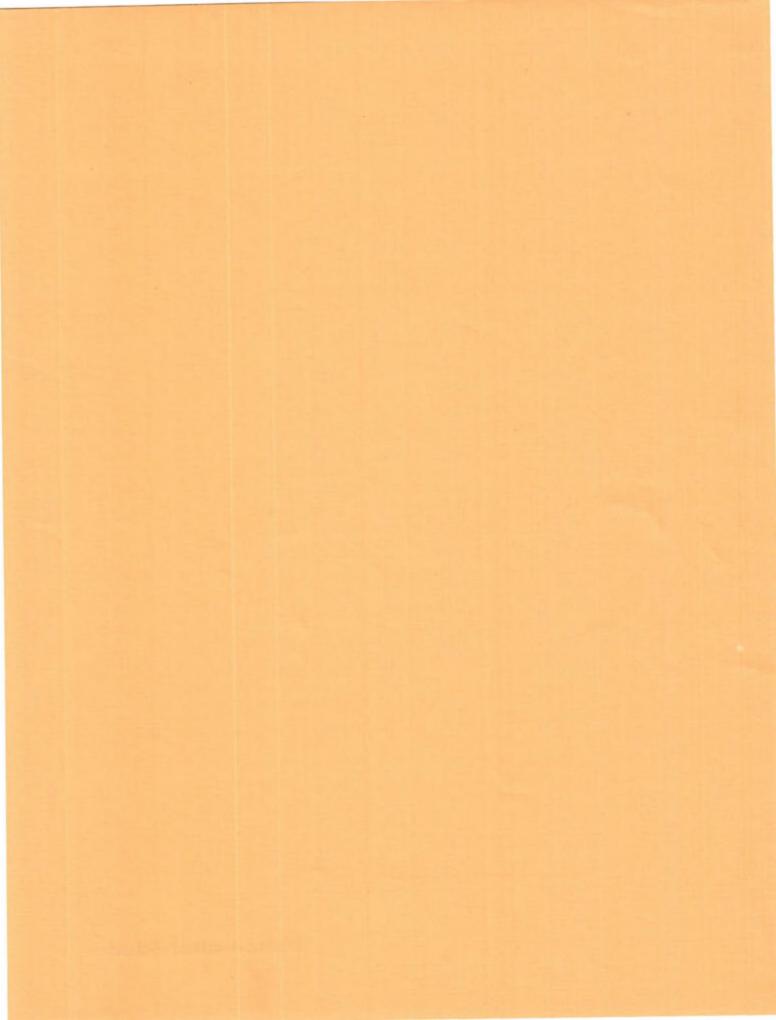
n, el número de probetas ensayadas.

## Bibliografía consultada

- «Normas UNE».
- «Normas americanas A.S.T.M.».
- «Normas francesas N.F.».
- «Cahiers du C.S.T.B.», de Paris.
- «Resistance mécanique des murs portants en maçonnerie», del Centro Científico y Técnico de la Construcción de Bruselas (Note d'information technique 44).
- «Fissuration des maçonneries», del Centro Científico y Técnico de la Construcción de Bruselas (Note d'information technique 65).
- «Les fissures dans les constructions conséquence de phénomènes physiques naturels».

  Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, núm. 250. Bruselas.
- «Nork Standard (N.S. 421). Teglsteinsmurverk. Regler for prosjéktering» (abril 1958. Oslo).
- «Cladiri Civile». Ministeriul Invatamintului (1964. Bucarest).
- «Norma M.V. 101-1962 del Ministerio de la Vivienda».
- «Boletín de la Sociedad Española de Cerámica».
- «Propuesta de Norma de muros de fábrica de ladrillo (EXCO)».
- «Apuntes de Construcción», de F. Cassinello.
- «Apuntes de Estructuras, II», de J. Lahuerta.
- «Recomendaciones para la construcción de muros de fábrica impermeables», de A. Alamán y F. Cassinello.
- «El ladrillo y sus fábricas», de F. Cassinello.
- «Arcos de ladrillo», de F. Cassinello.
- «Bóvedas y cúpulas de ladrillo», de F. Cassinello.
- «Muros de carga de fábrica de ladrillo», de F. Cassinello.
- «Bóvedas tabicadas», de B. Bassegoda.
- «Pliego de Condiciones Varias de la Edificación del Centro Experimental de Arquitectura».





# Indice alfabético

a	Pág.	Apartado	<u>P</u>	ág.	Apartado
Acción de los forjados	44	II.1.1.2.1.1.5.	Arco capialzado	32	I.4.1.
Adarajas		1.2.4.2.	Arco carpanel	32	I.4.1.
Adarajas		1.3.4.	Arco cojo	32	I.4.1.
Adiciones en los tapiales		III.5.3.	Arco cumplido	32	I.4.1.
Aditivos		III.6.1.5.	Arco de bolsón	32	I.4.2.
Adobes		1.2.4.1.		32	I.4.2.
Adobes		III.4.	Arco de descarga	32	1.4.2.
Aguja		1.2.5.1.	Arco de medio punto	31	I.4.1.
Aislamiento acústico		II.2.3.		32	I.4.2.
Aislamiento térmico		II.2.2.		31	I.4.1.
Albardilla		I.3.4.		31	I.4.1.
Alféizar		I.3.5.	Arco rampante	32	I.4.1.
Almohadón		I.4.4.		31	I.4.1.
Almohadones		I.2.3.3.1.		32	I.4.2.
Altura de un hueco		1.3.5.	Arcos	4	O.3.1.1.3.
Altura virtual de un muro		II.1.1.2.1.1.6.1.		31	1.4.
Amasado de los morteros		IV.3.2.	Arcos	71	II.1.1.3.
Antepecho		1.3.5.		151	IV.5.
Antepechos		II.1.1.2.1.1.9.2.		130	IV.2.2.
Aparejo		I.1.2.		21	I.2.3.1.1.
Aparejo a la española		I.2.1.4.		119	III.3.2.3.
Aparejo americano		1.2.1.4.		33	I.4.4.
Aparejo de panderetes		I.2.1.4.	Arriostramientos durante la construc-	200	
Aparejo de panderetes y sardineles	100	1.2.1.4.	ción 1	124	IV.4.1.6.
Aparejo de sardineles	0.75	1.2.1.4.	Aspecto y textura de las piedras de can-	LUI	A V (ZIAIO)
Aparejo de sogas		I.2.1.4.		117	III.3.1.
Aparejo de tizones	160,000	1.2.1.4.	tería 1	111	111.5.1.
Aparejo diatónico		1.2.3.3.2.	Aspecto y textura de los bloques de hor-		*****
Aparejo flamenco o gótico		I.2.1.4.	migón de arena y grava 1	108	III.2.2.1.3.
Aparejo holandés		I.2.1.4.	Aspecto y textura de los bloques de hor-		
Aparejo inglés		1.2.1.4.	migón celular 1	115	III.2.3.3.
Aparejo inglés		1.2.3.3.2.	Aspecto y textura de los bloques de hor-		
Aparejo inglés antiguo		I.2.1.4.	migón ligero 1	111	III.2.2.2.3.1.
Aparejo inglés en cruz o belga		1.2.1.4.		16	I.2.1.5.
Aparejo inglés normal		I.2.1.4.			
Aparejo isodomo		I.2.3.3.2.			
Aparejo seudoisodomo	712.07	I.2.3.3.2.			
Aparejos de fábricas de ladrillo		I.2.1.4.			
Aparejos de sillería, tipos de		1.2.3.3.2.			
Apoyo de forjados		II.1.1.2.1.1.8.			
Areo abocinado		I.4.1.	D		
Arco adintelado	1000	I.4.1.			
Arco adintelado a montacaballo		I.4.1.	Barda	29	I.3.4.
Arco adintelado normal		1.4.1.	Baritado 1	155	IV.9.3.
Arco adintelado triangular		I.4.1.		21	1.2.3.1.1.
Arco aparejado		I.4.2.	Batiente	31	I.3.5.
Arco apuntado		I.4.1.	Bloque	18	1.2.2.

	Pág.	Apartado	C	Pág.	Apartado
Bloque	103	III.2.	Cales	. 123	III.6.1.3.
Bloque		IV.2.4.	Cales aéreas		III.6.1.3.1.
Bloque cerámico		I.2.2.1.	Cales hidráulicas		III.6.1.3.2.
Bloque cerámico	0.22	III.2.1.	Calidades de los ladrillos	. 97	III.1.1.2.
Bloque cerámico		IV.4.2.2.2.1.	Calidades de los bloques cerámicos .	. 104	III.2.1.2.
Bloque cerámico, aislamiento del		III.2.1.4.7.	Caliza	. 21	I.2.3.1.1.
Bloque compactado a mano		I.2.2.1.	Caliza		III.3.2.2.
Bloque compactado por asentamient	0		Canecillos	29	I.3.4.
dinámico	18	I.2.2.1.	Cantería	. 20	I.2.3.
Bloque compactado por compresión .		I.2.2.1.	Capialzado	. 31	I.3.5.
Bloque compactado por vibración	18	1.2.2.1.	Características físicas de los bloques co	9-	
Bloque compactado por vibración	У		rámicos	104	III.2.1 4.
compresión	18	I.2.2.1.	Características físicas de los bloques d	e	
Bloque complementario		1.2.2.1.	hormigón celular	115	III.2.3.4.
Bloque conglomerado		1.2.2.1.	Características físicas de los bloques d	e	
Bloque conglomerado		III.2.2.	hormigón de arena y grava	108	III.2.2.1.4.
Bloque conglomerado		IV.4.2.2.2.2.	Características físicas de los bloques d	e	
Bloque conglomerado de cal		1.2.2.1.	hormigón ligero	111	III.2 2.2.3.
Bloque conglomerado de cal		111.2.5.	Características físicas de los ladrillo		
Bloque conglomerado de yeso		1.2.2.1.	cerámicos ordinarios	100	III.1.1.4.
Bloque conglomerado de yeso		III.2.4.	Características geométricas de los ble		
Bloque conglomerado de yeso		IV.4.2.2.3. I.2.2.1.	ques cerámicos		III.2.1.3.
Bloque de cara vista		1.2.2.1.	Características geométricas de los ble		
Bloque de hormigón celular Bloque de hormigón celular		III.2.3.	ques de hormigón celular		III.2.3.2.
Bloque de hormigón celular, aislamie		AAA.a.o.	Características geométricas de los ble		
to del	444	III.2.3.4.4.	ques de hormigón de arena y grava.		III.2.2.1.2.
Bloque de hormigón, de arena y grav		III.2.2.1.	Características geométricas de los ble		
Bloque da hormigón, de arena y grav			ques de hormigón ligero		III.2.2.2.2.
aislamiento del		III.2.2.1.4.4.	Características geométricas de los 1		
Bloque de hormigón ligero		1.2.2.1.	drillos cerámicos ordinarios		III.1.1.3.
Bloque de hormigón ligero		III.2.2.2.	Cara de apoyo	20	1.2.2.2.
Bloque de hormigón ligero, aislamien			Cara de asiento	20	1.2.2.2.
del		III.2.2.2.3.4.	Cara de espera	20	I.2.2.2.
Bloque de hormigón normal		1.2.2.1.	Cargadero		I.3.5.
Bloque de pared delgada	19	1.2.2.1.	Cargadero		II.1.1.2.1.1.9.1.
Bloque de pared gruesa	19	1.2.2.1.	Cargas transmitidas por los forjados		II.1.1.2.1.1.5.1.
Bloque de piedra	21	1.2.3.1.2,	Carretal	43,000	1.2.3.1.2.
Bloque hueco		1.2.2.1.	Cementos		III.6.1.1.
Bloque hueco de cal		III.2.5.3.	Cerramiento de obra de fábrica		O.3.1.2.
Bloque hueco de fondo ciego		I.2.2.1.	Cimentación con piles		1.3.4.
Bloque hueco de huecos pasantes		1.2.2.1.	Cimentación con pilas Cimentación con zapatas		H.1.1.1. H.1.1.1.
Bloque ligero de escoria de carbón		III.2.2.2.4.2.	Cimentaciones	200	II.1.1.1.
Bloque ligero de escoria siderúrgica e		III.2.2.2.4.1.	Cimentaciones de obra de fábrica		O.3.1.1 1.
pandida o de puzolana		1.2.2.1.	Citara		I.2.1.5.
Bloque macizo ligero de cal		III.2.5.2.	Clave		I.4.4.
Bloque macizo pesado de cal		III.2 5.1.	Coeficiente de deformabilidad		II.1.1.2.1.1.3.
Bloque ordinario		1.2.2.1.	Coeficientes de ponderación		II.1.1.2.1.1.1.
Bloque tipo		1.2.2.1.	Colocación de los ladrillos en la fábric		I.2.1.3.
Bloques, puesta en obra de los		IV.4.2.2.2.	Componentes de los morteros	122	III.6.1.
Bóveda continua		1.5.2.	Condiciones generales de ejecución o		
Bóvedas	100	O.3.1.1.3.	los tapiales	145	IV.4.2.4.2.1.
Bóvedas		I.5.	Condiciones generales de las piedras n		
Bóvedas	34	I.5.2.	turales	117.	III.3.1.
Bóvedas	71	II.1.1.3.	Condiciones generales de las tierras p		
Bóvedas compuestas		I.5.1.	ra tapiales		III.5.1.
Bóvedas, ejecución de		IV.6.	Condiciones particulares de algunos		7.500
Bóvedas nervadas		I.5.2.	pos de piedra		III.3.2.
Bóvedas simples		I.5.1.	Condiciones particulares de ejecucio		*** - 0 - 0 - 0
Brechas	21	1.2.3.1.1.	para cada tipo de tapial	145	IV.4.2.4.2.2.

Cúpulas         4         O.3.1.13.         Elementos de un aparejo de obra de fábrica         10         11.2.2         12.0         11.1.3.         Elementos de un muro         10         11.2.2         2         1.3.4         Elementos de un muro         10         11.2.2         2         1.3.4         Elementos geométricos de un muro         10         11.2.2         11.1.1         Elementos geométricos de la rocumbra de fábrica         37         11.1.1         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         37         11.1.1         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         37         11.1.1         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         37         11.1.1         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         37         11.1.1         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         37         11.1.1         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         30         13.4         13.4         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         30         13.4         13.4         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         30         13.4         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         40         11.1.1         11.3         11.1         Esceporta la numa da la la la reducción de las forbida que princion de la protida q		Pág.	Apartado	е	Pág.	Apartado
Corromación   29   13.4   Ejecución   29   13.4   Elementos constructivos del arco   33   14.4   Corturciave   33   14.4   Elementos constructivos del arco   33   14.4   Elementos constructivos del arco   33   14.4   Elementos del os horevadas   34   15.2   Elementos de los horevadas   34   15.2   Elementos del os horevadas   34   15.2   Elementos del os horevadas   34   15.2   Elementos del os horevadas   35   15.3   Elementos del os horevadas   36   15.3   Elementos del os horevadas   36   15.2   Elementos del os horevadas   36   15.2   Elementos del os muros de obra de fábrica   50   11.1   Elementos del os muros del obra del fábrica   50   11.1   Elementos del obra de fábrica   50   11.1   Elementos del os fobra del fáb						I.2.1.7.
Corro de la piedra   139   1742-31.1   Elementos constructivos de las rowed   31   14.4   Corrigidor   18   12.17.   Elementos de los huecos de los muros   30   13.5.   Elementos de los huecos de los muros   30   13.5.   Elementos de los huecos de los muros   30   13.5.   Elementos de los huecos de los muros   30   13.5.   Elementos de los huecos d			IV.2.1.			IV.8.
Cortive de la piedra   139   IV.42.3.11.						IV.
Contraclave	Coronación	29				
Curreita						
Currenta         21         L'3.3.1.3         brica de cantería         69         II.1.12           Cúpulas         4         O.3.1.3.5         Elementos de un muro         29         1.3.2           Cúpulas         71         III.1.3.5         Elementos geométricos de las piezas         30         I.1.2           Cúpulas, ejecución de las         153         IV.6.         Elementos geométricos de las piezas         30         I.1.1.2           Cúpulas, ejecución de las         153         IV.6.         Elementos geométricos de las piezas         30         I.1.1.2           Cúpulas, ejecución de las         153         IV.6.         Elementos geométricos de las piezas         30         I.1.1.2           Cúpulas, ejecución de las         153         IV.6.         Elementos geométricos de las piezas         20         I.1.1.2           Cúpulas, ejecución de las         153         IV.6.         Elementos geométricos de las piezas         20         I.1.1.2           Characteria         11         Endejas         25         I.1.4.3           Deformación de los forjados         76         III.1.1.1         Especar de los forjados superial         10         III.1.2.2.2.3.2           Densidad aparente de los ladrillos corriamicos de los ladrillos especiales de un hueco         11         <						1.3.5.
Cúpulas         4         O.3.1.3.         Elementos de un aparejo de obra de fábrica         1         1.1.2.         Drica         1         1.1.2.         Elementos de un muro         10         1.1.2.         2         1.3.4.         Elementos de un muro         20         1.3.4.         1.1.1.         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         37         II.1.1.         Endejas         25         1.4.3.         1.4.4.         Endejas         25         1.4.4.         1.4.3.         Endejas         30         1.3.4.         Endejas         25         1.1.4.         Endejas         25         1.1.4.         Endejas         30         1.3.4.         Escopeta         In 1.1.2.         Escopeta         In 1.1.2.         Escopeta         I						********
Cúpulas         34         1.5.2         brica         10         1.1.2.2           Cúpulas, ejecución de las         153         IV.6.         Elementos de un muro         29         1.3.4.           Cúpulas, ejecución de las         153         IV.6.         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         9         II.1.1.         Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica         9         II.1.1.         Endejas         30         13.4.           Definiciones         9         I.         Escepeta         30         13.4.           Endejas         30         13.4.         Endejas         30         13.4.           Endejas         30         13.4.         Espesor de los forjados (limitación de la redución de los ladrillos cerámicos.         10         111.1.1.         Espesor de un arco         32         14.3.           Designac			1202 100 100 100 100 100 100 100 100 100			II.1.1.2.2.3.1.
Cúpulas, ejecución de las 153 1V.6.  Cúpulas, ejecución de las 153 1V.6.  Elementos escunturales de obra de fábrica de la picas que componen la obra de fábrica 9 1.1.  Endejas 30 13.4.  Endejas 30 13.4.  Endejas 30 13.4.  Enjuta de un arco 31 14.3.  Elementos geométricos de las picas que componen la obra de fábrica 9 1.1.  Endejas 30 13.4.  Enjuta de un arco 31 13.5.  Escopeta 11.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.1.  Escopeta 11.1.1.1.1.1.1.  E						
Cipulas, ejecución de las   153   IV.6.   Elementos estructurales de obra de fábrica   37   II.1.1.				Flomentos de un mure	10	
Definiciones	Cúpulas ciamaión da las	159				1.3.4.
Elementos geométricos de las piezas que componen la obra de fábrica   9   1.1.	Cupulas, ejecución de las	153	1V.b.			****
Definiciones						
Que component la obra de fâbrica   9   1.1.1						1.4.5.
Endejas						T11
Endejas						
Enjuta de un arco						0.000000000
Definiciones	_1				Carlotte Co.	
Definiciones	a					
Deformación de los forjados   76   II.1.3.1.   Espesor de los forjados   10   II.1.3.1.   Espesor de los forjados   10   II.1.3.1.   Espesor de los forjados   17   III.3.1.   Espesor de los forjados   18   III.3.1.   III.3.1.   Espesor de los forjados   18   III.3.1.   Espesor de los forjados   18   III.3.1.   III.3.1.   Espesor de los forjados   18   III.3.1.   III.3.1.   Espesor de los forjados   18						II.1.1.2.1.1.6.1.
Designación de los bloques de hormigón ligero   111	Definiciones	0	T			
In reducción del	Deformación de los foriados	76				
Densidad aparente de los ladrillos cerámicos ordinarios   100   111.14.1   Espinazo   34   1.1.12   1.1.12   1.1.12   1.1.14.1   Espinazo   34   1.1.12   1.1.14			11.1.0.1.1.			II.1.3.1.1.3.
Espesor virtual de un muro   49   II.1.1.2			TIT 2 2 2 3 2	Espesor de un arco	32	I.4.3.
Densidad y homogeneidad de los bloques de hormigón celular   115   1112.3.4.1.   Esquinero   25   12.4.2.			***************************************			II.1.1.2.1.1.6.1.
Esquinero   25   12.4.2			III.1.1.4.1.	Espinazo	34	I.5.3.
Ques de hormigón celular   115   III 2.3.4.1.   Estabilidad dimensional de bloques de hormigón celular   116   III 2.3.2.1.				Esquinero	25	1.2.4.2.
Destrame de un hueco			III.2.3.4.1.	Estabilidad dimensional de bloques de		
Designación de los bloques cerámicos. 103   III.2.1.1.   Estereotomía   23   I.2.3.3.   Esterio de los properes de los bloques conglomerados   106   III.2.2.1.1.   Estereotomía   23   I.2.3.3.   I.4.4.			I.3.5.	hormigón celular	116	111.2.3.4.3.
Designación de los bloques cerámicos   103   III.2.1.1.   Fábricas de los bloques conglomerados   106   III.2.2.1.1   Estereotomía   23   12.3.3.   12.3.3			IV.4.2.3.1.2.	Estabilidad y arriostramiento de muros		
Esterectomia			III.2.1.1.			II.1.1.2.1.2.
Designación de los bloques de hormigón celular   114   111.23.1   Excentricidad de carga debida a la acción de los bloques de hormigón ligero   Excentricidad por el efecto de pandeo   50   11.1.2   Exgencias de aspecto   50   11.1.2   Exgencias de aspecto   50   11.1.2   Exigencias de aspecto   50   3.3   11.1.2				Estereotomía	23	
Segretación de los bloques de hormi- 110   III.2.3.1.   Excentricidad en función de la esbeltez, de pandeo   Segretación de los ladrillos   Segretación de los bloques cerámicos   Segretación de los bloques de hormigón celular   Segretación de los bloques de hormigón ligero   Segretación de los piezas en un aparejo de obra de fábrica   Segretación	rados	106	III.2.2.1.1.	Estribo de un arco	33	I.4.4.
Designación de los bloques de hormi- 110   III.2.2.2.1.   Excentricidad en función de la esbeltez.   48   III.1.2.2   gón ligero   97   III.1.1.1   Excentricidad producida por el efecto de pandeo   50   III.1.1.2   Exigencias de aspecto   5   O.3.4.	Designación de los bloques de hormi-					1220000000000
Excentricidad producida por el efecto de pandeo   50   11.1.1.2	gón celular	114	III.2.3.1.			II.1.1.2.1.1.5.2.
Designación de los ladrillos   97	Designación de los bloques de hormi-	110	III.2.2.2.1.			II.1.1.2.1.1.6.
Designación de los ladrillos especiales.   101   III.1.2.1.   Exigencias de aspecto   5   O.3.4.	gón ligero					*******
Diabasa         21         I.2.3.1.1.         Exigencias de durabilidad         5         O.3.3.           Dilatación potencial por la humedad         105         III.2.1.4.4.         Exigencias de durabilidad         y salubridad         5         O.3.2.           Dimensiones de los bloques cerámicos.         104         III.2.1.3.1.         Exigencias de habitabilidad y salubridad         5         O.3.2.           Dimensiones de los bloques conglomerados         107         III.2.1.2.1.         Exigencias de seguridad         3         O.3.1.           Dimensiones de los bloques de hormigón celular         115         III.2.3.2.1.         Exigencias de seguridad         3         O.3.2.           Dimensiones de los bloques de hormigón celular         115         III.2.3.2.1.         III.2.3.2.1.         III.2.3.2.1.         Exigencias de de seguridad         3         O.3.2.           Dimensiones de los bloques de hormigón celular         115         III.2.3.2.1.         III.2.3.2.1. </td <td></td> <td></td> <td></td> <td>de pandeo</td> <td>50</td> <td>11.1.1.2.1.1.6.2.</td>				de pandeo	50	11.1.1.2.1.1.6.2.
Dilatación potencial por la humedad 105 III.2.1.4.4.  Dimensiones de los bloques cerámicos. 104 III.2.1.3.1.  Dimensiones de los bloques conglomerados 107 III.2.2.1.2.1.  Dimensiones de los bloques de hormigón celular 115 III.2.3.2.1.  Dimensiones de los bloques de hormigón ligero 111 III.2.2.2.2.1.  Dimensiones de los ladrillos 98 III.1.1.3.1.  Dintel 30 I.3.5.  Diorita 20 I.2.3.1.1.  Directriz de un arco 32 I.4.3.  Disposición de las piezas en un aparejo de obra de fábrica 9 I.1.2.1.  Disposiciones de junta de la obra de fábrica 10 I.1.3.1.  Diomá 21 I.2.3.1.1.  Pábricas armadas 72 III.1.4.1.  Pábricas de habitabilidad y salubridad (105 III.2.1.2.1.2.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.1.						
Dimensiones de los bloques cerámicos. 104   III.2.1.3.1.   dad						U.S.S.
Dimensiones de los bloques conglome-   rados						032
rados         107         III.2.2.1.2.1.         Exigencias funcionales         3         O.3.           Dimensiones de los bloques de hormigón ligero         115         III.2.3.2.1.         III.2.2.2.2.1.         III.2.2.2.2.2.1.         III.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2.2			111.2.1.3.1.	Exigencias de seguridad	3	
Dimensiones de los bloques de hormigón celular			TTT 0 0 1 0 1			
gón celular       115       III.2.3.2.1.         Dimensiones de los bloques de hormigón ligero       111       III.2.2.2.2.1.         Dimensiones de los ladrillos       98       III.1.1.3.1.         Dintel       30       I.3.5.         Diorita       20       I.2.3.1.1.         Directriz de un arco       32       I.4.3.         Disposición de las piezas en un aparejo de obra de fábrica       9       I.1.2.1.       Fábrica de ladrillo       12       I.2.1.         Disposiciones de junta de la obra de fábrica       10       I.1.3.1.       Pábricas armadas       72       III.1.1.4         brica       10       I.1.3.1.       Pábricas armadas       154       IV.7.         Dolomía       21       I.2.3.1.1.       Fábricas de adobe       25       I.2.4.         Dosificación       124       III.6.2.1.       Fábricas de bloques       18       I.2.2.			111.2.2.1.2.1.	and desired a second se		
Dimensiones de los bloques de hormigón ligero			TTT 9 3 9 1			
gón ligero			111.2.0.2.1.			
Dimensiones de los ladrillos         98         III.1.3.1.           Dintel         30         I.3.5.           Diorita         20         I.2.3.1.1.           Directriz de un arco         32         I.4.3.           Disposición de las piezas en un aparejo de obra de fábrica         9         I.1.2.1.           Disposiciones de junta de la obra de fábrica         9         I.1.3.1.           Pábricas armadas         72         II.1.1.4           brica         10         I.1.3.1.         Pábricas armadas         154         IV.7.           Dolomía         21         I.2.3.1.1.         Fábricas de adobe         25         I.2.4.           Dosificación         124         III.6.2.1.         Fábricas de bloques         18         I.2.2.			TTT 22221			
Dintel       30       I.3.5.         Diorita       20       I.2.3.1.1.         Directriz de un arco       32       I.4.3.         Disposición de las piezas en un aparejo de obra de fábrica       9       I.1.2.1.         Disposiciones de junta de la obra de fábrica       Fábricas armadas       72         Brica       10       I.1.3.1.       Pábricas armadas       154         Dolomía       21       I.2.3.1.1.       Pábricas de adobe       25       I.2.4.         Dosificación       124       III.6.2.1.       Fábricas de bloques       18       I.2.2.						
Diorita       20       I.2.3.1.1.         Directriz de un arco       32       I.4.3.         Disposición de las piezas en un aparejo de obra de fábrica       9       I.1.2.1.       Fábrica de ladrillo       12       I.2.1.         Disposiciones de junta de la obra de fábrica       10       I.1.3.1.       Fábricas armadas       72       III.1.1.4         brica       10       I.1.3.1.       Fábricas armadas       154       IV.7.         Dolomía       21       I.2.3.1.1.       Fábricas de adobe       25       I.2.4.         Dosificación       124       III.6.2.1.       Fábricas de bloques       18       I.2.2.						
Directriz de un arco       32       I.4.3.         Disposición de las piezas en un aparejo de obra de fábrica       9       I.1.2.1.       Fábrica de ladrillo       12       I.2.1.         Disposiciones de junta de la obra de fábrica       10       I.1.3.1.       Fábricas armadas       72       III.1.1.4         brica       10       I.1.3.1.       Fábricas armadas       154       IV.7.         Dolomía       21       I.2.3.1.1.       Fábricas de adobe       25       I.2.4.         Dosificación       124       III.6.2.1.       Fábricas de bloques       18       I.2.2.						
Disposición de las piezas en un aparejo de obra de fábrica         9         I.1.2.1.         Fábrica de ladrillo         12         I.2.1.           Disposiciones de junta de la obra de fábrica         Fábricas armadas         72         III.1.4           brica         10         I.1.3.1.         Fábricas armadas         154         IV.7.           Dolomía         21         I.2.3.1.1.         Fábricas de adobe         25         I.2.4.           Dosificación         124         III.6.2.1.         Fábricas de bloques         18         I.2.2.						
de obra de fábrica       9       I.1.2.1.       Fábrica de ladrillo       12       I.2.1.         Disposiciones de junta de la obra de fábrica       Fábricas armadas       72       III.1.4         brica       10       I.1.3.1.       Fábricas armadas       154       IV.7.         Dolomía       21       I.2.3.1.1.       Fábricas de adobe       25       I.2.4.         Dosificación       124       III.6.2.1.       Fábricas de bloques       18       I.2.2.			Control of the contro			
Disposiciones de junta de la obra de fábrica         Fábricas armadas         72         II.1.1.4           brica         10         I.1.3.1.         Fábricas armadas         154         IV.7.           Dolomía         21         I.2.3.1.1.         Fábricas de adobe         25         I.2.4.           Dosificación         124         III.6.2.1.         Fábricas de bloques         18         I.2.2.			I.1.2.1.	Fábrica de ladrillo	12	I.2.1.
brica         10         I.1.3.1.         Fábricas armadas         154         IV.7.           Dolomía         21         I.2.3.1.1.         Fábricas de adobe         25         I.2.4.           Dosificación         124         III.6.2.1.         Fábricas de bloques         18         I.2.2.						II.1.1.4.
Dolomía       21       I.2.3.1.1.       Fábricas de adobe       25       I.2.4.         Dosificación       124       III.6.2.1.       Fábricas de bloques       18       I.2.2.			I.1.3.1.			
Dosificación						
Doveia	Dovela		I.4.4.	Fábricas de ladrillo armadas		I.2.1.6.
						II.1.1.2.2.6.

	Pág.	Apartado	i	Pág.	Apartado
Factor de empotramiento	47	II.1.1.2.1.1.5.3.	Jamba	30	1.3.5.
Factor de empotramiento	48	II.1.1.2.1.1.5.3	Junta		I.1.3.
Fisuras, medidas de prevención de las	147	IV.4.4.1.	Junta continua		1.2.2.2.
Flecha	32	I.4.3.	Junta degollada		I.1.3.2.
Flecha, cálculo de la	76	II.1.3.1.1.1.	Junta discontinua		1.2.2.2.
Flecha, limitación de la	76	II.1.3.1.1.2.	Junta enrasada	. 11	I.1.3.2.
Florescencias en las fábricas de ladrillo.	18	I.2.1.7.	Junta matada inferior		I.1.3.2.
Fluatación	155	IV.9.2.	Junta matada superior		I.1.3.2.
Frente de un arco	32	I.4.3.	Junta oculta o a hueso		I.1.3.2.
			Junta rehundida		I.1.3.2.
			Junta saliente		I.1.3.2.
			Junta vertida	. 20	I.2.2.2. II.1.1.2.1.4.
			Juntas, tipos de		I.1.3.2.
Gabro Galletilla Gneis Goterón Granito Granitos Grueso	20 14 21 29 20 119 9	I.2.3.1.1. I.2.1.1.5. I.2.3.1.1. I.3.4. I.2.3.1.1. III.3.2.1. I.1.1.	Labra de la piedra, operaciones de Ladrilleta o plaqueta Ladrillo adovelado Ladrillo aplantillado Ladrillo bardo Ladrillo berdo Ladrillo cerámico Ladrillo cerámico	. 14 . 13 . 13 . 14 . 14 . 12	IV.4.2.3.1. I.2.1.1.5. I.2.1.1.3. I.2.1.1.3. I.2.1.1.5. I.2.1.1.4. I.2.1.1.
h			Ladrillo cerámico	. 13	I.2.1.1.2. I.2.1.2.
**			Ladrillo conglomerado	. 15	I.2.1.2.
Heladicidad de las piedras de cantaría.	118	III.3.1.	Ladrillo decorativo	. 15	I.2.1.2.
Hilada	10	I.1.2.2.	Ladrillo de escorias	. 15	I.2.1.2.
Ноја	10	I.1.2.2.	Ladrillo de mesa	. 13	I.2.1.1.2.
Homogeneidad de las piedras de can-			Ladrillo de mocheta	. 13	I.2.1.1.3.
tería	118	III.3.1.	Ladrillo escafilado	. 14	1.2.1.1.4.
Huecos	54	II.1.1.2.1.1.9.	Ladrillo flotante	. 15	I.2.1.2. I.2.1.1.2.
Humedades	90	II.2.1.	Ladrillo hueco		1.2.1.1.1.
Humedades de condensación	92	II.2.1.3.	Ladrillo hueco doble		I.2.1.1.1.
Humedades procedentes del agua de llu-	00	TT 0 1 0	Ladrillo hueco sencillo		1.2.1.1.1.
via	90	II.2.1.2.	Ladrillo ligero		1.2.1.2.
numeusues procedentes del terreno	90	II.2.1.1.	Ladrillo macizo	12	I.2.1.1.1.
			Ladrillo mecánico	. 13	I.2.1.1.2.
			Ladrillo moldurado	. 13	1.2.1.1.3.
			Ladrillo ordinario	. 13	I.2.1.1.3.
			Ladrillo pardo	. 14	I.2.1.1.4.
			Ladrillo perforado	. 12	I.2.1.1.1.
			Ladrillo pintón	. 14	I.2.1.1.4.
			Ladrillo portero	. 14	1.2.1.1.4.
			Ladrillo prensado	. 13	I.2.1.1.2.
Idoneidad	5	0.4.	Ladrillo recocho	. 14	1.2.1.1.4.
Impermeabilización		IV.9.4.	Ladrillo refractario	. 14	I.2.1.2.
Imposta	29	I.3.4.	Ladrillo santo	. 14	I.2.1.1.4.
Interrupción de los trabajos		IV.4.1.4.	Ladrillo tosco o de tejar	. 15	I.2.1.2. I.2.1.1.2.
Intradós	33	I.4.3.	Ladrillo trabuco o tacos	. 14	I.2.1.1.5.
		75-		-	2.0.2.2.0.

	Pág.	Apartado	Pá	g.	Apartado
Ladrillos	97	III.1.	Marga 2	21	I.2.3.1.1.
Ladrillos	225.5	IV.2.3.		21	I.2.3.1.1.
Ladrillos cerámicos ordinarios		III.1.1.		97	III.
Ladrillos cerámicos ordinarios, aisla-				30	I.3.4.
miento de los	101	III.1.1.4.5.		29	I.3.4.
Ladrillos cerámicos que se distinguen				30	1.3.5.
por su cochura	14	I.2.1.1.4.		29	1.3.4.
Ladrillos cerámicos que se distinguen				10	II.1.1.2.1.1.3.
por su fabricación	13	I.2.1.1.2.		32	I.4.3. III.6.2.
Ladrillos cerámicos que se distinguen			Morteros		III.6.2.4.
por su forma	13	1.2.1.1.3.		27	1.3.3.
Ladrillos cerámicos que se distinguen		TOTAL STATE		27	1.3.3.
por su masa	12	1.2.1.1.1.		27	1.3.3.
Ladrillos especiales	14	I.2.1.2.		27	1.3.2.
Ladrillos especiales		III.1.2.		27	1.3.3.
Ladrillos especiales refractarios		III.1.2.2.1.	Muro capuchino 2	27	I.3.3.
Ladrillos especiales sílico-calcáreos	577 V 2	III.1.2.2.2.	Muro ciego 2	27	1.3.3.
Ladrillos, puesta en obra de los		IV.4.2.1.2.		26	I.3.1.
Laja	21	1.2.3.1.2.		16	1.2.1.5.
Leyes de traba	136	IV.4.2.1.3.		26	1.3.2.
Leyes de traba	138	IV.4.2.2.3.		26	I.3.2.
Leyes de traba de la mampostería		IV.4.2.3.2.2.		27 27	I.3.2. I.3.2.
Layes de traba de la sillería	144	IV.4.2.3.3.2.		27	I.3.2.
Linea de arranque de un arco		I.4.3.		26	1.3.2.
Linea de borde de una bóveda	34	1.5.3.		27	1.3.2.
Linea de presiones	32	1.4.3.		26	1.3.2.
Llaga	10	I.1.3.1.		16	I.2.1.5.
Luz de cálculo	0.00	I.4.3. I.4.3.		26	I.3.2.
Luz de un arco	32 31	1.3.5.		26	I.3.2.
Luz libre	32	1.4.3.	Muro doblado 2	27	I.3.3.
200 1010 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11 11		******		27	I.3.3.
			muito cu tabiquito in in si in in in in	27	1.3.3.
			11441 O CIA 11444 III III III III III III III III I	26	I.3.1.
			The state of the s	26	I.3.1. I.3.1.
			The state of the s	26 27	I.3.3.
			Andrew and the tree tree to the tree tree tree	27	1.3.3.
				27	1.3.2.
				27	1.3.3.
m				27	I.3.3.
				26	I.3.2.
Machón	27	I.3.3.		26	I.3.1.
Mampostería		1.2.3.2.		26	I.3.1.
Mampostería		IV.4.2.3.2.	11010 100101010 111 111 111 111 111 111	26	1.3.2.
Mampostería a hueso		1.2.3.2.	man in min min min min min min min min min	29	1.3.3.
Mampostería careada	22//	1.2.3.2.	The state of the s	29	I.3.3.
Mampostería concertada		1.2.3.2.	The state of the s	29 oc	I.3.3. I.3.
Mamposteria do apareio de encaje		I.2.3.2. I.2.3.2.		26 36	IV.4.2.1.3.
Mampostería de aparejo de encaje Mampostería de aparejo de hiladas		1.2.3.2.	Muros apilastrados	22	IV.4.2.1.3.
Mamposteria de aparejo de imadas Mamposteria de aparejo inglés	22	1.2.3.2.	Muros, consideraciones previas a la eje-		
Mamposteria de aparejo poligonal	22.0	1.2.3.2.		32	IV.4.1.1.
Mampostería de cal y canto		1.2.3.2.		69	II.1.1.2.2.4.
Mampostería de rajuela		1.2.3.2.		65	II.1.1.2.2.2.
Mampostería en seco	200	I.2.3.2.		37	IV.4.2.2.
Mampostería historiada		1.2.3.2.		67	II.1.1.2.2.3.
Mampostería ordinaria		1.2.3.2.		39	IV.4.2.3.
Mampostería verdugada	-	1.2.3.2.	Muros de cerramiento de obras de fá-		****
Mampuesto	21	I.2.3.1.2.	brica	74	II.1.2.

	Pág.	Apartado	Pá	g.	Apartado
Muros de cerramiento, prescripciones			Piedras de cantería 2	20	1.2.3.1.
de ejecución de los		IV.4.4.	Piedras de cantería		III.3.
Muros de distribución, prescripciones			Piedras de cantería 13		IV.2.5.
de ejecución de los		IV.4.5.	Piedras de mampostería, puesta en obra 14	10	IV.4.2.3.2.1.
Muros de fábrica de adobe		IV.4.2.4.1.	Piedras que se diferencian por su ori-		
Muros de ladrillo	. 58	II.1.1.2.2.1.	gen 2	20	I.2.3.1.1.
Muros de ladrillo trasdosados de hor			Piedras que se distinguen por su du-		
migón	. 136	IV.4.2.1.3.	reza 2	21	I.2.3.1.3.
Muros de tapial		II.1.1.2.2.5.	Piedras que se distinguen por su ta-		
Muros doblados				21	1.2.3.1.2.
Muros, prescripciones generales de eje		IV.4.2.1.3.		4	O.3.1.1.2.
cución de		IV.4.		27	1.3.3.
Muros resistentes		O.3.1.1.2.		21	1.2.3.1.1.
Muros resistentes		II.1.1.2.	The state of the s	20	I.3.4.
Muros resistentes, prescripciones de eje		IV.4.3.		32	1.4.3.
cución de los		17.4.0.	Planticidad y consistencia 12	34	111.6.2.3. 1.5.3.
forma		I.3.1.		20	1.2.3.1.1.
Muros, tipos que se diferencian por su		4.0.1.	Preparación de los bloques 13		IV.4.2.2.1.
organización constructiva		1.3.3.	Preparación de los ladrillos 13		IV.4.2.1.1.
Muros, tipos que se diferencian por su			Preparación de los morteros 13		IV.3.
situación y su función		1.3.2.		32	I.4.3.
•			Protección de las obras de fábrica 15		IV.9.
			Protección durante la ejecución 13		IV.4.1.5.
			Pulimento 14		IV.4.2.3.1.5.
			Pumita 2		I.2.3.1.1.
Nervio	. 34	1.5.3.	r		
			Pacilla	9	70111
			Rasilla		I.2.1.1.1. I.4.4.
			Recercado 3		1.3.5.
			Recepción de los materiales 13		IV.2.
0			Reglas de calidad que se derivan de las exigencias de aspecto y entretenimien-		
Objeto	. 3	O.1.	to 94	14	II.4.
Obra de fábrica	. 9	I.1.	Reglas de calidad que se derivan de las		
			exigencias de durabilidad 93	13	II.3.
			Reglas de calidad que se derivan de las		
			exigencias de habitabilidad y salubri-		***
			dad 90 Reglas de calidad que se derivan de las	U	11.2.
			exigencias de seguridad 37	7	II.1.
			Reglas generales de calidad 37		II.
-			Reglas particulares para los distintos		
P			tipos de muros resistentes 58	8	II.1.1.2.2.
			Rejuntado y pañeado 135		IV.4.1.8.
Panderete	10	I.1.2.1.	Repisa 31		1.3.5.
Paramento	29	I.3.4.	Replanteo y determinación de cotas de		200000
Peralte	32	I.4.3.	nivel 129	9	IV.1.
Piedra dura	21	I.2.3.1.3.	Resistencia a la intemperie de los blo-		
Piedra dura	2!	I.2.3.1.3.	ques conglomerados 108	9	III.2.2.1.4.3.
Piedra semidura	21	I.2.3.1.3.	Resistencia a la intemperie de los ladri-		
Piedra semidura	21	1.2.3.1.3.	llos	1	III.1.1.4.4.

	Pág.	Apartado	Pág.	Apartado
Resistencia a la flexión de los ladrillos. Resistencia al choque de los bloques ce-		III.1.1.4.3.	Sillería recta	I.2.3.3.1.
rámicos	105	III.2.1.4.2.	Silleria, tipos de	I.2.3.3.1. I.2.3.3.1.
Resistencia al fuego de las piedras de			Sillería uñeteada 24	I.2.3.3.1.
cantería	118	III.3.1.	Soga 9	I.1.1.
Resistencia de los morteros	124	III.6.2.2.	Soga 9	I.1.2.1.
Resistencia de los tabiques Resistencia nominal a compresión de	75	II.1.3.1.	Superficie de apoyo 20	I.2.2.2.
los bloques cerámicos	105	III.2.1.4.3.	Superficie de apoyo 107	III.2.2.1.2.3.
Resistencia nominal a compresión de los bloques de hormigón de arena y		111.0.1.1.0.	Superficie de apoyo 111	111.2.2.2.2.3.
Resistencia nominal a compresión de		III.2.2.1.4.2.		
los bloques de hormigón celular Resistencia nominal a compresión de		III.2.3.4.2.		
los bloques de hormigón ligero Resistencia nominal a compresión de	112	111.2.2.2.3.3.		
los ladrillos	100	III.1.1.4.2.		
Retallo fébrico de adoba		1.3.4.		
Retallo de una fábrica de adobe	25 56	I.2.4.2. II.1.1.2.1.3.	1000	
Retracción de los morteros	135	IV.4.1.9.	Tabla 9	I.1.1.
Revestimientos de tapiales, ejecución de.	146	IV.4.2.4.2.3.	Tabicón	I.2.1.5.
Riñón	33	1.4.4.	Tabique	I.3.2. I.2.1.5.
Ripio	21	1.2.3.1.2.	Tabique 27	I.3.2.
Rosca	10	I.1.2.2.	Tabiques de distribución 75	II.1.3.
Rozas	134	IV.4.1.7.	Tabiques, prescripciones de ejecución	
			de 149	IV.4.5.
			Taladros en las piedras de cantería 140	IV.4.2.3.1.4.
			Talla de las piedras de cantería	IV.4.2.3.1.3.
			Tapial calicastrado	I.2.5.1. I.2.5.1.
			Tapial de tierra consolidada 26	I.2.5.1.
			Tapial de tierra estabilizada 26	I.2.5.1.
S			Tapial, tipos de 26	I.2.5.1.
			Tapiales 25	1.2.5.
Sagita	32	I.4.3.	Tapiales	III.5.
Salmer	33	I.4.4.	Tapiales, condiciones generales de eje- cución 145	IV.4.2.4.2.1.
Sardinel	10	I.1.2.1.	Tapiales consolidados 121	III.5.2.2.
Serpentina	21	I.2.3.1.1.	Tapiales de barro 120	III.5.2.1.
Sienita	20	1.2.3.1.1.	Tapiales de barro 145	IV.4.2.4.2.2.1.
Silicatado	154	IV.9.1.	Tapiales de tierra consolidada 145	IV.4.2.4.2.2.2.
Sillar	21 21	I.2.3.1.2. I.2.3.1.2.	Tapiales de tierra estabilizada 146	IV.4.2.4.2.2.3.
Sillares, puesta en obra de los	142	IV.4.2.3.3.1.	Tapiales estabilizados	III.5.2.3. I.3.5.
Sillería	22	1.2.3.3.	Telar	1.4.3.
Sillería	142	IV.4.2.3.3.	Témpano 29	I.3.4.
Sillería abujardada	24	I.2.3.3.1.	Tendel 10	I.1.3.1.
Sillería a hueso	23	I.2.3.3.1.	Tensiones de trabajo 42	II.1.1.2.1.1.4.
Sillería almohadillada	24	I.2.3.3.1.	Tensiones locales 53	II.1.1.2.1.1.7.
Sillería apiconada	24 23	I.2.3.3.1. I.2.3.3.1.	Terminología 9	I.
Sillería averrugada	24	I.2.3.3.1.	Testa 9 Tiempo de utilización de los morteros. 132	I.1.1, IV.3.3.
Sillería con mortero	23	1.2.3.3.1.	Timpano	I.4.4.
Sillería decorada	24	I.2.3.3.1.	Tirante	I.4.4.
Sillería desbastada	24	1.2.3.3.1.	Tizón 9	I.1.1.
Sillería de sillarejos	23	1.2.3.3.1.	Tizón 9	I.1.2.1.
Sillería moldada	24	I.2.3.3.1.	Toba 21	1.2.3.1.1.
Sillería pulimentada	24	I.2.3.3.1.	Tochana	I.2.1.1.1. IV.4.1.3.
Sillería punteada	24	I.2.3.3.1.	Tolerancias en la ejecución de muros 133	TA 1217101

	Pág.	Apartado	u	Pág.	Apartado
Tolerancias en la forma de los bloques cerámicos	104	III.2.1.3.3,	Unión de un tabique con un elemento estructural	151	IV.4.5.
de hormigón celular	115	III.2.3.2.3.			
de hormigón de arena y grava Tolerancias en la forma de los bloques	108	III.2.2.1.2.4.			
de hormigón ligero		III.2.2.2.2.4.			
Tolerancias en la forma de los ladrillos. Tolerancias en las dimensiones de los	99	III.1.1.3.3.	**		
bloques cerámicos	104	III.2.1.3.2.	V.		
Tolerancias en las dimensiones de los			Verdugada	30	1.3.4.
bloques de hormigón celular	115	III.2.3.2.2.	Verdugadas	29	1.3.3.
Tolerancias en las dimensiones de los			Vierteaguas	29	I.3.4.
bloques de hormigón de arena y gra-	1	read to be for the	Vierteaguas	31	I.3.5.
va	107	III.2.2.1.2.2.			
Tolerancias en las dimensiones de los					
bloques de hormigón ligero	111	III.2.2.2.2.2.			
Tolerancias en las dimensiones de los	00	******			
ladrillos	99	III.1.1.3.2.			
Tranquero	30	I.3.5.			
Traquita	21	I.2.3.1.1.	W		
Transides	29	I.3.4.	7		
Trasdós	33	I.4.3.	Alexander of the second of the	555	22227033000
Triscadas	10	I.1.2.1.	Yesos	123	III.6.1.2.



instituto eduardo torroja de la construcción y del cemento